

**Projet de Fin d'Etudes**

**COMMENT LA VILLE PEUT ELLE  
FAIRE FACE AUX CHANGEMENTS  
CLIMATIQUES PLUVIEUX ?**

***Vers une gestion durable des eaux  
pluviales en milieu urbain***



**2008-2009**

Directeur de recherche

**BENABDALLAH Jean**

**HEESTERMANS Patrick**



**Comment la ville peut elle faire face  
aux changements climatiques  
pluvieux ?**

***Vers une gestion durable des eaux  
pluviales en milieu urbain***

**2008-2009**

**Directeur de recherche**

**BENABDALLAH Jean**

**HEESTERMANS Patrick**





# AVERTISSEMENT

---

Cette recherche a fait appel à des lectures, enquêtes et interviews. Tout emprunt à des contenus d'interviews, des écrits autres que strictement personnel, toute reproduction et citation, font systématiquement l'objet d'un référencement.

L'auteur (les auteurs) de cette recherche a (ont) signé une attestation sur l'honneur de non plagiat.

# FORMATION PAR LA RECHERCHE ET PROJET DE FIN D'ETUDES

---

La formation au génie de l'aménagement, assurée par le département aménagement de l'Ecole Polytechnique de l'Université de Tours, associe dans le champ de l'urbanisme et de l'aménagement, l'acquisition de connaissances fondamentales, l'acquisition de techniques et de savoir faire, la formation à la pratique professionnelle et la formation par la recherche. Cette dernière ne vise pas à former les seuls futurs élèves désireux de prolonger leur formation par les études doctorales, mais tout en ouvrant à cette voie, elle vise tout d'abord à favoriser la capacité des futurs ingénieurs à :

- Accroître leurs compétences en matière de pratique professionnelle par la mobilisation de connaissances et techniques, dont les fondements et contenus ont été explorés le plus finement possible afin d'en assurer une bonne maîtrise intellectuelle et pratique,
- Accroître la capacité des ingénieurs en génie de l'aménagement à innover tant en matière de méthodes que d'outils, mobilisables pour affronter et résoudre les problèmes complexes posés par l'organisation et la gestion des espaces.

La formation par la recherche inclut un exercice individuel de recherche, le projet de fin d'études (P.F.E.), situé en dernière année de formation des élèves ingénieurs. Cet exercice correspond à un stage d'une durée minimum de trois mois, en laboratoire de recherche, principalement au sein de l'équipe Ingénierie du Projet d'Aménagement, Paysage et Environnement de l'UMR 6173 CITERES à laquelle appartiennent les enseignants-chercheurs du département aménagement.

Le travail de recherche, dont l'objectif de base est d'acquérir une compétence méthodologique en matière de recherche, doit répondre à l'un des deux grands objectifs :

- Développer tout une partie d'une méthode ou d'un outil nouveau permettant le traitement innovant d'un problème d'aménagement
- Approfondir les connaissances de base pour mieux affronter une question complexe en matière d'aménagement.

# REMERCIEMENTS

---

Avant toute chose, je tiens à remercier les personnes qui, de près ou de loin, m'ont permis de réaliser ce mémoire de recherche durant ma cinquième année au département Aménagement.

Jean Benabdallah, tuteur de ce projet, pour son encadrement et son suivi notamment durant le séminaire de présentation orale des avancements du PFE du mois de janvier.

Serge Tibault, professeur au département Aménagement de Polytech'Tours, pour son aide précieuse dans la définition de concepts relatifs à l'hydrologie urbaine, ainsi qu'à sa mise en relation avec des chercheurs traitant de la question de la gestion des pluies en ville.

Bernard Chocat, professeur à l'Institut National des Sciences Appliquées de Lyon, qui par ses publications et travaux m'a permis d'assimiler de nombreuses notions.

Enfin, un remerciement personnel à l'ensemble des personnes qui m'ont soutenu durant les semaines de finalisation et de relecture de ce rapport.

# SOMMAIRE

---

<b>Remerciements .....</b>	<b>7</b>
<b>Sommaire .....</b>	<b>8</b>
<b>Introduction.....</b>	<b>11</b>
<b>Contexte de la recherche.....</b>	<b>12</b>
<b>Partie 1 Une nécessité de gestion durable des eaux pluviales Urbaines.....</b>	<b>15</b>
1. L'assainissement des eaux pluviales en France.....	16
1.1 L'Homme et l'eau dans son environnement.....	16
1.2 Historique de la gestion urbaine de l'eau .....	17
2. Un changement climatique qui perturbe la pluviométrie .....	19
2.1. Les apports du GIEC .....	20
2.2 Résultats des modèles climatiques sur l'évolution de la température .....	22
2.3 Résultats des modèles climatiques sur l'évolution de la précipitation .....	25
2.4 Une diminution des précipitations en France, mais une augmentation de son intensité pluviométrique .....	28
3 .Une urbanisation grandissante et ses conséquences sur le milieu urbain.....	31
3.1 Une imperméabilisation des sols en milieu urbain .....	31
3.2 Une gestion à optimiser face à un étalement urbain.....	35
<b>Partie 2 Comment aménager l'espace urbain en intégrant une gestion durable des eaux pluviales ? .....</b>	<b>38</b>
1. Une réglementation encadrant le traitement des eaux à l'échelle des collectivités et des parcelles .....	39
1.1 Les obligations des communes en matière de collecte et traitement des eaux pluviales.....	39
1.2 Les outils locaux d'urbanisme réglementant la gestion des eaux pluviales .....	40
1.3 Statut juridique des eaux pluviales .....	43
2. Les techniques alternatives, une gestion durable mais limitée des eaux pluviales. ....	46
2.1 Les différentes techniques alternatives.....	47
2.2 Ces solutions alternatives permettent-elles de faire face au dérèglement climatique identifié ? .....	55
2.3 Les limites du développement d'une gestion écologique.....	55
2.4 Les nouvelles approches globales de gestion des eaux pluviales en milieu urbain.....	56

<b>PARTIE 3 : LA GESTION DURABLE DES EAUX DE PLUIES AU SEIN DES COLLECTIVITES, LE CAS DE LA COMMUNAUTE URBAINE DE LYON.....</b>	<b>59</b>
1. Précision sur l'objet d'étude et justification du choix géographique .....	60
2. La stratégie de gestion écologique des eaux pluviales du Grand Lyon.....	62
2.1 La communauté urbaine du Grand Lyon.....	62
2.2 La stratégie globale d'assainissement pluviale.....	63
2.3 La méthode du Grand Lyon pour appliquer sa gestion écologique des eaux pluviales à son territoire .....	67
3. Au centre de l'agglomération, le projet Lyon Confluence .....	70
3.1 Présentation du projet Lyon-Confluence.....	70
3.2 La gestion des eaux pluviales à Lyon-Confluence .....	71
4. l'aménagement d'un espace périphérique, Lyon Porte des Alpes.....	73
4.1 Présentation de l'espace Lyon Porte des Alpes.....	73
4.2 La gestion des eaux pluviale à la Porte des Alpes.....	74
5. Le Grand Lyon peut il faire face au dérèglement climatique pluvieux ? .....	77
<b>Conclusion .....</b>	<b>79</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE .....</b>	<b>80</b>
<b>Table des figures .....</b>	<b>81</b>
<b>TABLES DES PHOTOGRAPHIES.....</b>	<b>82</b>
<b>TABLE DES TABLEAUX.....</b>	<b>83</b>
<b>TABLE DES GRAPHIQUES.....</b>	<b>83</b>
<b>Table des matières .....</b>	<b>84</b>
<b>ANNEXES .....</b>	<b>87</b>



# INTRODUCTION

---

L'espace urbain possède aujourd'hui des modes de fonctionnement spécifiques, chacun rattachés à des disciplines propres. La gestion des déplacements, de l'habitat, de l'activité économique, de l'éclairage public par exemple, sont liés à des domaines d'études et de recherche permettant d'optimiser leur gestion quotidienne.

L'optimisation de la gestion des eaux pluviales en milieu urbain se justifie dans un contexte de dérèglement climatique et d'urbanisation soutenue.

Depuis plus d'un siècle, les activités humaines ont provoqué des perturbations irréversibles sur les milieux naturels. L'industrie et les déplacements notamment ont rejeté de nombreux polluants et émis d'importantes quantités de gaz à effet de serre. Les conséquences de ces activités sur notre climat commencent à se faire ressentir sur la surface de notre planète par une hausse des températures moyennes et une perturbation des cycles climatiques. Les prévisions scientifiques à ce sujet sont alarmantes et prévoit une hausse des températures de 1°C à 6°C d'ici 2100. Ce dérèglement cause également d'importantes modifications sur la pluviométrie (orages plus fréquents, inondations répétées,...).

L'espace urbain devra dans l'avenir gérer ces épisodes pluvieux violents, tandis qu'il ne cesse de gagner de la place sur les espaces naturels, ce qui imperméabilise rapidement les sols.

A travers ce travail de recherche, nous mesurerons tout d'abord la nécessité d'optimiser la gestion des eaux de pluie en ville dans ce contexte de dérèglement climatique et d'artificialisation des sols. Les différents outils de maîtrise écologique de ces eaux seront alors mis en avant et analysés, mettant en avant leurs avantages et faiblesses.

Enfin, pour mieux appréhender les enjeux inhérents au thème de cette recherche, il est nécessaire d'avoir une vision locale et pratique de la mise en place d'une gestion écologique de ces eaux en milieu urbain. Avec le cas de l'aménagement urbain du Grand Lyon, nous tenterons de comprendre les stratégies mises en place par la communauté urbaine pour répondre à des contraintes urbaines et naturelles.

# CONTEXTE DE LA RECHERCHE

---

Ce travail de recherche s'attache à étudier la gestion des eaux pluviales en milieu urbain et plus précisément, la façon dont la ville peut faire face à une gestion des eaux de pluie plus difficile dans un contexte global de changement climatique pluvieux. Cette réflexion porte donc sur le thème général qu'est l'hydrologie urbaine et plus vastement sur celui de l'écologie urbaine.

Avant d'entamer ce travail, il convient de redéfinir les termes généraux d'hydrologie et d'écologie urbaine afin de situer précisément ce travail dans un contexte plus large.

## a) L'écologie urbaine

L'écologie urbaine par définition la plus stricte est l'étude et la compréhension biologique des organismes vivant en milieu urbain. Elle est vue alors, comme une transposition des méthodes d'analyse de l'écologie naturelle (en milieu à dominante rurale) à l'échelle d'une ville.

Selon Serge Tibault :

*« L'écologie urbaine en tant que domaine scientifique et ensemble de pratiques s'est développée à partir de l'application au milieu urbain des méthodes de l'écologie « naturelle » apparue au 19ème siècle. »<sup>1</sup>*

A ce stade de définition, l'écologie serait selon lui :

*« La compréhension de l'organisation et du fonctionnement des milieux naturels ».<sup>2</sup>*

Les années soixante voient l'émergence d'une prise de conscience de la nécessité de protection de l'environnement. C'est alors que l'écologie urbaine trouve une nouvelle définition impliquant d'avantage l'Homme dans ses relations avec son environnement et les espèces vivantes l'entourant. L'écologie urbaine permet alors :

*« D'étudier les relations entre les espèces vivantes et l'Homme tout autant que les relations entre l'Homme, en tant qu'espèce vivante, et son propre milieu, naturel et surtout artificiel ».<sup>3</sup>*

---

<sup>1</sup> « Les réseaux techniques urbains face l'écologie urbaine », Serge Tibault, 1995.

<sup>2</sup> « Les réseaux techniques urbains face l'écologie urbaine », Serge Tibault, 1995.

<sup>3</sup> Extrait du *Dictionnaire de l'aménagement et de l'urbanisme*, Merlin & Choay, mars 2005.



Avec cette définition, l'écologie urbaine est décrite comme l'étude des relations triangulaires entre l'Homme, son milieu naturel et les autres espèces vivantes dans cet environnement.

L'encyclopédie en ligne Wikipédia nous donne une autre définition de l'écologie urbaine :

*« L'écologie urbaine est un concept qui rapproche les enjeux écologiques à la vie en ville. Il défend une approche transversale sur tous les thèmes ayant trait à la promotion d'un mode de vie soutenable<sup>4</sup> en zone urbaine : transport, urbanisme, habitat, lutte contre la pollution, démocratie et économie locale... »*

Avec cette définition, l'écologie urbaine peut alors être vue comme l'application des notions clé du développement durable à l'ensemble des thèmes d'urbanisme (habitat, transport, économie,...), en favorisant une démarche transversale à chaque projet urbain.

La gestion des eaux pluviales en milieu urbain rentre bien dans le contexte de l'écologie urbaine en ce sens qu'elle permet à l'Homme de mieux faire face aux enjeux environnementaux par une meilleure gestion des eaux de pluie dans son milieu urbain. La gestion de ces eaux concrétise bien les relations que peut avoir l'Homme avec son environnement naturel ou artificiel.

## b) L'hydrologie urbaine

La gestion des eaux de pluies en milieu urbain relève plus généralement du thème de l'hydrologie urbaine. Il convient de définir clairement ce domaine scientifique pour ensuite entamer ce travail de recherche. Nous choisirons ici de retenir la définition donnée par l'*Encyclopédie de l'hydrologie urbaine* :

*« L'hydrologie urbaine est la discipline scientifique de l'environnement se donnant pour objet l'étude de l'eau et de ses relations avec les différentes activités humaines en zone urbaine. Elle traite tout particulièrement des relations entre la gestion des eaux de surface et l'aménagement de l'espace en milieu urbain. Elle est organiquement liée à une technique urbaine particulière : l'assainissement. L'hydrologie urbaine s'intéresse à la partie du cycle de l'eau affecté par l'urbanisation ou affectant le fonctionnement de la ville : infiltration de l'eau dans les sols et fonctionnement des nappes, ruissellement des eaux en surface et écoulements dans les biefs naturels*

---

<sup>4</sup> Par « soutenable » nous retiendrons la définition proposée en 1987 dans le rapport Bruntland : « un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs ».

*(rivières) ou artificiels (canaux, conduites souterraines), évacuation et épuration des eaux usées, etc ... Le traitement et la distribution de l'eau potable, même s'ils sont indubitablement liés à la gestion urbaine de l'eau, ne sont cependant généralement pas rattachés au champ de l'hydrologie urbaine. [...]*

*Aujourd'hui, l'hydrologie urbaine constitue une discipline scientifique et technique à part entière relativement bien structurée au niveau international avec ses recherches fondamentales et sur les conséquences de l'urbanisation sur le cycle de l'eau et finalisées, destinées à promouvoir des techniques d'aménagement de l'espace visant à protéger les agglomérations contre les nuisances diverses du cycle de l'eau et à protéger l'environnement extra-muros contre les agressions résultant des activités urbaines et de l'urbanisation . L'assainissement des agglomérations, manifestation technique de l'hydrologie urbaine, relève ainsi, aujourd'hui, d'un concept que l'on pourrait qualifier d'environnementaliste et qui s'inscrit dans la réflexion sur le développement durable. »<sup>5</sup>*

### c) la gestion durable

Ce travail portant sur la gestion durable des eaux de pluies en milieu urbain, il est nécessaire de définir ce que le terme « gestion durable » signifie. Pour cela, nous retiendrons la définition donnée par Wondimu Abeje dans sa thèse :

*« Nous définissons la gestion durable des eaux pluviales urbaines comme un ensemble de processus qui vise à prévenir les risques liés à l'eau pluviale, tel qu'inondation, stagnation et pollution de l'environnement bâti et naturel, et à favoriser la réutilisation des eaux de pluies à différentes échelles en vue de minimiser le risque et d'augmenter les ressources. Ces processus doivent être pérennes et évolutifs de manière à assurer en permanence, et sur une base réfléchie l'interaction entre les eaux de pluviales et espaces. »<sup>6</sup>*

---

<sup>5</sup> Définition de l'*Encyclopédie de l'hydrologie urbaine*, page 523 et 526, 1997.

<sup>6</sup> « *La gestion durable des eaux pluviales urbaines par la gestion de l'espace et de la subsidiarité : le cas d'Addis Ababa* » (Ethiopie), Wondimu Abeje, soutenue en 2000 à l'Institut national des Sciences Appliquées (INSA) de Lyon.

**PARTIE 1**  
**UNE NECESSITE DE GESTION**  
**DURABLE DES EAUX**  
**PLUVIALES URBAINES**

---

# 1. L'assainissement des eaux pluviales en France

---

Afin de mieux appréhender les enjeux de l'assainissement en France et sa nécessité face à un dérèglement climatique et une urbanisation qui s'accélère, il est important de revenir sur l'histoire de la gestion urbaine des eaux pluviales.

## 1.1 L'Homme et l'eau dans son environnement

De tout temps, l'Homme connaît une relation particulière avec l'eau qui l'entoure, omniprésente dans son environnement plus ou moins proche. L'histoire nous montre que l'Homme a toujours cherché à utiliser au mieux cette ressource, soit pour se protéger d'agresseurs, soit pour contrôler un emplacement stratégique militairement, ou bien pour profiter de cette ressource et l'exploiter.

Comme le dit Jean-Claude Deutsch <sup>7</sup>:

*« Fort logiquement, de très nombreuses villes se sont donc installées à proximité immédiate d'une rivière ou d'un fleuve, recherchant souvent des particularités structurelles de son cours : île, défilé, gué, confluence, élargissement, débouché à la mer ou dans un lac, etc... »*<sup>8</sup>

C'est donc naturellement que les grandes cités que nous connaissons aujourd'hui se sont bâties à proximité immédiate de cours d'eau. C'est le cas par exemple de Paris (le long de la Seine), Nantes (sur la Loire), Bordeaux (sur la Garonne) ou bien Lyon (sur le Rhône et la Saône). C'est donc bien souvent le réseau hydrographique du site qui détermine l'installation de l'Homme sur un territoire. De plus, le réseau hydrographique d'une région influe sur sa topographie. Ce relief a un également un rôle prépondérant dans l'établissement d'une ville.

D'après Jean-Claude Deutsch :

*« La topographie du site et l'alternance de vallées, de pentes et de plateaux s'avèrent de même souvent déterminantes dans l'organisation de la ville :*

- alternance de "bas quartiers", parfois inondables, toujours nauséabonds et mal fréquentés et de "haut quartiers", dominant la ville au sens propre comme au sens figuré.*
- spécialisation des espaces imposés par leur situation (ports), ou seulement mieux adaptés que les autres à un usage particulier (par exemple zones commerçantes à proximité des points de passage forcé).*
- organisation du développement le long des lignes fortes du relief, et en particulier des vallées, etc... »*<sup>9</sup>

---

<sup>7</sup> Jean Claude Deutsch, enseignant chercheur à l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées (ENPC) et Centre d'Enseignement et de Recherche Eau Ville Environnement (CEREVE).

<sup>8</sup> Extrait de « *Hydrologie urbaine* » par Jean-Claude Deutsch, septembre 2005.

<sup>9</sup> Extrait de « *Hydrologie urbaine* » par Jean-Claude Deutsch, septembre 2005.

L'Homme a donc cherché à établir la ville au plus près de l'eau afin de jouir de cette ressource et de l'exploiter. Mais une des conséquences directes de ce type d'urbanisation est l'exposition aux risques d'inondations des centres villes historiques.

Les relations entre l'Homme et l'eau dans la ville sont donc anciennes. Leur compréhension nécessite un retour historique sur la façon dont l'Homme a depuis toujours tenté de maîtriser son environnement. Nous nous intéresserons ici à la manière dont l'Homme voulu rendre la ville plus hygiénique et propre, en développant l'assainissement urbain.

## 1.2 Historique de la gestion urbaine de l'eau

Les systèmes urbains de gestions des eaux créés à l'époque romaine ne sont que peu utilisés au Moyen-âge. Leur entretien coûte cher et nécessite de la main d'œuvre. Les eaux pluviales et usées sont donc gérées par la technique du « tout à la rue » : les particuliers déversent leurs eaux usées dans les rues et les eaux pluviales y sont également collectées dans des rivières à ciel ouvert servant alors d'égout.

L'épidémie de peste de 1348 va cependant amener cette gestion peu saine à évoluer. En 1350 est publié le premier règlement de police pour l'assainissement de la ville<sup>10</sup>, obligeant la généralisation d'ouvrage de gestion des eaux usées de proximité comme des fausses d'aisances par exemple.

La peur des inondations au cœur des centres villes amènera au cours des siècles suivants jusqu'au 19<sup>ème</sup> siècle à considérer les eaux pluviales comme une nuisance que l'on devait éliminer le plus rapidement et le plus loin possible de la ville ou de l'aire urbaine. Les épidémies de choléra du début du 19<sup>ème</sup> siècle (En 1832 on dénombrait 18 402 morts à Paris, soit 1/43 de la population) permettent aux hygiénistes de poser les bases d'une gestion saine des eaux en ville. L'assainissement urbain connaît donc à cette période un courant hygiéniste.

Comme le souligne Ward :

*« Le système aura pour base fondamentale la circulation incessante de l'eau qui entre pure en ville et le mouvement également continu des résidus qui doivent en sortir. Citernes et fosses ne sont que deux formes de la stagnation pestilentielle. »<sup>11</sup>*

---

<sup>10</sup> D'autres textes suivront en 1388, 1506, 1531 et 1577.

<sup>11</sup> Ward, discours « Circulation et stagnation », 1852.

Jean-Claude Deutsch ajoute sur le courant hygiéniste :

*« L'exaltation du propre, considéré comme une composante essentielle de la civilisation occidentale, fait partie de cette conception. »*

Le 20<sup>ème</sup> siècle sera celui de la croissance démographique et spatiale des villes. Avec cet essor urbain, il devient capital pour une ville d'éviter l'inondation brutale de son centre et de ses parties basses. C'est pourquoi, les réseaux d'assainissement et de collecte des eaux pluviales sont optimisés de façon à éviter les inondations au sein des villes.

La première moitié du 20<sup>ème</sup> siècle sera marquée par la mathématisation de la gestion des eaux pluviales urbaines. En effet, on cherche à cette époque à optimiser les réseaux de collecte en appliquant des formules de dimensionnement des ouvrages et des techniques d'ingénierie pure, bien souvent en occultant la dimension hydrologique de ses eaux. Nombreux sont les ingénieurs<sup>12</sup> ayant produit à cette époque des guides de normes de construction de ces ouvrages.

Les années 80 amènent une nouvelle vision de l'assainissement et de la collecte des eaux de pluies en milieu urbain. D'une approche uniquement technique et normative, on développe à cette époque une approche environnementale.

En effet, les prises de conscience de protection de l'environnement changent la manière de concevoir les eaux de pluies. Celles-ci sont de plus en plus souvent caractérisées de ressources, dans un contexte global de changement climatique et de limitation des ressources en eau sur Terre.

Différentes directives européennes et la loi française sur l'eau de 1992 ont permis par exemple l'essor de technique de collectes des eaux pluviales dites « alternatives », et de basculer vers une vision environnementaliste de la gestion des eaux pluviales. Ces techniques ont l'avantage de traiter de la question de la collecte des eaux de pluie au plus près de son arrivée sur le sol.

Selon Bernard Chocat<sup>13</sup>:

*« A la fin du XX<sup>ème</sup> siècle, les réflexions menées sur l'optimisation de ces techniques, associées aux craintes suscitées par le changement climatique en terme de limitation des ressources en eau vont rapidement compléter cette approche environnementale, d'abord par une réflexion urbaine visant à réintégrer l'eau dans la ville, puis, logiquement en redonnant aux eaux de pluie urbaine le statut de ressource, statut qui leur est de plus en plus reconnu aujourd'hui. »*

---

<sup>12</sup> Metcalf et Eddy aux Etats-Unis, Karl Imhoff en Allemagne, Albert Caquot en France.

<sup>13</sup> Bernard Chocat travaille au Laboratoire de Génie Civil et d'Ingénierie Environnementale (LGCIE) et enseigne à l'Institut National des Sciences Appliquées de Lyon (INSA de Lyon).

## 2. Un changement climatique qui perturbe la pluviométrie

---

Les activités humaines ont un impact sur les milieux naturels. Le développement depuis quelques décennies de l'industrie et des activités polluantes ont perturbé les écosystèmes de certaines régions de la planète jusqu'à la disparition de nombreuses espèces animales.

Les industries, les transports, ainsi que l'agriculture sont autant de secteurs d'activités producteurs de dioxyde de carbone, aussi appelé  $\text{CO}^2$ . Ce gaz, classé dans la catégorie des gaz à effet de serre, contribue à l'augmentation globale de la température sur Terre.

Une récente étude<sup>14</sup> montre une accélération de l'augmentation de la teneur en  $\text{CO}^2$  de l'atmosphère. Elle permet d'établir également que l'accélération de l'augmentation du  $\text{CO}^2$  atmosphérique est causée par une croissance économique soutenue et plus intensive en émissions de  $\text{CO}^2$  et un affaiblissement de la capacité d'absorption du  $\text{CO}^2$  par les puits de carbone naturels (qui absorbent une partie du gaz carbonique émis dans l'atmosphère, comme les océans et la végétation par exemple). Leur capacité d'absorption a en effet décru au cours des 50 dernières années d'environ 10%.

Selon Philippe Ciais, du Laboratoire des sciences du climat et de l'environnement (LSCE) ayant participé à cette étude, « La réduction d'efficacité des puits naturels de carbone contribue à l'augmentation rapide du  $\text{CO}^2$  atmosphérique observée récemment ».

Les chercheurs du LSCE concentrent leurs recherches sur l'évolution du climat passé et sur la modélisation des changements climatiques possibles à l'aide de modèles mathématiques de l'IPSL ou du CNRM<sup>15</sup>.

---

<sup>14</sup> Etude réalisée en 2007 par le LSCE (Laboratoire des sciences du climat et de l'environnement). Il s'agit d'une unité mixte entre le CEA et le CNRS spécialisée dans les questions de climatologie et l'étude des mécanismes de la variabilité naturelle du climat.

<sup>15</sup> L'IPSL (Institut Pierre Simon Laplace) et le CNRM (Centre National de Recherches Météorologiques) proposent deux modèles français de modélisation du climat. Ils ont un comportement satisfaisant vis-à-vis de nombreux critères climatologiques et une sensibilité plus forte que la moyenne des autres modèles.

## 2.1. Les apports du GIEC

*« Le réchauffement climatique est sans équivoque »*

4<sup>ème</sup> rapport du GIEC sur l'évolution du climat

Le Groupe Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (GIEC) a été créé en 1988 par l'Organisation Météorologique Mondiale (OMM) et le Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE).

Il a pour mission d'évaluer les informations scientifiques, techniques et socio-économiques qui sont nécessaires pour mieux comprendre les fondements scientifiques des risques liés au changement climatique, en cerner plus précisément les conséquences possibles et envisager d'éventuelles stratégies d'adaptation et d'atténuation.

Ses évaluations sont principalement fondées sur les publications scientifiques et techniques dont la valeur est largement reconnue par la communauté scientifique internationale. L'une des principales activités du GIEC consiste à procéder, à intervalles réguliers, à une évaluation de l'état des connaissances sur le changement climatique.

Selon le quatrième rapport d'évaluation du GIEC publié en novembre 2007:

- La concentration actuelle du CO<sup>2</sup> est la plus forte jamais rencontrée depuis les 420 000 dernières années, et le taux d'accroissement enregistré au siècle dernier est sans précédent depuis au moins 20 000 ans.
- la vitesse du réchauffement observé (plus d'un demi-degré en un siècle sur le globe) et attendu (de 1,1°C au mieux à 6,4°C au pire, en moyenne globale, entre 1990 et 2100) est cent fois plus élevée que la vitesse moyenne des variations naturellement imprimées au climat de la Terre.
- Il est très probable (de 90 à 99%) que le dérèglement climatique provoquera des vagues de chaleur plus longues et plus intenses, avec une élévation particulière des températures nocturnes.
- **Il est également très probable (de 90 à 99%) que sur de nombreuses régions les précipitations seront plus intenses et plus variables.**

Afin de mieux adapter ses hypothèses de changement climatique aux évolutions économiques productrices de gaz à effet de serre, le GIEC utilise différents scénarii (B1, A1T, B2, A1B, A2 et A1F1) en fonction des choix de développement économique futurs.

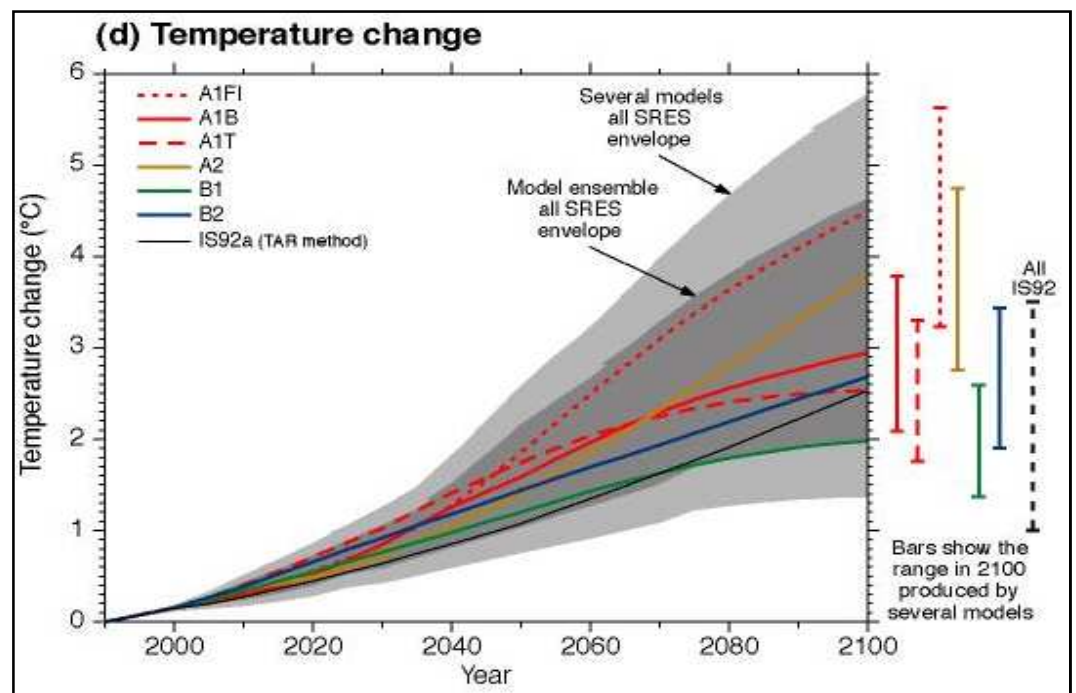


Les différents scénarii et leur prévision d'augmentation de température moyenne pour 2100 :

- Scénario B1: + 1,8°C : le moins polluant, celui d'un monde "convergent" sous l'effet de la mondialisation. La population y augmente jusqu'en 2050 et décline ensuite, l'accent est mis sur des solutions mondiales orientées vers un respect de l'environnement.
- Scénario A1T: + 2,4°C : la croissance est très rapide, mais l'économie s'appuie sur des sources d'énergie non fossiles et intègre des technologies plus efficaces.
- Scénario B2: + 2,4°C : L'accent est mis sur des solutions locales, dans un objectif de viabilité économique, sociale et environnementale.
- Scénario A1B: + 2,8°C : la croissance très rapide s'appuie sur des sources d'énergie équilibrées entre fossiles et renouvelables. De nouvelles technologies plus efficaces sont également développées.
- Scénario A2: + 3,4°C : la population continue de croître, le développement économique a une orientation principalement régionale.
- Scénario A1F1: + 4°C : le plus polluant, il décrit un monde à croissance très rapide qui recourt fortement aux énergies fossiles (charbon, gaz, pétrole).

Figure 1 Evolution des températures en fonction des scénarii proposés par le GIEC

Réalisation : GIEC



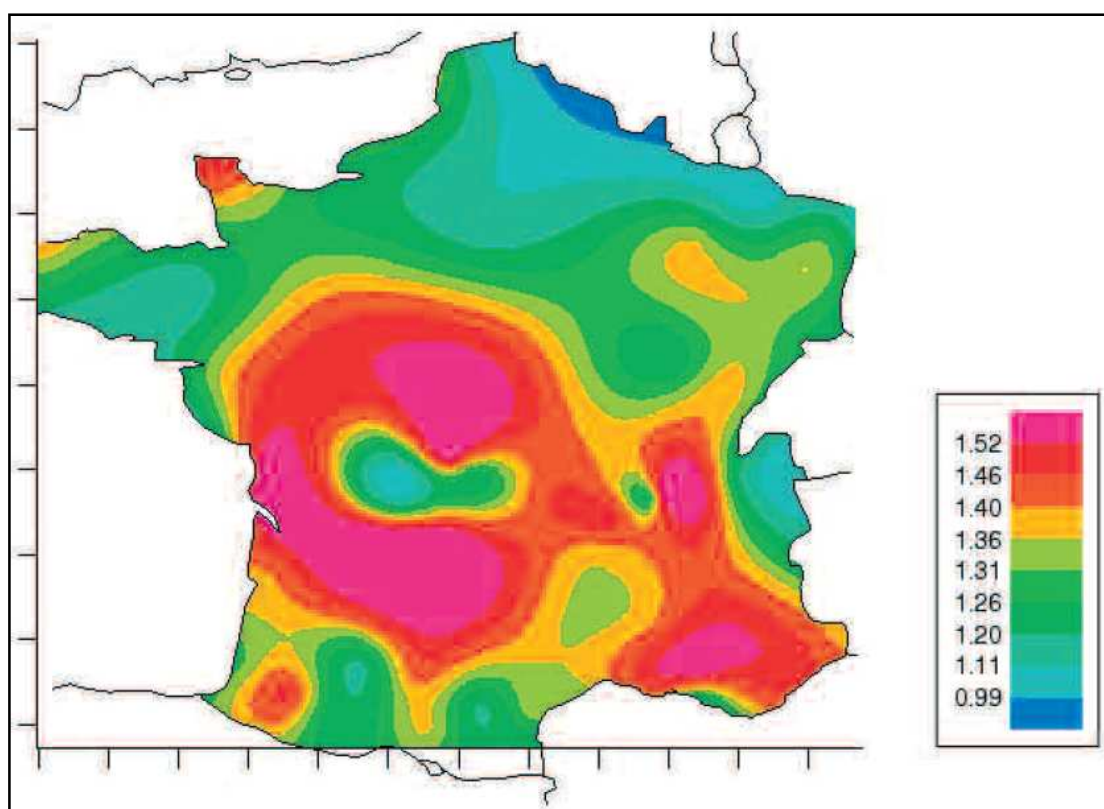
On observe sur le graphique une augmentation globale des températures au cours du 21<sup>ème</sup> siècle, valable pour l'ensemble des scénarii proposés par le GIEC. D'ici 2100, la planète pourrait se réchauffer de 1,1°C au mieux, à 6,4°C selon les pires scénarii.

## 2.2 Résultats des modèles climatiques sur l'évolution de la température

Une évaluation de l'impact d'un changement climatique sur la fréquence des phénomènes extrêmes de vent, de température et de précipitation en France métropolitaine a été réalisée en effectuant des simulations à haute résolution avec les modèles IPSL et CNRM. L'accent a été mis sur la fréquence des vagues de chaleur, des tempêtes et des phénomènes de pluies abondantes ou de sécheresses.

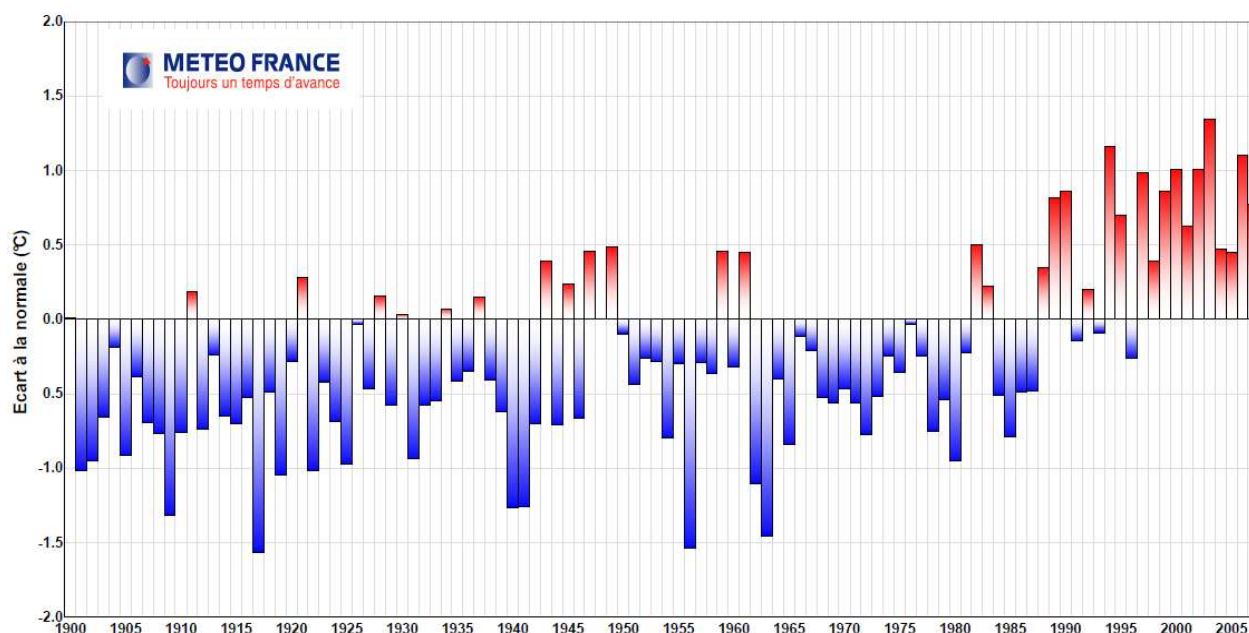
**Figure 2 Observation de l'évolution de la température minimale journalière d'été sur la période 1971-2000. L'échelle est en dixième de degré par décennie.**

Réalisation : Libre Blanc de l'IPSL et Météo-France, 2007



On observe depuis 30 ans une augmentation de la température moyenne enregistrée sur le territoire français. Les zones les plus sujettes aux évolutions de température sont les régions centrales et sud du Pays avec des évolutions allant jusqu'à  $+0,15^{\circ}\text{C}$  chaque décennie.

Météo-France enregistre sur le territoire national les températures journalières et peut ainsi analyser les évolutions des moyennes annuelles de température sur plus d'un siècle. Nous trouvons dans le diagramme suivant l'évolution des températures annuelles entre 1900 et 2005 par rapport à la moyenne des températures entre 1971 et 2000.



**Figure 3 Température annuelle en France depuis 1900. Ecart à la moyenne de référence 1971-2000,**  
Réalisation : Météo-France

On observe que le début du siècle est marqué par des températures annuelles bien en dessous de la moyenne entre 1971 et 2000. Les températures les plus chaudes sont enregistrées depuis 1990, et se situent bien au dessus de la moyenne de ces trente dernières années. Ce diagramme confirme donc l'hypothèse de réchauffement climatique observé en France depuis ces dernières années.

L'Observatoire National sur les Effets du Réchauffement Climatique <sup>16</sup>(ONERC) étudie les évolutions futures du climat en France. L'ONERC confie de nombreuses études à Météo-France qui a la capacité technique et scientifique de conduire de telles recherches climatologiques et a récemment conclu sur une augmentation des températures moyenne en France d'environ 3°C d'ici 2100.

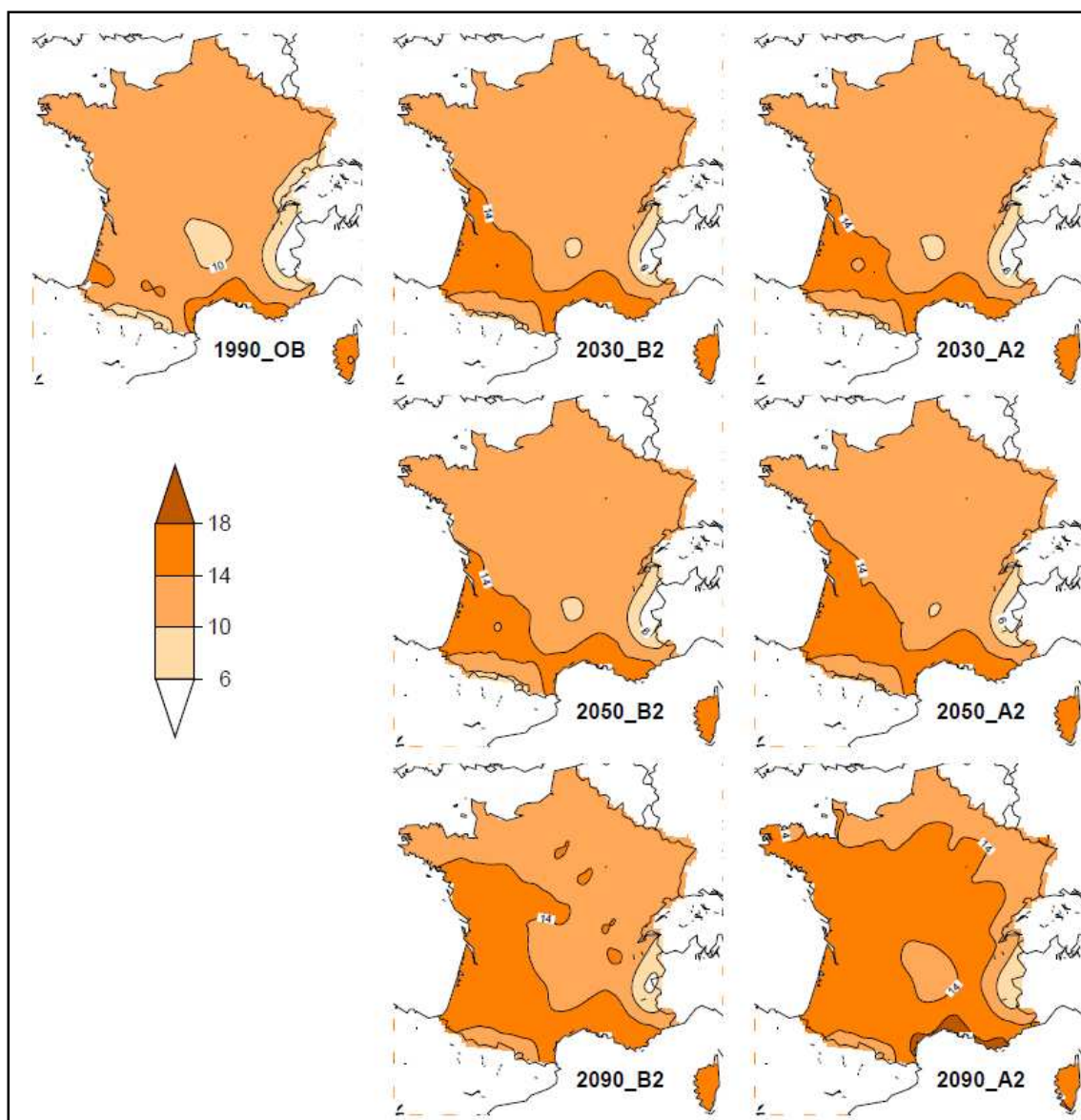
On retrouve dans le tableau suivant et les différentes cartes de France, les résultats des travaux menés sur l'évolution des températures à l'horizon 2100.

	1990	2030 B2	2030 A2	2050 B2	2050 A2	2090 B2	2090 A2
<b>Minimum</b>	2,95	3,9	3,81	3,88	4,26	4,97	6,15
<b>Moyenne</b>	11,41	12,5	12,24	12,4	12,78	13,63	14,63
<b>Maximum</b>	15,7	16,83	16,53	16,7	17,14	17,91	18,87

**Tableau 1 Minimum, moyenne et maximum en France des températures moyennes annuelles (°C) pour le scénario A2 et B2**  
Source : ONERC, 2008

Réalisation : personnelle

<sup>16</sup> L'ONERC collecte et diffuse les informations, études et recherches sur les risques liés au réchauffement climatique et aux phénomènes climatiques extrêmes, il formule des recommandations sur les mesures de prévention et d'adaptation à envisager. L'ONERC s'intéresse en particulier à l'estimation du coût des impacts du changement climatique



**Figure 4 Evolution  
moyenne des  
températures en  
France selon le  
scénario A2 et B2.**  
Source ONERC, 2008  
Réalisation : ONERC

On constate sur ces cartes une augmentation des zones à températures moyennes supérieures à 14°C en France d'ici 2090. Cette augmentation globale de la température aura des effets sur d'autres variables climatiques, comme les précipitations par exemple.

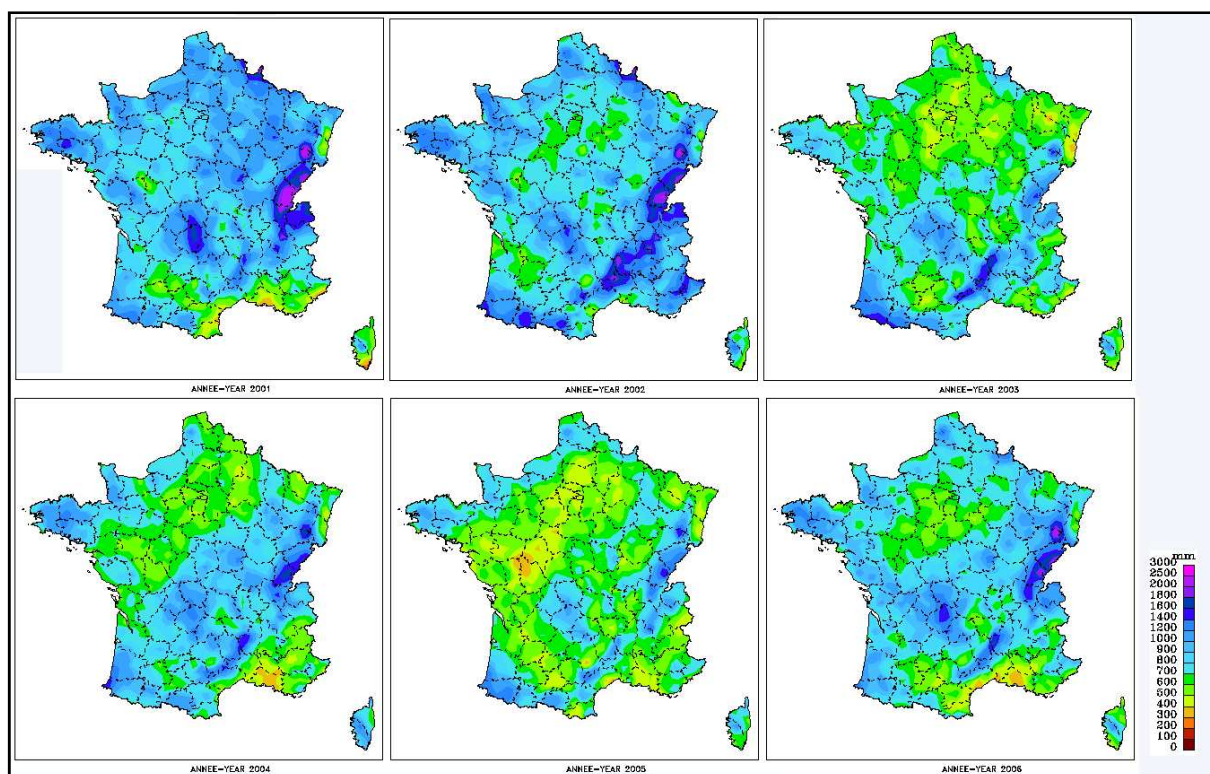


## 2.3 Résultats des modèles climatiques sur l'évolution de la précipitation

Nous venons de voir que les hypothèses d'évolution des températures aux cours du 21<sup>ème</sup> siècle sont quantifiables, et qu'elles font l'objet de nombreuses études et hypothèses par l'ensemble des laboratoires climatologiques mondiaux. Cependant, pour ce qui est des évolutions des précipitations, les climatologues s'accordent à dire que leurs évolutions sont plus difficilement quantifiables et restent dépendantes de nombreux paramètres aléatoires, comme le vent, les courants marins ou bien les températures elles-mêmes.

### a) Evolution passé des pluviométries en France :

La pluviométrie en France est mesurée quotidiennement par Météo-France sur l'ensemble de ses stations réparties sur le territoire national et d'outre-mer. Ainsi, il est simple de rassembler ces données et d'étudier l'évolution des quantités enregistrées des précipitations sur plusieurs années. Nous étudierons ici l'évolution de ces quantités entre 2001 et 2006.



**Figure 5 Evolution de la pluviométrie enregistrée par Météo-France entre 2001 et 2006 en mm/jour**

Réalisation : personnelle

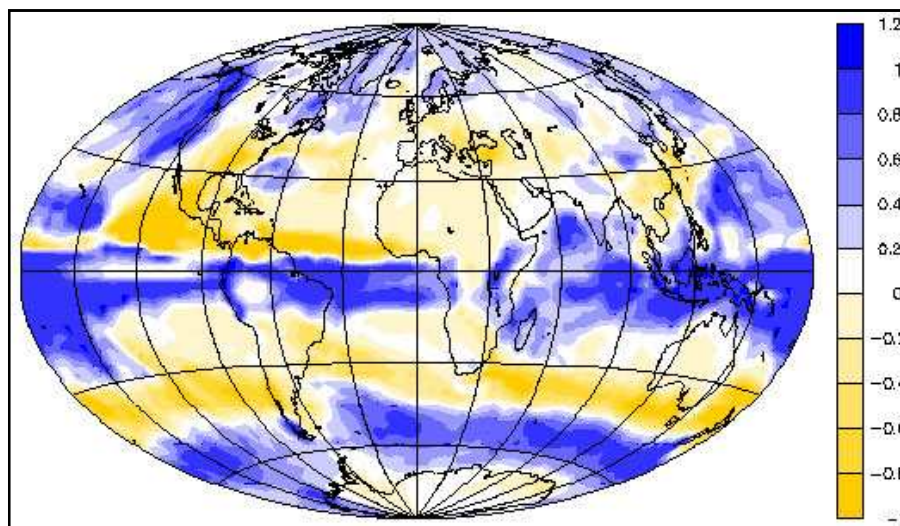
Nous observons sur ces différentes cartes une diminution globale de la quantité des précipitations en France sur ces cinq dernières années. Cette évolution est conforme avec la tendance globale de baisse des quantités de pluies enregistrée par Météo-France depuis plusieurs années.

## b) Evolution futures des pluviométries en France :

Les modèles climatologiques de l'IPSL et du CNRM proposent tout de même des hypothèses d'évolution des précipitations à l'échelle de la planète. Ces modèles dépendant de nombreux paramètres aléatoires, doivent donc être utilisés avec précaution quant à leur exactitude.

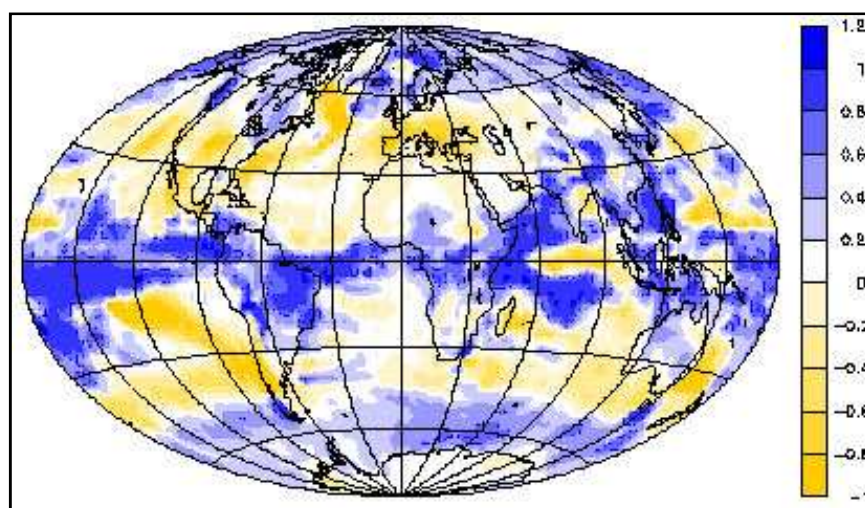
**Figure 6** Modèle de l'IPSL, scénario A2 (émissions élevées). Anomalies de précipitations (en mm/jour) obtenues à la fin du 21ème siècle (moyenne des années 2090 à 2099) par rapport à la fin du 20ème siècle (moyenne des années 2000 à 2009)

Réalisation : IPSL



**Figure 7** Modèle du CNRM, scénario A2 (émissions élevées). Anomalies de précipitations (en mm/jour) obtenues à la fin du 21ème siècle (moyenne des années 2090 à 2099) par rapport à la fin du 20ème siècle (moyenne des années 2000 à 2009)

Réalisation : CNRM



La répartition des changements de précipitation est très comparable à très grande échelle d'espace mais à l'échelle d'une région particulière de la planète (Europe, Méditerranée,...) les différences sont notables entre les deux modèles. Cela montre l'intérêt d'utiliser plusieurs modèles dont les comportements sont différents à ces échelles.

Les simulations montrent clairement une évolution importante du régime des précipitations. Dans leur ensemble, les modèles climatiques prévoient une augmentation du total des précipitations avec la température.

Pour le scénario A2, le modèle du CNRM simule un accroissement moyen de 5% en 2100 et celui de l'IPSL de 8%. Cependant, l'évolution des précipitations est beaucoup plus complexe et variable que celles des températures et n'est pas homogène dans l'espace: certaines régions voient leur précipitations augmenter, d'autres diminuer.

Des grandes tendances se dégagent des cartes de changement de précipitation. Les régions du globe aujourd'hui sèches tendent à s'assécher et les régions humides à s'humidifier. L'augmentation des précipitations est la plus marquée dans les régions tropicales. L'aridification est plus marquée dans les régions subtropicales. Dans la région européenne, les deux modèles simulent une augmentation des précipitations dans le Nord et un assèchement autour du bassin méditerranéen.

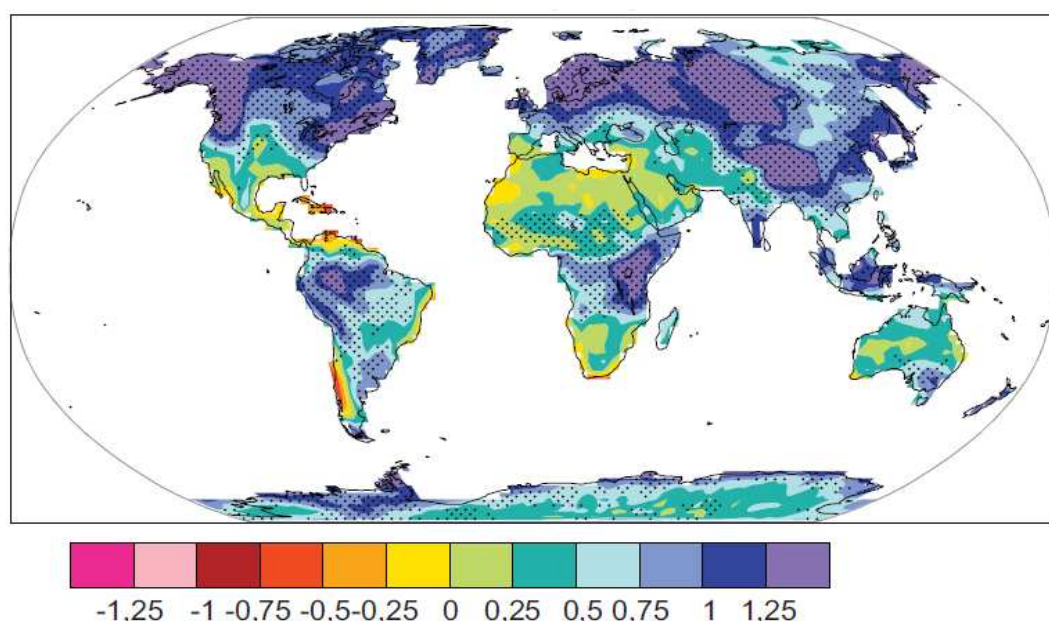
On note dans ce contexte que la France semble être dans une position particulière à la limite de deux zones climatiques, le sud de la France pouvant être affecté par plus d'aridité comme l'ensemble du bassin méditerranéen même si l'on n'est pas en mesure de connaître l'extension ni l'amplitude de ce phénomène.

## 2.4 Une diminution des précipitations en France, mais une augmentation de son intensité pluviométrique

La réponse du changement climatique sur les pluies fortes est souvent différente, voire opposée à la réponse sur les pluies moyennes annuelles. Il s'agit donc de s'intéresser à d'autres indicateurs mesurant la réponse des pluies fortes et intenses à ces changements de températures. De plus la présente étude s'intéressant à la gestion technique des eaux pluviales, l'étude de l'intensité pluviométrique est justifiée par le fait que les ouvrages techniques de gestion des eaux pluviales des collectivités sont dimensionnés pour répondre à une intensité de pluie et non une quantité.

Figure 8 Evolution de l'intensité pluviométrique sur la période 2080-2099 par rapport à 1980-1999 pour le scénario A1B (données en unités d'écarts-types).

Réalisation : ONERC



L'intensité pluviométrique est le rapport des précipitations totales sur une année sur le nombre de jours de pluies. Cet indicateur permet alors de quantifier l'intensité des pluies sur une année.

A une échelle plus restreinte, on observe sur la figure ci-dessus une augmentation de l'intensité pluviométrique au nord de l'Europe et sur la France notamment. De plus, le GIEC s'accorde sur le fait que le nombre d'épisodes de fortes précipitations augmentera au cours du 21<sup>ème</sup> siècle<sup>17</sup>.

Dans son étude<sup>18</sup> sur l'évolution des précipitations en France, l'ORNEC s'intéresse, au-delà des quantités moyennes de pluies tombées sur le territoire, à la fréquence des épisodes pluvieux intenses. C'est pourquoi on calcule chaque année le 90<sup>ème</sup> centile des

<sup>17</sup> Document technique VI du GIEC « Le changement climatique et l'eau », juin 2008

<sup>18</sup> Etude commandée par l'ORNEC à Météo-France des indices climatiques sur la France métropolitaine, chapitre 3 sur les indices de précipitation.



précipitations quotidiennes, puis le cumul des précipitations les jours où le montant est supérieur à ce seuil, que l'on divise par la précipitation totale annuelle. On obtient donc un indice compris entre 0 et 1 qui permet de quantifier l'intensité pluviométrique sur une année.

	1990	2030 B2	2030 A2	2050 B2	2050 A2	2090 B2	2090 A2
<b>Minimum</b>	0,52	0,51	0,51	0,51	0,55	0,54	0,59
<b>Moyenne</b>	0,62	0,61	0,62	0,61	0,65	0,65	0,69
<b>Maximum</b>	0,87	0,86	0,87	0,86	0,89	0,88	0,91

Tableau 2 Minimum, moyenne et maximum sur la France de la fraction des précipitations au-dessus du 90ème centile annuel sur les précipitations totales pour le scénario A2 et B2

Source : ORNEC, 2008

Réalisation personnelle

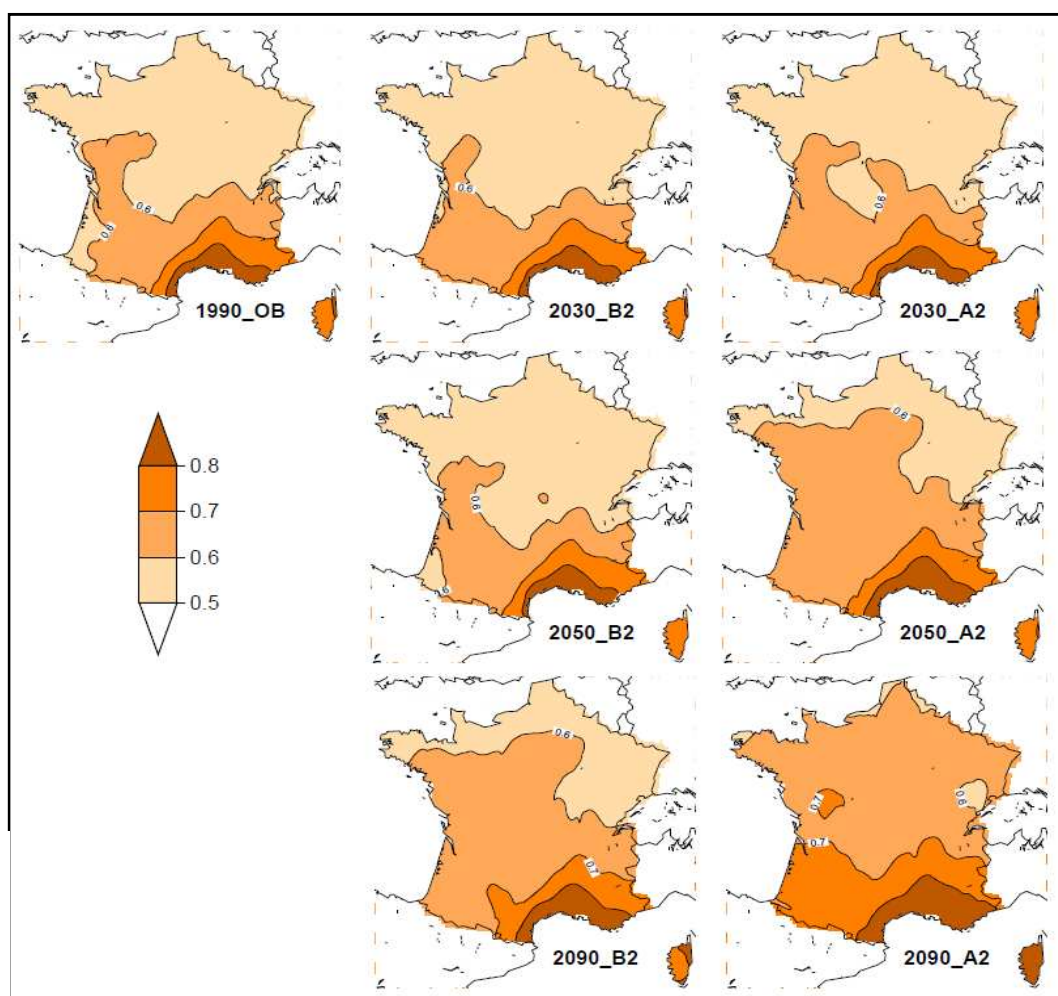


Figure 9 Fraction des précipitations au dessus du 90ème centile annuel, Source : ONERC, 2008

On observe sur ces cartes une hypothèse d'augmentation des épisodes pluvieux supérieurs au 90<sup>ème</sup> centile en France sur l'ensemble du territoire selon les deux scénarii envisagés.

La France connaîtra donc probablement plus de pluies fortes et violentes au cours du 21<sup>ème</sup> siècle. Il s'agira alors de savoir en quelle mesure les collectivités locales ainsi que les différents acteurs de l'aménagement pourront faire face à ces changements climatiques pluviométriques.

Sous l'effet des activités humaines, productrices de gaz à effet de serre et peu respectueuses de l'environnement, le climat évolue et connaîtra de profondes mutations. Ces changements climatiques sont amenés à s'accroître dans les décennies à venir si l'Homme conserve ses habitudes et modes de développement.

Les organisations scientifiques internationales s'accordent à dire qu'au cours du 21<sup>ème</sup> siècle, la planète pourrait connaître un réchauffement global de 1,1°C à 6,4°C. Cette modification du climat aura un impact alors inévitablement le régime des précipitations. Dans leur ensemble, les modèles climatiques prévoient une augmentation des précipitations avec la température.

En France, la quantité moyenne annuelle des pluies devrait diminuer globalement, mais les épisodes pluvieux deviendraient alors plus violents avec des quantités d'eau par pluie plus grande. Cette recherche s'axant autour de la question de la gestion de ces eaux pluviales, l'indicateur de la quantité annuelle de pluie tombée est moins pertinent que celui de l'intensité pluviométrique. En effet, les ouvrages techniques de gestion des eaux pluviales rencontrent souvent leurs limites lors d'épisodes pluvieux violents.

Ce dérèglement climatique est à coupler avec les modifications du milieu naturel que l'homme opère en milieu urbain. Cette artificialisation des milieux et des sols ont des conséquences graves notamment lors d'épisodes pluvieux intenses.

### **3 .Une urbanisation grandissante et ses conséquences sur le milieu urbain**

---

Dans le cadre de cette recherche, nous étudions la gestion des eaux pluviales en milieu urbain. Cette restriction géographique se justifie par les enjeux que soulève leur gestion en milieu urbain. En effet depuis près d'un siècle, la ville s'agrandit, s'étend et rend l'espace urbain artificiel, ce qui a pour conséquence directe de perturber le cycle naturel de l'eau. Les pluies en ville sont la source de nombreuses pollutions et inondations. Afin d'assurer un niveau de confort et la sécurité des habitants en ville, la gestion des eaux pluviales est donc une forte préoccupation des élus et des techniciens.

#### **3.1 Une imperméabilisation des sols en milieu urbain**

Depuis le 19<sup>ème</sup> siècle, le territoire français s'est fortement urbanisé et les villes sont en constante expansion, ce qui a pour conséquence principale d'imperméabiliser les sols urbains. En effet le territoire urbain a besoin par exemple d'établir un réseau d'infrastructure de transport, créant ainsi un maillage de routes bitumées. De plus, les emprises des immeubles et maisons sont autant de surfaces rendues imperméables par l'Homme et empêchant l'eau de pluie de s'infiltrer dans le sol. A titre d'exemple, la surface imperméabilisée française a été multipliée par dix entre 1955 et 1965<sup>19</sup>.

##### **a) Une augmentation des volumes d'eaux écoulés**

Contrairement à une surface naturelle, une surface imperméabilisée (parkings, voirie, toitures) ne laissera pas l'eau de pluie s'infiltrer correctement dans le sol, ce qui limite son infiltration pour alimenter les nappes souterraines par exemple. Une surface imperméabilisée restitue 4 à 20 fois plus d'eau par ruissellement qu'une surface naturelle.

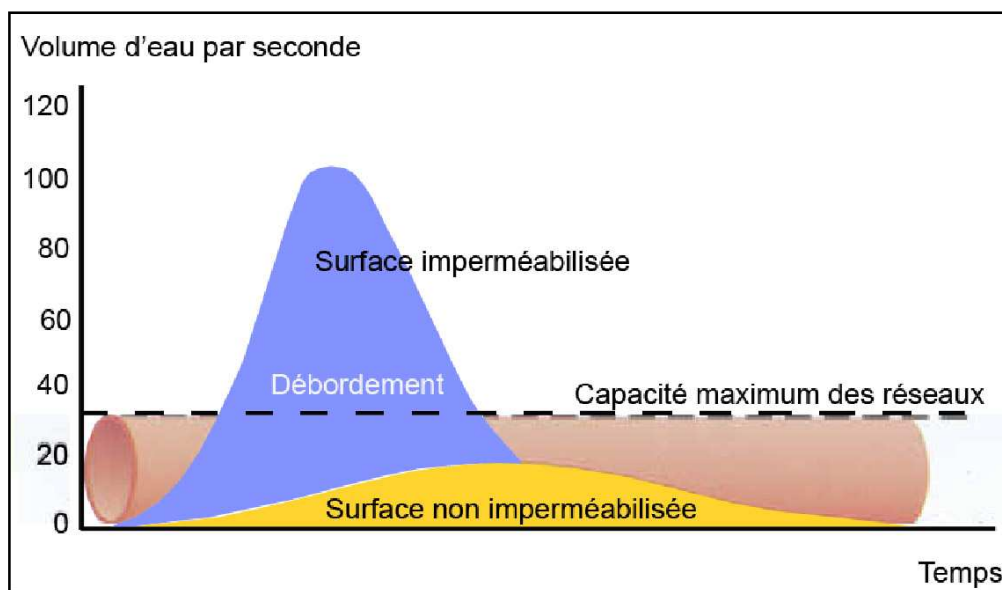
De plus, cette surface rendue imperméable diminue le temps de concentration des pluies. Cette variable définit le temps que met l'eau de pluie depuis son point de contact avec le sol, à arriver jusqu'à son exutoire (bassin versant, rivière...). Ainsi, le ruissellement des eaux en villes est favorisé par la couverture systématique du sol naturel par des matériaux imperméables tel que le bitume ou le goudron.

---

<sup>19</sup> Eurydice92 « Réconcilier l'eau et la ville par la maîtrise des eaux pluviales. Technical », Ministère de l'équipement, 1991.

**Figure 10 : Représentation des volumes d'eau écoulés en fonction du type de surface rencontrée en milieu urbain.**

Source : Pluies en ville, débordement et pollution, Agence de l'eau Seine-Normandie



On observe sur ce diagramme que les surfaces imperméables en milieu urbain augmentent considérablement la quantité d'eau à évacuer. Ainsi, les réseaux d'assainissement arrivent quelque fois à saturation et provoque le débordement de ces derniers.

Pour quantifier le ruissellement, on utilise couramment en hydrologie urbaine le coefficient de ruissellement, noté  $Cr$ . Il permet de mesurer la capacité d'une surface à ruisseler l'eau reçue lors d'un épisode pluvieux par exemple. On le calcule ainsi :

$$Cr = \frac{\text{hauteur d'eau ruissellée}}{\text{hauteur d'eau précipitée}} \text{ en (mm)}$$

Ce coefficient dépend très fortement de la nature du sol récepteur. A titre de comparaison, le tableau suivant présente différentes valeurs de coefficient de ruissellement en fonction de la nature du sol.

**Tableau 3: Valeurs du coefficient de ruissellement pour différentes couvertures du sol**

Source : Normes suisses SNV 640 351)

Nature superficielle du bassin versant	Coefficient de ruissellement $Cr$
Bois	0,1
près, champs cultivés	0,2
Vignes et terrains nus	0,5
Rochers	0,7
Routes sans revêtement	0,7
Routes avec revêtement	0,9
Villages, toitures	0,9

On remarquera ici le fort coefficient de ruissellement concernant une couverture avec revêtement et relatif aux toitures, ce qui indique que la surface est quasiment imperméable.

Lors de forts épisodes pluvieux, l'eau ne parvient pas à pénétrer dans le sol du fait de cette imperméabilité. Après avoir touchée le sol ou une toiture, l'eau de pluie est alors conduite par gravité vers le réseau public de collecte via les toitures et les gouttières pour finir sur la chaussée bien souvent. C'est lors de cette phase de ruissellement sur les surfaces urbaines que l'eau de pluie se charge de substances polluantes pouvant à leur tour contaminer l'environnement urbain et périurbain lorsque l'eau pluviale est rejetée dans le milieu naturel. C'est le phénomène de lessivage des sols.

Lors du ruissellement en milieu urbain les eaux pluviales se chargent notamment d'hydrocarbures ou de métaux (plomb, zinc,...), issus de la circulation automobile et entraînent divers déchets se trouvant sur la voirie publique vers l'exutoire naturel (rivière, lac, mer). Le tableau suivant montre les polluants les plus rencontrés dans les eaux pluviales urbaines après ruissèlement.

**Tableau n° 4 : Polluants rencontrés dans les eaux urbaines de ruissèlement.**

Sources : *Pollution par les hydrocarbures dans les eaux de ruissellement et traitabilité : solutions existantes* de Bernard Chocat (Les rendez-vous du GRAIE, 8 décembre 2004).

Types de polluants	Concentrations dans les eaux de ruissellement
pH .....	4 à 7
DCO (demande chimique en oxygène) .....	20 à 30 mg/l
SO4 (sulfates) .....	2 à 35 mg/l
Hc (hydrocarbures) .....	1,5 à 4,3 mg/l
Cu (cuivre) .....	0,5 à 2 mg/l
Na (sodium) .....	0,5 à 2 mg/l
Zn (zinc) .....	0,02 à 0,08 mg/l
Pb (plomb) .....	0 à 0,15 mg/l

**Photo n° 1 et 2 : Rejets polluants issus du ruissellement des eaux de pluies**

Source : GRAIE

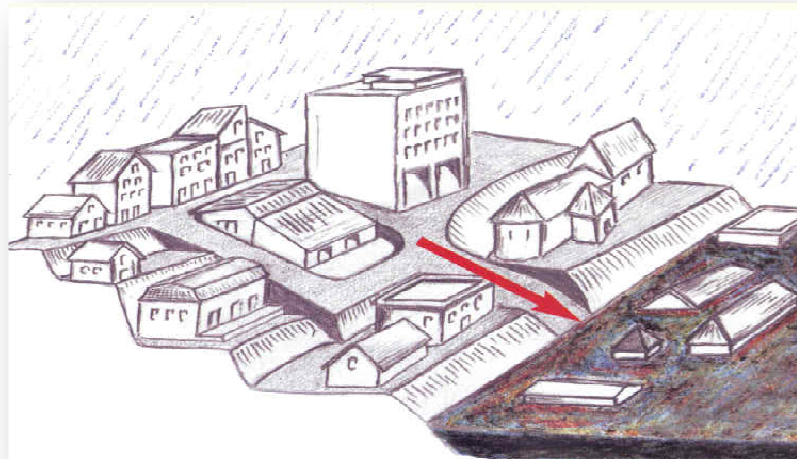


Le ruissellement des eaux pluviales sur le revêtement urbain est une source de pollution du milieu naturel récepteur de ces eaux. C'est pourquoi, il est nécessaire de favoriser l'utilisation de techniques de gestion des eaux pluviales permettant de limiter ce ruissellement. Les techniques dites « alternatives » ont la capacité de gérer ces eaux au plus près de leur lieu d'impact avec le sol et possède donc l'avantage de raccourcir leur transport dans le milieu urbain et donc de réduire le risque de pollution.

De plus, l'augmentation du volume d'eau pluviale écoulée accentue le risque d'inondation en milieu urbain. Nous venons de voir que l'imperméabilisation des sols entraîne une impossibilité de pénétration de l'eau dans le sol. Cette eau ne pouvant plus s'infiltrer correctement, elle ruisselle vers les points les plus bas d'une ville et lors d'épisodes pluvieux violent, les réseaux publics de collecte peuvent arriver à saturation. Ne pouvant alors plus contenir ces eaux, les réseaux débordent et l'inondation en milieu urbain se produit.

**Figure 11 : Représentation  
du phénomène  
d'inondation pluviale en  
milieu urbain**

Source : AESN, Agence de l'eau  
Seine-Normandie



Cette figure schématise le risque d'inondation des niveaux bas de l'espace urbain, provoqué par l'imperméabilisation artificielle des sols couplée à une saturation des réseaux publics de collecte des eaux pluviales.

#### b) Un manque de réalimentation des nappes souterraines

Nous avons vu que l'imperméabilisation des sols en milieu urbain limite l'infiltration des eaux pluviales dans le sol. Les volumes d'eaux de pluies ne s'infiltrant plus dans le sol, les nappes souterraines ne sont alors plus suffisamment alimentées en eaux. En effet, la réalimentation des nappes souterraines est réalisée par l'apport régulier naturel d'une certaine quantité d'eau de pluie ayant pénétrée les couches du sol.

Ce phénomène d'insuffisance de réalimentation des nappes peut également être accentué par le pompage d'eau pour assurer l'alimentation en eau potable de l'espace urbain.

La principale conséquence de cela, outre le manque en eau potable disponible pour l'espace urbain, est le risque d'affaissement des sols en question. Ne disposant plus de la quantité d'eau suffisante pour soutenir le poids du sol, les nappes peuvent s'affaisser et engendrer des dégradations sur les constructions, ou bien même mettre en danger la population de l'espace urbain concerné.

### 3.2 Une gestion à optimiser face à un étalement urbain

La gestion des eaux pluviales soulève différents enjeux dépendant du site de gestion où l'on se trouve et de sa localisation au sein de l'espace urbain. Nous distinguerons dans ce travail le cas d'une gestion des eaux de pluie dans le centre urbain et celle d'une zone périphérique. Chacune de ces zones possède des particularités spécifiques en ce qui concerne l'aménagement du territoire, et notamment la manière dont les eaux de pluies sont collectées, transportées puis assainies.

Nous étudierons dans les parties suivantes de ce travail, les différentes modes de gestion des eaux pluviales en fonction de ces localisations, soit en centre de zone urbaine, soit en périphérie et tenterons d'identifier les enjeux de gestion propre à chacune.

Par des opérations d'aménagement des zones rurales, d'extension des zones d'habitat ou économique, la ville s'étend aujourd'hui de plus en plus et cette expansion a des incidences sur la façon dont les eaux de pluies sont gérées.

#### a) L'extension des réseaux d'assainissement entraîne leur saturation

Les projets d'urbanisation, de construction de nouveaux logements, d'équipements ou d'activités économiques, lorsqu'ils se situent au cœur de l'espace urbain, ne soulèvent pas de nouveaux enjeux quant à la question de la gestion des eaux de pluies. Bien souvent ces constructions seront reliées au réseau public de collecte existant. Une optimisation de leur gestion est toujours souhaitable, afin de limiter la quantité d'eau déversée dans le réseau public, en favorisant par exemple leur infiltration dans le sol sur place.

Cependant, pour ce qui est de la périurbanisation, la « création » de nouveaux espaces urbanisés en périphérie des centres urbains amène à une réflexion sur la manière dont les eaux pluviales pourront être gérées.

La ville s'agrandissant, les réseaux publics de collecte des eaux pluviales et usées s'élargissent.

Cet élargissement des réseaux de collecte se traduit concrètement par la multiplication et la densification du maillage de canalisations souterraines. Leur entretien (entretien courant et réparation) étant confié à la commune ou au groupement de communes, le poste budgétaire relatif à l'assainissement pluvial augmente et la demande en moyen humain également.

Au-delà de l'augmentation des coûts de fonctionnement, l'extension du réseau public de collecte peut entraîner sa saturation lors de forts épisodes pluvieux. Le système de collecte des eaux usées et pluviales d'une ville peut être « unitaire » ou « séparatif » :



- Dans le cas d'un réseau **séparatif**, les eaux de pluies sont collectées dans un réseau différent de celui destiné aux eaux usées domestiques. Les eaux usées sont dirigées communément vers une station d'épuration pour y être traitées tandis-que les eaux de pluie sont bien souvent déversées directement vers un exutoire naturel (rivière, lac, mer). Ces deux types d'eau ne se rencontrent donc pas lors de leur transport.
- Les réseaux de collecte **unitaire** sont communs aux eaux usées domestiques et pluviales, qui sont donc collectées dans la même canalisation pour être transportées vers une station de traitement.

L'une des limites à l'extension des réseaux de collecte unitaire pour assainir les zones urbanisées en périphérie de la ville est leur risque de saturation lors d'épisodes pluvieux intense. En effet, l'imperméabilisation des sols entraîne une augmentation des volumes d'eaux de pluies ruisselées et collectées dans ces canalisations qui les achemine vers une station de traitement. Les eaux de pluies se destinent toutes vers un exutoire unique que peut être une station d'épuration dans le cas d'un réseau unitaire. Cette dernière peut arriver à saturation, son débit maximal de traitement étant dépassé. C'est alors que sont déversées dans le milieu naturel, sans avoir été traitées, les eaux pluviales ainsi que les eaux usées domestiques.

Dans ce cas, les substances polluantes contenues dans les eaux de pluies (acheminée par lessivage des sols) et dont sont chargées les eaux usées, sont déversées dans le milieu naturel. Cette pollution occasionnelle a des conséquences sur l'exutoire naturel environnant, comme par exemple l'appauvrissement de la biodiversité ou des qualités physico-chimiques du milieu.

Il s'agit donc de limiter les débits d'eaux de pluies collectées par ces réseaux en ayant recours à d'autres types de gestion, au plus proche de la parcelle.

## b) Problème de bassin versant

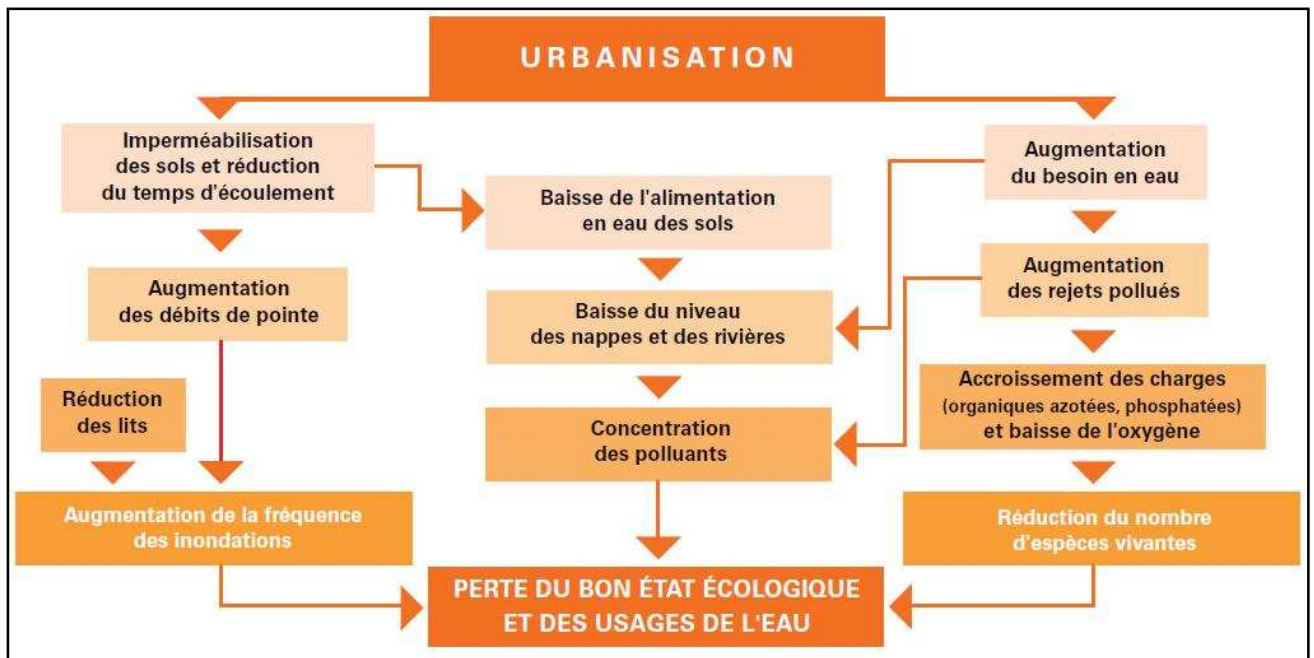
Nous l'avons vu, l'urbanisation en périphérie des zones urbaines doit amener une réflexion sur la gestion des eaux pluviales dans ces zones nouvelles pour en limiter les conséquences sur le réseau public de collecte. La pression d'extension des zones urbaines étant parfois tellement forte, certaines « villes nouvelles » ont vu le jour. Ces espaces urbanisés sur des zones à dominante rurale sont parfois dépourvus d'exutoire naturel. C'est le cas notamment de la ville de Marne-la-Vallée, en Seine-et-Marne.

Se pose alors la question de la destination des eaux pluviales et usées en plus de celle soulevée par l'extension des réseaux de collecte. Le risque d'inondations pluviales dans ces espaces est alors élevé. Bien souvent, il est donc nécessaire de créer un exutoire artificiel, ce qui représente un coût élevé et d'avoir recours à des modes de traitement alternatifs pour gérer l'eau de pluie au plus près de son point d'impact avec le sol.



L'urbanisation des espaces naturels a des conséquences parfois irréversibles sur le milieu naturel. L'artificialisation des sols les rend imperméables, ce qui renforce le ruissellement de surface des eaux pluviales et donc leur lessivage. Cette pollution est encore bien souvent rejetée dans un exutoire naturel sans subir de traitement préalable.

De plus, les sols imperméables accélèrent la rapidité d'écoulement des eaux qui deviennent alors une source de saturation des réseaux publics de collecte ou des stations de traitement. Le risque d'inondation pluviale augmente alors.



**Figure 12 : Schéma synthétique des effets de l'urbanisation sur le cycle de gestion de l'eau pluviale**

Source : Communauté urbaine du grand Lyon

Les effets de l'urbanisation sur le cycle de gestion des eaux de pluies seront accentués par l'augmentation globale de l'intensité pluviométrique que la France connaîtra. Il s'agit alors de comprendre comment contrer ces effets négatifs, et vers quels modes de gestion écologique doivent se tourner les espaces urbains.

**PARTIE 2**  
**COMMENT AMENAGER**  
**L'ESPACE URBAIN EN**  
**INTEGRANT UNE GESTION**  
**DURABLE DES EAUX**  
**PLUVIALES ?**

---

# 1. Une réglementation encadrant le traitement des eaux à l'échelle des collectivités et des parcelles

---

La gestion des eaux pluviales est soumise à un ensemble de réglementations tant au niveau européen, national que local. Ce travail de recherche s'attachant à étudier les modes de gestion durable des eaux de pluies, il convient de rassembler et d'analyser les différents textes qui légifèrent dans ce domaine. Leur gestion est en grande partie confiée aux collectivités locales pour les zones urbaines, mais la gestion « à la parcelle » est de plus en plus rependue et favorisée. Les collectivités ainsi que les particuliers agissant de plus ou moins près sur la gestion des ces eaux doivent respecter cette législation.

Au niveau juridique, on distingue la collecte, l'acheminement et le traitement des eaux dites usées, gérés par le service public d'assainissement et financé par les usagers, de la gestion des eaux pluviales et de ruissellement, qui est financé par le contribuable.

## 1.1 Les obligations des communes en matière de collecte et traitement des eaux pluviales

Les communes en tant que collectivités territoriales sont soumises au respect de certaines obligations juridiques concernant la gestion des eaux de pluies.

- Le maire, par son pouvoir de police, doit veiller à prévenir les inondations ou à lutter contre la pollution sur l'ensemble du périmètre de la commune. Il s'agit par exemple de ne pas modifier artificiellement le tracé d'un cours d'eau pour en dévier le parcours si cela risque d'augmenter le risque de crue. Par ce pouvoir de police, le maire peut donc être tenu responsable de certains agissements qui auraient, par exemple, pour conséquence la pollution d'un milieu naturel suite à un rejet d'eaux pluviales non traitées.
- Au titre de l'article R. 141-2 du code de la voirie routière :  
« *Les profils en long et en travers des voies communales doivent être établis de manière à permettre l'écoulement des eaux pluviales et l'assainissement de la plate-forme* »<sup>20</sup>

Ainsi, la collectivité locale a également la responsabilité du ruissellement de ces eaux sur le domaine public routier. Il s'agira donc pour la commune de veiller à

---

<sup>20</sup> Extrait de l'article R. 141-2 du *Code de la voirie routière*

ce que les eaux de pluies ne gênent pas le trafic routier et ne mettent pas en danger les automobilistes, à cause de chaussées trop humides notamment.

- Le Code Général des Collectivités Territoriales met en place des zones spéciales pour le traitement, le stockage et la collecte des eaux pluviales. Elle prévoit donc dans son article L. 2224-10 :

*« 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 », ainsi que « les zones où il est nécessaire de prévoir des installations<sup>21</sup> 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 »<sup>22</sup>*

Ces zones peuvent être mises en place par les communes ou leur groupement public de coopération.

- Le code de l'Environnement par son article L. 221-7 accorde aux communes ainsi qu'à leur groupement public de coopération la compétence à étudier, exécuter et exploiter l'ensemble des actions pouvant améliorer la maîtrise des eaux pluviales et de ruissellement.
- La commune est également actrice de la gestion des eaux pluviales en tant que maître d'ouvrage pour les installations de rejets importants d'eaux de pluies, qui sont alors soumis à un régime d'autorisation ou de déclaration.

## **1.2 Les outils locaux d'urbanisme réglementant la gestion des eaux pluviales**

Plusieurs documents d'urbanisme permettent de réglementer les constructions et les différents projets urbains en ce qui concerne le domaine de l'assainissement pluvial. Nous distinguerons dans cette partie les documents à l'échelle de la parcelle, qui vise à gérer au plus près la gestion de l'eau, et les documents généraux d'urbanisme qui réglementent cette gestion de manière plus vaste n'ayant pas pour vocation première la gestion et la réglementation des eaux pluviales.

---

<sup>21</sup> Ces installations peuvent être de nature variable. A titre d'exemple nous pouvons citer les installations de type réseau (unitaire ou séparatif), des bassins de stockage, déversoir, toitures terrasses, chaussées drainantes, stations d'épuration,... Nous reviendrons sur certaines de ces techniques dans l'étude des techniques alternatives.

<sup>22</sup> Extrait de l'article L. 2224-10 du *Code Général des Collectivités Territoriales*.

## a) Des documents à l'échelle de la parcelle

A l'échelle locale, d'une commune par exemple, des outils réglementaires existent pour réglementer l'utilisation, le stockage et le traitement des eaux pluviales.

Le **permis de construire**, par son caractère parcellaire, permet d'agir au plus près du terrain pour la maîtrise de l'urbanisation d'une commune.

*« Le permis de construire ne peut être accordé que si les constructions projetées sont conformes aux dispositions législatives et réglementaires concernant l'implantation des constructions, leur destination, leur nature, leur architecture, leurs dimensions, leur assainissement et l'aménagement de leurs abords. »<sup>23</sup>*

Ainsi, une commune peut donc utiliser le permis de construire comme moyen de faire appliquer une gestion plus écologique des eaux pluviales, en développant notamment l'usage de techniques alternatives sur les parcelles dans le but de limiter le ruissellement des eaux pluviales sur le domaine public par exemple.

Il est à noter également qu'une opération d'aménagement de type lotissement ou zone d'activités par exemple dont la superficie dépasse 1ha doit être soumise à déclaration ou autorisation<sup>24</sup>. Lors des différentes études du projet il convient alors de vérifier où se situent les rejets d'eaux pluviales, d'identifier le régime auquel le projet est soumis et enfin de prévoir des mesures compensatoires pour limiter les conséquences de l'urbanisation sur les écoulements des eaux.

De plus, il existe un autre moyen pour les communes et leurs groupements publics de coopération d'agir sur les parcelles au sein du **cahier des charges de cession de terrain d'une Zone d'Aménagement Concerté**. Les ZAC sont régies par les règles d'urbanisme définies en détail dans le Plan Local d'Urbanisme<sup>25</sup> (PLU) de la commune concernée. L'aménageur de la ZAC, qu'il soit public ou privé livre les terrains aménagés de la ZAC à des utilisateurs publics ou privés. Lors de cette cession, l'autorité compétente doit approuver un cahier des charges concernant l'utilisation et la réalisation de l'aménagement futur de la zone. Il est alors possible d'inclure dans ce document des dispositions relatives à la manière dont les eaux pluviales doivent être gérées, dans un but de réduction des flux écoulés sur le domaine public ou dans les réseaux d'écoulement ou bien encore l'utilisation de techniques innovantes et alternatives de traitement de ces eaux.

---

<sup>23</sup> Extrait de l'article L. 421-3 du *Code de l'Urbanisme*.

<sup>24</sup> Pour un projet d'une superficie comprise entre 1ha et 20ha, celui-ci est soumis à déclaration. Au-delà de 20ha le projet est alors soumis à autorisation par l'autorité compétente.

<sup>25</sup> Auparavant à l'intérieur des Plan d'Aménagement de Zone (PAZ), les règles d'urbanisme concernant les secteurs d'une ZAC ont été transférées dans les PLU suite à la disparition des PAZ de la loi Solidarité et Renouvellement Urbain (SRU) de 2000.

**Le règlement d'assainissement**<sup>26</sup>, bien qu'il ne soit pas obligatoire permet d'agir de façon supplémentaire sur les règles et modalités de branchement et de déversement des eaux pluviales sur le réseau public de collecte. Etant opposable aux tiers, ce document peut alors être un outil utile pour les collectivités ou syndicats intercommunaux pour maîtriser les conséquences de l'urbanisation sur l'écoulement des eaux de pluie. Par exemple, une incitation à l'usage de techniques dites alternatives en fixant une taxe d'assainissement aux particuliers pour la collecte des eaux pluviales.

## b) Des documents généraux d'urbanisme

Ces documents généraux permettent aux collectivités ou à leurs groupements de mettre en place une réelle stratégie de gestion des eaux pluviales sur un territoire beaucoup plus large que dans le cas des réglementations vues précédemment. Une vision plus élargie permet de mettre en cohérence l'ensemble des politiques de développement du territoire et d'assurer dans le cas de l'assainissement pluvial, une gestion plus durable et coordonnée de cette ressource.

- Les **Schémas Directeur d'Aménagement de Gestion des Eaux** (SDAGE) représente le document fondateur de la gestion de l'eau à l'échelle d'un bassin hydrographique. Instauré par la loi sur l'eau du 3 janvier 1992, ce document définit les grandes orientations de la politique de l'eau ainsi que ses stratégies de préservation, protection ou de valorisation de cette ressource (lutte contre la pollution, garantir la qualité de l'eau, préserver les milieux aquatiques remarquables,...). Ils sont élaborés par les Comités de bassin et servent par la suite à la création de **Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux** (SAGE), qui concernent des échelles plus restreintes comme les unités hydrographiques.

Les SDAGE sont donc des outils de planification de la politique de l'eau à l'échelle d'un bassin hydrographique. On peut cependant se demander si ces outils sont réellement opérationnels dans la gestion quotidienne des eaux pluviales sur un territoire, du fait de son caractère général. En effet ce document s'attache d'avantage à définir des stratégies globales de gestion de l'eau mais ne cible pas particulièrement les enjeux d'une gestion durable des eaux pluviales à l'échelle d'un territoire local.

- Le **Schéma de cohérence Territoriale**<sup>27</sup> (SCoT) doit être élaboré en compatibilité avec le SAGE précédemment cité et en vigueur sur un territoire. Il peut être vu comme un moyen supplémentaire de mettre en place une stratégie

---

<sup>26</sup> Ce règlement se base sur les articles L.131.2 du *Code des Communes* et L.2 du *Code de la Santé Publique*.

<sup>27</sup> Ce document, instauré par la loi *Solidarité et Renouvellement Urbain* (SRU) du 13 décembre 2000 définit les grandes orientations d'aménagement, de protection de l'environnement, de développement économique et social sur l'échelle d'un ou plusieurs Etablissements Publics de Coopération Intercommunale (EPCI).

d'assainissement des eaux pluviales pour ensuite l'appliquer aux différentes collectivités engagées dans l'élaboration du SCoT.

Le SCoT se définit par un ensemble d'orientations et de stratégies de développement à grande échelle, mais ne permet pas d'« agir » directement sur le territoire local d'une commune par exemple. Ses orientations ont un sens pour le périmètre de l'EPCI (Etablissement Public de Coopération Intercommunal) concerné mais ne peut en aucun cas définir la nature et la destination des sols. En ce sens, le SCoT permet d'établir des choix de développement généraux fort en matière d'assainissement pluvial par exemple, mais doit cependant être traduit et repris dans des documents plus locaux comme le Plan Local d'Urbanisme.

- Le **Plan Local d'Urbanisme (PLU)** est le document d'urbanisme communal ou intercommunal principal pour les collectivités locales. Instauré le 13 décembre 2000 par la loi SRU, le PLU fait partie des documents pouvant réglementer la gestion des eaux pluviales en milieu urbain. Notamment dans le règlement qui le compose, où est décrit pour chaque zone les dispositions réglementaires applicables. L'article 4 plus spécifiquement traite de la desserte par les réseaux (eaux, assainissement, électricité), ce qui en fait l'article privilégié pour y prescrire la maîtrise des flux d'eaux pluviales car il est opposable aux tiers (réglementation agissant sur l'instruction du permis de construire).

### 1.3 Statut juridique des eaux pluviales

Le statut juridique des eaux pluviales est repris dans quelques articles du Code civil. En particulier les articles 640, 641 et 681 du Code Civil. Pour les particuliers, il existe deux obligations liées à l'écoulement des eaux pluviales. La première est la servitude d'écoulement, la deuxième la servitude d'égout de toit, applicables toutes deux aux particuliers.

- La **servitude d'écoulement** est décrite dans l'extrait de l'article 640 du Code Civil :

*« Un propriétaire peut laisser s'écouler sur le fond inférieur, c'est-à-dire situé en contrebas, les eaux de pluie qui tombent sur son terrain à condition de ne pas aggraver leur écoulement naturel<sup>28</sup>. Le possesseur du fond inférieur ne peut s'opposer au ruissellement naturel sur son terrain d'eaux pluviales provenant d'un fond supérieur. »*

---

<sup>28</sup> On entend ici par écoulement naturel, un écoulement n'ayant pas été aggravé par l'intervention humaine sur un terrain, qui renforcerait alors le ruissellement des eaux pluviales.

Le terme d'aggravation de leur écoulement naturel renvoie ici à la construction d'ouvrage accentuant le ruissèlement sur le fond inférieur, par exemple la construction d'une tranchée.

- La **servitude d'égout de toits** :

*« Tour propriétaire doit établir ses toits de façon à ce que les eaux pluviales s'écoulent sur son terrain ou sur la voie publique ; il ne peut les faire verser sur le fonds de son voisin »<sup>29</sup>*

Il est à noter qu'il n'existe donc pas d'obligation de raccordement au réseau public, contrairement pour les eaux usées domestiques. Le raccordement peut cependant être imposé par le règlement du service d'assainissement de la commune.

## b) L'utilisation des eaux de pluie

Il existe un droit de propriété du possesseur d'une parcelle sur l'eau de pluie :

*« Les eaux pluviales appartiennent en pleine propriété au possesseur du fond, que ce fond soit privé ou public. Ce propriétaire peut les utiliser comme il l'entend [...] sous réserve ne pas causer de dommages à autrui : il peut les recueillir en les captant au moyen de citernes, s'en servir pour un usage personnel domestique ou professionnel. »<sup>30</sup>*

Chaque propriétaire peut donc jouir de la propriété de l'eau de pluie recueillie sur sa parcelle. Cependant, des normes d'hygiène et de santé ont été mises en place afin de contrôler et limiter l'utilisation de ces eaux pluviales à l'intérieur des habitations.

L'usage de ces eaux à l'extérieur de l'habitation (lavage de voiture, arrosage,...) est autorisé et incité. Cependant leur utilisation à l'intérieur des habitations étaient très strictement limité par la nécessité d'autorisation de la DDASS<sup>31</sup> pour l'usage des WC par exemple, et interdite pour une utilisation sanitaire ou alimentaire.

La Direction générale de la santé a pris position sur les risques sanitaires liés à l'utilisation des eaux pluviales :

*« La France dispose d'un service d'alimentation en eau potable des particuliers d'excellente qualité. L'introduction d'eaux pluviales dans les*

---

<sup>29</sup> Extrait de l'article 681 du *Code Civil*.

<sup>30</sup> Extrait de l'article 641 du *Code Civil*. On entend par « fond », le sol d'un terrain ou sol sur lequel est édifiée une construction.

<sup>31</sup> (Direction Départementale des Affaires Sanitaires et Sociales) Article 39 du décret n°2001-1220 du 20 décembre 2001.



*habitations est un retour en arrière en ce qui concerne la salubrité publique et l'exposition aux risques sanitaires. Les retours d'expériences récentes, notamment dans le Nord de la France et en Belgique sont assez alarmants sur ce point. Ainsi, l'utilisation d'eaux pluviales dans les bâtiments ne pourra être autorisée que par dérogation préfectorale, dans des cas de pénurie d'eau avérée. Ces opérations constitueront des opérations pilotes. Par contre, l'utilisation de pluie pour des usages extérieurs est autorisée, le risque étant considéré comme moindre et acceptable. »<sup>32</sup>*

Suite à de nombreuses pressions et demandes, le Conseil Supérieur de l'Hygiène Publique de France (CSHPF) a autorisé dans l'arrêté du 21 août 2008 l'utilisation encadrée de ces eaux dans les bâtiments en les limitant au fonctionnement du lave linge et des WC.

La réglementation permet d'encadrer la gestion des eaux de pluie et d'en définir les cadres juridiques clairs. Cette juridiction évolue et tend de plus en plus à favoriser l'application de techniques nouvelles et alternatives de gestion des eaux pluviales. Dans la partie suivante, nous identifierons et analyserons ces techniques permettant une gestion plus écologique de ces eaux.

---

<sup>32</sup> Communication faite lors de la conférence « Eau et Santé » organisée par le Grand Lyon, le GRAIE et l'ASTEE, le 10 octobre 2006 à Lyon.

## 2. Les techniques alternatives, une gestion durable mais limitée des eaux pluviales

---

Le 19<sup>ème</sup> a connu une période de développement industriel, couplée à une expansion des villes. Celles-ci prennent alors une place prépondérante dans les études urbanistiques, et l'on cherche alors à rendre l'espace urbain sain et agréable à vivre. Notamment, en maîtrisant les cours d'eau et en évacuant les eaux usées et pluviales au plus loin et le plus vite possible des habitations. En effet, ces eaux sont alors considérées comme nuisibles car sources d'inondations et d'inconfort mais surtout d'épidémies comme le choléra, qui en France tua 18 400 personnes en 1832. C'est à cette période que la gestion des eaux pluviales connaît son courant hygiéniste.

Le début du 20<sup>ème</sup> siècle voit une nouvelle approche se mettre en place, celle de l'optimisation des réseaux d'assainissement. On cherche alors à dimensionner les ouvrages de collecte mathématiquement, car il devient primordial de prévenir les inondations dans les centres ville et des parties basses.

A partir des années 1980, les consciences évoluent, et l'on considère les eaux pluviales non plus comme une nuisance, mais comme une ressource qu'il est important de valoriser. Dans un contexte de dérèglement climatique et de limitation des ressources en eau sur Terre, les années 1980 voient l'émergence de l'approche environnementale de l'assainissement pluvial en milieu urbain. Afin de gérer les eaux de pluie de manière plus écologique, l'eau de pluie reprend sa place au cœur de la ville avec le développement des techniques de collecte dites « alternatives ». Ces techniques permettent de gérer l'eau au plus près de son point d'impact avec le sol et de favoriser son infiltration naturelle. On limite ainsi son transport et son ruissellement, lessivant les sols, ainsi que son rejet sans prétraitement dans un exutoire naturel (l'infiltration permettant une dépollution de l'eau de pluie).

Ces techniques sont nombreuses et variées, le choix de leur utilisation dépend de la nature de la collecte, de sa quantité et du milieu urbain à traiter. Les principales techniques alternatives seront présentées dans cette partie, ainsi qu'une brève analyse<sup>33</sup> des avantages et limites de chacune d'entre elles.

---

<sup>33</sup> Analyse issue de fiches techniques éditées par la communauté urbaine du Grand Lyon.

## 2.1 Les différentes techniques alternatives

### a) Les chaussées drainantes

Nous l'avons vu dans les développements précédents que la principale caractéristique des sols en milieu urbain est sa quasi imperméabilité. C'est cet aspect des chaussées, trottoirs ou toitures, qui limite l'infiltration de l'eau dans le sol, augmente par la même occasion le risque d'inondation et rend la gestion des eaux de pluie plus complexe.

L'une des techniques alternatives de base est de rendre en milieu urbain le maximum de couverture artificiel perméable en utilisant des revêtements poreux et perméable à l'eau. Ainsi, l'eau s'infiltre directement dans le sol sans le lessiver. L'infiltration sur quelques centimètres permet une dépollution de l'eau de pluie de ses éventuels polluants atmosphériques.

Il existe plusieurs types de matériaux utilisés dans le cas d'un revêtement drainant. Tout d'abord les pavés non poreux, qui permettent une meilleure infiltration de l'eau de pluie si l'on veille à disposer de joints larges ou bien perforer les pavés. Dans le cas de dalles ou pavés poreux quant à eux, le drainage est assuré par la porosité du matériau. Ces pavés sont généralement mis en place sur une couche de sable de quelques centimètres.

**Photographie 3 : Exemples de pavés poreux**

Source :

[www.batiproduitsmaison.com](http://www.batiproduitsmaison.com)

[www.pierreetsol.com](http://www.pierreetsol.com)



Ce type de revêtement ne convient pas aux chaussées à forte circulation. En effet, les joints des pavés étant larges, un fort trafic endommagerait rapidement la structure. De plus, de l'herbe peut pousser entre les pavés poreux, ce qui en fait un revêtement principalement destiné aux voies de circulation piétonne.

L'eau s'infiltrant dans les pavés ou dans leurs interstices, ce type d'aménagement est à éviter dans les zones de gel fréquent. Il risquerait alors de provoquer des fissures du matériau.

Du fait de leur conception, un colmatage peut se produire par dépose de déchets végétaux et en tout genre. Il est donc nécessaire de veiller au bon entretien annuel du revêtement pour éviter l'obstruction des interstices d'infiltration.

Les revêtements en pavés drainant représentent un surcoût d'environ 10% à 15% par rapport à une chaussée traditionnelle. Il faut également y ajouter le coût annuel d'entretien pour éviter l'effet de colmatage.

Sur les axes à forte circulation, certains bétons<sup>34</sup> et goudrons drainent les eaux pluviales afin d'éviter leur ruissellement. Leur second avantage est qu'il évite les projections d'eau au passage des véhicules, sécurisant la circulation automobile.

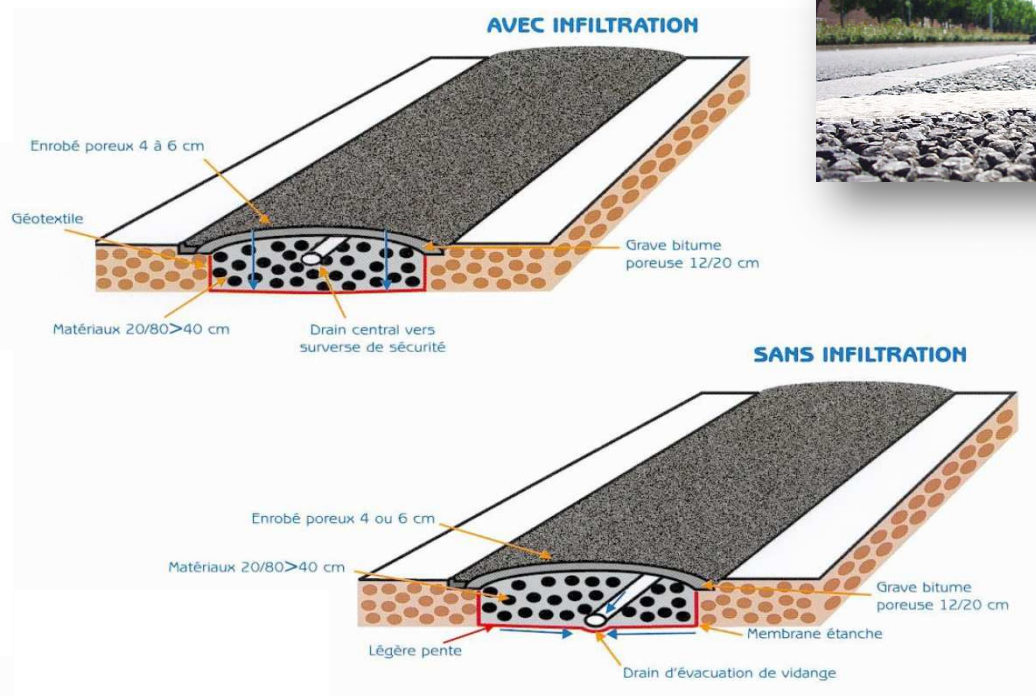
**Photographie 4 :  
Exemple de chaussée drainante**

Source : ADOPTA



**Figure 13 :  
Schémas de  
fonctionnement  
d'une chaussée à  
revêtement poreux**

Source : ADOPTA



Il existe également des chaussées à structure réservoir qui ne possède pas de surface poreuse mais un revêtement classique. L'eau pluviale n'accède donc pas au réservoir situé sous la chaussée par infiltration, mais par des regards disposés le long de la route. Par gravité, les eaux s'écoulent sous la chaussée et sont collectées par une canalisation ou bien infiltrées dans le sol.

<sup>34</sup> On utilise principalement du béton bitumeux drainant ou du béton hydraulique poreux

**Photographie 5 : Chaussée à structure réservoir, Craponne**

Source : CERTU 1994



Sur la photographie, on observe sur la partie basse, un système de chaussée poreuse qui permet à l'eau de pluie de s'infiltrer dans le sol rapidement. En revanche, la route en haut de la photographie est constituée d'un revêtement classique qui ne permet pas de collecter efficacement les eaux lors de fort épisodes pluvieux. Cette saturation du réseau de collecte entraîne souvent l'inondation partielle de la chaussée, ce qui peut alors rendre la circulation dangereuse.

AVANTAGES	INCONVENIENTS
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Alimentation de la nappe souterraine</li> <li>✓ Bonne intégration paysagère</li> <li>✓ Conception simple</li> <li>✓ Pas d'emprise foncière supplémentaire</li> <li>✓ Réduction du risque d'aquaplanage et de projections d'eau</li> <li>✓ Elimination des flaques d'eau</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Entretien annuel</li> <li>✓ Risque de colmatage</li> <li>✓ Risque de pollution de la nappe souterraine</li> <li>✓ Sensible au gel</li> </ul>

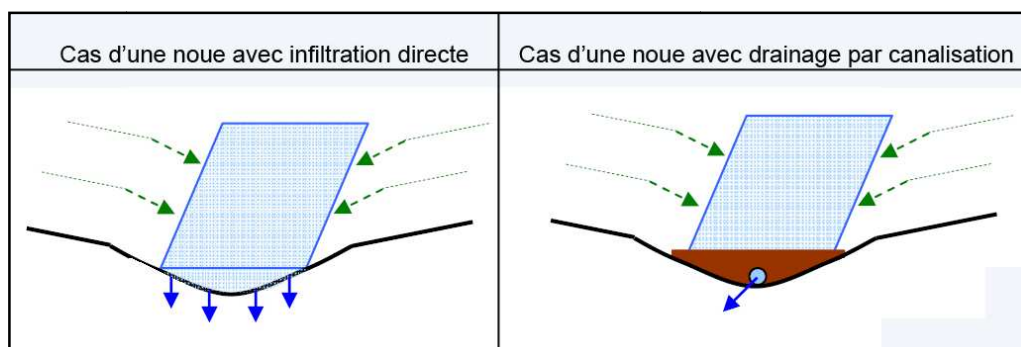
## b) Les noues

Les noues peuvent s'apparenter à de larges fossés enherbés. Ces fossés longent la voirie ou les habitations et permettent de collecter les eaux de pluies par ruissellement ou par l'intermédiaire de canalisations (récupération des eaux de toitures par exemple). Les noues présentent un profil en faible pente et souvent peu profondes.

En cas de présence d'un sol perméable, l'eau pluviale s'infiltre directement dans le sol au niveau de la noue. Si le sol est imperméable, il est alors nécessaire de mettre en place un drain sous la bande herbée afin de recueillir l'eau et de la diriger vers un exutoire naturel.

**Figure 14 : Schéma de fonctionnement d'une noue**

Source : Fiches techniques, Grand Lyon



Il est envisageable de planter des arbres ou arbustes au fond de la noue. La croissance des racines permettra une meilleure aération de la terre et le développement d'une vie bactérienne susceptible de dépolluer l'eau de pluie s'infiltant.

L'entretien des noues est comparable à celui des espaces verts ; tonte, ramassage des feuilles mortes, arrosage en période sèches. Il est important de limiter le tassement de la terre au creux de la noue pour ne pas limiter l'infiltration de l'eau pluviale.

**Photographies 6 et 7 : Fossé d'infiltration (à gauche) et noue paysagère (droite) dans la commune des Sables d'Or (22)**

Source : personnelle



AVANTAGES	INCONVENIENTS
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Conception simple et peu coûteuse</li> <li>✓ Alimentation de la nappe</li> <li>✓ Bonne intégration paysagère</li> <li>✓ Bon comportement épuratoire</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Entretien régulier (tonte,...)</li> <li>✓ Risque de pollution de la nappe dans le cas de l'infiltration</li> <li>✓ Gène en cas de stagnation des eaux</li> </ul>



### c) Les tranchées de rétention ou drainantes

Les tranchées sont des ouvrages superficiels linéaires de petites dimensions, permettant le stockage temporaire des eaux pluviales le long d'une chaussée ou d'un bâtiment. Elles sont souvent remplies de matériaux poreux (galets, pierres, herbes,...) permettant l'évacuation des eaux de pluie vers un exutoire naturel (dans le cas de tranchées de rétention) ou bien dans le sol (dans le cas de tranchées drainantes).

L'eau de pluie s'écoule perpendiculairement à la tranchée située le long de passage piéton, de routes ou bien de bâtiments.

#### Photographies 8 et 9 : Exemple de tranchée drainante

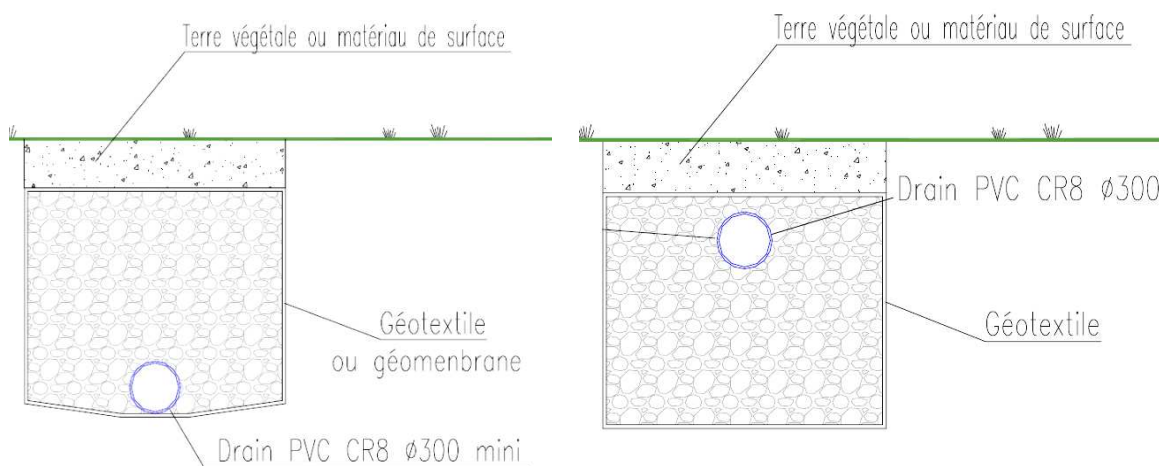
Source : Fiches techniques, Grand  
Lyon



La construction d'un tel ouvrage ne peut se faire dans une zone à infiltration réglementée. En effet, il est interdit d'infiltrer des eaux de pluies dans les espaces protégés pour préserver les nappes d'alimentation en eau potable.

**Figure 15 : Schéma de  
fonctionnement d'une  
tranchée de rétention  
(à gauche) et  
d'infiltration (à  
droite)**

Source : Fiches  
techniques, Grand  
Toulouse



Le risque de colmatage étant fort sur ce type d'ouvrage, la présence d'un drain est nécessaire pour évacuer un trop plein éventuel d'eau dans la tranchée. Le matériau de remplissage est généralement un matériau alvéolaire en plastique ou de type grave.

AVANTAGES	INCONVENIENTS
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Conception peu coûteuse</li> <li>✓ Bonne intégration paysagère</li> <li>✓ Alimentation de la nappe dans le cas de l'infiltration</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Entretien régulier pour éviter le risque de colmatage</li> <li>✓ Encombrement du sous-sol</li> <li>✓ Risque de pollution de la nappe</li> </ul>

#### d) Les puits d'infiltration

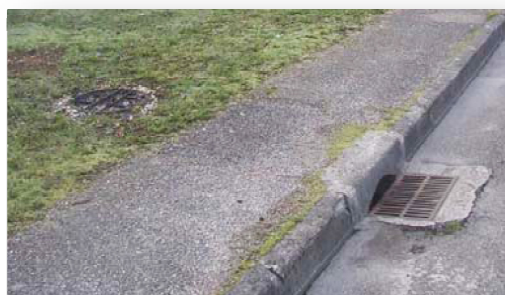
Cette technique est adaptée au traitement des eaux pluviales à l'échelle d'un particulier, d'un lotissement ou même d'une ZAC. Les puits d'infiltration sont destinés à capter les eaux de pluie pour les stocker avant leur infiltration.

Le stockage des eaux pluviales est ici temporaire au sein du puits. Leur infiltration aura une durée variable, dépendant de la perméabilité du sol et de la dimension du puits.

L'eau de pluie est acheminée jusqu'au puits où elle va être filtrée par une couche de galets, gravillons et sable avant de s'infiltrer dans le sol. Cette technique a l'avantage de permettre le stockage d'un grand volume d'eau en attendant son infiltration et donc d'éviter une inondation pluviale.

**Photographie 10 : Avaloire conduisant les eaux pluviales vers un puits d'infiltration, Chassieu (69)**

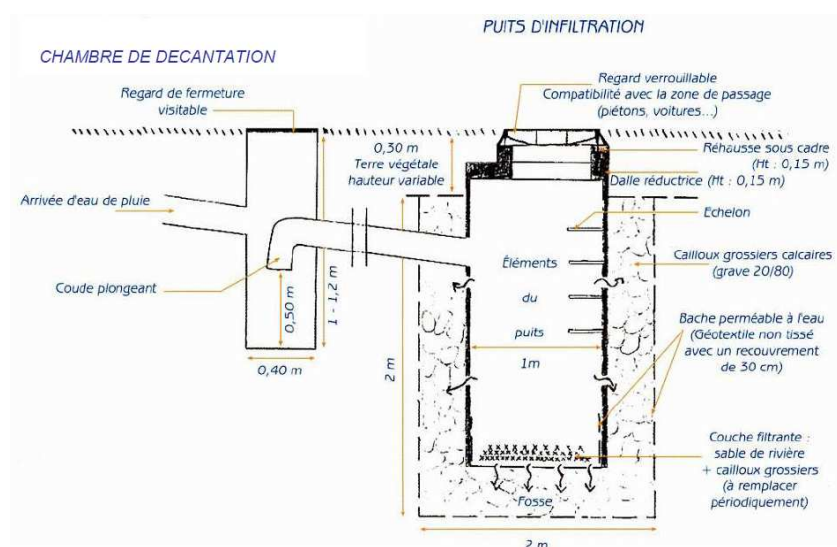
Source : Fiches techniques, Grand Lyon



Ces puits collectent les eaux pluviales par ruissellement, il convient de les implanter dans les parties basses des parcelles, à bonne distance de la végétation arbustive pour éviter tout risque de dégradation du puits par le système racinaire.

**Figure 16 : Schéma de fonctionnement d'un puits d'infiltration**

Source : Fiches techniques, Grand Lyon



Un entretien régulier doit être appliqué pour éviter tout risque de colmatage du au dépôt de déchets en tout genre ou de végétaux au fond du puits.

AVANTAGES	INCONVENIENTS
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Faible emprise au sol</li> <li>✓ Pas de contrainte topographique</li> <li>✓ Alimentation de la nappe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Dépend de la perméabilité du sol</li> <li>✓ Risque de pollution de la nappe</li> <li>✓ Risque de colmatage</li> </ul>



### e) Les bassins de rétention

Les bassins de rétention sont des techniques alternatives de gestion des eaux pluviales qui permettent de stocker une très grande quantité d'eau. On les trouve communément en France dans les lotissements ou zone d'activité.

Ces bassins à ciel ouvert collectent les eaux de pluie d'une zone urbanisée, puis les restituent au milieu naturel, soit par infiltration dans le sol, soit en les acheminant à débit contrôlé vers un exutoire naturel (rivière, mer, ...).

Il existe deux types de bassin de rétention. Les bassins à sec et les bassins en eau. Dans le premier cas, il s'agit d'un bassin pouvant avoir divers usages par temps sec, comme par exemple, un terrain de sport, un skate parc, un parking ou bien un espace d'agrément paysagé. Lors d'un épisode pluvieux, les eaux pluviales sont collectées dans ces bassins, qui changent alors de fonction pour les stocker de manière temporaire (jusqu'à 48h). Les bassins à sec qui ne sont pas enherbés sont revêtus d'un matériau poreux ou d'une géomembrane.

**Photographie 11 : bassin de rétention à Juilly (77)**

Source : [www.cpa-conseils.com](http://www.cpa-conseils.com)

**Photographie 12 : Le vélodrome d'Eybens (38) sert aussi de bassin de rétention**

Source : [www.irma-grenoble.com](http://www.irma-grenoble.com)



Les bassins en eau, quant à eux, sont des plans d'eau permanents. Les eaux de pluies y sont déversées pour y être stockées le temps pour le bassin de rejeter ces eaux avec un débit régulé, il sert donc d'effet tampon. Leur taille varie de la mare au lac et ces bassins en eau jouent parfois par temps sec le rôle d'espace de loisirs ou de base nautique.

AVANTAGES	INCONVENIENTS
<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Coût de réalisation faible</li><li>✓ Risque d'inondation de la zone urbaine faible</li><li>✓ Bonne intégration paysagère</li><li>✓ Dépollution des eaux par décantation</li><li>✓ Aspect plurifonctionnel</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Grande emprise foncière</li><li>✓ Stagnation possible des eaux pluviales</li><li>✓ Risque d'accident en période de remplissage</li><li>✓ Dépôt de boues dans le cas d'un bassin à sec</li></ul>

## f) Le stockage sur toiture

En milieu urbain, les toitures représentent une surface importante de la surface totale imperméabilisée. La technique des toitures végétales permet de stocker l'eau de pluie sur quelques centimètres, au plus près de son point d'impact avec le toit. Elle peut être utilisée sur toit plat, mais également sur un toit en pente (jusqu'à 5%) grâce à l'utilisation de caissons.

Aussi appelées toitures vertes, ces techniques absorbent la moitié des eaux pluviales tombées durant une pluie. On peut les utiliser sur les toitures des maisons particulières ou bien sur les immeubles.

Au-delà de la simple gestion des eaux de pluie, ces techniques permettent d'isoler de façon efficace les habitations et de favoriser le maintien de la biodiversité en milieu urbain.

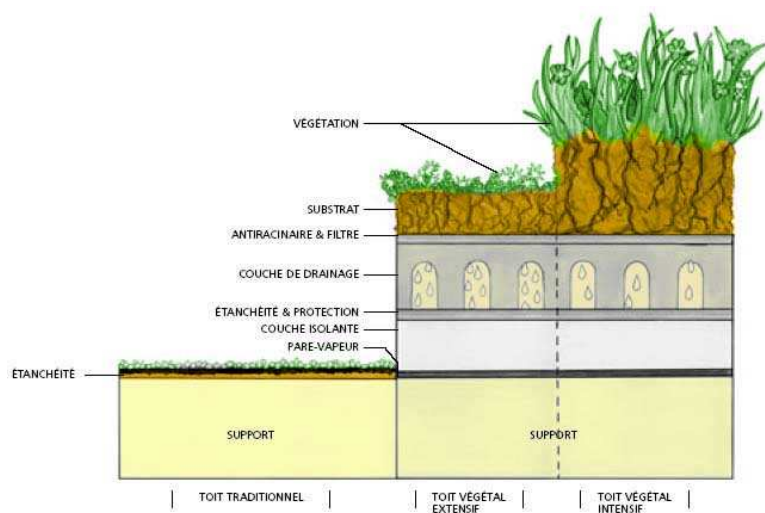
**Photographies 13, 14 et 15 : Exemples de toitures végétales**

Source :  
[www.cohabiter.ch](http://www.cohabiter.ch)  
[www.ecolo.referencenature.fr](http://www.ecolo.referencenature.fr)  
[www.mctoiture.ch](http://www.mctoiture.ch)



**Figure 17 : Schéma de fonctionnement d'une toiture végétale**

Source : [www.changimmo.com](http://www.changimmo.com)



AVANTAGES	INCONVENIENTS
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Pas d'emprise foncière</li> <li>✓ Bonne intégration paysagère</li> <li>✓ Réduction des quantités évacuées</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Entretien régulier</li> <li>✓ Coût élevé</li> <li>✓ Peu efficace sur une toiture à forte pente</li> </ul>

## **2.2 Ces solutions alternatives permettent-elles de faire face au dérèglement climatique identifié ?**

Nous avons vu dans la partie 1 que le climat mondial connaît actuellement un dérèglement qui a commencé à s'opérer et s'accroîtra de manière plus ou moins prononcée en fonction des modèles de développement économique mondiaux.

L'intensité des pluies en France augmentera d'ici la fin du 21<sup>ème</sup> siècle. Ainsi, les épisodes pluvieux seront plus violents, les débits d'eaux pluviales tombées seront plus importants.

L'imperméabilisation croissante des sols en milieu urbain entraîne l'augmentation des débits d'eau ruisselée et donc la saturation progressive des réseaux publics de collecte des eaux de pluies. Une augmentation de l'intensité des pluies en France rendrait alors la gestion des eaux pluviales plus difficile et complexe, aggravant donc le risque d'inondation en ville.

Le recours aux techniques alternatives en milieu urbain semble être la solution à la maîtrise des eaux pluviales puisqu'elles permettent une réalimentation des nappes souterraines en favorisant leur infiltration. La diminution des débits d'eau ruisselée soulage également les réseaux de collecte classiques et réduit leur risque d'engorgement par temps de pluie.

Dans un contexte de dérèglement climatique, où les intensités pluvieuses seront plus fortes dans les décennies à venir, l'usage de techniques alternatives apparaît être une solution pour doter la ville d'un système de gestion des eaux pluviales efficace. Leur usage apparaît être une bonne stratégie d'adaptation aux changements climatiques pluvieux.

## **2.3 Les limites du développement d'une gestion écologique**

Nous venons de voir que les techniques alternatives permettent de gérer les eaux de pluies au plus près de son point d'impact avec le sol par infiltration ce qui a pour avantage de maîtriser son ruissellement et de réduire l'imperméabilisation des sols. Ainsi les risques d'inondation pluviale et de pollution des milieux naturels récepteurs sont limités.

Cependant, la mise en place de telles techniques est encore peu répandue en France. En effet, ces moyens de traitement des eaux pluviales existent depuis plus de 20 ans, mais leur application systématique ne s'est pas développée. Se pose alors la question des raisons et des freins au développement d'une gestion écologique des eaux pluviales en milieu urbain.

Une des raisons évoquées par Benoît Peran serait le manque de maîtrise des ces techniques par les élus et les techniciens. Ainsi, le recours aux techniques classiques est privilégié car leur construction et leurs effets sont connus depuis plusieurs années.

*« Très peu d'acteurs maîtrisent véritablement la question de la gestion écologique des eaux pluviales. Cette méconnaissance partielle est à l'origine d'idées reçues, de fausses connaissances, d'à priori concernant les coûts réels générés par ces techniques, les résultats qu'elles permettent d'obtenir,... »*

Un autre élément pouvant freiner l'utilisation de techniques alternatives est leur difficulté de gestion. Comme le dit Bernard Chocat :

*« Leur caractère multifonctionnel les place en effet presque toujours sous la responsabilité de plusieurs organismes ou administrations. »<sup>35</sup>*

En effet, pour l'exemple d'un parc servant à la fois de bassin de stockage d'eau de pluie et d'espace d'agrément par temps sec. Son exploitation sera alors partagée entre les services en charge de l'assainissement et ceux en charge des espaces verts, or ils possèdent chacun un budget propre et appartiennent parfois à différents organismes. Pour chacun de ces services, la « bonne gestion » de cet espace ne sera pas la même car la fréquentation des personnes sur ces espaces vert tassera le sol ce qui en limitera alors la perméabilité.

Cette multiplicité d'acteurs (aménageurs, paysagistes, architectes, techniciens, élus,...) agissant de près ou de loin à la gestion des eaux de pluie a tendance à freiner le développement de leur gestion écologique.

De plus la mise en place d'une gestion écologique des eaux pluviales doit également être soutenue par une volonté politique forte. Comme tout projet novateur, le recours aux techniques alternatives doit être porté par les élus locaux et les techniciens en charge de l'assainissement.

## **2.4 Les nouvelles approches globales de gestion des eaux pluviales en milieu urbain**

Les techniques alternatives représentent depuis vingt ans, la nouvelle vision de ce qu'est l'assainissement pluvial en milieu urbain. Après avoir eu recours au tout-à-l'égout de manière systématique en ville, les mentalités et pratiques changent pour se tourner vers une gestion plus écologique de ces eaux. Ces techniques sont le résultat de l'émergence de nouvelles approches de gestion des eaux de pluie en milieu urbain.

---

<sup>35</sup> Extrait de *Synthèse sur la gestion urbaine et la valorisation des eaux pluviales*, juin 2008, de Bernard Chocat, (INSA de Lyon)

## a) Vers la notion de chaîne de traitement

Les ouvrages de gestion alternative des eaux pluviales possèdent des caractéristiques et intérêts différents les uns des autres. Certains sont destinés à un usage à l'échelle d'une ZAC ou d'un lotissement, c'est le cas des bassins de rétention ou bien noues. D'autres en revanche sont utilisés à une échelle plus restreinte qu'est la parcelle, comme les toitures vertes ou bien les tranchées drainantes. Entre ces deux échelles, on trouve les chaussées drainantes à revêtement poreux, qui structurent l'espace urbain en agissant sur la gestion des eaux pluviales.

Ces ouvrages assainissent les eaux de pluie de manière différente et ont des efficacités et intérêts contrastés. Les faiblesses rencontrées par certaines techniques sont souvent palliées par d'autres. C'est pourquoi ces ouvrages reposent de plus en plus sur la notion de chaîne de traitement. Comme le souligne Bernard Chocat :

*« Les approches actuelles, outre le fait qu'elles essaient de promouvoir des utilisations multiples des ouvrages (voir les paragraphes suivants), reposent de plus en plus sur la notion de chaîne de traitement. L'idée simple est que les ouvrages mobilisables à différentes échelles spatiales ne présentent pas tous ni les mêmes intérêts, ni les mêmes efficacités. »<sup>36</sup>*

L'utilisation en série des techniques alternatives, permet alors d'augmenter l'efficacité globale de la gestion des eaux en utilisant des ouvrages présentant des caractéristiques différentes.

## b) Entre adaptation et atténuation

Nous avons vu dans la partie 1 que les effets du dérèglement climatique aura une incidence sur la quantité et l'intensité des précipitations dans le monde. En France, ces pluies seront dans les décennies à venir plus intenses et fortes. Pour faire face à ces changements, les stratégies sont multiples et sont reliées plus vastement au champ de l'adaptation ou de l'atténuation.

L'atténuation permet de limiter les effets du changement climatiques sur les activités humaines. Par ce principe, les décideurs prennent des décisions globales sur des thèmes larges comme l'économie, l'habitat, les transports ou la consommation d'énergie dans le but de limiter les conséquences relatives à un changement climatique sur nos vies quotidiennes. L'objectif principal de l'atténuation est la limitation d'émission de gaz à effet de serre. En tant que donneurs d'ordres publics pour de nombreux secteurs, les collectivités ont un rôle important à jouer dans la stratégie d'atténuation.

Le principe d'adaptation suggère la durabilité des infrastructures et projets urbains. Par cette approche, l'ensemble des constructions réalisées doit permettre à la collectivité et à l'ensemble de ces habitants de faire face à un dérèglement climatique futur et d'en limiter les conséquences sur leur vie courante. La mise en place d'une gestion des eaux de pluie faisant appel aux techniques alternatives relève du principe d'adaptation car elle répond de façon locale à un changement global.

---

<sup>36</sup> Extrait de *Synthèse sur la gestion urbaine et la valorisation des eaux pluviales*, juin 2008 de Bernard Chocat.

### c) Réinsérer l'eau dans la ville

Jusqu'à la première moitié du 20<sup>ème</sup> siècle, l'eau était bien souvent considérée comme une nuisance qu'il fallait éliminer le plus rapidement et le plus loin possible du centre de l'espace urbain, car elle était pour beaucoup synonyme d'inondations. Avec le système du tout à l'égout, les eaux pluviales étaient alors évacuées rapidement de la ville par les réseaux de collecte souterrains jusqu'à un exutoire naturel, sans que les habitants ne puissent les voir.

Or nous avons vu que cette gestion rencontre aujourd'hui ces limites. En effet, l'imperméabilisation croissante des sols en milieu urbain, et l'augmentation des volumes d'eau ruisselée entraîne la saturation des réseaux publics de collecte. Les techniques alternatives permettent donc de pallier ces limites en traitant localement l'eau de pluie au plus près de son point d'impact.

Ce retour dans l'eau dans la ville est en train de s'opérer avec le développement de cette approche écologique de gestion des eaux pluviales. Rendre sa place naturelle à l'eau, au cœur de l'espace urbain, est une nécessité. Ce phénomène se heurte parfois aux idées reçues qui peinent à évoluer d'espace urbain sec donc sain. Comme le dit Bernard Chocat :

*« On assiste ainsi à un curieux paradoxe dans lequel l'assainissement a eu pendant très longtemps une mission d'assèchement des zones humides (pour les rendre plus saines), alors qu'aujourd'hui on considère la zone humide comme un moyen d'épuration et on en construit donc des artificielles au coeur des villes... »*<sup>37</sup>

### d) Des normes de rejets aux normes de capacité d'absorption

Depuis plusieurs décennies, la législation et les pratiques d'assainissement des eaux pluviales étaient basées sur des normes de rejets. Ainsi, au début du 20<sup>ème</sup> siècle, les travaux d'ingénieurs et scientifiques ont permis de dimensionner mathématiquement les ouvrages d'assainissement à l'aide de modèles, occultant bien souvent les caractéristiques du milieu récepteur en aval de l'écoulement.

Les nouvelles approches globales de gestion écologique des eaux de pluies insistent d'avantage sur la capacité du milieu récepteur à absorber ces eaux par infiltration. Les caractéristiques naturelles de l'exutoire sont ainsi mieux prises en compte dans le processus d'assainissement.

---

<sup>37</sup> Extrait de *Synthèse sur la gestion urbaine et la valorisation des eaux pluviales*, juin 2008 de Bernard Chocat.

**PARTIE 3 :**  
**LA GESTION DURABLE**  
**DES EAUX DE PLUIES**  
**AU SEIN DES**  
**COLLECTIVITES, LE**  
**CAS DE LA**  
**COMMUNAUTE**  
**URBAINE DE LYON**

---

# 1. Précision sur l'objet d'étude et justification du choix géographique

A travers les parties précédentes, nous venons de voir qu'un dérèglement climatique s'opère au niveau mondial. Ces changements climatiques sont dues aux activités humaines peu respectueuses de l'environnement depuis plus d'un siècle, notamment le secteur de l'industrie, de l'habitat <sup>38</sup> et des transports qui rejettent de fortes quantités de gaz à effet de serre.

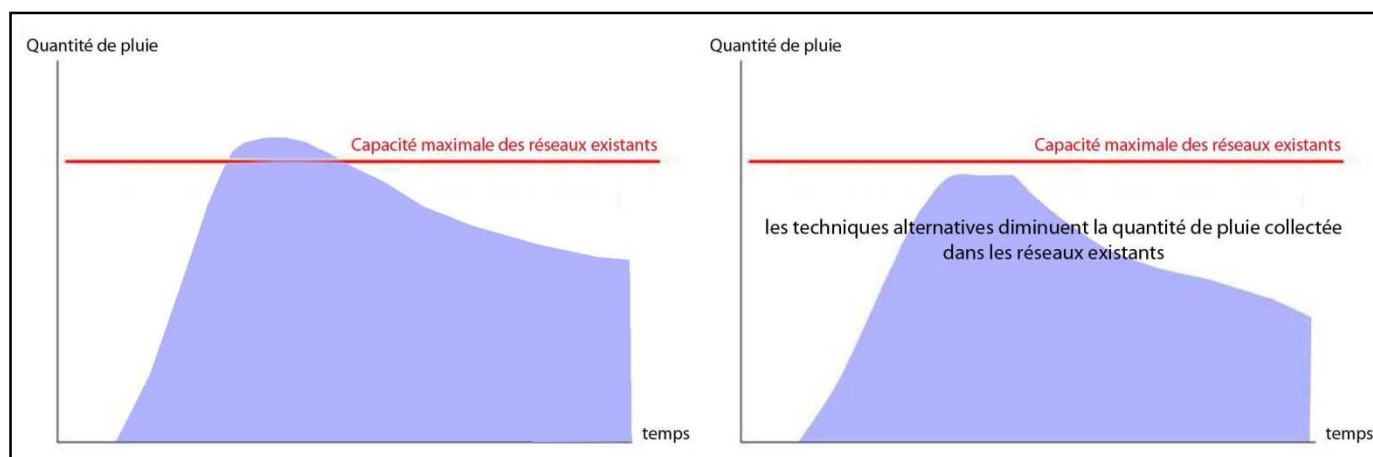
L'usage de techniques innovantes comme les techniques dites « alternatives » semble permettre une gestion plus écologique et durable des eaux pluviales. Nous tenterons à travers cette troisième partie d'identifier et de savoir si les techniques mises en place sur le périmètre de la communauté urbaine du Grand Lyon ont en capacité de faire face à un dérèglement climatique.

Les enjeux liés à la gestion des eaux pluviales en milieu urbain sont différents selon le type d'espace considéré. En ce qui concerne le domaine de la gestion des eaux de pluie, on peut identifier deux espaces distincts, le centre d'agglomération et les nouveaux espaces périphériques urbanisés.

**Figure 18 : Représentation de l'effet des techniques alternatives sur les réseaux existants. A gauche, ces techniques ne sont pas utilisées, à droite elles le sont.**

Source et réalisation personnelle

Le centre d'agglomération possède généralement un réseau public de collecte des eaux de pluie. Il peut être séparatif ou unitaire selon les villes et les quartiers. Cette présence d'ouvrage préalable au traitement des eaux pluviales est à prendre en compte lors d'élaboration de projets urbains en cœur de ville. Il ne s'agira pas d'urbaniser en ayant recours uniquement à une gestion alternative, mais de les utiliser en complément du réseau initialement présent. Ainsi, l'usage de techniques innovantes liées à une politique locale de gestion durable des eaux de pluies permettra de réduire l'impact de l'urbanisation sur le réseau existant. Nous pouvons alors schématiser cette réduction d'impact sur le réseau par la figure ci-dessous.



<sup>38</sup> D'après l'Institut Français de l'Environnement (IFEN), en 2005 le secteur des transports rejetait 147 millions de tonnes d'équivalent CO<sub>2</sub>, et 114 pour l'industrie manufacturière.



L'urbanisation des espaces périphériques permet de mettre en place un nouveau système de gestion des eaux pluviales là où il n'y en avait pas. Le raccordement au réseau existant de la ville centre ayant ses limites (extension et complexification du maillage des réseaux, risque de saturation, coût d'entretien,...), cette élaboration ad hoc sur un nouveau site exempt d'urbanisation est l'occasion de mettre en place un système de gestion écologique. Il arrive que la zone à urbaniser en périphérie soit dépourvue de bassin versant ou d'exutoire naturel. Le recours à des techniques alternatives s'impose alors pour réussir une urbanisation durable.

Afin de mieux comprendre et cibler l'ensemble des enjeux relatifs à la gestion des eaux de pluie dans les milieux urbains, il apparaît alors judicieux d'étudier un exemple de projet urbain situé en périphérie et un second situé en cœur de ville.

Ce travail de recherche s'attachant à étudier la façon dont les modes de gestion des eaux pluviales peuvent faire face à un dérèglement climatique, il s'agit de choisir une même agglomération pour l'espace périphérique et centre urbain. Ainsi, ces espaces rencontreront les mêmes régimes climatiques pluvieux dans l'avenir.

De plus, le choix d'une même agglomération permet de limiter à une seule voix la politique locale d'assainissement des eaux de pluie, ainsi que les acteurs en charge de cette mission.

Depuis plusieurs années, la communauté urbaine du Grand Lyon a engagé de nombreuses réflexions sur ce thème. Par sa taille et son influence au niveau national, cette agglomération a permis à de nombreuses villes françaises de lancer à leur tour une réflexion sur leur gestion des eaux pluviales.

La région Rhône-Alpes participe également à de nombreuses études et recherches dans le domaine de l'assainissement pluvial. Elle fait notamment partie du GRAIE<sup>39</sup>, association regroupant partenaires publics et privés, ayant pour fonction la mise en relation d'acteurs et la mobilisation d'équipes de recherches sur le thème de l'eau et des infrastructures.

La communauté urbaine travaille en partenariat avec des organismes comme le l'OTHU (Observatoire de Terrain en Hydrologie Urbaine) qui observe les rejets urbains et leurs impacts sur les milieux récepteurs par temps de pluie et propose des solutions de gestion de l'assainissement pluvial.

De plus, l'agglomération lyonnaise a lancé de nombreux projets urbains de grande envergure ces dernières années. Un projet phare de requalification urbaine à grande échelle, le projet Lyon-Confluence, et un aménagement d'une zone d'activités en périphérie de son centre, le projet Lyon-Porte des Alpes.

---

<sup>39</sup> Le Groupe de Recherche Rhône-Alpes sur les Infrastructures et l'Eau est une association créée en 1985. Elle compte à ce jour deux cents quarante membres publics et privés, notamment le Grand Lyon, la région Rhône-Alpes et l'agence de l'eau Rhône Méditerranée et Corse.

Ces deux projets répondant aux exigences décrites précédemment, nous étudierons dans cette partie leurs caractéristiques et tenterons de voir si leur gestion des eaux pluviales pourrait faire face à un dérèglement climatique pluvieux.

## 2. La stratégie de gestion écologique des eaux pluviales du Grand Lyon

---

### 2.1 La communauté urbaine du Grand Lyon

La communauté urbaine de Lyon regroupe 57 communes et s'étend sur 51 500 hectares. Elle se situe au cœur de la région Rhône-Alpes, deuxième région de France, regroupant près 5 millions d'habitants. La population du Grand Lyon dépasse les 1 300 000 habitants, ce qui représente 80% de la population du département du Rhône.

La communauté urbaine possède les compétences pour agir sur son territoire. Elle exerce ainsi les services quotidiens comme l'entretien de la voirie, la distribution d'eau potable et assainissement, la collecte et traitement des ordures ménagères, gère les déplacements. De plus, lui sont confiées les missions d'urbanisme et d'aménagement, pour ce qui y est de l'élaboration de documents d'urbanisme, de gestion d'espaces publics, des grands équipements de l'agglomération. Enfin, elle exerce également sa compétence dans le domaine de l'économie, du foncier et de l'immobilier et constitue ainsi des réserves foncières et développe le schéma de développement économique du territoire.

Le Grand Lyon exerce la plupart de ces compétences directement, mais délègue cependant l'exécution de certains services à des prestataires extérieurs. Parmi ces services ; la gestion de l'eau potable, le logement social, les transports en commun ou bien le marché d'intérêt national.

Le Grand Lyon a la responsabilité du circuit de l'eau dans son agglomération. Au sein de son fonctionnement, la direction de l'eau est chargée de la distribution (captage, traitement, distribution, entretien du réseau) et de l'assainissement de l'eau (collecte, transport et traitement des eaux usées et des eaux de pluie).

*« Les eaux de pluie doivent être évacuées sans créer d'inondation et traitées, si nécessaire, avant de rejoindre leur milieu naturel. Pour un Rhône propre jusqu'à la Méditerranée, la communauté urbaine de Lyon s'emploie à collecter et à traiter l'eau sale produite par l'agglomération. »<sup>40</sup>*

---

<sup>40</sup> Extrait du site internet du Grand Lyon, rubrique « services urbains ».

## 2.2 La stratégie globale d'assainissement pluviale

La communauté urbaine de Lyon insiste beaucoup sur la diffusion d'informations relatives à sa politique écologique de gestion des eaux de pluies auprès de sa population. Afin de partager sa vision de la politique d'assainissement pluviale avec les habitants du Grand Lyon, la direction de l'eau a publié un *Guide pratique de gestion des eaux pluviales*. Ce document vise 3 objectifs principaux :

- Expliquer tout l'intérêt de bien gérer ses eaux pluviales
- Informer sur la réglementation en vigueur
- Aider à la conception d'une technique de gestion des eaux pluviales adaptée à son projet

Des fiches techniques viennent illustrer et expliquer aux particuliers l'intérêt de l'usage de techniques innovantes de collecte des eaux de pluies. On y trouve des schémas explicatifs, des conseils de réalisation, d'entretien ainsi que les coûts approximatifs de ces installations.

L'un des freins identifiés plus tôt dans ce rapport au développement des techniques alternatives était leur méconnaissance et le poids de l'à priori sur celles-ci. Par ces publications et cet effort de communication auprès des habitants, le Grand Lyon espère faire évoluer les mentalités en ce qui concerne ces nouvelles techniques :

*« Depuis quelques années déjà, la direction de l'eau encourage la mise en œuvre de ces techniques sur le territoire du Grand Lyon. »<sup>41</sup>*

### a) Les spécificités hydrographiques et pluviométrie du Grand Lyon

Le territoire des 57 communes du Grand Lyon possède une topographie et une hydrologie différente de part et d'autre du fleuve Rhône. A l'ouest de l'agglomération, on rencontre un relief contrasté, avec la présence de massifs calcaires et granitiques. On y dénombre une cinquantaine de kilomètres de ruisseaux ce qui en fait une zone à forte densité hydrographique. Ces particularités de l'ouest Lyonnais va y conditionner le choix des techniques d'assainissement appliquées, car les terrains y sont imperméables et aquifères.

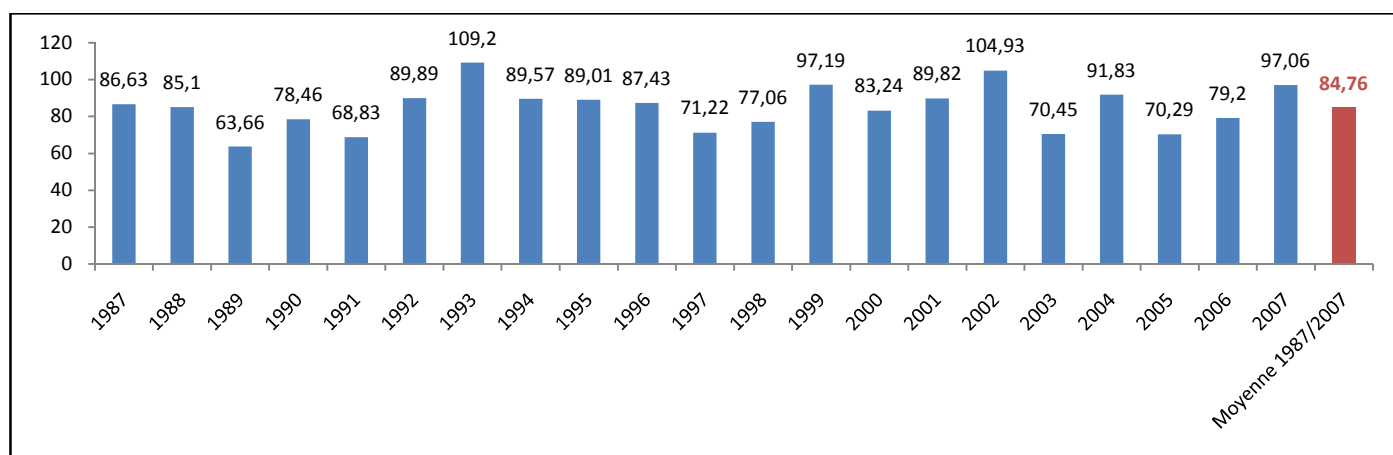
A l'est de Lyon en revanche, la topologie n'est marquée par aucun massif. De plus, aucun ruisseau ne parcourt ces espaces, le seul cours d'eau le plus proche étant le Rhône au centre de l'agglomération. Les sols y sont très perméables et abritent une nappe souterraine de 5 à 15m de profondeur.

La mesure de la pluviométrie sur l'agglomération lyonnaise est réalisée depuis 1987 par 29 pluviomètres répartis sur le territoire des 57 communes. La communauté urbaine traite et analyse ces données afin de connaître précisément le régime des pluies sur son territoire, mais aussi l'évolution de la quantité d'eau tombée chaque année.

---

<sup>41</sup> Extrait du site internet du Grand Lyon, rubrique Services urbains.

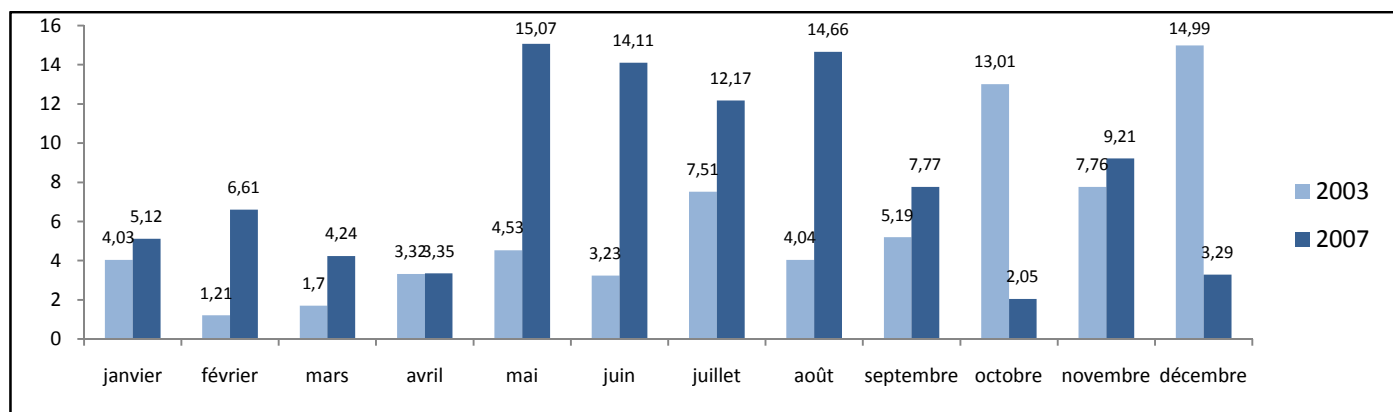
Sur les graphiques suivants sont enregistrées les quantités d'eaux de pluie tombées sur le territoire du Grand Lyon depuis 1987.



**Graphique 1 : Quantités en mm de précipitations enregistrées sur le territoire du Grand Lyon de 1987 à 2007.**

Source : Direction de l'eau, Grand Lyon

Les précipitations sont aléatoires et varient de façon importante d'une année à l'autre. Sur une période aussi courte que celle-ci, il n'est pas possible d'étudier des tendances d'évolution de ces précipitations. Ainsi, on observe des pics annuels pour les années 1993 et 2002, mais pas de tendance générale. D'après les modèles mathématiques de prévisions du climat étudiés en première partie, la quantité des pluies sur le territoire français devrait diminuer au profit d'un gain d'intensité des épisodes pluvieux. Le territoire d'étude ici choisit devrait donc connaître ces évolutions futures.



**Graphique 2 : Quantités mensuelles en mm des précipitations en enregistrées sur le territoire du Grand Lyon en 2003 et 2007.**

Source : Direction de l'eau, Grand Lyon

Grace à ce graphique des précipitations mensuelles sur le Grand Lyon, on observe que les quantités de pluie en 2007 étaient supérieures à celles enregistrées en 2003. Les mois à forte pluviométrie se situent entre le mois de mai et décembre. Il s'agira donc pour les services en charge de l'assainissement du Grand Lyon de surveiller le bon entretien des ouvrages de collecte des eaux de pluies pour faire face à de fortes pluviométries durant ces mois ci.

## b) Les stratégies globales d'assainissement pluvial du Grand Lyon

Le territoire du Grand Lyon possède donc plusieurs zones spécifiques correspondant aux zones à topologie et hydrographie différentes. Ainsi, la direction de l'eau a privilégié des axes de développement et des stratégies différenciées pour chaque secteur.

- Le secteur ouest de l'agglomération, doit tirer partie de la présence de cette forte densité hydrographique pour y réinjecter les eaux de pluies. Afin d'éviter tout risque d'inondation, il est établi que ce rejet d'eaux pluviales dans les ruisseaux doit s'effectuer à débit régulé et non pas directement. Le recours aux techniques alternatives dans ce secteur peut alors permettre d'obtenir un effet d'écêtement sur les débits d'eau de pluie rejetée. L'usage de technique d'infiltration est ici à proscrire puisque le sol est par nature très peu perméable. Il s'agira alors de favoriser l'installation de techniques permettant le stockage provisoire des eaux de pluies (bassin de rétention, chaussée à structure réservoir) avant de les rejeter à débit régulé dans un ruisseau.
- Le secteur est de l'agglomération ne possède pas d'exutoire majeur puisque l'on n'y trouve pas de ruisseaux jusqu'au fleuve Rhône. L'usage de techniques alternatives permettant l'infiltration des eaux de pluies est développé par la direction de l'eau. En effet, l'enjeu sur ces espaces est de réalimenter la nappe phréatique souterraine en profitant de la forte perméabilité de la zone. On y privilégiera l'utilisation de techniques infiltrant du type noues, chaussées drainantes ou puits d'infiltration.
- Le secteur du centre ville quant à lui est traversé par le fleuve Rhône et la Saône. L'objectif de la direction de l'eau pour ce secteur est l'optimisation des rejets d'eaux pluviales dans le réseau unitaire du centre ville. La déconnexion des eaux de toiture et l'infiltration des eaux de pluie y sont encouragés.

La direction de l'eau applique ces préconisations à son territoire lors de la création de tous projets urbains :

*« La gestion des eaux pluviales doit être intégrée aux aménagements et durable pour pouvoir être pérenne. Pour ce faire, le retour des eaux de pluie au milieu naturel est demandé par le Grand Lyon pour les nouvelles constructions. »<sup>42</sup>*

La communauté urbaine diffuse ses préconisations aux professionnels de l'aménagement (architectes, aménageurs, élus,...) à travers la publication de guides. Elle y expose de façon claire ses objectifs en termes de gestion d'eaux pluviales :

- Protéger la ressource en eau, reconquérir ou ne pas dégrader la qualité des milieux naturels, conserver leur fonctionnalités naturelles.
- Diminuer le risque d'inondation.
- Diminuer les coûts de réalisation et d'exploitation des systèmes d'assainissement.
- Intégrer l'eau dans le paysage urbain, participer à l'amélioration du cadre de vie et à l'éducation environnementale du citoyen.
- Organiser la synergie des acteurs pour la mise en œuvre des projets, d'aménagement ou d'ouvrages durables.

---

<sup>42</sup> Extrait d'*Aménagement et eau pluviale sur le territoire du Grand Lyon*, guide à l'usage des professionnels. 2008

### c) Les règles de conception établies par le Grand Lyon

Les résultats des recherches et l'expérience de l'utilisation de techniques alternatives sur le Grand Lyon, ont permis d'établir des règles précises de conception destinées à être appliquées à tout projet d'aménagement sur le périmètre de ses 57 communes. Seront présentées dans ce rapport les principales règles s'appliquant le plus couramment dans les divers projets de l'agglomération.

Tout d'abord, l'est de l'agglomération lyonnaise étant située sur une nappe souterraine à fort niveau de protection, l'infiltration des eaux de pluie dans ses espaces ne doit en aucun cas être porteuse de quelconque pollution. C'est pourquoi la direction de l'eau fixe à 2m la profondeur recommandée entre la surface d'infiltration d'un bassin de rétention ou un puits d'infiltration et les couches supérieures de l'éventuelle nappe souterraine située sous l'ouvrage. Cette distance peut être diminuée jusqu'à 1 mètre si des mesures compensatoires sont prises, comme par exemple la pose d'une couche de géotextile filtrant les eaux et en limitant la vitesse d'infiltration à 1m/heure.

En ce qui concerne la réalisation des bassins et puits d'infiltration, ils devront être réalisés avec la dépose d'une couche minimum de 50cm de sable grossier sur une couche de géotextile. Cette couche assurant le rôle de filtre pour dépolluer les eaux pluviales. L'entretien de ce filtre devra consister à remplacer ce sable et ce géotextile qui seront traités spécifiquement en fonction de la pollution observée et captée par le filtre. Pour les puits d'infiltration, le remplacement du filtre doit être prévu tout les 5 ans, pour les bassins, elle est de 20 à 30 ans.

Les techniques d'injection des eaux de puits directement dans la nappe souterraine sont explicitement interdites. En effet, l'utilisation de puits d'injection injecte sans traitement les eaux de pluie dans le cœur de la nappe, ce qui entraîne un fort risque de pollution de celle-ci. S'ils existent sur le territoire du Grand Lyon, ils devront être remplacés par des ouvrages superficiels d'infiltration (noues, tranchées drainantes,...).

Les ouvrages alternatifs comme les bassins de rétention par exemple doivent disposer d'un système de surverse de sécurité (trop-plein) dirigeant les eaux de pluie vers un terrain de moindre vulnérabilité, mais ne doivent en aucun cas permettre leur déversement vers les réseaux de collecte unitaires ou séparatifs. En effet, par temps de forte pluie, ceux-ci seront alors saturés et ne pourront les accepter. Une deverse vers un réseau unitaire entraîne également un risque de retour d'eaux usées du réseau vers le bassin de rétention.

Il n'existe pas de réglementation concernant la sécurité des ouvrages de collecte des eaux pluviales. La responsabilité en cas d'accident avec un usager revient alors au propriétaire ou l'aménageur en charge de l'ouvrage. C'est pourquoi ils doivent veiller à signaler de façon claire leur présence afin de prévenir tout risque d'accident lors d'une rapide montée des eaux. L'ensemble des ouvrages gérés par le Grand Lyon possèdent une signalétique claire grâce à des panneaux sur lesquels sont marqués des inscriptions d'alerte du type : « Risque de montée soudaine des eaux dans le bassin ». En ce qui concerne les bassins de rétention, des marches sont aménagées et les pentes douces sont

privilégées afin d'éviter tout risque d'accident de personnes ne pouvant évacuer l'ouvrage.

Nous avons vu précédemment que l'un des inconvénients des techniques alternatives était leur besoin d'entretien régulier, notamment pour éviter leur colmatage, ce qui réduirait leur capacité d'infiltration. C'est pourquoi la direction de l'eau fait respecter un certains nombres de règles<sup>43</sup> concernant l'entretien de ces ouvrages :

- Connaître l'emplacement exact de tout type d'ouvrage de collecte des eaux de pluie
- Ne jamais modifier les consignes de fonctionnement de ces ouvrages
- Ne pas changer le statut ou l'usage principal de l'ouvrage (par exemple un bassin en eau devenant un étang de pêche)
- Limiter le colmatage du système d'infiltration par un entretien régulier
- Ne jamais combler la rétention

## 2.3 La méthode du Grand Lyon pour appliquer sa gestion écologique des eaux pluviales à son territoire

La direction du Grand Lyon gère l'assainissement des eaux pluviales de l'agglomération lyonnaise. Par ces disparités topologiques et hydrographiques, la gestion des eaux de pluie ne sera pas identique d'un endroit à l'autre. En effet, tous les espaces de l'agglomération ne présentent pas le même risque de contamination du milieu naturel, ni même la même sensibilité aux pollutions.

Afin d'identifier la meilleure gestion possible des eaux de pluie en fonction de la localisation de l'ouvrage, la direction de l'eau de la communauté urbaine a mis en place une grille d'analyse permettant de croiser la sensibilité des milieux avec leur risque de contamination. Cette grille est destinée à faciliter le choix du mode de gestion des eaux de pluie, elle est diffusée auprès de l'ensemble des acteurs de l'aménagement du Grand Lyon.

**Tableaux 5: Sensibilité des milieux récepteurs et impacts des usages**

Source : Direction de l'eau du Grand Lyon

FORT	MOYEN	FAIBLE
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Canal de Miribel</li> <li>• Vieux Rhône amont</li> <li>• Ruisseaux - rivières</li> <li>• Lacs et étangs</li> <li>• Nappes avec usages d'eau de qualité (captages eau potable)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rhône court-circuité aval</li> <li>• Saône</li> <li>• Nappes sans usage immédiat</li> <li>• Canal de Jonage</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rhône traversée de Lyon</li> <li>• Canal de fuite aval</li> </ul>

<sup>43</sup> Extrait des consignes d'entretien du guide d'Aménagement et eau pluviale sur le territoire du Grand Lyon, guide à l'usage des professionnels. 2008

Nous observons que le projet Lyon-Confluence correspond au titre « *Rhône traversée de Lyon* » représentant une sensibilité à la pollution faible. La zone de Porte des Alpes est représentée par le titre « *nappes avec usage d'eau de qualité* » avec une sensibilité aux pollutions fortes.

**Tableau 6 : Risque d'apport de polluants dans le milieu récepteur**

Source : Direction de l'eau du Grand Lyon

TRÈS FORT	FORT	MOYEN	FAIBLE
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zones industrielles</li> <li>• Parkings transports de matières dangereuses</li> <li>• Stations services</li> <li>• Installations classées avec impact sur l'eau</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Autoroutes</li> <li>• Routes à fort trafic</li> <li>• Boulevards périphériques</li> <li>• Gares de marchandises</li> <li>• Parkings PL</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stabulations</li> <li>• Zones périurbaines denses</li> <li>• Habitats collectifs</li> <li>• Centres de villages</li> <li>• Zones d'artisanat</li> <li>• Réparations automobiles</li> <li>• Parkings VL &gt;50 places</li> <li>• Voiries à trafic moyen et léger</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zones périurbaines peu denses</li> <li>• Zones pavillonnaires</li> <li>• Espaces ludiques, stades</li> <li>• Voiries légères et internes</li> <li>• Parkings VL &lt;50 places</li> <li>• Axes modes doux et lignes de tramway</li> <li>• Sites propres aux bus</li> </ul>

**Tableaux 7: Grille d'analyse, notes obtenues après croisement du risque et de la sensibilité**

Source : Direction de l'eau du Grand Lyon

RISQUE	TRÈS FORT	FORT	MOYEN	FAIBLE
Sensibilité /Impact				
Fort	1	1	2	3
Moyen	1	2	3	4
Faible	2	3	3	4

Sur cette grille d'analyse, la sensibilité et le risque de pollution des espaces sont couplés. Ainsi, pour chaque couple, sensibilité/risque, correspond une note allant de 1 à 4. Chaque note renvoi à un type de traitement à mettre en place pour l'aménagement de la zone considérée.

La note 1 signifie qu'un prétraitement des eaux pluviales collectées est obligatoire. Dans ce cas précis, la vitesse d'infiltration de eaux dans les sols doit être inférieure à 2m/heure. De plus, des dispositifs de captation des particules flottantes doivent être prévus afin d'assurer la qualité des eaux en aval des ouvrages, ainsi qu'une vanne facilement accessible pouvant fermer l'apport d'eau vers l'exutoire naturel.

La note 2, renvoie à une obligation de prétraitement des eaux de pluie avant leur rejet. Il s'agit par exemple de prévoir leur décantation avant leur infiltration. La présence d'une vanne isolant l'ouvrage doit être prévue.

La note 3, le prétraitement n'est pas obligatoire dans ce cas. Il conviendra cependant de laisser une distance minimum de 2m entre la surface d'infiltration et les couches supérieures d'une éventuelle nappe souterraine, ainsi qu'une couche de 50cm de matériaux filtrant située au fond des ouvrages de décantation.

La note 4 souligne le fait que le prétraitement des eaux de pluies n'est pas nécessaire.

Avec cette grille, il est donc possible de connaître la gestion la plus adéquate à mettre en place à un endroit donné. Dans le cadre d'un projet urbain comme Lyon-Confluence ou celui de la Porte des Alpes, la mise en place d'une gestion écologique des eaux pluviale passe par la validation de différentes étapes pendant de la réalisation du projet en lui-même.



Durant de nombreuses décennies, le choix de l'assainissement pluvial intervenait bien après la conception du plan-masse. Il était choisi bien souvent de telle manière qu'il ne remette pas en question l'implantation de la voirie et des bâtiments. Aujourd'hui les choses ont évoluées. La région Rhône-Alpes publie à ce titre les principes à appliquer à chaque phase de réalisation d'un projet, dans le but d'établir une gestion écologique des eaux pluviales.

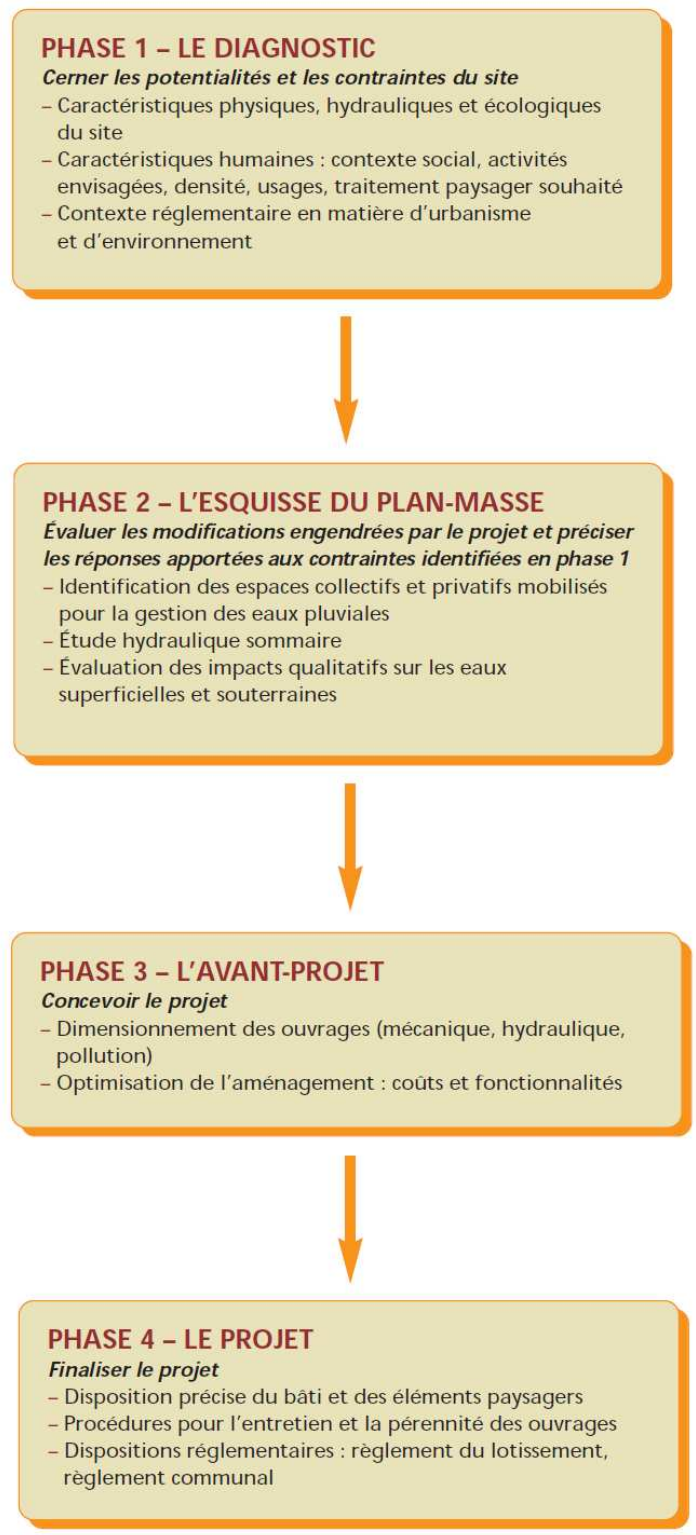


Figure 19 : Application d'une gestion écologique des eaux pluviales dans les phases de conception du projet urbain

Source : « Pour la gestion des eaux pluviales, stratégies et solutions techniques » Région Rhône Alpes

### 3. Au centre de l'agglomération, le projet Lyon Confluence

---

La ville de Lyon est située à la confluence du Rhône et de la Saône. La partie sud de la presque île, à l'endroit de la confluence, est marquée au 19<sup>ème</sup> siècle par un essor industriel important. Grâce au transport fluvial et à l'arrivée du train à vapeur, on y développe l'industrie chimique, la manufacture de charbon ou encore du tabac. Dans la première partie du 20<sup>ème</sup> siècle, la confluence devient le quartier d'habitat de la population ouvrière lyonnaise. L'essoufflement de l'industrie et de l'activité portuaire entraîne la perte des emplois de ce quartier et sa désertification par les habitants. Aujourd'hui, le grand projet urbain Lyon-Confluence a pour ambition de redonner une seconde vie à ce quartier.

#### 3.1 Présentation du projet Lyon-Confluence

Sur près de 150 hectares, le projet prévoit d'implanter des logements, des activités économiques et de nombreux équipements publics. L'enjeu principal de ce futur aménagement est la reconquête de ces espaces délaissés par l'industrie et les activités logistiques. L'ambition affichée par la communauté urbaine de Lyon est de :

- Créer un nouveau quartier en centre ville pour renforcer le rayonnement du Grand Lyon
- Reconquérir les friches industrielles et logistiques
- Désenclaver le sud de la presqu'île notamment par les transports en commun
- Mettre en valeur les fleuves et les qualités paysagères du site
- Développer une offre innovante et attractive de loisirs urbains

Ce projet urbain a été conçu dans un objectif de durabilité. En effet, la Grand Lyon souhaite en faire une référence de projet urbain durable. Le recours aux constructions Haute Qualité Environnementale <sup>44</sup>(HQE) est prescrits sur l'ensemble du site, le tracé de voies vertes favorise les modes de déplacement doux, enfin la présence de l'eau dans le quartier (aménagement d'une place nautique côté Saône) permet de faire renaître la nature au cœur de ville.

*« Enjeu stratégique lors de la conception et de la réalisation d'un nouveau quartier, le développement durable est une priorité pour Lyon Confluence. Par son histoire, son ampleur et son positionnement, ce*

---

<sup>44</sup> Le terme HQE désigne un concept environnemental datant du début des années 1990 caractérisant les constructions répondant à 14 cibles de respect de l'environnement et de maîtrise de l'énergie.

*projet urbain exprime l'ambition politique et citoyenne de l'agglomération... »<sup>45</sup>*

Le programme Concerto<sup>46</sup> a récompensé en 2004 le projet Lyon Confluence pour son projet global de maîtrise d'énergie (conception bioclimatique des bâtiments, besoins des habitations couverts à 80% par des énergies renouvelables,...).

**Photographie 16 : la  
presqu'île de Lyon en vue  
aérienne. La confluence avec à  
gauche la Saône, à droite le  
Rhône.**

Source : « *Lyon Confluence, un  
cœur de ville sort de terre* »

La construction du nouveau projet a commencé du côté de la Saône. Les différents chantiers opérant sur le site suivent une démarche « chantiers verts ». Les activités générées par les différents chantiers du projet suivent une charte « développement durable ». Ils limitent notamment la production de déchets industriels, respectent la qualité des milieux naturels, contrôlent leurs émissions sonores et s'engagent à livrer les constructions sur un terrain exempt de toute pollution.



L'exigence environnementale du Grand Lyon sur le projet Lyon Confluence passe aussi par la formalisation des critères HQE pour l'ensemble des opérations dont la Société d'Economie Mixte « Lyon Confluence »<sup>47</sup> maîtrise et gère les terrains. Pour ce qui est des îlots dont la SEM n'est pas propriétaire, la communauté urbaine fournit un document destiné aux promoteurs immobiliers intitulé « *Priorités qualité environnementales* », qui permet d'appliquer ses préconisations à l'ensemble des îlots.

### 3.2 La gestion des eaux pluviales à Lyon-Confluence

Cet espace se situe au cœur du centre ville de Lyon. Nous avons vu précédemment que la direction de l'eau préconisait pour ces espaces une gestion des eaux pluviales

---

<sup>45</sup> Extrait de « *Lyon Confluence, un cœur de ville sort de terre* » (2007)

<sup>46</sup> Le programme européen Concerto encourage les communautés territoriales à développer des projets urbains majeurs et exemplaires en matière d'efficacité énergétique et d'emploi d'énergies renouvelables. En France, le programme est engagé avec Nantes, Ajaccio, Grenoble et Lyon.

<sup>47</sup> Créée en 1999, la Société d'économie mixte « *Lyon Confluence* » est le principal aménageur du site.

limitant l'impact de l'urbanisation sur les réseaux publics de collecte existants. Ces prescriptions encadrent les choix d'aménagement du projet Lyon Confluence.

**L'enjeu principal sur cet espace est de limiter l'impact des aménagements futurs sur le réseau public de collecte des eaux pluviales en favorisant son infiltration.** La déconnexion des eaux de toiture et l'infiltration des eaux de pluie y sont encouragés par la communauté urbaine, principale aménageur de la zone.

Le projet Lyon-Confluence a la volonté de réintégrer l'eau dans le paysage urbain afin d'améliorer le cadre de vie de ses futurs habitants. La construction d'une place nautique en cœur d'îlot est prévue. En lien avec les nombreuses trames vertes qui parcourront le quartier, cette « trame bleue » sera alors le lien entre la nature et la vie urbaine des habitants. Dans cet objectif d'intégration de l'eau à ciel ouvert dans le quartier, des noues et tranchées d'infiltration seront construites sur les espaces publics.

Ces aménagements de collecte d'eau pluviale à ciel ouvert ont également un rôle tampon dans leur processus de collecte par le réseau séparatif mis en place dans le quartier. Ils limiteront les débits écoulés dans les réseaux par temps de pluie, ce qui diminuera leur risque de saturation et donc d'inondation.

**Photographie 17 : Imagerie du futur aménagement des rives de la Saône.**

Source : « *Lyon Confluence, un cœur de ville sort de terre* » 2007



Afin de limiter l'imperméabilisation des sols aménagés, la SEM préconise pour l'ensemble de ces constructions le recours aux toitures végétalisées. Comme le montre l'image ci-dessus, la végétation est très présente et permet une bonne infiltration des eaux de pluie.

La consommation d'eau potable pour les travaux extérieurs d'entretien des espaces publics doit être minimale. C'est pourquoi, une partie des eaux de pluie collectées sur les toitures des bâtiments ou équipements du quartier seront destinées à l'arrosage des espaces verts.

## 4. l'aménagement d'un espace périphérique, Lyon Porte des Alpes

---

La gestion des eaux pluviales en périphérie de l'espace urbain est différente de celle de centre d'agglomération. Dans les centres urbains l'enjeu est de composer avec un réseau d'assainissement existant et d'optimiser la collecte des eaux pluviales en ayant recours à certaines techniques alternatives. Les espaces nouvellement urbanisés périphériques sont souvent situés sur des terrains vierges de tout aménagement préalable. Il s'agit alors de mettre en place un système de gestion des eaux de pluie adéquat au site et à sa morphologie hydrologique et topologique. Il arrive parfois que la zone à aménager soit dépourvue de bassin versant ou d'exutoire naturel. Dans ce cas, la mise en place d'un système performant de gestion écologique des eaux de pluie est nécessaire. La zone de Lyon Porte des Alpes est un exemple d'urbanisation de la périphérie lyonnaise dans une zone à fort enjeu écologique.

### 4.1 Présentation de l'espace Lyon Porte des Alpes

Le site de la Porte des Alpes est situé à la rencontre de 3 communes de l'est lyonnais : Saint Briest, Bron, et Chassieu. Ce territoire de projet s'étend sur près de 1450 hectares. Lancé en 1998, l'aménagement de cet espace représente aujourd'hui le dynamisme économique de l'agglomération lyonnaise, avec l'implantation de 650 entreprises.

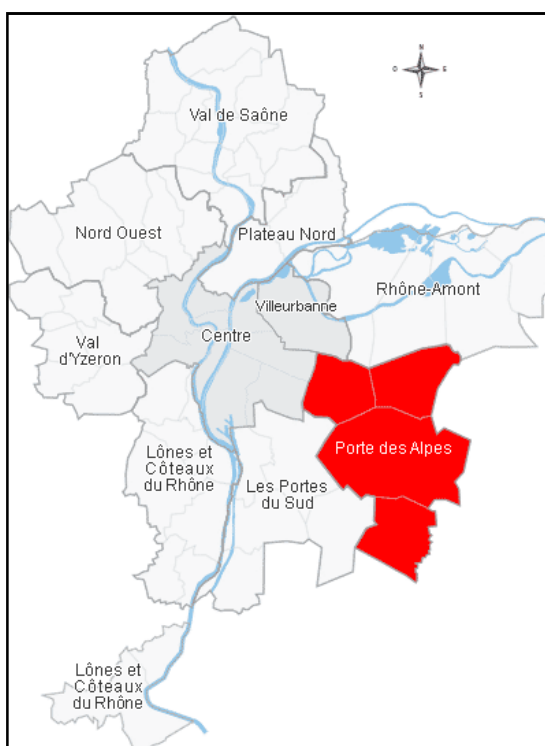


Figure 20 : Carte des territoires de projet du Grand Lyon

Source : Conférence des maires du Grand Lyon

De nombreux équipements publics se situent sur la Porte des Alpes, comme l'Université Lyon 2, l'aéroport d'affaire Lyon-Bron ou encore le parc d'exposition Eurexpo. Un parc



technologique de 140 hectares accueille environ 90 entreprises spécialisées dans les hautes technologies.

Le développement de la zone de la Porte des Alpes n'est pas seulement économique. L'ambition du Grand Lyon est de doter ce projet d'une dimension urbaine et sociale d'envergure. Il s'agit d'allier lieu de vie et zone d'activité. La présence d'espaces verts est omniprésente au sein du parc technologique, avec la proximité de la forêt de Feuilly et de nombreux parcs. A terme, il est prévu d'aménager 700 hectares d'espaces paysagers sur les 1450 que comporte la zone.

La Porte des Alpes est le symbole du dynamisme de l'agglomération lyonnaise. Son rayonnement national et européen en fait la vitrine des capacités d'aménagement du Grand Lyon. De plus, la communauté urbaine souhaite faire de son aménagement un outil d'éducation au développement durable : son exemplarité est souvent mise en avant dans toutes les étapes de réalisation de ses projets, notamment dans le domaine de la gestion écologique des eaux pluviales.

## 4.2 La gestion des eaux pluviales à la Porte des Alpes

La zone Lyon-Porte des Alpes est située à l'est de la ville de Lyon, en aval de la plaine du bas Dauphiné. Nous avons vu précédemment que ce secteur de l'agglomération est dépourvu de réseau hydrographique et présente un profil topologique sans contraste particulier. La présence d'une importante nappe phréatique souterraine conditionne le mode de gestion des eaux de pluies à cet endroit. L'objectif affiché du Grand Lyon pour cette partie de l'agglomération est de favoriser l'infiltration des eaux de pluie pour alimenter cette nappe souterraine, tout en veillant à ne pas la polluer puisqu'elle permet à l'agglomération lyonnaise de disposer d'eau potable.

**Photographie 18 : Vue aérienne du parc technologique de la Porte des Alpes**

Source : Grand Lyon



Dès les premières phases d'étude de faisabilité du projet dans les années 1990, il est apparu qu'il serait impossible de relier la zone au réseau public de collecte de la ville de Lyon sans risquer sa saturation (due à l'augmentation de la complexité du maillage du

réseau). L'espace considéré devrait alors mettre en place une gestion des eaux de pluie autonome. De plus, les sols y sont particulièrement imperméables. Ces contraintes techniques et géologiques ont amené à une réflexion sur le mode de gestion écologique des eaux pluviales à mettre en place.

Un tel projet était alors une occasion unique pour le Grand Lyon d'exprimer son ambition et d'expérimenter des techniques alternatives à grande échelle. Ses solutions techniques répondent à quatre objectifs :

- L'intégration paysagère
- La plurifonctionnalité des ouvrages d'assainissement
- L'ouverture au public
- La qualité de l'aménagement global

En 1994, et ce dès les premières phases de conception du projet, les équipes d'aménageurs, d'architectes, de paysagiste et les services du Grand Lyon (notamment la direction de l'eau) ont défini les stratégies à adopter pour collecter les eaux pluviales sur le site de la Porte des Alpes. Cette réflexion en amont du projet sur la gestion des eaux a permis d'anticiper les modalités de gestion des différents ouvrages construits. Afin de coordonner les actions des différents services (voirie, espace vert, assainissement) de gestion des ouvrages de collecte des eaux de pluie, une cellule unique a été mise en place. Son rôle est d'optimiser l'entretien des ouvrages d'assainissement en réunissant l'ensemble des acteurs en charge de leur exploitation.

Dans le parc technologique, les eaux de pluie sont collectées par des systèmes faisant appel à des techniques alternatives. Des noues et des tranchées drainantes ont été mises en place afin de stocker temporairement les eaux pluviales avant qu'elles ne s'infiltrent à débit régulé dans le sol. Les chemins de promenade le long des sentiers verts sont conçus en matériaux poreux, ce qui limite l'imperméabilité des sols aménagés.

**Photographie 19 : sentier en matériau poreux du parc technologique de la Porte des Alpes**

Source : « Pour la gestion des eaux pluviales, stratégies et solutions techniques » Région Rhône Alpes



Au-delà de ces techniques alternatives ponctuelles, la communauté urbaine a fait appel à des techniques innovantes pour la région lyonnaise, comme la construction de bassins en eau sur 4 hectares servant également de lacs d'agrément. Au total, trois bassins ont été construits sur le parc technologique. Les eaux pluviales sont collectées et acheminées vers deux bassins où elles décantent avant d'être dirigées vers le troisième bassin

d'infiltration par drains enterrés. Ce mode de gestion original en série permet aux eaux d'être assainies de tous polluants qu'elles contiennent potentiellement.

Autre originalité, la construction d'un collecteur de quatre kilomètres qui entraîne le surplus des eaux issues des bassins vers des espaces à perméabilité supérieure et moins vulnérables à la pollution souterraine.

**Photographie 20 :  
Aménagement paysagé sur  
l'un des bassins de  
rétention**

Source : « Pour la gestion des  
eaux pluviales, stratégies et  
solutions techniques » Région  
Rhône Alpes



L'ensemble de ces techniques alternatives confèrent à la Porte des Alpes des défenses efficaces pour faire face aux épisodes pluvieux depuis maintenant 10 ans. Bien que le site initial présentait de nombreuses contraintes géologiques et hydrologiques, les acteurs de son aménagement s'accordent à dire qu'il est devenu un outil national d'exemplarité en terme de gestion des eaux pluviales.



## 5. Le Grand Lyon peut-il faire face au dérèglement climatique pluvieux ?

---

Par ses aménagements innovants et alternatifs en matière de gestion des eaux pluviales, la communauté urbaine du Grand Lyon a pris une longueur d'avance sur les modes de gestion de nombreuses agglomérations françaises et européennes. Les contraintes topologiques et hydrographiques de ce territoire sont en partie à l'origine de ces modes alternatifs de gestion des eaux de pluies.

La présence d'un réseau hydrographique dense à l'ouest avec ses sols imperméables et d'une plaine à l'est dépourvue d'exutoire naturel mais abritant la nappe phréatique d'eau potable de l'agglomération, le Grand Lyon a dû s'adapter à ces contraintes en appliquant au cas par cas les méthodes alternatives les mieux. Les recherches et études sur la prise en compte des techniques d'assainissement pluvial en amont du projet et du plan-masse, ont permis une meilleure optimisation et intégration paysagère des ouvrages de collecte.

L'usage des techniques alternatives n'est pas appliqué de manière systématique sur le territoire. Les services en charge de l'assainissement et la direction de l'eau sont conscients des caractéristiques et intérêts de chaque technique. Grâce à leur expérience en la matière, les services ont intégré de manière naturelle les façons d'optimiser la gestion écologique des eaux pluviales.

Nous avons identifié dans ce rapport les limites et freins au développement d'une gestion écologique des eaux de pluies en milieu urbain. L'un d'eux était le manque d'implication des élus et la faible volonté politique locale de développer ces modes de gestion, bien souvent due à un manque d'information sur ces techniques. Sur le territoire du Grand Lyon, l'ensemble des élus des 57 communes impose depuis maintenant 30 ans leur volonté d'avoir recours à une gestion écologique et durable des eaux pluviales. Fort de cette implication, la communauté urbaine pourra dans l'avenir compter sur ce soutien politique pour pérenniser de façon durable ces techniques.

Dans un contexte climatique d'intensification des épisodes pluvieux en France, la gestion écologique des eaux pluviales du Grand Lyon apparaît alors comme une force. Leur expérience dans le domaine, couplée à la volonté politique locale de faire du Grand Lyon un territoire d'exemplarité et d'éducation au développement durable, lui dotent d'outils solides pour faire face à un dérèglement climatique pluvieux. Le recours aux techniques alternatives adaptées à chaque espace et chaque projet permet leur optimisation. Les réseaux urbains de collecte rencontrant parfois leurs limites de captation, l'usage de techniques alternatives permet alors de gérer des débits d'eaux supérieurs.

La communauté urbaine du Grand Lyon a su depuis de nombreuses années anticiper la saturation des réseaux classiques et l'imperméabilisation croissante des sols en milieu urbain, pour aujourd'hui envisager avec plus de sérénité un futur dérèglement climatique.



# CONCLUSION

---

Depuis toujours, l'assainissement pluvial est lié avec le développement spatial des villes. Autrefois simple méthode pour évacuer le plus vite et le plus loin possible les eaux de pluie, sa gestion fait aujourd'hui le sujet de nombreuses réflexions et travaux de recherche.

Avec l'arrivée dans les années 1980 de nouvelles techniques de collecte des eaux de pluies visant à les capter au plus près de leur point d'impact, l'assainissement pluvial prend part progressivement au projet urbain. Les ouvrages de collecte des eaux de pluies sont alors valorisés et servent bien souvent d'espaces d'agréments pour améliorer le cadre de vie des habitants de la ville. Au-delà de leur intégration paysagère aisée, ces ouvrages permettent de gérer les eaux de pluies de manière différente : l'infiltration et la rétention sont leurs principales caractéristiques. Ces techniques ont donc un aspect plurifonctionnel intéressant en aménagement urbain.

La mise en place de ces techniques en France se repend depuis les années 1980 mais peinent à se développer pour assurer une gestion durable des eaux de pluie, bien souvent par simple méconnaissance. Des agglomérations comme la communauté urbaine du Grand Lyon ont pour ambition de devenir des espaces urbains de référence dans ce domaine depuis de nombreuses années. On observe ici une volonté d'éducation entre espaces urbains à la gestion écologique des eaux pluviales.

Dans un contexte de dérèglement climatique se traduisant par une intensification des épisodes pluvieux, le recours aux techniques alternatives apparaît comme bénéfique pour l'optimisation de la gestion des eaux de pluie. Les réseaux de collecte souterrains rencontrent bien souvent leurs limites et arrivent à saturation, notamment à cause de l'augmentation des volumes d'eau ruisselée et de la complexification du maillage des réseaux. En infiltrant l'eau au plus près de son point d'impact, les techniques alternatives en zone urbaine désengorgent les systèmes classiques de collecte, ce qui permet à la ville de faire face à des pluies plus importantes sans saturer ses réseaux.

C'est en développant une politique de gestion durable des eaux de pluie, utilisant des méthodes alternatives, que la ville peut faire face à des épisodes pluvieux plus intenses. Cependant, l'usage de ces techniques ne peut en aucun cas se soustraire aux réseaux publics de collecte, son recours ne saurait devenir automatique pour tout nouveau projet urbain. Une réflexion préalable sur leur utilité est nécessaire, et ce, bien en amont dans les phases de conception du projet.

# BIBLIOGRAPHIE

---

METEO France (2007) « *Livre blanc ESCRIME* » Etudes et simulations climatiques réalisées par l'IPSL, 2007

GIEC (2008), Document technique VI « *Le changement climatique et l'eau* »

OLIVIA, TASSIN, THEVENOT et VAURAUULT (2002) « *L'eau dans la ville et développement durable* » Presses Ponts et Chaussées

BARNIER VERONIQUE ET TUCOLET CAROLE (199) « *Ville et environnement, de l'écologie urbaine à la ville durable* », collection « problèmes politiques et sociologique »

PERRAN BENOIT (2007) « *la gestion écologique des eaux pluviales en milieu urbain, les freins au développement d'une gestion écologique des eaux en milieu urbain* », Master II Sciences de l'Homme et de la société

CHOCAT BERNARD (2008) « Synthèse sur la gestion urbaine et la valorisation des eaux pluviales », INSA de Lyon

REGION RHONE ALPES (2006) « *Pour la gestion des eaux pluviales, stratégies et solutions techniques* »

GRAIE « *Travaux post-crues, bien analyser pour mieux agir* »

AGENCE DE L'EAU SEINE NORMANDIE « *Pluie en ville, pollution et débordements* »

SINT bureau d'études, « *Gestion des eaux pluviales, l'eau s'intègre à la ville* »  
MINISTERE DE L'ECOLOGIE ET DU DEVELOPPEMENT DURABLE « *Intégrer les eaux pluviales dans un projet d'urbanisation* »

## Sites internet :

Aspect juridique : <http://carrefourlocal.senat.fr>

<http://www.ecologie.gouv.fr>

Institutions et organismes <http://www.graie.org>

<http://www.eau-seine-normandie.fr>

<http://www.agglo-montbeliard.fr>

Situation météorologique : <http://climat.meteofrance.com>

# TABLE DES FIGURES

<b>Figure 1 : Evolution des températures en fonction des scénarii proposés par le GIEC</b>	p.21
<b>Figure 2 : Observation de l'évolution de la température minimale journalière d'été sur la période 1971-2000</b>	p.22
<b>Figure 3 : Température annuelle en France depuis 1900</b>	p.23
<b>Figure 4 : Evolution moyenne des températures en France selon le scénario A2 et B2</b>	p.24
<b>Figure 5 : Evolution de la pluviométrie enregistrée par Météo-France entre 2001 et 2006</b>	p.25
<b>Figure 6 : Modèle de l'IPSL</b>	p.26
<b>Figure 7 : Modèle du CNRM</b>	p.26
<b>Figure 8 : Evolution de l'intensité pluviométrique sur la période 2080-2099 par rapport à 1980-1999</b>	p.28
<b>Figure 10 : Fraction des précipitations au dessus du 90ème centile annuel</b>	p.29
<b>Figure 10 : Représentation des volumes d'eau écoulés en fonction du type de surface rencontrée en milieu urbain</b>	p.32
<b>Figure 11 : Représentation du phénomène d'inondation pluviale en milieu urbain</b>	p.34
<b>Figure 12 : Schéma synthétique des effets de l'urbanisation sur le cycle de gestion de l'eau pluviale</b>	p.37
<b>Figure 13 : Schémas de fonctionnement d'une chaussée à revêtement poreux</b>	p.48
<b>Figure 14 : Schéma de fonctionnement d'une noue</b>	p.50
<b>Figure 15 : Schéma de fonctionnement d'une tranchée de rétention et d'infiltration</b>	p.51
<b>Figure 16 : Schéma de fonctionnement d'un puits d'infiltration</b>	p.52
<b>Figure 17 : Schéma de fonctionnement d'une toiture végétale</b>	p.54
<b>Figure 18 : Représentation de l'effet des techniques alternatives sur les réseaux existants</b>	p.60
<b>Figure 19 : Application d'une gestion écologique des eaux pluviales dans les phases de conception du projet urbain</b>	p.69
<b>Figure 20 : Carte des territoires de projet du Grand Lyon</b>	p.73

# TABLES DES PHOTOGRAPHIES

---

Photographie 1 et 2 : <b>Rejets polluants issus du ruissellement des eaux de pluies</b>	p.33
Photographie 3 : <b>Exemples de pavés poreux</b>	p.47
Photographie 4 : <b>Exemple de chaussée drainante</b>	p.48
Photographie 5 : <b>Chaussée à structure réservoir, Craponne</b>	p.49
Photographie 6 et 7 : <b>Fossé d'infiltration et noue paysagère dans la commune des Sables d'Or</b>	p.50
Photographies 8 et 9 : <b>Exemple de tranchée drainante</b>	p.51
Photographie 10 : <b>Avaloire conduisant les eaux pluviales vers un puits d'infiltration, Chassieu</b>	p.52
Photographie 11 : <b>Le vélodrome d'Eybens</b>	p.53
Photographie 12 : <b>Bassin de rétention à Juilly</b>	p.53
Photographies 13, 14 et 15 : <b>Exemples de toitures végétales</b>	p.53
Photographie 16 : <b>La presque île de Lyon en vue aérienne</b>	p.71
Photographie 17 : <b>Imagerie du futur aménagement des rives de la Saône</b>	p.72
Photographie 18 : <b>Vue aérienne du parc technologique de la Porte des Alpes</b>	p.74
Photographie 19 : <b>Sentier en matériau poreux du parc technologique de la Porte des Alpes</b>	p.75
Photographie 20 : <b>Aménagement paysagé sur l'un des bassins de rétention</b>	p.76

# TABLE DES TABLEAUX

---

Tableau 1 : <b>Minimum, moyenne et maximum en France des températures moyennes annuelles pour le scénario A2 et B2</b>	p.23
Tableau 2 <b>Minimum, moyenne et maximum sur la France de la fraction des précipitations au-dessus du 90ème centile annuel sur les précipitations totales pour le scénario A2 et B2</b>	p.29
Tableau 3: <b>Valeurs du coefficient de ruissellement pour différentes couvertures du sol</b>	p.32
Tableau 4 : <b>Polluants rencontrés dans les eaux urbaines de ruissèlement</b>	p.33
Tableaux 5: <b>Sensibilité des milieux récepteurs et impacts des usages</b>	p.67
Tableau 6 : <b>Risque d'apport de polluants dans le milieu récepteur</b>	p.68
Tableaux 7: <b>Grille d'analyse, notes obtenues après croisement du risque et de la sensibilité</b>	p.68

# TABLE DES GRAPHIQUES

---

Graphique 1 : <b>Quantités en mm de précipitations enregistrées sur le territoire du Grand Lyon de 1978 à 2007</b>	p.64
Graphique 2 : <b>Quantités mensuelles en mm des précipitations en enregistrées sur le territoire du Grand Lyon en 2003 et 2007</b>	p.64

# TABLE DES MATIERES

<b>Remerciements .....</b>	<b>7</b>
<b>Sommaire .....</b>	<b>8</b>
<b>Introduction.....</b>	<b>11</b>
<b>Contexte de la recherche.....</b>	<b>12</b>
<b>Partie 1 Une nécessité de gestion durable des eaux pluviales Urbaines.....</b>	<b>15</b>
1. L'assainissement des eaux pluviales en France.....	16
1.1 L'Homme et l'eau dans son environnement.....	16
1.2 Historique de la gestion urbaine de l'eau .....	17
2. Un changement climatique qui perturbe la pluviométrie .....	19
2.1. Les apports du GIEC .....	20
2.2 Résultats des modèles climatiques sur l'évolution de la température .....	22
2.3 Résultats des modèles climatiques sur l'évolution de la précipitation .....	25
a) Evolution passé des pluviométries en France :.....	25
b) Evolution futures des pluviométries en France :.....	26
2.4 Une diminution des précipitations en France, mais une augmentation de son intensité pluviométrique .....	28
3 .Une urbanisation grandissante et ses conséquences sur le milieu urbain.....	31
3.1 Une imperméabilisation des sols en milieu urbain .....	31
a) Une augmentation des volumes d'eaux écoulés.....	31
b) Un manque de réalimentation des nappes souterraines.....	34
3.2 Une gestion à optimiser face à un étalement urbain.....	35
a) L'extension des réseaux d'assainissement entraîne leur saturation.....	35
b) Problème de bassin versant .....	36
<b>Partie 2 Comment aménager l'espace urbain en intégrant une gestion durable des eaux pluviales ? .....</b>	<b>38</b>
1. Une réglementation encadrant le traitement des eaux à l'échelle des collectivités et des parcelles .....	39
1.1 Les obligations des communes en matière de collecte et traitement des eaux pluviales.....	39
1.2 Les outils locaux d'urbanisme réglementant la gestion des eaux pluviales .....	40
a) Des documents à l'échelle de la parcelle.....	41
b) Des documents généraux d'urbanisme.....	42
1.3 Statut juridique des eaux pluviales .....	43
2. Les techniques alternatives, une gestion durable mais limitée des eaux pluviales. ....	46
2.1 Les différentes techniques alternatives.....	47



a) Les chaussées drainantes.....	47
b) Les noues.....	50
c) Les tranchées de rétention ou drainantes.....	51
d) Les puits d'infiltration.....	52
e) Les bassins de rétention.....	53
f) Le stockage sur toiture.....	54
2.2 Ces solutions alternatives permettent-elles de faire face au dérèglement climatique identifié ? .....	55
2.3 Les limites du développement d'une gestion écologique.....	55
2.4 Les nouvelles approches globales de gestion des eaux pluviales en milieu urbain.....	56
a) Vers la notion de chaîne de traitement .....	57
b) Entre adaptation et atténuation.....	57
c) Réinsérer l'eau dans la ville .....	58
d) Des normes de rejets aux normes de capacité d'absorption.....	58
<b>PARTIE 3 : LA GESTION DURABLE DES EAUX DE PLUIES AU SEIN DES COLLECTIVITES, LE CAS DE LA COMMUNAUTE URBAINE DE LYON.....</b>	<b>59</b>
1. Précision sur l'objet d'étude et justification du choix géographique .....	60
2. La stratégie de gestion écologique des eaux pluviales du Grand Lyon.....	62
2.1 La communauté urbaine du Grand Lyon.....	62
2.2 La stratégie globale d'assainissement pluviale.....	63
a) Les spécificités hydrographiques et pluviométrie du Grand Lyon.....	63
b) Les stratégies globales d'assainissement pluvial du Grand Lyon .....	64
c) Les règles de conception établies par le Grand Lyon.....	66
2.3 La méthode du Grand Lyon pour appliquer sa gestion écologique des eaux pluviales à son territoire .....	67
3. Au centre de l'agglomération, le projet Lyon Confluence .....	70
3.1 Présentation du projet Lyon-Confluence.....	70
3.2 La gestion des eaux pluviales à Lyon-Confluence .....	71
4. l'aménagement d'un espace périphérique, Lyon Porte des Alpes.....	73
4.1 Présentation de l'espace Lyon Porte des Alpes .....	73
4.2 La gestion des eaux pluviale à la Porte des Alpes.....	74
5. Le Grand Lyon peut il faire face au dérèglement climatique pluvieux ? .....	77
<b>Conclusion .....</b>	<b>79</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE .....</b>	<b>80</b>
<b>Table des figures .....</b>	<b>81</b>
<b>TABLES DES PHOTOGRAPHIES.....</b>	<b>82</b>
<b>TABLE DES TABLEAUX.....</b>	<b>83</b>

<b>TABLE DES GRAPHIQUES.....</b>	<b>83</b>
<b>Table des matières .....</b>	<b>84</b>
<b>ANNEXES .....</b>	<b>87</b>

# ANNEXES

## Plan masse du projet Lyon-Confluence



### PLAN-MASSE

#### 1. Place des Archives

2. Groupe scolaire,  
crèche et piste  
d'athlétisme  
2011 : livraison

#### 3. Bureaux et logements

#### 4. Stade de football

5. Parc de Saône  
1<sup>re</sup> tranche (7 hectares)  
2009-2011

6. Saône Park  
175 logements

7. Lyon Islands  
292 logements

8. Le Monolithe  
147 logements  
et 15000 m<sup>2</sup> de bureaux

#### 9. Capitainerie et MJC

#### 10. Place nautique

11. Pôle de loisirs  
et de commerces  
+ hôtel + parking

#### 12. Hôtel de région

13. Immeuble  
de bureaux Eiffage

#### Docks, quai Rambaud

14. Le Progrès: 2007

15. Espace Group  
(pavillon des radios): 2008

16. Les Salins: 2009

17. Les douanes,  
45 quai Rambaud  
(réhabilitation): 2007

18. La Sucrerie  
(réhabilitation): 2003

19. Pavillon 6  
(Rudy Ricciotti): 2009

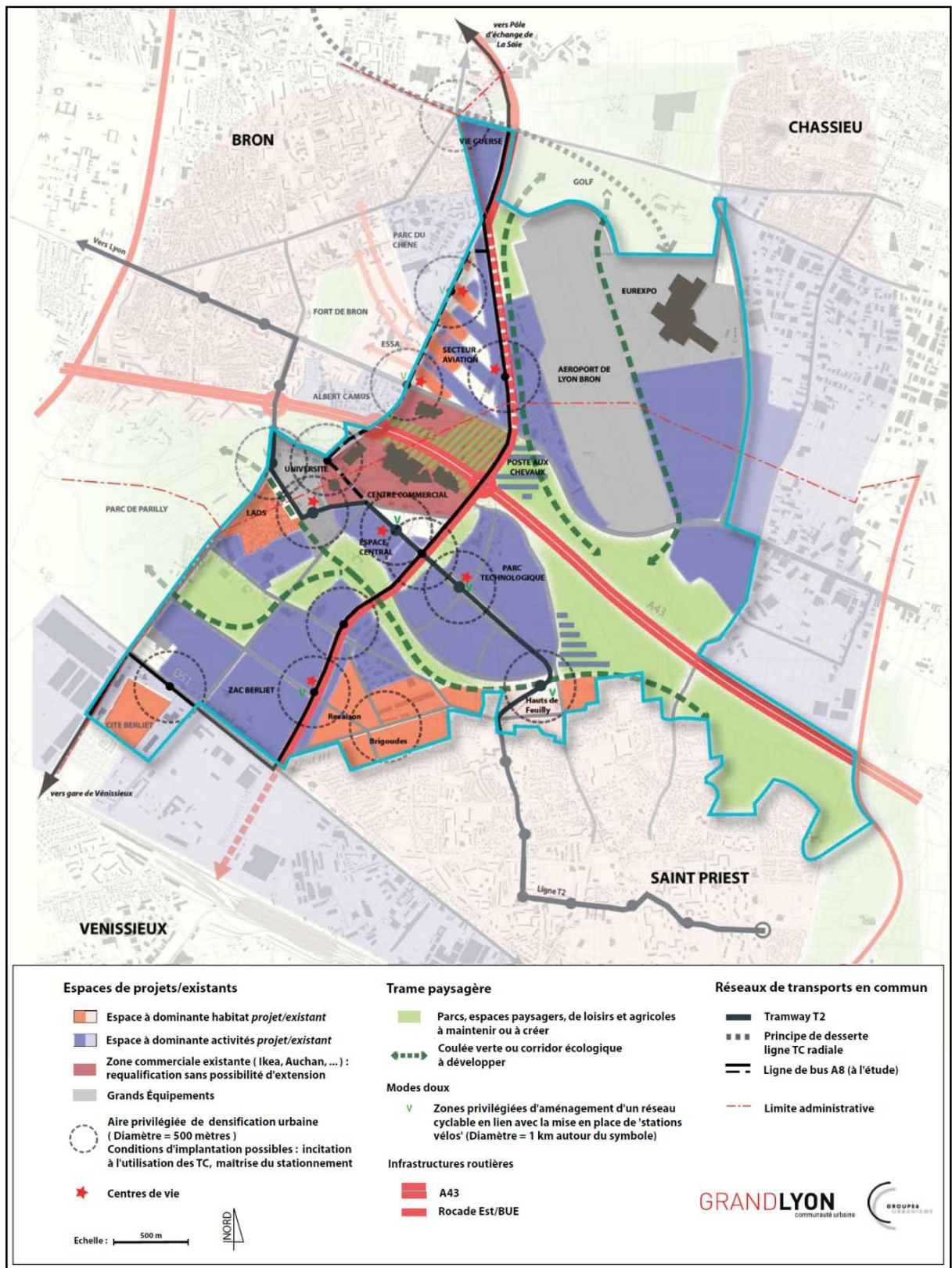
20. Pavillon 7  
(Jakob Mac-Farlane):  
2009

21. Pavillon 8  
(Odile Decq-Benoit  
Cornette): 2009

22. Musée  
des confluences  
2009 : ouverture



## Plan masse du site Lyon-Porte des Alpes



## Zonage d'assainissement de la porte des Alpes (Extrait du PLU du Grand Lyon)

