



HAL
open science

La gestion intégrée des eaux pluviales : peut-on la confier aux seuls urbanistes ?

François de Dianous

► **To cite this version:**

François de Dianous. La gestion intégrée des eaux pluviales : peut-on la confier aux seuls urbanistes ?. Sciences de l'Homme et Société. 2019. dumas-02389275

HAL Id: dumas-02389275

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02389275v1>

Submitted on 2 Dec 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Remerciements

Pour être franc, ce mémoire a germé il y a plusieurs années. Durant mes derniers mois à Veolia j'ai eu l'occasion d'aborder deux sujets innovants.

Avec Christian Perez, nous avons réalisé une expérimentation dans le cadre d'un Programme des Investissements d'Avenir sur l'Ecocité de Toulouse Montaudran Aérospace. Dans ce quartier en devenir, l'idée était de stocker les eaux pluviales pour rafraîchir une placette par le biais de pavés évaporatifs. Je découvrais comment l'eau entrait concrètement dans l'aménagement urbain.

Un autre projet concernait l'introduction de la participation citoyenne dans un service d'eau et d'assainissement. Nous étions accompagnés par l'équipe d'Acceptables Avenirs pilotée par Philippe Vervier. Il m'a éclairé sur le rôle de l'expert dans les problématiques sociétales.

Ces deux projets ont contribué à ouvrir mes horizons et précipité ma reconversion dans l'urbanisme.

Quand j'ai émis l'idée de réaliser un mémoire sur le pluvial en ville, Michel Chiappero, directeur de mémoire, m'a d'abord laissé patauger avec les « techniques alternatives » avant de me confirmer que ce n'était en réalité que le début de la réflexion. Ses questions stimulantes m'ont accompagné tout au long de ce travail.

Après avoir découvert incidemment l'étude de l'Atelier des Territoires, Emeline Hatt, enseignante à l'IUAR m'en a confirmé l'intérêt et m'a indiqué le chemin à suivre. J'ai ainsi rencontré Perrine Prigent (DREAL PACA), grâce à qui je suis entré de plain-pied dans cette expérimentation, et qui m'a recommandé après des principaux acteurs. Sa disponibilité et sa conviction en ont fait un acteur pivot. Que Luce Godegranche (DDTM13), Julien Langumier (DDTM 13), Janine Bellante (adjointe à l'urbanisme de Coudoux), François Roberi (Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse), Patricia Spano (Métropole AMP), soient remerciés de la disponibilité qu'ils m'ont accordée, et de l'enthousiasme qu'ils professent vis-à-vis de cette étude.

Mon ami François Bousquet m'a guidé sur le chemin touffu de la résilience.

La période de rédaction est toujours un peu tendue. Le rôle de l'entourage est alors prépondérant. J'ai ainsi sollicité la famille et les amis notamment pour les relectures : ma femme Christiane, mes enfants, Gabrielle et Vincent, mes parents et notre ami Pierre Pilard se sont plongés dans des versions encore brutes. Chacun m'a apporté des réflexions qui ont amélioré ce document.

Un dernier mot pour Michel Desbordes, éminent hydrologue montpelliérain, mais dont je n'avais pas suivi les enseignements à l'époque malgré l'aura qui l'entourait. J'ai profité de ce mémoire pour le voir à nouveau et en quelque sorte rattraper mon retard en matière d'hydrologie urbaine.

Et pour finir, un clin d'œil à notre promotion de formation continue composée de personnalités attachantes et complémentaires : Antoine, Brindille, Céline, Jean-Charles, Jean-Christophe, Jean-Pierre, Marie C, Marie N, Max, Oleks, Olivia et Séverine.

Table des matières

Remerciements	3
Table des matières	4
Résumé	5
Mots clés	5
Table des sigles	6
Introduction	7
1. Du « tout tuyau » aux techniques alternatives : une affaire de spécialistes	11
1.1 La nécessaire alternative au « tout tuyau »	12
1.1.1 Les fonctions d'un système de gestion des eaux pluviales	12
1.1.2 La technique « tout tuyau »	15
1.1.3 Les techniques alternatives : des outils qui font consensus... auprès des spécialistes	17
1.1.4 Vertus et faiblesses des techniques alternatives	20
1.1.5 La gestion intégrée des eaux pluviales : au sein du projet plutôt qu'à l'étape de réalisation	22
1.1.6 L'eau dans la ville : l'émergence d'une nouvelle discipline	23
1.2 Des freins multiples notamment sur l'aspect organisationnel	26
1.2.1 Un appareil législatif complexe et fragmenté	26
1.2.2 Des ouvrages techniques gérés par des services différents	30
1.2.3 Un financement délicat à opérer :	31
1.2.4 Difficultés de communication vers le grand public :	32
1.2.5 Des volontés de réformer le système :	33
2 Du projet urbain au projet politique	35
2.1 Du risque à la résilience	36
2.1.1 Aléa et vulnérabilité conduisent au risque	36
2.1.2 Traductions pour la GEMU	38
2.1.3 La co-gestion du système pluvial	40
2.2 L'intégration du pluvial dans le projet urbain : deux exemples métropolitains	44
2.2.1 L'Atelier des Territoires : une nouvelle approche de la désimperméabilisation	44
2.2.2 Coudoux, ou comment l'urbaniste revisite un projet d'extension	45
2.2.3 La rénovation urbaine repensée avec le pluvial : le Camp des Sarliers à Aubagne	49
2.2.4 De l'intérêt d'une conception intégrant les eaux pluviales	52
2.2.5 Quelques enseignements de l'Atelier des Territoires	54
3 Conclusion	56
Table des figures	60
Bibliographie	61
Annexe	63

Résumé

En gestion des eaux pluviales urbaines, les techniques alternatives sont désormais matures et réintroduisent le grand cycle de l'eau dans la cité. Malgré leurs nombreuses aménités et réponses aux attentes de la société civile, elles demeurent encore sous-employées au grand dam d'une communauté scientifique qui œuvre à leur épanouissement. Parmi les nombreux freins à ce déploiement figure notamment l'éparpillement des textes de loi, qui génère une dispersion des responsabilités entre différents services de l'Etat et des collectivités (voirie, assainissement, environnement, urbanisme). Les risques que font peser les inondations par ruissellement induisent une réflexion sur la résilience de la ville, et sur la nécessaire cogestion du système de gestion des eaux pluviales. Les territoires étudiés dans le cadre de l'Atelier des Territoires sur la métropole marseillaise montrent que l'intégration de cette problématique en amont du projet urbain et l'association des différentes parties prenantes débouchent sur des aménagements résilients et durables.

Mots clés

Eaux pluviales ; Techniques alternatives ; Gestion intégrée ; Résilience territoriale ;

Table des sigles

BHNS	Bus à Haut Niveau de service
CEPRI	Centre Européen de Prévention du Risque Inondation
CGCT	Code Général des Collectivités Territoriales
CLE	Commission Locale de l'Eau
DCE	Directive Cadre sur l'Eau
DDT	Direction Départementale des Territoires
DGALN	Direction Générale de l'Aménagement, du Logement et de la Nature
DICRIM	Documents d'information communale sur les risques majeurs
DREAL	Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement
EPAGE	Etablissement public d'aménagement et de gestion des eaux
EPCI	Etablissement Public de Coopération Intercommunale
EPTB	Établissements Publics Territoriaux de Bassin
GEMAPI	GEstion des Milieux Aquatiques et Prévention des Inondations
GEMU	Gestion des Eaux en Milieu Urbain
GERIMU	GEstion des Risques Inondations en Milieu Urbain
GIEC	Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat
ICPE	Installation Classée pour la Protection de l'Environnement
IOTA	Installations, Ouvrages, Travaux, Activités (nomenclature Loi sur l'Eau)
LEMA	Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques (30/12/2006)
MEDDE	Ministère de l'Environnement, du Développement Durable et de l'Énergie
OAP	Opération d'Aménagement et de Programmation
PADD	Projet d'Aménagement et de Développement Durable
PAPI	Programmes d'Actions de Prévention des Inondations
PCS	Plan Communal de Sauvegarde
PGRI	Plan de Gestion de Risque Inondation
PLU	Plan Local d'Urbanisme
PLUi	Plan Local d'Urbanisme Intercommunal
POS	Plan d'Occupation des Sols
PPI	Plan particulier d'intervention
PPR	Plan de Prévention des Risques
PPRI	Plan Prévention Risque Inondation
PPRR	Plan de Prévention Risque Ruissellement
SAGE	Schéma d'Aménagement et de Gestion de l'Eau
SCoT	Schéma de Cohérence Territorial
SDAGE	Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des eaux
SDGEP	Schéma Directeur de Gestion des Eaux de Pluie
SLGRI	Stratégies locales de gestion des risques d'inondation
SRU	Loi Solidarité et Renouvellement Urbain
TA	Techniques Alternatives

Introduction

L'eau tombe du ciel sous forme de pluie.

Cette phrase d'une banalité sans nom est pourtant le point de départ d'un processus complexe qui modifie la vie d'une cité :

- D'un côté, l'eau claire : indispensable à la croissance de la flore qui abrite une biodiversité, elle rafraîchit la ville par évapotranspiration et crée le paysage urbain.
- De l'autre côté, l'eau sombre : l'eau pluviale est aussi le vecteur de nombreuses pollutions non traitées et rejetées telles quelles dans le milieu naturel. D'autre part, les inondations par ruissellement provoquent chaque année des dégâts matériels et humains, renforcés par l'imperméabilisation croissante de nos cités.

C'est bien cette ambivalence qu'il faut prendre en compte quand on évoque les eaux pluviales.

Le présent mémoire a pour objet la manière dont les hommes gèrent cette eau dans la ville, et les évolutions récentes et souhaitées de cette gestion.

La première préoccupation des humains fut de se protéger de la pluie par l'intermédiaire d'abris plus ou moins élaborés. Dans un habitat groupé, l'ensemble de ces abris engendre des rigoles par lesquelles l'eau va rejoindre un point bas. En l'absence de pente du terrain naturel, l'eau stagne à proximité des habitations, et favorise les risques infectieux. C'est pourquoi depuis le début de l'urbanisation, un **réseau de caniveaux** est créé pour évacuer cette eau, source de risques. Sur son



Figure 1: l'eau pluviale-inondation : orages d'octobre 2015 dans les Alpes Maritimes

Source : <https://www.catnat.net>

chemin, les déchets et immondices sont ainsi lessivés et rejetés vers la rivière la plus proche, assainissant le quartier.

Mais l'accroissement des populations rime aussi avec accroissement des pollutions. S'il était capable d'épurer de faibles rejets, le milieu naturel ne l'est plus avec des flux toujours plus importants. Aussi, dès le début du XX^{ème} siècle pour les agglomérations importantes, mais de façon systématique à compter des années 1950, la **ségrégation des eaux usées et des eaux pluviales** est imposée : les eaux usées sont rassemblées dans des réseaux spécifiques, dirigées vers une station d'épuration, où elles sont dépolluées avant rejet

dans le milieu naturel. De leur côté, les eaux pluviales ont leur propre système de canalisations dont l'exutoire reste le milieu naturel, sans traitement préalable.

Avec la mise en place progressive de la dépollution des eaux usées, l'accroissement de l'imperméabilisation et des voiries, et la montée en puissance des mouvements environnementaux, l'importance de la pollution liée aux rejets pluviaux a provoqué une prise de conscience collective dès les années 1970. L'actualisation de techniques traditionnelles, baptisées pour l'occasion « **techniques alternatives** », répond à ces attentes, en facilitant l'infiltration des

eaux dans le sol, et par là-même la végétalisation. Citons pour exemple les toitures végétalisées, ou les noues d'infiltration le long des rues.

Sont ainsi associées, la protection contre les inondations, la diminution des pollutions pluviales, et le retour de la « nature en ville ». Après l'époque des hygiénistes qui cherchèrent à rejeter au loin les souillures de la ville, vint l'âge des hydrologues, spécialistes de l'hydraulique urbaine luttant contre les inondations, puis celui des environnementalistes soucieux de la qualité du milieu récepteur, et maintenant la génération des aménageurs urbains.

A première vue, ces nouvelles techniques sont l'aboutissement du processus de gestion des eaux pluviales, cumulant les aspects bénéfiques. En favorisant l'infiltration dans le sol, les volumes ruisselés sont moindres et limitent le risque d'inondation, la phytoépuration opérée par les végétaux assure une partie de la dépollution, et le tout produit un **environnement végétalisé** et frais, répondant aux attentes de la société.

Jusqu'alors, la gestion pluviale consistait à transvaser des mètres cubes d'un côté à l'autre de la ville, en parallèle de ce qui est réalisé dans le « petit cycle de l'eau »¹. Ces nouvelles techniques font entrer le « **grand cycle de l'eau** » dans la cité, ajoutant l'infiltration, le ruissellement (à maîtriser), et l'évaporation.



Figure 2 : L'eau pluviale-pollution : déchets collectés par un avaloir pluvial

Source : <https://metropoletpm.fr>

Or depuis près de 40 ans que ces techniques ont été mises en avant, les réalisations concrètes restent ponctuelles. La communauté scientifique ne cesse de se mobiliser, créant même une professionnalisation du métier qui se traduit par les conférences triennales de Novatech à Lyon².

Et pourtant, **il y a urgence**. Comme l'a souligné un récent rapport national sur le sujet (rapport dit « Roche » présenté plus loin), le retard pris par la France en matière de lutte contre les **pollutions** par temps de pluie fait peser un fort risque de contentieux vis-à-vis de l'Europe pour non-respect

d'une directive européenne. Par ailleurs, chaque année ou presque, des **inondations** dramatiques ont lieu dans notre pays provoquant des dégâts humains et économiques de moins en moins tolérés. Les changements climatiques vont sans doute accélérer ces phénomènes par augmentation des orages. Enfin, l'attente de la société civile est forte en matière de régénération de la ville, cherchant à concilier densification urbaine et « nature en ville ».

Nous allons nous attarder sur cette éclosion tardive, cherchant à diagnostiquer les éventuels freins limitant la diffusion des techniques alternatives dans les villes.

Comme nous l'avons vu plus haut, les techniques alternatives allient gestion hydraulique des eaux pluviales et support de végétalisation.

¹ Il s'agit du circuit qu'emprunte l'eau dans la ville, depuis sa captation dans le milieu, son traitement et transport vers les habitations, puis son retour vers un cours d'eau après collecte et dépollution

² Novatech est l'intitulé de symposium dédié à la gestion des eaux pluviales. La dixième édition a eu lieu en juillet 2019.

Nous nous attacherons à découvrir ces nouveaux outils, détaillant leurs bienfaits, mais aussi leurs inconvénients. La littérature scientifique est maintenant riche d'exemples et d'expérimentations, décrivant les éléments in situ, et présentant aussi le **retour d'expérience** en matière de maintenance, et le bilan économique global d'opérations concrètes.

Pour expliquer le retard de diffusion de ces techniques, plusieurs domaines seront convoqués. Les aspects réglementaires seront d'abord analysés, en tentant de découvrir comment sont répartis les textes de loi réglementant les eaux pluviales. La multiplicité de ces textes est sans doute une des difficultés rencontrées par les praticiens de l'eau pluviale. Issue des **textes réglementaires**, la répartition des compétences est ensuite étudiée pour mettre en relief les éventuelles lacunes ou doublons qui apparaissent dans la pratique. En parallèle, les moyens de financement s'avèrent difficilement mobilisables.



Figure 3 : l'eau pluviale - ressource (exemple de noue d'infiltration)

Source : CTB

Au-delà des difficultés d'ordre technique et administratif, c'est bien autour du processus de fabrication de la ville qu'il faut se pencher. Tant que les techniques alternatives ne feront que remplacer les techniques du « tout tuyau », les bénéfices ne seront pas à la hauteur des enjeux. Il faut dorénavant poser la problématique pluviale le plus en amont possible des projets. D'autre part, ces techniques restent dimensionnées pour des événements prédéfinis (pluie décennale par exemple), tout en réclamant aux privés de prendre une part du système. Pour qu'elle soit efficace, cette gestion doit donc impliquer la population.

Comme nous venons de le voir, le dimensionnement d'un tel système repose sur des hypothèses d'événements climatiques, auquel il répond par une protection contre les inondations. Le choix de ces hypothèses est actuellement porté par quelques élus et techniciens, or il engage l'ensemble de la vie de la cité. Par ailleurs le choix de la protection apportée par les équipements publics est en réalité un équilibre entre le coût des équipements et le risque admissible.

Il importe donc de se pencher sur les notions d'aléas, de vulnérabilité, débouchant sur le concept de risque. Ces sujets commencent à être abordés par la sociologie et la géographie par le biais de la résilience territoriale. Il nous faudra donc bien définir ces différents concepts à partir de la littérature récente et comprendre par quel raisonnement les risques majeurs se doivent d'être partagés avec toutes les parties prenantes de la société.

Pour illustrer ce vers quoi la gestion des eaux pluviales va tendre dans les prochaines années, le plus probant est de s'appuyer sur des expérimentations concrètes, afin d'en définir les préceptes de base et les résultats auxquels elles aboutissent. L'Atelier des Territoires est un appel à projet national, qui pour l'année 2017/2018 avait pour titre « Faire de l'eau une ressource pour l'aménagement ». Le projet régional s'est proposé d'agir sur l'imperméabilisation pour tendre vers un modèle renouvelé de métropole méditerranéenne ». Trois sites de la métropole Aix Marseille Provence ont été sélectionnés pour balayer la variété des usages (village rural, centre-ville, zone d'activités), et les projets urbains (en extension de l'enveloppe urbaine ou en rénovation). Les documents produits par l'étude et les entretiens réalisés avec quelques-uns de

ses acteurs permettent de comprendre le processus d'élaboration des projets et éclairent les résultats obtenus.

Le but de ce propos n'est pas de circonscrire la gestion des eaux pluviales, mais d'analyser le processus historique, de décrire les récentes avancées techniques, et les freins qui les accompagnent, et de s'appuyer sur des exemples concrets pour dégager quelques grandes orientations, et ouvrir vers des interrogations à investiguer.

1. Du « tout tuyau » aux techniques alternatives : une affaire de spécialistes

De tout temps, l'homme à canalisé les eaux, évitant certains points et déterminant leur exutoire dans le milieu naturel. Cette **anthropisation** s'est poursuivie et complexifiée ne serait-ce que par l'imperméabilisation croissante des villes. La gestion des eaux pluviales est donc indispensable dans le bon fonctionnement de la ville.

Après un rappel des fonctions d'un système de gestion pluviale, ce chapitre dresse le portrait de différentes techniques mises en œuvre dans la gestion des eaux pluviales.

Historiquement, les eaux pluviales font l'objet d'un système de régulation depuis l'installation des hommes en villages, notamment pour éviter toute stagnation synonyme de maladies liées à ces milieux humides. Rapidement un réseau de canalisations enterrées prend le relais pour optimiser ces transferts vers un exutoire naturel, souvent un cours d'eau. Avec l'arrivée de l'eau courante dans les habitations, les eaux usées dont elles sont la suite sont alors collectées dans ces mêmes canalisations. Progressivement durant le XX^{ème} siècle, les eaux usées sont collectées séparément pour être épurées en station d'épuration avant rejet au milieu naturel. La gestion de ce système se complexifiant, la profession se spécialise et l'optimisation des techniques est confiée à des spécialistes de l'hydraulique urbaine.

Depuis les années 1970, trois phénomènes vont conduire la profession à s'interroger sur cette gestion des eaux dans un système « tout tuyau » : l'**imperméabilisation** des sols liée à l'urbanisation croissante augmente les volumes mis en jeu et provoque des inondations de quartiers pouvant aboutir à des victimes humaines. Par ailleurs, l'importance de la voiture dans nos modes de vie conduit à construire voiries et parkings imperméables, collectant vers le réseau de voiries les sous-produits de la voiture : métaux lourds et hydrocarbures variés. Dans le même temps, l'écologie, la prise de conscience mondiale de la finitude de la planète Terre, et la nécessité de la protéger, met en lumière la dégradation des milieux récepteurs par les eaux pluviales.

Une solution est apportée par des **techniques dites « alternatives »**, qui font la part belle aux circulations douces de l'eau, plus conforme à l'esprit du temps prônant le retour à la nature. Nous passerons en revue ces nouvelles solutions, ainsi que les quelques foyers particulièrement actifs³, qui contribuent toujours à promouvoir ces techniques, non sans signaler les contraintes nouvelles qu'elles occasionnent.

Et pourtant, malgré les nombreux atouts de ces techniques, la gestion pluviale douce reste très discrète dans l'aménagement urbain. Cette absence interroge.

Nous tenterons alors de comprendre les freins à cette transformation technique. Le **statut légal et administratif des eaux pluviales** est particulièrement complexe. Autant les eaux potables et les eaux usées constituent chacune un service identifié, autant les eaux pluviales n'existent pas en tant que système. Selon la localisation de l'eau (sur la chaussée, dans des tuyaux, en domaine privé ou dans le cours d'eau récepteur), elle est prise en charge par des textes différents, qui

³ Lyon, Montpellier, Douai et le Département de la Seine Saint Denis pour citer les principaux.

s'adressent souvent à des services techniques différents. Il n'existe ainsi pas de continuum administratif entre l'eau déversée par une parcelle privée (service urbanisme), son écoulement sur la chaussée (service voirie), dans les tuyaux (service assainissement) ou son rejet à l'exutoire (service espaces naturels).

1.1 La nécessaire alternative au « tout tuyau »

La gestion des eaux pluviales s'opère avec une série d'ouvrages permettant de réguler les eaux météoriques depuis leur point de chute, jusqu'au point bas du bassin versant, exutoire naturel de ces eaux.

Avant de passer en revue les différentes techniques employées à cette fin, il est intéressant de revenir sur la pluie, et les phénomènes naturels qui déterminent son devenir sur le sol.

1.1.1 Les fonctions d'un système de gestion des eaux pluviales

Par définition, un système de gestion des eaux pluviales a trait au devenir des eaux de pluie une fois qu'elles ont touché le sol. Elles s'y infiltrent naturellement en fonction de sa perméabilité. Le surplus s'écoule selon les plus fortes pentes jusqu'au point bas, dessinant ainsi un bassin versant. Pour éviter son accumulation, une série de caniveaux, de tuyaux, la canalisent vers un point bas choisi.

1.1.1.1 La pluie : un phénomène naturel encore mal connu

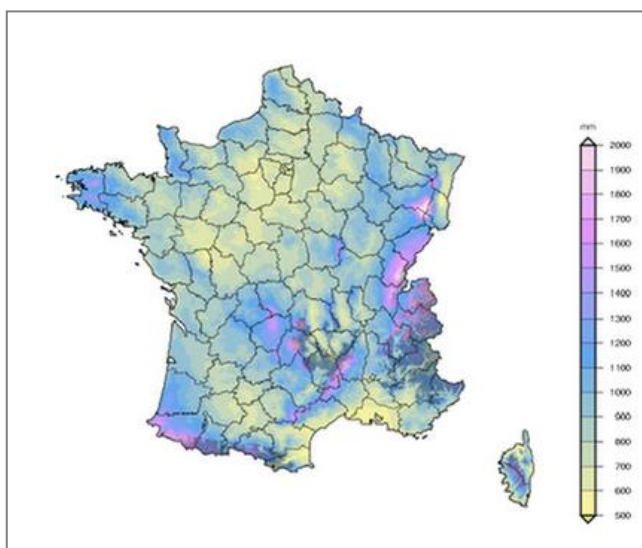


Figure 4: Pluviométrie moyenne en France

Source : météo France (Roche 2017)

La pluie est un phénomène naturel, phase essentielle du grand cycle de l'eau, par lequel l'eau contenue dans l'atmosphère se condense en gouttes d'eau qui rejoignent le sol par gravité. La pluie est mesurée en millimètres d'eau par unité de surface (m^2) et par unité de temps (heure, jour ou année le plus usuellement).

En France métropolitaine, il pleut environ 700 mm d'eau par an, soit un peu moins d'un mètre cube par mètre carré.

Cette moyenne est cependant variable selon les régions et leurs climats. En région méditerranéenne, les pluies se concentrent à

l'automne et au printemps, avec des épisodes orageux caractérisés par une forte intensité pluvieuse qu'il n'est pas possible de prédire plus de quelques heures avant son arrivée.

La dangerosité du phénomène dépend directement du flux (quantité d'eau par unité de temps) qui s'abat sur un territoire donné. Pour caractériser une pluie, les spécialistes

utilisent la notion de « **temps de retour** ». Une pluie décennale correspond à un évènement qui a lieu statistiquement une fois tous les 10 ans, sur la base de chroniques de relevés les plus complètes possible. Mais cette définition ne rend pas assez compte du caractère statistique du phénomène : deux pluies décennales peuvent être observées la même année sans que cela ne choque les spécialistes. En revanche, les habitants impactés par les inondations provoquées par ces pluies n'apprécient que modérément les subtilités des statistiques. On peut alors préférer une autre approche, qui précise qu'une pluie décennale a une chance sur 10 de se produire une année donnée.

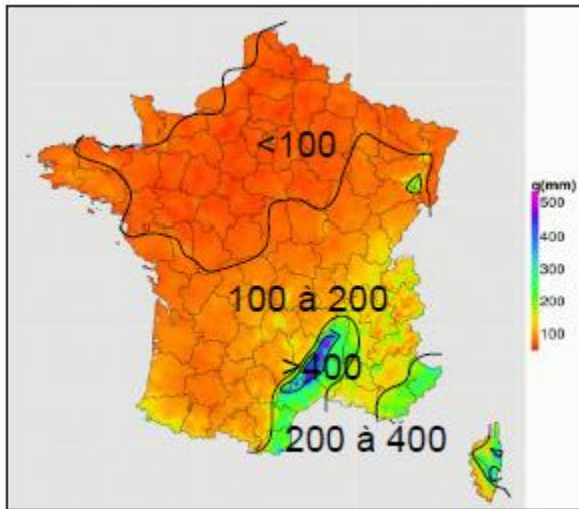


Figure 5 : carte des pluies journalières de fréquence cinquantennale

Source : Roche (2017) d'après Météo France

En matière de gestion des eaux pluviales, la notion de temps de retour est primordiale car elle fixe le dimensionnement des ouvrages. Pour avoir un ordre de grandeur, la figure 5 dresse la carte de l'intensité (en mm d'eau par jour) des pluies cinquantennales. Selon les régions, cette donnée est très variable, s'échelonnant de 100 mm/jour dans le bassin parisien à 400 mm/jour sur les contreforts des Cévennes⁴. Ces chiffres sont à comparer aux pluviosités annuelles : en zone méditerranéenne, la pluie cinquantennale représente près de la moitié de la moyenne annuelle. Autre illustration, lors des inondations catastrophiques que la ville de Nîmes a subies en 1988, il a été mesuré en certains points jusqu'à 700 mm en 24 heures. Il a plu ce jour-là en 1 jour, ce qu'il pleut en 1 an !

Par un processus retour, les statistiques de relevés météorologiques permettent, via la formule de Montana⁵, de déterminer le volume généré par une pluie. Cet outil est la base du dimensionnement de tous les ouvrages de gestion d'eau pluviale : en se fixant une **pluie projet** (pluie décennale, trentennale, cinquantennale, voire centennale selon le degré de protection visé), la formule de Montana permet d'estimer le débit maximal à évacuer par les canalisations. Plus le débit est important, plus le diamètre du tuyau, la taille du bassin de rétention, seront importants et donc onéreux.

Par rapport à nos ancêtres qui craignaient que « le ciel (ne) leur tombe sur la tête » (Gosciny 1961), les connaissances à notre disposition au XXIème siècle nous permettent de **prévoir la météorologie** avec une quinzaine de jours d'avance, et des degrés de fiabilité qui vont croissant. Néanmoins, ces prévisions sont fiables pour des surfaces de l'ordre de 100 km², mais guère en deçà. Or la différence entre un évènement important et un évènement majeur se situe à l'échelle géographique plus faible, de l'ordre de quelques km² (Roche 2017). Nos outils actuels sont donc encore perfectibles en matière de prévision des pluies.

⁴ C'est pourquoi en France nous nommons les orages très violents de « phénomène cévenol ». Il serait plus approprié de parler de « phénomène méditerranéen » car ils sont observés sur tout le littoral méditerranéen du détroit de Gibraltar à la pointe de la botte italienne.

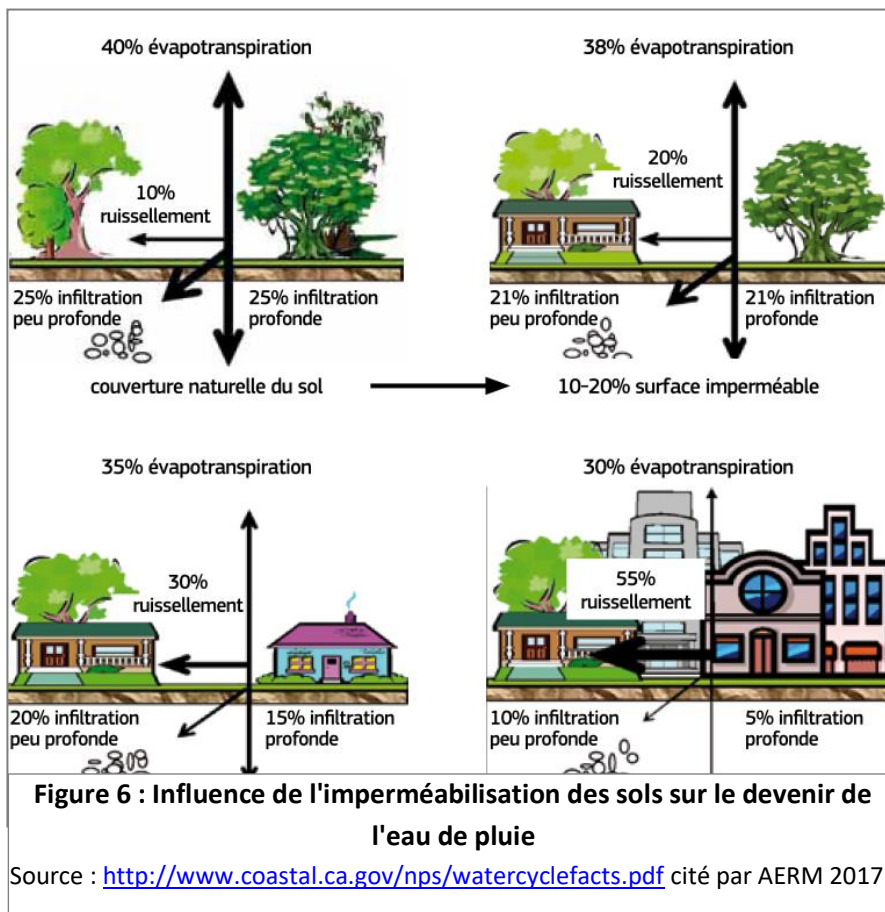
⁵ **Formule de Montana** $h(t) = a \times t^{(1-b)}$ avec $h(t)$: pluie en millimètres ; t : durée de la pluie en minutes ; a et b : coefficients de Montana déterminés selon la région

1.1.1.2 Le devenir de l'eau de pluie et les trois options qui lui sont offertes
 Une fois tombée du ciel, il convient de s'intéresser au devenir de l'eau. Elle peut prendre 3 directions distinctes :

Elle retourne dans l'atmosphère par les processus d'évaporation et d'évapotranspiration par les végétaux ;

Elle s'infiltre dans le sol et le sous-sol ;

Elle ruisselle sur le sol, et s'écoule naturellement vers le point bas. C'est ce dernier phénomène qui est à la base de la nécessité d'un système de gestion des eaux pluviales.



L'imperméabilisation joue un rôle primordial dans la répartition de ces 3 destinations. L'intensité du **ruissellement** dépend de la nature du sol, de son degré d'imperméabilisation, et de sa pente. Cette dernière accélère la vitesse de l'eau, réduisant l'infiltration.

En terrain naturel, le retour atmosphérique représente près de 40% des volumes en jeu, les infiltrations environ 50%, et le ruissellement 10%. L'imperméabilisation croissante des sols, provoque une inversion des flux infiltrés et ruisselés, jusqu'à obtenir 55 % de ruissellement pour des imperméabilisations très

fortes (Cf. figure 6).

L'imperméabilisation a donc un impact direct sur les volumes ruisselés.

La physique et notamment la gravitation universelle conduit l'eau à emprunter systématiquement le chemin le plus pentu pour rejoindre le point bas. Cette situation triviale révèle néanmoins deux notions importantes qui prévalent à la gestion des eaux de pluie : l'eau coule par des **chemins préférentiels**, et s'ils sont obstrués, elle trouvera toujours à s'écouler, même si ce n'était pas prévu à l'origine. Par ailleurs, l'eau s'accumule systématiquement dans les points bas, provoquant inondations et stagnations. « Chemins de pluie » et « **zones de concentration** » sont les deux principes géographiques à surveiller pour aménager un territoire.

Les hommes ont toujours cherché à canaliser les forces hydriques, par la création d'ouvrages dimensionnés à partir de la connaissance des volumes d'eaux mis en jeu et du coefficient de ruissellement. Dans un premier temps, le diamètre des tuyaux étaient définis de manière empirique. A Paris, les travaux entrepris par Belgrand imposaient que ces réseaux soient visitables, soit d'une hauteur minimale de 1,20 mètre (Chouli 2006). Une avancée notable intervint en 1949 avec la promulgation de la directive CG 1333 dite « Caquot » (du nom de son auteur) qui calculait les volumes d'eau en fonction du temps de retour de la pluie (pluies décennales, trentennale, cinquennale et centennale), et du coefficient de ruissellement. Cependant, en l'absence de chroniques suffisamment longues, les calculs statistiques donnant les temps de retour n'ont pu être déterminés qu'à partir des données de la station météorologique de Paris-Montsouris. Ainsi, jusqu'en 1977, date de parution d'une nouvelle directive, tous les réseaux pluviaux français ont été **dimensionnés** sur la pluie décennale parisienne (Desbordes 2009) ! Il est par ailleurs intéressant de noter que cette circulaire « impose » aussi la pluie décennale comme référence pour le dimensionnement des réseaux. Il s'agit là d'un seuil, déterminé empiriquement par les hydrologues et qui régit la sécurité des habitants vis-à-vis des débordements, sans que le maire, responsable de la sécurité de ses habitants, n'y soit associé.

De nos jours, entre les progrès de la recherche en hydrologie urbaine et les avancées du matériel informatique, des **modèles mathématiques** sont capables de calculer pour un territoire donné les volumes ruisselés. Ces calculs s'appuient sur les intensités de pluies selon leur temps de retour, et la topographie fine déterminée par les Modèles Numériques de Terrain (MNT), ou les données fournies par l'imagerie satellite de type LIDAR. Ce sont des études onéreuses, mais qui déterminent très précisément les chemins empruntés par le ruissellement (chemins de pluie), et les potentielles zones de concentration.

1.1.2 La technique « tout tuyau »

Dès les premières urbanisations, des canaux ou caniveaux à ciel ouvert permettaient d'éloigner l'eau de pluie vers la rivière la plus proche.

Par la suite, la densité des villes a conduit à enterrer ces ouvrages, puis à y introduire les pollutions domestiques, tirant profit du rôle de vecteur que réalise alors l'eau. Enterrer de tels rejets permet aussi de mettre un terme, là où on les cache, aux nuisances olfactives et visuelles. Les principes hydrauliques d'un tel dispositif sont donc de canaliser l'eau, de la rassembler dans un réseau réticulé de diamètre croissant, pour un rejet des eaux et des pollutions vers le milieu naturel. Partant du principe « qui peut le plus, peut le moins », ces ouvrages sont dimensionnés sur des pluies de temps de retour important mais très intenses générant des volumes d'eaux conséquents. Souvent, les rus et petits ruisseaux sont par la même occasion **calibrés et enterrés**, autorisant une urbanisation de surface souvent sous la forme de nouvelles voies.

Ce même système de canalisations va aussi accueillir les eaux usées lorsqu'au début du XX^{ème} siècle, l'installation de l'eau courante dans les immeubles, nécessite de les récupérer. Les tuyaux collectant eaux pluviales et eaux usées seront alors dénommés

« réseau unitaire » ou de façon plus générale le « **tout à l'égout**⁶ ». L'objectif reste cependant d'évacuer le plus rapidement les flots souillés vers un point de rejet le plus loin possible de la ville.

A la fin des années 1960, les premiers dysfonctionnements sont observés en liaison avec l'imperméabilisation croissante des villes. Les volumes d'eau à évacuer croissent sans arrêt, dans des tuyaux dimensionnés originellement pour des quantités moindres. L'accélération des vitesses et l'augmentation des volumes drainés par **l'imperméabilisation** entraînent ainsi des inondations dans les points bas.

La première retombée indésirable de ce système est l'effet de seuil perçu par les usagers. Tant que la pluie génère des volumes acceptables par les tuyaux, tout se déroule « en coulisse », les nuisances disparaissant dès leur génération. En revanche, pour des phénomènes exceptionnels, les réseaux sont saturés et débordent où ils peuvent. Pour limiter les inondations, « il suffit de » poser des tuyaux de diamètres plus importants, capables de faire transiter de plus gros flux. Mais la densification de la ville et de son sous-sol ne permet plus de tels ouvrages. Pour l'utilisateur, l'invisibilité du dispositif lui confère un côté magique, oubliant le risque. Il y a là un **effet de seuil** qui ne favorise pas la prise de conscience du risque permanent lié au ruissellement.

L'entretien des réseaux est un autre aspect délicat : contrairement aux réseaux d'eaux usées qui transportent des matières de densité proche de l'eau, les systèmes d'eaux pluviales concentrent les limons et graviers des sols, qui décantent dans les tuyaux et les obstruent progressivement. Le curage de tels ouvrages prend alors des proportions techniques et financières qui ne favorisent pas leur exécution en temps et en heure. De plus, ces réseaux étant enterrés, en l'absence de surveillance régulière, **l'obstruction** progressive est souvent détectée par les débordements, après les événements que le système est chargé de contenir.

Par ailleurs, le réseau réticulé est un outil **difficilement adaptable**. Au fur et à mesure de l'extension des villes, le système de canalisations devient de plus en plus complexe, et son dimensionnement initial ne permet que difficilement de prendre en charge de nouveaux quartiers. Le réseau d'eau pluviale se complexifiant alors, les impacts des nouveaux raccordements ne sont visibles qu'à l'aval, parfois en des points très éloignés. Il est alors difficile de faire le lien de causalité entre des débordements sporadiques mais de plus en plus fréquents, et l'imperméabilisation croissante située en amont (Locatelli 2014).

Le dernier grief tient en son aspect monofonctionnel : les canalisations sont dimensionnées pour gérer de gros volumes d'eau. Leur unité de construction est le m³ d'eau. En revanche, la qualité des eaux est très peu modifiée par ces ouvrages, qui restituent donc au milieu naturel tout ce qu'elles ont drainé sur leur passage. C'est ainsi que la directive dite Caquot édictée en 1949 (voir plus haut) promeut aussi la gestion séparative des eaux usées domestiques et des eaux pluviales. A partir de cette époque, les villes se dotent d'un **double réseau d'assainissement**, un pour les eaux usées, l'autre pour les eaux pluviales, supposées moins chargées en polluants.

⁶ La notion de « tout à l'égout » est encore vivace de nos jours, extrêmement néfaste pour l'Environnement. Tant que nous considérerons que TOUT peut être jeté à l'égout, les stations d'épuration recevront des polluants qu'elles ne peuvent dégrader (solvants par exemple), et les eaux pluviales rejettent tout type de macro-déchets.

C'est dans les années 1980 que les notions de qualité des eaux pluviales vont faire leur apparition, en liaison avec l'accroissement des déplacements automobiles générant des pollutions aux hydrocarbures et aux métaux lourds (pneumatiques).

1.1.3 Les techniques alternatives : des outils qui font consensus... auprès des spécialistes

Contrairement au système « tout tuyau », les techniques alternatives (TA) promeuvent la limitation des quantités d'eau en jeu en favorisant leur infiltration au plus proche de leur point de chute, en réduisant les vitesses d'écoulement par l'allongement du cheminement de l'eau.

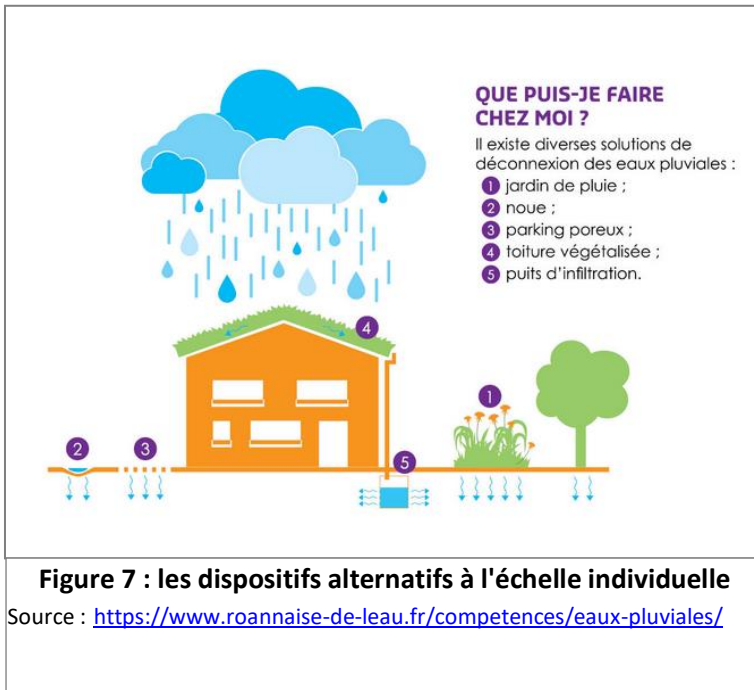


Figure 7 : les dispositifs alternatifs à l'échelle individuelle

Source : <https://www.roannaise-de-leau.fr/competences/eaux-pluviales/>

Une des caractéristiques des TA réside dans le choix d'équiper la ville d'ouvrages « à ciel ouvert », et connectés au sol et sous-sol pour l'infiltration. Cette approche, plus naturelle, est à relier à la reconquête des cours d'eau urbains, gage d'entrée de la nature en ville, mais elle nécessite une attention à la **topographie**, qui indique les chemins naturels de l'eau dans la ville ou chemins de pluie.

1.1.3.1 Les dispositifs d'infiltration

Le rôle dévolu à ces ouvrages est de favoriser l'infiltration de l'eau dans le sol, le plus en amont possible pour éviter sa concentration en aval.

1.1.3.1.1 Les jardins de pluie



Figure 8 : Jardin de pluie dans un Eco-quartier

Source : CEREMA

Le jardin de pluie, est une dépression du sol dans laquelle sont déversées les eaux collectées alentour pour une infiltration totale. Majoritairement préconisé pour les habitations, ce dispositif favorise une végétalisation variée dans cet espace régulièrement arrosé. Un traitement paysager du dispositif le rend attractif (d'où son nom) tout en restant opérationnel.

Cependant, ces aménagements ne sont compatibles qu'avec des sols perméables.

1.1.3.1.2 Les puits d'infiltration

En l'absence de foncier autorisant la création d'un jardin de pluie, le puit d'infiltration est constitué d'une excavation du sol, remplie de matériau drainant très poreux, reçoit les eaux provenant des surfaces imperméabilisées, pour une infiltration dans le sol. La faible emprise au sol ne permet pas de traitement paysager particulier.

Ces dispositifs ne sont compatibles qu'avec des sols perméables, en s'assurant qu'ils ne soient pas saturés par la nappe phréatique sous-jacente.

Pour éviter le colmatage, un film géotextile ceinture le dispositif. Une attention doit être portée sur la qualité des eaux collectées pour éviter la pollution des nappes phréatiques.

1.1.3.2 Les dispositifs de stockage

Ces dispositifs ont pour objet de stocker une partie de l'eau ruisselée avec un débit de fuite maîtrisé, tout en favorisant son évaporation ou consommation par les végétaux.

1.1.3.2.1 Les toitures végétalisées

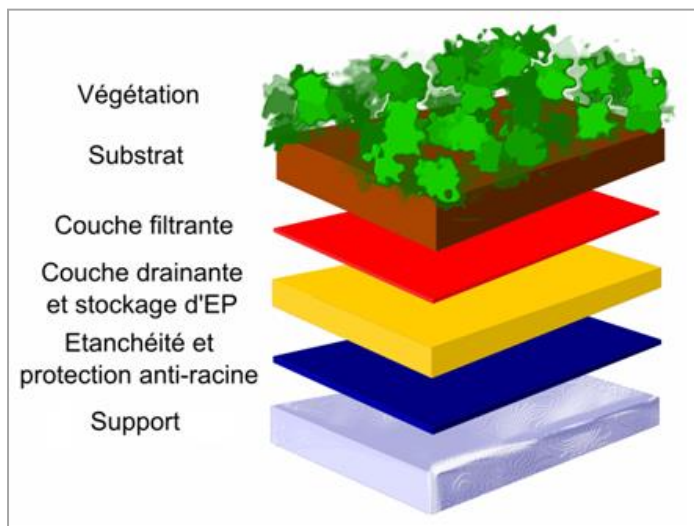


Figure 9 : coupe du dispositif de toiture végétale

Source : Ministère de l'Environnement

La toiture terrasse est pourvue d'une couche de terre permettant le stockage de l'eau des pluies faibles à moyennes, et une végétalisation liée à la présence d'eau. Pour les fortes pluies, un trop plein rejette le surplus sur le terrain, pour une infiltration ou plus fréquemment pour une évacuation vers un exutoire du système de gestion global.

De nombreuses publications ont traité cette nouvelle technique, tant sur la

faisabilité technique que sur ses résultats en matière de bilan hydraulique et même

en termes de qualité d'eau rejetée. Certains essais tentent même de mettre au point des systèmes sans aucun rejet au sol (Cerema 2019).

Néanmoins, une toiture terrasse ne s'improvise pas, et nécessite une étude et une réalisation soignées, sous peine d'infiltrations dommageables pour le bâti.

Notons aussi qu'en **zone méditerranéenne**, avec des périodes de sécheresses prononcées, la dénomination de « végétalisée » est toute relative : peu de plantes résistent à des sols sans eau. Néanmoins, le stockage des petites pluies et leur évaporation permet de ne pas rejeter ces eaux dans l'espace urbain. La fonction hydraulique reste donc opérationnelle.

1.1.3.2.2 Les bassins de rétention

L'objectif de ces ouvrages est le stockage temporaire des eaux collectées dans le bassin versant amont, avec un débit de restitution régulé pour limiter l'effet de crue en aval. Ce sont souvent des ouvrages imposants capables de stocker des centaines, voire des milliers de mètres-cube.

Dans les techniques « tout tuyau », ce dispositif a trouvé sa place pour limiter l'effet de crue. D'abord traditionnellement enterrés (pour donner plus de place en surface), ces bassins sont dorénavant à ciel ouvert dans le cadre des techniques alternatives. Etant donné leur faible durée d'utilisation (uniquement lors de fortes pluies peu fréquentes), d'autres usages sont possibles : terrains de sports, espace paysager. Ils sont alors intégrables dans l'espace public.

1.1.3.3 Les dispositifs mixtes

1.1.3.3.1 Les voiries à structure de réservoir

Au-delà de leur fonction première de support de la circulation automobile, ces voiries (ou parkings), sont équipés de matériaux spécifiques d'une grande porosité (enrobés drainants, bétons poreux). L'eau de pluie est ainsi stockée dans les interstices du matériau puis rejoint le milieu naturel par infiltration, ou est collectée dans des drains convergeant vers le système de collecte aval, en retardant sa restitution.

Outre sa fonction hydraulique, ce type de revêtement apporte un plus grand **confort** de conduite, ne produisant ni flaque, ni projections, et diminuant les bruits de roulement.

Deux éléments sont à surveiller : le colmatage du matériau, pouvant le rendre progressivement imperméable, et les risques de pollution directe des nappes phréatiques sous-jacentes.

1.1.3.3.2 Les tranchées

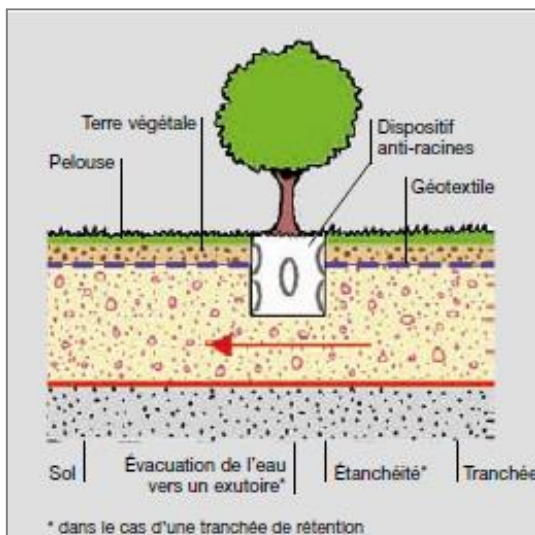


Figure 10 : coupe schématique d'une tranchée filtrante

Source : Certu 98

La tranchée est constituée d'une excavation longitudinale du sol, emplies d'un matériau poreux permettant la circulation de l'eau. Cette dernière est recueillie en surface, stockée dans la tranchée drainante, puis restituée à de faibles débits. Par ailleurs, ces faibles vitesses vont favoriser l'infiltration dans le sol, autant d'eau qui ne rejoindra pas le point bas du système.

Il s'agit d'une technique capable de remplacer avantageusement un tuyau enterré, bien que nécessitant une largeur un peu supérieure. Cependant la réduction des volumes et la limitation des vitesses sont très qualitatives pour le système global.

En revanche, selon l'encombrement du sol, cette technique est plutôt vouée aux zones périurbaines, et son colmatage progressif n'est pas visualisable, ni réversible.

1.1.3.3 Les noues



Figure 11: exemple de noue paysagère

Source : IRSTEA / Cherqui

La noue est un fossé dont le fond et les larges bords sont calculés en fonction de la topographie et des volumes mis en jeu par les pluies. Pour les faibles pluies, l'infiltration dans le sol est la fonction première ; pour les pluies plus importantes, l'écoulement vers un exutoire du système de gestion des eaux pluviales permet son évacuation. Un drain central peut aussi être ajouté pour faciliter le transfert vers l'exutoire.

L'intérêt de ces dispositifs vient de leur caractère visible, ce qui permet de déclencher leur entretien de façon optimale. Par ailleurs, la disponibilité de l'eau autorise une végétalisation de ses abords.

L'inconvénient des noues réside dans le foncier nécessaire à ces ouvrages relativement larges, et au soin à apporter en matière de topographie pour avoir une pente régulière du fond.

1.1.4 Vertus et faiblesses des techniques alternatives

1.1.4.1 Des bénéfices bien au-delà de la logique hydraulique

L'engouement pour les techniques alternatives tient en leurs nombreuses contributions positives, tant sur le plan hydraulique en remplacement des systèmes traditionnels, que par les horizons qu'elles ouvrent.

Le principe de ces ouvrages est tout d'abord de favoriser l'infiltration, pour réduire les volumes qui sont amenés à ruisseler. Cette **infiltration** dans le sol assure aussi la réalimentation en eau du sous-sol et des nappes phréatiques, qui pâtissent de l'imperméabilisation. Cet apport hydrique dans le sol active aussi l'activité biologique qui y est associée.

Par ailleurs, cette eau nouvellement disponible autorise une **végétalisation** dont les paysagistes peuvent tirer profit pour inventer une nouvelle forme de paysage urbain, créant ainsi une biodiversité d'autant plus riche que les espèces plantées seront variées. Si les noues sont si prisées, c'est qu'elles augurent d'un prolongement des trames vertes et bleues au sein même du tissu urbain, donnant un vrai sens à la notion de « Nature en ville ».

Qui plus est, les espaces végétalisés apportent un confort thermique à leurs usagers : par leur respiration naturelle, les arbres rejettent de l'eau dans l'atmosphère en journée. La réaction physique d'évaporation consomme des calories atmosphériques et contribue au **rafraîchissement** de l'air.

Les urbanistes se sont emparés de ces nouveaux objets urbains mis à jour dans l'espace public : occupés par l'eau une très faible partie du temps, ces espaces sont disponibles la majeure partie du temps pour **d'autres usages**, procurant des respirations au cœur du

tissu urbain. C'est ainsi que des bassins d'infiltration, auparavant clôturés, sont imaginés en terrains de jeu, en zones de rencontre.

Dernier élément, et pas des moindres, l'aspect financier. Aussi curieux que cela puisse paraître, le volet économique est favorable aux TA.

De nombreux travaux ont été menés pour tenter de comparer sur le plan **économique**, les techniques alternatives et les réseaux traditionnels enterrés. La grande majorité des résultats publiés sont en faveur des TA. Certes, les études préalables sont plus coûteuses, et tout particulièrement durant cette période de transition et d'adaptation des différents intervenants. Même en intégrant la maintenance et le renouvellement, le bilan économique global de l'opération, du berceau à la tombe, est inférieur à la technique traditionnelle.

Au delà des aspects purement financiers, elles ouvrent vers des bénéfices immatériels : de nouveaux espaces publics sont mis à disposition. Le CEREMA développe une approche pour donner des arguments à la multifonctionnalité des ouvrages pluviaux à ciel ouvert au travers du projet GIEMU (Gestion Intégrée des Eaux en Milieu Urbain). L'objectif est de donner aux élus un outil d'évaluation des **gains immatériels** de chacune des techniques sur la base de performances mesurables et de perception par les acteurs (Saulais 2019)

Certaines études sont particulièrement innovantes intégrant la perception qu'en ont les différents acteurs. Que ce soient les techniciens, les élus, les gestionnaires ou les habitants, quand on intègre la totalité des coûts (investissement, entretien et renouvellement), et la **perception** du service, les noues et les revêtements poreux sont plébiscités, a contrario d'un système « tout tuyau » (Couturier 2019).

1.1.4.2 « Personne n'est parfait »

Un des principes des TA est donc l'infiltration des eaux de pluie au plus proche de leur point de chute. Ces eaux sont parfaitement admissibles par le sol en tant que milieu naturel si ces eaux n'ont que peu ruisselé sur des surfaces anthropisées. En effet, au contact des toitures, des surfaces de voiries, parkings, ou de terres cultivées, les eaux de pluies se chargent de différentes molécules (hydrocarbures, métaux lourds) et **contaminent** les nappes souterraines. C'est pourquoi les dispositifs d'infiltration pour des surfaces imperméabilisées de plus de 1 hectare sont soumis à la loi sur l'eau (voir 1.2.1), alourdissant d'autant le processus administratif. De très nombreuses études traitent de la qualité des eaux pluviales et des concentrations en différents polluants. La phytoépuration opérée par les végétaux tapissant les ouvrages d'infiltration créent un abattement non négligeable, cependant variable selon les molécules et les concentrations en jeu.

La gestion des eaux pluviales par les techniques alternatives repose sur un réseau de dispositifs, disposés sur l'ensemble du bassin versant, tant en domaine public qu'en **domaine privé**. C'est l'infiltration sur l'ensemble des points amonts qui permet de réduire la dimension des ouvrages en aval. En l'absence de contrôle de ces micro-points d'infiltration, le système peut vite dériver. Par ailleurs le **bénéfice** de chaque micro-action n'est pas quantifiable, et n'a pas d'effet mesurable sur l'aval. A l'inverse, les ouvrages dits traditionnels, composés d'un faible nombre d'équipements, et dont

l'action unitaire est quantifiable, sont rassurants vis-à-vis de la protection contre les débordements.

Les TA nécessitent du foncier : elles occupent de l'espace. Dans le cas d'extension à l'urbanisation, l'intégration de la problématique pluviale à l'amont du projet résout cette difficulté. C'est beaucoup plus délicat pour des réhabilitations ou des **renouvellements urbains**, dans un environnement déjà contraint.

Les techniques alternatives, ne sont pas qu'une alternative à un système antérieur. Elles induisent aussi une nouvelle façon de penser la circulation des eaux, en surface. Le préalable est une parfaite connaissance de la topographie des lieux, pour en définir des bassins versants et des talwegs qui seront le siège des noues d'infiltration. C'est une **évolution des rôles** de maître d'ouvrage et maître d'œuvre qui s'impose. Pour la réalisation des travaux, les équipes formées aux tranchées ou aux forages orientés doivent aussi avoir des compétences pour installer ces ouvrages à la géométrie maîtrisée, avec des matériaux naturels. Or les techniques traditionnelles constituent un écosystème dans lequel chacun connaît son rôle. Le changement est donc à opérer à tous les niveaux, chacun avec ses réticences propres : positionnement stratégique vis-à-vis des concurrents, formation de ses collaborateurs...

1.1.4.3 Les moustiques

Ces petites bêtes méritent bien un paragraphe spécifique car c'est LA question qui est systématiquement soulevée au sujet des techniques alternatives : en favorisant l'infiltration, ces ouvrages peuvent générer des flaques ou dépression humides, lieu de prédilection des moustiques.

Cette question a fait l'objet d'une étude approfondie sur la métropole lyonnaise. Ses conclusions affirment que certaines espèces de moustiques ont été décelées dans des ouvrages de gestion pluviale, mais très peu de pathogènes. La présence du moustique tigre (*Aedes albopictus*), vecteur de nombreuses maladies n'a **pas été observée**. Les noues et toitures végétalisées, en l'absence de flaques suffisantes sont exemptes de ces diptères. Ces résultats s'appuient sur le bon dimensionnement des ouvrages, notamment pour s'assurer que l'infiltration des pluies s'opère en moins de 4 jours, période nécessaire à l'incubation des larves (Valdelfener et al, 2017).

Pour les ouvrages constamment en eau, recréant les conditions d'un milieu local humide, un écosystème se met progressivement en place avec batraciens et autres prédateurs, assurant la non-prolifération des moustiques.

1.1.5 La gestion intégrée des eaux pluviales : au sein du projet plutôt qu'à l'étape de réalisation

Outre leurs qualités intrinsèques, les techniques alternatives ont aussi provoqué un changement de paradigme.

Durant l'ère des réseaux réticulés enterrés, la problématique des eaux pluviales était souvent traitée au stade de la mise au point de l'opération. Après avoir « posé » le bâti et les voiries, on fait appel au bureau d'étude pour calculer au plus juste le passage des réseaux d'eaux pluviales.

Les techniques à ciel ouvert impliquent une gestion de ces objets urbains en domaine public. C'est le rôle dévolu à l'urbaniste, qui dès lors souhaite intégrer cette composante dès la conception de son projet. Du statut d'appendice technique du chantier, voire mal nécessaire, les eaux pluviales deviennent actrices de l'espace public. En elles-mêmes les techniques alternatives ne sont que des outils, positionnés sur un territoire pour former un système de gestion des eaux pluviales. Tant qu'elles ne seront qu'« alternatives » au système ancien, le bénéfice ne sera que partiel. Il sera total quand elles seront « intégrées » à l'amont du projet.

Néanmoins, n'imaginons pas que les TA vont supplanter les réseaux enterrés. D'un part, dans les quartiers existants, les réseaux en place ne seront que peu remplacés par les techniques à ciel ouvert du fait principalement de la question du foncier nécessaire. D'autre part, dans les opérations neuves ou de réhabilitation, les techniques alternatives sont aptes à gérer les pluies faibles à moyennes, mais pour les événements plus intenses, les débordements peuvent nécessiter des aménagements souterrains selon la configuration locale.

En conclusion, le système de gestion des eaux pluviales de demain est donc à imaginer dès le projet urbain, mêlant canalisations enterrées et techniques alternatives en fonction des besoins.

1.1.6 L'eau dans la ville : l'émergence d'une nouvelle discipline

Dès la fin des années 1970, les plus éminents hydrologues s'interrogent sur le devenir de leur spécialité, tiraillée entre l'hydraulique, l'environnement, l'urbanisme. Desbordes compare ses collègues à des ornithorynques, cet animal que les scientifiques de l'époque ont eu tant de mal à introduire dans les cases de la classification animale (Desbordes 1995) !

Il faut aussi intégrer dans la réflexion le grand bouleversement administratif que constituèrent les lois de **décentralisation** dès 1982. Jusqu'à cette date, les services de l'Etat qui définissaient les règles de l'art et de la profession, avec des techniciens rompus à ces techniques. La décentralisation va progressivement provoquer un délitement de cette expertise (Chouli 2006).

ADOPTA : l'Association pour le Développement Opérationnel et la Promotion des Techniques Alternatives tire profit de l'expérience acquise par l'agglomération de Douai en matières de TA, et les promeut par des showrooms, des publications et des recherches liées aux performances de ces techniques.

Le renouveau va apparaître à partir de quelques noyaux dans lesquels une expertise technique plutôt universitaire va trouver un écho auprès des élus locaux : citons Lyon avec l'INSA,

Montpellier avec l'Université, mais aussi le conseil général de Seine Saint Denis, ou encore l'agglomération de Douai. Les premières expérimentations in situ des techniques alternatives ont été tentées sur ces territoires, et progressivement une profession est née. En plus des hydrologues urbains, des environmentalistes vont y être intégrés, au fur et à mesure de leurs travaux sur l'évaluation de la pollution pluviale stricte, et plus récemment, des urbanistes, des sociologues y sont associés.

GRAIE : Groupe de Recherche Animation technique et Information sur l'eau est une association créée en 1985, regroupant des chercheurs (INSA Lyon), des collectivités (dont le Grand Lyon) et des entreprises. Quatre thématiques sont analysées (Eau dans la ville, Eau et Santé, milieux aquatiques et assainissement) en s'appuyant sur 5 sites de Recherche, dont l'OTHU qui s'attache à l'hydrologie urbaine. Le Graie anime les rencontres internationales NOVATECH, haut lieu du monde pluvial français, et produit de nombreuses études sur le sujet.

La conférence NOVATECH est le premier rassemblement pérenne de spécialistes des eaux pluviales en France. Novatech est un congrès qui se tient tous les 3 ans à Lyon, dédié aux innovations en matière d'«eau dans la ville» (Urban Water en anglais). La onzième édition (juillet 2019) a rassemblé près de 500

personnes et accueilli 200 communications. Plus de trente pays y étaient représentés, et au fil des années la proportion de présentations sur l'hydrologie diminue au profit de notions moins scientifiques comme la résilience ou l'aménagement urbain. Les trois catégories des trophées Novatech 2019 sont « renouvellement urbain », « urbanisme et stratégie » et « participation et appropriation citoyenne », signe que la préoccupation actuelle n'est plus sur le dimensionnement des ouvrages ou la qualité des eaux pluviales, mais bien dans la **dimension sociétale** ou dans le mode de **gouvernance**. Une part importante des travaux traite maintenant de la participation des habitants, et la préoccupation de rendre les citoyens acteurs de leur gestion des eaux pluviale est patente.

La création et mise à disposition du logiciel **PARAPLUIE** (Pour un Aménagement RAisonné Permettant L'Utilisation Intelligente de l'Eau), est un bon exemple de diffusion des techniques alternatives. Ce logiciel en ligne (<https://www.parapluie-hydro.com/>), élaboré par l'INSA de LYON et avec l'appui de la métropole lyonnaise, se donne pour objet l'aide à la conception d'ouvrages de gestion pluviale à petite échelle (moins de 1 hectare). Pour une parcelle, et un bâti donné, le logiciel propose et compare les différentes techniques alternatives favorisant l'infiltration in situ, dans le respect des règles d'urbanisme du lieu.

En matière de diffusion des connaissances sur les TA, le **CEREMA** (Centre d'Etudes et d'expertises sur les Risques, l'Environnement, la Mobilité et l'Aménagement) devient un contributeur majeur de la gestion intégrée des eaux pluviales et, à ce titre, participe au décloisonnement du sujet.

L'arrivée des techniques alternatives est une avancée majeure pour la prise en compte de la problématique pluviale dans la ville. Il ne s'agit pas d'une évolution technologique face aux traditionnels réseaux enterrés, mais bien d'un changement de paradigme depuis une logique de « collecte / stockage / rejet », vers un triptyque « **Infiltration / ralentissement / aménagement** » mais ces nouveaux outils ne resteront que des outils s'ils ne sont pas intégrés dans une vision plus large, aux prémices du projet d'aménagement.

Outre leur intérêt dans la gestion du risque inondation, confortant l'idée de résilience de la ville, et dans l'atténuation des pollutions rejetées grâce à la phytoépuration apportée par la flore nouvellement implantée, ces techniques contribuent au mouvement de la « Nature en Ville ». Et au-delà du simple verdissement de la cité, ces ouvrages donnent à voir le **cycle naturel des saisons**. Les habitants suivront pas à pas le remplissage plus ou moins important des noues et ouvrages de surface en fonction de l'intensité des précipitations. Ils seront moins surpris lorsqu'un violent orage se traduira par des inondations. C'est le début de la conscience du risque. Cet état d'esprit correspond aussi à la résilience de la cité.

Face à tant de bienfaits, les techniques alternatives devraient être présentes à « tous les coins de rues » ou de quartier. Il n'en est rien. Il faut donc s'interroger sur les obstacles qui ralentissent leur large diffusion.

1.2 Des freins multiples notamment sur l'aspect organisationnel

La France dispose donc d'une communauté scientifique en hydrologie urbaine, étoffée et reconnue, qui s'ouvre de plus en plus à d'autres domaines que le sien (urbanisme, sociologie), sur la base de techniques récentes, proposant de nouvelles aménités aux villes et réduisant les impacts négatifs de l'eau de pluie.

On pourrait raisonnablement s'attendre à un engouement pour ces nouveautés, ce qui n'est pas le cas. Il faut donc s'interroger sur les organisations qui en ont la responsabilité. En premier lieu, on présentera les dispositifs législatifs, d'où découle l'organisation locale de la gestion pluviale, en fonction des compétences qui sont légalement attribuées aux différents échelons des collectivités territoriales.

Nous tenterons alors de préciser les difficultés inhérentes aux techniques elles-mêmes, avant de mesurer l'appropriation du sujet par la population.

1.2.1 Un appareil législatif complexe et fragmenté

1.2.1.1 Droit européen :

En matière de gestion des eaux pluviales, de nombreux textes législatifs français sont issus de la transcription en droit français de directives européennes.

Une des premières directives européennes concerne les Eaux Résiduaires Urbaines (**ERU**) de mai 1991, qui s'est traduite par la réglementation relative à l'assainissement collectif, et qui traite donc des eaux pluviales lorsqu'elles sont collectées simultanément avec les eaux usées par le biais des réseaux unitaires.

La Directive Cadre sur l'Eau (**DCE**) d'octobre 2000 s'intéresse à la qualité des eaux du milieu naturel, et la notion de « bon état écologique des masses d'eau », affectées par les rejets d'eaux pluviales non traitées (ce qui est le cas dans la très grande majorité des villes françaises). La loi sur l'eau (2006) découle directement de cette directive.

En matière d'inondation, la **Directive Cadre Inondations** d'octobre 2007 s'attache à l'évaluation et la gestion des risques d'inondation. Le ruissellement y figure, au même titre que les crues ou la submersion marine. Sa transposition en droit français est intervenue avec la loi de juillet 2010, dite « Grenelle 2 ».

1.2.1.2 Droit français :

La principale caractéristique de la législation française sur les eaux pluviales réside dans **l'éparpillement** des textes dans différents codes. Il n'y a donc pas UNE législation, mais DES législations découlant de différentes politiques, souvent en diverticules de textes plus fondateurs.

Cette dispersion va se répercuter sur l'attribution des compétences aux différents niveaux de l'organisation territoriale et en leur sein, à différents services.

1.2.1.2.1 Code de l'environnement - Milieu aquatique :

C'est dans le code de l'environnement que la directive DCE sur l'eau sera principalement positionnée, sur les thèmes suivants :

- La « gestion équilibrée de la ressource » comprend notamment la maîtrise des eaux pluviales et de ruissellement, dans le cadre de la lutte contre **l'érosion des sols**, de la protection et la préservation des eaux souterraines et superficielles (art L211-7) ;
- Les déversements susceptibles **d'altérer la qualité** de l'eau et de porter atteinte aux milieux aquatiques. Au-delà des eaux résiduares urbaines, largement dépolluées dans un parc de stations d'épuration maintenant mature, les rejets d'eaux pluviales représentent une part très importante de la pollution des milieux aquatiques ;
- Les Schémas Directeurs d'Aménagement et de Gestion des Eaux (**SDAGE**) devient un outil essentiel dans la gestion des eaux en France, avec une organisation basée sur la géographie (par bassins versants), et non pas sur les circonscriptions administratives. C'est dans ce code que sont définies toutes les composantes de ces schémas⁷, avec une implication de la population au travers des enquêtes publiques auxquels ils sont soumis ;
- Les travaux et ouvrages (Installations, Ouvrages, Travaux, Activités condensés en **IOTA**) ayant un impact sur les milieux naturels aquatiques doivent faire l'objet de dossiers, dits « dossier loi sur l'eau ». En ce qui concerne le pluvial, ces actes administratifs doivent être menés pour tout rejet important d'eaux pluviales lié à l'imperméabilisation (toitures, voiries et espaces imperméabilisés) : demande de déclaration pour tout projet compris entre 1 et 20 hectares et demande d'autorisation au-delà⁸ ;
- La compétence **GEMAPI** (Gestion des Eaux et Milieu Aquatiques et Prévention de Inondations), définie par la loi Maptam (2014) qui modifie l'article L211-7 du CE, est dorénavant attribuée au bloc communal (Commune ou EPCI). Ce même texte préconise que cette compétence soit transférée à un établissement public d'aménagement et de gestion des eaux (EPAGE) ou à un établissement public territorial de bassin, mieux dimensionné pour y répondre car épousant les contours des bassins versants, mais créant de facto un étage administratif supplémentaire.

1.2.1.2.2 Code de la santé publique :

Comme son nom l'indique, ce code vise à préserver la santé publique des populations. C'est la vision hygiéniste du pluvial qui est alors visée par ce code. On trouvera principalement le **raccordement** des immeubles aux différents réseaux d'eaux usées et d'eaux pluviales.

1.2.1.2.3 Code général des collectivités territoriales (CGCT):

Le CGCT est le recueil législatif principal des collectivités, et précise la répartition des compétences, et responsabilités selon les différents étages administratifs.

⁷ Articles L212-3 à L212-11 et R212-26 à R212-48

⁸ Art L214-1 à L214-6, rubrique 2.1.5.0

C'est ainsi que la **sécurité et la salubrité publique** des habitants est sous la responsabilité du maire, qui doit notamment⁹ prévenir et « faire cesser les accidents et fléaux calamiteux » (Art L2542-10), dont font partie les inondations. Cette responsabilité est particulièrement lourde et peut avoir des répercussions pénales pour le maire, comme cela a été le cas à la suite des impacts de la tempête Xynthia sur certaines communes de Vendée.

Depuis la loi sur l'eau (dite loi LEMA du 30 décembre 2006) la gestion des eaux pluviales urbaines, ou **GEPU**, est une compétence identifiée, confiée aux communes ou à leur groupement. La loi du 3 août 2018 (dite loi Ferrand) en a précisé la répartition, rattachant la compétence pluviale à celle de l'assainissement pour les métropoles et communautés urbaines, mais en la laissant distincte pour les autres EPCI (communautés de communes et d'agglomération).

Parmi les outils à disposition du service, lorsque des enjeux ont été préalablement identifiés¹⁰, un **zonage pluvial** délimite « 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 » (Art. R224-10). Mais si la collectivité n'a pas identifié ces zones à enjeux, elle n'a pas obligation de réaliser ce zonage¹¹. Il s'agit ainsi d'un document non opposable en lui-même, mais qui a vocation à être repris dans les documents d'urbanisme (SCoT et PLU / PLUi), qui sont eux-mêmes opposables aux tiers.

1.2.1.2.4 Code de l'urbanisme :

Le PLU, en tant qu'outil permettant d'exprimer le projet urbain de la commune ou de l'intercommunalité, prend en compte les problématiques environnementales, parmi lesquelles la prévention du risque d'inondations par ruissellement pluvial et la préservation des milieux naturels. Dans ce cas, il intègre les éventuels schémas directeurs de gestion des eaux pluviales, et/ou du zonage pluvial¹². Les OAP (Orientations d'Aménagement et de Programmation), une des composantes du PLU, sont la traduction concrète du projet politique que constitue le PLU. En plus des OAP sectorielles, qui définissent les règles sur une portion de territoire, la collectivité peut créer des **OAP patrimoniales ou thématiques**, sur différents thèmes transversaux, dont la gestion des eaux pluviales.

Les outils réglementaires présentés ci-avant permettent à la collectivité de traduire certains volets de sa politique de gestion des eaux pluviales sous forme de prescriptions. Le **règlement du PLU** peut alors imposer des installations pour l'infiltration des eaux dans le sol¹³ : coefficient de pleine terre (% de surface à laisser en pleine terre), coefficient de biotope (% de surface végétalisée, ce qui peut être le cas sur un terrain imperméabilisé comme un parking souterrain pourvu d'un jardin paysager en surface). A noter que depuis le 1^{er} mars 2017, certains projets

⁹ Article 2212-1 et suivants

¹⁰ Art. L2224-10 du code général des collectivités territoriales, alinéas 3° et 4°

¹¹ Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie, 2015, « le zonage pluvial Note de synthèse »

¹² Art. L 151-24 du Code de l'Urbanisme

¹³ Article R151-39 à 43 du CU

commerciaux sont tenus de mettre en place des dispositifs favorisant l'infiltration et l'évaporation des eaux pluviales via des toitures végétalisées, ou des parkings poreux.

1.2.1.2.5 Code rural :

Les principales dispositions du code rural concernant les eaux pluviales résident dans les servitudes de passage des canalisations publiques du réseau pluvial, et dans l'énoncé du principe de non aggravation des écoulements, notamment lors des projets entraînant une imperméabilisation des sols.

1.2.1.2.6 Code civil :

C'est dans le code civil qu'on trouve l'obligation pour tout propriétaire d'user et de disposer des eaux pluviales qui tombent sur son terrain, mais aussi d'accepter « l'écoulement naturel des eaux pluviales en provenance du fond supérieur, sauf si cet écoulement naturel est perturbé par l'action humaine » (Art 640). Ce texte est fondateur dans la gestion des eaux pluviales.

Enfin, ce code précise que la gestion des eaux pluviales est un service public administratif, donc financé par le **budget général** de la collectivité.

1.2.1.2.7 Code pénal :

Le code pénal définit, entre autres, les responsabilités du **maire** pour les risques causés à autrui, pouvant déboucher sur des condamnations lourdes en cas de faute avérée, en liaison avec son pouvoir de police (CGCT).

1.2.1.2.8 Code de la sécurité intérieure :

L'organisation des secours dépend du code de la sécurité intérieure, avec la mise en œuvre du **Plan Communal de Sauvegarde** (art. 731-3) dès lors qu'un Plan de Prévention des risques naturels est nécessaire sur le territoire de la commune. Ces dispositions ne sont pas remises en cause par la promulgation de la loi GEMAPI, dont la responsabilité est confiée à une structure syndicale ad hoc.

L'éclatement de la GEMU (Gestion des Eaux en Milieu urbain) dans les dispositifs législatifs n'est donc pas une invention. La principale difficulté qui en résulte concerne les responsabilités partagées sur ce domaine. Selon où tombe la pluie, le responsable sera différent, et y mettra les moyens qu'il juge bon.

Néanmoins, les victimes d'une inondation se retourneront principalement vers le maire, détenteur du **pouvoir de police** et de **gestion de la crise**. A moins que le propriétaire accepte que son terrain soit inondé. Cette assertion peut paraître utopique, mais elle est à retenir dans le cadre d'une gestion intégrée, dans laquelle l'infiltration et le stockage sont partagés entre espaces publics et espaces privés. Cette possibilité est envisageable si et seulement si la démarche globale est expliquée, voire co-construite avec les usagers.

1.2.2 Des ouvrages techniques gérés par des services différents

Depuis l'origine, la gestion des eaux pluviales et celle des eaux usées sont regroupées au sein de la même terminologie de « système d'assainissement ».

L'historique des systèmes de gestion des eaux pluviales nous a montré que les systèmes d'eaux usées et d'eaux pluviales sont encore intimement liés, bien que maintenant dans des réseaux séparés. La grande majorité des villes possèdent encore des réseaux unitaires de la première partie du XXème siècle, et de nombreux réseaux d'eaux usées possèdent des « déversoirs d'orages », chargés de délester le surplus d'eau en cas de pluies intenses. Il est ainsi techniquement logique que la gestion des eaux pluviales soit considérée comme la jumelle de celle des eaux usées, et gérée par un service technique unique, celui de **l'assainissement**.

En revanche, les fossés d'accompagnement des voiries, les bassins de rétention, ont toujours été considérés comme faisant partie intégrante de la **voirie**, et gérés à ce titre par les services idoines.

Et comment considérer ces cours d'eau temporaires, exutoires naturels des eaux de ruissellement ? La pollution apportée par les rejets par temps de pluie (lessivage des sols apportant son lot de macro-déchets et micropolluants) se trouve ainsi directement déversée dans le milieu naturel. Dans ce cas de figure, la compétence est dévolue au service **GEMAPI**, au titre de la protection de la qualité des milieux aquatiques.

Les techniques alternatives, malgré toutes les vertus qu'elles portent, risquent paradoxalement de renforcer encore plus cette dispersion.

Nous avons observé que le principe de ces techniques repose sur l'infiltration à la source, soit principalement en domaine privée. Bien que le règlement **d'urbanisme** puisse stipuler des contraintes (par exemple un taux d'emprise au sol, un coefficient de biotope, ou un débit de fuite vers l'espace public), le respect de ces contraintes est la base du système. Or le contrôle public sur terrain privé ne fait pas partie de la culture française, à l'exception du contrôle de l'assainissement non collectif en place depuis une dizaine d'années.

Afin de promouvoir les espaces publics multifonctionnels (bassin de rétention à l'air libre reconverti en terrain de sport par exemple), il convient de définir très précisément quel en sera la gestionnaire entre le service des **sports**, ou le service assainissement !

Et au final, en cas d'évènement exceptionnel, quand les dispositifs dédiés ne permettent plus d'évacuer les eaux, et que les quartiers en point bas sont inondés, c'est la **sécurité civile** et les services directs du maire ou président qui gèrent la crise.

Jusqu'à peu, la notion de système de gestion des eaux pluviales n'existait pas. Chaque service entretient selon ses méthodes une portion de ce cycle de l'eau, sans lien entre l'amont et l'aval, ni en quantité, ni en qualité. De plus, pour **chacun des services**, le pluvial n'est qu'une annexe de sa fonction régaliennne. Les progrès accomplis sur la gestion des eaux pluviales ne seront pas valorisés comme ceux réalisés sur sa compétence première.

Chacun conçoit que le cycle de l'eau est un tout et qu'il en détient une part, mais **nulle part on ne trouve ce grand tout**.

1.2.3 Un financement délicat à opérer :

En France, la gestion des eaux pluviales urbaines constitue un service public administratif relevant des communes. Par définition, le financement de la gestion publique des eaux pluviales relève donc du budget général de la collectivité (impôts locaux).

Une solution a paru être trouvée lors de l'instauration de la **taxe pluviale** promulguée avec la loi sur l'Eau de 2006 et son décret d'application de 2011, assise sur les surfaces imperméabilisées. Néanmoins, entre l'impopularité d'une nouvelle taxe mal comprise par la population, et le fait que les principaux contributeurs étaient les collectivités elles-mêmes par les surfaces de voiries et espaces publics, cette taxe n'a été appliquée que très faiblement. Elle a été supprimée par la loi de finances de 2015 !

Pour les investissements, d'autres moyens de financement sont possibles, notamment pour des opérations urbaines définies : la **Taxe d'Aménagement** – TA ; La participation à un **Projet Urbain Partenarial** – PUP ; les aides d'organismes publics, en premier lieu desquels les **Agences de l'Eau**, dont la participation peut représenter 80 % de la dépense (Agence de l'Eau Seine Normandie), mais plus couramment 50 % comme dans notre région. Des fonds européens sont aussi mobilisables (FESI, FEDER, FEADER) sur les sujets liés aux inondations¹⁴. Enfin, citons le Fonds de Prévention des Risques Naturels Majeurs (Fonds FRRNM ou **Fonds « Barnier »**), qui n'est pas dédié aux questions de ruissellement, mais peut aider certaines opérations.

Les interactions de la gestion des eaux pluviales avec d'autres services urbains (assainissement des eaux usées, voiries, espaces verts, aménagement) peuvent complexifier les modalités de son financement mais également créer des opportunités pour une meilleure répartition des charges.

En tout état de cause, la principale difficulté liée au financement d'un service pluvial, est la méconnaissance profonde du **coût réel d'un tel service**. L'éclatement des gestionnaires actuels ne permet pas de quantifier ces dépenses, d'autant qu'une bonne part est assumée par les services assainissement, assises sur les consommations d'eau potable, ce qui fragilise le système (Roche 2017). Sans parler des coûts liés aux inondations, établis a posteriori à la suite des catastrophes et inhérents à chaque situation unique.

Il apparaît ainsi que le financement du système de gestion des eaux pluviales est particulièrement délicat pour une collectivité, et ne facilite pas l'émergence de politique construite du sujet. Thierry Maytrault, cité par E Chouli (Chouli 2006), suppose même que ce manque de moyens stimule les techniques alternatives car si ce n'était pas le cas, des ouvrages imposants tels que réseaux et bassins de rétention aurait la préférence des décideurs !

¹⁴ Il est regrettable de constater qu'à la mi 2018, seuls 36 % des fonds **FEDER** alloués à la France pour la période 2014/2020 étaient programmés (Huteau 2019). Ou a contrario, on peut être optimiste en se disant que des financements existent et sont disponibles !

1.2.4 Difficultés de communication vers le grand public :

A l'heure actuelle, la perception du public vis-à-vis de la gestion des eaux pluviales est double et contradictoire : le système est inconnu car majoritairement souterrain pour toutes les pluies faibles à fortes (cf. effet de seuil vu plus haut). Mais quand une pluie très forte survient, l'eau déborde dans des endroits imprévus ; les responsables sont alors promptement recherchés !

Par ailleurs le sujet est complexe :

- les notions de pluie de référence, de temps de retour, qui sont des termes statistiques, sont difficilement exploitables au quotidien. La survenue de deux pluies décennales dans la même année a de quoi faire réagir. Il apparaît ainsi un fossé entre les termes **scientifiques** et la perception quotidienne du phénomène ;
- Si les progrès en matière de prévisions météorologiques sont patents sur des échelles larges (100 km²), pour de vastes masses d'air, ce n'est pas le cas à plus faible échelle. Or les phénomènes orageux sont très localisés (à quelques km près), et leurs processus d'évolution mal connus et donc très **peu prévisibles**. Cette incertitude se traduit concrètement par des alertes à fort degré de gravité, sur des échelles géographiques larges (Météo France lance des vigilances à l'échelle départementale), pour des événements potentiels qui ne surviennent pas toujours. Il est intéressant de noter qu'une filiale de Météo France (Predict service) propose un système de prévision et d'alerte adapté à la commune, et que les assureurs sollicitent pour avertir directement leurs sociétaires.
- Pour se protéger des inondations par ruissellement, l'homme a mis en œuvre un système de gestion des eaux pluviales. Après l'âge du « tout tuyau », nous voilà dans la période des techniques alternatives, avec toujours un vaste système réticulé de l'amont vers l'aval. En technique traditionnelle enterrée, de coûteux ouvrages sont mis en œuvre (faire passer des canalisations de diamètre 1 000 mm dans le sous-sol d'une ville est une prouesse technique, au prix de coûts importants ; idem pour des bassins de stockage enterrés), invisibles, mais valorisable politiquement car en leur absence les dégâts seraient considérables. En techniques alternatives, les études préalables sont plus importantes, pour un résultat perceptible des années plus tard. L'absence de lien direct entre un ouvrage et les bénéfices qu'il apporte rend la « rentabilité » du service difficile à appréhender, et **l'analyse coûts-bénéfices**, qui est le paramètre objectivant la démarche, n'est jamais réalisée. La conséquence est que les arbitrages dans le budget général des collectivités sont rarement en faveur du pluvial.
- Il reste la sensibilisation de la population aux risques d'inondations : c'est un sujet **anxiogène** et avec de vrais enjeux de sécurité des biens et des personnes. A ce titre, les ministères de la Transition écologique et solidaire et de l'Intérieur lancent une vaste campagne de sensibilisation sur l'arc méditerranéen à l'automne 2019¹⁵. Les enseignements des catastrophes de 2015 dans les Alpes Maritimes et de l'Aude en

¹⁵

<https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/campagne-pluie-inondation-dans-larc-mediterraneen-0>

2018, sont synthétisés et mis en forme de manière simple et pédagogique. C'est le début d'une culture du risque.

1.2.5 Des volontés de réformer le système :

Si malgré les efforts de la profession, les techniques alternatives et la gestion intégrée des eaux pluviales peinent à s'ancrer dans le paysage urbain, c'est que les freins sont nombreux : un éparpillement législatif, un découpage en compétences variées, une gestion par des services différents, voire opposés, un financement dédié inexistant. En un mot, la notion de grand cycle de l'eau n'existe pas à l'échelle urbaine, ce qui explique aussi l'absence de vision qu'en a la population.

Les spécialistes poursuivent leurs actions de sensibilisation auprès des élus et des populations. Citons le regroupement d'Adopta et du Graie pour développer un réseau des acteurs de la gestion des eaux pluviales dont le slogan est assez explicite : « gestion alternative des eaux pluviales : il faut trouver le moteur qui déclenche l'action chez l' élu » ! Ou encore le prochain colloque de l'Association Scientifique et Technique pour l'Eau et l'Environnement en novembre 2019 : « La gestion des eaux pluviales urbaines (GEPU), une compétence à la croisée des chemins ».

Les pouvoirs publics sont mobilisés, que ce soit sur la base d'initiatives plus ou moins locales (voir plus loin l'Atelier des Territoires), ou à la suite d'évènements dramatiques. C'est ainsi qu'à la suite des inondations survenues dans les Alpes Maritimes en octobre 2015 (20 morts, 750 M€ de dégâts), une **instruction du gouvernement** de décembre 2015 demande aux préfets de l'arc méditerranéen de mettre en place des outils pour informer le public et renforcer l'application d'outils de planification urbaine (comme par exemple le zonage pluvial) et de prévention des risques (Plans Communaux de Sauvegarde).

Dans le cadre de cette mobilisation, l'Etat, par l'intermédiaire du Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable et de l'Energie a commandé en janvier 2015 un rapport sur la gestion des eaux pluviales, en se focalisant sur les aspects organisationnels et financiers. L'équipe constituée par Monsieur P.A. **Roche** a remis son **rapport** en 2017 sous le titre « Gestion des eaux pluviales : Dix ans pour relever le défi » (Roche 2017). Publié officiellement en 2018, ce document met clairement en lumière les difficultés présentées plus haut, et propose une feuille de route argumentée et planifiée. Il s'agit d'un document particulièrement important pour la prise de conscience nationale de la gestion des eaux pluviales. Parmi les multiples recommandations prônées par ce rapport, près de la moitié relève d'aspects législatifs, et en particulier sur la recherche de cohérence dans la répartition de compétences.

Depuis des années les spécialistes de l'eau urbaine se penchent sur les apports des TA et alertent sur les réticences multiples qui freinent leur diffusion. Le constat général est que l'eau pluviale n'a pas d'existence légale et réglementaire, mais qu'elle est traitée par petites touches réparties dans tous les codes législatifs. Cet éclatement se traduit par une fragmentation de la prise en charge, répartie entre différents services de plusieurs collectivités, aucun n'ayant la vision globale du cycle.

La mobilisation commence à porter ses fruits, et la prise de conscience de l'Etat se traduit par la remise du rapport « Roche » en avril 2017. Le constat est analytique et les conclusions pragmatiques : la moitié des actions préconisées ont trait à la simplification du cadre législatif dans lequel s'inscrit la gestion des eaux pluviales, la clarification de la répartition des compétences, et au financement d'un tel service.

2 Du projet urbain au projet politique

La question du pluvial couvre désormais plusieurs domaines dans la gestion de la ville : au-delà de la réponse à un impératif technique pour remédier à une contrainte liée aux pluies, l'arrivée du grand cycle de l'eau dans la cité est aussi une opportunité pour poursuivre les trames vertes et bleues dans l'enveloppe urbaine, en y introduisant une biodiversité originale, pour végétaliser les espaces publics et privés, favorisant ainsi le rafraîchissement urbain.

Ces opportunités resteront confidentielles et ponctuelles tant qu'elles ne seront saisies qu'en cours d'opération. A l'heure actuelle, la majorité des projets d'aménagement intègrent la problématique des eaux pluviales très en aval, au stade de la maîtrise d'œuvre, les calculs de stockage venant souvent avec la gestion des voiries. La multiplicité des domaines impactés par l'eau de pluie laisse à penser qu'il faut prendre ce sujet plus **en amont des projets**, lors de leur conception initiale, au même titre que l'environnement, la mobilité ou l'habitat.

Que ce soient les bienfaits environnementaux (réalimentation des nappes, dépollution locale, végétalisation) ou la notion de nouvelle ressource, l'eau reste un élément naturel avec des sautes d'humeur dont il faut tenir compte.

Il y aura toujours besoin des hydrologues pour mieux connaître les pluies (fréquences, intensité), et prévoir des ouvrages en fonction des volumes mis en action. Le dimensionnement de ces ouvrages sera encore basé sur une évaluation de l'aléa et de la vulnérabilité, en un mot du risque, avec une équation financière qui rend impossible de se prémunir contre tous les risques, (d'autant plus que le changement climatique laisse augurer une aggravation de la violence des événements pluvieux). Jusqu'à présent, le risque acceptable était défini par un consensus des sciences de l'hydrologique sur la base de la pluie décennale. Cette question de société doit dorénavant être **partagée** plus globalement avec la population, afin que les politiques puissent assumer ce choix. Par ailleurs, ne pas tirer profit des événements passés, des risques d'inondations, peut rendre caduque les documents de planification urbaine.

Nous reviendrons ainsi sur quelques **notions phares** en matière de gestion des risques : rappeler que le « risque » est le croisement d'un « aléa », climatique en matière de pluvial, et d'une « vulnérabilité », de la ville et de ses habitants pour le domaine qui nous préoccupe. L'analyse de ces concepts nous mène à la notion de « catastrophe » et de « risque majeur », et conduit inévitablement à se poser la question de la « résilience » des villes face au risque de ruissellement pluvial. C'est ainsi que la concertation, voire la « co-construction » devient un élément dorénavant nécessaire à l'élaboration d'un système de gestion des eaux pluviales.

A l'heure actuelle, peu de projets suivent cette démarche. Aussi, il paraît opportun de l'illustrer par des exemples concrets.

Nous nous appuyerons sur l'étude de **l'Atelier des Territoires** menés en 2018-2019 par les services de l'Etat (DREAL et DDTM 13) en collaboration avec l'Agence de l'Eau et la métropole Aix Marseille Provence. Par une démarche innovante menée par les agences ATM et ASCA, le processus a débuté par une déambulation sur le terrain, avec des publics variés, trois sites très différents ont été questionnés sur leur rapport à l'eau, sous l'angle de l'urbanisme, de l'architecture et du paysage. De ces trois sites, nous prendrons l'exemple d'un quartier en

extension de l'enveloppe urbaine, dans le village de Coudoux, et celui d'une ZAC en rénovation, sur le territoire de la commune d'Aubagne.

2.1 Du risque à la résilience

La gestion des risques est une véritable discipline de recherche depuis quelques décennies. La globalisation de l'information nous fait vivre en direct toutes les catastrophes que la société humaine rencontre quotidiennement. Que ce soit pour des **catastrophes** naturelles (séismes, ouragans), des accidents technologiques (catastrophes aériennes, accidents industriels), des conflits armés ou des situations sociales désastreuses, nous sommes inondés de phénomènes naturels ou humains déclenchant des dommages aux personnes et aux biens.

Face à ces situations, l'impact sur la société diffère selon son degré de préparation. Ces différences ont stimulé les chercheurs et les ont engagés à mieux comprendre les ressorts de tels événements et leurs conséquences sur la vie.

2.1.1 Aléa et vulnérabilité conduisent au risque

« Le risque caractérise un événement identifié mais non réalisé » (Dauphiné et Provitolo 2007). Cette définition mérite d'être complétée par deux composantes principales : l'aléa et la vulnérabilité.

La définition généralement admise du risque se résume à une équation :

$$\text{Risque} = \text{Aléa} \times \text{Vulnérabilité}$$

L'aléa est un phénomène caractérisé par une intensité et une probabilité d'apparition dans un lieu précis. Cela concerne aussi bien des phénomènes naturels comme la pluie, que des événements d'origine anthropique, comme un accident industriel. C'est l'historique des événements passés qui permet de quantifier statistiquement son intensité, et sa durée de retour (temps qu'il faut pour trouver la même intensité du phénomène).

Dans le cadre de la GEMU, l'aléa est donc la pluie, caractérisée par une intensité et un temps de retour.

La vulnérabilité représente le préjudice qu'inflige l'aléa à l'entité observée, que ce soit un objet, un écosystème ou une ville. Cette vulnérabilité dépend de **l'exposition**, fonction d'une composante géographique (plus l'œil du cyclone se rapproche d'une île, plus elle est exposé à sa force destructrice), de la **résistance** de l'entité, et de sa **sensibilité** (Dauphiné Provitolo 2007). Par extension, cette notion se trouve appliquée à la société, qui anticipe et réagit plus ou moins bien aux crises, passant ainsi d'une notion passive, subie, à une capacité à agir ou réagir, notion à rapprocher de la résilience (voir plus bas).

La vulnérabilité est un paramètre modifiable par l'homme, que ce soit par des moyens techniques, comme des moyens organisationnels. Pour le domaine du pluvial, l'imperméabilisation accentue la vulnérabilité de la ville, alors qu'un réseau d'alerte la diminue.

Le risque est donc au croisement d'un aléa et d'une vulnérabilité. De nombreux aléas sont sans risque, comme par exemple les très nombreuses tempêtes qui ont lieu sur les océans.

En revanche, le risque apparaît lorsque la même tempête atteint une côte habitée, donc vulnérable.

La **mitigation** est l'action humaine qui, par atténuation de l'aléa ou de la vulnérabilité, réduit les dommages sur le milieu.

La résilience est un terme qui a fortement évolué durant les dernières décennies.

A l'origine, le terme est technologique, exprimant la capacité d'un objet à retrouver sa forme initiale à l'issue d'un choc ou d'une déformation. On peut aussi évoquer la notion de plasticité du matériau, et la résilience est alors la plage de choc dans laquelle l'objet conserve son élasticité.

A partir de cette « résilience d'ingénierie », Holling, écologue canadien des années 1970, se base sur le fait que dans la nature il n'y a pas nécessairement un retour à l'état initial, mais plutôt un retour à un nouvel état d'équilibre, différent de l'initial. En effet, les écosystèmes, de par leur complexité et des interactions multiples entre les phénomènes climatiques, les dynamiques de populations, les effets de prédation, ont plusieurs états d'équilibre. La « **résilience écologique** » devient alors la capacité à trouver un nouvel état d'équilibre à la suite d'un choc. Cette construction aboutit ainsi à suivre les perturbations permanentes et les évolutions adaptatives du milieu (la « gestion adaptative »).

A la suite de la résilience des écosystèmes, les chercheurs ont intégré le concept dans le monde social, évoluant vers le « **système socio-écologique** », qui s'attache aux interactions entre les hommes et la nature. La résilience peut ainsi traduire les évolutions d'une société humaine, avec une évolution du mot vers la notion d'apprentissage à subir des perturbations, ce qui revient à intégrer la population elle-même dans le processus d'apprentissage (Mathevet Bousquet 2014). « La résilience devient alors un objectif de la gestion des risques qui vient s'ajouter à ceux, plus anciens, de maîtrise des aléas et de réduction de la vulnérabilité. » (Rioust 2012 p 92).

Selon la Théorie des systèmes, un **système complexe** est constitué d'un grand nombre d'éléments en interaction où les relations entre les éléments sont plus importantes que les éléments constitutifs eux-mêmes. Par opposition à un phénomène monodirectionnel, un tel système ne se pilote pas ; il doit s'auto-organiser (Chocat 2015).

La résilience urbaine devient dorénavant une discipline à part entière, intégrant la ville comme un milieu, mais à la différence des milieux naturels, ses évolutions sont liées à la ville elle-même, à ses évolutions, et à ceux qui la conçoivent et ceux qui la vivent (Rioust 2012). Intégrer la résilience dans le projet urbain, c'est prendre conscience que les aléas sont inévitables, et que les évolutions de la ville la rendent moins exposée, avec des capacités de retour à un fonctionnement admissible le plus rapidement possible. Cette évolution de pensée ne peut être cantonnée à quelques sachants (experts, Etat, élus, services techniques). « La définition du risque acceptable est alors, avant tout, une question éthique et politique. C'est aussi un enjeu démocratique, car le **débat doit être public** et éclairé » (Reghezza 2013 p 216).

Mais pour atteindre la sphère publique, une problématique suit un cheminement jusqu'à atteindre l'état de « **mise à l'agenda** »: dans un premier temps, la problématique est suffisamment importante pour qu'elle soit prise en main par les chercheurs. Dans une

deuxième étape, ceux-ci vont la décrire, l'analyser, la caractériser. Elle pourra alors sortir dans l'espace public à l'occasion de polémiques, au cours desquelles elle subira des déformations, sera schématisée par la présentation médiatique, et alors seulement la population pourra se l'approprier (Rioust 2012).

La notion de **catastrophe naturelle** elle aussi évolue, et doit être comprise comme le résultat d'un processus politique, scientifico-technique et économique, qui, dans certains cas, perpétue des inégalités socio-économiques (Rioust 2012). L'idée de catastrophe réside aussi dans le fait que l'aléa naturel a initié des conséquences qui elles-mêmes vont bouleverser d'autres activités en cascade (humaines, économiques). Finalement, la ville n'est plus capable de faire face, elle bascule dans ce que l'on peut qualifier de gestion de crise (Reghezza 2019).

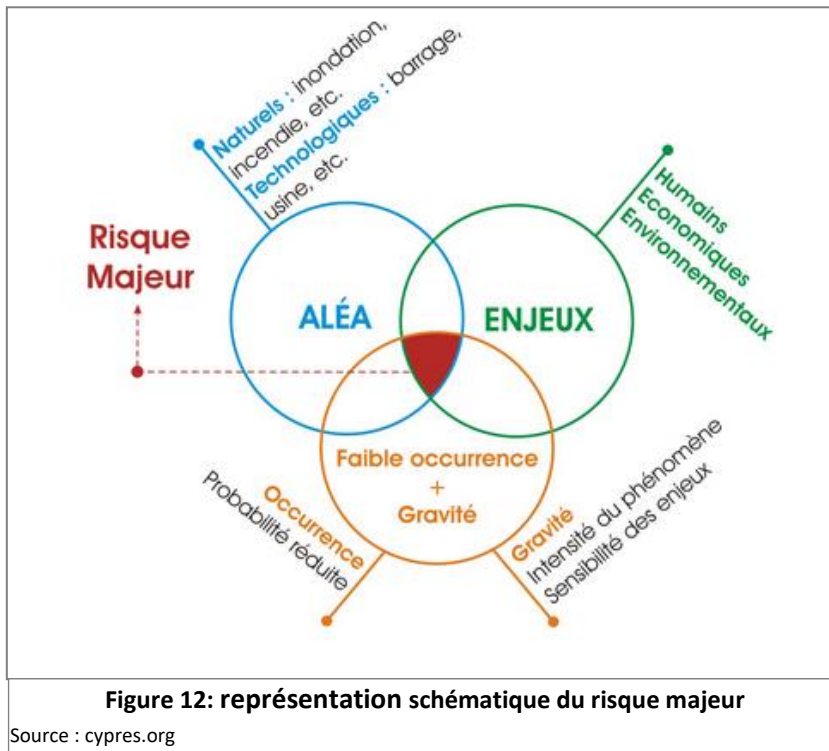


Figure 12: représentation schématique du risque majeur

Source : cypres.org

Le **risque majeur** est caractérisé par une très faible fréquence et nombreux dommages tant matériels, qu'humains ou environnementaux maintenant. Il existe souvent une dichotomie entre des experts conscients du risque, et des habitants des zones d'exposition peu ou pas sensibilisés au risque. Il faut passer par une culture du risque pour résoudre ce dilemme, mais le côté anxiogène, notamment au début de la démarche, entraîne la réticence de nombreux décideurs.

Dernier concept à analyser, **l'incertitude**. Il s'agit d'un état dans lequel les connaissances de l'aléa ou des conséquences qu'il en résulte sont incomplètes, ne permettant pas de prévoir la réaction à un évènement. Une littérature scientifique nombreuse est désormais consacrée à ce sujet, et la conclusion est souvent que l'intervention de la population est nécessaire à la gestion de ce type d'évènements (Reghezza 2019).

2.1.2 Traductions pour la GEMU

L'aléa naturel pour notre domaine reste la pluie. Les experts du GIEC (Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat) annoncent que le dérèglement climatique se traduira par une augmentation des périodes de sécheresse, et une plus grande occurrence des phénomènes orageux, avec sans doute des **intensités croissantes** (Locatelli 2014). Les évènements de nos jours rares le seront moins ; une pluie qui était jugée décennale, aura un temps de retour plus court.

Ainsi, l'ensemble des réseaux dimensionnés pour accepter les pluies décennales (de l'époque actuelle), n'assureront plus la protection affichée, pour les pluies décennales futures. Il y a donc une distorsion entre le risque initial, base du dimensionnement des

ouvrages en place, et le risque à venir. La probabilité d'augmentation du nombre d'inondations par ruissellement est donc importante.

La vulnérabilité en matière d'eau pluviale est modifiée par les effets anthropiques, volontaires ou non.

La ville, avec des concentrations de populations et d'outils économiques, devient plus sensible aux aléas, avec des conséquences plus importantes. L'impact sociétal est plus marqué en zone de forte densité de population qu'en territoires peu peuplés.

La gestion ancienne des eaux pluviales, basée sur la collecte et le rejet, en canalisant les eaux, réduisait la vulnérabilité des zones habitées, pour des pluies moyennes. Cette sécurisation est mise à mal avec une plus grande probabilité de pluies intenses, associée à une densification des espaces urbains, imperméabilisant de nouvelles surfaces propices au ruissellement. La fréquence des débordements et inondations, dans des quartiers non préparés à ces phénomènes, va certainement augmenter. En revanche, la mise en place de dispositifs préventifs, tels que des systèmes d'alerte, ou des informations de la population aux bons gestes à réaliser en cas d'inondations, réduit la vulnérabilité de la cité.

Notons qu'en zone rurale, les évolutions climatiques laissent planer aussi des risques de ruissellement plus importants : les sécheresses provoquent la création d'une croûte de surface diminuant la capacité d'infiltration des sols naturels.

Enfin, en matière d'aléas climatiques, et tout particulièrement pour les pluies, la vulnérabilité sociale est au XXIème siècle plus grande qu'au XIXème, car nous avons perdu la faculté de **vivre avec le risque**. Les améliorations techniques ont permis de repousser le risque à des événements extrêmes, que la mémoire humaine oublie. Notre vigilance et l'intégration du phénomène dangereux que peut être une pluie se sont atténuées, nous rendant moins adaptables face aux événements.

Une autre facette de cet « aveuglement » est la croyance que les dispositifs en place sont efficaces contre tous les aléas. Si ce n'est pas le cas, une défaillance technique doit en être la cause, dont on peut trouver un responsable (en l'occurrence souvent le maire). Or la principale réponse qu'attend la population à la suite d'un sinistre, ce sont des mesures concrètes, les plus visibles étant des travaux, et non pas des études, favorisant ainsi le « tout tuyau » au détriment des techniques alternatives qui ne produisent leurs effets bénéfique que sur le long terme.

Les inondations par ruissellement sont responsables presque annuellement de plusieurs morts, et de dégâts qui se chiffrent entre 250 et 1 000 millions d'euros. Chaque année peut être caractérisée par un lieu : Trèbes (11) en 2018, Cannes (06) en 2015, Haute Garonne en 2013, Draguignan en 2010, etc. Il faut donc considérer ce **risque comme majeur**, et à ce titre, il doit sortir du cénacle des spécialistes pour rejoindre le terrain sociétal.

Enfin, il est important de reconnaître que l'évolution climatique diminue notre connaissance des phénomènes, que nous entrons dans le domaine de l'incertitude. Les outils scientifiques n'ont plus la même pertinence, et le modèle est remis en question par la société, d'autant plus que ce sont ces instruments techniques qui ont produit les systèmes de gestion pluviale actuels.

2.1.3 La co-gestion du système pluvial

Les pluies constituent un risque majeur, tant sur le plan humain qu'économique, et donc politique. Par ailleurs, les nombreuses incertitudes sur les évolutions de ces risques réclament un meilleur partage avec l'ensemble de la société.

2.1.3.1 Les acteurs du système pluvial

Pour envisager une concertation, une co-gestion, il est d'abord nécessaire de faire l'inventaire des différents acteurs.

- **L'Etat** reste un acteur incontournable, bien que la compétence pluviale ait été transférée majoritairement au bloc communal. Il qui prescrit les principales règles du fonctionnement administratif par le biais de la loi, et par le contrôle des actes d'urbanisme des collectivités. Par ailleurs, il assure une partie de la gestion de crise avec les services de la sécurité civile, et maintient la cohésion sociale par l'indemnisation des dommages.
- **Les collectivités** constituent la clé de voûte de la gestion pluviale. Malheureusement, leurs actions ne sont que très rarement coordonnées. Comme on l'a vu précédemment, l'éclatement administratif de la compétence pluviale se répercute sur le découpage technique du cycle pluvial entre les différents services, voire même sur les différents niveaux administratifs (commune, communauté de communes, syndicat mixte ad hoc...). Les associer pour coordonner une gestion optimisée de la question pluviale est souvent une gageure, mais demeure indispensable pour la réussite du projet.

Néanmoins, leur rôle reste primordial, en tant que maître d'ouvrage et gestionnaire des systèmes de gestion pluviale, et dans la définition des règles d'urbanisme qui vont impacter notamment l'imperméabilisation et l'infiltration dans les sols.

- **Les bureaux d'étude** constituent un acteur particulièrement influant dans la gestion pluviale. En tant que maître d'œuvre, ils ont un rôle de prescripteurs rarement mis en question du fait de la technicité du métier. Souvent issus de l'ingénierie, ils s'appuient sur les techniques traditionnelles enterrées, largement validées et reconnues, les mettant à l'abri des recours en cas de débordements.
- **Les entreprises de travaux publics**, chargées de réaliser les ouvrages prescrits par le couple maître d'ouvrage / maître d'œuvre doivent s'adapter à ces nouvelles demandes, ce qui implique pour elles des efforts de formation pour leur personnel.
- **Les usagers** : dans cette rubrique sont rassemblées plusieurs catégories de population, impliquées et mobilisables de façon différentes :
 - **Les habitants** : par les micro-actions d'infiltration implantée sur leurs parcelles privées, la société leur demande de participer ainsi à l'atténuation de l'aléa (réduction de volumes mis en œuvre dans le ruissellement, phytoépuration des polluants). Leurs adhésions individuelles au projet commun est à placer dans le cadre du partage d'une plus grande résilience de la ville. Et la demande actuelle de la société n'est plus dans un simple partage de connaissance. Elle réside dans une participation amont au projet, en véritable actrice du projet.

- **Les touristes**, ou les « passants » : cette population ne constitue pas un acteur très actif. Ne vivant pas sur le territoire, sa mobilisation est plus délicate et nécessite une information in situ absolument indispensable pour la sensibiliser a minima aux risques d'inondation si tel est le cas.

Mais l'effet pervers de la diminution de l'impact des aléas sur la ville réside dans l'oubli du risque, d'où une perte d'adhésion des usagers (Reghezza 2019).

- **Le milieu récepteur** est aussi un acteur ; il est même majeur dans le cadre du respect de la directive européenne sur la qualité des eaux (voir plus haut 1.2.1). Peu disert, cet acteur doit se trouver au moins un porte-parole, voire un avocat. Des associations de l'environnement peuvent ainsi être associées au processus.

Intégrer la société est une nécessité dans le cadre du partage du risque dans un environnement incertain. A l'heure actuelle, la société française ne se mobilise pas sur le sujet. A-t-elle un avis ? Des souhaits ? A l'avenir, des demandes pourraient voir le jour qu'il faudra prendre en compte avant qu'elles ne deviennent des récriminations.

2.1.3.2 Les outils de la cogestion pluviale

Les outils administratifs

Pour mettre en œuvre sa gestion intégrée des eaux pluviales, le président de la collectivité dispose de plusieurs outils qui contribuent à la fois à la résilience de la ville et à la participation des principaux acteurs.

Nous avons vu plus haut les différents outils mis à disposition de la puissance publique pour maîtriser l'urbanisation. Parmi ceux-ci, le **SDAGE** est le plus amont, décliné éventuellement en SAGE pour des sous-bassins hydrographiques. Il est mis en œuvre par les Agences de l'eau après avoir été élaboré par le comité de bassin, instance groupant à l'échelle des six grands bassins versants nationaux les principaux acteurs de l'eau. Le SDAGE est un document général donnant les grandes orientations à suivre concernant le grand cycle de l'Eau. Régulièrement mis à jour, il doit être transposé dans les documents d'urbanisme locaux (SCoT et PLU) dans un rapport de compatibilité.

A l'échelle communale, le **zonage assainissement** est un document obligatoire qui définit les zones soumises à l'assainissement collectif, et celles soumises à l'assainissement individuel ou non collectif. Ce document est annexé au PLU, et à ce titre consultable lors de l'enquête publique. Pour le législateur, la notion « assainissement » est à considérer au sens le plus large, intégrant eaux usées et eaux pluviales. Or les eaux pluviales sont rarement décrites dans ces zonages, souvent par manque de connaissances.

Le **schéma directeur de gestion des eaux pluviales** pourrait être un bon outil de planification, mais n'est que très peu employé par les collectivités. Il n'est obligatoire que lorsque la vulnérabilité aux inondations est connue. Chouli (2006) relate que plusieurs collectivités¹⁶ ont profité de l'élaboration de ce schéma pour y associer de nouveaux acteurs tels que des services techniques ou des associations.

¹⁶

Limoges et le département de Seine Saint-Denis sont cités comme exemple par l'auteur

En matière de planification urbaine, notamment dans les **PLU**, des prescriptions peuvent être introduites pour réglementer la gestion pluviale à la parcelle en tablant sur le taux d'emprise au sol (pourcentage de sol non imperméabilisé, et donc susceptible de laisser infiltrer l'eau de pluie), le coefficient de biotope (pourcentage de surfaces végétalisées, qui ne sont pas toutes en liaison avec le sol comme par exemple les toitures végétalisées), le débit de fuite en cas de pluie importante (débit d'eau en litres /hectare que la pétitionnaire est autorisé à déverser dans l'espace public, pour une pluie donnée comme par exemple une pluie décennale). Ces outils constituent le premier maillon du système de gestion d'eau pluviale.

Parmi les documents de planification urbaine, le PLU comporte des Opérations d'Aménagement et de Programmation (OAP), qui définissent les intentions concrètes du projet d'aménagement. En plus des OAP « sectorielles » qui s'attachent à décrire une portion de territoire à aménager, il existe les **OAP « patrimoniales ou thématiques »** qui concernent un secteur d'activité, ou une intention transverse à l'ensemble de la collectivité. Il est ainsi possible d'élaborer des OAP spécifiques sur la gestion pluviale, ou encore une OAP sur les risques. La métropole grenobloise a inscrit dans son PLUi une OAP « Risques et résilience » (Grenoble 2019) qui fixe quelques grands principes de construction ou d'aménagement qui rendent la ville plus résiliente vis-à-vis du risque concerné. Le pétitionnaire est alors obligé de se retourner vers la collectivité pour valider son projet, s'il est dans une zone d'aléa.

Pour ce qui concerne la gestion de crise, les **Plans Communaux de Sauvegarde (PCS)** sont obligatoires depuis janvier 2018 dans le but de rassembler les éléments nécessaires à la gestion de la crise et comportant un volet d'information auprès de la population. Mais la moitié seulement des Plans de Prévention des Risques Naturels (PPRN) font l'objet d'un PCS (Huteau 2019). Il s'agit de la brique initiale de toute gestion de crise, mais le côté anxiogène de la démarche rebute les élus.

Les **retours d'expérience** après des événements dramatiques sont toujours riches d'enseignement. Souvent pris en charge par les services de l'Etat, cette démarche est le moteur de la gestion adaptative. Par ailleurs, le recueil des témoignages permet d'associer la population, d'autant plus si une restitution publique est prévue.

Le **Plan de Protection du Risque inondation (PPRI)**, est un outil élaboré par les services déconcentrés de l'Etat définissant les zones inondables liées aux cours d'eaux pérennes. Ce document permet de visualiser les lits mineur, moyen et majeur. Il est à ce titre intégré dans les SCoT et PLU pour prendre en compte cet aléa dans la planification urbaine. En revanche, les risques d'inondation par ruissellement ne sont pas analysés spécifiquement dans ce type de document.

Les outils techniques

Le premier dispositif technique auquel on pense concernant la gestion des eaux pluviales et de leur éventuel ruissellement est le **système lui-même**, composé d'une association des réseaux réticulés enterrés (ceux construits depuis les années 50, et ceux

à venir qui seraient indispensables) avec les techniques alternatives ou douces (voir plus haut 1.1).

Nous avons vu plus haut que pour connaître et cartographier l'aléa ruissellement, seule **l'étude hydromorphologique** est suffisamment précise pour appuyer une décision communale en matière de planification urbaine. Les résultats d'un autre type de modèle (Modèle **Exzeco**), basé sur la seule topographie des lieux, produit une image assez juste du risque de ruissellement, mais les données scientifiques de base ne permettent pas de fonder une restriction d'usage. Néanmoins, la DDTM 13 emploie cet outil pour déterminer les territoires susceptibles d'être frappés par cet aléa, charge à la commune, informée par le porter à connaissance, de lancer une étude hydromorphologique pour étayer son projet d'aménagement.

En matière de **surveillance et d'alerte**, les prévisions météorologiques produites par Météo-France deviennent de plus en plus pertinentes, aussi bien en indice de confiance qu'en temps d'anticipation. Les alertes fournies par cet organisme sont parfaitement adaptées à une échelle départementale, et pour des évolutions climatiques en grandes masses.

Il est cependant un domaine dans lequel des lacunes sont impactantes, il s'agit des prévisions de localisation des orages. Des outils fins sont déjà en place et assurent une veille et transmission d'**alerte localisée** (exemple de la société « Prédicit », qui accompagne les collectivités dans la rédaction de leur Plan Communal de Sauvegarde, et le couple avec une surveillance météorologique en liaison avec Météo-France). Le projet GERIMU (GEstion des Risques Inondations en Milieu Urbain), initié à Montpellier, vise à combler les lacunes de nos connaissances actuelles en disposant d'un outil capable de calculer en quasi réel les risques d'inondation par ruissellement.

La gestion des eaux pluviales est un objet urbain complexe car en interaction avec l'ensemble de la vie de la cité.

Les aléas naturels que constituent les pluies sont connus mais encore mal prédits, et la prévision d'orages violents reste incertaine, tant sur la violence de l'évènement que sur la localisation exacte du point paroxysmique. Qui plus est, les travaux du GIEC laissent augurer d'une recrudescence des évènements violents et des sécheresses.

La vulnérabilité de nos cités vis-à-vis du risque inondation par ruissellement reste forte. Malgré les actions de mitigation pour limiter l'impact des aléas naturels, la ville est très vulnérable vis-à-vis des inondations car ces dernières impactent d'autres secteurs (inondation de centraux électriques ou téléphoniques, d'hôpitaux, de voies à grande circulation...) qui en cascade créent une catastrophe.

Face à l'importante incertitude concernant le lieu et l'importance du prochain orage, et à la complexité de la ville, les prévisions n'ont plus d'actions. Il faut étudier et renforcer la résilience de la ville face aux évènements, en se préparant par des outils de préparation de crise, et par un partage du risque et de ses solutions avec la société civile.

2.2 L'intégration du pluvial dans le projet urbain : deux exemples métropolitains

2.2.1 L'Atelier des Territoires : une nouvelle approche de la désimperméabilisation

2.2.1.1 Le dispositif national

L'Atelier des Territoires (AdT) est un dispositif mis en place par l'Etat depuis 2009, afin de favoriser le partage d'expertise autour d'un territoire afin d'en révéler une vision d'avenir. Les acteurs locaux (services de l'Etat, collectivités, élus comme techniciens, habitants) sont encadrés par une **équipe pluridisciplinaire** permettant de passer de constats partagés à un projet commun. L'objectif est donc bien d'ouvrir le débat avec des acteurs jusqu'à présents absents.

Concrètement, un appel à projet national est lancé par la Direction Générale de l'Aménagement, du Logement et de la Nature (DGALN), chaque année sur un thème différent¹⁷. Les services déconcentrés de l'Etat soumettent leur **projet** avec les équipes d'accompagnants qu'ils ont sollicitées. L'étude elle-même se déroule sur un peu plus d'une année avec trois à quatre ateliers rassemblant les différents intervenants et se clôt avec une restitution finale.

L'appel à projet de 2017/2018 s'intitulait « Faire de l'eau une ressource pour l'aménagement », avec l'idée de repenser la place de l'eau dans le projet de territoire (<http://www.territoires.gouv.fr/atelier-des-territoires>).

2.2.1.2 La proposition régionale

Sous maîtrise d'ouvrage de la Direction Départementale des Territoires et de la Mer des Bouches du Rhône, la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL PACA) et de l'Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse, une proposition a été engagée avec le concours de la Métropole Aix Marseille Provence. L'idée de départ repose sur la disposition 5A-04 du SDAGE 2016 – 2021, intitulée « Éviter, réduire et compenser l'impact des nouvelles surfaces imperméabilisées », qui incite à intégrer la **désimperméabilisation** des sols dans les documents d'urbanisme, proposant même un ratio de global de 150 % pour toute reconversion d'un site déjà imperméabilisé.

La **Métropole Aix Marseille Provence** a été choisie comme terrain d'étude, d'une part pour la variété des milieux aquatiques de ce vaste territoire, et d'autre part pour la jeunesse de cette structure expliquant la complexité de répartition de la compétence « Eau » en son sein. C'est ainsi que trois sites ont été proposés :

- Une ZAC à réaménager, implantée sur des terrains humides, champ d'expansion de crue (Zone des Paluds à Aubagne). La compréhension des phénomènes d'infiltration avec une **nappe phréatique** peu profonde est alors nécessaire pour envisager la mise en œuvre de techniques alternatives pour la gestion pluviale ;

¹⁷

En 2016, le thème était « Mieux vivre ensemble dans le péri-urbain »

- Un quartier urbain d'Aix en Provence, au bâti varié (habitat individuel, habitat collectif, universités), implanté sur le versant nord de l'Arc, exutoire de nombreux rejets pluviaux. La question sur ce site réside dans les capacités d'un tel territoire de respecter la doctrine « Eviter / Réduire / Compenser » l'imperméabilisation des sols dans une perspective de **densification** urbaine ;
- Un Ecoquartier en projet d'une **commune rurale** (Coudoux), afin de renouveler les pratiques de conception d'extension urbaine au regard du ruissellement urbain.

2.2.1.3 Une démarche initiale originale

Dès l'origine, cette étude provençale s'est appuyée sur un concept original pour un sujet technique comme l'est la désimperméabilisation : associer, dans l'équipe pluridisciplinaire, un bureau d'étude (AScA) dont la vocation première est l'association entre savoirs techniques et sciences sociales, et une agence d'urbanisme spécialisée en hydrologie et paysages (ATM).

Cela s'est traduit par une méthode de travail fondée sur un **arpentage** initial dans les sites, associant un panel d'acteurs venant d'horizons différents (urbanistes, paysagistes, élus et fonctionnaires, mais aussi associations de riverains...), dans le but de partager une vision de l'espace à investir.

La démarche s'est affranchie de la désimperméabilisation du cahier des charges, pour aborder plus largement la perméabilité de la ville, avec une gestion des eaux à ciel ouvert, à la vue de tous. C'est la nature qui entre en ville, qui sculpte le paysage urbain, permettant de redécouvrir les éléments naturels, au quotidien.

2.2.2 Coudoux, ou comment l'urbaniste revisite un projet d'extension

2.2.2.1 Une volonté de maîtrise foncière urbaine

La commune de Coudoux fait partie du département des Bouches-du-Rhône, située à une dizaine de kilomètres à l'ouest d'Aix-en-Provence. Elle fait partie de la Métropole Aix Marseille Provence depuis la création de cette dernière en 2016.

Sur le plan hydraulique, la commune est traversée d'est en ouest par la rivière de l'Arc qui se jette dans l'étang de Berre, et le canal de Marseille, construit au XIX^{ème} siècle et qui s'appuie sur les reliefs au Nord de la commune. Il est à noter que les évacuations de surverse du canal de Marseille traversent la commune du nord au sud, par des fossés à ciel ouvert, connus de la population. L'eau a donc déjà une **histoire** et une présence dans la communauté.

Très contraint par le croisement des autoroutes A7 et A8, et par une déclivité importante au nord, la commune ne peut que se développer densément.

La municipalité s'est saisie de la nouvelle compétence « urbanisme » qui lui été offerte par les lois de décentralisation, pour fonder une politique favorisant la densité urbaine et la préservation d'une aire agricole liée à l'irrigation par le canal de Marseille. Ainsi, malgré la pression foncière liée à la proximité des pôles d'emplois d'Aix et de l'est de

l'Étang de Berre, la physionomie de la commune est ainsi très caractéristique, avec un **noyau villageois dense** (de l'ordre de 45 logements / hectare) et une campagne naturelle et agricole, contrairement au développement de la majorité des communes avoisinantes.

La construction de l'Ecoquartier du Grand Coudoux en 2016 est la suite logique de cette démarche, avec volonté d'installer des logements collectifs, et une place centrale qui n'existait pas. L'innovation liée à l'arrivée d'habitats sociaux au cœur du village résidentiel s'est accompagnée d'une concertation et de la volonté de la labellisation **Ecoquartier**. La réussite de ce quartier en cœur de village se mesure au nombre de visites qu'il suscite !

En revanche, le volet pluvial ne faisait pas partie des principes fondamentaux de l'Ecoquartier, et a donc été traité de façon traditionnelle, en réseau souterrain sans résurgence pour la nature en ville ou le rafraîchissement urbain.

2.2.2.2 Une extension du village très encadrée ...

Le PLU communal de 2017 prévoit une augmentation de population dans la décennie à venir, par extension de l'enveloppe urbaine, l'actuelle étant déjà à des densités ne proposant pas de dents creuses ni de possibilités de division parcellaires internes.

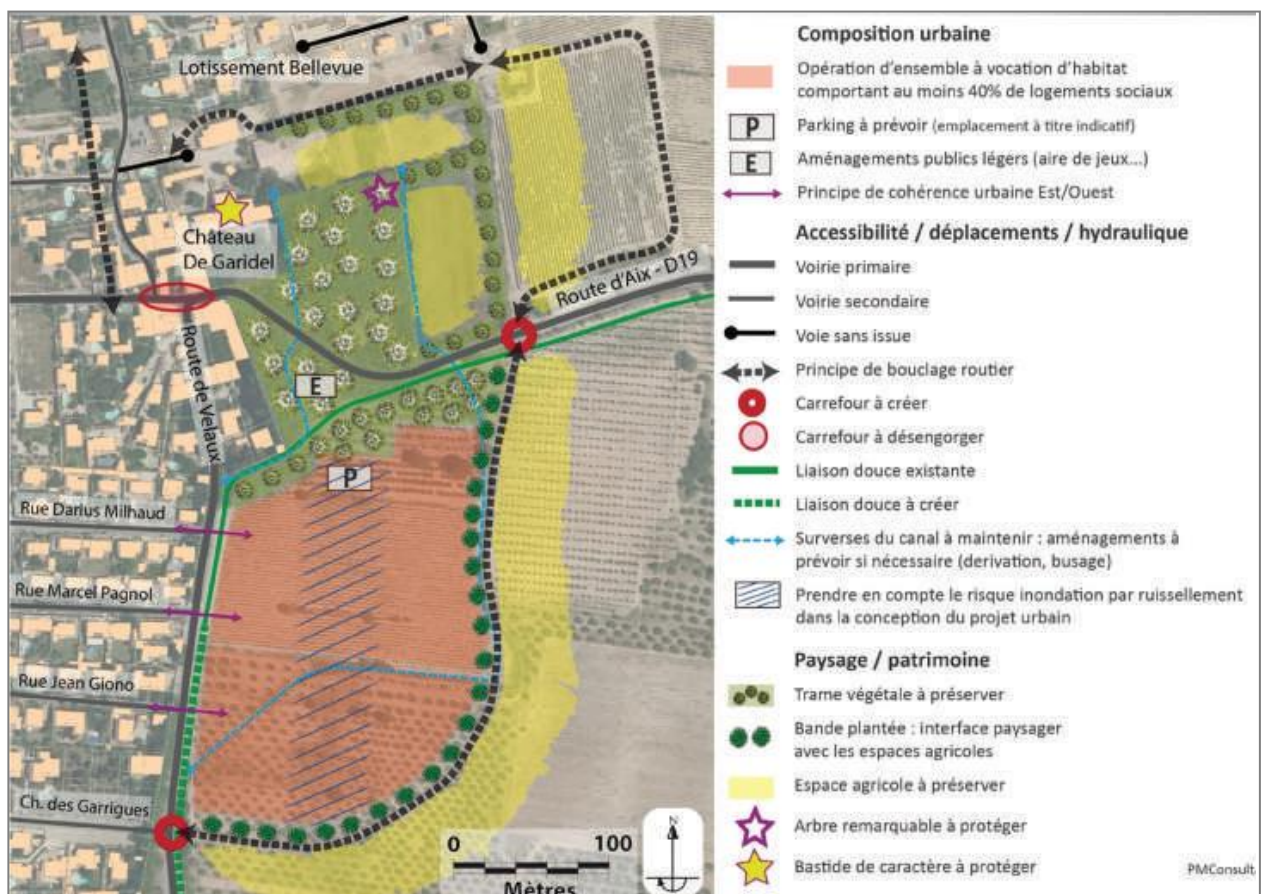


Figure 13: OAP de la Plantade du PLU 2017 de la commune de Coudoux

Source : <http://www.coudoux.fr/mairie/>

Par son expérience professionnelle **d'urbaniste**, l'adjointe à l'urbanisme a tenu à ce que le PLU soit accompagné d'une **étude hydraulique du ruissellement** du village, et ce

malgré son coût élevé pour cette taille de commune¹⁸. Notons aussi que la commune s'est dotée d'un schéma directeur de l'assainissement et d'un schéma de gestion des eaux pluviales. La gestion pluviale est donc une préoccupation réelle et étayée de la commune depuis de nombreuses années.

Une OAP sectorielle a donc été élaborée sur un espace de 20ha à l'entrée est du village, dans l'optique d'un **éco-quartier** intégrant mixité sociale, stationnement mixte privé/public, intégration paysagère, tout en tenant compte des impératifs pluviaux décelés par l'étude de ruissellement : un « chemin d'eau » traverse le projet du nord au sud, figurant dans l'OAP comme une zone inondable que le projet doit intégrer (cf. figure 13).

2.2.2.3 Une extension à l'épreuve d'une gestion intégrée du pluvial

La commune de Coudoux a été choisie comme site pilote de l'atelier des Territoires pour au moins deux raisons :

- il s'agit d'une des très nombreuses communes **rurales** de la métropole marseillaise. Or l'aspect démonstratif de la démarche est aussi d'illustrer les potentialités d'une démarche novatrice en matière d'urbanisme et de gestion pluviale, même dans des communes rurales.
- Par ailleurs, le projet d'extension inscrit au PLU de la commune était intéressant à retravailler comme exemple de projet en **extension** urbaine, en terrain naturel, avec donc une imperméabilisation accrue par l'implantation de bâtiments et de voiries, à compenser par une infiltration renforcée. C'est ce site précis qui a fait l'objet de l'étude.

La première étape de la démarche s'est déroulée sous la forme d'une déambulation dans le village et sur les terrains du projet de la Plantade avec élus, services techniques, administrations d'état et des collectivités, habitants, pour y capter les aspects techniques, mais aussi sensibles et culturels.

Une des premières observations du site fut la présence des **restanques** traditionnelles liées à la culture de l'olivier. Ces murs de pierres sèches, perpendiculaires aux plus grandes pentes, ont un rôle ancestral pour limiter la vitesse d'écoulement des eaux pluviales et favoriser l'infiltration.

La seconde étape a consisté à faire travailler plusieurs groupes distincts pour élaborer des propositions respectant les trois enjeux stratégiques retenus que sont : la **résilience** et l'adaptation de la ville face aux risques de ruissellement ; la valorisation des **interstices** et interfaces public/privé du tissu urbain ; la caractérisation **patrimoniale** des « chemins de l'eau ».

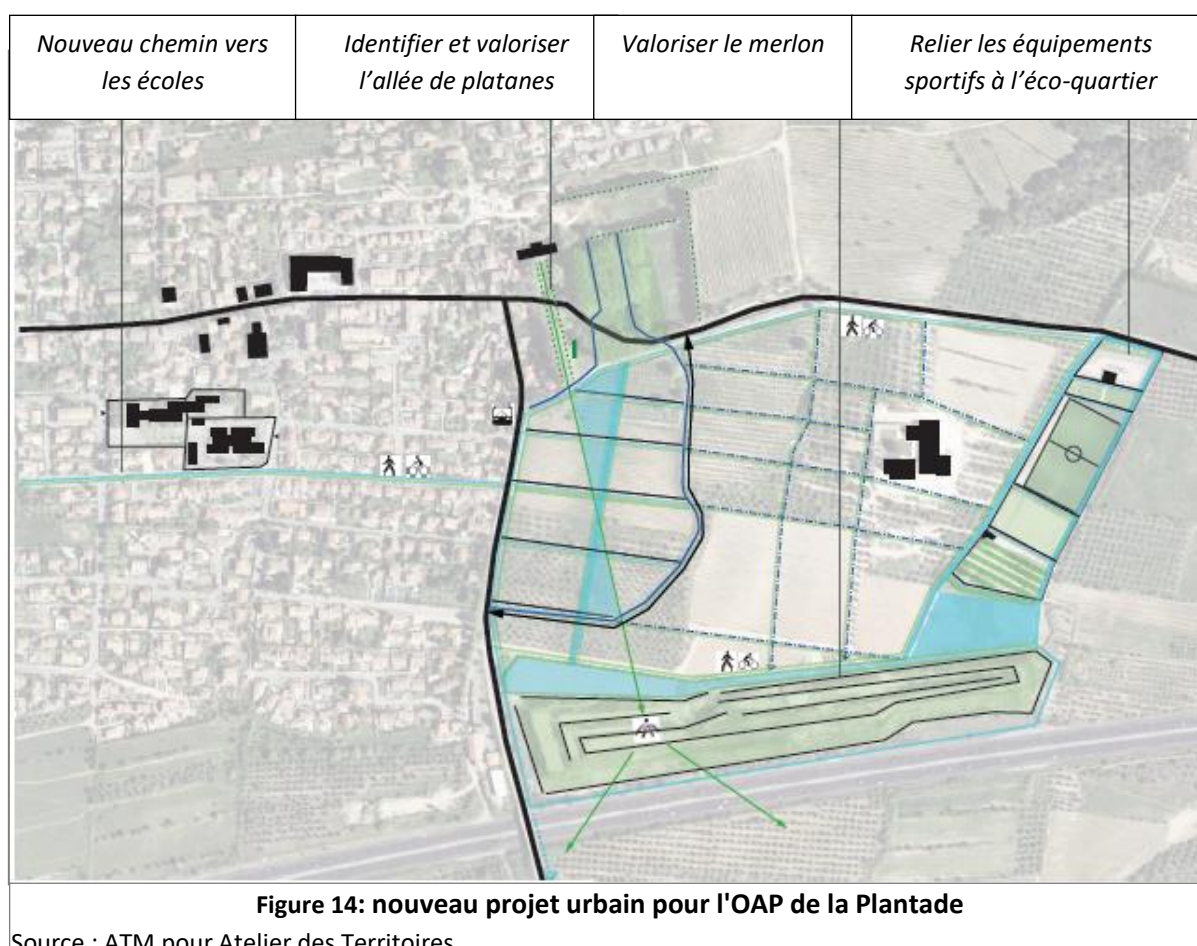
Le groupe des « **urbanistes** » s'est attaché à mettre en scène l'écoulement principal révélé par l'étude hydraulique de ruissellement, et de le compléter avec une gestion transversale de l'eau sur les restanques à conserver.

¹⁸ L'étude de ruissellement a coûté 40 K€, en complément du PLU de 60 K€ (éléments communiqués par l'adjointe à l'urbanisme)

Les « **architectes paysagistes** » ont proposé une organisation multifonctionnelle du projet, faisant dialoguer habitations, théâtre de verdure, fossés transversaux, ponctués par les restanques .

Au-delà de ces ateliers, l'étude cartographique du projet dans son environnement fait apparaître d'autres chemins d'eau parallèles à celui du projet, et surtout le merlon antibruit de l'autoroute en contrebas du projet, qui modèle dangereusement la circulation hydraulique des eaux de pluie au point bas de la commune.

L'atelier des Territoire s'est traduit finalement, pour le site de Coudoux, par une série de propositions dépassant le cadre initial de la seule OAP de la Plantade, résumée dans le projet présenté en figure 14 :



Le nouveau projet s'inscrit dans les principes suivants, issus de l'étude :

- Réduire les débits de pointe en diffusant l'eau dans des perpendiculaires à la pente ;
- S'appuyer sur les restanques pour ralentir les chemins de l'eau ;
- Concevoir des zones d'expansion sur les perpendiculaires, devenant des espaces publics à valoriser ;
- Transformer le point bas, siège d'une emprise inondable, en espace de stockage multifonctionnel.

En s'appuyant sur une solide base technique que constitue l'étude hydromorphologique, un groupe d'acteurs d'horizons différents est parvenu à produire un projet novateur, conciliant de nombreuses contraintes d'un projet de gestion intégrée : associer la population en amont du projet, et valoriser un élément patrimonial pour une meilleure **acceptation sociale** (les restanques) ; assurer la résilience du quartier en s'attachant à le resituer dans son environnement immédiat et proposer des **solutions multifonctionnelles** pour des ouvrages à la base techniques (bassin d'expansion des eaux au pied du merlon) .

2.2.3 La rénovation urbaine repensée avec le pluvial : le Camp des Sarliers à Aubagne

La commune d'Aubagne est située à l'Est de Marseille, sur les rives d'un fleuve côtier ayant un rôle important en matière de qualité des eaux de baignade de la capitale provençale : **l'Huveaune**. Elle est le siège d'une importante zone d'activités qui s'est développée en plusieurs phases depuis les années 1970, la **zone des Paluds**, qui comme son nom l'indique repose sur d'anciens marais, avec une nappe phréatique très proche de la surface.

La maîtrise d'ouvrage de la démarche de l'Atelier des Territoires a sélectionné cette zone des Paluds, en tant que projets de **rénovation urbaine**, et, pour la complexité technique liée à la présence d'une nappe phréatique , compliquant l'infiltration des eaux.

Néanmoins, pour ce mémoire, il a été préféré une **étude parallèle** à celle de l'Atelier des Territoires, confiée par le Syndicat du Bassin Versant de l'Huveaune (SIBVH) à l'agence ATM, qui est apparue plus opérationnelle, tout en restant dans le même esprit.

2.2.3.1 Le Camp des Sarliers : une enclave traversée par un piteux ruisseau

Le territoire du camp des Sarliers est délimité par 3 axes routiers importants : l'autoroute A52 qui relie Aix-en-Provence à Toulon, la RD 43A qui ceinture Aubagne et la RD 2 qui permet de quitter la ville en direction de l'Est. Cet espace, **d'usages hybrides**, comprenant des terres cultivées, un peu d'habitat et quelques implantations industrielles (transformateur EdF) fait l'objet depuis le POS de 2000 d'une intention économique. Lors de l'élaboration du PLU, la ville d'Aubagne a décidé de la classer en zone AU (urbanisable immédiatement), sous la forme d'une OAP sectorielle.

La vocation économique de cette zone découle d'une excellente desserte routière et autoroutière, d'un éloignement modéré des quartiers d'habitations de la ville, et d'une future desserte BHNS, liant la gare SNCF du centre-ville à la zone commerciale des Paluds (au sud-est de la figure 15).



Figure 15: PLU de la ville d'Aubagne 2016 - OAP Camp des Sarliers

Source : Ville d'Aubagne

Par ailleurs, le Fauge-Maire, affluent de l'Huveaune longeant le nord de la zone, traverse cet espace et dispose d'une ripisylve de qualité, malgré le manque d'attention dont il fait l'objet (nombreux macro-déchets dans le lit majeur).

Les discussions entamées par la commune et le Conseil de Territoire de la Métropole Aix-Marseille-Provence¹⁹ avec les différents propriétaires en mai 2018, ont coïncidé avec le déroulement de l'Atelier des Territoires, dont le 3^e site d'étude est la ZAC des Paluds, sur cette même commune. L'intérêt suscité par cette démarche novatrice, ainsi que la possibilité de labellisation de la future zone en Parc + ²⁰ s'est traduit par une nouvelle réflexion de la zone, en marge de l'Atelier des Territoires, mais avec la même philosophie, intégrant la gestion des eaux pluviales et leur exutoire (la Fauge-Maire) dès la conception du projet.

2.2.3.2 Le Fauge-Maire, colonne vertébrale du projet urbain

L'étude confiée à ATM, visait à construire un projet urbain autour du cours d'eau qui le traverse, et de la structure pluviale amont maillant ce territoire.

¹⁹ La compétence aménagement, initialement portée par la commune d'Aubagne, a été transférée à la Métropole AMP au 1^{er} janvier 2018.

²⁰ Piloté par l'Agence Régionale Pour l'Environnement / Agence Régionale de la Biodiversité de la région SUD-PACA, ce label est destiné aux zones d'activité pour valoriser les actions menées en direction de territoires durables. Dans l'esprit, ce label pourrait être « l'Ecoquartier » des zones d'activités.

Plusieurs principes déclinés localement ont présidé à cette étude :

- Le premier principe concerne le territoire lui-même. Son étude **topographique** a révélé l'emplacement des talwegs, siège des futures noues d'infiltration. Un système réticulé d'évacuation des eaux pluviales jusqu'au ruisseau est ainsi élaboré, sur la base des seules techniques alternatives au « tout tuyau ». Ce même maillage servira de base au réseau de circulations douces irrigant ces espaces, ombragées par une végétalisation favorisée par l'infiltration des eaux à chaque pluie.
- Le second axe vise à la gestion des eaux de pluie selon son intensité. Le stockage des eaux de pluies est mutualisé, réparti entre les espaces privés et les espaces publics : Les terrains privés sont contraints par une emprise au sol maximale, autorisant ainsi une infiltration locale des petites pluies (inférieures à la pluie décennale). Les volumes supplémentaires induits par des pluies plus intenses sont autorisés au déversement vers le domaine public, lieu du **stockage et de l'infiltration** des pluies jusqu'à la trentennale. Au-delà de ce seuil, les eaux rejoignent le cours d'eau à débit maîtrisé.

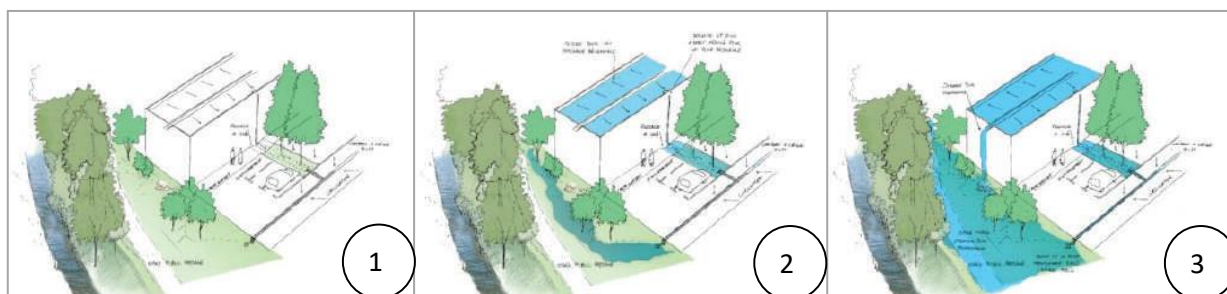


Figure 16: principe de fonctionnement de la gestion pluviale à la parcelle

Source : SIBVH / ATM

1. Par temps sec,
2. Lors d'une pluie moyenne, jusqu'à la décennale
La toiture est dimensionnée pour un stockage de pluie décennale. L'eau s'écoule ensuite par une descente EP dans un passage à gué, une noue plantée, un caniveau à grille puis inonde une partie de l'espace public ;
3. Au-delà d'une pluie décennale
Une surverse dimensionnée pour la décennale permet l'évacuation des eaux de toiture sur la promenade décaissée qui s'inonde. L'eau pluviale privée est gérée dans l'espace public puis est rejetée à débit limité dans le cours d'eau.

Ce principe de mutualisation de la gestion du stockage permet aussi de mieux comprendre l'équilibre économique du projet : **l'économie** de bassins de rétention traditionnellement exigé à l'opérateur dans ce type d'opération, compense les surfaces qu'il rétrocède à la collectivité pour les espaces multifonctionnels « noues / circulation douce / végétalisation ». L'assurance du bon fonctionnement de ces ouvrages essentiels au bon au système pluvial est ainsi confiée à la collectivité.

- Le troisième pilier réside dans la mise en avant du patrimoine naturel de ce territoire. Le Fauge-Maire devient un parc urbain, avec un lit mineur reprofilé pour lui donner de la sinuosité et diminuer la vitesse d'écoulement ; les berges abruptes à l'origine,

sont adoucies et élargies, mais contiennent la crue centennale du cours d'eau. La promenade en sommet de berge a 2 fonctions : une promenade paysagère plantée, autorisant les circulations douces, mais aussi volume de stockage pour la pluie trentennale, inondant l'espace public moins d'un millième du temps (sur la base théorique de 10 jours sur 30 ans). Ce cours d'eau, jusque-là délaissé, devient un élément structurel du système de gestion des eaux de pluie, et un parc naturel urbain, vers lequel s'orienteront les bâtis à venir.

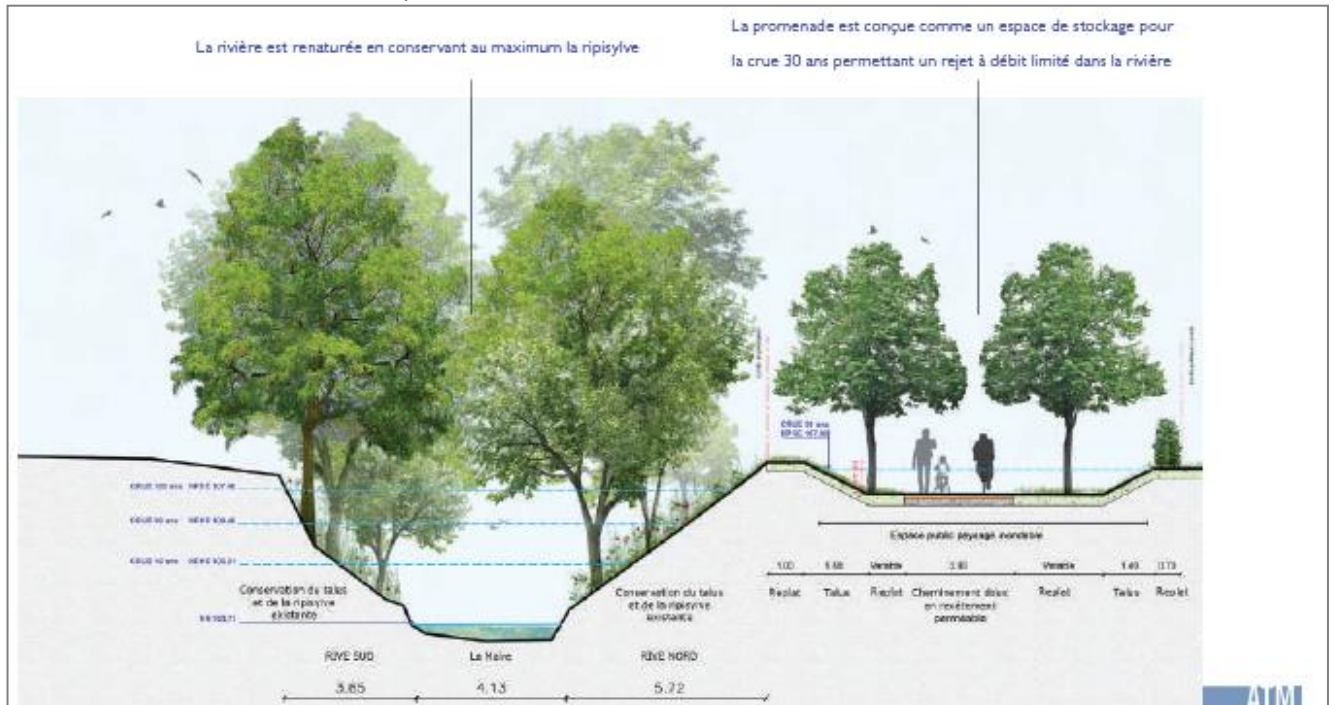


Figure 17: Coupe transversale sur le reprofilage de la rivière incluant une promenade inondable lors de la crue 30 ans

Source : ATM

2.2.4 De l'intérêt d'une conception intégrant les eaux pluviales

Le projet originel d'aménagement ne comprenait que peu de contraintes pluviales et environnementales. En inversant le processus, et en commençant par tracer les trames pluviales et leurs bassins versants jusqu'au cours d'eau, les **techniques alternatives** présentent tous leurs atouts. Le réseau pluvial est constitué de noues, à écoulement gravitaire et visible de tous, et dessine le réseau de voies de circulations douces. L'ensemble des bénéfices de cette technique alternative est alors révélé : La végétalisation de ces voies est favorisée par la fonction d'infiltration de l'eau des noues, qui les rendent attractives pour les passants ; la présence végétale crée des espaces d'atténuation des îlots de chaleur ; ces nouveaux axes deviennent des réseaux secondaires de la trame verte et bleue par la présence de l'eau (même sporadique) et des végétaux ; une nouvelle biodiversité peut s'implanter.

Il est à remarquer que l'application des techniques alternatives n'est pas la négation d'une démarche scientifique et **hydrologique**. Pour ce projet, chaque bassin versant est caractérisé par sa surface, l'estimation de la surface imperméabilisée, les volumes à infiltrer pour respecter la pluie décennale déterminés par un coefficient d'emprise au sol, un débit

de fuite vers l'espace public, doté de noues dimensionnées pour infiltrer toutes les eaux des différents bassins versants.

Le projet nouveau est **économiquement** comparable à celui qui était en discussion avant l'intervention d'ATM, mais avec des espaces publics plus généreux, malgré l'absence de foncier public à l'origine. Cette gageure est tenue grâce à la vision de l'urbaniste, capable de dialoguer avec les aménageurs privés, et « d'échanger » de la surface contre un allègement de contraintes (absence de bassins de rétention dans les lots privés).

La nouvelle OAP est assortie d'une série de règles d'urbanisation, comprenant des prescriptions en matière d'emprise au sol, de toitures végétalisées et de débit de fuite vers l'espace public selon l'intensité des pluies.

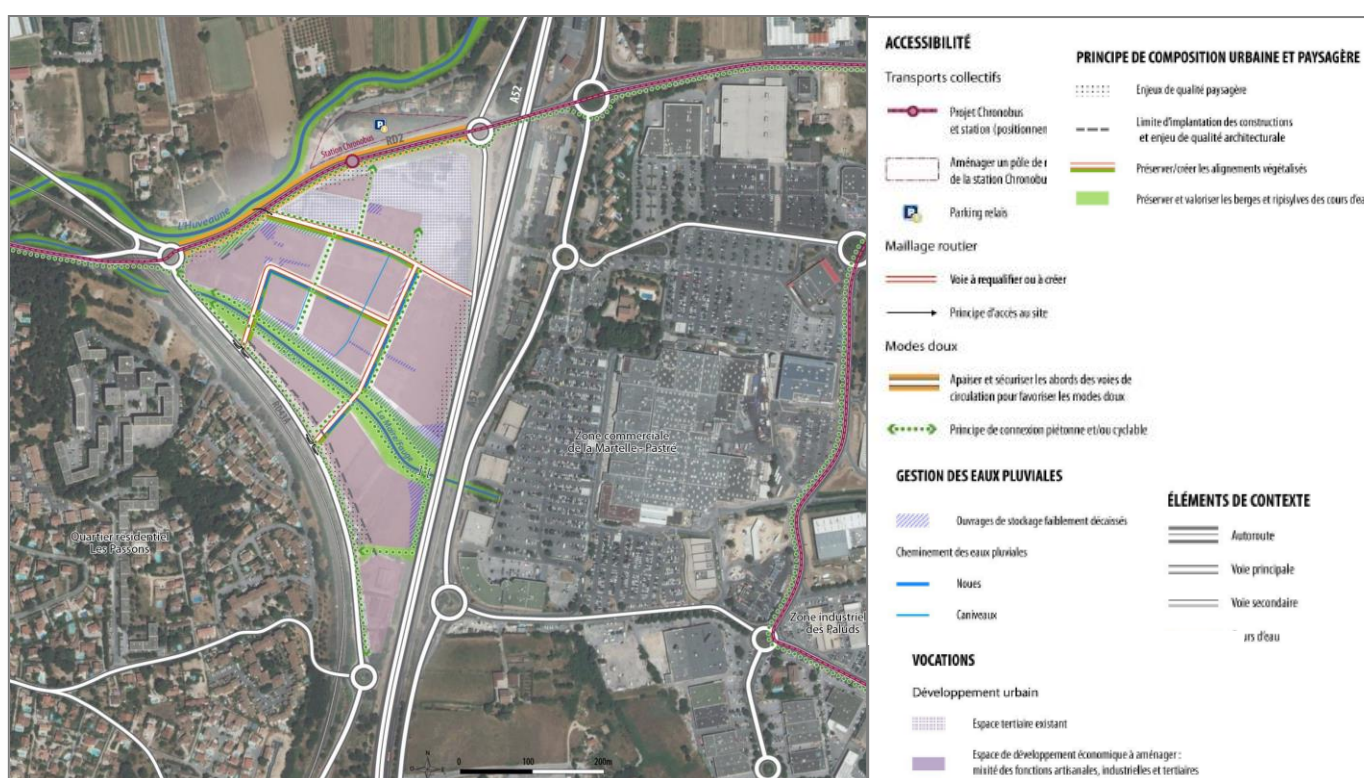


Figure 18 : OAP du Camps des Sarliers après étude

Source : PLU Aubagne à venir

Il n'est pas fréquent de lancer un parc d'activités avec un espace public autour d'un élément naturel remis sur le devant de la scène, tout en favorisant l'accès aux transports publics par les modes de circulation actifs. C'est pourtant bien ce qui est proposé dans cette nouvelle configuration : un espace promenade autour du cours d'eau central ; des voies de circulation automobile maillées de voies piétonnes ou douces desservant l'ensemble du parc à partir d'un arrêt du future BHNS. L'ensemble de ces aménités, rarement présent dans des territoires économiques, vise la labellisation **régionale Parc +** favorisant une approche « naturaliste » des parcs d'activité. L'attractivité de cet espace pour les usagers rassurera les futurs entrepreneurs désireux de s'implanter dans la région.

Un autre bénéfique collatéral de cette démarche a été de mettre autour de la table de nombreuses administrations pour trouver une nouvelle solution durable et économique :

Les services de l'Etat, les différentes collectivités, et tout particulièrement dans la métropole marseillaise engagée dans son processus de consolidation, et au sein des collectivités, les services urbanismes, GEMAPI, le syndicat de rivière (Syndicat du Bassin versant de l'Huveaune).

2.2.5 Quelques enseignements de l'Atelier des Territoires

L'objectif de cet Atelier des Territoires était initialement de mettre en avant la lutte contre l'imperméabilisation tout en révélant au plus grand nombre d'autres façons de concevoir les espaces urbains avec la gestion de l'eau.

On trouvera les conclusions de l'étude elle-même dans l'annexe. Elles sont formulées sous la forme de 13 mesures phares et 5 outils, pour favoriser la mise en œuvre d'une véritable **politique métropolitaine** relative à la gestion intégrée des eaux pluviales.

Nous nous concentrerons sur des éléments en liaison avec nos propos liminaires :

Le premier intérêt de cette démarche est d'être partie du **territoire**. La phase initiale de déambulation exploratoire permet de démarrer sur une vision à hauteur d'homme, en tant qu'usager des lieux. Cette vision terrienne permet alors de révéler les atouts du territoire, d'explorer les détails et de traduire l'ensemble par un projet ancré dans les lieux.

Un autre aspect important de cette démonstration est de promouvoir les techniques alternatives à ciel ouvert, tout en restant attaché à une réalité concrète, basée sur une connaissance approfondie et géographique du territoire. Sans l'étude de ruissellement pour Coudoux, ou le relevé planimétrique pour le camp des Sarliers, il était impossible de quantifier les aléas et de dimensionner les ouvrages de gestion pluviale.

Les deux exemples présentés plus haut aboutissent chacun à un véritable projet urbain, s'appuyant sur les réseaux viaires, les réseaux de transport en commun existants et pour proposer des liaisons douces complémentaires le long des noues. Cela se traduit par une nouvelle OAP, et des **règles d'urbanisme** inscrites dans le PLU, qui seront mieux comprises par les futurs pétitionnaires de permis de construire.

Le retour de la **nature en ville** est une des forces de ces projets. Les propositions présentées à l'issue de ces études sont structurées autour d'éléments paysagers ainsi mis en valeur. Les restanques de Coudoux, issues de l'histoire rurale du village sont les appuis du nouveau quartier, rythmant la déclivité du sol, marquant les limites entre domaine public et parcelles privées. Le Fauge-Maire à Aubagne redevient un véritable cours d'eau, qui pénètre le territoire par les noues paysagères dont il est l'exutoire.

Cette nature, de nouveau visible, sera rythmée par le cycle des **saisons**. L'ensemble des usagers redécouvrira la respiration des noues et du cours d'eau selon l'intensité des pluies, et percevra de façon plus simple et naturelle la présence bienfaitrice de l'eau, mais aussi son caractère colérique et sera moins surpris lors des rares débordements qui ne manqueront pas d'advenir.

Cette étude a fait l'objet d'une présentation au congrès NOVATEC 2019 sous le titre « Faire de l'eau une ressource pour l'aménagement : articuler le pluvial à la politique urbaine d'une métropole. Le cas d'Aix Marseille Provence »²¹. Elle a été **primée** lors de cette manifestation obtenant le prix « urbanisme et stratégie ». Cette distinction traduit la qualité de cette étude, mais reflète aussi les tendances de la profession à s'ouvrir à des horizons autres que des sujets scientifiques d'hydrologie pure ou de mécanismes de dégradation de molécules barbares.

D'autres innovations sont testées en France, dans le même esprit de gestion intégrée, et de prise en compte de la société civile.

Le Cerema a publié le bilan de quatre opérations ECOCITE (issues du Plan d'Investissement d'Avenir), qui ouvrent le débat sur des projets ouvrant des pistes novatrices (CEREMA 2016). La communauté de Plaine commune propose la création d'un réseau d'eau brute, et le **recyclage** des eaux pluviales pour valoriser les espaces d'agrément et promouvoir un maraichage urbain. Rouen intègre dans sa réflexion les eaux issues du ruissellement de coteaux, au-delà de l'enveloppe urbaine. Rennes poursuit les trames vertes et bleues au sein de la ville et veut faire un essai de récupération des eaux grises (eaux de vaisselle et de lavage). Ces projets bousculent la réglementation, notamment sur le recyclage des eaux, mais invitent aussi à créer des passerelles entre le service public et les propriétaires privées, entre les services de l'Etat et ces des collectivités. Mais tous sont de véritables **projets urbains**, associant parcelles privées et ouvrages publics majeurs de zone d'expansion des inondations, avec l'aide de schémas directeurs et prescriptions de planification urbaine.

²¹ Le document est présenté en annexe car il présente de façon synthétique l'ensemble de la démarche.

3 Conclusion

Chocat évoquait en 2015 les différents âges de l'assainissement : après les « hygiénistes », soucieux de la santé des citoyens, les « hydrologues » en ont pris les rênes dans les années 1960 pour gérer les inondations. L'ampleur des pollutions d'origines pluviales et les attentes autour du retour de la nature nous ont conduits dans les années 1990 à entrer dans l'âge « environnementaliste », dont les « techniques alternatives » sont le fruit. Depuis le début du XXIème siècle, Chocat pressent l'arrivée d'une nouvelle préoccupation, celle du bien être en ville en y intégrant l'eau pluviale.

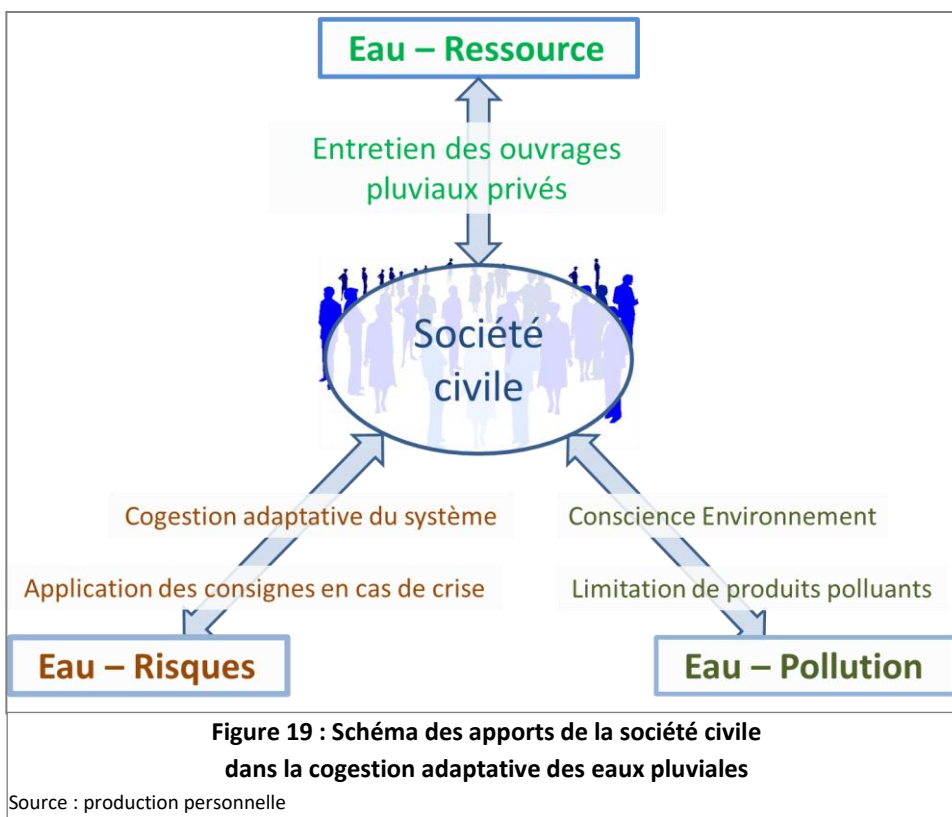
Les « techniques alternatives » sont indéniablement une avancée dans la gestion des eaux pluviales. En s'appuyant sur l'infiltration de l'eau de pluie au plus près de son point de chute, elles réduisent les volumes ruisselés, tout en laissant voir les ouvrages. La possibilité d'y associer une végétalisation procure bien être et rafraîchissement urbain. De nouveaux objets urbains sont ainsi apparus, disponibles pour d'autres usages la majeure partie du temps. Nous sommes donc bien entrés dans l'âge de **l'aménagement urbain**, avec l'ouverture à d'autres domaines que l'hydrologie originelle, associant la géographie, l'environnement, la mobilité, la sociologie et l'urbanisme.

Au-delà d'être une alternative aux techniques enterrées, ces dispositifs ont aussi imposé un nouveau paradigme, qui consiste à inclure la problématique pluviale dès l'élaboration du projet urbain. Il est possible de concevoir des projets d'aménagement à partir du système de gestion des eaux pluviales : la « **gestion intégrée des eaux pluviales** ». Au-delà d'un concept, il s'agit de fabriquer la ville autrement en combinant les ouvrages pluviaux dans le tissu urbain comme autant d'objets mis à disposition des habitants. Les études menées sur la Métropole marseillaise dans le cadre de l'Atelier des Territoires démontrent l'intérêt de ce processus, l'illustrent par la conception d'espaces communs multi-usages, et pour un coût similaire aux techniques traditionnelles.

Nous voici dans un monde merveilleux dans lequel des innovations résolvent tous les problèmes à la fois : gestion pluviale, apport de végétalisation et création de biodiversité dans la cité, espaces publics ouverts. Toutes nos villes devraient donc avoir adopté ces nouvelles pratiques. Nous avons vu dans ce travail que de nombreux obstacles limitent leur diffusion. Le rapport « Roche » (Roche 2017) établit un diagnostic très clair de la situation, et propose plusieurs axes d'amélioration, dont celui de **clarifier l'attribution de la compétence gestion pluviale** parmi les niveaux administratifs des collectivités territoriales. Les lois découpent le cycle de l'eau urbain et le distribue en différentes fonctions : assainissement, voirie, GEMAPI, urbanisme, etc. Tant que le cycle de l'eau n'aura pas de visibilité légale et administrative, il sera géré par morceaux, et la gestion intégrée nécessitera des énergies considérables pour refermer le cycle. En matière de financement, la gestion pluviale dépendant du budget général, tout comme les écoles. Tant que le maire devra arbitrer entre une crèche et un ouvrage pluvial, la gestion restera un parent pauvre (Chouli 2006).

Nous avons vu que les techniques alternatives s'appuient sur une infiltration in situ. Cela permet de réduire les volumes ruisselés responsables des inondations observées en aval sur certains points bas. Le système de gestion des eaux pluviales repose donc en partie sur la **participation des propriétaires** situés en amont. La défaillance des ouvrages d'infiltration amont peut entraîner de graves conséquences en aval. Il est donc nécessaire que les habitants aient pleinement conscience de faire partie d'un tout, et qu'ils en ont une partie de la charge : un service public partiellement géré par les usagers, voilà qui est original.

Comme nous l'avons vu tout au long de ce mémoire, la société civile est régulièrement « convoquée » par la gestion pluviale. Outre la participation au bon fonctionnement du système de gestion des eaux pluviales, les notions de risques par ruissellement et de résilience de la cité induisent la venue de la société civile dans le processus.



Le risque de ruissellement est clairement un risque majeur, qui intervient dans le **système complexe et vulnérable** que constitue la ville : l'inondation soudaine d'une artère principale peut désorganiser complètement une ville au moment où elle a particulièrement besoin de faire circuler ses véhicules d'intervention. Les scientifiques démontrent que dans ces situations potentiellement catastrophiques, il faut

envisager la résilience, au sens où la ville doit retrouver ses fonctions vitales le plus rapidement possible, mais aussi au sens où la ville doit apprendre des événements passés pour se préparer aux prochains, pour se réinventer. Dans le monde actuel, ces démarches ne sont plus l'apanage de quelques-uns, il nous faut intégrer la **société civile**, pour élaborer ce que les spécialistes nomment la cogestion adaptative.

Le risque inondation par ruissellement est connu mais incertain. Chaque territoire, et tout particulièrement en région méditerranéenne, est potentiellement soumis à l'aléa d'un orage majeur dépassant les capacités du système de gestion pluviale. Ni le lieu ni la date du prochain événement ne sont connus ou prévisibles. En revanche, les dégâts seront considérables. Comment **justifier les dépenses** d'investissement et de fonctionnement d'un système de gestion pluviale performant sans l'assentiment de la population ? Comment arbitrer entre un ouvrage d'infiltration pluvial et une maternelle ? Le système pluvial est calculé sur la base d'une pluie dite projet (pluie décennale par exemple). Pour des événements pluvieux plus intenses que la

décennale, des débordements auront lieu. Comment fixer la pluie projet sans tenir compte des habitants ? Quelles dégâts la cité est-elle capable de tolérer socialement ?

Par ailleurs, se préparer à la crise sous-entend y préparer sa population. Il faut donc pouvoir envisager et partager le risque dans une **culture du risque** comme les Japonais l'ont fait au sujet du risque sismique. Et une fois la crise passée, les enseignements issus des retours d'expérience permettent de diagnostiquer les dysfonctionnements, tant sur le plan des ouvrages que sur les réactions des différents services et des usagers.

En ce qui concerne le troisième en dernier enjeu des eaux pluviales, l'eau-pollution, l'implication de la société dans son ensemble est requise. Les apports polluants liés aux eaux de pluie sont très diffus. Le traitement de chaque rejet est sans doute contre-productif, voire illusoire (Roche 2017). La solution la plus efficace repose sur des mesures globales de modification des comportements, de limitation de certains produits de consommation, et sur le partage d'une conscience environnementale.

La gestion intégrée et la cogestion adaptative du système urbain des eaux pluviales est un préalable. Mais il y a d'autres thèmes à investiguer avant d'atteindre un niveau de gestion optimum.

Or, il y a urgence européenne à traiter la question de la pollution aquatique par temps de pluie, d'anticiper les évolutions climatiques et de préparer la résilience de nos villes vis-à-vis du ruissellement. Largement inspiré du rapport « Roche », une série d'actions permettrait d'y répondre :

- Renforcer nos connaissances scientifiques des phénomènes climatiques extrêmes pour mieux les prédire ; Le projet GERIMU (GEstion des Risques Inondations en Milieu Urbain), initié à Montpellier, pourrait être un de ces outils manquants.
- Décloisonner le fonctionnement actuel : la première étape est probablement de **clarifier le cadre législatif** des eaux pluviales, en fixant UN seul pilote du sujet, animateur et coordinateur des différents actuellement partiellement responsables ; malgré l'insistance du rapport « Roche », l'Etat n'a semble-t-il pas encore intégré cette problématique, puisque les Assises de l'Eau de juillet 2019 n'ont toujours pas entériné cette nécessaire réforme ; pour favoriser le dialogue entre les différents acteurs, il faut compléter les **formations** des jeunes professionnels: que les hydrologues aient une sensibilisation aux démarches de planification urbaine, et que les urbanistes aient un module sur le grand et le petit cycle de l'Eau.
- Développer la culture du risque : cette action sera de très longue haleine, et elle a déjà commencé (exemple de l'action de communication lancée en juillet 2019 par les services de l'Etat sur les bons gestes qui sauvent en cas d'inondation). Comme vu plus haut, **l'appropriation** du sujet pluvial **par la population** est primordiale. Ce sujet doit être l'occasion de polémiques, de confrontations, car il est complexe et n'a pas de solution unique. Pourquoi ne pas en aborder les aspects assuranciers : dès qu'un quartier sera défini comme inondable en cas de très fortes pluies, les assurances seront plus élevées et le foncier baissera. Une ségrégation s'opèrera entre l'amont riche et sec et l'aval

paupérisé car sous la menace d'inondations. Ne risque-t-on pas d'institutionnaliser la notion de « bas fond » avec la gestion pluviale ?

- Un des attraits des techniques alternatives repose sur la redistribution de l'eau de pluie à des fins de végétalisation du paysage urbain. L'augmentation des périodes de sécheresse risque de compromettre la notion de nouvelle ressource en eau. Ne peut-on assouplir la réglementation pour **favoriser la réutilisation**, a minima des eaux pluviales, voire mêmes des eaux grises (eaux de lavage et de vaisselle) ?

La gestion des eaux pluviales est un sujet transverse, à l'intersection du grand cycle de l'eau et de l'aménagement du territoire, entre ressource et périls. Face à une inflexion à aborder, le changement des habitudes est nécessaire, d'autant plus si la société civile prend en main ce sujet.

Table des figures

Figure 1: l'eau pluviale-inondation : orages d'octobre 2015 dans les Alpes Maritimes	7
Figure 2 : L'eau pluviale-pollution : déchets collectés par un avaloir pluvial.....	8
Figure 3 : l'eau pluviale - ressource (exemple de noue d'infiltration)	9
Figure 4: Pluviométrie moyenne en France.....	12
Figure 5 : carte des pluies journalières de fréquence cinquantennale	13
Figure 6 : Influence de l'imperméabilisation des sols sur le devenir de l'eau de pluie	14
Figure 7 : les dispositifs alternatifs à l'échelle individuelle.....	17
Figure 8 : Jardin de pluie dans un Eco-quartier	17
Figure 9 : coupe du dispositif de toiture végétale	18
Figure 10 : coupe schématique d'une tranchée filtrante	19
Figure 11: exemple de noue paysagère.....	20
Figure 12: représentation schématique du risque majeur	38
Figure 13: OAP de la Plantade du PLU 2017 de la commune de Coudoux	46
Figure 14: nouveau projet urbain pour l'OAP de la Plantade	48
Figure 15: PLU de la ville d'Aubagne 2016 - OAP Camp des Sarliers	50
Figure 16: principe de fonctionnement de la gestion pluviale à la parcelle	51
Figure 17: Coupe transversale sur le reprofilage de la rivière incluant une promenade inondable lors de la crue 30 ans	52
Figure 18 : OAP du Camps des Sarliers après étude	53
Figure 19 : Schéma des apports de la société civile dans la cogestion adaptative des eaux pluviales	57

Bibliographie

- AERM - Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse « *guide technique du SDAGE - vers la ville perméable : comment désimperméabiliser les sols ?* » mars 2017
- ATM ASca (1), « *Rendre les villes perméables Faire de l'eau une ressource pour l'aménagement Aix - Marseille –Provence Rapport Final Schéma de référence d'Aubagne Gemenos* », fév 2019, DREAL, DTDTM 13, AERMC.
- ATM ASca (2), « *Rendre les villes perméables Faire de l'eau une ressource pour l'aménagement Aix - Marseille –Provence Rapport Final Schéma de référence de Coudoux* », mars 2019, DREAL, DTDTM 13, AERMC.
- ATM ASca (3), « *Rendre les villes perméables Faire de l'eau une ressource pour l'aménagement Aix - Marseille –Provence* » restitution finale de l'Atelier des Territoires, juin 2019, DREAL, DTDTM 13, AERMC.
- Carré Catherine, Chouli Eleni et Deroubaix José Frédéric, « *Les recompositions territoriales de l'action publique à l'aune de la proximité. Le cas de la gestion des eaux de pluie en ville* », 2006, développement Durable et territoires, dossier 7
- CEREMA « *la gestion alternative des eaux – Note de capitalisation EcoCité* » octobre 2016
- CEREMA « *Action-recherche du Cerema : évaluation d'une toiture terrasse végétalisée à zéro rejet* » janvier 2019
- Chocat Bernard : Témoignage lors du séminaire du 9 septembre 2015 organisé par le CGEDD « *Vers une politique de gestion intégrée des eaux pluviales : les éclairages apportés par la recherche* », 2015, CGEDD
- Chouli Eleni, « *La gestion des eaux pluviales urbaines en Europe : analyse des conditions de développement des techniques alternatives* », 2006, thèse Ecole des Ponts Paris tech
- Commune de Coudoux / Egis « *Etude Hydraulique complémentaire - Etude cartographie hydrogéomorphologique des zones inondables* » mai 2017
- Couturier B, 2019 « *Ville perméable : désimperméabilisons la ville* » CEREMA, groupe de travail national Eco-Quartiers
- Dauphiné A., Provitolo D., « *La résilience : un concept pour la gestion des risques* », 2007, Annales de géographie n° 654, p 115 à 125
- Desbordes Michel « *Diminuer la vulnérabilité à l'inondation en milieu urbain ? Des solutions existent, mais....* » 2009, Colloque « *Quel avenir pour la gestion durable des fleuves et rivières de France* », AFEPTB, p 5-6
- Desbordes Michel « *Hydrologues, Ornithorynques, continuons le combat !...* » 1995, intervention à la faculté d'Assas
- du Rostu Clémence et Henon Mathieu, « *la responsabilité persistante du maire face aux inondations* » le courrier des maires, juin juillet 2019
- Eurydice 92, « *Encyclopédie de l'hydrologie urbaine et de l'assainissement* », 1997, Lavoisier tec doc ; Mise à jour 2017 en ligne <http://www.graie.org/eurydice/encyclopedia/>
- Huteau H, « *Prévention des risques naturels : une culture à construire* », 2019, le courrier des maires n° 333
- GRAIE, « *La compétence « gestion des eaux pluviales urbaines : Grilles d'aide à sa définition* », mai 2019
- GRENOBLE, « *PLUi, Grenoble Alpes Métropole* », 08 février 2019,
- Locatelli M., « *L'eau et le risque : une nouvelle approche pour vivre les territoires ?* », 2014, mémoire de fin d'étude, Institut d'Urbanisme de Grenoble
- Mathevet R., Bousquet F. ; « *IRésilience et Environnement* » 2014 ; Buchet Chastel
- Marc P., Vérétoit S., Kovacs Y., Pierlot D. ; « *la gestion des eaux pluviales urbaines : un enjeu de clarification législative* » Déc 2018 ; Droit de l'Environnement n°173
- Maytraud Thierry, Olsen Gaëlle, Narcy Jean-Baptiste, Chevillotte Gaëlle, Bosc Jérôme, Flourey Claire, Langumier Julien , « *Faire de l'eau une ressource pour l'aménagement* » : *articuler le pluvial à la politique urbaine d'une métropole Le cas d'Aix Marseille Provence* », NOVATECH 2019, GRAIE

- Reghezza-Zitt M ; « *Gestion de crise et incertitude(s) ou comment planifier le hors cadre et l'inimaginable. Application aux crises majeures en Ile de France* », 2019, Annales de géographie n° 726 p5 à 30 ; Armand Colin
- Reghezza-Zitt M ; « *Le développement durable à découvert – 3 Inondations, éradiquer le danger ou vivre avec* », 2013, CNRS éditions p 216-217
- Picot D. ; « *Réinventée, la concertation peut mobiliser les foules* », 2019, la Gazette des communes , 24 juin 2019
- Rioust E. (2012). « *Gouverner l'incertain : adaptation, résilience et évolutions dans la gestion du risque d'inondation urbaine* » Thèse de doctorat, Université Paris Est /ENPC, 429 p
- Roche P.A., Aujoulet Y ;, Helary J. L., Velluet R. , « *Gestion des eaux pluviales : Dix ans pour relever le défi* », Avril 2017, Ministère de l'Environnement, de l'Energie et de la Mer, CGEDD 338p.
- SDAGE du bassin Rhône Méditerranée 2016-2021 , dec 2015 ; Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse
- Saulais Muriel, Suaire Rémi, Carat Damien, Berthier Nathalie, Pailloux Nadjwa, Degrave Marie, Bernard Morgane, Soubeiran Victoria, Robiquet Quentin, « *Vers une évaluation des services rendus par les aménagements de gestion des eaux pluviales* », 2019, Novatech 2019, GRAIE .
- Valdelfener M, Bacot L., Barraud S., Marmonnier P. , « *Les moustiques dans les ouvrages de gestion alternative des eaux pluviales en ville ?* », 2017, OTHU / GRAIE, 8p.

Sites internet

- <https://www.catnat.net/> : Observatoire permanent des catastrophes naturelles et risques naturels
- <https://www.cypres.org/> : Centre d'Information Pour la prévention des risques majeurs
- <http://assainissement.developpement-durable.gouv.fr/pluvial.php> : site du ministère de la transition écologique et solidaire, avec notamment un recueil des textes relatifs à la gestion des eaux pluviales
- <http://www.graie.org/portail/> ; site du Groupe de Recherche, Animation technique et Information sur l'eau
- <https://adopta.fr/> : site de l'Association pour le Développement Opérationnel et la Promotion des Techniques Alternatives en matière d'eau pluviale
- <http://www.graie.org/eurydice/encyclopedie/> : Encyclopédie de l'hydrologie et de l'assainissement, dite Encyclopédie Eurydice
- <https://www.cohesion-territoires.gouv.fr/ateliers-des-territoires> : site du Ministère de la Cohésion des Territoires et des Relations avec les collectivités, et l'onglet dédié aux Ateliers du Territoire

Entretiens

- Madame Perrine Prigent : DREAL PACA, chargée de mission Eco-Quartiers
- Madame Luce Goudebranche : DDTM 13, Chargée de mission Risque Naturels / DI
- Madame Janine Bellante: Mairie de Coudoux, adjointe à l'urbanisme
- Monsieur François Roberi : Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse
- Madame Patricia Spano : Métropole AMP, conseil de Territoire Pays d'Aubagne et de l'Etoile, Chef de projet Aménagement et Développement
- Monsieur François Bousquet : Chercheur CIRAD
- Monsieur Julien Langumier : DDTM 13, directeur Pôle Risque
- Monsieur Alix Roumagnac : Président de Predict Services
- Monsieur Michel Desbordes : Professeur Hydrologie Polytech Montpellier (Retraite)

Annexe

NOVATECH 2019

« Faire de l'eau une ressource pour l'aménagement » : articuler le pluvial à la politique urbaine d'une métropole Le cas d'Aix Marseille Provence

« Make water a resource for urban planning »: How to link stormwater management with the urban policy of a metropolis

The case of Aix Marseille Provence Metropole

Thierry Maytraud¹, Gaëlle Olsen¹, Jean-Baptiste Narcy², Gaëlle Chevillotte², Jérôme Bosc³, Claire Floury⁴, Julien Langumier⁵

¹ATM thierry.maytraud@agence-atm.com, gaelle.olsen@agence-atm.com,

²AScA, jean-baptiste.narcy@asca-naf.com, gaelle.chevillotte@asca-naf.com,

³DREAL PACA Jerome.Bosc@developpement-durable.gouv.fr, ⁴AERMC

Claire.FLOURY@eaumc.fr, ⁵DDTM13 julien.langumier@bouches-du-rhone.gouv.fr

RÉSUMÉ

L'étude s'inscrit dans une démarche « Atelier des territoires » ayant pour objectif la définition d'une stratégie politique et opérationnelle sur la gestion de l'eau pluviale, visant à rendre le territoire de la métropole Aix Marseille Provence plus perméable. La méthodologie appliquée pour aborder l'opérationnalité d'une gestion de l'eau sur un territoire aussi vaste, a consisté à arpenter le terrain avec des acteurs locaux, non pas dans le but d'en acquérir une connaissance exhaustive, mais pour inscrire la stratégie dans une pratique plutôt que dans un zonage géographique. Aussi, la thématique énoncée d'une *ville perméable*, qui restreint la gestion de l'eau pluviale à l'infiltration, a été questionnée et s'est ouverte plus largement sur une diversité d'actions liées à l'aménagement et au projet urbain. 13 mesures phare, classées en 2 grands volets d'actions opérationnelles, ont ainsi été énoncées en lien avec les pratiques méditerranéennes de l'eau et les spécificités climatiques. Un premier volet s'est orienté vers une gestion du pluvial à ciel ouvert comme élément de cadre de vie et un second s'est axé sur les principes d'une déconnection des eaux pluviales qui distingue différents niveaux de pluie. Tout l'enjeu de cette mission, a été d'élaborer une stratégie de gestion de l'eau pluviale à la fois technique et urbaine, avec les acteurs de l'eau, ceux de l'aménagement et ceux du « grand cycle ».

ABSTRACT

The study is part of a process called « Ateliers des Territoires ». The goal is to define and implement a political and operational strategy for stormwater management with the objective to make the area of the metropolis Aix-Marseille-Provence more pervious. The application of this strategy on a territory as wide as the metropolis consisted on striding across the field with local stakeholders. The purpose of this study was not to have an exhaustive knowledge of the field but to implement the strategy in a practical way rather than in a zoning. Thus, the idea of a pervious city, which restrain stormwater management to infiltration, was challenged and was finally widened on a diversity of action related with urban planning. 13 key measures, grouped in two operational sets of actions and linked to Mediterranean water practices and climatic specificities, were developed. The first part focused on the use of open surface stormwater management as an aspect of the living environment. The second part focused on disconnecting rainwater depending on different levels of rain. The key issue of this project was to draw up, both a technical and urban strategy for stormwater management, involving "small" water cycle stakeholders, urban planners and "large" water cycle stakeholders.

MOTS CLÉS

Du terrain à la politique publique, Eau pluviale et bio climatisme, Eau pluviale comme ressource pour l'aménagement, Patrimoine méditerranéen de l'eau, « Rues rivière »

1 COMMENT FABRIQUER UNE POLITIQUE PUBLIQUE DE L'EAU PLUVIALE A PARTIR DU TERRAIN ?

1.1 L'exploration de trois sites-tests contrastés sur les plans urbanistiques et hydrologiques

Le territoire de la métropole Aix Marseille Provence, la plus grande de France, 92 communes sur une superficie de 3 173 km², présente une géographie contrastée, oscillant entre massifs, plaines et littoral, ainsi qu'une occupation au sol variée, alternant de vastes espaces naturels et des polarités urbaines plus ou moins denses. Pour répondre à cette complexité contextuelle, le cadre de la mission a identifié 3 sites tests, jugés représentatifs des problématiques métropolitaines.

A Aix-en-Provence, un périmètre de 300ha de tissu urbain de 2^{ème} couronne, situé à flanc de coteau, sur une pente moyenne de 4.2% avec la rivière de l'Arc comme exutoire, a permis d'interroger la réglementation pluviale et urbaine à énoncer, pour accompagner la densification de ce secteur inscrite au PLU. D'autre part, l'urbanisation récente de ce périmètre, situé sur l'emprise d'un ancien cours d'eau, a également suscité des réflexions sur la gestion du risque d'inondation et sur la création d'une nouvelle typologie de rue, celle des « rues rivière », dont les profils en long et en travers pourraient anticiper et assumer le passage de l'eau lors d'événements pluvieux importants.

A Aubagne Gémenos, le site retenu est une importante zone d'activité de 300ha, dont la particularité est d'avoir été urbanisée sur un ancien marais. La proximité de la nappe phréatique a engendré une gestion de l'eau pluviale entièrement à ciel ouvert, sans aucun réseau. Aujourd'hui, la zone d'activité menacée de perte d'attractivité nécessite d'être requalifiée. L'enjeu sur ce site a été d'étudier en quoi le patrimoine des chemins de l'eau existants sous diverses formes, caniveaux et trapèzes en béton ou plus récemment noues, fossés et lagune, pouvait être valorisé et devenir un support pour la mise en place d'une nouvelle trame de mobilités et plus globalement d'un projet urbain qui pérennise et améliore le mode de gestion hydraulique du site.

Enfin, sur le village de Coudoux, l'étude a porté sur les règles à définir pour la construction d'un écoquartier programmé sur une emprise de 20ha de terres agricoles. Ce site a permis d'aborder deux thématiques. Une première liée à la gestion du risque d'inondation dans un site en pente, l'emprise étant traversée par un axe d'écoulement issu d'une surverse du canal de Marseille, situé en point haut du village. Et une seconde, liée à un patrimoine technique méditerranéen encore visible sur l'emprise du projet, celui des bancaous, terme provençal pour désigner un nivellement en terrasses, limitées par des murs filtrants en pierres sèches.

La méthodologie proposée aux acteurs locaux, présents lors des micro-ateliers, s'est basée sur l'arpentage des sites, avec l'objectif d'ancrer la réflexion dans la réalité du terrain, tant pour identifier les éléments de diagnostic que pour commencer à imaginer des solutions et des réponses. Un second niveau de réflexion a ensuite clôt chacune des séquences par un atelier métropolitain, qui a permis de « monter » en thématique et en stratégie politique.

1.2 Une méthodologie participative basée sur l'arpentage du terrain

Plus qu'une simple visite des sites, la pratique du terrain a fondé les bases de la démarche. Le premier atout de cette méthodologie a été l'implication des praticiens locaux dans la réflexion menée. Leur présence a initié la discussion sur des problématiques précises et contextuelles, dont l'expression par des acteurs porteurs d'une légitimité et aux compétences variées et complémentaires, a été facteur de partages, de débats, tant sur le diagnostic que sur la suite à donner aux orientations et à la stratégie politique.

Le second intérêt, a été la possibilité de confronter les concepts formulés, tel que celui d'une ville résiliente, à la réalité des sites de façon à pouvoir, dans un second temps, monter en généralité à l'échelle métropolitaine, sans perdre l'ancrage local.

Enfin, l'arpentage a permis une confrontation physique et sensible aux lieux, ainsi qu'un rapport direct au projet, tantôt par le prisme technique de l'hydrologue, tantôt par celui du paysagiste, du géographe ou de l'habitant. Ainsi, l'eau pluviale est apparue comme une donnée parmi d'autres, mais présente dans toutes les problématiques urbaines : l'eau et la topographie, la qualité du sol, le bâti, le végétal, le climat, les usages, les cours d'eau... Par l'arpentage, le diagnostic réalisé est apparu nécessairement transversal et a posé les fondements d'une démarche de projet qui, au-delà de la technique, relève également du projet urbain.

2 LE PLUVIAL : ELEMENT TRANSVERSAL POUR CONSTRUIRE UNE POLITIQUE URBAINE

2.1 Trois moteurs politiques pour porter l'action opérationnelle : résilience, interstices, patrimoine

Aborder la gestion de l'eau pluviale sous l'angle du projet urbain ouvre le monde de l'assainissement, celui de la gestion du risque « inondation » et celui des milieux aquatiques, à toute une série de nouveaux champs urbains. Par cette approche, il ne s'agit pas pour autant de négliger l'historicité des acteurs de l'eau, dont la présence reste indispensable à cette évolution. Porter une réflexion sur l'eau pluviale par le prisme d'une ville plus résiliente rend positive la maîtrise de l'eau, qui devient alors vecteur de qualité urbaine, de ressource, de cadre de vie et de bio-climatisme. Ainsi, l'arpentage de terrain et les débats menés avec les acteurs locaux et métropolitains ont abouti à formaliser trois moteurs potentiels pour donner un sens politique à l'action opérationnelle en matière de pluvial.

Un premier moteur politique est apparu, sans grande surprise, autour de la capacité d'adaptation de la ville face aux risques d'inondation et aux conditions climatiques méditerranéennes. Dans le contexte du changement climatique, tout particulièrement en milieu méditerranéen, ces préoccupations constituent un enjeu essentiel, non seulement environnemental mais aussi économique. Le deuxième moteur politique, moins attendu, porte sur l'identification d'interstices et d'interfaces du tissu urbain comme des espaces à investir. Les interfaces identifiées sont physiques et organisationnelles, souvent situées à la jonction entre l'espace public et privé. Elles apparaissent dans le tissu urbain comme des espaces en marge des responsabilités de chacun et par conséquent souvent délaissées en termes de gestion. Dès lors, un des enjeux forts est le réinvestissement de ces lieux, tant pour y développer des solutions alternatives de gestion du pluvial, que de nouvelles fonctions urbaines. Enfin, un troisième moteur politique réside dans l'identification d'un patrimoine méditerranéen lié à l'eau. Cet enjeu est apparu au premier plan lors de l'arpentage du village de Coudoux, sur lequel l'observation de bancaous, terme provençal pour désigner les murs en pierres sèches, et de fossés d'irrigation agricole ou de surverses du canal de Marseille, ont été identifiés comme des formes de patrimoine fonctionnel de l'eau, naturel ou culturel, à reconnaître et à faire vivre pour mieux gérer le pluvial.

Pour favoriser un changement global d'approche du pluvial dans la feuille de route métropolitaine, ce diagnostic a permis d'inscrire cette thématique dans une perspective politique, qui donne sens aux modifications apportées à l'espace urbain et en fait une véritable « cause » à porter. Les trois moteurs politiques identifiés ont ainsi conduit à organiser sous une forme simple, concrète et facile à retenir, l'innovation à conduire : une liste de 13 mesures phare, chacune faisant l'objet d'une fiche descriptive (objectifs/actions/pilotage/financements,...) et organisées en 2 grands volets opérationnels faisant écho aux moteurs politiques identifiés.

13 MESURES PHARE

Gestion de l'eau pluviale à ciel ouvert et cadre de vie

- *Mesure 1 : Développer des espaces de stockage des eaux pluviales multi-usages*
- *Mesure 2 : Proscrire les grands bassins de rétention monofonctionnels liés à des projets d'aménagement*
- *Mesure 3 : Obliger à une gestion à ciel ouvert pour toutes les opérations nouvelles d'aménagement*
- *Mesure 4 : Créer et valoriser les chemins de l'eau*
- *Mesure 5 : Dépoulluer à l'amont au profit des usages récréatifs des rivières et de la mer*
- *Mesure 6 : Considérer l'eau pluviale comme une ressource*
- *Mesure 7 : Multiplier les flots de fraîcheur en intégrant le pluvial dans la planification climat*
- *Mesure 8 : Intégrer des éléments de patrimoine méditerranéen naturel et culturel dans la gestion des eaux pluviales*

Gestion de l'eau pluviale à ciel ouvert et cadre de vie

- *Mesure 9 : Déconnecter les nouveaux projets du réseau*
- *Mesure 10 : Infiltrer et évaporer à l'amont en multipliant les micro-stockages*
- *Mesure 11 : Assumer le passage des pluies torrentielles dans les voies rouges - Créer une catégorie de «rues rivières»*
- *Mesure 12 : Interdire les rejets directs dans les cours d'eau*
- *Mesure 13 : Changer de métrique pour penser et évaluer autrement les projets*

Extrait de la feuille de route – les 13 mesures phare



Mesure 4 - Créer et valoriser les chemins de l'eau



Mesure 8 - Intégrer des éléments de patrimoine méditerranéen naturels et culturels dans la gestion des eaux pluviales



Mesure 11 - Créer une catégorie de « rues rivières » en assumant le passage des pluies torrentielles sur les voies rouges

2.2 Une proposition de 5 outils pour aider la métropole à développer sa politique

En dernière phase de l'étude, l'énoncé des 13 mesures phare a fait naître des discussions sur l'opérationnalité de cette nouvelle politique et sur les outils d'accoutumance qui pourraient la porter au niveau métropolitain. Ainsi 5 outils liés à la conception des projets, à l'instruction des dossiers et à l'évaluation de cette nouvelle politique ont été proposés :

- **« Une fabrique de l'eau et de la ville » pour la Métropole**, pour créer un lieu neutre de suivi des opérations emblématiques, valorisation des retours d'expérience, d'innovation et de promotion, de veille technique, de formation et de communication.
- **L'identification de nouvelles trames bleues dans la Trame Verte et Bleue**, pour faire exister les « interstices » à réinvestir, cartographiquement à l'échelle du SCoT et de manière opérationnelle, par l'addition des projets sur le temps long de la mutation urbaine (chemins de l'eau visibles et interfaces public/privé vecteurs de biodiversité, de nature et de valorisation du cadre de vie, ...).
- **Une Orientation d'Aménagement et de Programmation (OAP) thématique « Cycle de l'eau »**, pour compléter le dispositif réglementaire des PLU de façon à aborder dans l'instruction des projets la gestion de l'eau pluviale d'un point de vue simultanément technique, urbain, environnemental et qualitatif.
- **Un « guide-charte » de conception des espaces publics, de la gestion de l'eau et de la mobilité**, pour compléter et accompagner l'OAP thématique « Cycle de l'eau » par une stratégie technique, qui réhabilite entre autres les pratiques méditerranéennes sous des formes contemporaines et adaptées.
- **Un modèle de carnet d'entretien établi en partenariat avec les services gestionnaires**, pour permettre aux maîtrises d'ouvrage de préciser les modalités de gestion des ouvrages réalisés, afin de pérenniser les dispositifs en fonction des savoir-faire et des contraintes des services gestionnaires.