



— CAHIER TECHNIQUE —

L'EAU DE PLUIE EN VILLE

dans le cadre des AIDES AUX COMMUNES

Introduction	5
Cadre et enjeux de l'étude	
1 - Philosophie de la démarche	6
Au-delà de la désimperméabilisation des sols, la déconnexion des sites et des territoires	6
La gestion intégrée des eaux pluviales, une démarche transversale, à la fois technique, urbaine, environnementale et climatique	7
De la philosophie de la démarche à quelques exemples de réalisations locales	8
2 - Contexte réglementaire pour la gestion des eaux pluviales	18
2.1 - Lois sur l'Eau et nomenclature IOTA	18
2.2 - Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) Rhône Méditerranée	20
2.3 - Plan de Gestion du Risque Inondation (PGRI) du bassin Rhône-Méditerranée	22
2.4 - Schémas d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE)	22
2.5 - Territoire à Risque d'Inondation (TRI)	23
2.6 - Plan de Prévention des Risques d'Inondation (PPRI)	24
2.7 - Documents d'urbanisme	25
3 - Méthodologie et étapes du projet	26
3.1 - Les données d'entrée	26
- Le relevé topographique	26
- Les études de sols	26
- Les pluies de projet	29
3.2 - Les documents du projet	31
- Récapitulatif des documents attendus pour un projet de gestion intégrée des eaux pluviales	31
- Le Schéma de Gestion des Eaux Pluviales	32
- Le carnet d'entretien	33
3.3 - Les subventions envisageables	34
Les subventions de l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse (AERMC)	34
Les subventions du Département des Bouches-du-Rhône	36

4 - Orientations pré-opérationnelles incarnant la philosophie départementale de gestion des eaux pluviales	37
4.1 - L'eau dans les rues	38
4.2 - L'eau dans les parkings	40
4.3 - L'eau dans les places et parvis	44
4.4 - L'eau dans les classes en plein air	46
4.5 - L'eau dans les cours	48
4.6 - L'eau dans les terrains de sport	50
4.7 - L'eau dans les cheminements piétons	52
4.8 - L'eau dans les fosses d'arbres	56
4.9 - L'eau dans les jardins pédagogiques	60
4.10 - L'eau dans la pente	62
4.11 - L'eau sur les toitures terrasses	64
4.12 - L'eau sur les toits en pente	66
4.13 - L'eau et les descentes EP	68
4.14 - L'eau et les chemins de l'eau	70
4.15 - L'eau et le recyclage	74

CAHIER TECHNIQUE

L'EAU DE PLUIE EN VILLE

dans le cadre des AIDES AUX COMMUNES

Introduction

Le Département, 1^{er} partenaire des communes et intercommunalités, est engagé à leurs côtés pour les accompagner dans la réalisation de leurs projets pour améliorer la qualité des services et le cadre de vie des habitants, dynamiser l'attractivité des territoires et les soutenir dans leur programme de transition écologique et énergétique.

Ainsi, la politique départementale de l'Aide aux communes permet de garantir un développement équilibré entre tous les territoires avec pour objectif de faire de la Provence un territoire attractif et équitable. Par l'application de critères environnementaux, l'aide aux communes, qui n'a de cesse d'évoluer, est aussi un vecteur d'accélération pour l'adaptation de notre département aux défis du réchauffement climatique.

En effet, depuis 2019 et la mise en place de l'Agenda environnemental, lancé conjointement par le Département des Bouches-du-Rhône et la Métropole Aix-Marseille-Provence, l'Aide aux communes a déjà introduit des critères environnementaux dans ses modalités d'attribution des aides financières pour ainsi contribuer à :

- Améliorer la qualité de l'air ;
- Faciliter la transition énergétique ;
- Protéger la mer, le littoral et les milieux aquatiques ;
- Préserver la biodiversité.

Avec son dispositif d'aide à la Provence verte, mis en place en 2020, le Département finance des projets en faveur de la désimperméabilisation des sols (les cours de récréation, les parkings et espaces extérieurs), de la végétalisation de l'espace public (jardins partagés, plantations d'arbres, cours d'école oasis de fraîcheur...) et de la biodiversité et des pièges à carbone.

Avec la signature du PACTE départemental (Plan d'Accélération pour la Transition Écologique) proposé en 2024 aux communes et groupements de communes volontaires, l'Aide aux communes s'affirme comme l'accompagnement indispensable à cette ambition partagée pour les Bouches-du-Rhône. Le PACTE propose un engagement volontaire à l'ensemble des communes et des intercommunalités aux côtés du Département des Bouches-du-Rhône pour construire un territoire plus sobre en énergie, durable, vertueux, respectueux du vivant et équitable.

Il visera six engagements :

- Réduire notre consommation et développer notre production d'énergie,
- Réduire notre consommation et restaurer le cycle de l'eau,
- Rétablir la nature en ville et lutter contre les îlots de chaleur,
- Préserver les espaces naturels sensibles, la biodiversité et les paysages de Provence,
- Encourager les mobilités douces et les transports à faible émission,
- Restaurer le lien Homme-Nature.

Dans la même perspective, l'objectif de ce cahier technique est de fournir les premières clés de réflexion pour la conception de projets de déconnexion des eaux pluviales, dans lesquels l'eau pluviale n'est plus abordée comme une compétence uniquement technique, mais relevant avant tout d'une démarche d'aménagement basée sur une ingénierie écologique.

Ce document pédagogique et illustré sera accessible à tous les services concernés (assainissement, aménagement, bâtiment, transition écologique, espaces verts, gestion...) et pourra alimenter les futurs cahiers des charges de projets.

1. Philosophie de la démarche

Au-delà de la désimperméabilisation des sols, la déconnexion des sites et des territoires

En France, l'histoire de l'assainissement pluvial est fortement marquée par la période hygiéniste durant laquelle l'eau de pluie, considérée comme un déchet, a été progressivement mise en réseau. « L'assainissement de la ville » a, comme son nom l'indique, relevé d'un enjeu de santé publique, dans lequel la maîtrise de la nature, qu'il s'agisse de l'eau pluviale, des sols ou du végétal, a été un objectif à atteindre.

Si cette démarche a permis de répondre à de nombreux enjeux, notamment celui d'endiguer certaines épidémies, il n'en résulte pas moins que cette vision de l'assainissement pluvial est aujourd'hui questionnée vis-à-vis de 2 constats majeurs : d'une part le nombre croissant d'inondations dues à des débordements de cours d'eau ou des surcharges de réseaux lors d'événements pluvieux intenses ; d'autre part, une hausse des températures estivales faisant des territoires urbanisés des lieux soumis à de véritables îlots de chaleur.

Aussi, aujourd'hui, les pratiques de l'assainissement pluvial classique mettent les territoires en tension :

- **D'un point de vue hydraulique**, les cours d'eau, exutoires des réseaux pluviaux, se trouvent fragilisés par des rejets concentrés d'importants volumes d'eau et qui arrivent d'autant plus rapidement que la canalisation de l'eau dans les réseaux a engendré une accélération de la vitesse.
- **D'un point de vue climatique**, l'enfouissement des ruissellements de surface cumulé à l'imperméabilisation des sols a progressivement asséché le sol de la ville. En ville, les trames arborées, en situation souvent contrainte, présentent une faible reprise végétale, particulièrement impactée sous le climat méditerranéen, et peu propice à produire l'ombre et la fraîcheur qui seraient nécessaires pour faire face aux fortes chaleurs.
- **D'un point de vue social**, la demande citoyenne d'une plus grande part de « nature en ville » et la question de l'économie des ressources contribuent aujourd'hui à questionner le cadre de vie et les pratiques de l'aménagement.

Dans ce contexte contemporain, cette situation paradoxale de l'eau de pluie à la fois déchet pluvial et ressource environnementale pousse à reconsidérer ses modes de gestion. La désimperméabilisation, apparaît alors comme une solution à porter pour tendre vers la résilience des territoires. Cette approche permet en effet de rompre avec la vision historique du pluvial, longtemps considérée comme une gestion de flux et cantonnée dans le champ de l'hydraulique. Cherchant à développer une approche plus préventive, la désimperméabilisation permet ainsi d'établir une rupture avec les pratiques de « stockage/restitution » développées comme réponse à la saturation des réseaux mais restant avant tout des solutions centralisées et des techniques de génie civil. Pour autant, assimiler la problématique de la « ville perméable » à celle de la désimperméabilisation des sols est trop réducteur et court le risque de rester limitée à une approche purement quantitative de l'eau, dans laquelle « le perméable » s'opposerait de façon binaire à « l'imperméable », et où l'on continuerait de raisonner uniquement en termes de débits et de volumes soustraits du réseau. Or la notion de « ville perméable » appelle une approche plus large nécessitant de développer de nouvelles pratiques face au ruissellement pour tendre vers une valorisation de la ressource, un bioclimatisme.

Aussi, au-delà de la désimperméabilisation des sols, qui apparaît alors comme un levier parmi d'autres, il s'agit de déconnecter les territoires et de reconsidérer l'eau de pluie comme une ressource pour l'écosystème urbain en la réintégrant dans le cycle de l'eau par une approche visible, gravitaire et intégrée de l'eau. Dès lors, la problématique de la ville perméable s'en trouve considérablement élargie : d'une pratique cantonnée aux métiers de l'assainissement, l'enjeu est d'y associer les métiers de l'urbanisme et de l'aménagement, ceux de l'environnement, du climat et des milieux aquatiques.

Pour accompagner ce changement de paradigme, l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse (AERMC) et, le Département portent l'ambition des objectifs à atteindre en termes de désimperméabilisation et de gestion durable des eaux pluviales sur le territoire départemental (cf. Aides potentielles).

La gestion intégrée des eaux pluviales, une démarche transversale, à la fois technique, urbaine, environnementale et climatique

Rendre la ville véritablement perméable et bioclimatique implique d'initier une nouvelle approche de l'assainissement dans laquelle la **gestion de l'eau pluviale relève de l'aménagement en se basant sur une ingénierie simple et écologique**, qui se synthétise par les actions suivantes :

- **Déconnecter les sites et les territoires de leurs réseaux d'assainissement historiques,**
- **Rendre l'eau visible** en favorisant le ruissellement à ciel ouvert et mettant en scène la dynamique des écoulements gravitaires dans des chemins de pluie,
- **Développer une ingénierie écologique, simple, économe et pérenne en considérant le nivellement comme la technique fondamentale,**
- **Utiliser l'eau de pluie comme ressource pour le sol et le végétal** en favorisant l'inertie hydrique des sols, la reprise végétale, le développement d'une biodiversité et les Solutions Fondées sur la Nature,
- **Développer un bioclimatisme en multipliant les îlots de fraîcheur,**
- **Gérer l'eau pluviale à la source** en préconisant un découpage en sous-bassins versants à petite échelle pour favoriser l'insertion urbaine et l'infiltration diffuse,
- **Distinguer 3 typologies de pluie** pour concevoir les projets d'aménagement en prenant en compte les 4 degrés d'inondabilité suivants : le temps sec, les pluies courantes, les pluies fortes et les pluies exceptionnelles,
- **Pour les pluies courantes** : préconiser un abattement des pluies courantes quel que soit le contexte grâce à l'infiltration et l'évapotranspiration,
- **Pour les pluies fortes** : viser une gestion sans rejet aux réseaux en privilégiant l'infiltration et l'évapotranspiration de façon à permettre la déconnexion ou la non connexion du projet,
- **Pour les pluies exceptionnelles** : anticiper les débordements à l'échelle de la parcelle et en cohérence avec la topographie du bassin versant,
- **Diffuser l'eau en multipliant les micro-stockages**, en investissant toutes les opportunités foncières, les interstices et les interfaces urbaines,
- **Préconiser une multifonctionnalité des dispositifs** en insérant les micro-stockages de l'eau dans les usages de la ville,
- **Créer des fosses de plantations écosystémiques qui intègrent le stockage de l'eau et du mobilier d'assise,**
- **Dépolluer les ruissellements de voirie à la source** grâce à la qualité auto-épuratoire des sols et la phytoépuration,
- **Pour chaque projet, établir une stratégie et un plan de gestion intégrée** qui mettent en scène la dynamique de l'eau et son parcours à partir d'une diversité de dispositifs,
- **Contextualiser les dispositifs de gestion de l'eau** en réactivant les savoir-faire locaux et les patrimoines techniques méditerranéens liés à l'eau,
- **Créer des chemins d'eau pluviale** en cohérence avec les cours d'eau,
- **Rééquilibrer le cycle de l'eau** en favorisant l'évapotranspiration et l'infiltration.

De la philosophie de la démarche à quelques exemples de réalisations locales

■ Le collège Château Forbin - Marseille



Photos du collège Château Forbin avant travaux

En 2019, le Département a décidé d'intervenir sur le parvis du collège fortement minéralisé et sans ombre suffisante pour lutter contre un phénomène d'îlot de chaleur.



crédit photo : Sarah Ten Dam paysagiste



crédit photo : Sarah Ten Dam paysagiste



crédit photo : Sarah Ten Dam paysagiste

Photos du collège Château Forbin après travaux

La revalorisation des espaces verts de la séquence d'entrée jusqu'au gymnase a fait l'objet de plantations d'arbres à hautes tiges afin de créer l'ombrage souhaité, tout en agissant en faveur de la biodiversité. Un tiers de la zone d'intervention (650 m²) a été désimperméabilisé (tranchées d'arrosage drainantes pour les jeunes arbres, expansion des zones d'espaces verts et remplacement d'un enrobé par un stabilisé renforcé).

■ Désimperméabilisation d'un délaissé routier - Plan d'Orgon



Désimperméabilisation d'un délaissé de la RD26 à Plan d'Orgon : une partie de la structure de la chaussée a été broyée et laissée en place pour constituer les bordures de l'espace végétalisé. Sur 50 cm de profondeur, le sol a été ameubli pour permettre l'enracinement profond, avec apport de terre végétale en réservant 10 cm de décaissé pour recueillir les eaux de ruissellement, comblé avec une couche protectrice de bois broyé.

■ Désimperméabilisation - Métropole Aix-Marseille Provence



La Métropole s'engage dans des projets de désimperméabilisation de voies douces, comme ici dans la zone des Paluds à Aubagne, où une résine perméable est utilisée.

■ Désimperméabilisation de parkings - Métropole Aix-Marseille Provence



La désimperméabilisation peut atteindre jusqu'à 30 % des surfaces dans le cas de parkings comme ici à La Bouilladisse.

■ Désimperméabilisation dans le cadre du projet Euromed - Marseille



crédit photo : Ilex paysage+urbanisme

Sur le quartier des Fabriques, les espaces paysagers en bordure de voirie permettent de récupérer les eaux pluviales grâce à un principe de bordure ajourée. L'intégration de cet élément assure une meilleure finition de l'espace public et un écartement contrôlé entre les bordures. Le talon de 4 cm (5 cm d'espacement avec le joint) est calculé pour maximiser le passage de l'eau tout en évitant que l'ensemble des débris de la voirie ne se stockent dans les espaces verts en creux.

De grands massifs paysagers découpent une résille en pavé granit beige et à joint perméable, posés sur un complexe drainant qui permet de gérer les épisodes pluvieux les plus dimensionnants. Les espaces verts en creux permettent de créer des espaces tampon d'infiltration en cas de saturation de la couche drainante. En dernier recours, des caniveaux à fentes reliés au réseau sécurisent l'espace public.



crédit photo : Ilex paysage+urbanisme

■ Désimperméabilisation de cours d'écoles - Aix-en-Provence



Un besoin de réfection de la cour ainsi que des îlots de chaleur a conduit la ville d'Aix-en-Provence à des travaux de réaménagement de cours d'écoles et de leur végétalisation, en lieu et place de la surface bituminée (plantation de 5 arbres, création de zone enherbée avec et sans pavage drainant, potager, mobilier).

■ École des Cadeneaux - Les Pennes-Mirabeau



École des Cadeneaux aux Pennes-Mirabeau : le projet a consisté à remplacer la surface asphaltée par un sol drainant de 356 m² et la création d'espaces verts de 305 m² (espaces plantés de végétation libre, de graminées, un potager), ainsi qu'une zone en pleine terre (terre et copeaux de bois) et des aménagements sportifs.

■ Médiathèque « Idéethèque » - Les Pennes-Mirabeau



La boîte à idées ou idéethèque a été conçue comme un projet urbanistique, paysager et architectural ambitieux du point de vue du développement durable et vise l'obtention du niveau Or du label « bâtiment durable ». La toiture végétalisée de 12 cm d'épaisseur contribue à l'isolation du bâtiment.

■ Parking Village des marques - Miramas



Le parking du Village des marques a été un des premiers projets emblématiques de déconnexion des eaux du réseau pluvial. L'infiltration de l'eau de pluie dans le sol bénéficie à la végétation et à la nappe de Crau sous-jacente.

■ Boulevard Aubanel - Miramas



La requalification du boulevard Aubanel à Miramas a été conduite avec un objectif de désimperméabilisation et de végétalisation. Le passage d'une 2 x 2 voies à 1 x 2 voies a permis de dégager un espace dédié à la promenade et la circulation douce, à de nouveaux habitats pour la faune et la flore, tout en offrant un confort thermique aux citoyens. Les eaux déconnectées du réseau pluvial sont infiltrées dans le sol. L'imperméabilisation du boulevard Aubanel passe ainsi de 80 % à 20 %.

■ Place Boëti - Berre-l'Étang



En lieu et place d'un terrain à l'abandon, la commune de Berre a créé une place végétalisée au cœur du quartier de la Boëti : des aires de jeux et de détente en sable stabilisé pour petits et grands, une placette arborée et des places de parking en béton désactivé/poreux. La création d'une noue paysagère permet l'infiltration des eaux pluviales.

■ Parking - Saint-Rémy-de-Provence



La ville de Saint-Rémy-de-Provence a aménagé un parking en centre-ville selon le principe de déconnexion du réseau des eaux pluviales et infiltration dans un sous-sol drainant. Les 4 pins enlevés ont été remplacés par 11 chênes chevelus, qui apporteront davantage d'ombre, et dont les racines ne détériorent pas le sol.

■ Toiture végétalisée du gymnase Baruola - Grans



La toiture végétalisée du gymnase Barugola à Grans permet une isolation au regard de la chaleur aussi bien que du froid.

■ Parking du parc de la Fontaine Mary-Rose - Grans



Le parking du parc de la Fontaine Mary-Rose dispose d'une noue pour le recueil et l'infiltration des eaux pluviales.

2. Contexte réglementaire pour la gestion des eaux pluviales

Plusieurs documents régissent et informent quant à la prise en compte des eaux pluviales dans l'aménagement. Les différents documents à prendre en considération, à l'échelle nationale et sur le territoire départemental des Bouches-du-Rhône, sont présentés d'une manière synthétique dans ce chapitre.

2.1 - Lois sur l'Eau et nomenclature IOTA

■ Lois sur l'eau

La politique de l'eau en France est fondée sur quatre grandes lois et encadrée par la Directive-cadre européenne sur l'eau (DCE) publiée en 2000 :

- Loi de 1964, qui pose notamment le principe d'une gestion de l'eau par grand bassin hydrographique et crée les Agences de l'Eau,
- Loi du 3 janvier 1992 dite « Loi sur l'eau » qui prévoit notamment la création des Schémas Directeurs d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE),
- Loi du 21 avril 2004, qui transpose la DCE en droit français et oriente la politique de l'eau vers des objectifs de résultat,
- Loi sur l'eau et les milieux aquatiques du 30 décembre 2006 dite « LEMA ».

■ Nomenclature IOTA du Code de l'Environnement (Article R214-1)

Les Installations, Ouvrages, Travaux et Activités (IOTA) ayant un impact sur les milieux et la sécurité publique (effets positifs, négatifs, directs ou indirects), tels que définis dans la « nomenclature loi sur l'eau », peuvent être soumis à :

- (A) Autorisation : Procédure avec enquête publique conclue par arrêté d'autorisation,
- Ou (D) Déclaration : Procédure sans enquête publique avec délivrance d'un accord travaux.

L'article R.214-1 du Code de l'environnement détaille les rubriques de la nomenclature des opérations soumises à autorisation ou à déclaration (en application des articles L.214-1 à L.214-3 du code de l'environnement). La gestion des eaux pluviales est principalement concernée par la rubrique 2.1.5.0 relative aux rejets d'eaux pluviales dans les eaux douces superficielles ou sur le sol ou dans le sous-sol. Le type de procédure dépend de la surface totale dont les écoulements sont interceptés par le projet.

Les dossiers « Loi sur l'eau » (DLE), ou les dossiers de « déclaration d'intérêt général » (DIG) le cas échéant, sont à soumettre au Guichet Unique de l'eau du service de Police de l'Eau de la DDTM 13.

Titre 1^{er} : PRÉLÈVEMENTS		
1.1.1.0	Sondage, forage, y compris les essais de pompage, création de puits ou d'ouvrage souterrain, non destinés à un usage domestique, exécutés en vue de la recherche ou de la surveillance d'eaux souterraines ou en vue d'effectuer un prélèvement temporaire ou permanent dans les eaux souterraines, y compris dans les nappes d'accompagnement de cours d'eau.	(D)
1.1.2.0	Prélèvements permanents ou temporaires issus d'un forage, puits ou ouvrage souterrain dans un système aquifère, à l'exclusion de nappes d'accompagnement de cours d'eau, par pompage, drainage, dérivation ou tout autre procédé, le volume total prélevé étant : 1° Supérieur ou égal à 200 000 m ³ / an, 2° Supérieur à 10 000 m ³ / an mais inférieur à 200 000 m ³ / an.	(A) (D)
1.2.1.0	À l'exception des prélèvements faisant l'objet d'une convention avec l'attributaire du débit affecté prévu par l'article L. 214-9, prélèvements et installations et ouvrages permettant le prélèvement, y compris par dérivation, dans un cours d'eau, dans sa nappe d'accompagnement ou dans un plan d'eau ou canal alimenté par ce cours d'eau ou cette nappe : 1° D'une capacité totale maximale supérieure ou égale à 1 000 m ³ / heure ou à 5 % du débit du cours d'eau ou, à défaut, du débit global d'alimentation du canal ou du plan d'eau, 2° D'une capacité totale maximale comprise entre 400 et 1 000 m ³ / heure ou entre 2 et 5 % du débit du cours d'eau ou, à défaut, du débit global d'alimentation du canal ou du plan d'eau.	(A) (D)
Titre 2 : REJETS		
2.1.5.0	Rejet d'eaux pluviales dans les eaux douces superficielles ou sur le sol ou dans le sous-sol, la surface totale du projet, augmentée de la surface correspondant à la partie du bassin naturel dont les écoulements sont interceptés par le projet, étant : 1° Supérieure ou égale à 20 ha, 2° Supérieure à 1 ha mais inférieure à 20 ha.	(A) (D)
Titre 3 : IMPACTS SUR LE MILIEU AQUATIQUE OU SUR LA SÉCURITÉ PUBLIQUE		
3.2.3.0	Plans d'eau, permanents ou non : 1° Dont la superficie est supérieure ou égale à 3 ha, 2° Dont la superficie est supérieure à 0,1 ha mais inférieure à 3 ha. Ne constituent pas des plans d'eau au sens de la présente rubrique les étendues d'eau réglementées au titre des rubriques 2.1.1.0., 2.1.5.0. et 3.2.5.0. de la présente nomenclature, ainsi que celles demeurant en lit mineur réglementées au titre de la rubrique 3.1.1.0. Les modalités de vidange de ces plans d'eau sont définies dans le cadre des actes délivrés au titre de la présente rubrique.	(A) (D)

Rubriques de la nomenclature IOTA fréquemment concernées par les projets d'aménagement et procédures associées (Déclaration/Autorisation).

- **Doctrine départementale de la Direction Départementale des Territoires et de la Mer (DDTM) 13 sur les principes de gestion des eaux pluviales dans les projets d'aménagement des Bouches-du-Rhône**

L'objet de ce document est de fournir un cadre méthodologique à l'élaboration des Dossiers Loi sur l'Eau (DLE) relevant de la la rubrique 2.1.5.0 relative aux rejets d'eaux pluviales dans les eaux douces superficielles ou sur le sol ou dans le sous-sol en précisant les bonnes pratiques à respecter pour l'instruction du dossier. La doctrine départementale précise l'ensemble des choix et hypothèses relatives au dimensionnement des dispositifs de gestion de l'eau pluviale.

La doctrine départementale est consultable à l'adresse suivante :

Page de la DDTM 13 consacrée à la rubrique 2.1.5.0

<https://www.bouches-du-rhone.gouv.fr/Actions-de-l-Etat/Environnement-risques-naturels-et-technologiques/L-eau/Loi-sur-l-Eau/Rubrique-2.1.5.0.-concernant-les-rejets-d-eaux-pluviales-dans-le-milieu-naturel>

Lien de téléchargement direct de la doctrine

<https://www.bouches-du-rhone.gouv.fr/contenu/telechargement/33428/192423/file/doctrine2150.pdf>

En parallèle de la doctrine départementale, le pétitionnaire vérifiera l'existence d'un schéma directeur d'assainissement s'appliquant sur son territoire et le cas échéant, que son projet respecte les préconisations de celui-ci.

Les rejets dans un réseau d'assainissement ne sont pas concernés par la rubrique 2.1.5.0 et doivent faire l'objet d'un accord avec le gestionnaire du réseau en question.

2.2 - Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) Rhône Méditerranée

- **Les Orientations Fondamentales du SDAGE Rhône Méditerranée**

Le SDAGE Rhône-Méditerranée 2022-2027 a été adopté le 18 mars 2022 par le Comité de Bassin, et approuvé le 21 mars 2022 par le Préfet coordonnateur de Bassin.

C'est un document de planification de la politique de l'eau à l'échelle du grand bassin hydrographique Rhône-Méditerranée. Il décline les grands principes de la Directive Cadre sur l'Eau et définit la politique à mener pour une gestion équilibrée de la ressource en eau et pour atteindre le bon état de toutes les eaux (cours d'eau, plans d'eau, nappes souterraines, eaux côtières et lagunes). Le SDAGE dresse un état des lieux, précise les objectifs de qualité à viser et définit les « orientations fondamentales » et les « dispositions » pour le bassin. Celles-ci sont opposables aux décisions administratives prises dans le domaine de l'eau ainsi qu'aux documents d'urbanisme (SCoT, PLU) et aux schémas régionaux (SRADDET, schéma régional de carrière). Le SDAGE s'accompagne d'un programme de mesures, « le PDM », qui identifie les actions à mener par territoire pour atteindre le bon état des eaux.

Le SDAGE Rhône Méditerranée 2022-2027 fixe les objectifs de qualité des eaux à atteindre à travers 8 orientations fondamentales (OF) :

- **OF 0** : S'adapter aux effets du changement climatique,
- **OF 1** : Privilégier la prévention et les interventions à la source pour plus d'efficacité,
- **OF 2** : Concrétiser la mise en œuvre du principe de non dégradation des milieux aquatiques,
- **OF 3** : Prendre en compte les enjeux sociaux et économiques des politiques de l'eau,
- **OF 4** : Renforcer la gouvernance locale de l'eau pour assurer une gestion intégrée des enjeux,
- **OF 5** : Lutter contre les pollutions, en mettant la priorité sur les pollutions par les substances dangereuses et la protection de la santé
- **OF6** : Préserver et restaurer le fonctionnement naturel des milieux aquatiques et des zones humides,
- **OF7** : Atteindre et préserver l'équilibre quantitatif en améliorant le partage de la ressource en eau et en anticipant l'avenir,
- **OF8** : Augmenter la sécurité des populations exposées aux inondations en tenant compte du fonctionnement naturel des milieux aquatiques.

■ **La disposition 5A-04 relative à l'impact des nouvelles surfaces imperméabilisées**

Le SDAGE Rhône-Méditerranée comporte un certain nombre de dispositions qui viennent préciser ses orientations fondamentales. Dans sa disposition 5A-04, il fixe 3 objectifs généraux :

- Limiter l'imperméabilisation nouvelle des sols,
- Réduire l'impact des nouveaux aménagements (a minima par une transparence hydraulique en favorisant l'infiltration ou la rétention des eaux pluviales à la source),
- Compenser l'imperméabilisation nouvelle par la désimperméabilisation de l'existant (à hauteur de 150 %).

Ces objectifs impliquent de gérer les eaux pluviales de manière à réduire les apports d'eaux pluviales, en privilégiant l'infiltration et la rétention à la source. Par ces moyens, tout projet doit viser a minima la transparence hydraulique de son aménagement vis-à-vis du ruissellement des eaux pluviales.

■ **Une compatibilité des projets d'aménagement avec le SDAGE**

Tout projet d'aménagement situé sur le territoire du département des Bouches-du-Rhône doit être compatible avec le SDAGE Rhône-Méditerranée. Lors de l'élaboration d'un Dossier Loi sur l'Eau, un argumentaire détaillé est à prévoir vis-à-vis des orientations fondamentales du SDAGE et des spécificités territoriales.

Le SDAGE Rhône-Méditerranée en vigueur (2022-2027) est consultable à l'adresse suivante :

<https://www.rhone-mediterranee.eaufrance.fr/gestion-de-leausdage-2022-2027-en-vigueur/documents-officiels>

2.3 - Plan de Gestion du Risque Inondation (PGRI) du bassin Rhône-Méditerranée

Le PGRI du bassin Rhône-Méditerranée 2022-2027 a été approuvé le 21 mars 2022 par le Préfet coordonnateur de Bassin et est entré en vigueur le 8 avril 2022.

Le PGRI est un document de planification qui fixe les grands objectifs de la prévention des inondations en application de la Directive Inondation. Il est élaboré à l'échelle de chaque grand bassin versant hydrographique, pour une durée de 6 ans. Il s'accompagne d'une évaluation environnementale.

Le PGRI Rhône-Méditerranée 2022-2027 fixe 5 grands objectifs (GO) :

- GO 1 : Mieux prendre en compte le risque dans l'aménagement et maîtriser le coût des dommages liés à l'inondation,
- GO 2 : Augmenter la sécurité des populations exposées aux inondations en tenant compte du fonctionnement naturel des milieux aquatiques,
- GO 3 : Améliorer la résilience des territoires exposés,
- GO 4 : Organiser les acteurs et les compétences,
- GO 5 : Développer la connaissance sur les phénomènes et les risques d'inondation.

Le PGRI est divisé en 2 volumes :

Le volume 1 : « Parties communes au bassin Rhône-Méditerranée »
présente les objectifs et les dispositions applicables à l'ensemble du bassin (notamment les dispositions opposables aux documents d'urbanisme et aux décisions administratives dans le domaine de l'eau).

Le volume 2 : « Parties spécifiques aux territoires à risques important d'inondation »
présente une synthèse des stratégies locales approuvées et des mesures pour les Territoires à Risques d'Inondations (TRI) du bassin Rhône Méditerranée.

Les documents du PGRI sont disponibles à l'adresse suivante :

<https://www.rhone-mediterranee.eaufrance.fr/consultation-du-public-sur-le-projet-de-pgri-2022-2027>

2.4 - Schémas d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE)

Un Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) est un document de planification à l'échelle d'une unité hydrographique cohérente. Institué par la loi sur l'eau de 1992, il fixe des objectifs généraux d'utilisation, de mise en valeur et de protection quantitative et qualitative des ressources en eau superficielle et souterraine et des écosystèmes aquatiques et doit être compatible avec le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE). Sa finalité est de concilier, dans une gestion équilibrée, l'exercice des différents usages de l'eau avec la protection des milieux aquatiques. Élaboré par les acteurs locaux (élus, usagers, associations, représentants de l'État...) réunis au sein de la Commission Locale de l'Eau (CLE), il est soumis à enquête publique et approuvé par l'autorité préfectorale.

Un SAGE comprend :

- Un état des lieux, point de départ du processus de révision,
- Un Plan d'Aménagement et de Gestion Durable (PAGD) qui fixe par ses dispositions un certain nombre d'enjeux et d'orientations opérationnelles,
- Un règlement qui édicte des règles précises applicables par tous. Il se positionne en complément de la réglementation existante.

Le règlement d'un SAGE est opposable aux tiers. Tout projet d'aménagement situé dans le périmètre d'un SAGE doit être conforme avec le règlement du SAGE.

■ **Il existe deux SAGE sur le territoire des Bouches-du-Rhône :**

- Le Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux du bassin versant de l'Arc
<https://www.menelik-epage.fr/nous/savoir-gerer/sage-schema-damenagement-et-de-gestion-des-eaux-de-larc/>
- Le Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux du bassin versant de la Durance
<https://www.smavd.org/sagedurance/>

2.5 - Territoires à Risque d'Inondation (TRI)

Un Territoire à risque important d'inondation (TRI) est une zone où les enjeux potentiellement exposés aux inondations sont les plus importants (comparés à la situation du district hydrographique), ce qui justifie une action volontariste et à court terme de la part de l'État et des parties prenantes concernées devant aboutir à la mise en place obligatoire de stratégies locales de gestion des risques d'inondation. Il s'agit donc à la fois d'agir là où les enjeux sont les plus menacés, mais également d'agir là où il y a le plus à gagner en matière de réduction des dommages liés aux inondations. Cette sélection ne signifie nullement qu'en dehors des territoires retenus, les risques d'inondation n'existent pas, ou qu'ils peuvent être négligés.

Les critères nationaux de caractérisation de l'importance du risque d'inondation fixés par l'arrêté ministériel du 27 avril 2012 sont les suivants :

- les impacts potentiels sur la santé humaine,
- les impacts potentiels sur l'activité économique.

Ces impacts sont évalués notamment au regard de la population permanente résidant en zone potentiellement inondable et du nombre d'emplois situés en zone potentiellement inondable (informations fournies par les Évaluations Préliminaires des Risques d'Inondation). L'identification des Territoires à Risques Importants d'inondation dans la mise en œuvre de la Directive Inondation obéit à une logique de priorisation des actions et des moyens apportés par l'État dans sa politique de gestion des inondations.

Les TRI se composent :

- **d'une cartographie des risques** pour les phénomènes d'inondations caractérisant le territoire,
- **de stratégies locales de gestion des risques d'inondation** à l'échelle des bassins versants potentiellement concernés dont les objectifs et le périmètre devront être identifiés.

■ Il existe deux TRI sur le territoire des Bouches-du-Rhône :

- TRI Aix-en-Provence / Salon-de-Provence

<https://www.rhone-mediterranee.eaufrance.fr/cartographie-des-risques-dinondations-du-tri-daix-en-provence-et-salon-de-provence>

- TRI Marseille / Aubagne

<https://www.rhone-mediterranee.eaufrance.fr/cartographie-des-risques-dinondations-du-tri-de-marseilleaubagne>

Pour des raisons de cohérence territoriale, notamment dans le contexte de création de la Métropole Aix-Marseille-Provence, ces deux TRI font l'objet d'une même SLGRI (Stratégie Locale de Gestion des Risques Inondation) regroupant l'ensemble des bassins versants des fleuves côtiers de la métropole que forment la Cadière, l'Arc, l'Huveaune, les Aygalades et la Touloubre.

Le document complet est accessible au lien suivant : <http://www.bouches-du-rhone.gouv.fr/Politiques-publiques/Environnement-risques-naturels-et-technologiques/La-prevention/DIRECTIVE-INONDATION-STRATEGIE-LOCALE-DE-GESTION-DES-RISQUES-INONDATIONSLGRI/Fleuves-cotiers-de-la-Metropole-Aix-Marseille-Provence>

2.6 - Plan de Prévention des Risques d'Inondation (PPRI)

Le Plan de Prévention des Risques d'Inondation (PPRI) est un document qui régit l'urbanisation dans les zones soumises aux risques d'inondation. Le PPRI fait partie des Plans de Prévention des Risques Naturels Prévisibles (PPRNP). Ces derniers s'intéressent aux risques générés par différents phénomènes naturels tels que les mouvements de terrains, les inondations, les séismes... et pouvant impacter les activités humaines.

Les PPRI sont établis sur les territoires communaux et se composent :

- d'un arrêté préfectoral,
 - d'un rapport de présentation,
 - d'un règlement,
 - de cartes de zonage.
-
- Sur le territoire départemental, les PPRI répertoriés par commune sont consultables sur le site de la DDTM 13 au lien suivant :
<https://www.bouches-du-rhone.gouv.fr/Politiques-publiques/Environnement-risques-naturels-et-technologiques/La-prevention/Les-plans-de-prevention-des-risques-naturels-approuves-dans-les-Bouches-du-Rhone/AIX-EN-PROVENCE>

2.7 - Documents d'urbanisme

Les Schémas de Cohérence Territoriale (SCoT), et les Plans Locaux d'Urbanisme (PLU) en l'absence de SCoT, doivent être compatibles avec les prescriptions des Schémas d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE), eux-mêmes compatibles avec le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) du bassin hydrographique. Ce rapport de compatibilité signifie qu'il ne doit pas exister de contradiction majeure entre les dispositions des documents d'urbanisme et les objectifs de qualité, de quantité et de protection de la ressource en eau définis par le SAGE.

Ainsi, les SCoT peuvent contenir des orientations concernant la gestion des eaux pluviales. Tout projet d'aménagement situé dans le territoire d'un SCoT doit être compatible avec les orientations du SCoT.

- Le Département des Bouches-du-Rhône compte plusieurs SCoT :
 - SCoT Pays d'Arles,
 - SCoT Provence Verte Verdon,
 - SCoT Sud du Gard,
 - Les 5 SCoT du territoire de la Métropole Aix-Marseille-Provence dans l'attente d'un SCoT métropolitain unique.

Le Règlement du Système Pluvial Urbain Métropolitain (SPUM), édité en 2023, indique que « *concernant la gestion des eaux pluviales, le SCoT a pour ambition d'améliorer l'état de fonctionnement des milieux aquatiques et humides en préservant notamment les axes d'écoulement des eaux, les écoulements temporaires (talwegs, vallats) afin de réduire le risque de ruissellement pluvial. De plus, le SCoT doit assurer la disponibilité et la durabilité des ressources naturelles du territoire, notamment en favorisant une gestion intégrée des eaux pluviales dans les projets d'aménagement afin de valoriser l'eau comme une ressource aux nombreux bénéfices : régulation hydraulique, amélioration du confort thermique en ville, recharge des nappes phréatiques, limitation du ruissellement pluvial et de la concentration des pollutions dans les milieux récepteurs (nappes, cours d'eau, littoraux).* »

Les Plans Locaux d'Urbanisme, et les zonages pluviaux, permettent également aux collectivités de formaliser leurs politiques de gestion des eaux pluviales et du ruissellement. Ils visent à mieux respecter le cycle de l'eau dans les projets d'aménagement et à améliorer la gestion des eaux pluviales.

Il est important de rappeler que le droit de l'urbanisme ne prévoit pas d'obligation de raccordement à un réseau public d'eaux pluviales pour une construction existante ou future. La collectivité compétente peut interdire ou réglementer le déversement d'eaux pluviales dans son réseau d'assainissement pluvial

3. | Méthodologie et étapes du projet

3.1 - Les données d'entrée

■ Le relevé topographique

Le relevé topographique est un document fondamental dans une approche intégrée des eaux pluviales pour l'élaboration du plan de nivellement et pour permettre un découpage en sous-bassins versants.

En termes de planning d'opération, il est important que la Maîtrise d'Ouvrage l'anticipe de façon à pouvoir le fournir comme donnée d'entrée dès le commencement des études opérationnelles.

En complément d'un relevé topographique classique, l'objectif pour une gestion intégrée de l'eau pluviale, est de préciser :

- **L'ensemble des seuils, bordures, fils d'eau et ruptures de niveau**, talus, fossés, murs et murets, soutènements, escaliers, rampes, clôtures. Le relevé des bordures sera détaillé pour permettre de distinguer le nez de bordure et le fil d'eau,
- **L'ensemble des émergences**. Les tampons et regards, grilles et bouches avaloirs seront ouverts pour indiquer le niveau fini, la cote des radiers, le fil d'eau (les points de fil d'eau seront représentés à leur emplacement réel sur le plan) le diamètre des réseaux, la nature (concessionnaire) et le sens d'écoulement des effluents,
- **L'ensemble des descentes d'eaux pluviales** visibles en façade,
- **L'ensemble des arbres et plantations** en indiquant l'altimétrie des collets pour les arbres de diamètres supérieurs à 15 cm,
- **L'ensemble des revêtements de sols**,
- **Le périmètre du relevé sera à ajuster en fonction du bassin versant intercepté.**

■ Les études de sols

Les études de sols visent à déterminer la faisabilité d'infiltration des eaux pluviales dans de nouveaux ouvrages, au regard de la nature du sol et du sous-sol, de la perméabilité du sol, de la profondeur de la nappe et des éventuelles contraintes géotechniques. Pour cela, l'étude doit permettre de définir les éléments suivants :

■ La structure géologique

Pour cela, il est préconisé des sondages à la tarière d'une profondeur de 8 m. L'objectif est de préciser la nature et la profondeur des différentes couches géologiques au droit de ces sondages et de dresser une coupe précise de ces différents horizons.

D'autre part, l'entreprise devra relever et signaler, le cas échéant :

- D'éventuelles **venues d'eau dans le sondage**,
- La présence éventuelle de **gypse**,
- La présence éventuelle d'**argiles**,
- La présence éventuelle d'**indices organoleptiques de pollution**.

■ La nappe

Pour cela, il est préconisé des sondages d'une profondeur de 8 m et équipés d'un piézomètre.

- **La pose des piézomètres** devra être conforme aux prescriptions de l'Arrêté du 1^{er} septembre 2003 portant application du décret n° 96-102 du 2 février 1996 et fixant les prescriptions générales applicables aux sondage, forage, création de puits ou d'ouvrage souterrain soumis à déclaration en application des articles L. 214-1 à L. 214-3 du code de l'environnement et relevant de la rubrique 1.1.1.0 de la nomenclature annexée au décret n° 93-743 du 29 mars 1993 modifié.

- **Le rapport devra contenir** toutes les données attendues par la police de l'eau dans le cadre de la déclaration des ouvrages au titre de la Loi sur l'Eau (coordonnées géographiques, coupes techniques des forages et piézomètres, destination des déchets d'extraction du sondage,...). Un tableau comportant toutes les informations demandées est à fournir.

- **Le rapport précisera également, pour chaque sondage :**

- une coupe géologique avec indication du niveau de nappe rencontré,
- une coupe technique de l'installation précisant les caractéristiques des équipements, notamment les diamètres et la nature des cuvelages ou tubages, accompagnée des conditions de réalisation (méthode et matériaux utilisés lors de la foration, volume des cimentations, profondeurs atteintes, développements effectués...).

- **En cas de comblement d'un piézomètre**, l'entreprise établira un rapport de comblement et le transmettra à la maîtrise d'ouvrage.

- **Suivi mensuel du piézomètre** : un relevé mensuel du niveau d'eau dans l'ouvrage est à prévoir sur une période de 12 mois. Un point de vigilance est à porter sur cette période significative qui est à intégrer dans le montage de l'opération.

- **Déclaration des ouvrages au titre de la Loi sur l'Eau** : L'entreprise chargée de la mise en place des piézomètres devra déclarer les piézomètres à la Police de l'Eau. Le formulaire est disponible sur le site de la Police de l'Eau.

■ Capacité d'infiltration

La capacité d'infiltration est relative à la perméabilité des sols, qui varie selon leur nature. En gestion intégrée des eaux pluviales, la perméabilité est considérée comme bonne à partir de valeurs de l'ordre de 10^{-6} m/s. En dessous de ce seuil, l'infiltration des eaux pluviales est toujours possible mais nécessitera des surfaces d'infiltration plus importantes. Il est important de retenir que l'infiltration des premiers millimètres de pluie en surface est possible quelle que soit la nature des sols. À l'inverse, certains sols sont trop perméables (sables, roches fracturées) et ne jouent pas le rôle de filtre épuratoire protecteur pour les eaux souterraines. L'infiltration dans ces sols peut être interdite ou réglementée par les autorités compétentes.

PERMÉABILITÉ (K)													
en m/s ►		10^1	1	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-8}	10^{-9}	10^{-10}
en darcy cm/s ►		10^3	10^2	10^1	1	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-8}
GRANULOMÉTRIE		graviers		sable pur		sable très fin		slit		argiles			
homogène ►													
diamètre des grains en mm ►		2		0,25		0,06		0,002					
variée ►		graviers gros et moyens		graviers et sables		mélange sable, argile, limons				argiles			
TYPES DE FORMATIONS		roches perméables				semi-perméables				impermeables			

■ Préconisations pour les essais d'infiltration

Il existe plusieurs types d'essais d'infiltration. Pour une gestion intégrée des eaux pluviales les essais MATSUO sont à privilégier car ils permettent d'estimer la perméabilité verticale et en surface. Chaque essai est à effectuer selon la méthodologie suivante :

- Réalisation d'une fosse d'un mètre par un mètre, à la profondeur voulue (communément entre 0.80 m et 1 m de profondeur),
- Saturation en eau de la fosse pendant 2 heures environ,
- Réalisation des essais à niveau variable : suivi du niveau d'eau après injection.

À l'issue du sondage, le prestataire devra calculer la perméabilité du sol au droit de chacun des tests.

Les fosses seront par la suite remblayées à l'existant. Lors de l'exécution des fosses, l'entreprise sera vigilante à entreposer séparément les différentes couches pédologiques excavées, afin de pouvoir effectuer le remblai en respectant la succession de ces couches pédologiques.

La nature et la profondeur des différentes couches géologiques au droit de chaque fosse seront déterminées et indiquées dans le rapport d'étude. L'entreprise dressera une coupe précise de ces différentes couches.

L'entreprise devra également relever et signaler les éventuelles venues d'eau lors de la réalisation des fosses, ainsi que la présence éventuelle de gypse, d'argiles ou d'indices organoleptiques de pollution.

■ Les pluies de projet

Concernant les pluies de projet, la doctrine départementale préconise :

■ Pluie de projet

Il conviendra en premier lieu de vérifier l'existence de données pluviométriques dans les documents liés à l'assainissement pluvial sur la commune du projet (zonage pluvial ou volet pluvial du zonage d'assainissement). Sinon le pétitionnaire pourra utiliser des données locales (exploitation de postes pluviométriques ponctuels) ou bien se référer au zonage proposé dans la doctrine départementale de la DDTM 13.

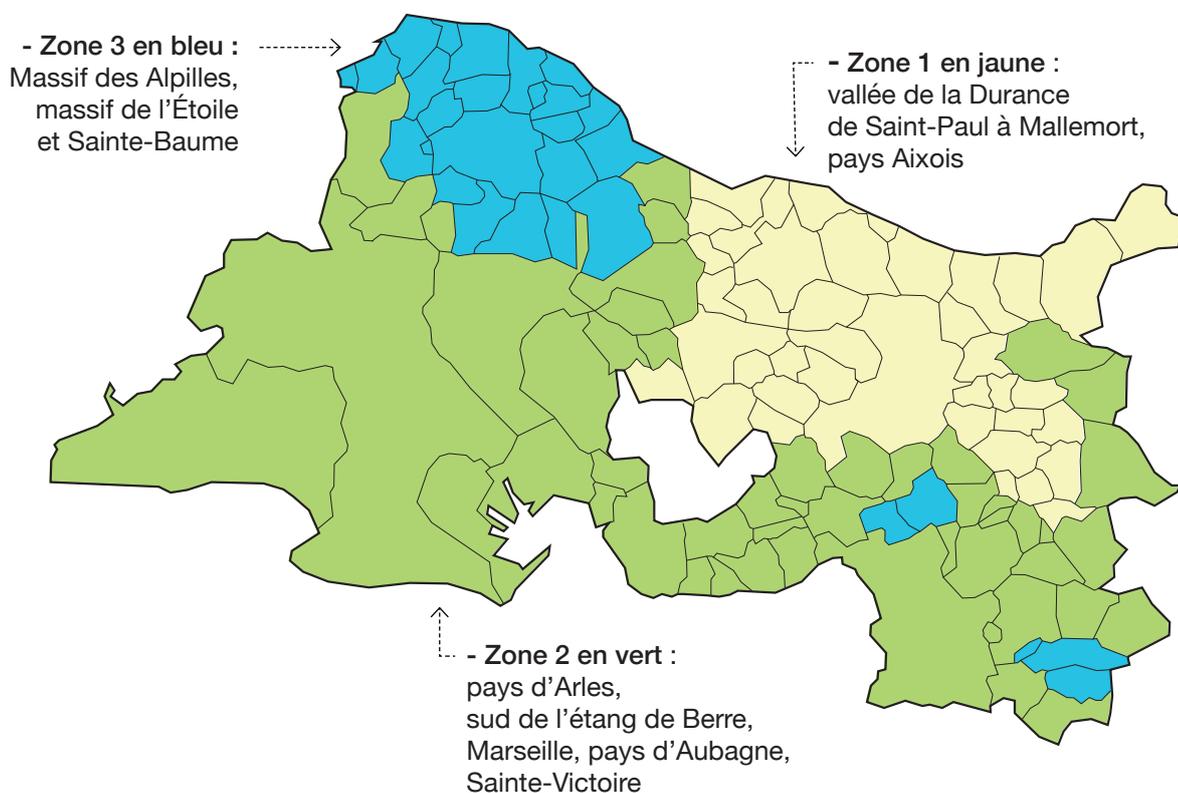
■ Postes ponctuels

Afin de calculer la valeur de la pluie de projet, il est possible d'utiliser les coefficients de Montana de la station Météo France la plus proche. Il existe de nombreux pluviomètres sur le territoire des Bouches-du-Rhône. L'ensemble de ces pluviomètres peut être utilisée à condition que la source et la qualité des données soient précisés dans le DLE. Il est recommandé d'utiliser des données récentes (-10 ans) et abondantes (au moins 30 ans de données pour l'évaluation des pluies décennales et plus encore pour les pluies centennales). Les lois IDF (intensité-durée-fréquence) sont disponibles pour les 4 stations synoptiques gérées par Météo France.

■ Zonage proposé par le CEREMA

Par soucis de simplicité, il est possible également de se référer aux indications présentées ci-après issues de l'analyse des pluies SHYREG pour les durées 1h, 2h, 3h, 4h, 6h, et 24h pour les périodes de retours 10 ans et 100 ans.

Le territoire des Bouches-du-Rhône peut être décomposé en 3 zones pluviométriquement homogènes et dont les contours correspondent aux limites communales suivantes :



Ce travail fournit les valeurs de a et de b telles que $H = a \times t^{1-b}$, avec H en millimètres et t en heures.

Coefficients de Montana 10 ans - 1 à 14h			
	Zone 1	Zone 2	Zone 3
a	40	45	50
Pj (mm)	85	95	105

Coefficients de Montana 100 ans - 1 à 14h			
	Zone 1	Zone 2	Zone 3
a	65	70	75
Pj (mm)	140	150	160

Pour décennales et centennales, l'analyse des données Météo France fournit une valeur de $b=0.75$.

Pour les pluies de courte durée (comprises en 6 mn et 1h), il est possible de conserver les mêmes valeurs de a, b étant en revanche égal à 0.44.

- Concernant les pluies courantes, l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse (AERMC) préconise de viser l'abattement d'une pluie annuelle d'1h, correspondant à une hauteur d'eau de 19 mm.

3.2 - Les documents du projet

■ Récapitulatif des documents attendus pour un projet de gestion intégrée des eaux pluviales

Concernant la gestion des eaux pluviales, les contributions préconisées sont :

■ En phase esquisse :

- Note diagnostic avec analyse du contexte réglementaire, géologique, topographique, et projet urbain et paysager,
- Schéma de Gestion des Eaux Pluviales niveau faisabilité comprenant l'identification des bassins versants interceptés et une division du projet en sous-bassins versants,
- Intégration dans les simulations des éléments de conception de l'architecture et du paysage,
- Note de calcul pour le pré-dimensionnement des dispositifs de rétention,
- Analyse des obligations au regard de la Loi sur l'Eau (identification des rubriques concernées et du régime d'instruction) .

■ En phase Avant Projet (AVP) :

- Hypothèses de sols et de dimensionnement (pluies de projet, perméabilité, niveau de nappe, pollution, gypse),
- Schéma de Gestion des Eaux Pluviales comprenant les divisions en sous-bassins versants, les dimensionnements des dispositifs et détails des hauteurs d'eau en fonction des périodes de retour, (y compris pluies courantes) temps de vidange et décaissé, calcul des débits de pointe,
- Intégration dans les simulations des éléments de conception de l'architecture et du paysage,
- Note de calcul par sous bassin versant,
- Coupes urbaines avec niveaux d'eau et NPHE (niveau des plus hautes eaux) permettant de visualiser la gestion de l'eau dans le projet d'aménagement et de paysage.

■ En phase Projet/Dossier de Consultation des Entreprises (PRO/DCE)

- Schéma de Gestion des Eaux Pluviales,
- Intégration dans les simulations des éléments de conception de l'architecture et du paysage,
- Note de calcul par sous-bassin versant,
- Coupes urbaines avec niveaux d'eau et NPHE,
- Carnet de détails sur les différents dispositifs de gestion de l'eau. Échelle.

■ En phase Assistance aux Opérations de Réception (AOR)

- Opérations préalables à la réception (OPR) : Fourniture d'un Dossier des Ouvrages exécutés (DOE),
- Garantie de parfait achèvement (GPA) : Fourniture d'un carnet d'entretien.

■ Le Schéma de Gestion des Eaux Pluviales

Pour aboutir à une gestion intégrée des eaux pluviales, il est important que l'élaboration du schéma de gestion des eaux pluviales commence dès le début de la mission et se déroule en étroite dialogue avec les co-traitants en charge des études urbaines, architecturales, paysagères et VRD. De façon synthétique, l'élaboration passe par les différentes étapes suivantes :

■ Réalisation d'un diagnostic

- Contexte réglementaire : débit de fuite imposé ? Zéro rejet ? Période de retour à considérer ?
- Contexte géologique : risques, nappe, etc. Tests de perméabilité ?
- Contexte topographique à toutes les échelles : géographique et échelle du site de projet (très important pour le nivellement et la transparence hydraulique),
- Contexte urbain, paysager, environnemental, patrimonial et social,
- Analyse du parti pris d'aménagement, urbain et paysager.

■ Échanges et réalisation de propositions de scénarios de gestion des eaux pluviales

- Identification des opportunités de stockage : analyse topo, point bas, exutoires,
- Découpage des bassins versants et sous-bassins versants en fonction des opportunités et des contraintes (trames viaires, phasage,...),
- 1^{er} dimensionnement de volumes à stocker : infiltration (perméabilité ? nappe ? risque ?), rejet à débit régulé si infiltration pas possible,
- Construction des scénarios en intégrant l'aménagement paysager et l'intégration urbaine (végétalisation – usages...),
- Analyses multicritères des scénarios.

■ Réalisation du Schéma de Gestion des Eaux Pluviales

- Dimensionnement des ouvrages,
 - Décaissé des dispositifs
 - Hauteur d'eau en fonction des périodes de retour
 - Temps de vidange
- Calcul des débits de pointe si besoin (entrées dans les dispositifs de stockage – surverse...),
- Note de calcul par bassin versant et sous-bassin versant,
- Réalisation des plans coupes et photos de référence,
- Caler sur esquisse paysage,
- Notice technique illustrée et pédagogique.

Ce Schéma de gestion intégrée des eaux pluviales servira de support à l'AVP multi-acteurs.

■ Le carnet d'entretien

Lors de la mise en place de dispositifs de gestion intégrée des eaux pluviales, se pose très souvent les questions de l'entretien, de la maintenance et du relationnel à mettre en place avec les services impliqués dans la gestion de ces dispositifs. Ceci est d'autant plus important que sur les projets départementaux, plusieurs directions de collectivités territoriales peuvent être impliquées à plusieurs niveaux.

■ Présentation du site et du document

- Contexte et localisation du site,
- Objet du document,
- Diffusion.

■ Description de l'espace et de son fonctionnement

- Présentation de l'espace,
- Identification des Dispositifs intervenant dans la gestion des eaux pluviales,
- Principes de fonctionnement hydraulique,
- Description des
 - Dispositifs
 - Les noues
 - Des espaces verts sans gestion des eaux pluviales
 - Les murets de bief, ajutages et surverses
 - Les regards à grille d'évacuation à débit régulé ou de surverse,
- Fonctionnement hydraulique par bassin versant
 - Bassins versants n°X
 - Zones hors Bassins versants.

■ Récapitulatif des ouvrages et des surfaces spécifiques

■ Modalités d'intervention des services gestionnaires

- Description et répartition des interventions d'entretien : qui fait quoi ? quand ? comment ?
- Coordination entre les services impliqués,
- Coordination entre les services départementaux et les services de la Ville (Espaces Verts, Propreté),
- Surveillance du site.

■ Coordonnées des services

3.3 - Les subventions envisageables

- Les subventions de l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse (AERMC)
- La désimperméabilisation des sols, une priorité du 11^e programme (2019-2024)

La gestion durable des eaux pluviales et plus précisément la désimperméabilisation des sols est inscrite comme une priorité du 11^e programme de l'AERMC qui prévoit d'y consacrer 40 % de son programme d'aides (budget de 2.64 milliards d'euros) sur les 6 années du programme, avec un objectif 2024 de déconnecter 400 ha de surface active sur le bassin Rhône-Méditerranée.

- Désimperméabiliser, pourquoi ?

Les objectifs affichés de l'AERMC en termes de désimperméabilisation sont :

- Améliorer le fonctionnement des systèmes d'assainissement par temps de pluie :
 - Éviter les débordements,
 - Réduire la pollution des milieux.
- Contribuer à l'adaptation au changement climatique :
 - Recharger les nappes,
 - Lutter contre les îlots de chaleur urbains,
 - Développer la biodiversité en ville,
 - Restaurer les continuités écologiques.

- Les critères éligibles et le montant des aides

L'AERMC subventionne tout projet permettant de déconnecter les eaux pluviales des réseaux d'assainissement pour une réutilisation ou pour une infiltration.

Le taux d'aide maximal est de :

- Pour les collectivités : 50 % pouvant être porté à 70 % dans le cadre de contrat,
- Pour les entreprises : 40 % pour les grandes entreprises, +10 % PME, + 20 % TPE.

Le calcul de l'aide : les dépenses éligibles concernent la création des ouvrages de gestion des eaux pluviales, plus précisément :

- Les études de dimensionnement : analyses de sols, tests de perméabilité, ...,
- Les travaux : terrassements, équipements et végétalisation nécessaires à la déconnexion,
- Plafonnement à 40 € HT / m²,
- Taux de subvention 40 % à 70 %.

Nota : La simple désimperméabilisation sans dispositif d'infiltration n'est pas éligible

■ Le contenu d'un dossier de subvention

Le dossier de subvention s'élabore sur la base des éléments du dossier APD -DCE

Les principaux éléments du sommaire d'un dossier de subvention sont :

- Objectifs du projet,
- Les éléments généraux de contexte du projet (général, réglementaire, hydrologique),
- Situation gestion des eaux pluviales avant-projet,
- Études réalisées : perméabilité, notice hydraulique de dimensionnement,
- Présentation de la solution technique retenue : chemin de l'eau, détail des surfaces désimpermeabilisées...,
- Coûts des travaux (montants réels, entreprise retenue),
- Annexes (études, plan des ouvrages).

Lien : [Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse \(eaurmc.fr\)](http://eaurmc.fr)

Les subventions de l'État : Financer des solutions d'adaptation au changement climatique fondées sur la renaturation des villes et des villages.

- Les projets de renaturation des espaces urbanisés ciblés par cette mesure recouvrent un ensemble de dispositifs qui :
 - Préservent ou recréent des espaces de nature en améliorant leurs fonctionnalités écologiques,
 - Sont situés au sein ou en continuité d'un espace urbanisé. En d'autres termes, les projets de renaturation des espaces naturels, agricoles et forestiers, à moins qu'ils soient insérés dans l'enveloppe urbaine, ne sont pas éligibles à la mesure. En revanche, l'introduction de la nature dans les nouveaux espaces urbanisés est éligible à la mesure,
 - Adaptent le site d'implantation et ses alentours aux impacts du changement climatique pour lesquels une vulnérabilité est identifiée localement, notamment en visant le rafraîchissement urbain ou la gestion intégrée des eaux pluviales.
- Les actions éligibles à la mesure doivent contribuer, dans le cadre d'une stratégie territoriale intégrée, à :
 - La renaturation des sols et espaces urbains : création, restauration, gestion écologique de parcs et jardins, végétalisation des espaces publics (alignement et végétalisation des pieds d'arbres), projets d'agriculture urbaine favorables à la biodiversité, restauration écologique (stabilisation et renaturation des sols,...), création de noues et de zones d'infiltration des eaux pluviales et désimpermeabilisation des sols,
 - La présence de l'eau et des milieux aquatiques en ville : restauration du réseau hydrographique (réouverture ou renaturation de cours d'eau, reméandrage, stabilisation et reprofilage de berges), des zones humides, des zones d'expansion des crues,
 - La végétalisation des bâtiments et équipements publics (toitures et façades végétalisées).

Lien : [Financer des solutions d'adaptation au changement climatique fondées sur la renaturation des villes et des villages | Aides-territoires \(beta.gouv.fr\)](https://beta.gouv.fr/aides-territoires)

■ Les subventions du Département des Bouches-du-Rhône

■ Le soutien départemental aux projets communaux et intercommunaux

Des critères environnementaux communs à tous les dispositifs :

- La végétalisation et la perméabilité de tous les parkings et aires de stationnement,
- La présentation d'un schéma de gestion et de valorisation des eaux pluviales pour toute construction de bâtiment,
- La restauration des espaces urbains par des solutions fondées sur la nature.

■ Des aides plus spécifiques

- Aide à la gestion de l'eau : pour la préservation de la ressource et la prévention des inondations (milieux aquatiques, inondations, eau potable, assainissement),
- Aide à la Provence verte : pour la désimperméabilisation des sols et la nature en ville.

Un dispositif ciblé pour la désimperméabilisation et la végétalisation : Provence verte

Un taux de financement très incitatif 70 %

Des dépenses subventionnables plafonnées à :

- 300 000 € HT/an pour les communes de plus de 10 000 habitants et les groupements de communes,
- 200 000 € HT/an pour les communes de moins de 10 000 habitants.

Plusieurs dossiers peuvent être déposés dans la limite du plafond annuel.

■ Bénéficiaires

Les communes, à l'exception de la ville de Marseille, et les groupements de communes de moins de 200 000 habitants.

■ Contenu du programme

Toutes les dépenses d'investissement contribuant à la réduction des températures en zone urbaine par la réintroduction de la nature en ville et par des aménagements durables. Limiter les effets négatifs du changement climatique en utilisant la nature comme élément de confort climatique. Contribuer aux objectifs de l'Agenda Environnemental commun à la Métropole Aix-Marseille-Provence et au Département des Bouches-du-Rhône notamment sur la qualité de l'air, la biodiversité, la protection de la mer et du littoral.

■ Sont subventionnés notamment

- Création et extension des parcs et jardins, aménagements paysagers durables,
- Espaces verts de proximité,
- Végétalisation des sols et espaces publics (parking, voirie, square, friche...),
- Prise en compte du confort d'été dans les écoles sur la base des préconisations présentées par le CAUE 13,
- Publication gratuite en ligne sur le site : <https://www.caue13.fr/amelioration-du-confort-dete-les-ecoles>,
- Végétalisation,...),
- Création d'oasis de fraîcheur en centre-ville (miroirs d'eau, fontaines en circuit fermé, bassins ludiques,...),
- Désimperméabilisation des sols et végétalisation de parkings,
- Aménagements de surfaces végétalisées (murs végétaux, toitures ou canopées végétales,...),
- Remise à ciel ouvert de canaux,
- Travaux permettant des arrosages en eau brute ou en récupération.

4. | Orientations pré-opérationnelles de gestion des eaux pluviales

4.1 - L'eau dans les rues	p 38
4.2 - L'eau dans les parkings	p 40
4.3 - L'eau dans les places et parvis	p 42
4.4 - L'eau dans les classes en plein air	p 44
4.5 - L'eau dans les cours	p 46
4.6 - L'eau dans les terrains de sport	p 48
4.7 - L'eau dans les cheminements piétons	p 50
4.8 - L'eau dans les fosses d'arbres	p 52
4.9 - L'eau dans les jardins pédagogiques	p 54
4.10 - L'eau dans la pente	p 56
4.11 - L'eau sur les toitures terrasses	p 58
4.12 - L'eau sur les toits en pente	p 60
4.13 - L'eau et les descentes EP	p 62
4.14 - L'eau et les chemins de l'eau	p 64
4.15 - L'eau et le recyclage	p 66

Cette partie décrit un large panel de dispositifs pouvant être mis en œuvre pour mettre en valeur et gérer durablement les eaux pluviales. Ces dispositifs sont présentés selon différentes thématiques, illustrées par des images de référence de projets réalisés et des croquis accompagnés de mots-clés.

4.1 - L'eau dans les rues

■ Le principe

- **En termes de gestion des eaux pluviales**, l'objectif est de déconnecter les rues du réseau d'assainissement pour valoriser l'eau de pluie comme une ressource pour le sol et le végétal afin de créer des espaces publics départementaux bio-climatiques, résilients d'un point de vue hydraulique et qualitatifs d'un point de vue urbain. Pour cela, le principe est de concevoir un nivellement qui favorise le ruissellement de chaussée et des trottoirs vers des emprises plantées légèrement décaissées afin de permettre le stockage temporaire des eaux de pluie avant leur infiltration et évapotranspiration. Dans cette démarche, il est important que la gestion de l'eau vers les plantations se fasse à la source et par ruissellement diffus, grâce à des bordures arasées ou des bordures percées ou « créneaux » lorsqu'il s'agit de bordures avec vue.

- **Concernant la pollution**, un suivi scientifique établi par le laboratoire du Laboratoire Eau, Environnement et Systèmes Urbains (École des Ponts ParisTech) (Leesu) sur le parking Sainte-Croix à Aulnay-sous-Bois conçu sur ce principe sans tuyau, a permis d'attester que l'eau de ruissellement de chaussée est infiniment peu chargée en hydrocarbures lorsqu'elle est infiltrée à la source. La qualité auto-épuration des sols et la phytoépuration suffisent alors à assurer sa dépollution, sans avoir recours à des filtres à hydrocarbures contestés en termes de pérennité. Concernant les pollutions accidentelles, l'ensemble des dispositifs étant conçus à ciel ouvert, cela permet de circonscrire la pollution et d'établir un diagnostic immédiat sur les travaux à engager. D'autre part, quand l'emprise disponible le permet, il peut être intéressant de concevoir des fosses de plantation en deux parties : une première séquence plantée de graminées réceptionne uniquement les ruissellements de chaussée et une seconde, en retrait, plantée d'arbres et d'arbustes récolte les ruissellements de trottoir. Cette dissociation permet ainsi d'alléger l'intervention en cas de pollution accidentelle, où seule la première fosse plantée de graminées nécessite d'être restaurée.

- **Concernant les revêtements de sols**, les matériaux simples seront privilégiés aux « sols techniques ». Ainsi, sauf contexte défavorable à une gestion de l'eau à ciel ouvert, l'utilisation d'un enrobé classique pérenne pour les chaussées sera préférable à celle d'un enrobé drainant, coûteux et soumis à colmatage. Les trottoirs et les stationnements favoriseront les revêtements perméables. Pour cela plusieurs solutions peuvent être envisagées selon l'usage et la fréquentation de l'espace : pavés joints sables, concassés ou engazonnés, pierres sèches, stabilisé... L'enjeu est d'assurer une pérennité des espaces et une bonne résistance au climat méditerranéen tout en minimisant la gestion. D'autre part, des techniques de désimperméabilisation de sols existant sont également intéressantes à privilégier dans certains cas où le nivellement reste inchangé, permettant ainsi d'économiser des ressources et d'exécuter rapidement des chantiers tout en restant très qualitatif.

■ Les points de vigilance et les conditions de réussite

Des études géotechniques (piézométriques, perméabilité, nature des sols) sont nécessaires pour préciser les capacités d'infiltration. Concernant les emprises minérales drainantes, la dimension des enrochements cyclopéens, non préhensibles, permet de répondre aux inquiétudes vis-à-vis d'éventuels jets de pierre, notamment au niveau des zones d'arrêts.

■ Des références réalisées



crédit photo : Quatrevingtdouze

Déconnexion et requalification d'une rue existante, nivellement et pose des bordures conçu de façon à ce que les ruissellements gravitaires soient mis au profit des plantations, Asnières-sur-Seine (92)
Source : ATM



crédit photo : Quatrevingtdouze

Requalification de la rue en voie 30 avec emprises plantées décaissées, Asnières-sur-Seine (92)
Source : ATM

■ Schéma de principe

Version avec double fosse pour anticipation pollution accidentelle
 Fosse 1 : plantation de graminée et gestion des pluies courantes + surverse
 Fosse 2 : plantation arbres et gestion pluies moyennes type décennales

Version avec simple fosse avec bordure arasée

Valorisation du cadre de vie
 Bioclimatisme
 Qualité de l'air santé en ville

Déconnexion
 Chemin d'eau visible
 Nivellement
 Ruissellement diffus
 Bordure créneau ou arasée
 Micro-stockage
 Infiltration
 Evapotranspiration
 Gestion de la pollution à la source

Biodiversité
 3 strates végétales
 Phytoépuration
 Ombre
 Reprise végétale

Qualité auto-épuratoire du sol
 Inertie hydrique
 Sol vivant

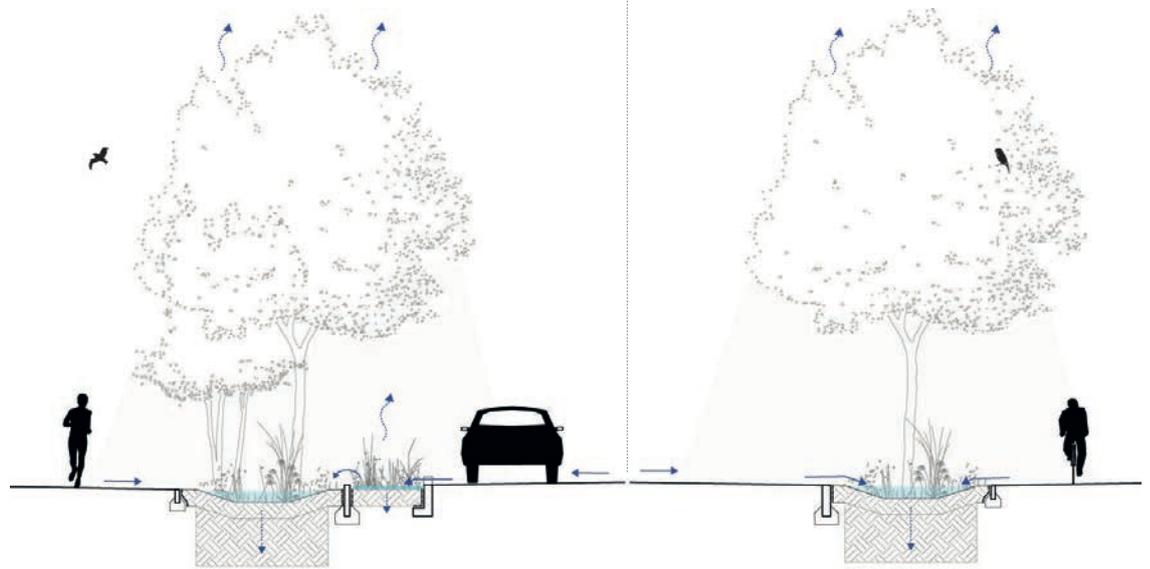


Figure 3 : Coupe schématique sur des fosses de voiries
 Source : ATM



crédit photo : ATM

Requalification d'une rue existante avec bordures créneaux, 4000 Nord, La Courneuve (93)



crédit photo : Atelier de paysages Bruel Delmar

Gestion des ruissellements de chaussée par tranchée drainante de grosse granulométrie associée à une bordure arasée avec utilisation de l'eau pluviale au profit des plantations, Lille (59)
 Source : Atelier de paysages Bruel Delmar

4.2 - L'eau dans les parkings

■ Le principe

Cette fiche fait suite à la précédente sur les rues et décline les mêmes préconisations sur la déconnexion des emprises, sur la gestion de l'eau à la source, sur le ruissellement diffus, sur le nivellement et l'utilisation de l'eau de pluie comme ressource pour le sol, le végétal et le bioclimatisme et sur la gestion de la pollution à la source par la qualité d'auto-épuration des sols. Concernant plus précisément les parkings, l'objectif est de désimperméabiliser les stationnements dans une démarche écologique et une gestion différenciée des revêtements de sols selon leurs taux de fréquentation et de créer de l'ombre et des îlots de fraîcheur en favorisant la reprise végétale par une valorisation des eaux de ruissellement :

- **Le principe est de réaliser une plateforme uniforme**, sans marquage des places, de façon à minimiser les piétinements intenses et les risques d'usure à un même endroit. Pour assurer une bonne pérennité à la structure, le mélange terre/pierre devra être composé de 40 % de terre végétale et 60 % de pierre/grave 20/40. Le semis utilisé pour l'engazonnement devra être résistant au piétinement. Concernant l'entretien, une tonte par mois est préconisée au printemps et en été. Les parkings en mélange terre/pierre présentent l'avantage de constituer un sol perméable et vivant à moindre coût (15 €/m² environ).

- **Pour des parkings nouveaux à forte fréquentation**, un revêtement perméable mixte de type pavé avec joints sables, minéraux ou engazonnés sera favorisé pour les stationnements, afin d'assurer une stabilité et pérenniser le dispositif. D'un point de vue esthétique les références qui suivent permettent d'illustrer ces différents exemples de tranchées drainantes et revêtements.

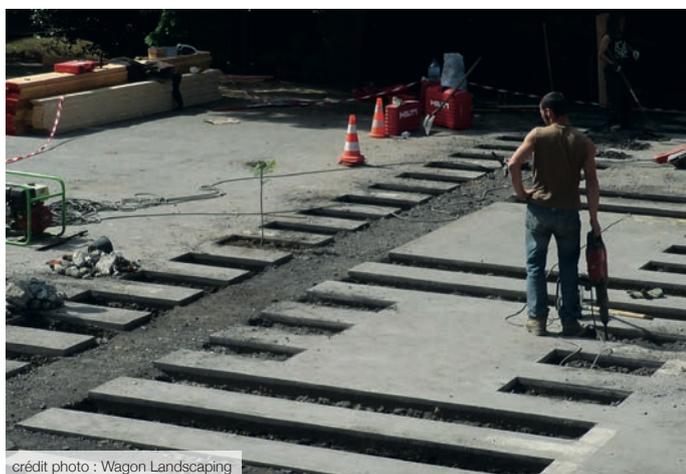
- **Concernant la requalification de parkings existants**, des interventions de désimperméabilisation partielle par sciage du tapis d'enrobé telles que le montrent les références ci-dessous, sont intéressantes à préconiser, tant en termes de délais de chantier particulièrement rapides que de montants de travaux peu élevés. D'un point de vue esthétique, un large éventail de renaturation est envisageable, l'enjeu étant de décliner un vocabulaire méditerranéen aussi bien pour la palette végétale que pour le paillage minéral. Un apport de terre végétale d'une épaisseur de 30 cm minimum pour des graminées (à adapter en fonction des strates) est à prévoir pour la végétalisation des emprises sciées.

■ Les points de vigilance et les conditions de réussite

- Pour les parkings en terre pierre, le planning de chantier devra intégrer le temps d'enracinement du semis (plusieurs mois) avant une ouverture du parking au public.

- Concernant les opérations de sciage d'enrobé, un diagnostic amiante est à réaliser avant l'intervention. Si la faisabilité apparaît simple, le sciage nécessite cependant d'être réalisé avec soin pour rester qualitatif, notamment au niveau des zones d'arrêts.

■ Des références réalisées



crédit photo : Wagon Landscaping

Sciage d'un parking en enrobé existant, Courtrai, Belgique
Source : Wagon Landscaping



crédit photo : Wagon Landscaping

Renaturation d'un parking en enrobé existant, Courtrai, Belgique
Source : Wagon Landscaping

■ Schéma de principe

Valorisation du cadre de vie
Bioclimatisme
Qualité de l'air santé en ville

Déconnexion
Désimperméabilisation
Nivellement
Ruissellement diffus
Micro-stockage
Infiltration
Évapotranspiration
Gestion de la pollution à la source

Biodiversité
3 strates végétales
Phytoépuration
Ombre
Reprise végétale

Qualité auto-épuratoire du sol
Inertie hydrique
Sol vivant

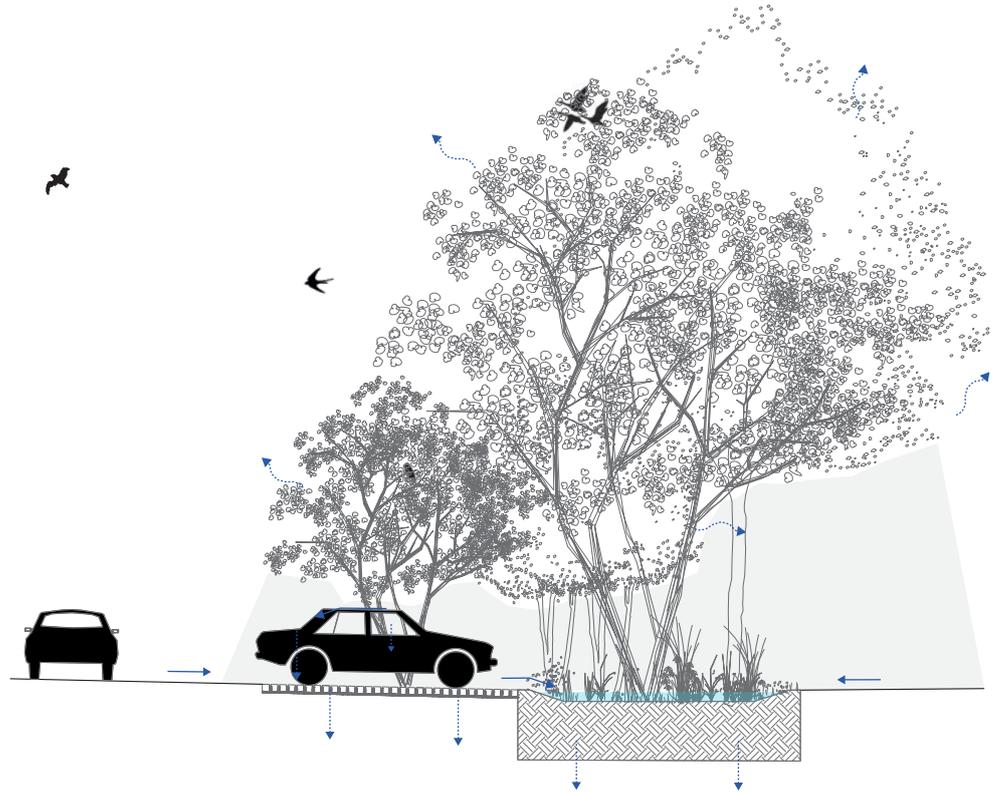
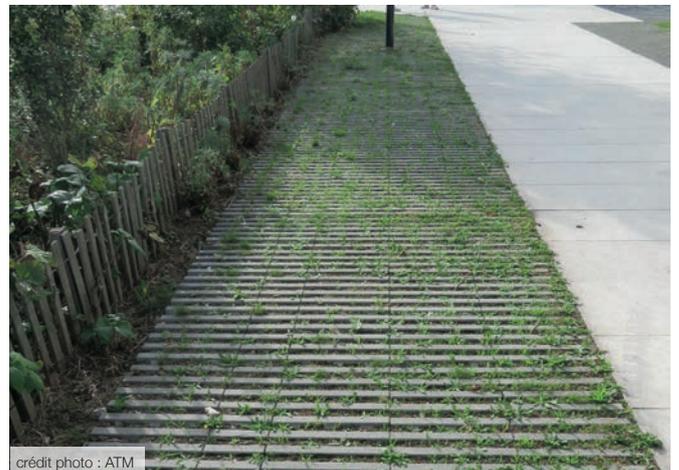


Figure 9 : Coupe schématique sur les parkings
Source : ATM



crédit photo : ATM

Parking ayant fait l'objet d'un suivi scientifique par le LEESU concluant à une infiltration favorable des ruissellements de parking pour l'irrigation gravitaire des plantations, Aulnay-sous-Bois (93)
Source : Thierry Maytraud pour le CD 93



crédit photo : ATM

Parking vélo en bois, Saint-Denis (93)

■ Des références réalisées



crédit photo : Laurent Villeret

Parking enrobé rythmé par des emprises plantées alimentées par l'eau pluviale, Fleury Mérogis (91)
Source : Paule Green paysagiste



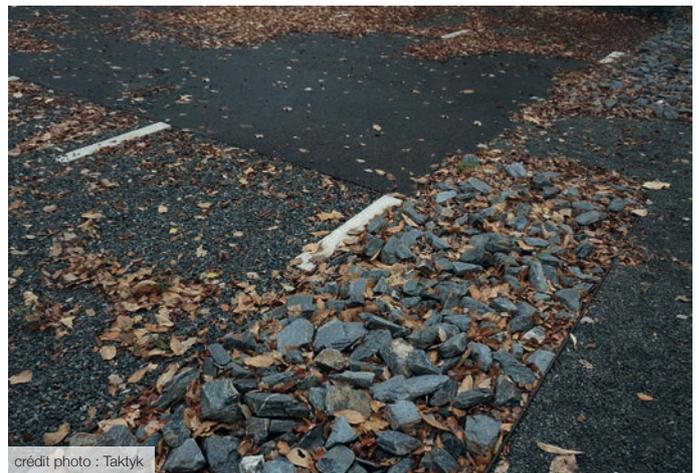
crédit photo : La plage architecture et paysage

Stationnement perméable en mélange terre/pierre avec tranchée drainante à forte granulométrie, La Gacilly (56)
Source : La plage architecture et paysage



crédit photo : Taktyk

Parking forestier perméable composé de stationnements en gravillons et d'empierrement en porphyre, Plateau de Saclay (91)
Source : Taktyk paysagiste



crédit photo : Taktyk



crédit photo : ATM

Stationnement latéral perméable, pavés et joints sables, Nantes (44)



crédit photo : ATM

Bande plantée gravillonnée alimentée par les ruissellements de chaussée grâce à la bordure arasée, île de Nantes (44)



crédit photo : ATM

Figure 20 : Parking commercial densément planté, Saint-Jacques de la Lande (35)



crédit photo : Atelier de paysages Bruel Delmar

Figure 16 : Parking perméable en pavés béton joints engazonnés et noue de collecte avec phyto-épuration, Clamart (92)
Source : Atelier de paysages Bruel Delmar



crédit photo : ATM

Parking résidentiel en schiste, Saint-Jacques de la Lande (35)



crédit photo : ATM

Parking avec tranchée drainante en blocs de schistes et emprise d'infiltration végétalisée, Saint-Jacques de la Lande (35)



crédit photo : ATM

Parking perméable avec structure alvéolaire engazonnée et marquage des places en pavés disjoints, Fourqueux (78)



crédit photo : ATM

Parking perméable, bande de roulement béton et noue de collecte végétalisée, Les Essarts-le-Roi (78)
Source : ATM

4.3 - L'eau dans les places et parvis

■ Le principe

À l'échelle territoriale, la résilience départementale, qu'elle soit climatique ou liée au risque d'inondation, sous-entend une gestion de l'eau de pluie à la source, qui ne pourra être atteinte sans saisir toutes les opportunités foncières. Cela implique que les programmes soient conçus de façon multifonctionnelle, en intégrant des emprises de micro-stockage de l'eau de pluie dans les usages programmés.

Pour cela, il sera important que le nivellement de ces espaces, en dehors d'une conception classique par temps sec, anticipe des inondabilités temporaires en distinguant 3 typologies de pluies :

- les pluies courantes, en favorisant l'infiltration et l'évapotranspiration,
- les pluies fortes, la pluie dimensionnante étant la pluie trentennale,
- les pluies exceptionnelles, en privilégiant la transparence hydraulique.

Plus précisément, dans le cadre des places et parvis, l'enjeu est de concevoir un projet dans lequel le nivellement est conçu de façon transversale pour lier le projet de l'eau à celui :

- des plantations : l'objectif étant de créer de l'ombre et de la fraîcheur en privilégiant l'irrigation et le micro-stockage au pied des plantations de manière à favoriser au maximum la reprise végétale et l'inertie hydrique du sol sans avoir recours à un arrosage automatique
- du mobilier d'assise : l'objectif étant de considérer la ceinture des fosses écosystémiques comme une opportunité d'assise à l'ombre, tout en permettant le passage du ruissellement
- des cheminements : l'objectif étant de maintenir un fonctionnement des espaces et des cheminements hors d'eau même en situation de pluies exceptionnelles.

Les point de vigilance et les conditions de réussite

- - Les projets doivent être conçus avec un temps de vidange de 24h maximum.
- En cas de contexte défavorable (présence de gypse, perméabilité mauvaise, nappe affleurante, forte pente), la gestion des pluies courantes reste envisageable par évapotranspiration et en permettant une infiltration sur une épaisseur de substrat rapportée au-dessus du niveau du sol contraint. Un rejet à débit régulé vers le réseau d'assainissement sera nécessaire pour les pluies supérieures.

■ Des références réalisées



Parvis de collège multifonctionnel, intégrant une emprise légèrement décaissée temporairement inondable, Collège Lucie-Aubrac, Villetaneuse (93)
Source : Thierry Maytraud pour le CD 93

■ Schéma de principe

Bioclimatisme
 Superposition des usages
 Multifonctionnalité
 Valorisation du cadre de vie

Déconnexion
 Inondabilité anticipée et temporaire
 Nivellement
 Micro-stockage
 Désimperméabilisation
 Infiltration
 Évapotranspiration

Sol minéral filtrant
 Calade méditerranéenne
 Inertie hydrique
 Sol vivant

Biodiversité
 Ombre et fraîcheur
 Reprise végétale

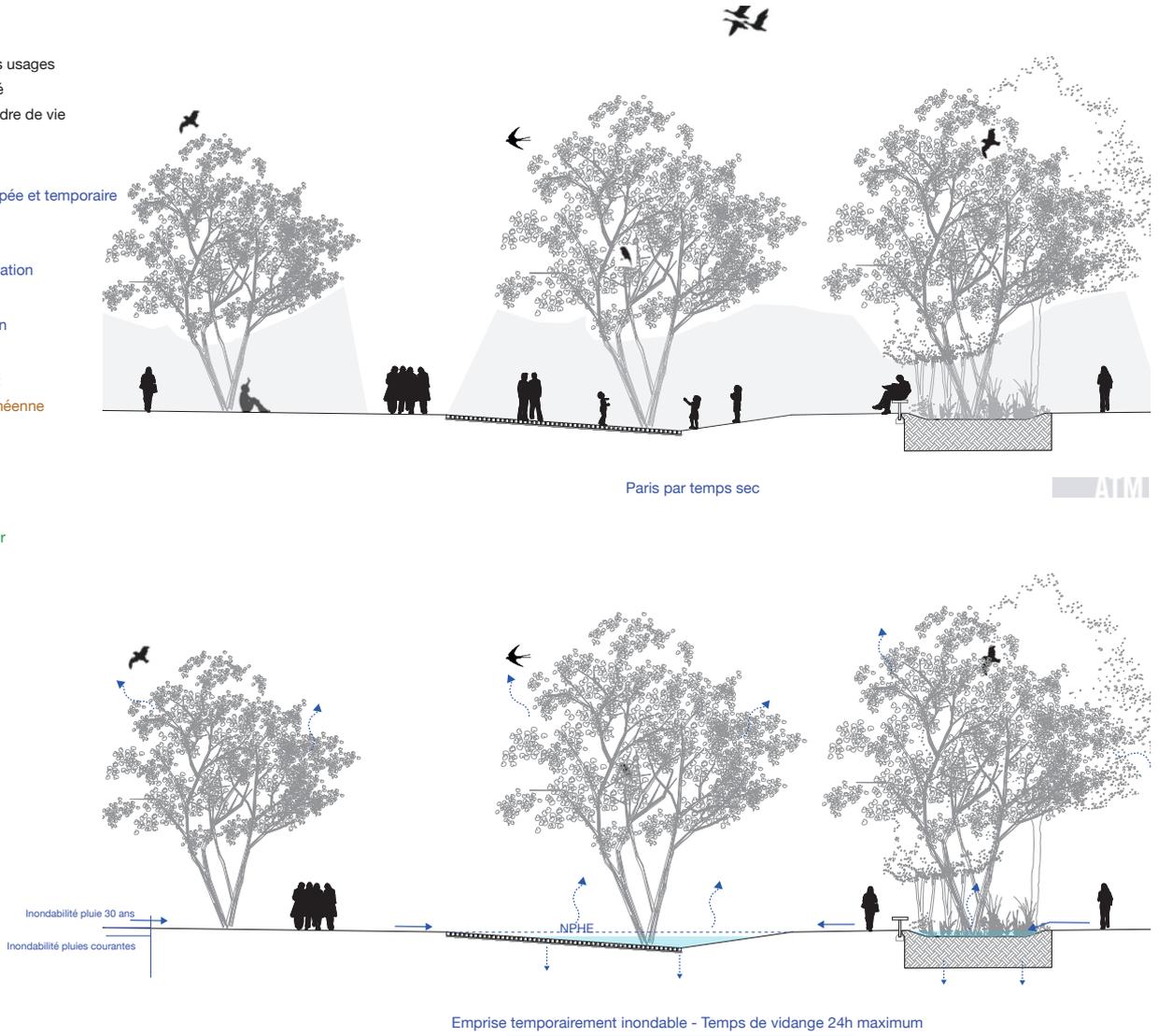


Figure 25 : Coupes schématique sur la multifonctionnalité des places et parvis
 Source : ATM



crédit photo : Emmanuelle Crouzet-Courech

Place multifonctionnelle temporairement inondable par ruissellement, Castelsarrasin (82)
 Source : Kaplan Projets



crédit photo : ATM

Place multifonctionnelle avec nivellement PMR ondulant, Stains (93)

4.4 - L'eau dans les classes en plein air

■ Le principe

Il est possible de concevoir des emprises de stockage multifonctionnelles comme des amphithéâtres jardins de pluie qui pourront être utilisés comme « Classe en plein air » et support de pédagogie scolaire sur le cycle de l'eau, la biodiversité et le bioclimatisme. Pour cela, un jardin légèrement creux et nivelé en gradins pourra être alimenté par le ruissellement des bassins versants des espaces extérieurs périphériques.

Si la faisabilité le permet, l'alimentation en eau de l'espace pourra également provenir de la déconnexion des descentes EP d'un bâtiment situé à proximité.

Concernant les plantations, il sera intéressant de décliner une palette végétale méditerranéenne diversifiée avec différents niveaux de pluies, dans un but d'observation et d'apprentissage.

De la même façon, une graduation des revêtement de sols pourra être envisagée en fonction des différents niveaux d'eau et d'infiltration.

Enfin, la conception des gradins pourra être réalisée en pierres sèches, assurant ainsi un double rôle, celui d'un patrimoine technique hydraulique et celui d'un mobilier d'assise.

L'implantation des arbres sera également importante à étudier en fonction de l'ensoleillement afin de pouvoir assurer de l'ombre.

■ Les points de vigilance et les conditions de réussite

- L'implantation des arbres sera importante à étudier en fonction de l'ensoleillement afin de pouvoir assurer de l'ombre et un confort thermique favorable à un enseignement en plein air.

- Le temps de vidange des dispositifs de gestion de l'eau ne devra pas excéder 24h.

- Des sondages géotechniques restent nécessaires pour déterminer la nature des sols et les capacités d'infiltration.

- Un diagnostic relatif à la pollution du sol peut être nécessaire pour confirmer la faisabilité du jardin de pluie et la conformité sanitaire portée par l'Agence Régionale de Santé.

■ Des références réalisées



crédit photo : ATM



crédit photo : ATM

Gradins inscrits dans la pente, ombragés avec mobilier sur mesure, Jardin de l'imaginaire, Terrasson-Lavilledieu (24)

■ Schéma de principe

Bioclimatisme
Pédagogie scolaire
Espace d'observation
Valorisation des collèges

Ilot de fraîcheur
Inondabilité anticipée et temporaire
Nivellement
Micro-stockage
Infiltration
Évapotranspiration
Évacuation 24h maxi

Biodiversité
3 strates végétales
Ombre et fraîcheur
Reprise végétale

Inertie hydrique
Sol vivant

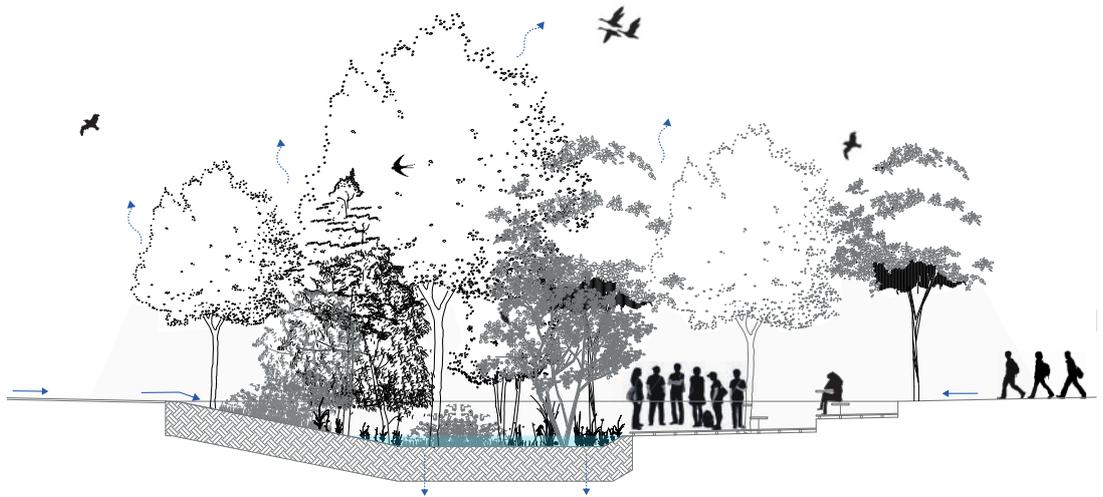


Figure 28 : Coupe schématique sur un jardin de pluie classe en plein air
Source : ATM



crédit photo : ATM

Talus nivelé avec bancs intégrés pour servir de gradin, Jardin d'Éole, Paris (75)



crédit photo : Laure Planchais

Gradins enherbés sur terrain de sport informel faisant office de bassin de rétention, Le Mée-sur-Seine (77)
Source : Laure Planchais

4.5 - L'eau dans les cours

■ Le principe

Trois enjeux importants guident les préconisations pour les cours scolaires :

- **Enjeu 1 : Désimperméabiliser les sols.** La cour, principal espace extérieur accessible aux élèves durant la journée, représente un enjeu important pour le cadre de vie scolaire. Le traitement homogène des cours en enrobé classique est aujourd'hui remis en question pour des raisons climatiques et de confort thermique. L'objectif est ainsi de préconiser une désimperméabilisation des sols qui permettra une infiltration des eaux de pluies et une baisse des températures. Cependant, en parallèle de cet argumentaire technique, il sera intéressant de considérer que ce cahier technique est également l'opportunité de favoriser le retour à des sols simples et naturels (pierres sèches, sols mixtes perméables, enrochements, bois, stabilisé, concassé...) qui, comme l'illustrent les photographies ci-dessous, sont aussi des supports de jeux et de bien-être. C'est pourquoi, plutôt qu'une prescription de sols techniques poreux de type enrobé drainant ou béton poreux, il sera intéressant que les préconisations privilégient des sols perméables naturels.

- **Enjeu 2 : Produire de l'ombre et de la fraîcheur.** Planter des arbres pour produire des bénéfices climatiques nécessite une bonne reprise végétale. Or le retour d'expérience des acteurs locaux montre que celle-ci est en moyenne de 4 ans contre 2 ans au nord de la Loire. D'autre part, les difficultés de gestion et de pérennité des arrosages automatiques poussent à considérer qu'il sera primordial de coordonner le nivellement de la cour au projet de plantation et à la conception des fosses de façon à utiliser au maximum le ruissellement de l'eau de pluie comme ressource.

- **Enjeu 3 : Rendre l'eau visible, mettre en scène des chemins de l'eau de pluie.** Gérer durablement l'eau de pluie en la rendant visible fait apparaître tout un vocabulaire de chemins d'eau gravitaires tels que des rigoles, des canalettes, des surverses, des murets de biefs... Dans le projet des cours, l'enjeu est alors de valoriser le ruissellement de l'eau en l'intégrant dans la conception des cheminements, des seuils, des limites, des fosses de plantations, mais aussi du mobilier sur mesure en le considérant comme un support de jeux ou de détente, de bien-être.

■ Les points de vigilance et les conditions de réussite

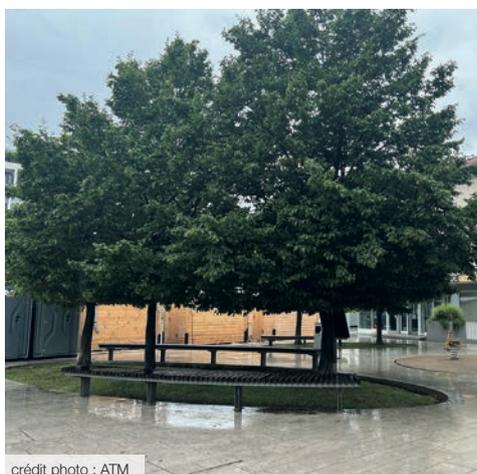
- Le nivellement de la cour et la conception des chemins d'eau devront intégrer les exigences des normes PMR.
- Le temps de vidange des dispositifs de gestion de l'eau ne devra pas excéder 24h.
- Des sondages géotechniques restent nécessaires pour déterminer la nature des sols et les capacités d'infiltration.
- Un diagnostic relatif à la pollution du sol peut être nécessaire pour confirmer la faisabilité du jardin de pluie et la conformité sanitaire portée par l'Agence Régionale de Santé.
- Un diagnostic amiante est nécessaire avant intervention sur les enrobés.

■ Des références réalisées



crédit photo : ATM

Cour avec revêtement minéral et chemins de pluie pour permettre l'irrigation gravitaire des fosses d'arbres décaissées, Espagne



crédit photo : ATM

Emprise décaissée autour d'arbres existants, Slovaquie



crédit photo : Ville d'Aix-en-Provence

Cour décaissée désimperméabilisée et plantée pouvant stocker les eaux de pluie, Aix-en-Provence (13)

■ Schéma de principe

Bioclimatisme
Pédagogie scolaire
Patrimoine méditerranéen

Déconnexion
descente EP

Percement mur existant
Parcours de l'eau pédagogique, gargouille

Eau de pluie ressource pour le sol et le végétal
Irrigation et liaison hydraulique entre fosses décaissées

Désimperméabilisation des sols
Sol minéral filtrant - Calade

Déconnexion
Désimperméabilisation
Eau ressource
Îlot de fraîcheur
Nivellement
Micro-stockage
Chemin de l'eau visible
Infiltration
Évapotranspiration

Biodiversité
3 strates végétales
Ombre et fraîcheur
Reprise végétale

Sol minéral filtrant
Inertie hydrique
Sol vivant

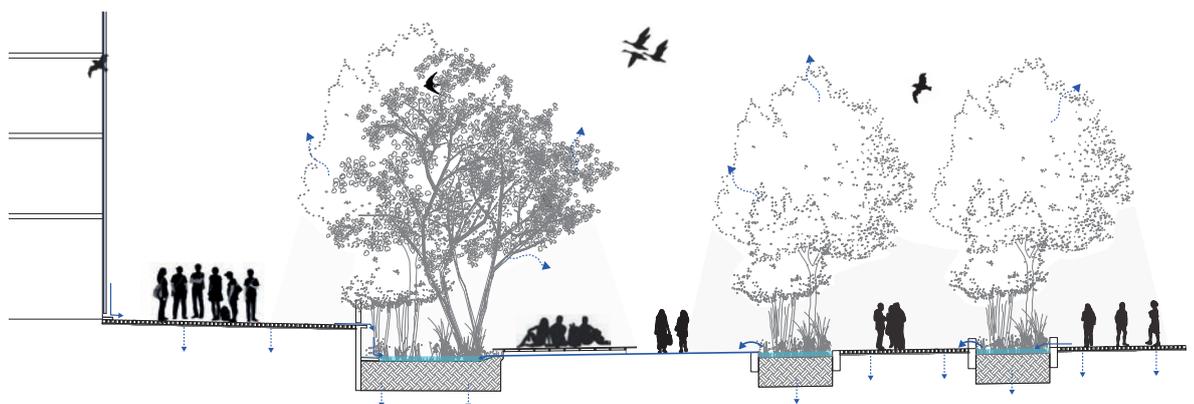


Figure 35 : Coupe schématique sur les cours de collège
Source : ATM



crédit photo : Laure Planchais



crédit photo : Laure Planchais

Mobilier sur mesure autour d'un bassin multifonctionnel, réalisé dans une cour de lycée, Lannion (22)
Source : Laure Planchais paysagiste

4.6 - L'eau dans les terrains de sport

■ Le principe

Les terrains sportifs, de la même façon que les cours, sont soumis à de forts ensoleillements et niveaux de chaleur qui les rendent peu propices à la pratique sportive pendant plusieurs périodes de l'année. Désimperméabiliser ces emprises pour les engazonner nécessite un entretien régulier et coûteux qui paraît peu adapté aux établissements scolaires. Cependant, la faisabilité d'une intervention sur les abords immédiats, pour la plantation d'arbres et la création d'îlot de fraîcheur semble plus pertinente dans le contexte scolaire. L'enjeu est alors :

- d'adapter l'implantation des îlots de fraîcheur à l'orientation du plateau sportif de façon à ombrager au maximum le terrain sur sa façade sud,
- de préconiser un nivellement du sol qui favorise un ruissellement de l'eau du plateau sportif vers l'emprise plantée,
- de décaisser légèrement l'emprise plantée pour permettre le stockage de l'eau, en favorisant l'infiltration, l'évapotranspiration et l'inertie hydrique du sol.
- de préconiser un revêtement de sol en enrobé classique plutôt qu'un enrobé drainant de façon à favoriser l'utilisation de la ressource en eau pluviale au profit de la reprise végétale et du développement des arbres.
- de désimperméabiliser les abords immédiats et les cheminements piétons situés au limite par des revêtements de sols mixtes de type pavés joints perméables pour assurer une pérennité.

D'autre part, en complément de ces préconisations, il est tout à fait envisageable de considérer les terrains sportifs comme des espaces multifonctionnels, temporairement inondables, pour permettre le stockage des pluies fortes. Pour cela, comme le montre la photographie ci-dessous illustrant le terrain de basket du collège Henri IV à Vaujours, il suffit d'adapter le nivellement du terrain en le décaissant légèrement.

■ Les points de vigilance et les conditions de réussite

- Il sera important que le choix des essences d'arbres prennent en considération les problématiques de gestion, afin de minimiser le ramassages des feuilles ou épines sur l'emprise du terrain, tout en étant capable de produire suffisant d'ombre lors des périodes ensoleillées.

■ Des références réalisées



crédit photo : ATM

Terrain sportif avec clôture grillagée plantée de grimpants, Jardin École, Paris (75)



crédit photo : Frédéric Delangle

Piste d'athlétisme bordée par un îlot de fraîcheur, Antony (92)

Source : TOA architectes

■ Schéma de principe

Bioclimatisme
Qualité de l'air santé en ville
Multifonctionnalité

Îlot de fraîcheur
Inondabilité anticipée et temporaire
Nivellement
Micro-stockage
Infiltration
Évapotranspiration
Désimperméabilisation des abords

Biodiversité
3 strates végétales
Phytoépuration
Ombre
Reprise végétale

Inertie hydrique
Sol vivant

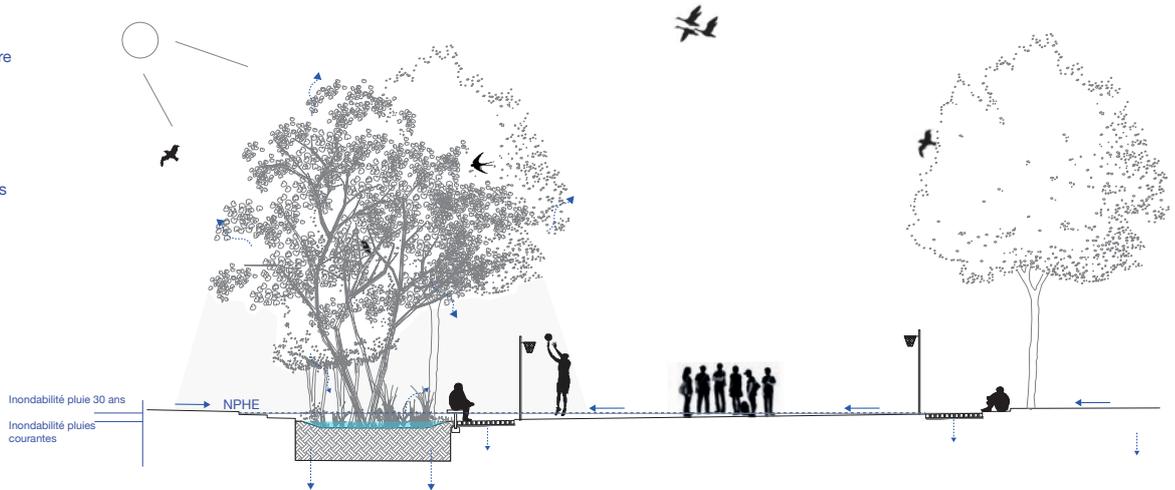


Figure 41 : Coupe schématique sur les terrains sportifs multifonctionnels
Source : ATM

ATM



crédit photo : ATM

Terrain sportif décaissé temporairement inondable, collège Henri IV, Vaujours (93)



Crédit photo : Édouard Decam

Terrain de sport enrobé, ombragé par des abords plantés, Paris (75)
Source : Atelier Roberta

4.7 - L'eau dans les cheminements piétons

■ Le principe

La circulation piétonne est un usage adapté aux revêtements de sols perméables, qui permet ainsi d'engager des actions de désimperméabilisation importante. En termes de coût et de planning de chantier, il peut être intéressant de distinguer 2 types de préconisations :

- **des actions de désimperméabilisation à minima de sols existants**, qui permettent de conserver la structure et une partie du revêtement de sol existant, qu'il s'agisse d'un tapis d'enrobé ou d'un sol béton. Comme l'illustrent les photographies ci-dessous et celles présentées précédemment dans la fiche relative aux parkings, les sols existants sont sciés et renaturés. Les joints peuvent être engazonnés de semis qui devra être adapté au piétinement ou bien préconisé sous forme plus minérale de type sable ou toute sorte de gravillons ou concassés. Comme le montrent les références ci-dessous un recyclage des tapis d'enrobé peut être envisagé pour la création d'emprise drainante en latéral du cheminement. D'un point de vue esthétique, le concassé peut être planté de graminées, qui très rapidement vont venir renaturer la structure. Ces interventions présentent l'avantage d'être très rapides et particulièrement bien adaptées aux délais de chantier contraints en milieu scolaire économes en ressources et montant de travaux.

- **des actions de création de sols perméables nouveaux**. Dans ce cas, comme le montrent les photographies présentées, une palette de sols assez diversifiés est envisageable et peut se graduer et se nuancer en fonction des taux de fréquentation. En termes de climat et de culture méditerranéenne, il sera intéressant de privilégier les sols minéraux filtrants que les calades, qui représentent un réel savoir-faire technique permettant de pérenniser des sols perméables vivants, capables d'infiltrer des pluies fortes et de résister à la sécheresse du mistral et des fortes chaleurs.

D'autre part, la création d'emprises légèrement décaissées pour le stockage de l'eau pluviale fait naître tout un vocabulaire de cheminements hors d'eau qui peuvent être conçus sur pilotis ou sur remblais.

■ Les points de vigilance et les conditions de réussite

- Un diagnostic amiante est nécessaire avant toute intervention sur les sols enrobés.

- Les calades devront intégrer les exigences des normes PMR. Comme pour les murs en pierres sèches préconisés comme outil de maîtrise du ruissellement dans la pente, la prescription de ce patrimoine technique méditerranéen peut s'appuyer sur les recommandations de la Fédération Française des Professionnels de la Pierre Sèche (FFPPS).

■ Des références réalisées



crédit photo : ATM

Graduation de la perméabilité du sol en cohérence avec l'intensité du piétinement, Passeig Sant Joan, Barcelone



crédit photo : D'une Ville à l'Autre

Graduation de la perméabilité du sol en cohérence avec l'intensité du piétinement, Cugnaux (31)
Source : D'une ville à l'autre

■ Schéma de principe

Valorisation du cadre scolaire

Bioclimatisme

Passerelle

Économie de la ressource

Désimperméabilisation

Cheminement hors d'eau

Micro-stockage

Infiltration

Évapotranspiration

Ombre et fraîcheur

Sol minéral filtrant

Calade méditerranéenne

Inertie hydrique

Sol vivant

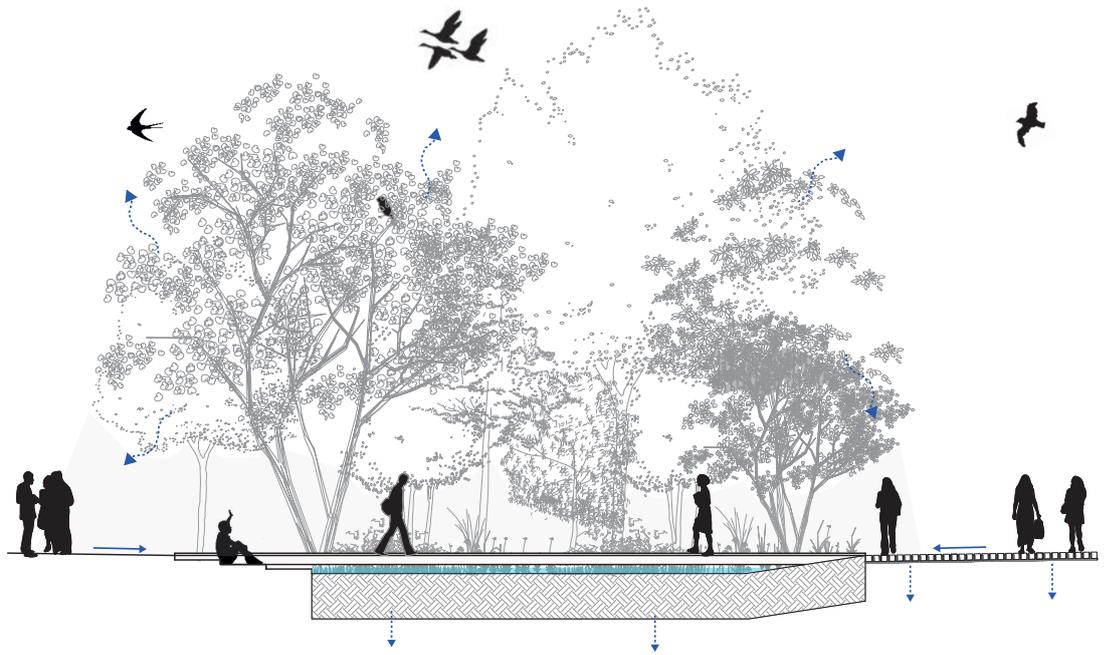


Figure 46 : Coupe schématique sur les cheminements piétons
Source : ATM



crédit photo : Base

Concassés d'enrobé recyclés utilisés comme paillage et piège à graine, visuel pris au moment de la livraison du chantier, Lyon (69)
Source : Base



crédit photo : Base

Paillage d'enrobé concassé renaturé par les graminées et arbustes, Lyon (69)
Source : Base

■ Des références réalisées



crédit photo : ATM

Cheminement piéton avec chemin de pluie latéral et traversée piétonne PMR, Paris (75)



crédit photo : Vincent Rieusset

Cheminement avec pose de briques sur sable et joints secs, dissymétrie des bordures pour favoriser la gestion de l'eau, Allonnes (72)
Source : Charles Dard paysagiste - Belus Henocq architectes



crédit photo : Édouard Decam

Variation des revêtements de sol en lien avec l'usage, Aubervilliers (93)
Source : Atelier Roberta



crédit photo : ATM

Cheminement piéton hors d'eau traversant une prairie inondable par ruissellement, La Courneuve (93)



crédit photo : ATM

Cheminement piéton en pas japonais, Nanterre (92)



crédit photo : ATM

Cheminement en pas japonais en traversée d'une emprise végétalisée et d'un milieu humide, Lille (59)



crédit photo : ATM



crédit photo : ATM

Détail d'un cheminement perméable en opus incertum de pierre



crédit photo : Base

Cheminement piéton PMR intégrant le passage de l'eau, Familistère de Guise (02)
Source : Base



crédit photo : ATM

Cheminement piéton PMR en caillebotis métallique, Île de Nantes (44)



crédit photo : ATM

Cheminement piéton en caillebotis métallique, traversant un milieu humide, Lille (59)



crédit photo : D'une Ville à l'Autre

Requalification de berges avec cheminement en platelage bois, Capbreton (40)
Source : D'une Ville à l'Autre



crédit photo : ATM

Cheminement piéton sur platelage bois en traversée d'un marais, Aigues-Mortes (30)

4.8 - L'eau dans les fosses d'arbres

■ Le principe

Sur le territoire départemental, le retour d'expérience des acteurs locaux fait acte d'une reprise végétale fragile, d'une durée moyenne de 4 ans contre 2 ans au nord de la Loire. Or, la mise en place et le bon développement d'une trame arborée apparaissent incontournables pour faire face à l'ensoleillement et aux températures élevées du climat méditerranéen. L'arbre apparaît alors comme un élément précieux pour lequel les relations écosystémiques entre l'eau/le sol et le végétal sont conditionnantes. Pour répondre à cet enjeu, ceci implique de porter une conception des fosses particulières dont les principales préconisations sont :

- Désimperméabiliser les pieds d'arbres pour favoriser l'infiltration,
- Concevoir un nivellement des espaces alentours qui permette l'irrigation de la fosse par simple ruissellement de surface. Pour cela la bordure ceinturant la fosse doit être arasée, ajourée ou posée de façon discontinue s'il s'agit d'une bordure avec vue, afin de permettre le passage de l'eau.
- Préconiser des fosses légèrement décaissées pour favoriser le micro-stockage de l'eau de pluie,
- Concevoir des continuités hydrauliques entre les fosses d'arbres pour favoriser l'une inertie hydrique du sol,
- Augmenter le dimensionnement standard des fosses d'arbres pour favoriser la mise en place de véritables dispositifs écosystémiques, plus propices au développement d'îlots de fraîcheur et de biodiversité. Dans ce cas, considérer que la conception des limites intègre un mobilier d'assise.
- Favoriser la mise en place de paillages minéraux pour protéger le sol de l'assèchement (vent et soleil) et maintenir une inertie hydrique.

À l'échelle d'un espace ou d'un quartier, ces ensembles multifonctionnels et écosystémiques deviennent ainsi structurants, associant la gestion de l'eau pluviale, les plantations, les îlots de fraîcheur et le mobilier d'assise

■ Les points de vigilance et les conditions de réussite

- Cette démarche nécessite une coordination entre la conception du nivellement, l'implantation des fosses, le dimensionnement des dispositifs de gestion de l'eau pluviale et la conception du mobilier d'assise.

■ Des références réalisées



crédit photo : ATM



crédit photo : ATM



crédit photo : ATM

Chemin d'eau permettant la continuité hydraulique et l'irrigation gravitaire des fosses d'arbres, Cordoue en Espagne

Sol vivant avec revêtement brique ajouré permettant l'irrigation gravitaire par ruissellement, Espagne

■ Schéma de principe

Bioclimatisme
Multifonctionnalité
Mobilier intégré, Assises

Déconnexion
Nivellement
Micro-stockage
Infiltration
Évapotranspiration
Chemin d'eau visible
Continuité hydraulique

Fosse écosystémique
Ombre et fraîcheur
Biodiversité
Reprise végétale

Inertie hydrique
Sol vivant

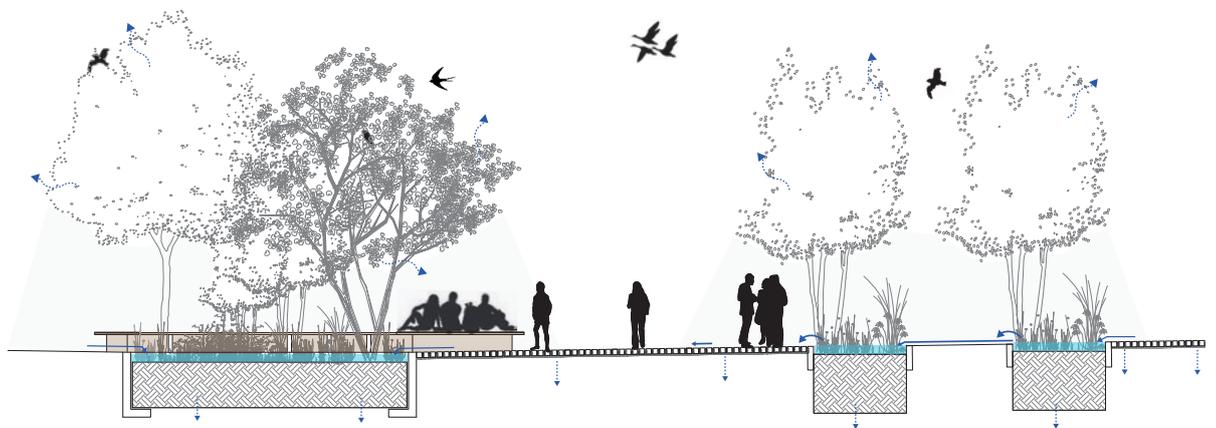


Figure 63 : Coupe schématique sur les fosses d'arbres
Source : ATM

ATM



crédit photo : Wagon Landscaping

Mobilier d'assise réalisé sur mesure autour des arbres existants, Nikola Lenivets, Russie
Source : Wagon Landscaping



crédit photo : Base

Fosse écosystémique avec bancs sur mesure, Lyon (69)
Source : Base

■ Des références réalisées



crédit photo : Base / Juan Cardona

Conception d'un mobilier d'assise à l'ombre des arbres, sur talus, Nantes (44)
Source : Base



crédit photo : Wagon Landscaping

Mobilier en bois réalisé sur mesure autour d'un jardin de pluie, Cité Descartes, Champs sur Marne (77)
Source : Wagon Landscaping



crédit photo : Base

Conception d'un mobilier d'assise à l'ombre d'arbres existants, Lyon (69)
Source : Base



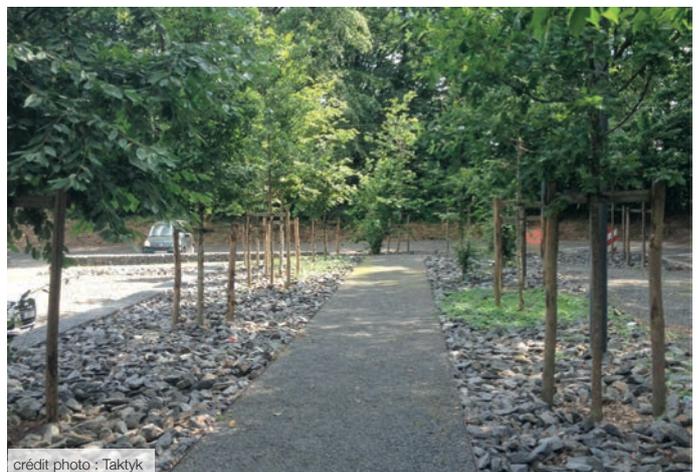
crédit photo : Atelier de paysages Bruel Delmar

Platelage bois permettant l'intégration des collets d'arbres existants, Lille (59)
Source : Atelier de paysage Bruel Delmar



crédit photo : ATM

Fosses d'arbres avec gravillons et paillage minéral cyclopéen, Arcueil (94)



crédit photo : Taktyk

Paillage gravillons et empiècement en porphyre, Plateau de Saclay (91)
Source : Taktyk



crédit photo : Yann Monel



crédit photo : Yann Monel

Concassage et renaturation d'un sol enrobé existant, Aubervilliers (93)
Source : Wagon Landscaping



crédit photo : ATM

Cépées avec couvre-sol persistant protégé par des ganivelles, Saint-Denis (93)



crédit photo : Domaine du Rayol, AT

Protection du sol et inertie hydrique par paillage minéral adapté à la palette végétale méditerranéenne, Domaine du Rayol (83)
Source : Domaine du Rayol



crédit photo : Domaine du Rayol

Jardin de pierres cyclopéennes adaptées au climat méditerranéen, Domaine du Rayol (83)
Source : Domaine du Rayol



crédit photo : Ville d'Aix-en-Provence

Mobilier en bois sur mesure autour d'arbres existants, Aix-en-Provence (13)
Source : Aix-en-Provence



crédit photo : Nicolas Bonenfant, Coloco

Plantations dans une emprise d'infiltration en pierres sèches, Saint-Pol-de-Léon (29)
Source : Coloco

4.9 - L'eau dans les jardins pédagogiques

■ Le principe

Les jardins pédagogiques représentent un espace privilégié pour l'apprentissage de certaines techniques liées à l'eau. Dans ce contexte, il sera intéressant qu'une préconisation soit faite pour que l'emprise dédiée au jardin pédagogique soit identifiée dans le découpage des bassins versants et puisse bénéficier d'un apport en eau pluviale, soit par la déconnexion de descentes EP situées à proximité, soit par simple ruissellement de surface. La ressource en eau de pluie sera ensuite mise en scène dans la conception et le terrassement du jardin pédagogique afin de favoriser l'apprentissage des thématiques suivantes :

- les savoir-faire agricoles tels que les techniques d'irrigation, les réservoirs d'eau, les rigoles de collecte, les rigoles de distribution, les surverses, les sillons, le modelage du sol...
- les patrimoines techniques méditerranéens liés au climat et aux ressources locales tels que la culture en terrasses, les restanques, les dispositifs en pierres sèches, les murs filtrants, les paillages minéraux...
- d'un point de vue pédagogique, il pourra être intéressant de préconiser de concevoir différentes séquences mettant en scène différents niveaux d'eau.

■ Les points de vigilance et les conditions de réussite

- Le bassin versant et le mode de gestion des eaux pluviales du jardin pédagogique doivent être anticipés et intégrés au schéma de gestion durable des eaux pluviales qui sera établi à l'échelle du projet, pour assurer une bonne cohérence hydraulique à l'ensemble.

■ Des références réalisées



crédit photo : ATM

Table de pluie, nivellement en billons et irrigation gravitaire par bac à eau du jardin botanique, Bordeaux (33)



crédit photo : ATM

Rigole d'irrigation gravitaire, parc Ouagadougou, Grenoble (38)

■ Schéma de principe

Pédagogie scolaire

Irrigation

Rigole

Chemin d'eau visible

Ruissellement gravitaire

Surverse

Micro-sillons

Infiltration

Inertie hydrique

Sol vivant

Sol fertile

Modelé

Paillage

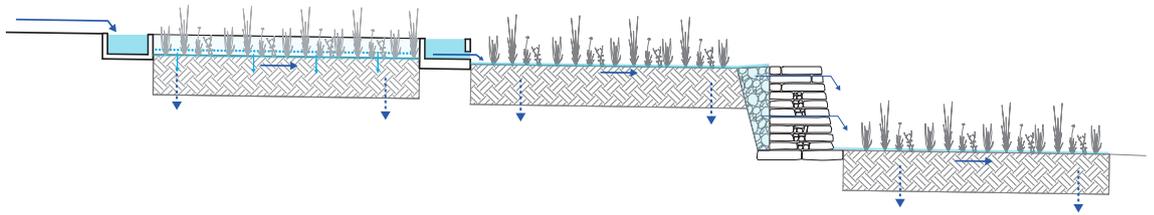


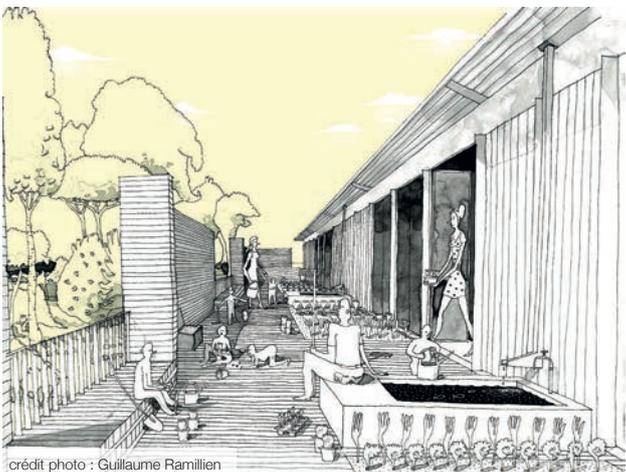
Figure 80 : Coupe schématique sur les jardins pédagogiques
Source : ATM

ATM

Reprise végétale

Biodiversité

Ombre et fraîcheur



crédit photo : Guillaume Ramillien

Jardins pédagogiques irrigués par la descente EP et sa gargouille, Arras (62)
Source : Guillaume Ramillien architecte



crédit photo : Benoît Alazard



crédit photo : ATM

Irrigation des espaces plantés par chemin de pluie gravitaire, Toulon (83)

4.10 - L'eau dans la pente

■ Le principe

La vitesse de l'eau joue un rôle fondamental dans l'érosion des sols et la fragilité hydraulique des points bas situés à l'aval des bassins versants. Dans le cadre d'une gestion de l'eau de pluie à ciel ouvert, préconiser des dispositifs de ralentissement du ruissellement de l'eau dans la pente ouvre le champ à un éventail assez diversifié de vocabulaire d'aménagement. Cependant concernant le territoire départemental, il est intéressant de valoriser la culture méditerranéenne existante sur la maîtrise du ruissellement dans la pente par la mise en œuvre de pierres sèches. En effet, au-delà du folklore, les murs et les sols filtrants en pierre sèches, les restanques, les calades sont de véritables savoir-faire techniques, ancrés dans l'identité départementale.

Une transmission de ces techniques traditionnelles apparaît pertinente. En effet, si la gestion durable des eaux pluviales semble aujourd'hui en plein essor, l'enjeu n'est pas de décliner des noues et des bassins enherbés comme réponse systématique sur l'ensemble du territoire national, mais bien d'ancrer la gestion de l'eau de pluie dans les identités culturelles et techniques locales.

Pour cela, la préconisation des restanques et calades peut s'envisager en partenariat avec la Fédération Française des Professionnels de la Pierre Sèche (FFPPS), soit pour une aide à la rédaction des pièces écrites dans le cadre d'une consultation de marché public (CCTP, BPU), soit pour des formations à des agents ou des équipes pédagogiques d'enseignement technique du bâtiment ou de l'aménagement paysager.

Concernant l'économie du projet il est intéressant de mentionner la référence ci-dessous où un partenariat entre la FFPPS et la Ville de Paris a été établi récemment dans le cadre d'un marché public pour la réalisation de murets en pierres sèches conçus à partir de pierres de réemploi.

■ Les points de vigilance et les conditions de réussite

- La technique de la pierre sèche nécessite une qualification spécifique ou une formation courte des entreprises retenues qui peut être dispensée par la Fédération Française des Professionnels de la Pierre Sèche.
<http://professionnels-pierre-seche.com/>

■ Des références réalisées



crédit photo : Philippe Alvaro - Consell de Mallorca

Ruissellement de l'eau sur des terrasses, murs de soutènement disposés perpendiculairement au cours d'eau (« parats »), Sòller (Espagne)
Source : Consell de Mallorca - Projet TERRISC



crédit photo : Philippe Alvaro - Consell de Mallorca

Mur de soutènement drainant lors d'un épisode de pluies intenses, Sòller
Source : Consell de Mallorca - Projet TERRISC



crédit photo : Claire Cornu

Terrasses en pierres sèches avec clause d'insertion du chantier publié encadré les Muralliers de Provence Marseille (13)

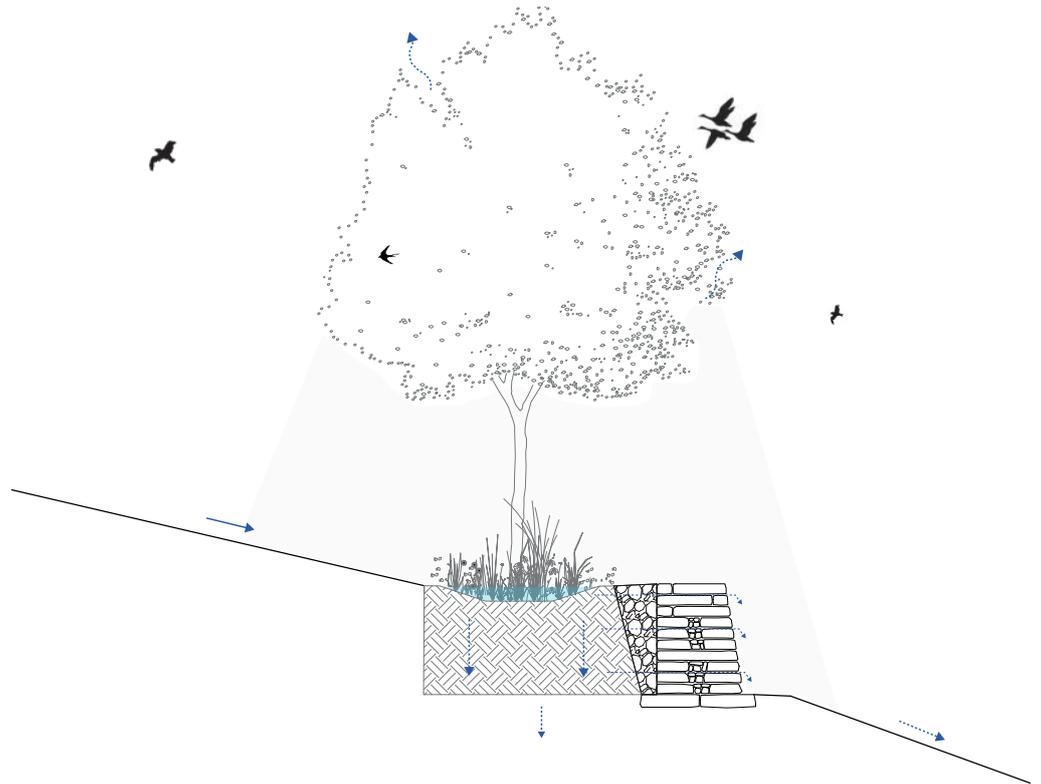
■ Schéma de principe

Patrimoine technique méditerranéen
Pierres sèches

Ralentissement de la vitesse l'eau
Nivellement en terrasse
Ruissellement diffus
Mur filtrant
Drainage
Infiltration

Reprise végétale

Dispositif anti-érosion
Paillage minéral
Sol vivant
Sol fertile
Inertie hydrique



ATM

Figure 86 : Coupe schématique sur un dispositif de gestion de l'eau en pierres sèches
Source : FFFPS



crédit photo : Claire Cornu

Calade réalisée en pierres de réemploi, Arles (13)



crédit photo : ATM

Mur en pierres sèches de réemploi réalisé à partir du stock de pierres de la ville de Paris, Maison de l'environnement, Paris (75)



crédit photo : ATM

Figure 88 : Mur de bief et dispositif anti-érosion sculptural et sonore, Fourqueux (78)
Source : ATM

4.11 - L'eau sur les toitures terrasses

■ Le principe

De la même façon que pour les sols, la désimperméabilisation des toitures peut avoir un impact bénéfique important pour la résilience territoriale départementale et représente en cela un enjeu intéressant à investir. Cependant, sous le climat méditerranéen la pérennité des végétaux plantés en toitures terrasses reste fragile et implique un entretien régulier. Face à cet arbitrage, il est intéressant d'évoquer le suivi engagé depuis 2012 par l'IUT d'Avignon sur les toitures végétalisées extensives autonomes (sans entretien des végétaux ni arrosage). Partant du constat qu'une végétation spontanée se développait sur les galets du toit de l'IUT, l'Institut Méditerranéen de Biodiversité et d'Écologie (IMBE) a expérimenté la mise en place de plusieurs types de substrats (de 5 à 20 cm avec ou sans système de rétention des eaux de pluie) et d'espèces végétales locales, afin d'identifier le complexe le plus adapté au climat méditerranéen. Ce projet a permis :

- **D'aboutir à la création d'une communauté végétale locale** composée de plantes pérennes et de plantes annuelles capables de s'auto-régénérer même après de fortes sécheresses printanières et estivales,
- **De constater que la mise en place de toitures végétalisées en milieu méditerranéen était possible** à condition de faire admettre la présence d'une végétation totalement sèche en été et d'une couverture hétérogène en fonction de l'épaisseur des substrats et des expositions.
- **D'attirer l'attention sur la problématique du poids pour les substrats les plus épais (20 cm) et les plus intéressants** en termes d'abattement des pluies mais pouvant être un frein à la réalisation de ce type de toitures (jusqu'à 250 kg/m²), [Lien : http://www.nature4citylife.eu/fileadmin/user_upload/NFCL-IUT-Avignon-VF.pdf](http://www.nature4citylife.eu/fileadmin/user_upload/NFCL-IUT-Avignon-VF.pdf)

Concernant la gestion de l'eau pluviale, l'enjeu est de considérer que les toitures terrasses sont des dispositifs intéressants à porter en visant un abattement des pluies courantes. Pour cela, l'épaisseur de substrat devra être dimensionnée en conséquence pour permettre l'infiltration et l'évapotranspiration. Concernant l'évacuation des pluies supérieures, un rejet à débit régulé protégé par une crépine est à prévoir et nécessitera à minima une visite de contrôle annuel. D'un point de vue global, la présence du complexe végétalisé en toiture apportera un bénéfice climatique et un confort thermique du bâtiment non négligeable qu'il est important de souligner. D'autre part, les toitures terrasses stockantes non végétalisées ne seront pas favorisées.

■ Les points de vigilance et les conditions de réussite

- Si le suivi réalisé par l'IUT d'Avignon a permis de minimiser la gestion des plantations, un entretien à minima annuel reste nécessaire pour le contrôle du dispositif de régulation.
- L'épaisseur de substrat qui sera nécessaire à l'abattement des pluies courantes et qui se superpose à une couche stérile peut être impactante en termes de dimensionnement de structure, de hauteur de l'acrotère et du garde-corps et de coût. Ce point nécessitera d'être identifié et partagé dès le début de la conception du bâtiment afin d'asseoir sa faisabilité.
- Un dispositif anti-racinaire et une étanchéité multicouches est à prévoir pour garantir une bonne pérennité du dispositif.

■ Des références réalisées



crédit photo : AURAV

Expérimentation de palettes végétales méditerranéennes pour toitures végétalisées autonomes sans gestion, IUT d'Avignon (84)
Source : Nature for city life



crédit photo : AURAV



crédit photo : ATM

Toiture végétalisée intensive, Nice (06)

■ Schéma de principe

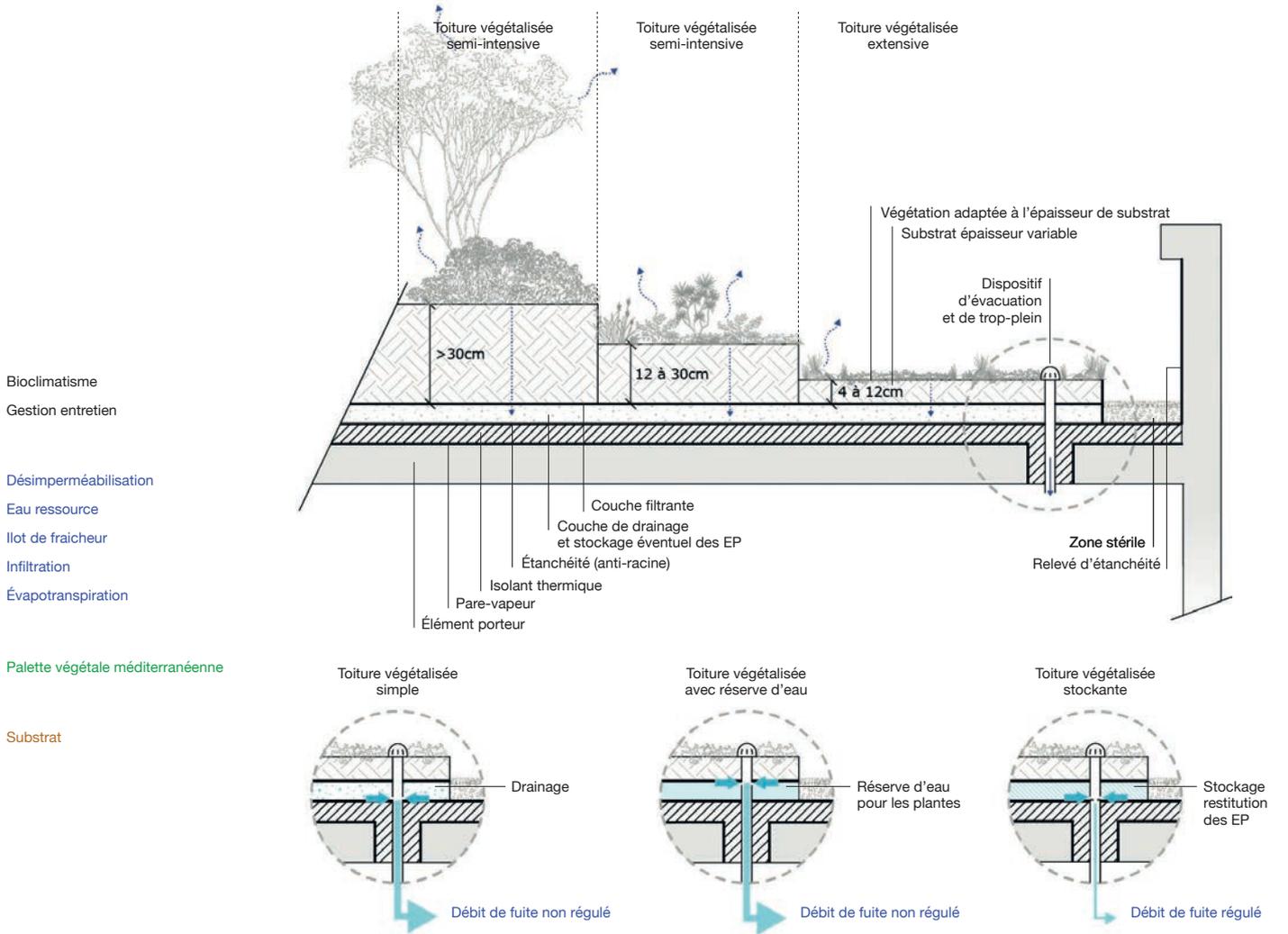


Figure 94 : Coupe de principe de la mise en œuvre d'une toiture végétalisée et détails des différents modes de vidange
Source : ATM



Toiture conçue comme une zone écologique accessible, plantée de graminées et herbacées endémiques, Marseille (13)
Source : Mouvements & Paysages



Toiture plantée de sedum nécessitant peu d'entretien, Blagnac (31)
Source : D'une ville à l'autre

4.12 - L'eau sur les toits en pente

■ Le principe

D'une façon générale, l'objectif de cette fiche est de préconiser une déconnexion des bâtiments en portant une alternative à la présence systématique de chéneau pour les toitures en pente.

Comme l'illustrent les photographies ci-dessous, l'absence de chéneau, courante dans l'architecture vernaculaire méditerranéenne, permet de ne pas concentrer l'eau de ruissellement des toitures en un seul point, pour la répartir de façon diffuse en rideau de pluie.

Pour les projets nouveaux, l'enjeu de ce parti pris architectural est alors d'articuler le projet de l'eau avec le dimensionnement du débord de toiture et l'usage de l'espace abrité ainsi créé. Au sol, à l'aplomb de la chute, la création d'un détail particulier sera à intégrer dans la conception du dispositif, soit sous la forme d'une simple emprise drainante en pierre par exemple permettant une infiltration partielle et un ruissellement diffus vers une emprise végétalisée, soit sous la forme d'un chemin d'eau de collecte qui permettra d'acheminer l'eau de pluie vers une emprise plus lointaine.

Par ce principe, la ressource en eau correspondant au bassin versant de la toiture en pente est valorisée à double de titre. D'un point de vue architectural, elle réactive le principe de l'impluvium propice au bien-être et implique la conception architecturale dans une démarche de gestion durable des eaux pluviales.

D'un point de vue hydraulique la déconnexion des bâtiments est un enjeu primordial à porter vis-à-vis de la résilience territoriale et de la stratégie climatique.

■ Les points de vigilance et les conditions de réussite

- Une coordination est nécessaire entre la conception architecturale et la gestion de l'eau pluviale.

■ Des références réalisées



crédit photo : ATM

Réinterprétation contemporaine des génoises avec chemin d'eau à l'aplomb, Aix-en-Provence (13)



crédit photo : ATM



crédit photo : Geneviève Gavignet

Toiture impluvium avec chemin d'eau à l'aplomb, Chantrons (25)
Source : Les escarpades d'Eustache
Licence Creative Commons Attribution - Pas d'utilisation commerciale - Partage dans les mêmes conditions 3.0 France

■ Schéma de principe

Eau ressource

Déconnexion
Rideau de pluie
Poétique de l'eau
Chemin d'eau visible

Reprise végétale
Biodiversité
Ombre et fraîcheur

Sol vivant

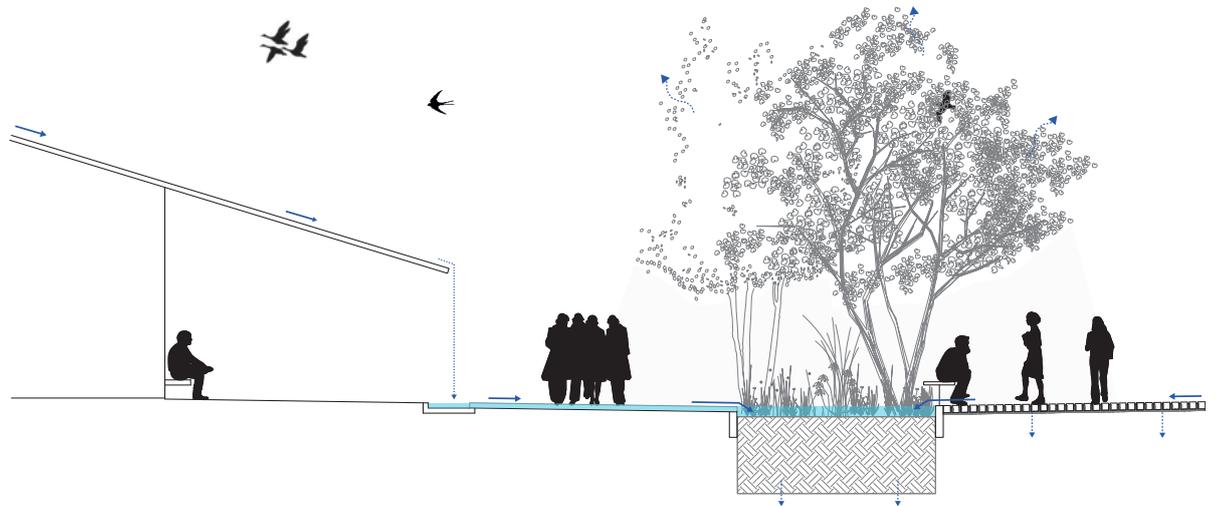


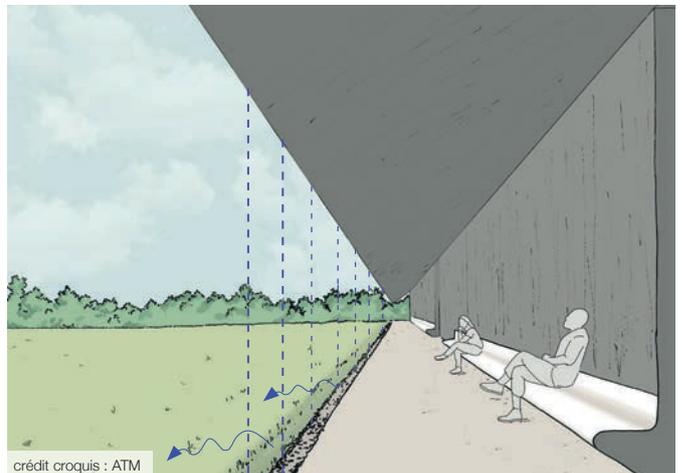
Figure 98 : Coupe schématique sur les toitures en pente
Source : ATM

ATM



crédit croquis : ATM

Les rideaux de pluie de la toiture en impluvium permettent d'irriguer naturellement le sol et les plantations du cœur d'îlot et de favoriser ainsi la reprise végétale et la régulation thermique



crédit croquis : ATM

Les rideaux de pluie des toitures impluvium participent à la création d'espaces propices à la contemplation du paysage

4.13 - L'eau et les descentes EP

■ Le principe

Cette fiche complète la précédente sur les toitures en pente afin de préciser les préconisations à porter dans le cas où des descentes EP restent nécessaires, notamment pour les toitures terrasses. Plusieurs situations sont alors à distinguer selon qu'il s'agit d'un bâtiment existant ou nouveau.

- **Concernant les bâtiments existants**, la présence de descentes EP visibles en façade est une opportunité pour déconnecter le bâtiment de façon simple et peu coûteuse. Après l'identification du bassin versant de toiture correspondant à la descente et le dimensionnement du volume d'eau, la déconnexion nécessite d'être coordonnée avec le nivellement afin de valoriser la ressource. Dans certains bâtiments, il est possible que les descentes d'eau ne soient pas directement visibles, mais que la présence d'un regard extérieur en pied de façade permette d'envisager malgré tout une déconnexion. Dans ce cas, l'altimétrie du fil d'eau, plus basse que le terrain naturel, nécessite de décaïsser l'emprise de stockage pour permettre le ruissellement gravitaire. Ce point conditionne alors l'intérêt de la faisabilité, où en parallèle de l'enjeu hydraulique, il est important de rester qualitatif en termes de paysage.

- **Concernant les bâtiments nouveaux**, le principe général sera de préconiser des descentes EP en façade, qualitatives et intégrées au parti pris architectural. Il sera important que cette exigence soit mise en avant pour que la conception des façades s'articulent réellement autour du parcours de l'eau, depuis le toit jusqu'au détail du sol.

D'autre part, quel que soit le type d'intervention, la déconnexion de la descente EP devra s'accompagner d'un détail au sol à l'aplomb de la chute, qui permet d'anticiper l'impact de l'eau et de pérenniser le dispositif en restant qualitatif.

■ Les points de vigilance et les conditions de réussite

- Une étanchéité du bâtiment est à prévoir au droit de la déconnexion des descentes EP, sur la hauteur du rebond.

■ Des références réalisées



crédit photo : ATM

Déconnexion de la descente EP au profit de l'arrosage des espaces plantés



crédit photo : ATM

Déconnexion de la descente EP d'une toiture de terrain de sport, Saint-Denis (93)



crédit photo : Benoît Alazard

Descente EP déconnectée intégrée au parti pris architectural, pôle éducatif, Arras (62)
Source : Guillaume Ramillien Architecture

■ Schéma de principe

Architecture
Eau ressource
Bio-climatisme

Déconnexion
Détail sol à l'aplomb
Chemin d'eau visible
Micro-stockage
Îlot de Fraîcheur
Infiltration
Évapotranspiration

Biodiversité
3 strates végétales
Phytoépuration
Ombre
Reprise végétale

Sol vivant

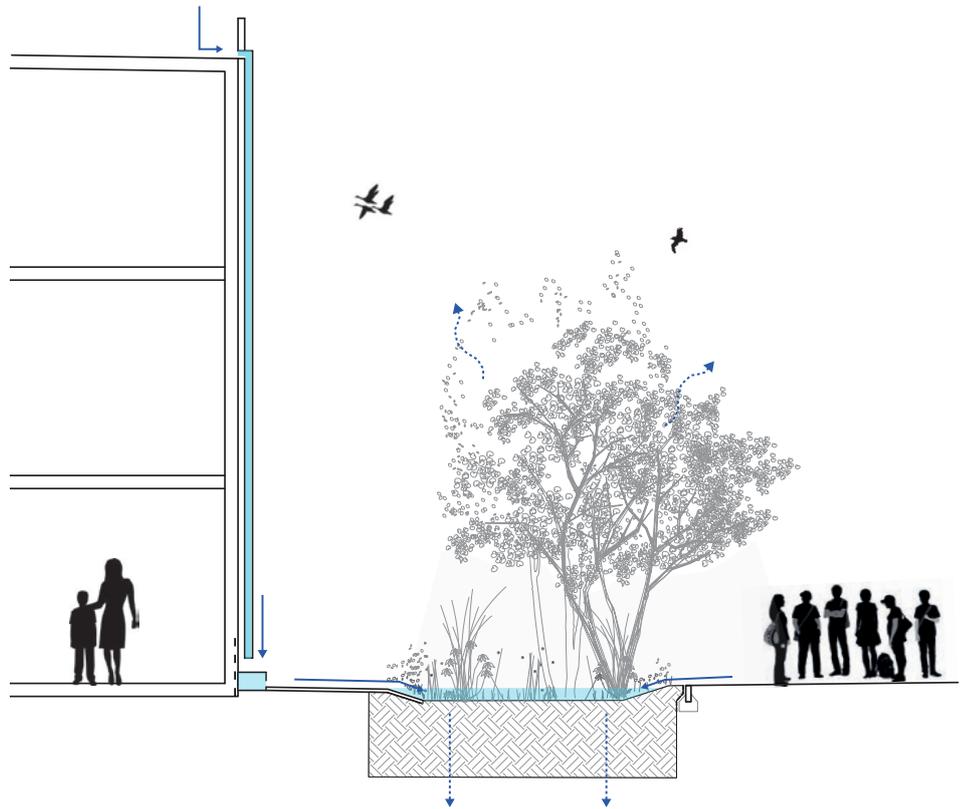


Figure 106 : Coupe schématique sur la déconnexion des descentes EP
Source : ATM



crédit photo : ATM



crédit photo : ATM

Détails de déconnexion dans un sol minéral



crédit photo : ATM

Déconnexion des bâtiments avec une gestion des eaux pluviales au profit d'une valorisation des seuils, Boulogne Billancourt (92)



crédit photo : ATM

Déconnexion des bâtiments avec une gestion des eaux pluviales au profit d'une valorisation des seuils, Saint-Ouen (93)

4.14 - L'eau et les chemins de l'eau

■ Le principe

Déconnecter les bâtiments et les territoires du réseau d'assainissement en rendant l'eau visible fait naître tout un vocabulaire de chemins de l'eau de pluie. Si ces chemins d'eau sont fondamentaux en termes d'hydraulique en assurant un rôle de collecte, de transport ou de stockage, ce sont également des éléments structurants pour la conception des espaces extérieurs, que ce soit en termes de nivellement, de calepinage du sol, d'irrigation des plantations, d'usages ou de paysage.

Aussi, l'objectif de cette fiche est d'encadrer la conception de ces chemins d'eau par une préconisation qui les identifie en tant que tels, afin qu'ils deviennent des éléments structurants qualitatifs intégrés et à la conception du Schéma de Gestion Durable des Eaux Pluviales (SGDEP) et à la conception des espaces extérieurs.

D'autre part, il est intéressant que ces chemins d'eau de pluie soient également considérés comme des supports de sensibilisation au cycle de l'eau ou de jeux. En mettant en scène la dynamique de l'eau et le ruissellement gravitaire à l'aide de dispositifs simples et pérennes tels que des rigoles, des canalettes, des tables à eau, des gargouilles, des surverses... les chemins de l'eau ainsi conçus permettront d'illustrer des thématiques environnementales telles que le parcours de l'eau, l'eau comme ressource, le bio-climatisme,...

Les chemins de l'eau pourront ainsi être valorisés par tous les temps. Par de temps de pluie mettant en scène le parcours de l'eau mais aussi par temps sec, comme jeux sur la pente et la gravité. Partant de la déconnexion d'une descente d'eau pluviale située en façade, l'eau pourra par exemple ruisseler progressivement par des tables à eaux en cascades fonctionnant par surverses jusqu'au niveau du sol pour cheminer dans une rigole de distribution et irriguer des emprises plantées, puis être temporairement stockée dans une emprise légèrement décaissée, réserve de biodiversité, avant de s'infiltrer.

■ Les points de vigilance et les conditions de réussite

- Les chemins de l'eau seront d'autant plus riches qu'ils seront réalisés à des altimétries différentes, soit à partir de la déconnexion d'une descente d'eau pluviale, soit dans un bassin versant en pente.
- La conception des chemins d'eau devra intégrer les exigences des normes PMR en prévoyant les franchissements conformes dans la conception des espaces.

■ Des références réalisées



crédit photo : CAUE de la Meuse

Mise en scène du chemin d'eau dans la pente, place de l'Hôtel de Ville, Gondrecourt-le-Château (55)



crédit photo : CAUE de la Meuse

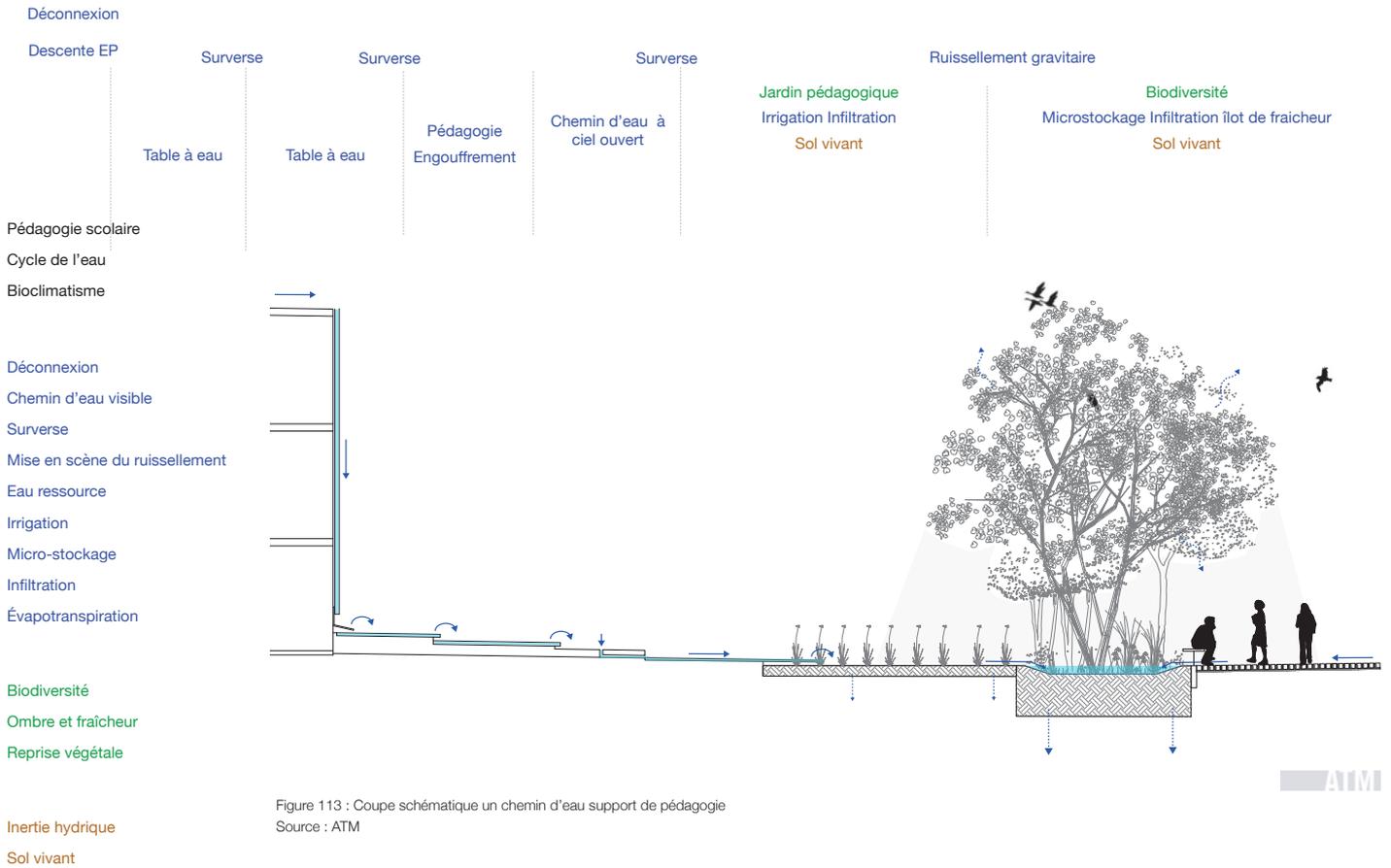
Passage à gué PMR, place de l'Hôtel de Ville, Gondrecourt-le-Château (55)



crédit photo : ATM

Détail d'un chemin de pluie alimentant un chemin d'eau permanent

■ Schéma de principe



Jeux gravitaires autour d'un chemin d'eau, Saint-Jean (31)
Source : D'une ville à l'autre



Chemin d'eau alimenté en partie par les ruissellements avec traversée piétonne PMR, Saint-Jean (31)
Source : D'une ville à l'autre

■ Des références réalisées



crédit photo : ATM

Chemin de pluie en traversée d'une emprise végétalisée temporairement inondable, Villemoble (93)



crédit photo : ATM

Détail de rigole dans une emprise plantée, Lille (59)



crédit photo : ATM

Jeux d'eau de pluie gravitaire appropriables également par temps sec, Niort (79)



crédit photo : ATM



crédit photo : ATM

Chemin de pluie support de jeu par temps sec, Montreuil (93)



crédit photo : ATM

Traversée PMR sur tranchée drainante végétalisée, Saint-Jacques-de-la-Lande (35)



crédit photo : ATM

Rivière sèche et pontons, Cachan (94)



crédit photo : ATM

Chemin de pluie minéral, jardin des eaux, Fourqueux (78)
Source : ATM



crédit photo : ATM

Chemin de pluie PMR sur trottoir, Anvers, Belgique



crédit photo : ATM

Chemin de pluie décaissé dans une rue partagée, Suisse



crédit photo : ATM

Chemin d'eau en limite du trottoir et du tramway, Fribourg, Suisse



crédit photo : ATM

Noe de collecte, les Essarts-le-Roi (78)
Source : ATM



crédit photo : ATM

Détail de voirie, Livry-Gargan (93)



crédit photo : ATM

Détail de voirie, Livry-Gargan (93)

4.15 - L'eau et le recyclage

■ Le principe

L'enjeu du recyclage de l'eau de pluie permet de contribuer à une gestion de l'eau à la source en contexte urbain dense. C'est également une façon de préserver la ressource en eau et de réaliser des économies dans sa consommation en eau potable. Le recyclage de l'eau de pluie peut s'envisager :

- Pour l'arrosage

Cependant, comme décrit précédemment la préconisation fondamentale pour l'arrosage reste celle d'un nivellement coordonné avec le projet des plantations et celui de la conception des fosses. Ce sera la meilleure façon de favoriser la reprise et la croissance végétale de façon simple, économe et pérenne. Malgré tout, il peut être intéressant de préconiser en parallèle du nivellement, la pose de cuves de stockage notamment pour l'arrosage. Pour cela, les cuves devront être extérieures et accessibles. L'apport en eau pourra s'envisager par déconnexion d'une descente d'eau pluviale.

- Pour un usage sanitaire

En fonction de l'échelle et de la nature du projet, un recyclage pour usage sanitaire peut apparaître réellement pertinent en termes de dimensionnement hydraulique. Cependant, l'évaluation des besoins nécessite, au préalable, d'être mise en parallèle des données pluviométriques préalablement de façon à bien évaluer la pertinence de l'investissement et de la gestion future. D'autre part, un réseau alternatif reste nécessaire pour un relais en période de sécheresse. D'un point de vue technique, une crapotine permettant de filtrer l'eau est à préconiser au niveau de l'engouffrement en toiture. L'eau chemine ensuite gravitairement jusqu'à la citerne de stockage, qui doit être équipée d'un débit de fuite et d'un trop plein en cas de pluies fortes. Le réseau d'alimentation des sanitaires doit comporter une filtration complémentaire à celle de l'amont et être couplé à une unité de surpression, qui permet une alimentation automatique en cas de sécheresse et à un comptage.

■ Les points de vigilance et les conditions de réussite

- Le choix des surfaces de collecte, des canalisations et des conditions de stockage ne doit pas impacter la qualité de l'eau qui doit être conforme aux normes sanitaires en vigueur.

- La conception de l'installation de récupération d'eau de pluie nécessite d'être optimisée pour limiter ses consommations électriques notamment par le choix adéquat de la pression du réseau et de la localisation des pompes.

- Une visite et un entretien régulier sont à prévoir en toiture.

■ Des références réalisées



Crédit photo : Frédéric Delangle

Cuve de stockage d'eau de pluie, Collège Pierre-Gilles de Gennes, Frignicourt (51)
Source : TOA architectes



Crédit photo : Frédéric Delangle

■ Schéma de principe

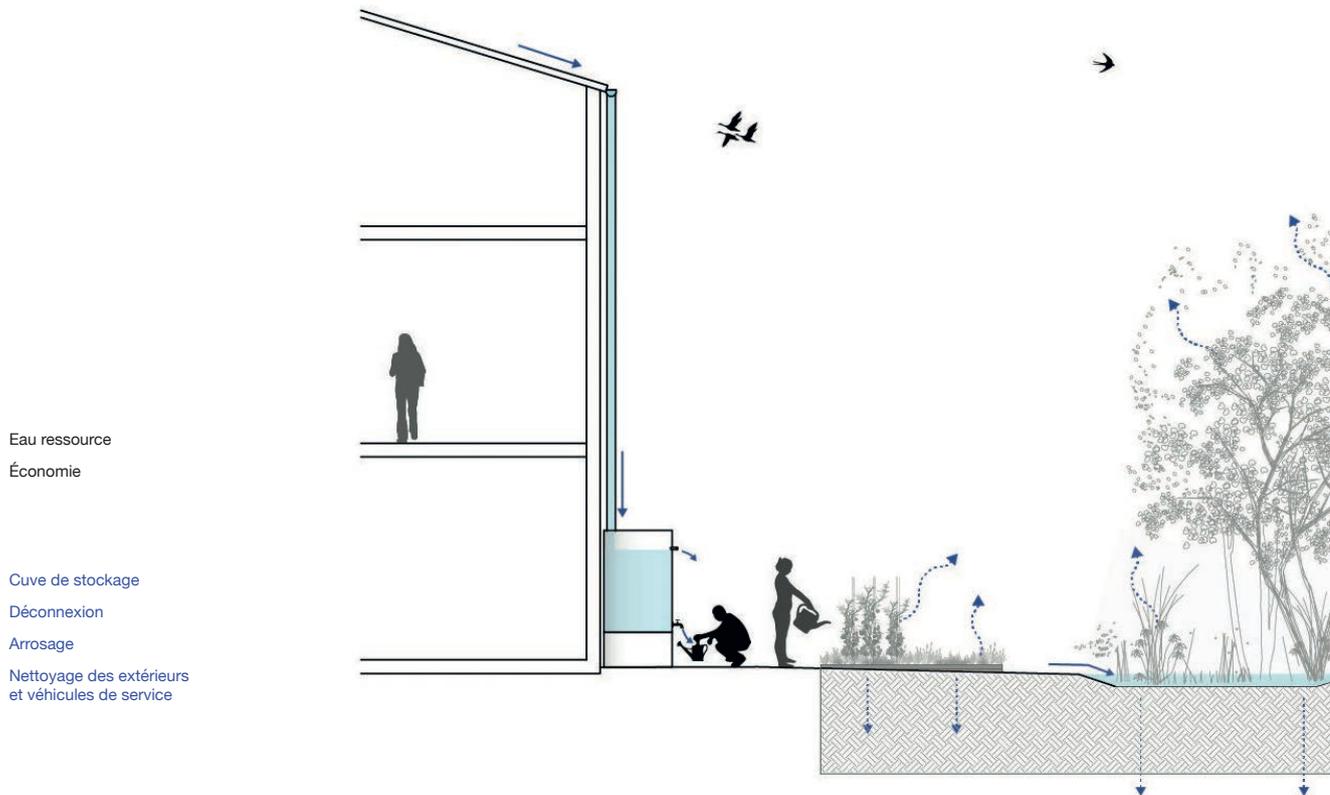


Figure 132 : Schéma de principe d'une cuve de récupération des eaux de toiture destinées principalement à l'arrosage
Source : ATM



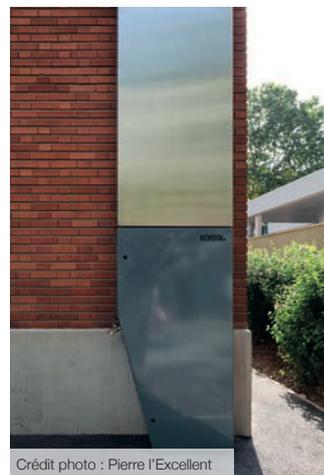
crédit photo : ATM

Déconnexion des toitures et récupération de l'eau,
Nanterre (93)



Crédit photo : Pierre l'Excellent

Réservoir d'eau en façade intégrant une descente EP existante, Paris (75)
Source : Studio Fallazi



Crédit photo : Pierre l'Excellent



crédit photo : ATM

Recyclage des eaux de pluie pour un usage sanitaire,
La Courneuve (93)



Contenu technique élaboré par l'Agence Thierry Maytraud



Projet Soutenu par l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse

