

Journée technique
Gestion de l'eau en milieu urbain
23 janvier 2024
Lycée Marie Durand - Rodilhan

Désimperméabiliser pour lutter contre le changement climatique

Comment un projet d'aménagement peut participer
à lutter contre les impacts du changement climatique

Nadège DOURIEZ,

Cheffe du service Technique et Financements

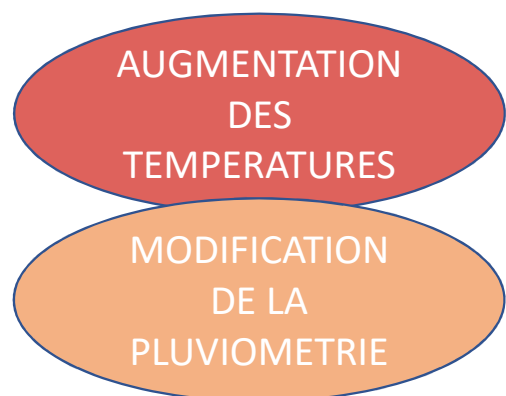
Agence technique départementale du Gard

agence.technique@atdgard.fr – 04.66.02.85.50

Journée technique Lycée Marie Durand - 23/01/2024 – RODILHAN



IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE



MULTIPLICATION DES EVENEMENTS CLIMATIQUES VIOLENTS ET INTENSES (périodes sèches ou pluvieuses aléatoires)



- DIMINUTION DE LA RESSOURCE EN EAU
- AUGMENTATION DU RISQUE D'INONDATION
- DEVELOPPEMENT DES ILOTS DE CHALEUR

- MODIFICATION DES PERIODES DE RECHARGEMENT DES NAPPES
- AUGMENTATION DE L'EVAPOTRANSPIRATION
- DIMINUTION DE LA RECHARGE DES NAPPES

- DIMINUTION DE L'INFILTRATION DE L'EAU DANS LE SOL
- AUGMENTATION DU VOLUME DES EAUX DE RUISSELLEMENT
- PAS DE RECHARGE DE NAPPES

- AUGMENTATION DE LA CONSOMMATION D'EAU
- ASSECHEMENT DES NAPPES
- SATURATION DES SYSTEMES DE GESTION DES EAUX PLUVIALES
- AUGMENTATION DE LA TEMPERATURE DE L'AIR AMBIANT

S'ADAPTER AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Mettre en œuvre une stratégie d'adaptation au changement climatique :

- ✓ *Implication de l'ensemble des acteurs publics et privés*
- ✓ *Aménagement et urbanisme*
- ✓ *Gestion de l'eau et de l'assainissement*
- ✓ *Gestion durables des eaux pluviales*
- ✓ *...*

Intervenir sur l'espace public :

- ✓ *Place, espaces verts*
- ✓ *Voirie*
- ✓ *Cours d'école*
- ✓ *Toitures végétalisées*
- ✓ *Plantations d'arbres*
- ✓ *...*

L'aménagement urbain et la planification du territoire peuvent y participer en :

- Limitant l'imperméabilisation nouvelle de sols :
 - ➡ Documents d'urbanisme et de planification
 - ➡ Réduire l'impact des nouveaux aménagements
 - ➡ Favoriser le retour de la nature en ville

- Désimperméabilisant l'existant :
 - ➡ Multifonctionnalité des espaces
 - ➡ Végétalisation des espaces
 - ➡ Gestion intégrée des eaux pluviales
 - ➡ Planter des arbres

Q'APPELLE-T-ON DESIMPERMEABILISER?

*Moyen pour rétablir les fonctions que le sol
assurait avant aménagement :*

- *Capacité d'infiltration*
- *Echange sol-atmosphère*
- *Stockage carbone*
- *Développement de la biodiversité*
- ...

*1ère étape vers la renaturation des espaces qui
est un processus plus
complexe*

Ce n'est pas une simple compensation de surface mais bien une réelle opportunité de
penser autrement l'aménagement de l'espace urbain.

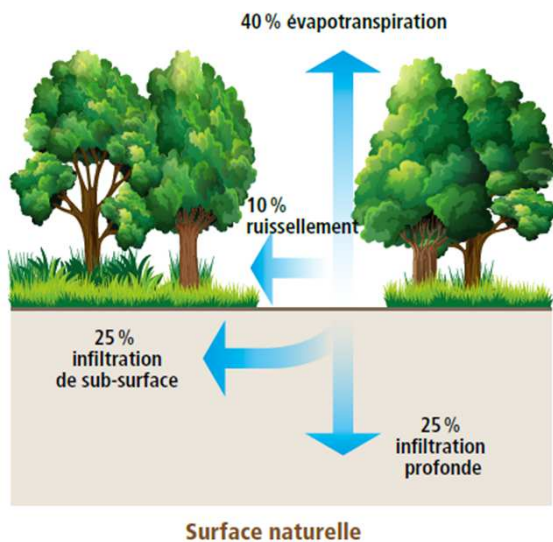
et / ou

Par la modification des
matériaux du sol
imperméable par des
matériaux perméables

Par la déconnexion des eaux
pluviales d'un réseau
de collecte pour une gestion
à la source

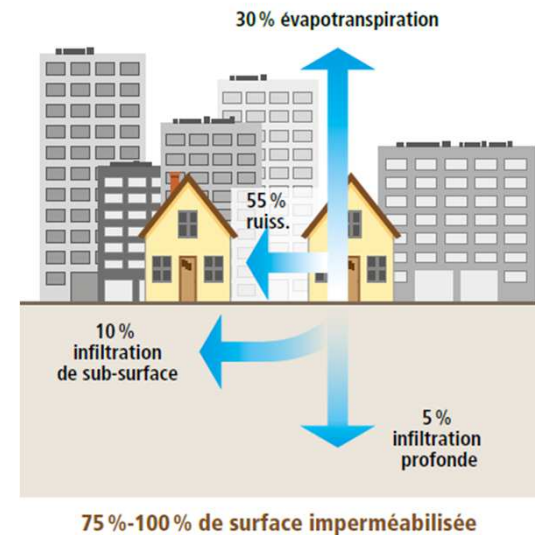
POURQUOI DESIMPERMEABILISER?

Le cycle de l'Eau



Sur un milieu intermédiaire de **35-50 % de surface imperméabilisée**, pouvant correspondre à un village, le ratio sera de :

35 % évapotranspiration
30 % ruissellement
20 % infiltration de sub-surface
15 % infiltration profonde



Les revêtements et constructions ont une influence sur le cycle de l'eau.
Les matériaux imperméables altèrent les capacités d'infiltration de l'eau dans le sol.

POURQUOI DESIMPERMEABILISER? L'augmentation des températures

Principaux facteurs contribuant à l'ICU

Facteurs	Nature de la contribution
Eau	Stocke la chaleur prélevée à l'air ambiant et permet de l'évacuer, conduisant à un refroidissement localisé
Végétation	Élimine de la chaleur via l'évapotranspiration et l'ombre, conduisant à un refroidissement localisé. De plus, les surfaces ombragées ne stockent pas d'énergie solaire et ne contribuent pas à l'ICU la nuit.
Matériaux de constructions et de revêtement	Aggravent ou diminuent l'ICU selon la nature des matériaux. Les matériaux lisses et clairs sont globalement plus froids que les matériaux rugueux et sombres.
Facteur de vue du ciel	Conditionne la facilité avec laquelle les échanges radiatifs avec le ciel peuvent se réaliser et réduire l'ICU nocturne. Schématiquement, les quartiers anciens, denses et compact, s'échauffent faiblement mais se refroidissent peu la nuit, les formes péri-urbaines s'échauffent fortement la journée, mais se refroidissent davantage la nuit.
Activités humaines (dont climatisation)	Génèrent de la chaleur additionnelle (20% de l'ICU)
Trafic	Réchauffe l'air ambiant et émet des polluants qui génèrent un effet de serre additionnel diminuant le refroidissement nocturne radiatif.
Imperméabilisation	Empêche d'avoir de l'eau de surface et de la végétation, qui refroidissent l'air par évaporation et évapotranspiration.


SANTÉ PUBLIQUE FRANCE / Influence de caractéristiques urbaines sur la relation entre température et mortalité en Île-de-France / p. 7

Les facteurs influençant la formation de l'îlot de chaleur


La morphologie de la Ville
 (taille des bâtiments, orientation et exposition au rayonnement solaire et au vent)

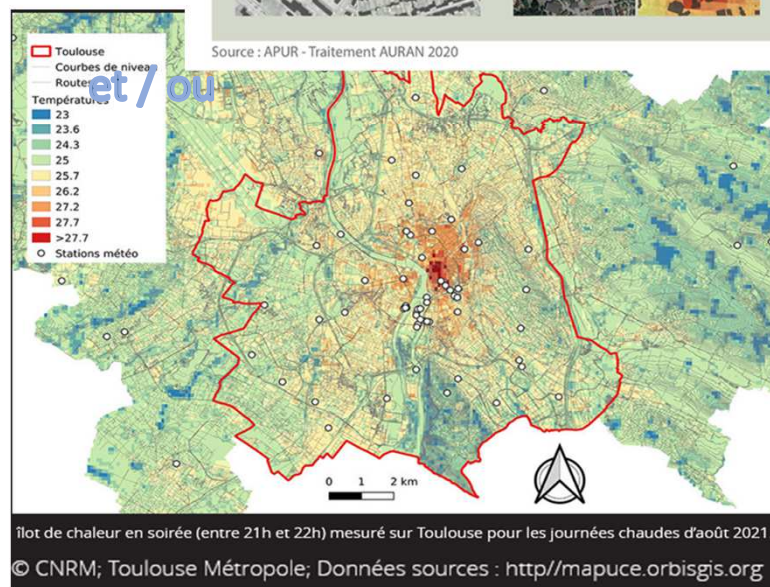


Les propriétés émissives et thermiques des matériaux
 (émission et absorption de chaleur, albedo)



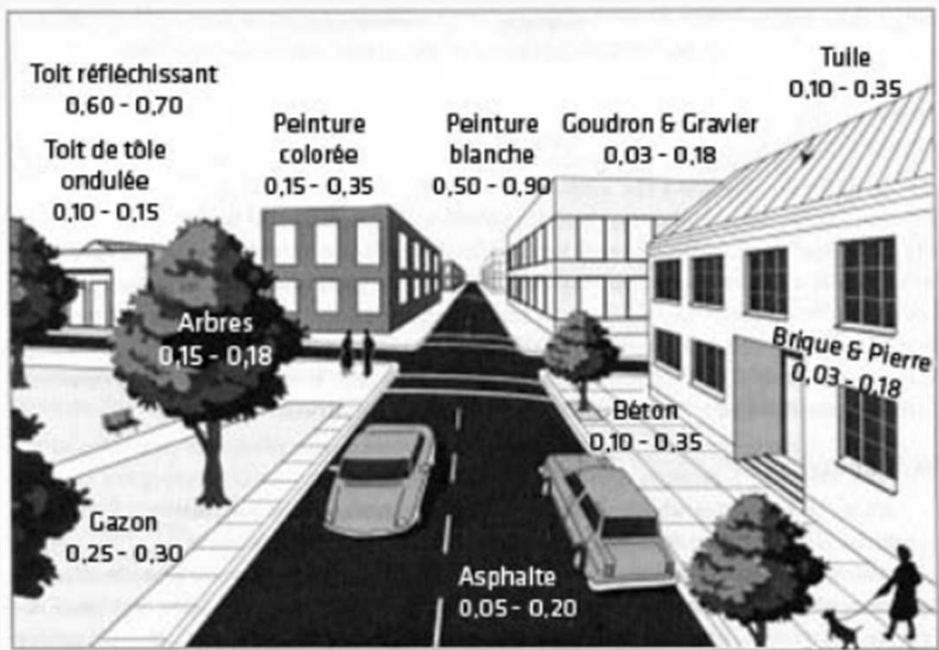
Le mode d'occupation des sols
 (répartition des surfaces minéralisées et végétalisées)





POURQUOI DESIMPERMEABILISER?

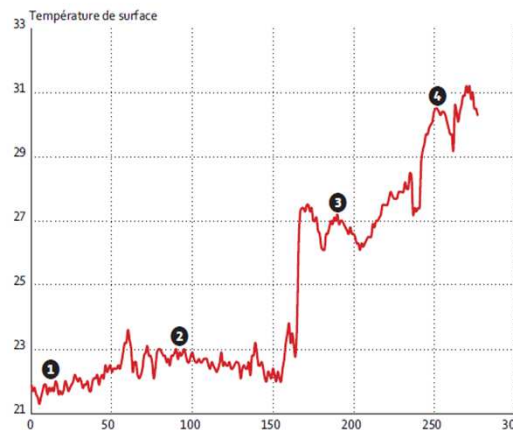
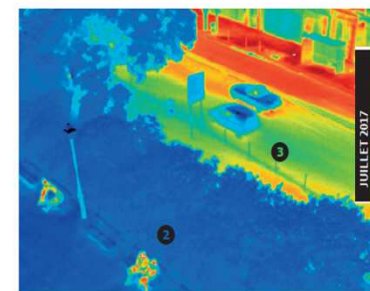
L'influence des matériaux



Valeur de l'albédo de différentes surfaces – Source :
NASA

Différences de températures de surfaces d'une série de matériaux en fin de journée, au square St-Jacques et la rue de Rivoli (Paris 4°)

- 1 Stabilisé (22 °C)
- 2 arbres (22,5 °C)
- 3 chaussée en bitume (27 °C)
- 4 trottoir granit (32 °C)



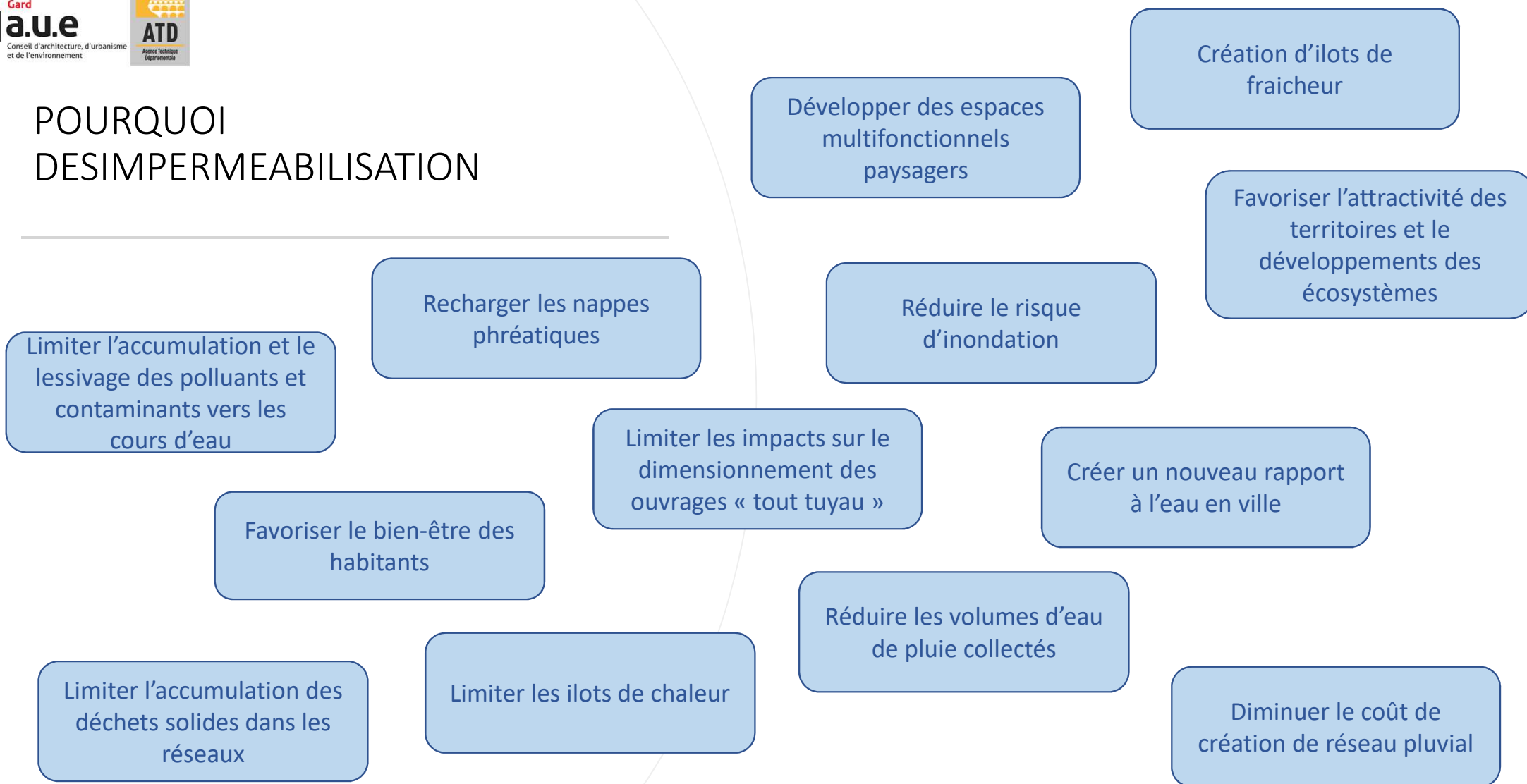
Les Ilots de chaleur dépendent de plusieurs facteurs, et notamment de la surface des matériaux, de leurs coefficients d'albédo et d'émissivité :

- L'albédo est l'indice de réfléchissement d'une surface
- L'émissivité est l'aptitude d'un matériau à absorber puis à réémettre la chaleur par rayonnement

Mesures de l'albédo et de l'émissivité (à l'exception du gazon pour lequel les données proviennent de la littérature)

Échantillon	Chaussée classique	Trottoir asphalte	Stabilisé	Trottoir granit	Gazon
Albédo	0,098	0,155	0,369	0,313	0,25-0,30
Emissivité	0,99	0,93	0,91	0,99	0,98

POURQUOI DESIMPERMEABILISATION



FREINS

- *Des éventuelles pollutions des eaux souterraines par les eaux de surfaces imperméables*
- *Un risque d'aggravation des inondations lors des évènements pluvieux intenses*
- *Le développement d'espèces « nuisibles » (moustiques tigres, rats, ...),*
- *Propreté,
Augmentation des coûts d'entretien,*
- *Infiltration en pied de bâtiment déstabilisation des fondations*
- *La pérennité des ouvrages*

La pollution des eaux pluviales provient essentiellement des surfaces ruisselées et notamment des toitures. L'infiltration abat notablement la pollution des eaux **pluviales** de zones urbaines. Séparateurs d'hydrocarbures

Sécurité hydraulique par une conception et un entretien adaptés au contexte

- Pas de rétention d'eau de plus de 5 jours
- Plus un écosystème est équilibré, moins il y a de risques sanitaires

- Investissement : technique alternative moins onéreuse que du tuyau (3,5 x moins cher)
- Fonctionnement : plus de surface végétalisée (40 % plus cher)
- Social : amélioration du cadre de vie non chiffrable

Problématique prise en compte lors de la conception du projet en fonction des résultats de l'étude de sol

Programme de sensibilisation, entretien, multi-usages

LA DESIMPERMEABILISATION A L'ECHELLE D'UN TERRITOIRE

Depuis les documents de planification jusqu'aux espaces publics,

Documents d'urbanisme et de planification

Territoire

- SDAGE (Eviter, Réduire, Compenser)
- SCOT
- PLUi/PLU/Carte communale
- Zonage des eaux pluviales
- Règlement d'assainissement
- Cartographie/recensement des espaces potentiels à la désimpermeabilisation
- ...

➤ Réflexion stratégique à mener dans les documents de planification pour intégrer la désimpermeabilisation des projets publics ou privés sur le territoire communal.

Projet d'aménagement/requalification

Site

- Diagnostic du site
- Objectifs de gestion des eaux pluviales
- Usages
- Faisabilité et conception
- Modalités de mise en œuvre
- Implication des habitants et des usagers, des personnels techniques
- Impacts coûts investissement/entretien
- Pérennisation des aménagements et équipements
- ...

AMENAGEMENT D'UN ESPACE PUBLIC ET GESTION INTEGREE DES EAUX PLUVIALES

Etapes classique d'une opération d'aménagement en tenant compte des enjeux architecturaux, paysagers, de déplacement, d'habitat et de végétalisation tout en intégrant, dans le contexte du changement climatique, la gestion des eaux pluviales et la régulation des ilots de chaleur.

A l'échelle :

- *d'un quartier*
- *d'une place publique*
- *de parking et voirie*
- *d'une cour*

Il sera indispensable de définir les usages induits par les aménagements dès la conception du projet.

Points d'attention à porter à certaines actions pour la bonne réalisation du projet tant en conception qu'en exploitation :

- Objectifs d'infiltration
- Etude géotechnique
- Définition des usages et fonctions
- Equipe d'ingénierie adaptée au contexte et aux attendues
- Partage d'expérience entre les acteurs
- Concertation / consultation / sensibilisation
- Qualité dans les choix des matériaux et leur mise en œuvre

OBJECTIFS D'INFILTRATION

Pour affiner le choix de la solution de désimperméabilisation et son dimensionnement, les paramètres pluviométriques locaux tels que l'intensité et l'occurrence spatiale et temporelle (durée et période de retour) des pluies locales doivent être analysés.

Rqs : Les prescriptions sont adaptées aux projets qui seront soumis, selon les cas, aux autorisations réglementaires.

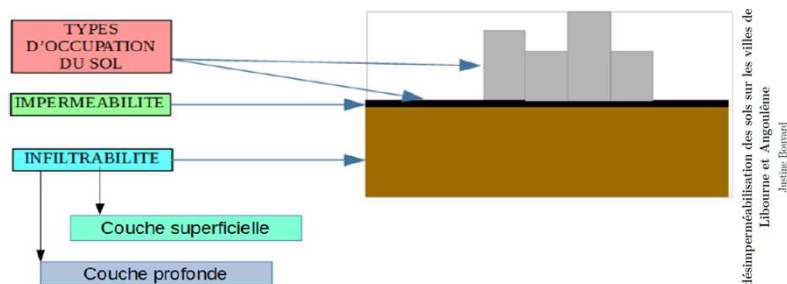


Figure 16 - Paramètres à prendre en compte pour l'évaluation du potentiel de désimperméabilisation [4]

La désimperméabilisation des sols sur les villes de
 Lihouarne et Angoulême
 Justine Bouvard

ETUDE GEOTECHNIQUE

L'étude géotechnique devra identifier :

- *Le contexte hydrogéologique : nature et caractéristique du sol, niveau piézométrique des eaux souterraines, perméabilité du sol support (capacité d'infiltration du sol ainsi que son comportement en présence d'eau)*
- *Le contexte topographique (pente éventuelle)*
- *Les éventuelles incompatibilités entre le sol et l'infiltration (risque mouvement terrain, gonflement des argiles, cavité, sensibilité à la dissolution...)*
- *Essais (bêche, Porchet, matsuo)*
- *Etude complémentaire de portance et de perméabilité du fond de forme si nécessaire*
- *Conclusion de l'étude de sol en prenant en compte également le trafic supporté par l'aménagement*

USAGES ET FONCTIONS DES AMENAGEMENTS

L'aménagement ne sera plus qu'un unique équipement hydraulique mais intégrera la gestion des eaux pluviales dans l'organisation de l'espace urbain.

L'utilisation de techniques alternatives de gestion des eaux pluviales remplissent des fonctions tant « techniques » que sociales

La définition des besoins et des fonctions attendus par rapport aux usages du site et aux enjeux de gestion des eaux pluviales est indispensable pour faire le bon choix de la solution technique à utilisée et des matériaux mis en œuvre.

Ces nouveaux usages participent à l'appropriation des espaces par les habitants et mes usagers et favorisent leur pérennité.

FONCTIONS	
Hydrauliques	<ul style="list-style-type: none"> • Atténuation et décalage du pic de débit • Réduction des fréquences de débordement
Hydrologiques	<ul style="list-style-type: none"> • Réduction du volume des eaux de ruissellement • Augmentation du volume d'eau infiltré
Sur le traitement de la pollution	<ul style="list-style-type: none"> • Diminution de la concentration en polluants et des contaminants éventuels
Sanitaires et environnementales	<ul style="list-style-type: none"> • Réutilisation des eaux • Rechargement des nappes phréatiques • Lutte contre les îlots de chaleur
Sociales	<ul style="list-style-type: none"> • Perception du publics • Bien être • Sécurité lors de pluie
Economiques	<ul style="list-style-type: none"> • Diminution du coût global (conception, construction, exploitation,..) • Coûts sociaux
A long terme	<ul style="list-style-type: none"> • Fonctionnalités • Suivi et maintenance

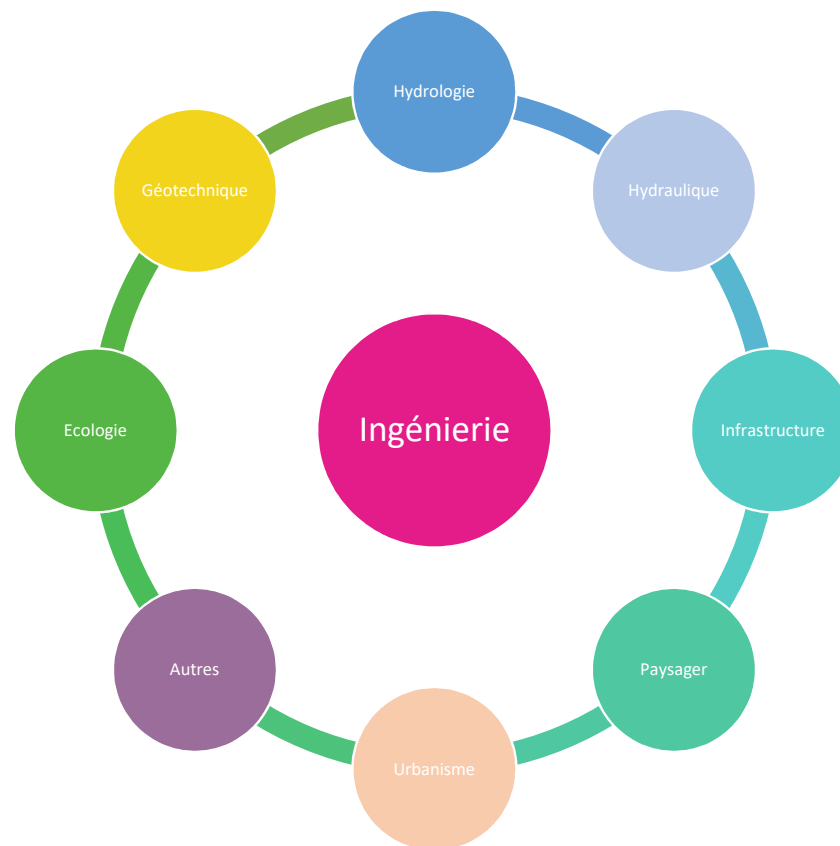
EQUIPE D'INGENIERIE

Nécessité d'avoir une ingénierie qualifiée prenant en compte les conditions locales et ayant des compétences multiples concourant à la bonne réalisation du projet. Ces compétences nécessaires seront à minima des compétences en matière de conception d'aménagement urbain paysager, en hydraulique et en VRD.

Différents professionnels pourront intervenir en tant experts spécifiques tout au long du projet.

Des études préalables devront être également réalisées afin d'apporter les éléments de compréhension du contexte et du site (géotechnique, topographie, ...). La concertation, sensibilisation et /ou communication devront également être prévues dès le début du projet.

Le maitre d'œuvre ou l'équipe de maitrise d'œuvre devra être retenue, selon les règles de la commande publique, à partir de l'élaboration d'un pré-programme définissant les objectifs de sa mission et du projet.



Un projet de désimperméabilisation est un projet multifonctionnel nécessitant une approche globale pluridisciplinaire.

CONCERTATION / SENSIBILISATION / COMMUNICATION

- Avec les services de la collectivité : dès les premiers stades de la conception, il est indispensable d'identifier les besoins en exploitation pour en prévoir les coûts et l'organisation future, et ceci en transversalité

La conception et la mise en œuvre des aménagements doivent être réalisées en concertation avec les services de la ville concernés (entretien, voirie, espaces verts...) et ceci tout au long du projet.

Les différents services doivent être identifiés et associés au projet.

Les espaces multifonctionnels doivent jouer leurs rôles à la fois en termes d'ouvrage hydraulique qu'espaces verts et espaces publics et les interventions en termes d'exploitation et d'entretien doivent être adaptées à ces contraintes.

La multifonctionnalité entrainera la transversalité des interventions des services.



- Avec les usagers et les habitants : la gestion intégrée des eaux de pluie modifie nos habitudes, notre vision de l'eau et nos mentalités. Crainte encore aujourd'hui, l'eau de pluie n'est plus cachée et elle est réintégrée à l'espace public. Cette acceptation passe par un accompagnement à la fois pendant la conception des aménagements mais également tout au long de la vie des aménagements

La sensibilisation des usagers à la gestion alternative des eaux pluviales est un élément indispensable à la bonne acceptation du changement des mentalités.

Elle participe également pour conserver la connaissance de ces ouvrages et la pérennité des aménagements.



CHOIX DES TECHNIQUES ALTERNATIVES

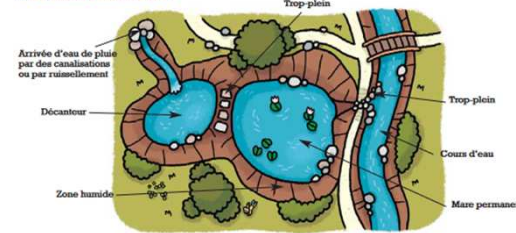
Différentes techniques alternatives peuvent être mises en œuvre en fonction de la qualité des sols, des objectifs d'infiltration, du site à aménager.

Elles permettent l'infiltration ponctuelle ou diffuse dans le sol en place ou avec une zone de matériaux drainants.

Une fois la technique retenue en fonction des éléments précédents, une analyse avantage/inconvénient peut être réalisée tant d'un point de vue de leur mise en œuvre que pour leur entretien.

- La noue
- La tranchée drainante
- Les revêtements perméables
- La chaussée à structure réservoir
- Le puits d'infiltration
- La récupération/utilisation des eaux pluviales
- Le jardin de pluie / la mare
- Les bassins
- ...

UN EXEMPLE D'AMÉNAGEMENT



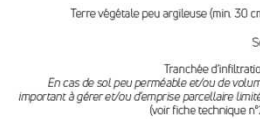
JARDIN DE PLUIE



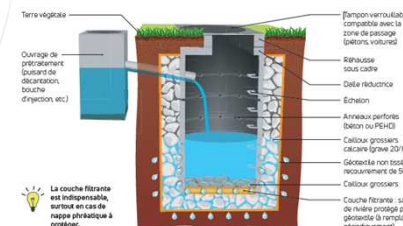
NOUE D'INFILTRATION SIMPLE

NOUE D'INFILTRATION AVEC TRANCHEE D'INFILTRATION

(voir fiche technique n°2)



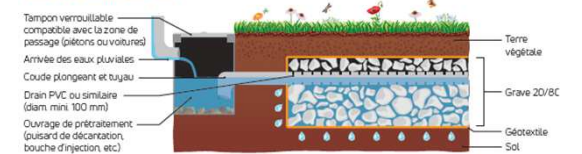
PUITS D'INFILTRATION



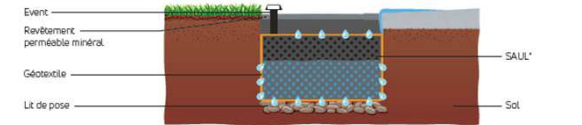
EXTRAIT DOCUMENTS
 GRAND LYON ET ADPOTA

TRANCHEE DRAINANTE

COUPE LONGITUDINALE (ex. d'une tranchée d'infiltration en grave non traitée avec alimentation concentrée)



COUPE TRANSVERSALE (ex. d'une tranchée d'infiltration en SAUL* avec alimentation diffuse)

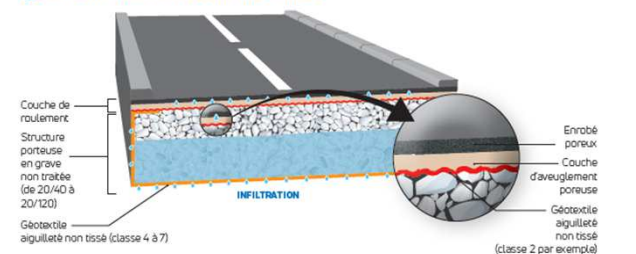


Il existe d'autres matériaux de remplissage de la tranchée d'infiltration : billes d'argile, cylindres de béton creux, chambres de stockage, ...

*SAUL: Structures Alvéolaires Ultra-Légères

CHAUSSEE

1 AVEC INFILTRATION ET ENROBE POREUX



CHOIX DES DIFFERENTS MATERIAUX

Le choix des techniques et des matériaux sera adapté en tenant compte de la gestion circonstanciée des emprises en fonction des contraintes d'infiltration, de fonctionnement et des enjeux urbains.

Il sera non seulement réalisé en fonction de leurs caractéristiques techniques mais aussi en fonction des usages attendus (piétons, véhicules, voirie, parking, passage intensif, ...)

Il conviendra de veiller à la qualité et à la provenance des matériaux et des végétaux.

Piétons :

- Planéité
- Stabilité
- Rugosité
- Absence d'obstacles
- Evacuation des eaux
- Aptitude à réfléchir plus ou moins l'énergie solaire (Albédo)
- Capacité à émettre du rayonnement proportionnellement à la température de surface (émissivité)
- Lisibilité - Visibilité
- Propreté

Végétaux :

- des espaces à planter,
- de la nature des sols en place,
- des végétaux déjà présents ou à proximité,
- de la fréquentation de ces espaces,
- Adapter au contexte local

Véhicules :

- La durabilité du matériau
- Les aspects environnementaux et de santé publique
- Les exigences et restrictions liées à la mise en œuvre
- Les exigences et restrictions liées à l'entretien
- Les coûts
- L'intégration et les réglementations spatiales

CHOIX DES DIFFERENTS MATERIAUX

Les revêtements

Matériaux perméables :

Matériaux permettant d'infiltrer les eaux pluviales de surface et/ou de les stocker dans leur structure et les restituer dans le milieu naturel ou vers des exutoires. Leur coefficient de perméabilité est fourni soit par le fournisseur ou en la mesurant selon des normes spécifiques. 3 types de matériaux perméables : non liés, modulaires ou liés

Notion d'albedo et d'émissivité :

L'effet Ilot de chaleur est en partie lié aux revêtements et aux matériaux mis en œuvre. Privilégier les revêtements ayant un albedo proche de 1 et une émissivité proche de 0 : Exemples : pavés végétaux, asphaltes poreux, dalles imperméables et joints perméables, structures engazonnées, ...

Conditions de mise en œuvre et d'entretien :

Des expérimentations ont été menées afin d'évaluer certains revêtements perméables ou pas, en situation, soumis à des sollicitations thermiques et d'usage (PMR, ...), au regard de la réduction de l'effet ilot de chaleur, aux conditions de gestion, d'entretien et de maintenance.

USAGES	ENTRETIEN	CARACTÉRISTIQUES ET POND EN GÉOMÉ
1 Mélanges organo-minéraux et couverts enherbés		
2 Revêtements meubles organiques		
3 Revêtements meubles minéraux		
4 Pavés drainants ou à joints poreux		
5 Dalles alvéolées		
6 Platepages bois		
7 Bétons de résines drainants		
8 Bétons drainants		
9 Entrobés poreux		

Les végétaux

Le choix des végétaux se fait en fonction de leur adaptation au contexte climatique local (périodes de sécheresse sévère, gelées, intempéries, vents, ...). On y retrouvera des arbres et arbustes tout en combinant une strate basse plus esthétique.

Ils doivent également être adaptés à l'usage de l'espace et à la nature du sol.

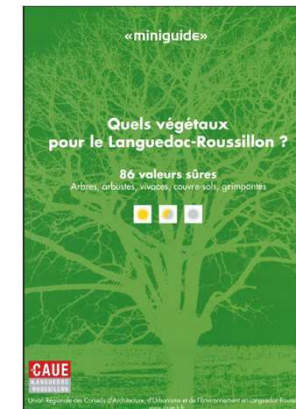
Rechercher une forme de simplicité dans les aménagements facilite leur entretien.

LEGENDE

USAGES	Voie pour véhicules légers	Aménagement paysager
Voie piétonne	Voie pour véhicules lourds	Accès
Accès de parc	Support de plantation	Accessibilité sans dispositif
Voie cyclable	Aménagement de plantation	Non accessible
ENTRETIEN	Caractéristiques et pond en géomé	
Travaux	Ratissage / balayage	Coût de mise en œuvre
Entretien régulier	Précision / précision	Facilité de maintenance
Travaux	Vegetalisable	Facilité de mise en œuvre
Entretien régulier	Non végétalisable	Facilité de maintenance

TYPE DE REVÊTEMENT	Caractéristiques et pond en géomé	USAGES	ENTRETIEN	Caractéristiques et pond en géomé	USAGES	ENTRETIEN	Caractéristiques et pond en géomé	USAGES	ENTRETIEN
1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
4	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
5	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
6	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
7	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
8	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
9	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

✓ Naturellement accessible malgré quelques points de vigilance
 ✓ Possible avec mesures spécifiques
 ✗ Difficilement accessible (hors cas particuliers)

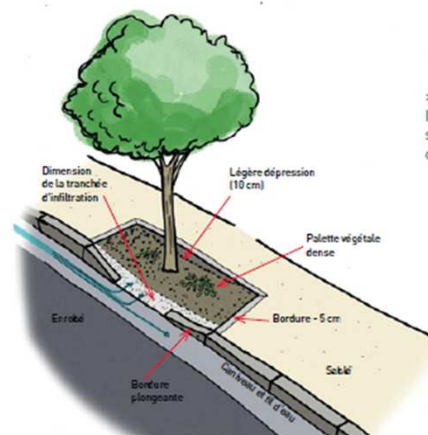


UN AMENAGEMENT PONCTUEL, LES ARBRES DE PLUIE

- *La technique proposée a pour but de désimperméabiliser autour des arbres (existants ou non) et de permettre ainsi l'infiltration des eaux de ruissellement issues de la voirie, des parking, ... au plus près de la végétation, permettant de gérer les pluies de faible évènement qui sont les plus courantes.*
- *Création d'une fosse de 9 m² pouvant drainée 100-150 m²: de surface imperméable*
 - Désimperméabilisation
 - Terrassement enlèvement de ce qui peut gêner le développement des racines
 - Apport de terre
 - Réalisation d'une tranchée de filtration en limite de surface imperméable

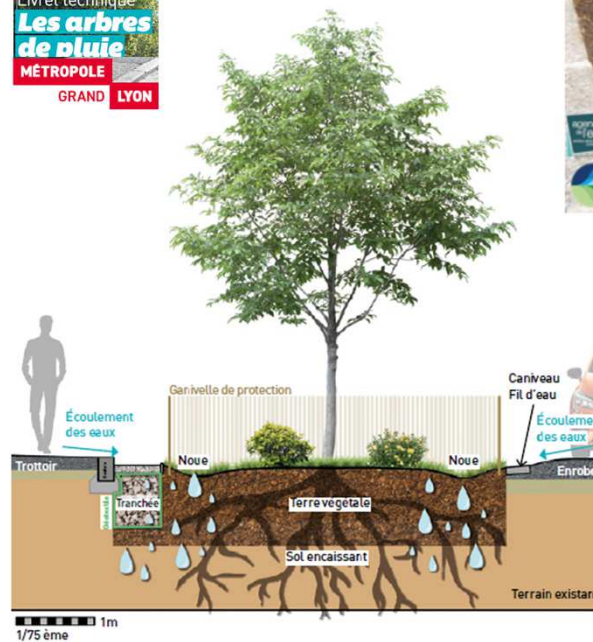
Coût moyen : 3500 € HT

Exemple : Métropole du grand Lyon



> Exemple de schéma de principe. Il est possible de fournir un schéma de principe en plan et en coupe fait à la main.

> Coupe de principe général de l'arbre de pluie, exemple de reprise d'arbre existant



UN AMENAGEMENT SPECIFIQUE, LES COURS D'ECOLE

Lieu de vie à part entière, la cour d'école devient un espace à déconstruire, à repenser, à imaginer, à reconstruire, ...

D'un projet de désimperméabilisation pour rafraîchir les espaces et faciliter l'infiltration des eaux pluviales, il en devient un projet de réorganisation des espaces pour mieux les partager, un projet pédagogique co-construit, reconnectant les enfants à la nature, leurs parents et les enseignants.

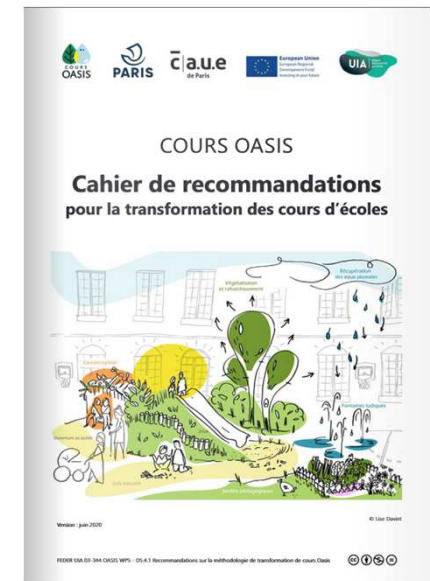
Exemple : guide CAUE 75

Equipe projet pluridisciplinaire indispensable pour prendre en compte les besoins et les avis des usagers et publics de l'école :

- Élèves, équipe pédagogique, administrations, agents d'entretien, parents, ...
- Equipe du centre de loisirs, associations hors temps scolaire
- Elus, services de la collectivité, ...
- Equipe de maîtrise d'œuvre, Bureaux d'études spécialisés (concertation, ...)
- ...

Clé de réussite du projet :

- Approche globale
- Prendre en compte les besoins et avis des usagers et publics
- Partage avec l'équipe pédagogique
- Donner du temps à la démarche
- ...



POUR CONCLURE

La gestion des eaux pluviales ne doit plus être pensée simplement comme la réalisation d'ouvrages mais bien comme un élément d'aménagement et d'organisation urbaine.

Concevoir des systèmes se rapprochant le plus possible du cycle naturel en favorisant l'infiltration superficielles des eaux pluviales.

C'est un grand changement tant pour les concepteurs, les services que les habitants.

La bonne intégration des aménagements dans l'environnement et la prise en compte des usages sont des facteurs de réussite du projet.

*Mobilisation des élus
Identification des acteurs
Sensibilisation des usagers*

*Besoin d'ingénierie adaptée
Bonnes connaissances techniques du site et de ses usages et fonctions*

Pérenniser les aménagements pour une meilleure compréhension de leur fonctionnement et pour préserver ce pour quoi ils ont été créés.

ANNEXES

- *Avantages/inconvénients des différentes techniques alternatives*
- *Entretien*
- *Coûts de réalisation et d'entretien*

AVANTAGES/INCONVENIENTS DES DIFFERENTES TECHNIQUES ALTERNATIVES

Technique alternative	Principe de fonctionnement	Avantages	Inconvénients	Entretien
Noue d'infiltration [3]	<p>Les noues sont des systèmes qui permettent de collecter l'eau de pluie par des canalisations ou par ruissellement en ralentissant les écoulements. Ce sont des fossés larges et peu profonds avec des pentes douces.</p> <p>L'eau est ensuite stockée puis s'infiltré dans le sol.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Technique peu coûteuse • Entretien peu coûteux si fauchage tardif ou faucardage • Valorisation paysagère / réponse au besoin de nature des habitants / amélioration du cadre de vie • Rétenion, régulation et écrêtement des débits de pointe / Diminution des risques d'inondation • Épuration de l'eau • Alimentation de la nappe • Franchissement simple pour accéder à des propriétés • Capacité d'évapotranspiration • Peut contribuer au développement de la biodiversité (habitat pour la faune) 	<ul style="list-style-type: none"> • Entretien régulier de type espace vert • Emprise foncière parfois importante • Risque de pollution accidentelle de la nappe • Dispositions particulières selon la pente du terrain 	<p>Un bon entretien des noues d'infiltration se fait en suivant les recommandations suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Une tonte une à deux fois par an, • Un curage tous les 10 ans, selon le colmatage de la noue, • Un arrosage nécessaire durant les périodes sèches, • Un ramassage des feuilles et des déchets à toutes saisons
Fossé [3]	<p>Le fossé permet de collecter les eaux de pluie par des canalisations ou par ruissellement en ralentissant leur écoulement. Cet ouvrage est une structure linéaire assez profonde avec des rives abruptes.</p> <p>L'eau est stockée puis s'infiltré directement dans le sol.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Technique peu coûteuse • Raccordement des canalisations et gouttières des riverains aisé compte tenu de la profondeur de l'ouvrage et de son profil structuré. • Entretien limité à quelques fauchages annuels au moyen d'engins mécanisés à fort rendement tels que les gyrobroyeurs. 	<ul style="list-style-type: none"> • Entretien régulier difficile en milieu urbain car risque progressif d'envahissement de dépôts divers. • Augmentation du coût de la technique lorsque l'aménagement des accès aux parcelles nécessite la réalisation d'un busage 	<p>Un bon entretien des fossés d'infiltration se fait en suivant les recommandations suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Un passage de l'épareuse 2 à 3 fois par an, • Le ramassage des feuilles et des déchets systématique, • Un curage tous les 2 à 5 ans en fonction des éboulements et de la végétation.
Tranchée infiltrante [3]	<p>Il s'agit d'ouvrages linéaires remplis de matériaux poreux comme du gravier. L'eau de pluie est collectée par ruissellement ou canalisations.</p> <p>La tranchée d'infiltration retient l'eau de pluie puis l'infiltré directement dans le sol.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Diminution des réseaux à l'aval du projet • Peu coûteux • Diminution du risque inondation par répartition des volumes et des flux • Mise en œuvre facile • Bonne intégration paysagère • Alimentation de la nappe • Pratique le long des chemins piétonniers, parkings et jardins • Présente des solutions efficaces pour la dépollution 	<ul style="list-style-type: none"> • Phénomène de colmatage • Entretien spécifique régulier • Contrainte dans le cas d'une forte pente (cloisonnement nécessaire) • Contrainte liée à l'encombrement du sous-sol • Risque de pollution de la nappe (sous la tranchée d'infiltration mais risque pouvant être limité par des mesures préventives) 	<p>Un bon entretien des tranchées d'infiltration se fait en suivant les recommandations suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Un ramassage des feuilles et des déchets à toutes saisons, • Une aspiration et un lavage à eau haute pression et prévoir un décolmatage tous les 5 ans, • Un remplacement du géotextile de surface après colmatage
Jardin de pluie [3]	<p>Les jardins de pluie sont des petites dépressions peu profondes avec un aménagement paysager et un mélange de sols et de plantation adapté aux conditions climatiques.</p> <p>Ils sont conçus pour recevoir les eaux pluviales de petites surfaces mais aussi pour reproduire le plus fidèlement possible les conditions hydrologiques naturelles d'infiltration, de stockage et de relâche lente des eaux de ruissellement.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Valorisation paysagère / réponse au besoin de nature des urbains • Rétenion, régulation et écrêtement des débits de pointe / Diminution des risques d'inondation • Épuration de l'eau • Alimentation de la nappe • Peut contribuer au développement de la biodiversité 	<p>Entretien régulier de type espace vert</p>	<p>L'entretien de ce type d'ouvrage repose essentiellement sur :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Une tonte régulière (gestion classique des espaces verts) • Un ramassage de feuilles et de déchets verts • Une scarification et un nouvel engazonnement éventuel en fonction du degré de colmatage des surfaces

AVANTAGES/INCONVENIENTS DES DIFFERENTES TECHNIQUES ALTERNATIVES

Technique alternative	Principe de fonctionnement	Avantages	Inconvénients	Entretien
Revêtements poreux [29]	Les revêtements poreux peuvent être des enrobés drainants, des résines drainantes, des pavés poreux ou à joints drainants, les mélanges terre/pierre, les revêtements alvéolaires, les dalles engazonnées. Ils sont perméables à l'eau et le choix dépend des usagers (piéton, cycliste...) et des types d'usage.	<ul style="list-style-type: none"> • Conception simple • Bonne intégration dans le tissu urbain, dans la mesure où il n'y a pas trop de végétaux à proximité de l'ouvrage (risque de colmatage sinon) • Contribue à l'alimentation de la nappe • Adaptés aux chemins piétons, parkings, voiries légères, pistes cyclables, entrées de garage et terrassements 	<ul style="list-style-type: none"> • Phénomène de colmatage (réduit si des dalles alvéolaires sont utilisées) • Entretien spécifique indispensable • Risque de pollution accidentelle de la nappe : une réalisation rigoureuse est incontournable • Nettoyage quotidien onéreux (manuel) • Désherbage • Inintéressant dans le cas d'un sol superficiel imperméable et d'un sous-sol perméable 	<p>Revêtements de type enrobé, résine :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nettoyage mécanisé (balayeuse aspirante, jet d'eau haute pression) pour l'évacuation des particules ; • Pas de désherbage chimique, préférer une méthode alternative. <p>Revêtements enherbés :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Entretien de l'espace vert (fertilisation, arrosage, tonte...) ; • Nettoyage uniquement manuel.
Chaussée à structure réservoir [25]	Chaussée qui comporte une couche d'au moins 10 cm d'épaisseur et constituée d'un matériau poreux ou drainant dont la porosité est supérieure à 15%. Le revêtement peut être classique ou poreux. Les eaux de ruissellement sont stockées temporairement dans le corps de la structure puis sont évacuées par infiltration dans le sol et, au besoin, par un réseau canalisé à débit réglé. Dans le cas d'un revêtement étanche, l'injection dans la structure se fait par l'intermédiaire d'un avaloir.	<ul style="list-style-type: none"> • Aucune emprise supplémentaire nécessaire • Filtration des polluants <p>Revêtement drainant :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Meilleur confort de conduite par temps de pluie • Amortissement des bruits de roulement (pour les vitesses >50km/h) <p>Cas particulier de l'infiltration :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Il n'est pas nécessaire de prévoir un exutoire sur un sol perméable (sauf en cas de trop-plein) • Alimentation de la nappe phréatique 	<ul style="list-style-type: none"> • Structure tribulaire de l'encombrement du sous-sol • Sensibilité au gel <p>Revêtement drainant :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sensibilité au colmatage, nécessite un entretien régulier spécifique • Orniérage (utilisation exclue dans les giratoires, les zones de décélération) • Contrainte liée à l'encombrement du sous-sol • Formation de verglas plus rapide et impossibilité de sablage <p>Cas particulier de l'infiltration :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Risque de pollution accidentelle de la nappe si celle-ci est trop proche du fond de l'ouvrage 	<p>Revêtement classique :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Curage (occasionnel) et contrôle par inspection caméra des drains (diamètre et longueur des drains doivent être appropriés) • 1 curage/semestre des bouches d'injection, des avaloirs, des regards • 1 changement de filtre/an <p>Revêtement poreux :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Traitement préventif (hydrocurage/aspiration sous moyenne pression, balayage à proscirre) • Traitement curatif (hydrocurage/aspiration à haute pression) du colmatage • Sablage interdit, mais quantité de sel à répandre plus importante
Puits d'infiltration [3]	Il s'agit d'un ouvrage permettant de disperser les eaux pluviales dans le sous-sol perméable lorsque le premier horizon géologique est imperméable. 2 fonctions sont remplies par cet ouvrage : un stockage temporaire et une infiltration.	<ul style="list-style-type: none"> • Conception et mise en œuvre simple (facilité de réalisation) • Coût abordable • Faible emprise au sol • Bonne intégration dans le site / S'intègre facilement aux jardins, parkings et voies piétonnes • Contribue à l'alimentation de la nappe 	<ul style="list-style-type: none"> • Colmatage possible • Entretien régulier spécifique • Capacité de stockage limité • Faisabilité tribulaire de la nature du sol • Risque de pollution de la nappe • Nécessité d'avoir des couches profondes perméables 	<p>Plusieurs mesures sont à prendre pour prévenir un colmatage de l'ouvrage :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Une visite annuelle et effectuer un curage si nécessaire • Des visites bisannuelles des ouvrages annexes (dégrilleur, regard de décantation) et nettoyage
Bassin d'infiltration [3]	Le bassin d'infiltration a pour rôle d'infiltrer les eaux pluviales sur site après décantation, dépollution et stockage. Le volume à stocker dépendra de la surface imperméabilisée, mais également de la perméabilité du sol et de la surface d'infiltration.	<ul style="list-style-type: none"> • Valorisation paysagère / réponse au besoin de nature des habitants • Rétention, régulation et écrêtement des débits de pointe / Diminution des risques d'inondation • Épuration de l'eau • Alimentation de la nappe • Peut contribuer au développement de la biodiversité 	<ul style="list-style-type: none"> • Coût important • Importante emprise foncière • Entretien régulier de type espace vert + entretien des entrées et sorties + curage si bassin en eau + gestion de flottants • Risque de nuisances olfactives par défaut de réalisation ou manque d'entretien • Risque de pollution accidentelle de la nappe 	<p>Ils peuvent être soumis à des problèmes d'encrassement de la couche d'infiltration. L'entretien consiste à extraire les dépôts et à réaliser des tontes régulières ou fauches annuelles. Par ailleurs, il est recommandé de réaliser des visites bisannuelles des ouvrages annexes (panier dégrilleur, regard de décantation et nettoyage si nécessaire).</p>
Toiture végétalisée [25]	Toitures recouvertes de végétation et de diverses couches permettant le développement de celle-ci. Les toitures vertes remplissent une fonction d'isolation et d'esthétique, en plus de leur fonction de limitation des ruissellements. Les toitures végétalisées retiennent +/- 30% des eaux de pluies sur une année.	<ul style="list-style-type: none"> • Réduction du débit de pointe • Bonne intégration paysagère • Conception simple • Pas d'emprise foncière et peu d'espace nécessaire • Confort thermique et acoustique • Réduction des coûts énergétiques 	<ul style="list-style-type: none"> • Entretien régulier : risque de nuisances • Olfactives et d'obstruction des évacuations • Inadapté aux toitures pentues • Faible volume stocké • Sécurité (toit difficile d'accès) • Conception précise (étanchéité Indispensable) 	<ul style="list-style-type: none"> • 2 visites par an (après l'automne et avant l'été), • Contrat d'entretien avec les professionnels efficaces • Arrosage, taille, tonte, désherbage

Tableau 1 - Les techniques alternatives à la gestion des eaux pluviales, leurs avantages et inconvénients et les mesures d'entretien

COUTS DES TECHNIQUES ALTERNATIVES

Technique alternative	Coût de réalisation	Coût d'entretien	Métiers concernés par l'entretien [36]	Durée de vie [36]
Noeue d'infiltration [25]	<ul style="list-style-type: none"> Terrassement : \approx de 5 à 20 €HT/m³ Engazonnement : \approx 2 €HT/m² Pose et matériel pour le massif drainant : 60 à 100 €HT/ml Pose et matériel des canalisations d'entrée des propriétés : \approx 30 €HT/ml 	• \approx 3 €HT/ml	Espace vert et gestion horticole Gestion hydraulique Nettoyement	30 ans
Fossé [3]	<ul style="list-style-type: none"> Terrassement : 35 à 40 €HT/m³ Installation massif drainant : 60 à 100 € HT/ml Engazonnement : 2 € HT/m² 	• Curage tous les 10 ans : 1 à 2 €HT/m ² /an	Espace vert et gestion horticole Gestion hydraulique Nettoyement	30 ans
Tranchée infiltrante [3], [25] et [37]	• De 40 à 50 €/m ³ terrassé, pour un ouvrage simple, ou environ 60 €HT/m ³ pour un profil de 1 m ² /ml	• 1 €/m ² /an Curage des exutoires : 40 €HT/an	Espace vert et gestion horticole Gestion hydraulique Nettoyement	30 ans
Jardin de pluie [36] et [37]	• De 200 à 500 €/m ²	• 1 €/m ² /an Curage tous les 5 à 10 ans suivant le niveau d'envasement	Espace vert et gestion horticole Gestion hydraulique	30 ans
Revêtements poreux Exemple des parkings drainants à structures alvéolaires [3]	• 150 à 300 €HT/m ³	• 0,3 à 1,5 €HT/m ³ /an	Gestion hydraulique Nettoyement	10 à 20 ans selon l'entretien
Chaussée à structure réservoir [25]	<ul style="list-style-type: none"> Chaussée classique 240 € à 290 €/ml Chaussée poreuse : 270 € à 450 €/ml 	<ul style="list-style-type: none"> Lavage simple : 1 €/m²/an Lavage simple et changement de couche de roulement : 3 €/m²/an 	Gestion hydraulique	30 ans
Puits d'infiltration [25]	• 5€/m ² de surface assainie ; 1500 € pour un puits de 2m/2m	• Nettoyage : 3 €HT/m ² de surface assainie par an ; 80 €/an (curage) pour un entretien satisfaisant ou 300 € HT tous les 2 ans	Gestion hydraulique	20 ans
Bassin d'infiltration [3]	<ul style="list-style-type: none"> Bassin sec : 10 à 120 €/m³ Bassin en eau : 10 à 80 €/m³ 	<ul style="list-style-type: none"> Bassin sec : 0,4 à 2 €/m³/an Bassin en eau : 0,2 à 0,6 €/m³/an 	Espace vert et gestion horticole Gestion hydraulique	30 ans
Surface plantée [3]	• 100 à 200 €HT/m ³	• 8 €/m ² /an	Espace vert et gestion horticole Nettoyement	30 ans
Toiture végétalisée [3] et [25]	Toiture de 1 000 m ² hors élément porteur et étanchéité : <ul style="list-style-type: none"> Végétalisée extensive : 40 à 70 €HT/m² Jardin : 100 €/m² 	• Curage : 1 €/m ² /an	Espace vert et gestion horticole Gestion hydraulique Nettoyement	> 30 ans

Tableau 17 - Coûts de réalisation et d'entretien des différentes techniques alternatives de gestion des eaux pluviales

ENTRETIEN

SURVEILLANCE DU BON FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE ET CHAÎNE D'ALERTE

Sur un ouvrage de gestion des eaux pluviales, plusieurs signaux doivent donner l'alerte :

- ✓ **La stagnation d'eau après plusieurs jours sans pluie.**
 La plupart des ouvrages sont conçues pour gérer l'eau en moins de 24 h, maximum 48h. Dans tous les cas au-delà de 3 jours, la situation est anormale ;
- ✓ Par temps de pluie, **les débordements ou inondations des parties adjacentes**, notamment pour les pluies « classiques ». Ces dysfonctionnements doivent idéalement être pris en photo pour bien les localiser ;
- ✓ **La présence de rejets suspects**, par leur odeurs (hydrocarbures, produits chimiques, eaux usées, etc.), leur couleur (les eaux pluviales sont claires) ;
- ✓ **L'accumulation des déchets.**

Ces contrôles visuels ne nécessitent pas d'expertise hydraulique particulière.

Métier	Opération	En quoi ça consiste ?	Fréquence usuelle	Quels ouvrages concernés ?
Nettoient	Ramassage des débris	Ramasser les déchets	1 à plusieurs fois par semaine	Tous les ouvrages de surface
	Ramassage des feuilles	Ramasser les feuilles qui pourraient obstruer les ouvrages ou gêner les usagers	1 à plusieurs fois par semaine	Les ouvrages comportant des arbres ou à proximité immédiate d'arbres
	Balayeage	Nettoyer les sols – peut être mécanisé ou manuel	1 à plusieurs fois par semaine	Les revêtements de surface
Gestion hydraulique	Inspection visuelle	Vérifier le bon fonctionnement apparent de l'ouvrage	2 fois par an minimum pour les ouvrages superficiels Tous les 2 ans pour les ouvrages souterrains	Puits d'infiltration, tranchées drainantes, noues, bassins d'infiltration, chaussée à structure réservoir, revêtement poreux, etc.
	Autosurveillance	Réaliser un suivi de la qualité des eaux rejetées au milieu naturel et de l'impact sur le milieu récepteur (analyse de qualité de l'eau)	1 fois par an minimum	Certains bassins d'infiltration principalement
	Nettoyage manuel des objets techniques	Nettoyer les organes techniques où des déchets peuvent s'accumuler : ouvrage dégrilleur, vanne, etc.	1 fois par an minimum	Avaloirs, dégrilleurs, vannes, etc.
	Curage	Nettoyer l'accumulation de déchets et de particules pouvant provoquer le mauvais fonctionnement de l'ouvrage	1 fois tous les 5 ans sauf dysfonctionnements observés	Avaloirs, collecteur, dégrilleurs, bassins de rétention, dessableurs, tranchées et massifs drainants
Espaces Verts et gestion horticole	Fauche et tonte	Opération permettant le maintien de l'aspect visuel et du bon fonctionnement de l'ouvrage	2 fois par an pour la vocation hydraulique, plus si souhait esthétique	Noues enherbées, bassins enherbés, éventuellement les pavés enherbés
	Elagage	Contrôler le couvert arborescent	Tous les 5 ans	Fosses arbres, noues plantées d'arbres, etc.
	Jardinage (désherbage, plantation, etc.)	Maintenir l'aspect paysager de l'ouvrage	2 fois par an pour la vocation hydraulique, plus si souhait esthétique	Noues plantées, jardins de pluie

Journée technique
Gestion de l'eau en milieu urbain
23 janvier 2024
Lycée Marie Durand Rodilhan

Merci

Nadège DOURIEZ,

Cheffe du service Technique et Financements

Agence technique départementale du Gard

agence.technique@atdgard.fr – 04.66.02.85.50

Journée technique Lycée Marie Durand – 23/01/2024 – RODILHAN

