

REVÊTEMENTS PERMEABLES

Mars 2024

PREAMBULE > GÉNÉRALITÉS

Pour quoi des revêtements perméables?

> Pour limiter l'imperméabilisation

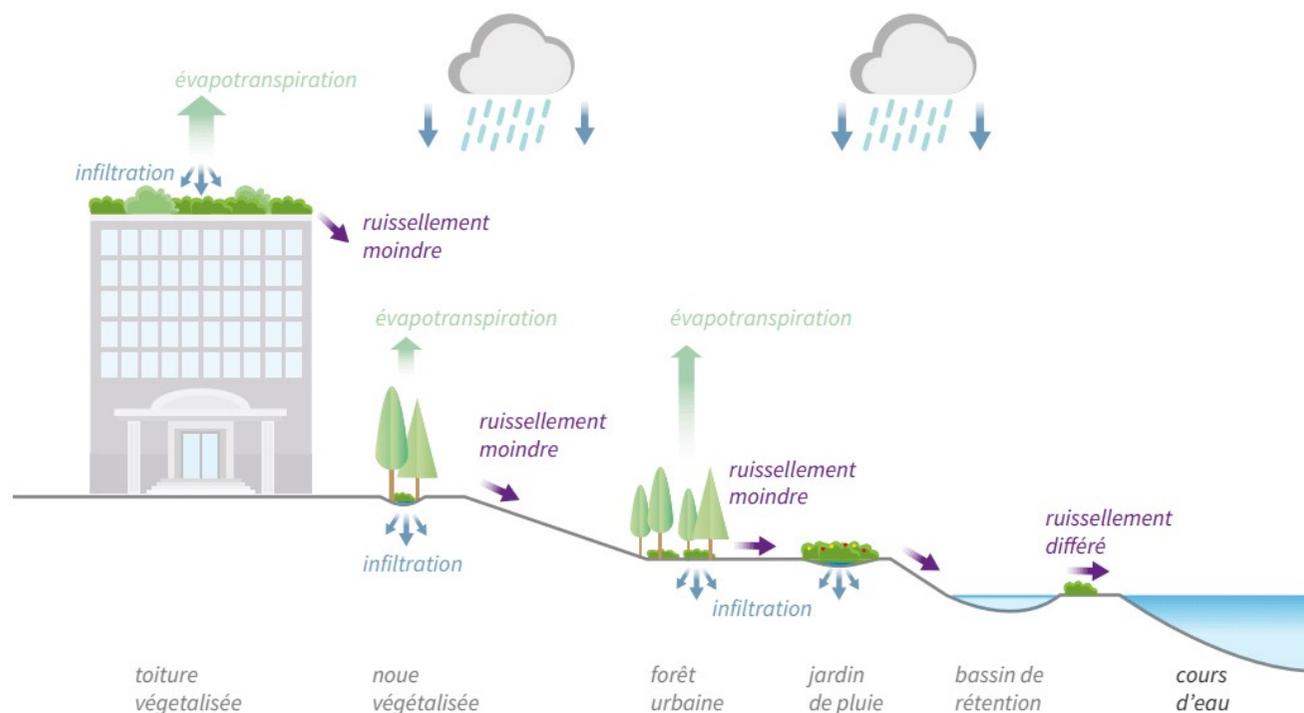
> Et donc limiter le ruissellement

> Et ralentir l'arrivée de l'eau vers l'exutoire

« La gestion durable des eaux pluviales est un mode de gestion visant à limiter au maximum le ruissellement des eaux pluviales, en ayant par exemple recours à des solutions favorisant leur infiltration.

L'imperméabilisation croissante des sols contribue à augmenter le risque inondation puisqu'elle favorise le ruissellement des eaux pluviales et donc leur acheminement rapide vers les points bas des bassins-versants. »

Gestion durable des eaux pluviales : le plan d'action Novembre 2021 du gouvernement



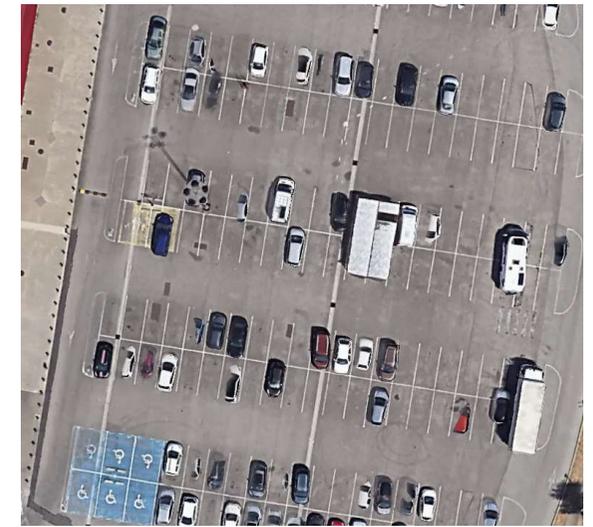
L'apport des différents éléments végétalisés urbains à la gestion des eaux de ruissellement urbaines. Source : Isabelle Feix

ADEME : Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie

Pourquoi réduire le ruissellement ?

- > pour réduire les risques d'inondation,
- > pour alimenter le sol et les nappes
- > pour favoriser la biodiversité
- > pour réduire les effets d'îlots de chaleur (la température de l'asphalte peut atteindre 80 °C en période de forte chaleur / ADEME.)
- > Pour limiter la pollution
- > ... ?
- > Et indirectement, pour limiter le plastique ou le béton dans les sols.

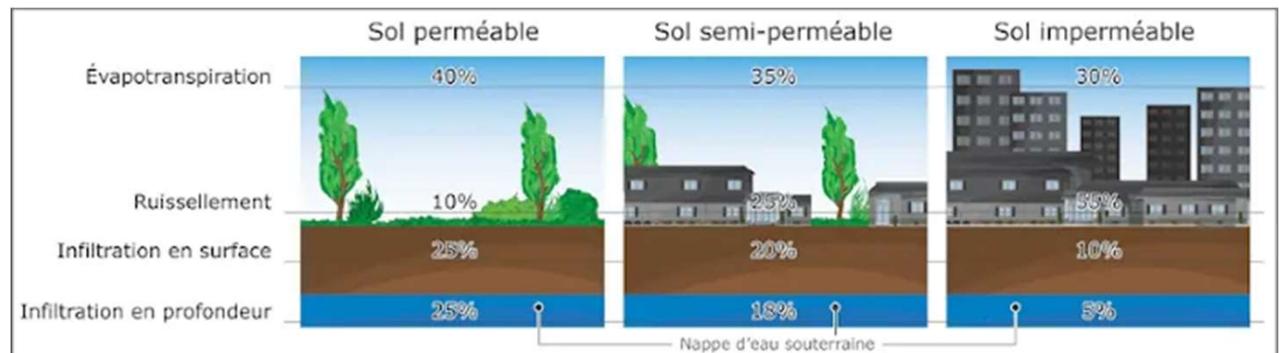
Un sol vivant est indispensable à la vie mais il est souvent détruit (sols étanches, réseaux, ouvrages enterrés...) Parfois, il n'est même plus possible d'y planter un arbre. Les revêtements perméables permettent de limiter les réseaux et ouvrages de gestion des eaux pluviales.



Casino - Valence sud (26)



Diabolo - Bourg-de-Péage (26)



Revêtements perméables et pollution

Historiquement : les séparateurs d'hydrocarbure de parking...

Peu entretenu > pollution vers l'exutoire.

Débordement > Pollution diffuse.



Revêtements perméables et pollution

>En aucun cas il n'est imposé par la réglementation d'installer un séparateur à hydrocarbures à l'exutoire d'un parking. Seules des obligations locales (collectivité, la police de l'eau) sont justifiées par la nécessité de se protéger contre des rejets accidentels et sont limitées aux espaces exposés (stations services...)

> les concentrations trouvées en entrée des séparateurs sont souvent inférieures à 5mg/l alors qu'elles sont souvent supérieures à la sortie! > dysfonctionnement, défaut d'entretien

>Pour limiter les apports polluants au réseau ou au milieu naturel, préférer des solutions reposant sur :

- **la décantation** (bassin de retenue bien dimensionné),
- **la filtration** (utilisation de bandes enherbées tampons entre la surface productrice et l'exutoire),
- **l'infiltration** (favorisant de plus la réalimentation des nappes).

L'infiltration

Les revêtements perméables végétalisés ont la capacité de retenir les polluants et favoriser l'infiltration de l'eau grâce :

>au sol, les différents horizons du sol

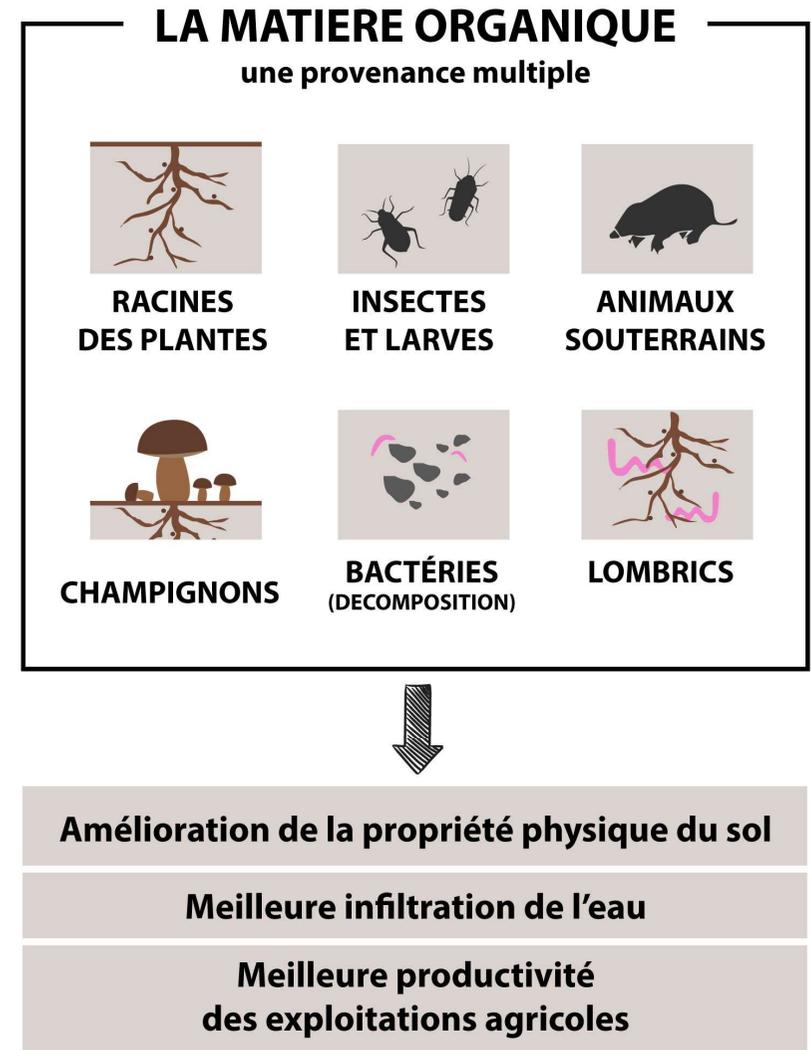
>aux végétaux, les différentes strates de végétation

>aux producteurs de matière organique comme les lombrics qui absorbent une partie de la pollution

Les vers de terre sont les artisans incontournables de la fertilité des sols: dans un hectare de sol vivant, 1 bon million de lombrics produisent chaque année jusqu'à 100 tonnes de déjections. Cet humus de haute valeur contient jusqu'à 5 fois plus d'azote, 7 fois plus de phosphore et 11 fois plus de potassium que la terre environnante. Cet engrais d'excellente qualité contribue de manière décisive à l'approvisionnement des plantes en éléments nutritifs.

En même temps que la matière végétale morte, le lombric ingère aussi de grandes quantités de terre minérale. Ses déjections contiennent donc ce qu'on appelle des complexes argilo-humiques, qui sont très importants pour que le sol ait une bonne structure grumeleuse.

Infatigables constructeurs de tunnels, les lombrics aèrent le sol, améliorent sa capacité de rétention d'eau et facilitent la croissance des racines.



S'adapter à des pluies extra ordinaires

Lors d'épisodes pluvieux extraordinaires

**>réseaux à saturation / débordent >
n'assurent plus leur rôle**

>Les sols perméables aussi ont leurs limites

> mais ils sont capables de se gorger d'eau avant saturation.

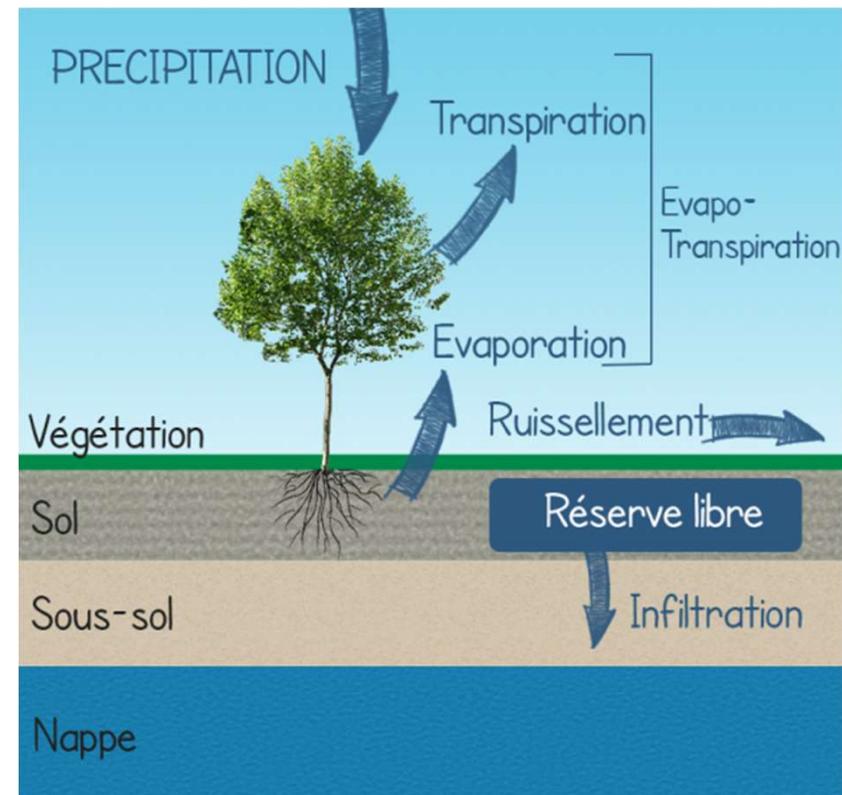
« Les parkings perméables végétalisés peuvent retenir entre 33 % et 88 % de la pluie annuelle »
R&D Ecovégétal

>Les revêtements perméables sont plus couteux que l'enrobé.

>La plus-value d'un revêtement perméable peut être compensée par l'économie faite par la non-installation d'un réseau enterré (installation, maintenance, surcharge et incidences...).



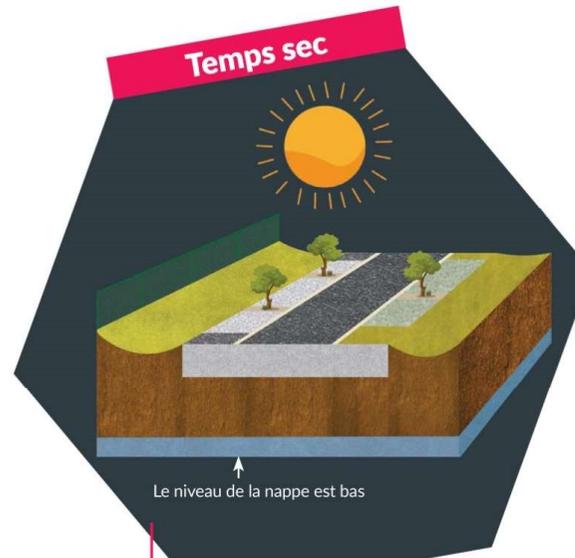
Photo Alamy



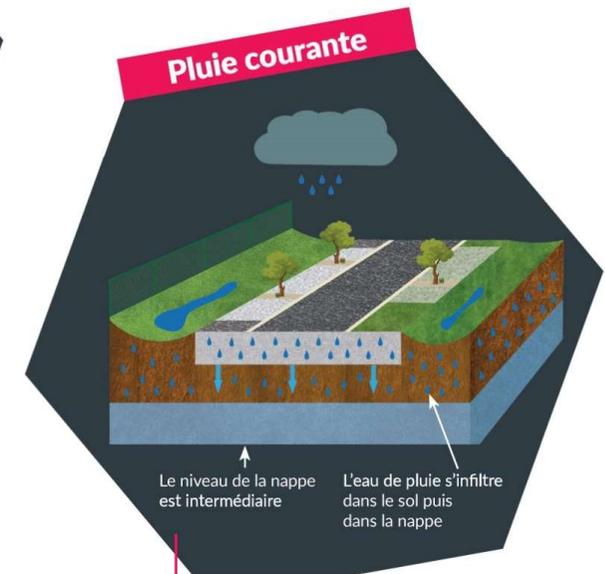
S'adapter à des pluies extraordinaires ordinaires

> **Préserver de grandes surfaces en pleine terre, d'un seul tenant et végétalisées** pour limiter le ruissellement

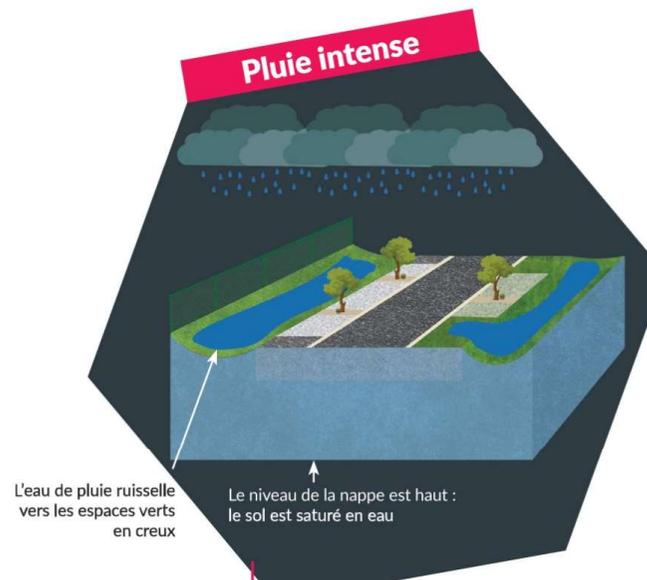
> **Identifier le parcours moindre dommage de l'eau** : inondation contrôlée de certains espaces publics, entre débordement des réseaux et inondation non maîtrisée : espace aménagé pour être inondable sans être trop endommagé.



Par temps chaud, il fait plus frais qu'ailleurs grâce aux revêtements enherbés ou clairs, à l'ombre et à l'évapotranspiration des végétaux.



En cas de pluie, l'eau s'infiltré directement à travers les revêtements. En dessous, une épaisseur de grave non traitée permet de stocker l'eau dans les interstices avant qu'elle ne s'infiltré dans le sol en-dessous. Ainsi, les végétaux, situés sur les zones les plus basses, profitent directement de l'apport en eau.



En cas de précipitations exceptionnelles, le sol est saturé en eau et la pluie ne peut plus s'infiltrer. Précisons qu'alors, si la gestion de la pluie se faisait par tuyaux, ceux-là seraient eux-aussi saturés et inopérants. Il est donc important de réfléchir à la place de l'eau dans ce cas exceptionnel. Dans le cas du parking, la pluie ruisselle en surface vers les espaces verts en creux qui vont stocker l'eau le temps qu'elle s'infiltré. C'est ce qu'on appelle le parcours de moindre dommage : des espaces prévus pour éviter que soient inondés des biens ou des personnes.

L'entretien des revêtements perméables

>Variable selon le type de revêtement et le niveau d'objectif à atteindre

>L'enrobé ne demande pas beaucoup d'entretien c'est vrai....

>Est-ce qu'un revêtement perméable demandera plus d'entretien?

>Cela dépend du niveau d'acceptabilité du Paysage... Tolère-t-on des herbes folles le long des bordures, de la mousse sur le bords des allées?

>Un entretien extensif induit un niveau d'entretien faible, une plus forte biodiversité et « image » moins maîtrisée



Era paysagistes – Lycée Emilie-du-chatelet (77)

Ombrières photovoltaïques et parking

Article 40 de la loi du 10 mars 2023 relative à l'accélération de la production d'énergies renouvelables

I.-Parcs de stationnement extérieurs > à 1 500 m² sont équipés, sur au moins 50% de cette superficie, d'ombrières intégrant un procédé de production d'énergies renouvelables.

Cette obligation ne s'applique pas aux parcs de stationnement extérieurs dont le gestionnaire met en place, sur ces mêmes parcs, des procédés de production d'énergies renouvelables

II.-Les obligations résultant du présent article ne s'appliquent pas :

1° lorsque des contraintes techniques, de sécurité, architecturales, patrimoniales et environnementales ou relatives aux sites et aux paysages ne permettent pas l'installation des ombrières,

2° Lorsque ces obligations ne peuvent être satisfaites dans des conditions économiquement acceptables, notamment du fait des contraintes mentionnées au 1° du présent II ;

3° Lorsque le parc est ombragé par des arbres sur au moins la moitié de sa superficie ;

Comment limiter l'imperméabilisation ?

> Réduction des surfaces aménagées

« 0 » artificialisation : réduire les gabarits de chaussées, places publiques, cheminements.... > jusqu'où doit-on aller ? Comment la concilier avec des lieux d'usages utiles et confortables pour tous ?

> Utilisation de revêtements perméables

pour infiltrer l'eau au plus près de là où elle tombe. Il s'agit souvent sur des parkings, car les besoins ne permettent pas de réduire les surfaces utiles. Objectif « 0 » tuyau

> Conception de projets cohérents, étudiés de manière globale et végétalisés

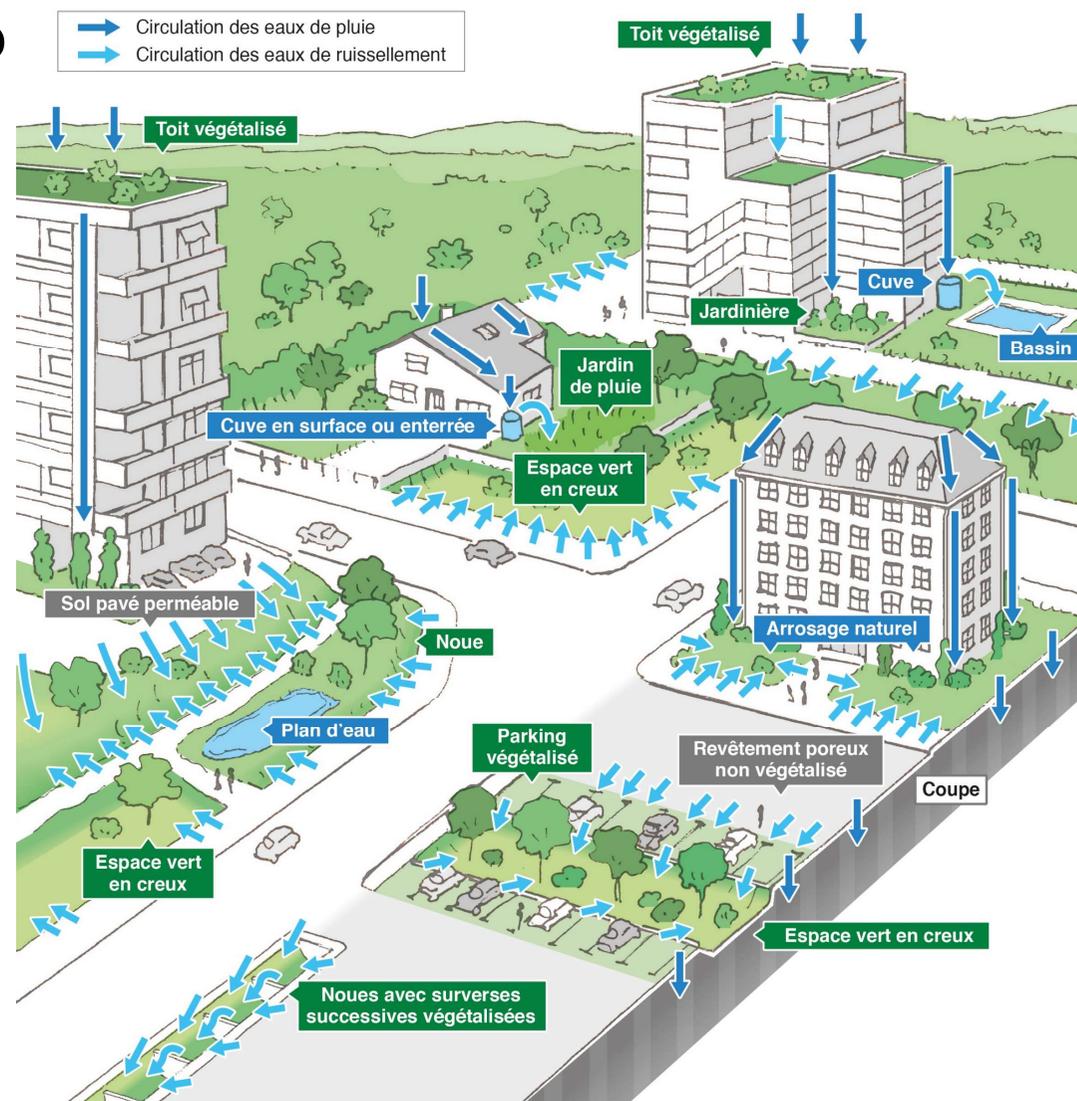
(sol vivant, gestion de l'eau et biodiversité): un parking perméable sans un arbre n'a pas beaucoup de sens

« La prise en compte de la gestion des eaux pluviales dès la conception des projets d'aménagement semble être une pratique encore relativement rare.

De même, lors de l'élaboration ou de la révision de documents de planification urbaine, l'instauration d'un dialogue entre les services « aménagement » (urbanisme, voirie, espaces verts) et assainissement est loin d'être généralisée.

L'une des conclusions des Assises de l'eau de 2018 est de privilégier la réduction de l'imperméabilisation des sols et la maîtrise de leur ruissellement au plus près de leur point de chute.»

Gestion durable des eaux pluviales : le plan d'action Novembre 2021 du gouvernement



Agence de l'eau Seine-Normandie

Données techniques de mise en œuvre d'un revêtement perméable



Photographie d'un test de MATSUO

Etape n°1 : Connaître les caractéristiques du sous-sol support et son coefficient de perméabilité =K en mm/s pour les différentes couches présentes (demander des essais Matsuo, préférable à Lefranc) à 2 ou 3 profondeurs différentes (Dans le cadre de la G1 Faisa ou G2 AVP)

Entre 0.5/1m arase des terrassements et donc surface de contact de la couche de forme.

Tableau des valeurs de K et caractérisation de la perméabilité d'un sol (Sources : Solor)

Valeurs caractéristiques des perméabilités usuelles en milieu saturé

K (m/s)	Type de matériaux	Niveau de perméabilité
$1 > k > 10^{-2}$	Graviers sans éléments fins	Très perméable
$10^{-2} > k > 10^{-4}$	Sables grossiers, graviers sableux sans éléments fins	Perméable
$10^{-4} > k > 10^{-6}$	Sables moyens à fins, limons peu argileux, loess	Peu perméables
$10^{-6} > k > 10^{-8}$	Sables argileux, roche altérée à fracturée	Très peu perméables
$k < 10^{-8}$	Argiles homogènes, roche non fracturée	Quasi imperméable

Un des tableaux définissant la valeur K (m/s) utilisé pour différentes sortes d'essais de percolation des sols.

Etape n°2 → Être compatible avec la destination, l'altimétrie et les pentes des cheminements extérieurs et des places de stationnement ...

- >Attention aux pentes élevées, les matériaux non liés seront rapidement dégradés.
- >Attention aux préconisations de pose des fournisseurs : certains peuvent indiquer une pente maximale de pose sur leurs fiches techniques !

Étape n°3 → Justifier les ouvrages selon les pluies de références du site : Il faut dimensionner les ouvrages de gestion des eaux pluviales pour les pluies de références et anticiper les parcours à moindre dommage : En fonction des contraintes de rejet (Infiltration du sous-sol ou réseau existant si sol imperméable) **une étude hydraulique qui justifie de la bonne gestion des eaux pluviales est nécessaire et demandée lors du dépôt de PC**

Question complémentaire : L'intérêt de prescrire des revêtements perméables si le sous-sol n'est pas perméable → **Dans ce cas, un système de drainage est à rajouter en fond de fouille mais les coefficients de ruissellement restent favorables car l'infiltration ponctuelle avant restitution par le drainage ralentit le ruissellement et alimente les couches superficielles du sol en eau.**

DÉCRYPTAGE > CAS CONCRETS

Parking Mauboule

15 revêtements perméables différents

Fosses terre et terre-pierre pour les arbres

3 mélanges grainiers

Sondes tensiométriques > Arrosage maîtrisé

Entretien extensif

Suivi sur un temps long



Revêtement minéral > vitesse d'infiltration hyper rapide / aucune capacité de rétention

Revêtement végétalisé > vitesse d'infiltration plus lente / grande capacité de rétention



À l'entrée du parking, un tableau comparatif des 15 revêtements donne des pistes de réflexion pour aider à la prise de décision. Il n'y a pas de hiérarchisation des revêtements : ils sont tous perméables et le choix dépendra des exigences spécifiques au projet.

N° de place	Revêtements	cristères	Ecologie							Coût de la fourniture et de la mise en œuvre pour ce parking	
			Vitesse d'infiltration	Favorable pour la biodiversité et la création d'îlot de fraîcheur	Composé avec des matériaux recyclés	Composé avec des matériaux recyclables	Adapté pour un usage piéto-roule et pompiers ponctuel	Confort d'usage pour les circulations douces	Accessibilité pour les personnes à mobilité réduite		Acceptabilité pour un usage intensif (parking d'aire autoroute, de supermarché)
	Enrobé classique				●	●●●	●●●	●●●	●●●	●	€
01	Enrobé drainant		●●●				●●●	●●●	●●●		€
02	Béton drainant		●●●				●●●	●●●	●●●	●	€€
03	Pavés poreux coquillages		●●●	●	●	●●	●●	●●	●	●●	€€€€
04	Pavés béton		●●●	●		●●	●●	●●	●●	●●	€€€€
05	Dalles alvéolées béton		●●●				●				€€
06	Dalles Galets		●●●				●				€€
07	Béton alvéolé coulé en place gravier		●●●	●	●	●●●	●●●		●●●	●●●	€€€
08	Dalles réticulées rondes		●●●			●●	●●				€€
09	Dalles alvéolées polyéthylène		●●●	●	●	●●	●●				€€
10	Mélange terre/pierre végétalisé		●●	●●●			●				€
11	Dalles alvéolées polyéthylène végétalisées		●●	●●	●	●●	●●				€€
12	Dalles alvéolées béton végétalisées		●●	●●	●		●				€€
13	Béton alvéolé coulé en place végétalisé		●	●●	●	●●●	●		●●●	●●●	€€€
14	Dalles réticulées carrées végétalisées		●●	●●		●					€€
15	Dalles réticulées barrettes végétalisées		●●	●●		●					€€

Le tableau ci-dessous présente une synthèse des tests d'infiltration réalisés lors de la réception des travaux, en décembre 2022. Les mesures ont été réalisées avec un infiltromètre double anneau adapté au projet. Tous les revêtements sont perméables. Les revêtements végétalisés n'avaient pas encore développé de systèmes racinaires au moment des tests. Il est attendu que le développement des racines accroisse la perméabilité des revêtements concernés. Un suivi dans le temps de l'évolution de la vitesse d'infiltration est prévu dans le cadre du projet.

À titre comparatif, la terre végétale à proximité du parking met 150 secondes à infiltrer 13 litres dans les mêmes conditions que les tests réalisés pour chacun des revêtements.

	Type de revêtement	Temps en secondes pour infiltrer 13 litres
1	Enrobé drainant	9
2	Béton drainant	49
3	Pavés poreux coquillages	12
4	Pavés béton	24
5	Dalles alvéolées béton	4
6	Dalles galets	5
7	Béton alvéolé coulé en place gravillonné	3
8	Dalles réticulées rondes	10
9	Dalles alvéolées polyéthylène	1
10	Mélange terre/pierre végétalisé	81
11	Dalles alvéolées polyéthylène végétalisées	150
12	Dalles alvéolées béton végétalisées	180
13	Béton alvéolé coulé en place végétalisé	360
14	Dalles réticulées carrées végétalisées	90
15	Dalles réticulées barrettes végétalisées	180





Mauboule juillet 2023 / 7 mois après la réception – Valence (26)



Mauboule mars 2024 / 15 mois après la réception – Valence (26)

ÉTAT DES REVÊTEMENTS

Un an après // Premières constatations

>Début d'arrachement d'enrobé (giration?)

>Place n°10 (MTP) > tonte / peu de fréquentation / couvert végétal clairsemé

>Place n° 12 > dalles cassées / pianotement des dalles / calpinage ? / lit de pose ? / dalle légère ?

>Idem place n° 15 mais pas de dalle cassée > dalle plus lourde.

>Sur toutes les autres places, le revêtement n'a pas bougé.

>Places n° 14 et 15 : Mélange Viaverde Diversité Vivaces satisfaisant en toute saison.

>Peu d'adventices dans les places minérales mais installation progressive > en fond de place et au centre (peu roulé et proche des espaces verts).

>Arrosage : 4 interventions la 1^{ère} année (100l par arbre et 10l par arbuste/par intervention), pas d'arrosage de la prairie > c'est peu > sur les recommandations d'UrbaSens



INFILTRATION

Un an après // Premières constatations

>Places 01, 02, 03, 05, 07, 08 et 09 (minérales), écart de vitesse d'infiltration peu significatif / un peu meilleure

>Place 04 (pavé béton) > infiltration moins bonne > tassement / fermeture des joints ?

>Place 06 (galet) forte diminution de la perméabilité. A part une erreur de mesure, nous n'avons pas d'explication.

>Places n°10 à 15, (végétalisées), globalement plus perméables / développement racinaire ?

>Place n°13 (viaverde) présente un écart considérable/coulée en place / compactage moindre / mieux réparti que des dalles préfa. ?



Suivi de la perméabilité en secondes pour 13L

N° place	Revêtements	11/01/2023	18/01/2024
1	Enrobé drainant	9	4.5
2	Béton drainant	49	33.2
3	Pavés poreux coquillages	12	4
4	Pavés béton	24	123
5	Dalles alvéolées béton	4	4
6	Dalles galets	5	177
7	Béton alvéolé coulé en place	3	3
8	Dalles réticulées rondes	10	5
9	Dalles alvéolées polyéthylène	1	1
10	Mélange terre/pierre végétalisée	81	63
11	Dalles alvéolées polyéthylène végétalisées	150	95
12	Dalles alvéolées béton végétalisées	180	55
13	Béton alvéolé coulé en place végétalisé	360	50
14	Dalles réticulées carré végétalisé	90	67
15	Dalles réticulées barrettes végétalisées	180	78

ALCO 2 - Montpellier

>Parking 100% perméable : 200 places + les chaussées + la voie pompier

>100 arbres plantés (pépinière AB)

>Enrochement pierre locale

>Entretien différencié

>Arrosage automatique.... c'est moche.....





Allan (26)

**Construction du restaurant scolaire et
rénovation du parking de l'école.**

Actuellement : parking enrobé
Projet : parking gravier sans alvéole...

certains sont fébriles...

Et vous ?



Enjeux paysager du projet :

Identité villageoise

Mutualisation de l'espace

Créer une place de village

>>> Chantier en cours >>>



Logements

Quartier Chateaufort - Ekopark

À Valence

Projet d'ensemble:

- > Réduction des surfaces de voirie
- > Réduction des réseaux EP

Noues végétalisées :

- > Gestion des eaux
- > Transition paysagère privé/public

Revêtement drainant :

- > Sur les places de stationnement (béton drainant)
- > Y compris sur la dalle du parking souterrain

EKOPARK

Nature du programme > Construction de commerces et de 105 logements, EKOPARK, Stade Bonnardel, avenue des Baumes. Gestion des eaux pluviales par un réseau de noues paysagères. Plusieurs palettes végétales définies selon les expositions et les fonctions paysagères. Palettes végétales essentiellement locales. Réemploi de la terre végétale du site.

Localisation > Valence - 26

Maître d'ouvrage > GIAMMATEO / VALRIM - 24 rue Balzac - 26 000 VALENCE - Tél : 04 75 44 04 77

Maîtrise d'œuvre > Ateliers des Vergers - architectes mandataires // SORHA - Architectes // RACINES - paysagiste-concepteur // Certib - Fluides, économie // Bastides Bondoux - fluides // Schut Machon - Economiste, OPC // EDS74 - Structure // C2i Conseil - VRD SP > 7'800m²

Surface aménagée > 18'153m²

Coût des travaux > 12'300'000€ht

Etat d'avancement > DET en cours, phase 01 livrée en 2022

Entreprise de paysage > Valente - Groupe Cheval



Logements

Quartier Tordieres à Bourg de Péage

> Mutualisation = optimisation des surfaces (stationnement/voirie)

> Réduction de surfaces (minimum réglementaire)

> Revêtements perméables = espaces verts



Réhabilitation et résidentialisation de logements sociaux

Nature du programme > Les Tordières 01 & 02 : Réhabilitation et résidentialisation de 14 bâtiments (de A à N) soit 98 logements. Cette mission de maîtrise d'oeuvre intègre l'élaboration d'un schéma d'aménagement du boulevard Kennedy, desservant le site de projet ainsi que l'étude de faisabilité de Tordières 03 qui permet de terminer le renouvellement urbain de ce quartier.

Localisation > Bourg-de-Péage - 26

Maître d'ouvrage > Drôme Aménagement Habitat - Samuel Coppel - 11 avenue de la gare - BP 10250 - 26958 Alixan cedex 9 - 04.75.81.78.01

Maîtrise d'oeuvre > Atelier CUBE - architectes // RACINES - paysagistes // ECOORD - économie // Betip - VRD // L'Ingénierie Climatique - BET

Surface projet > 1'400m²

Coût des travaux phases 01 & 02 > 2'500'000€ht

Etat d'avancement > Phase 01 livrée en 2020 / Phase 02 livrée en 2023



Logements

Quartier Chateaufort à Valence

Pleine terre 100% perméable:

- > Revêtement bois
- > Jardin en creux / gestion EP

Végétation dense:

- > Rafrachissement important
- > Lieu d'usage confortable
- > Favorable à l'infiltration

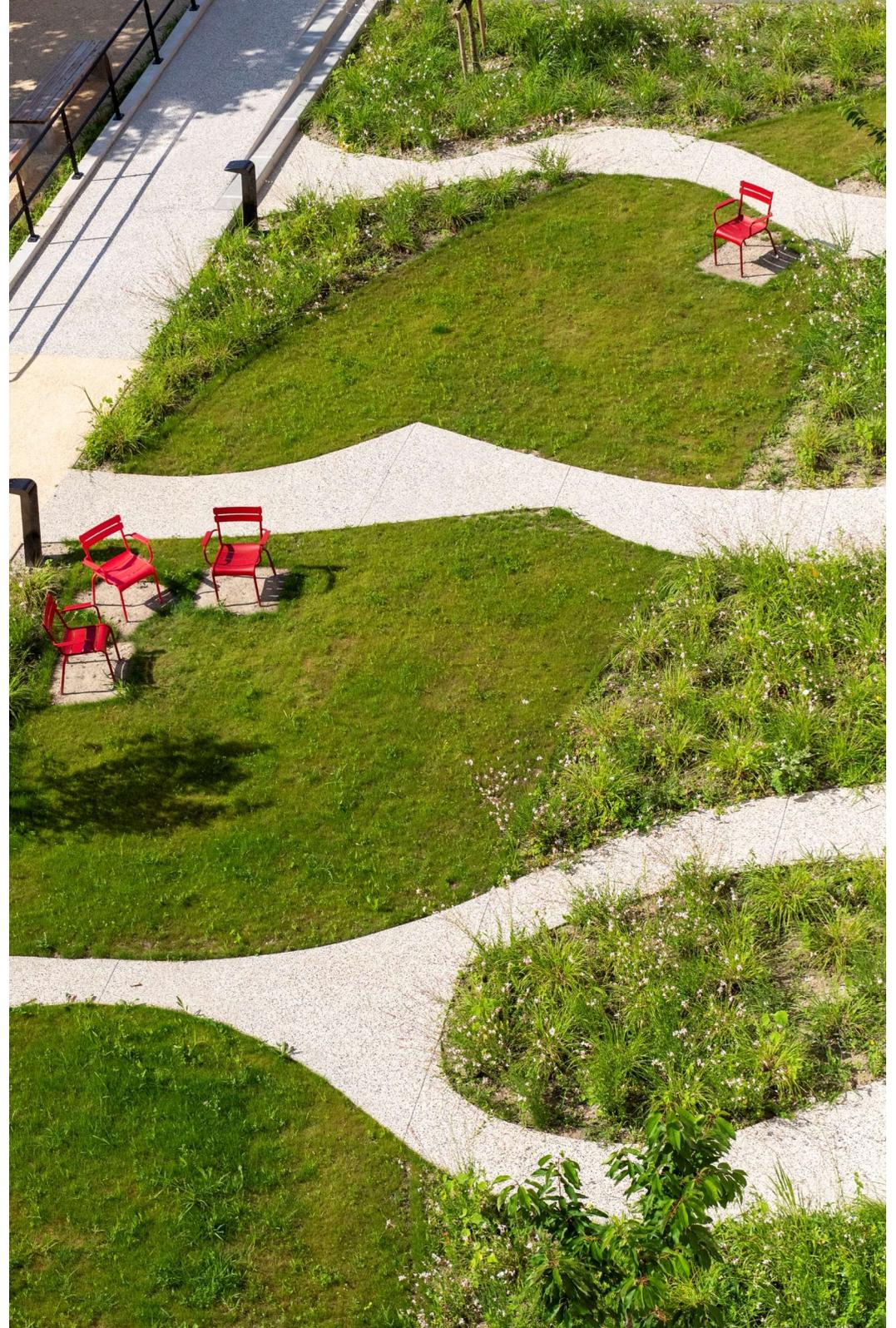
Chateaufort

Nature du programme > Construction d'un ensemble immobilier de 68 logements composé de 4 bâtiments en R+3 -1
Localisation > Avenue Jean Clément / chemin de Laprat - 26000 Valence
Maître d'ouvrage > Art Promotion - 3 bis rue André Lefevre - le Duomo - 13100 Aix-en-Provence
Maîtrise d'œuvre > AA Group - architectes // RACINES - Paysagistes-Concepteur // C2i - VRD // MARTIN - structure // PRELEM - fluides
SHON > 3'907 m2
Surface aménagée > 4'850 m2
Coût des travaux > 4'100'000€HT
Etat d'avancement > Livré en 2018
Entreprise de paysage > Maniebat



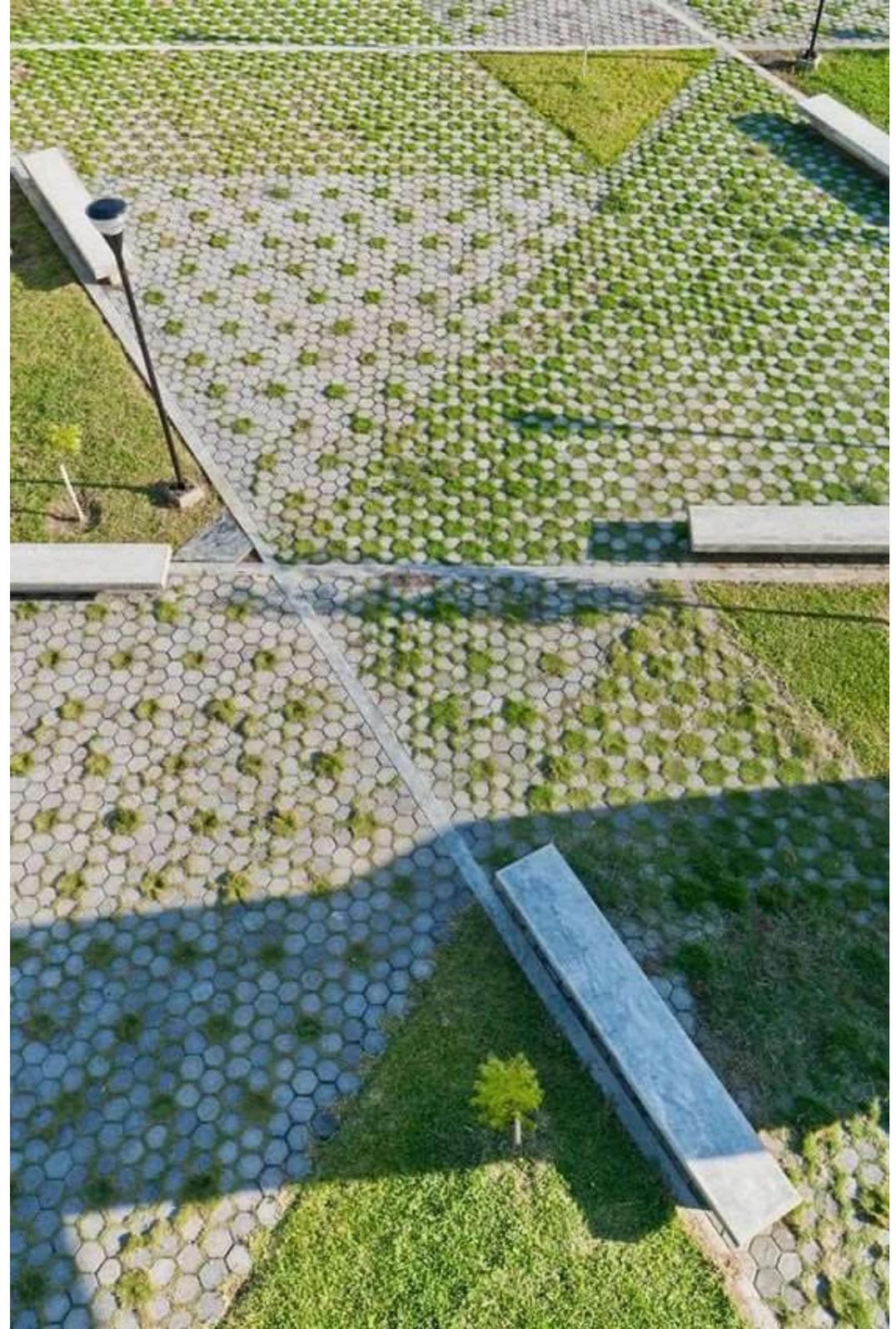
Quelques notions utiles pour construire un projet durable et équilibré

- Réflexion globale EAU / TERRE / VÉGÉTAL
- « 0 » artificialisation
- « 0 » tuyau
- Sol vivant
- Biodiversité > planter toutes les strates
- Rafrachissement (vive les grands arbres !)
- Limiter le ruissellement / limiter les surfaces
- Favoriser l'infiltration par les horizons du sol



Paramètres à prendre en compte pour choisir le revêtement perméable :

- Vitesse d'infiltration et/ou de rétention
- Portance PL/Pompier
- Trafic / fréquence, vitesse, giration
- Accessibilité PMR
- Budget
- Biodiversité et rafraichissement
- Utilisation de matériaux recyclés
- Utilisation de matériaux recyclables
- Confort d'usage
- Expression artistique



En 2024,

On ne peut plus étancher les sols,

On ne peut plus aménager sans gestion vertueuse de l'eau,

On ne peut plus penser l'aménagement sans la biodiversité.

Et vous, des projets, des questions, des expériences à partager ?



