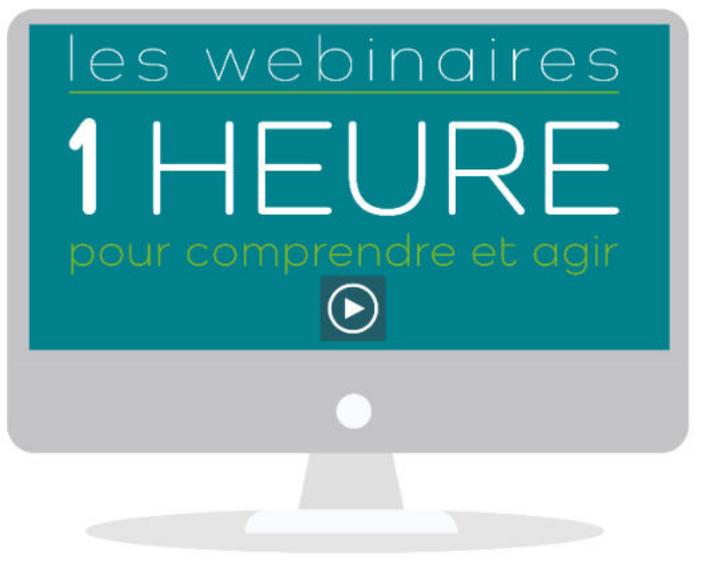




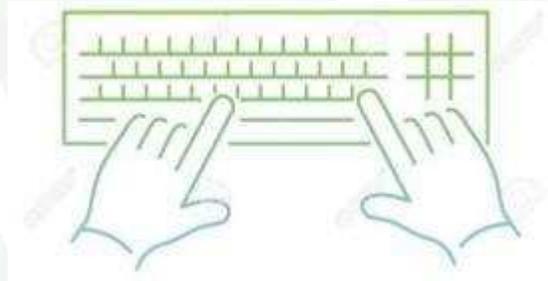
AGENCE RÉGIONALE  
**BIODIVERSITÉ  
ENVIRONNEMENT**  
*Naturellement Sud*

# Cycle Arbre en ville

## #2 Eau, sol, arbre : le trio gagnant !



Pour poser une question, **utiliser le module « Q/R » réservé à cet effet**



**Enregistrement du chat et des présentations  
puis mise en ligne sur**

<https://www.arbe-regionsud.org/>

# Qui sommes nous ? L'Agence, un collectif

Statut : Etablissement Public de Coopération Environnementale

Un conseil d'administration : 25 administrateurs issus de 19 structures

Des membres financeurs



Des membres associés



# Qui sommes nous ? L'Agence, un opérateur



Une action qui s'inscrit dans la Stratégie Nationale Biodiversité 2030, la Stratégie Régionale Biodiversité et la Cop régionale.

## NOS 4 DOMAINES D'INTERVENTION

**Accompagnement des collectivités et des acteurs du territoire** dans des démarches de préservation de la biodiversité, de l'eau et de transition écologique

**Amélioration et valorisation des connaissances** sur la biodiversité et l'eau (gestion des observatoires et contribution aux stratégies régionales)

**Sensibilisation et formation des différents publics** aux enjeux de la biodiversité et de l'eau

**Animation de réseaux d'acteurs** et développement des projets européens et internationaux

# Webinaire 1h : Cycle arbre en ville

**#1 Connaitre, préserver et prendre soin des arbres en ville**

17/11/2024

**#2 Eau, sol, arbre : le trio gagnant !**

25/02/2025

**#3 Que planter, comment et avec qui ?**

29/04/2025

**#4 Patrimoine arboré, patrimoine bâti, faut-il choisir ?**

20/05/2025

# Webinaire Eau, sol, arbre : le trio gagnant !

**Croiser les regards, lier les spécialités, mutualiser les connaissances au cours d'une table ronde avec :**

**Hervé Caltran** Responsable de l'unité gestion des patrimoines

**Laure Vidal-Beaudet** Enseignante-chercheuse

**Emmanuelle Eustache-Delmas** Responsable pôle paysage

Animateur : **Nicolas Wepierre** Chargé de mission eaux pluviales

**MÉTROPOLE**

**GRAND**

**LYON**



# Approche paysagère dans les projets d'une collectivité

# Approche paysagère projets de proximité de voirie

- Temps courts : fiche reflexe, plantation en dépression
- **Pas de paysagiste**



**Ville Permeable** FICHE REFLEXE AMENAGEURS  
Gestion à la source des eaux pluviales

**Création ou réaménagement**

### Espaces végétalisés sans dimensionnement hydraulique

**ANALYSE PRÉALABLE**  
Identifier les points bas, les pentes, les fils d'eau, les réseaux existants et les contraintes architecturales. L'espace végétalisé doit se situer en point bas pour infiltrer les eaux pluviales.

**INJECTER LES EAUX PLUVIALES EN SURFACE**  
Éviter les bordures émergentes sauf pour les usages de séparation et de butte-route. Dans ce cas, prévoir des interruptions de bordure de 1 mètre minimum, tous les 3 mètres maximum. Orienter le fil d'eau vers l'espace végétalisé.

**CRÉER DES ESPACES VERTS EN DÉPRESSION**  
Positionner la terre et le couvert végétal (dont le mulch) au moins 10 à 30 cm en dessous de la cote de voirie pour obtenir un volume suffisant pour gérer les eaux pluviales.

**CRÉER UNE PENTE VERS LES ESPACES VÉGÉTALISÉS**  
Créer des pentes allant des surfaces imperméables vers l'espace végétalisé pour y diriger les eaux pluviales (en cas de reprise des revêtements). Vérifier les profils en long et en travers.

**ANALYSER LE CHEMIN DE MOINDRE DOMMAGE**  
Vérifier les seuils des bâtiments et le chemin de l'eau en cas de débordement pour éviter les inondations notamment de parties privatives. Maintenir ou recréer une grille ou un avaloir en surverse pour acheminer l'excédent des eaux pluviales vers la voirie d'assainissement.

- Temps long : collaboration avec subdivision eau pour dimensionnement (noue végétalisée).
- **Pas de paysagiste**



## Création ou réaménagement

### Ouvrages de gestion des eaux pluviales dimensionnés

#### 1 DGEEP (SUBDIVISION DE VOIRIE)

#### 2 DIRECTION CYCLE DE L'EAU (RT)

##### INFORMATION SUR LE PROJET

##### CONCEPTION DES OUVRAGES

→ Préparer le descriptif du projet, le plan de localisation, le calendrier, la perméabilité du projet, la surface connectée, l'estimation du montant de l'opération et les investigations complémentaires.

→ Concevoir les ouvrages de gestion à la source des eaux pluviales. cf. Fiche réflexe Ouvrages de gestion des eaux pluviales dimensionnés

*Si le projet contient un ouvrage hydraulique existant de la DCE, contacter RT.*

→ Fournir :  
- une note hydraulique avec les objectifs du PLU-H et le dimensionnement  
- un plan des ouvrages  
- un chiffrage à la subdivision de voirie

→ Envoyer ces éléments par mail à :  
- l'unité Gestion du patrimoine (GDP) : le futur gestionnaire de l'ouvrage  
- la subdivision territoriale du service Ressources techniques (RT) de la direction du Cycle de l'eau : le maître d'œuvre  
- le service Nature et Fleuves : le futur gestionnaire des arbres

Concertation étroite entre les différents services pendant toute la durée du projet

#### 3 DGEEP (SUBDIVISION DE VOIRIE)

#### 4 DIRECTION CYCLE DE L'EAU (RT)

##### DOSSIER AGENCE DE L'EAU

##### SUIVI DE CHANTIER

→ Avant le démarrage du chantier, réaliser et déposer le dossier d'aides Agence de l'eau : cf. tutoriel disponible sur Comète

→ Réaliser les missions de MOE pour les ouvrages de gestion des eaux pluviales en phases de réalisation.

##### OBSERVATOIRE DE LA VILLE PERMEABLE

##### RÉCEPTION DE CHANTIER

→ Cet espace et les surfaces déconnectées associées sont à prendre en compte dans l'observatoire de la Ville perméable. Partager ces informations avec l'équipe Ville perméable de la Direction du cycle de l'eau.

→ Transmettre le DOE de l'ouvrage de gestion des eaux pluviales au gestionnaire (GDP)

→ Inviter le gestionnaire GDP (qui associera l'exploitation) aux opérations préalables à la réception (OPR) : cf. procédure Réception et remise d'ouvrages

# Approche paysagère projet

**Interne** : Bureau d'étude de la DMOU : chargés de projets formé à gestion de eau, architecte, **paysagiste**

**Externe** : Marché à bon de commande de Maitrise d'œuvre ou marché spécifique : Equipe pluridisciplinaire (**+ ou - écologues, paysagistes**). Prescriptions données par la DCE pour choix du BE, programme, avis sur AVP, PRO et réception



Avenue Grande Bretagne. Lyon



Rue du Vercors N. Lyon. Google



Notice Biodistrict. Ilex



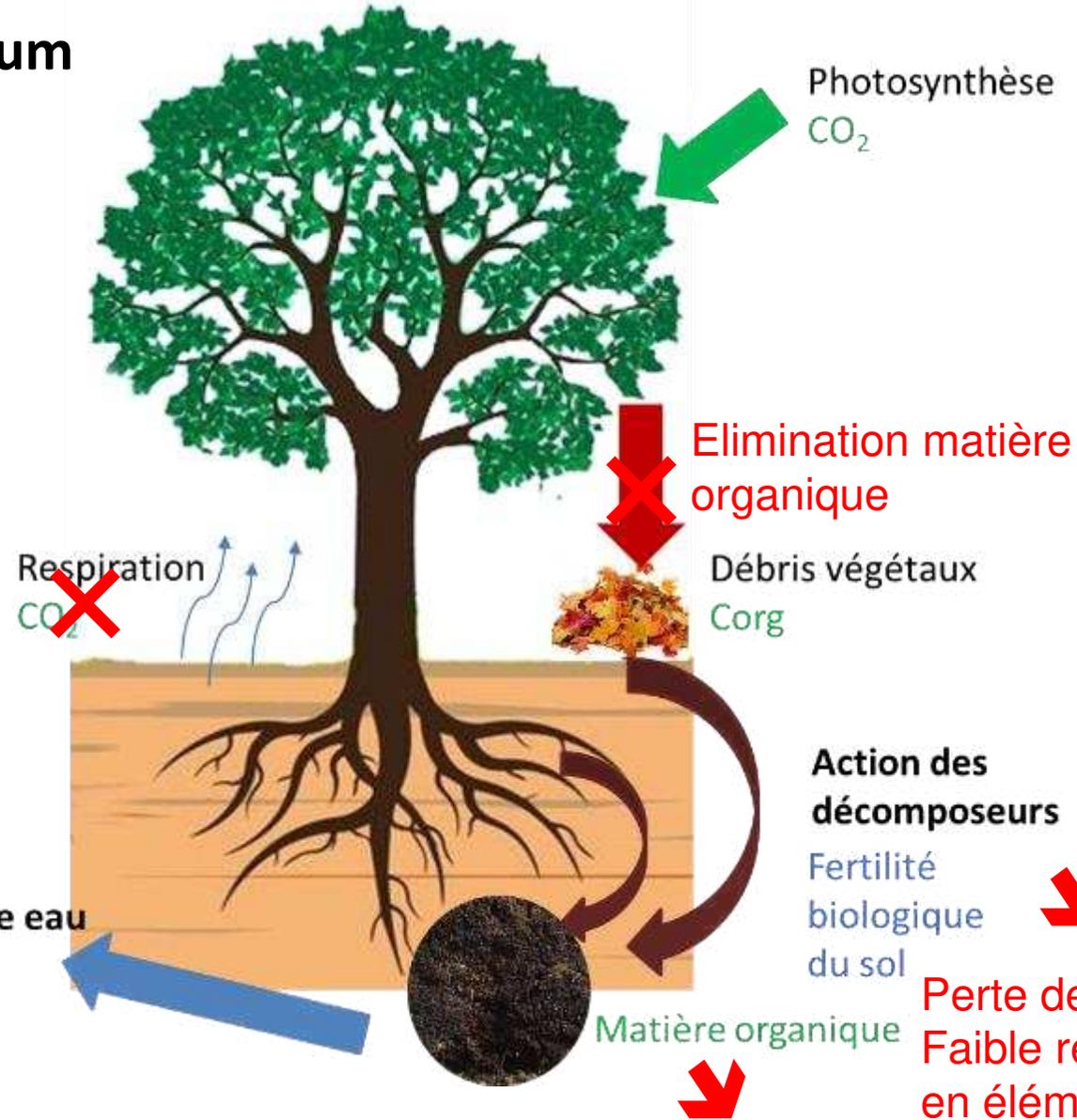
# Panorama de sols urbains en pieds d'arbres

# Les caractéristiques du contexte urbain

➔ **Modification du continuum sol-plante-atmosphère**

Sol compact  
Forte teneur en éléments grossiers  
pH basique

Fertilité Physico-chimique  
Structuration  
Éléments nutritifs  
Réservoir utilisable eau



➔ **Sols peu fertiles et rendant moins de services écosystémiques**

# Les sols urbains sont très hétérogènes

Sols pseudo-naturels

Sols de dépôts

Sols construits

Sols scellés



Profils de sols urbains végétalisés et artificialisés avec une urbanisation croissante du péri-urbain vers l'hyper-centre (crédit photos Christophe Ducommun, Jean-Pierre Rossignol et Laure Vidal-Beaudet).

# Les caractéristiques des sols en ville

➔ Le volume du sol et sa qualité ne sont pas compatibles avec la production de biomasse



**➔ Le volume du sol urbain et sa qualité ne sont pas compatibles avec la production de biomasse**



# Les volumes des fosses de plantations

# FOSSE DE PLANTATION : les règles

---

## Recommandations du fascicule 35 du CCTG :

### La préparation des sols pour la végétation comprend :

- l'ouverture des fosses de plantation :
  - ⇒ en sol favorable, il est recommandé de réaliser les fosses de plantation à partir des matériaux des sols en place et de les travailler sur environ 1 à 1,2 m de profondeur (pour les arbres), 50 à 70 cm (pour les arbustes) et 2 à 4 m<sup>2</sup> de surface,
  - ⇒ en sol défavorable, il est recommandé de réaliser une fosse de plantation de 10 à 20 m<sup>3</sup>, sur une profondeur d'environ 1 à 1,2 m, reconstituée soit avec réutilisation partielle des matériaux de déblais (amendés pour améliorer leurs propriétés agronomiques), soit avec leur remplacement total par des matériaux fertiles extérieurs au site,
  - ⇒ dans le cas de mélange terre-pierres, il est recommandé d'augmenter le volume des fosses pour que la quantité de terre disponible reste suffisante pour les végétaux concernés,

# FOSSE DE PLANTATION : les règles

## Règles professionnelles de l'UNEP :

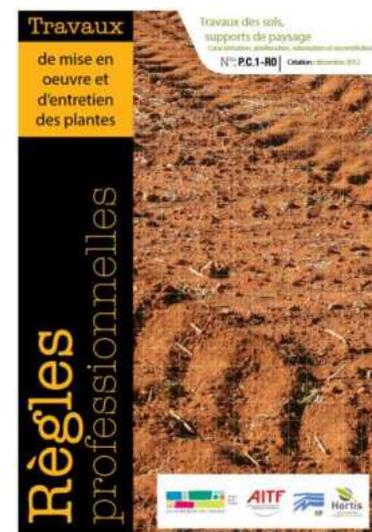
### Dimensions des fosses de plantation :

- **dans un sol en place et encaissant favorable** : les fosses de plantation sont réalisées à partir des matériaux des sols en place et sont travaillées sur 2 à 4 m<sup>3</sup> environ, en prenant soin de déblayer puis de remblayer les matériaux issus du sol en place et de bien décompacter le fond et les parois de la fosse. L'intérêt est de contribuer ainsi à aérer les matériaux par brassage et à optimiser la porosité du sol dans la fosse pour la circulation de l'air et de l'eau. Dans ce cas, l'ordre des horizons du sol initial est strictement conservé lors de leur remise en place par couches successives
- **dans un sol en place et encaissant défavorable** : les fosses de plantation reconstituées peuvent être rendues nécessaires lorsque les matériaux du site sont de mauvaise qualité et que l'encaissant n'a pas de propriétés agronomiques suffisantes pour permettre le bon développement des plantes. La fosse de plantation aura une taille de 10 à 20 m<sup>3</sup>, elle est reconstituée soit avec réutilisation partielle des matériaux de déblais (amendés pour améliorer leurs propriétés agronomiques), soit avec leur remplacement total par des matériaux fertiles extérieurs au site.

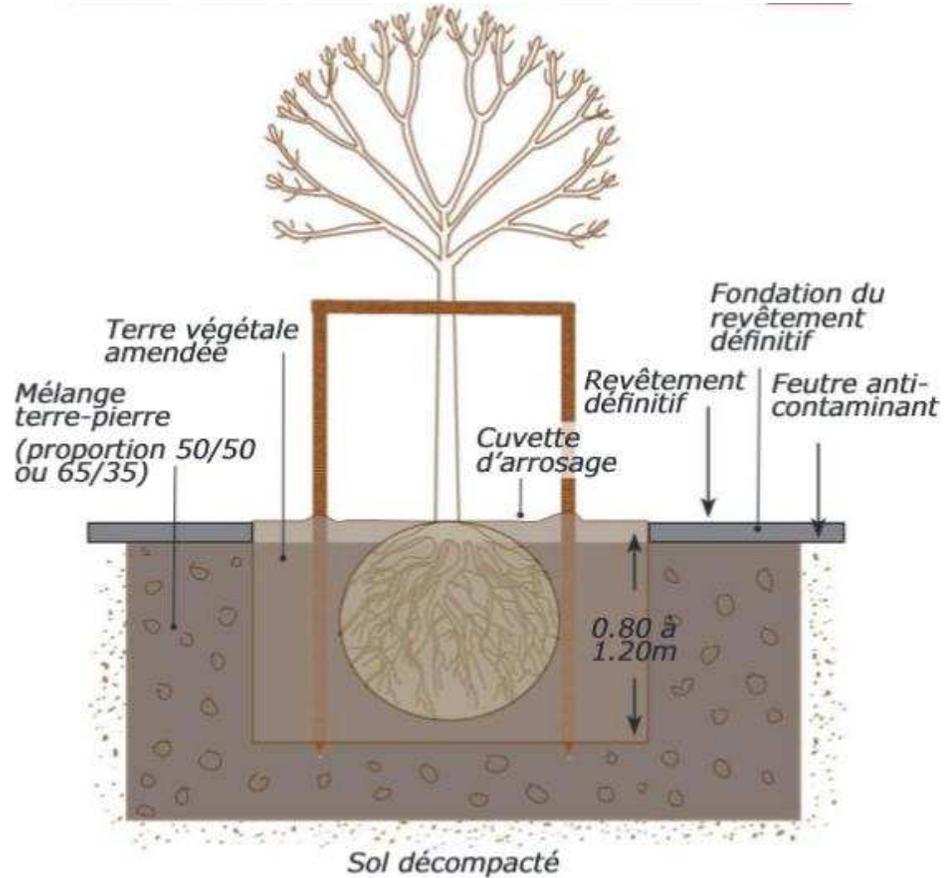
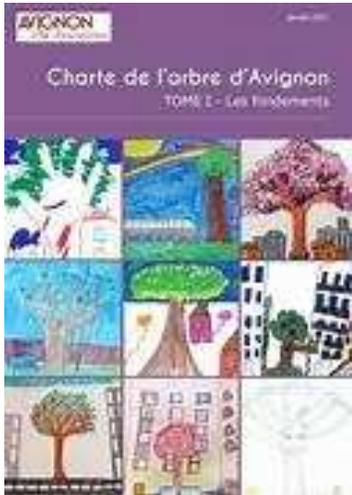
### Dimensions des fosses de plantation en MTP :

#### 3.4.2.8.5. Dispositions particulières pour les fosses de plantation d'arbres

Le volume minimal d'une fosse de MTP à prévoir pour chaque arbre est supérieur aux recommandations de fosses en terre simple. Le volume de terre étant limité entre 1/3 et 2/5 dans la proportion de mélange, on considère que le volume de référence de 10 à 20 m<sup>3</sup> par fosse d'arbre doit être augmenté de 50 % à 100 %, soit 15 à 40 m<sup>3</sup> de MTP par arbre selon les conditions du sol encaissant. En cas de sols stériles alentour, ce volume peut être augmenté jusqu'à 50 à 70 m<sup>3</sup>/arbre.



# FOSSE DE PLANTATION : les chartes de l'arbre en ville



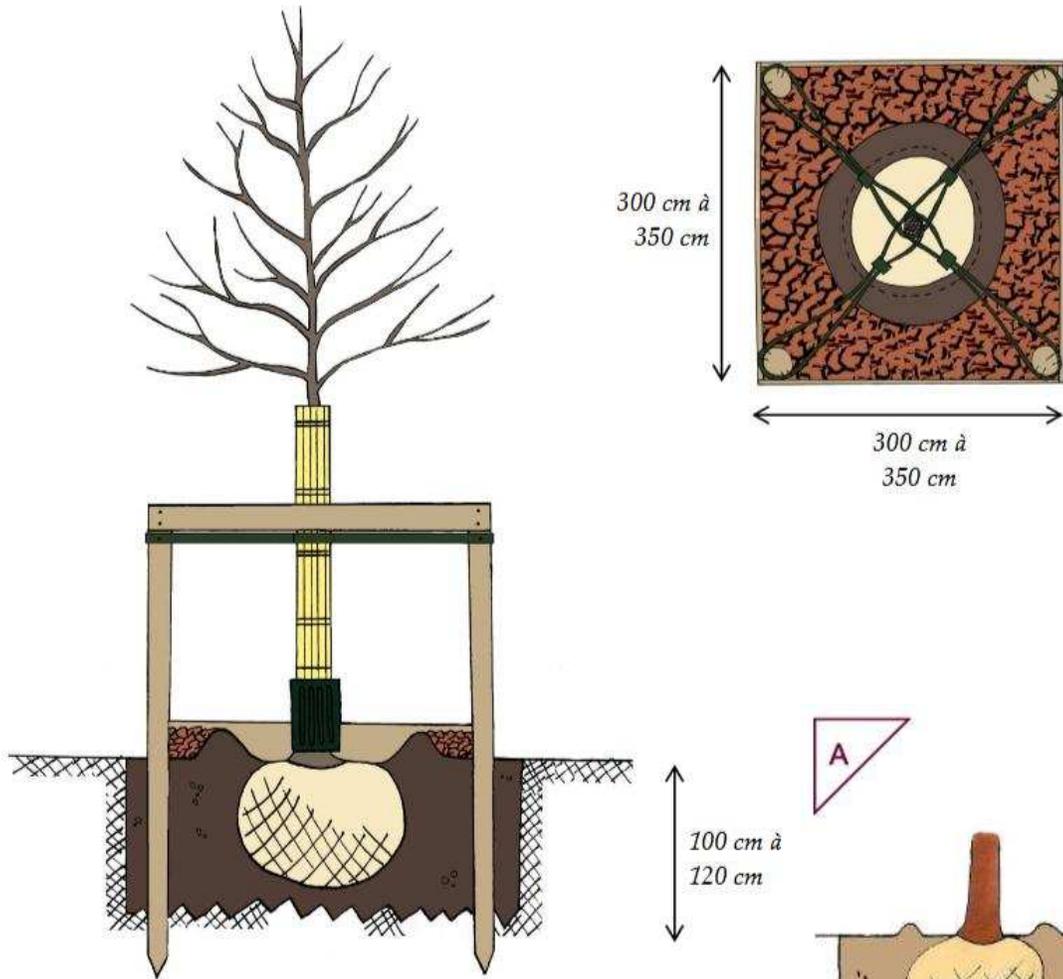
Fosse en mélange terre-pierre pour limiter la compaction du sol

Source : AURAV\_ schéma inspiré de Denis Bigot, Aménagement des espaces paysagers (Le Moniteur)

## CHARTE DE L'ARBRE D'AVIGNON :

	Volume minimum des fosses	Profondeur des fosses
Arbres et conifères à petit développement (H<10 m)	<b>9 m<sup>3</sup></b>	<b>1 m</b>
Arbres et conifères à grand et moyen développement (15<H<25 m)	<b>12 m<sup>3</sup></b>	<b>1 à 1,5 m</b>

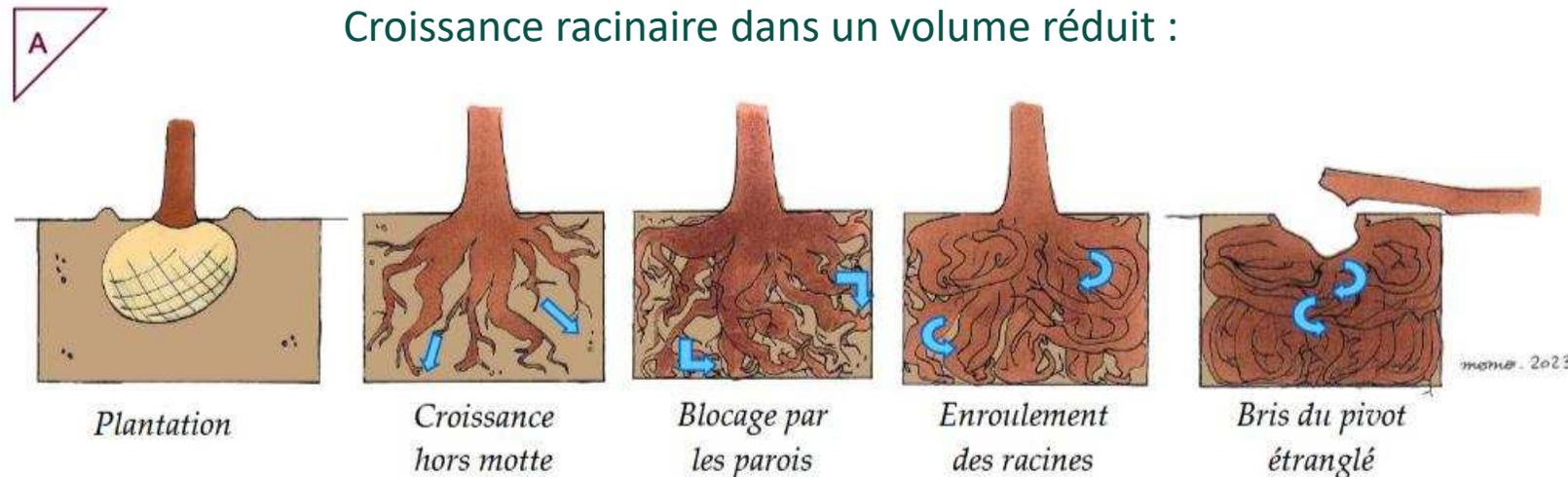
# FOSSE DE PLANTATION : les chartes de l'arbre en ville



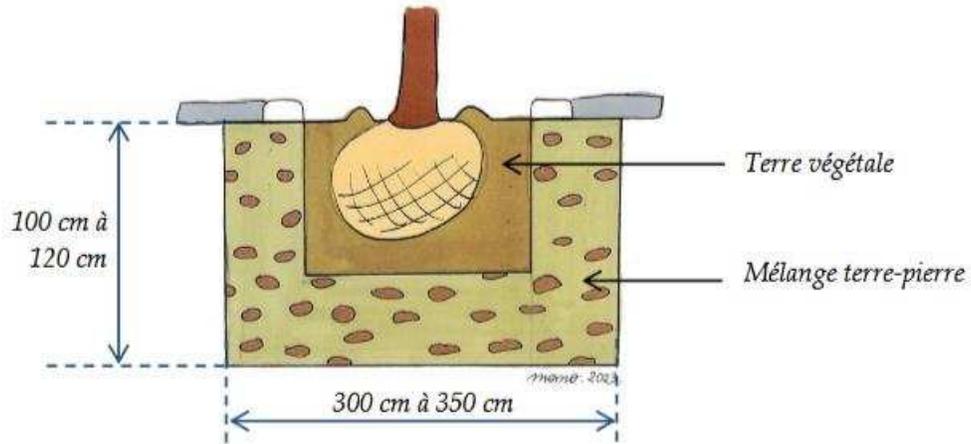
## CHARTRE DE L'ARBRE DE NICE :

En milieu urbain, le volume minimal de la fosse de plantation est de  $12 \text{ m}^3$  par arbre sur une profondeur de 1 à 1,2 m pour les arbres de grand développement ; pour les arbres de petit développement, il doit être d'au moins  $9 \text{ m}^3$  (Figure 48).

## Croissance racinaire dans un volume réduit :



# FOSSE DE PLANTATION : le mélange terre-pierre



## CHARTRE DE L'ARBRE DE NICE :

Le mélange terre-pierre est déposé en couches de 30 à 40 cm à l'aide d'une pelleteuse et compacté au fur et à mesure à la plaque vibrante, ce qui permet le blocage des pierres les unes contre les autres. Le versement direct dans la fosse est à proscrire, car il entraînerait une perte d'homogénéité du mélange.

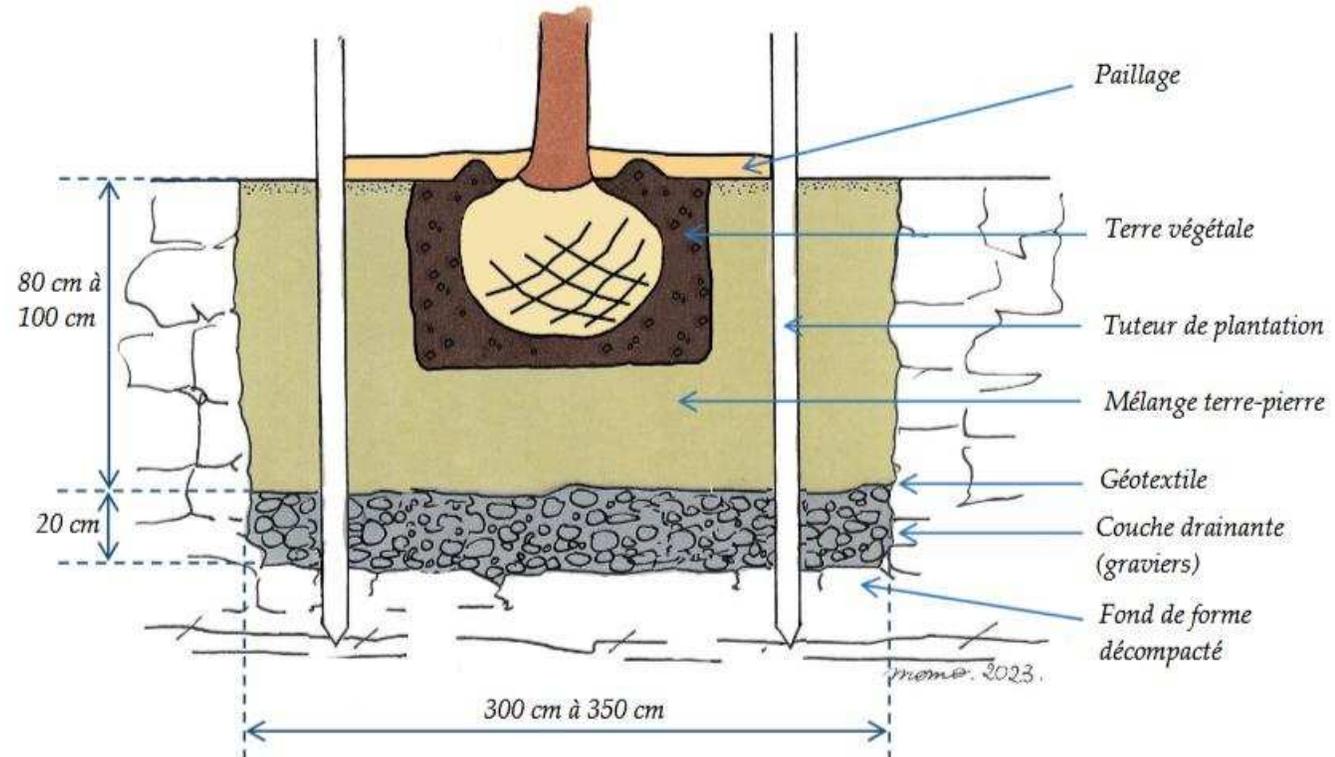


Figure 54. Constitution d'une fosse de plantation.

# FOSSE DE PLANTATION : les chartes de l'arbre en ville

## Fosse de plantation en espace libre :

- La fosse doit être largement supérieure au volume des racines de l'arbre qui sera planté. **Un volume de 9 m<sup>3</sup> minimum est conseillé, avec un décompactage jusqu'à 1,50 m de profondeur.**

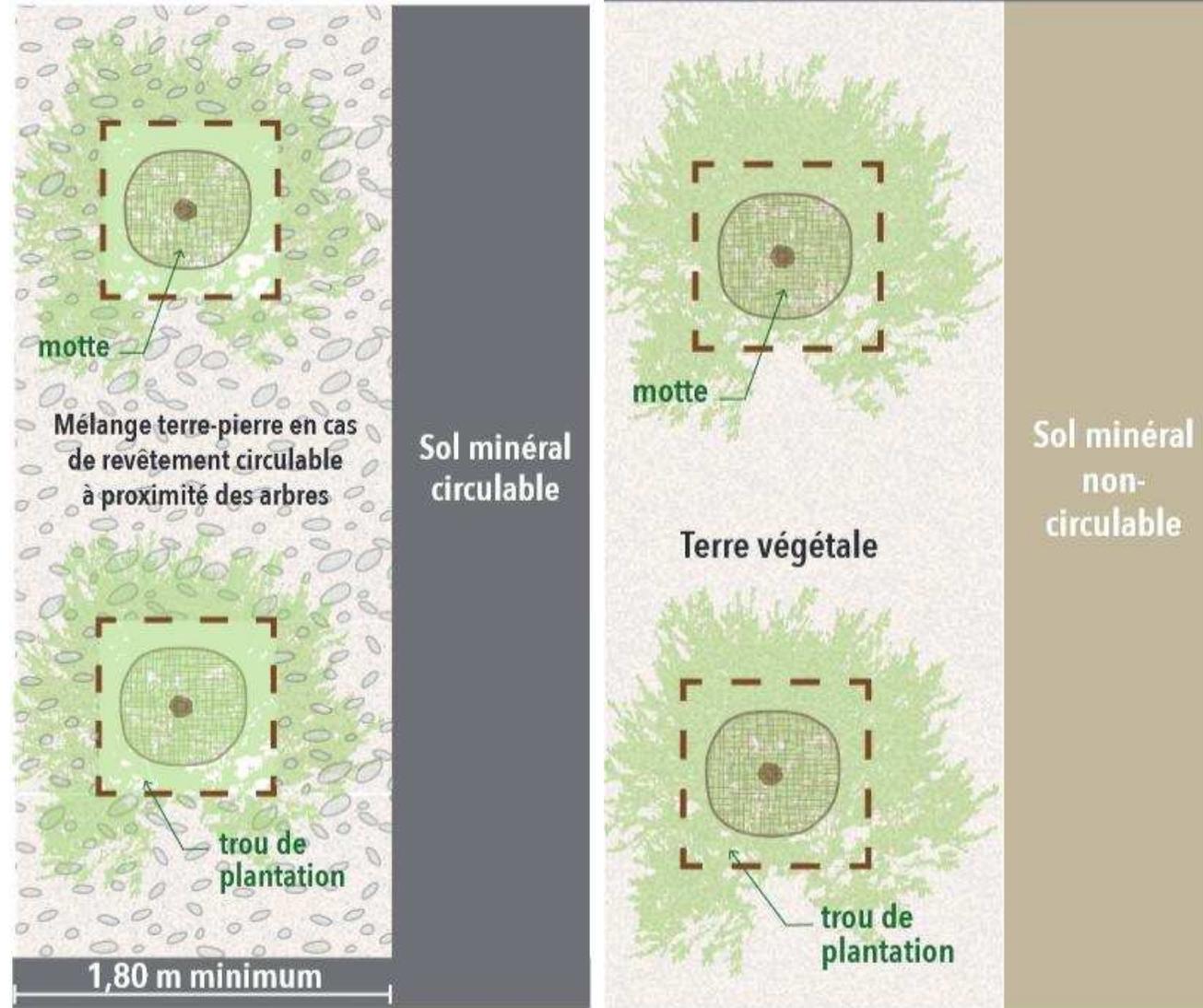
## Fosse de plantation continue:

La fosse est comblée en terre végétale ou en mélange terre-pierre (substrat qui résiste au compactage) si un revêtement circulaire est prévu à proximité des arbres.

**Une fosse de plantation continue doit respecter un volume minimum de 8 m<sup>3</sup> par arbre lorsqu'elle est comblée en terre végétale et 12 m<sup>3</sup> lorsqu'elle est comblée d'un mélange terre-pierre.**

La profondeur maximale est de 1,5 m ; au-delà, les conditions d'oxygénation ne permettent plus le bon développement des racines.

## CHARTE DE L'ARBRE DE MONTPELLIER :



# Panorama d'arbres de pluie

# Panorama d'arbres existants. Arbres isolés



Rue Bataille. Lyon 8



Rue Bellecombe. Lyon



Rue du Dr Coblod. Vénissieux

# Panorama d'arbres existants. Arbres alignement



Rue du Dr Coblod. Vénissieux. Google



Quai Claude Bernard. Lyon. Google

# Panorama d'arbres existants. Arbres alignement, arbustes



Rue du Vercors S. Lyon.



Rue Garibaldi. Lyon.

# Panorama d'arbres existants. Arbres alignement. Tranchée Stockholm



Rue des cuirassiers. Lyon. google.

# Panorama d'arbres existants. SFN



Rue Vauban. Lyon.



Rue J Récamier. Lyon.



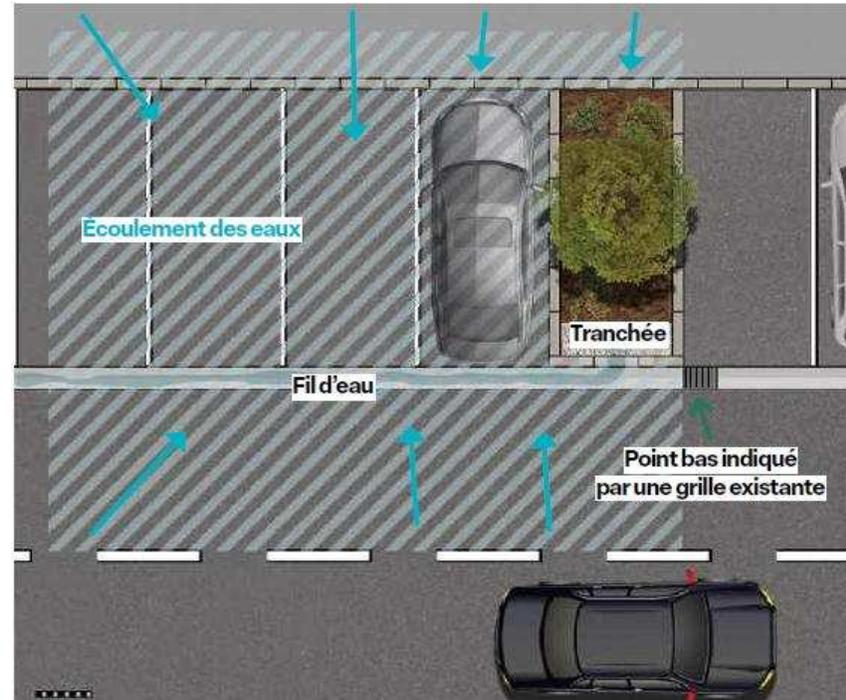
Rue Cdt L'Herminier. Villeurbanne



Rue Anjoly. Couzon au Mont d'Or

Quel abattement de pluie ?

# Estimation de l'abattement des pluies



Dimensions de ouvrages +/- fixées

Détermination du bassin versant

Recherche de la pluie abattue pour les dimensions (méthode des pluies)

Modification si possible des dimensions de ouvrages pour augmenter abattement

Quels enseignements pour créer un arbre de pluie ?

# Enseignement sur les arbres de pluie

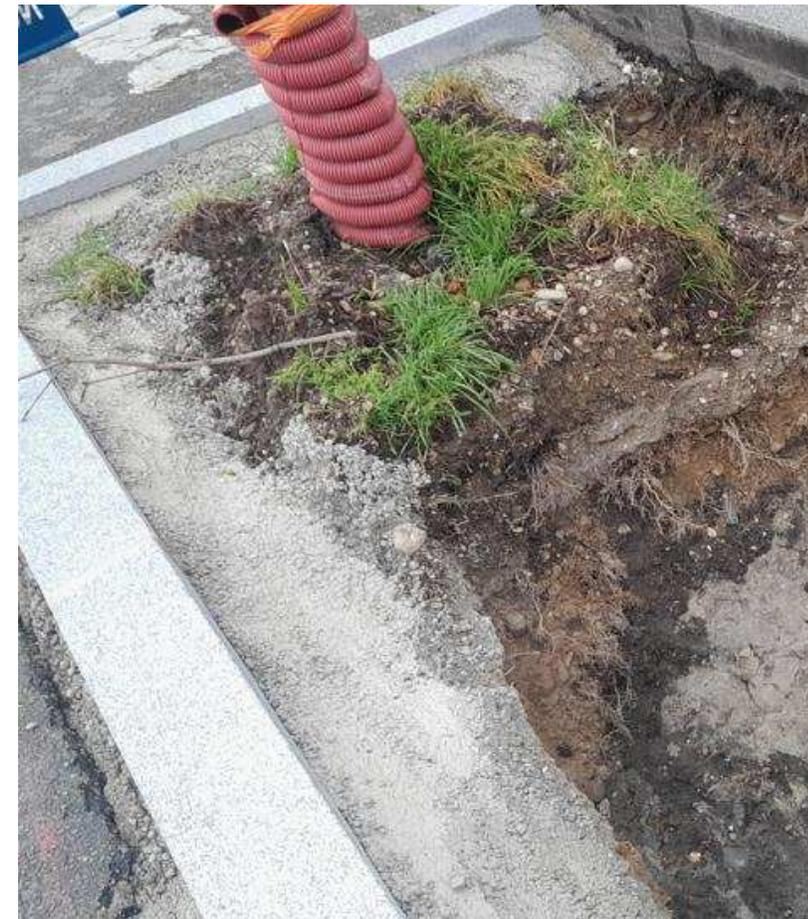


Rue Bellecombe. Lyon

Ouverture



Dépression



Bordures et épaulement

# Créer un sol fertile pour les besoins des arbres

# La construction de sols fertiles pour la ville

➔ La reconstitution de sol : une pratique ancienne

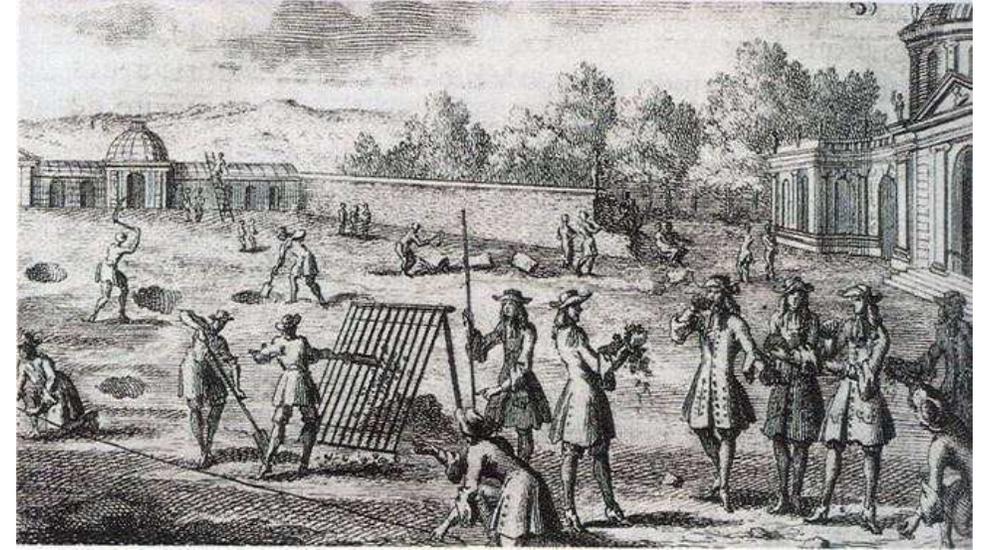
**Travaux du Potager du Roy 9 ha  
Versailles (1678-1683)**

terrassement,  
apport de sol et d'amendements  
pour convertir l'étang puant



Source gallica.bnf.fr / Bibliothèque nationale de France

<http://ark.bnf.fr/ark:/12148/cb40584898q> (1662)



*La Quintinie, Instruction pour les jardins fruitiers et potagers, nouvelle édition (1730)*



# La construction de sols fertiles pour la ville

➔ La reconstitution de sol : une pratique ancienne

**Construction de sol à Central Park(341 ha)**

transformation de marécages en parc

1857-1869

Apport de 3 M m<sup>3</sup> de terre

plantation de 500 000 arbres



<https://www.nypl.org/>

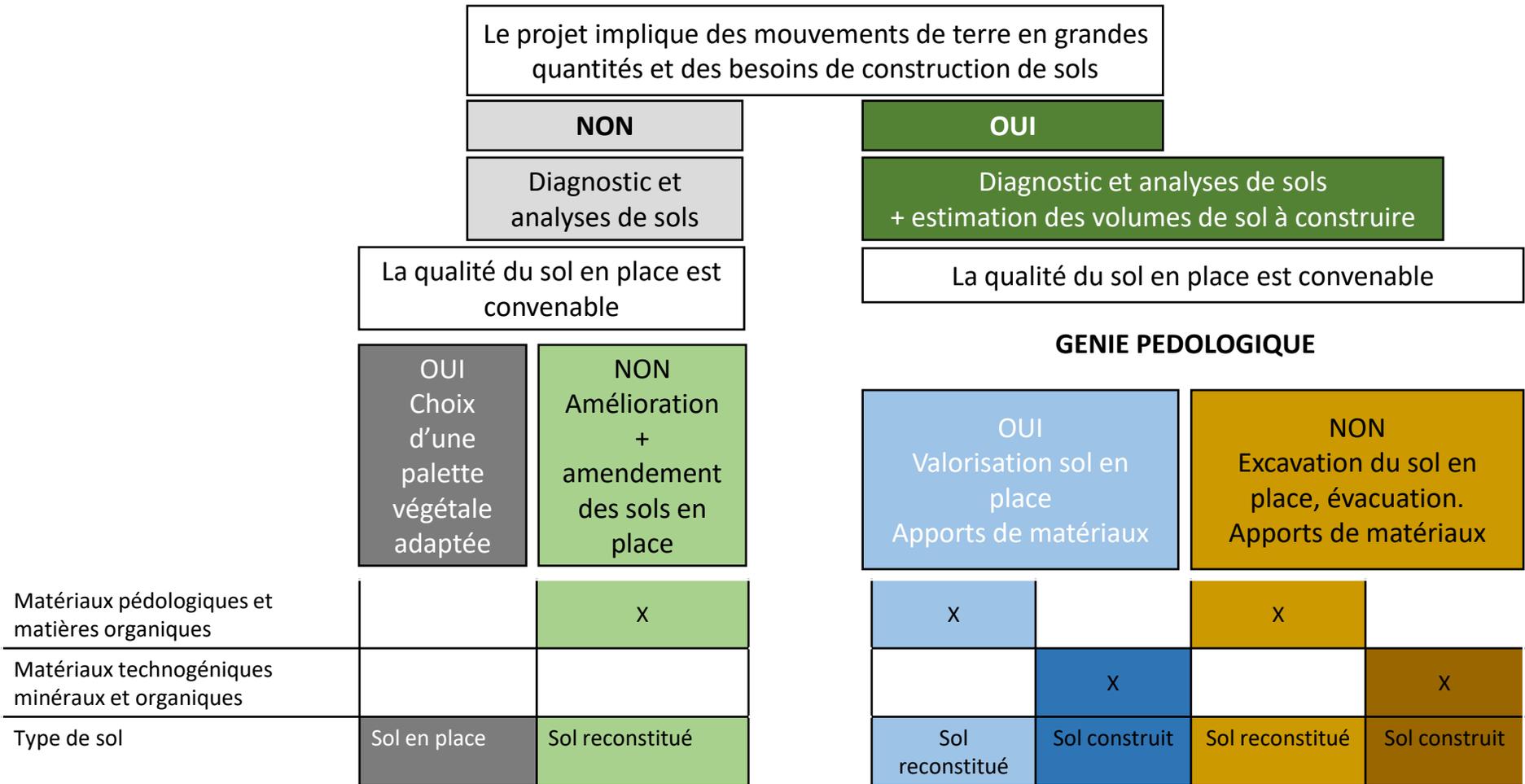


*Manhattan – a natural history of New York City, EW Sanderson, 2009*



# La construction de sols fertiles pour la ville

## Quelles pratiques de gestion de la qualité agronomique des sols en ville pour la végétalisation ?



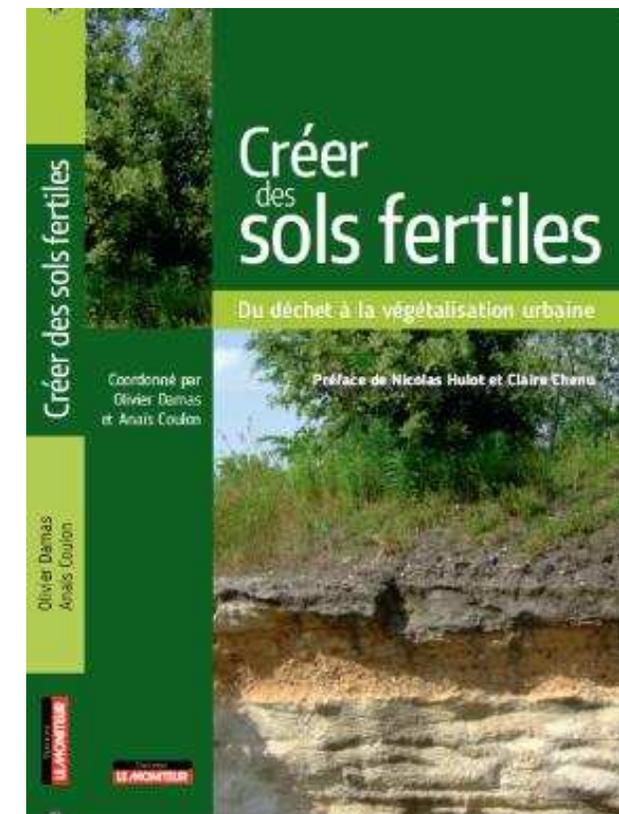
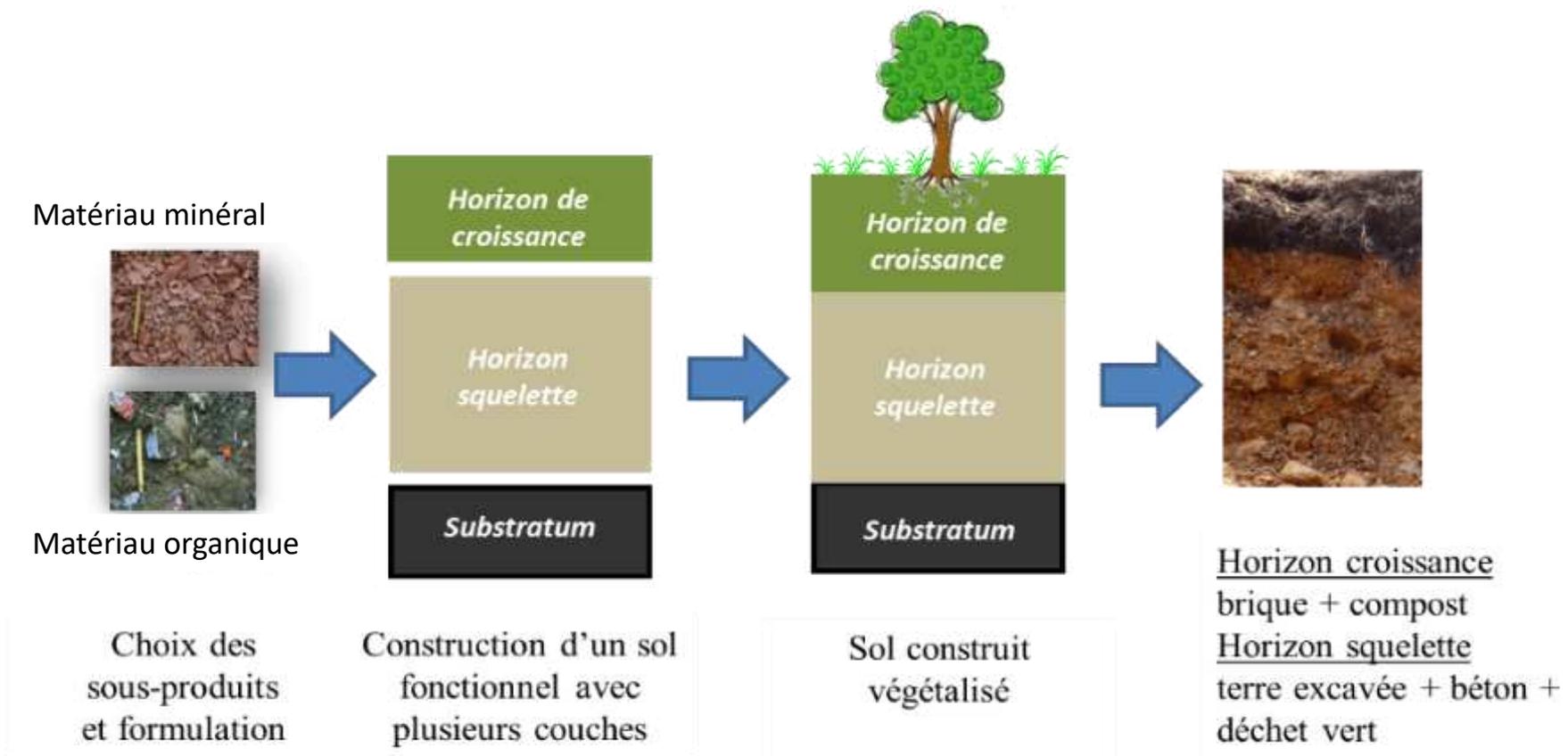
D'après guide de réutilisation hors site des terres excavées en technique routière et dans des projets d'aménagement, BRGM/RP-60013-FR, Février 2012

 Le génie pédologique pour reconstituer des sols ou **construire des sols fertiles avec des matériaux anthropiques**

# La construction de sols fertiles pour la ville

## ➔ Mise en œuvre du génie pédologique

Procédé de construction de sol du programme Siterre.



Exemple du profil de sol développé pour l'usage « arbre d'alignement ».

# La construction de sols fertiles pour la ville

## Gestion des sols urbains et périurbains : réutilisation des déchets urbains

Le génie pédologique a été testé pour la réhabilitation de friche industrielle (GISFI Nancy, France)  
8,000 tonnes de sol traité ; 8,000 tonnes de boue de papeterie ; 400 tonnes de compost de déchets verts



Le génie pédologique a permis une structuration rapide, une altération chimique et biologique et une colonisation racinaire.



Séré et al., 2011, *Journal of Soils and Sediments*



**Le sol construit est rapidement capable de fournir les mêmes fonctions que le sol naturel**

# Processus de construction de sols fertiles

Projet Pré Gaudry : 8.5 ha friche industrielle Lyon, 7ème arr. (France)

5 600 m<sup>2</sup> de nouveaux espaces verts publics

Projet démarré en 2020



➡ Le sol est descellé, traité contre *Fallopia japonica* jusqu'à 1,5 m de profondeur par tamisage



Plateforme de mélange



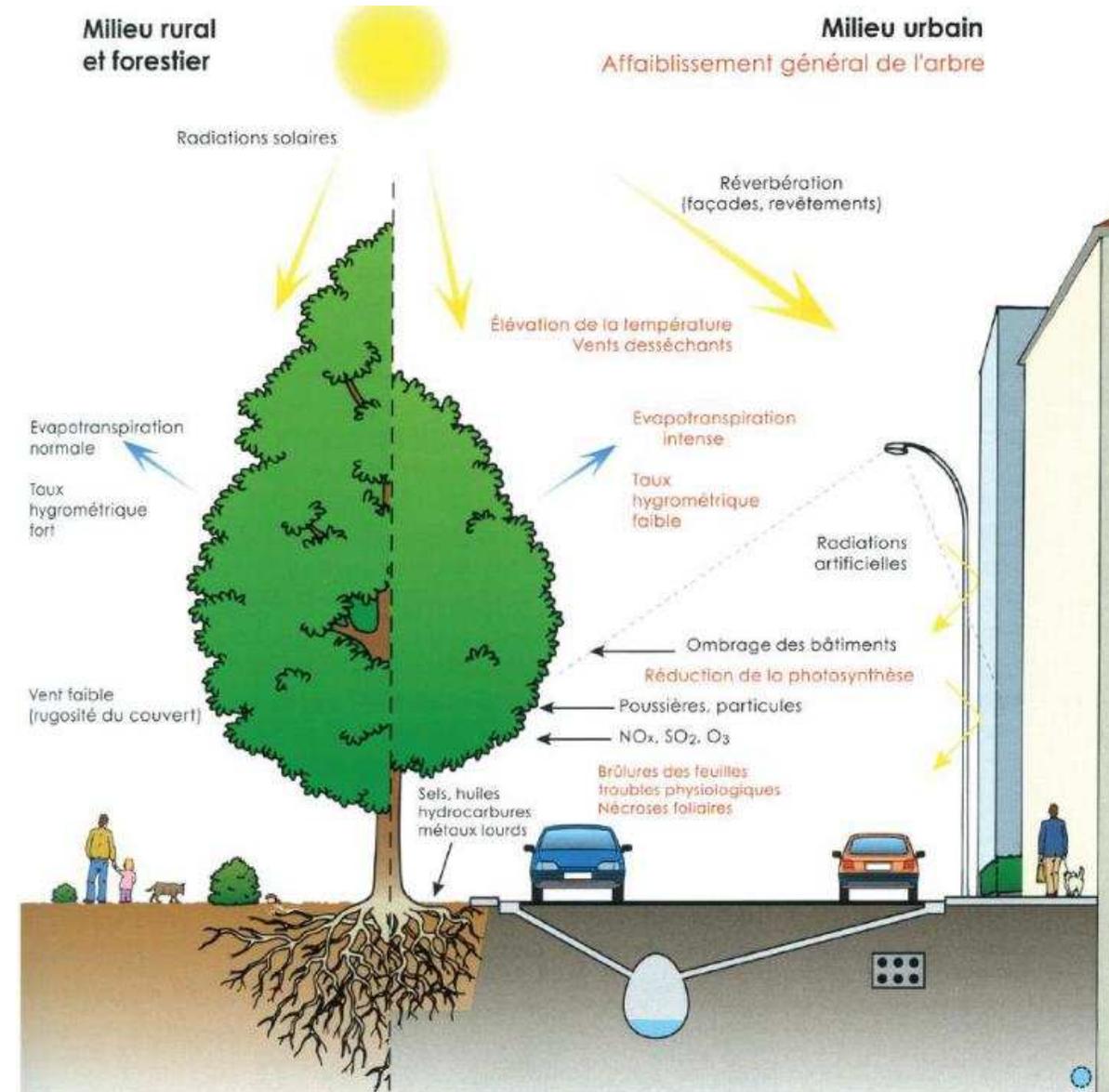
Trou de plantation



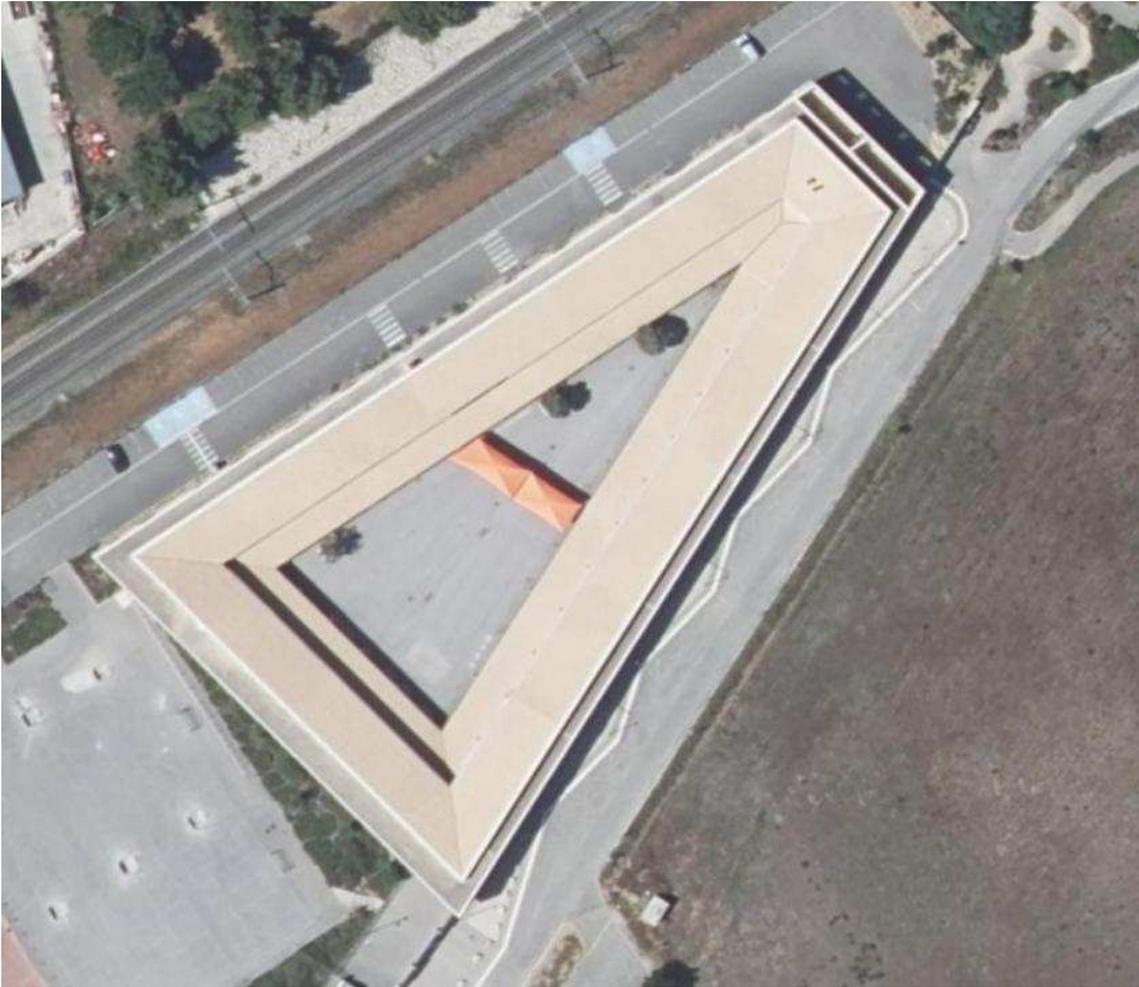
Penser l'environnement dans lequel l'arbre évoluera

# LA PRISE EN COMPTE DU CONTEXTE

- Les **expositions** au soleil et au vent orientent le projet de végétalisation
  - ⇒ Pérennité en cas de restriction des accès à l'eau
- Identifier les **sources de stress** pour le végétal
- Identifier et prendre en compte les **chemins de l'eau** dans la conception du projet
- Importance de privilégier la capacité de **rétenction en eau** du sol

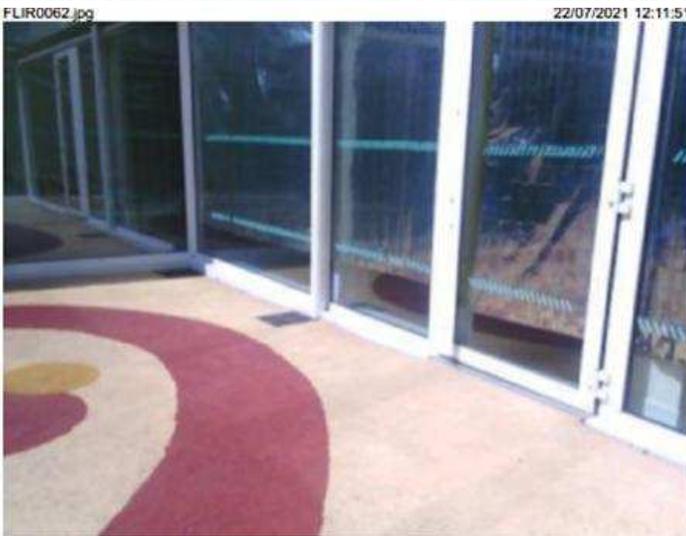
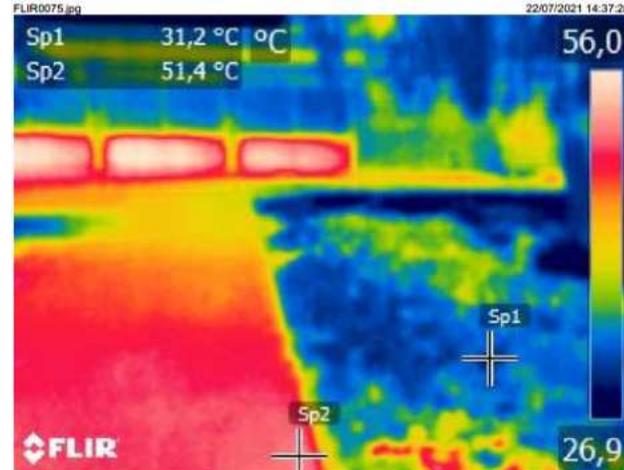
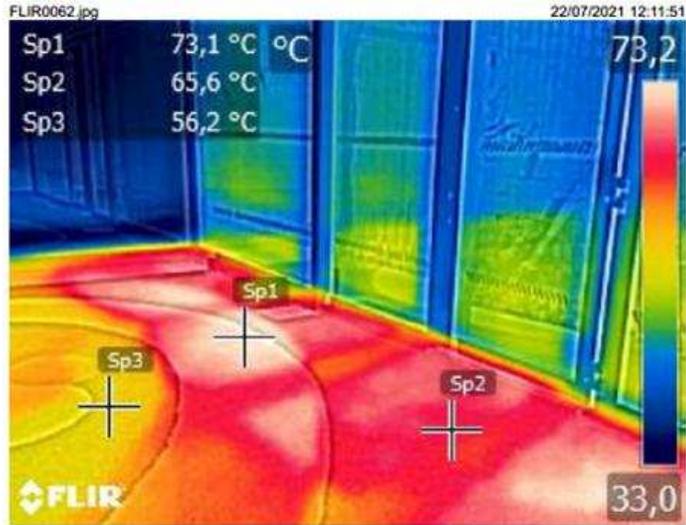


# LA PRISE EN COMPTE DU CONTEXTE



*Conditions climatiques d'une cour – patio en milieu méditerranéen*

# LA PRISE EN COMPTE DU CONTEXTE



*Rue côté ombre*

*=> Privilégier les plantations côté ombre ?*

*73°C au sol dans un patio vitré à Troyes*

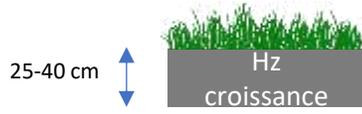
Terre végétale, terre de déblai rééquilibrée  
ou mélange terre-pierre ?

# La construction de sols fertiles pour la ville

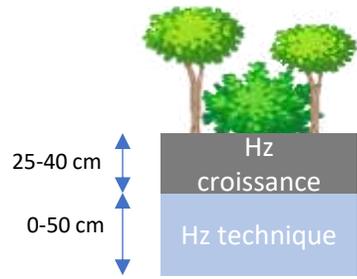
➔ Quel design du profil de sol en fonction des usages? Nombre et type d'horizon, valeur des indicateurs



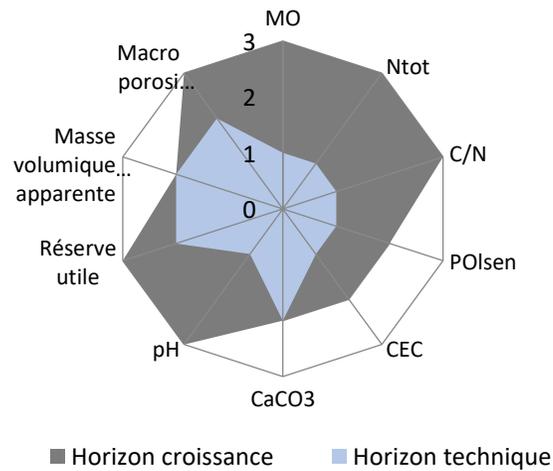
Accompagnement de voirie  
Tramway  
Toiture terrasse extensive



**Square et parc**  
Accompagnement de bâtiment  
Toiture terrasse intensive  
Jardins vivriers  
Sites industriels

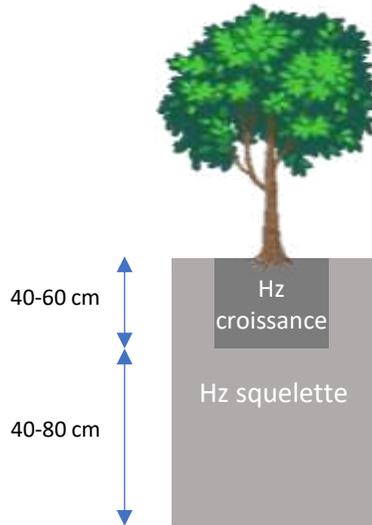


## « Square et parc »

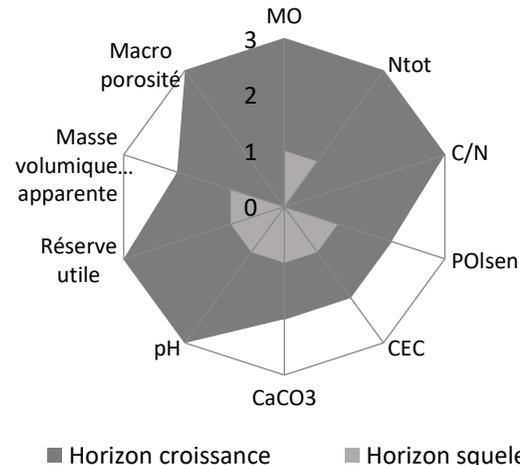


Valorisation du sol en place : décompactage + amendement organique

**Arbres d'alignement**



## « Arbre d'alignement »



Plantation arbre alignement = mélange terre-pierre

# La construction de sols fertiles pour la ville

➔ Comment gérer la renaturation : désimperméabilisation de surface scellée et construction de sol



Thèse Antoine Morel 2022-2025 \_ financement idverde

# Mise en œuvre et retours sur le terre-pierre

# FOSSE DE PLANTATION : le mélange terre-pierre

## LES PIERRES :

Elles doivent répondre à plusieurs critères pour pouvoir être utilisées dans la confection du mélange terre-pierres :

- résister à la fracture et l'écrasement.
- être de granulométrie homogène : 40/80 ou 60/120
- être inerte vis-à-vis du pH du sol,
- être anguleuses ou subsphériques de façon à générer le plus de lacunes possible (min. 30 %),
- provenir de gisements ou de filières locales (notamment les filières de recyclage des matériaux de démolition).



### IL EXISTE UN TEST SIMPLE

Il consiste à remplir un contenant d'un volume connu avec les pierres.

On mesure ensuite la quantité d'eau nécessaire pour remplir le contenant.

Le volume d'eau versée est égal au volume de vide entre les pierres.

@Toulouse Métropole

## LE SUBSTRAT :

La terre végétale doit être **meuble et sèche**,

Si elle est humide, elle ne prend pas sa place entre les pierres et se compacte lors de la mise en oeuvre.

La terre doit donc être stockée en conditions sèches,

Le mélange sera confectionné in situ,

Il sera compacté par couches de 30 cm environ.

# FOSSE DE PLANTATION : le mélange terre-pierre



# FOSSE DE PLANTATION : le mélange terre-pierre

---

## POINTS DE VIGILANCE

- Assurer une bonne proportion du mélange en tout point alors qu'il y a une forte tendance à la ségrégation des matériaux
- Réaliser un compactage suffisant et homogène par couches successives d'épaisseur limitée sans que la terre ne soit elle-même compactée
- Contrôle de l'humidité de la terre



## QUELS RETOURS D'EXPERIENCES ?

- Un développement des arbres jugé globalement satisfaisant en milieu urbain : absence de tassement du sol
- Vigilance : rétention en eau du sol en milieu méditerranéen
- MTP : uniquement si contrainte de portance

# Panorama d'espaces publics créés comme des impluviums : places, parkings et rues

# Plantations



Rues

Parking

Place

# Solutions hors sol



Rue Lacassagne. Lyon

Sans lien avec le bassin versant



Rue Danton. Lyon

Lien avec le bassin versant

# Echange avec les participants

# Webinaire 1h 2025 – La suite du cycle 1

- |   |            |
|---|------------|
| #1 Cycle de l'arbre // Eau, sol, arbre : le trio gagnant !                          | 25/02/2025 |
| <b>#2 Gestion intégrée de l'eau dans les parcs d'activités économiques</b>          | 25/03/2025 |
| <b>#3 Cycle de l'arbre // Que planter, comment et avec qui ?</b>                    | 29/04/2025 |
| <b>#4 Cycle de l'arbre // Patrimoine arboré, patrimoine bâti, faut-il choisir ?</b> | 20/05/2025 |
| <b>#5 Les espèces cibles de la trame turquoise</b>                                  | 17/06/2025 |



AGENCE RÉGIONALE  
**BIODIVERSITÉ  
ENVIRONNEMENT**  
*Naturellement Sud*

**Merci de votre attention**

