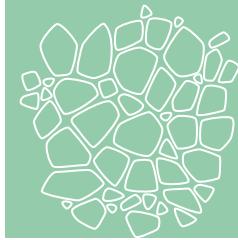


2.6



Les mélanges terre-pierres

Les guides pratiques de la charte des arbres

LES MÉLANGES TERRE-PIERRES

Le mélange terre-pierres est une technique de fabrication de sol qui permet de planter des arbres dans les trottoirs et autres zones circulées.

Le principe est de fabriquer un sol fertile et accessible aux racines, dessous les revêtements durs sur lesquels on marche ou on circule en vélo ou en voiture. Le principe « consiste à créer un squelette résistant au compactage grâce aux pierres qui vont s'autobloquer les unes aux autres en ménageant des espaces dans lesquels la terre va se loger sans se tasser. »¹

Cette technique a été mise au point à Angers dans les années 1980 et a fait ses preuves dans le monde. Elle utilise des granulats naturels issus d'extraction ou de démolitions.

Le mélange terre-pierres est adapté pour les trottoirs, les places piétonnes, les cours d'école, les pistes cyclables, les places de stationnement des véhicules légers. La portance obtenue (de l'ordre de 40 mPa) est insuffisante pour les voies à fort trafic ou poids lourds. Le mélange terre-pierres est une bonne solution pour remplir les tranchées sur trottoir et autres zones circulées et ainsi permettre le passage des racines. Il est également un moyen de relier entre elles des fosses de plantation pour constituer un vaste espace d'enracinement.

Attention, un sol en mélange terre-pierres est toujours moins favorable aux arbres qu'un sol constitué uniquement de terre : la part très importante occupée par les pierres est autant de volume de terre en moins. Moins de terre pour s'ancrer, moins de terre pour puiser les nutriments, moins de réserve en eau.

En raison de ses performances de portance, le mélange terre-pierres sert de fondation pour les revêtements de sol. Enrobé, pavages et autres dalles en béton n'ont donc besoin que de leur couche de forme ou lit de pose.

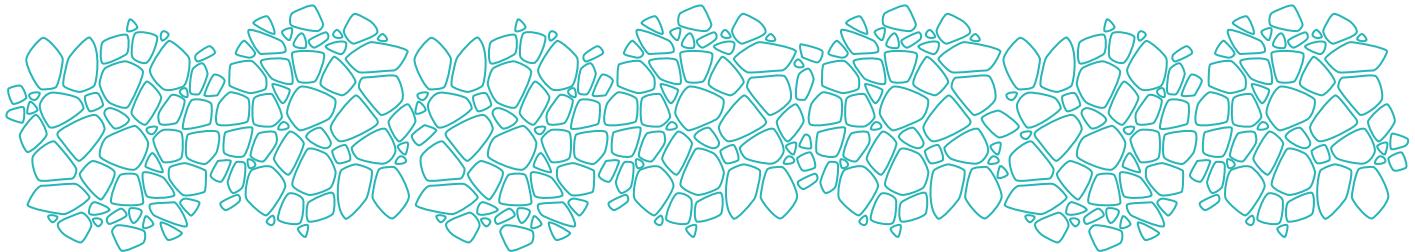


L'espace d'enracinement en mélange terre-pierres est en connexion avec le sol en place.



Emplacement d'une future plantation dans un mélange terre-pierres.

1- Les mélanges terre-pierres : caractéristiques morphologiques et analytiques, par Jean-Pierre Rossignol, Olivier Damas, Abdelkader Bensaoud et Xavier Marié, Journées nationales de l'étude des sols, Angers, 2007



Inconvénients du mélange terre-pierres

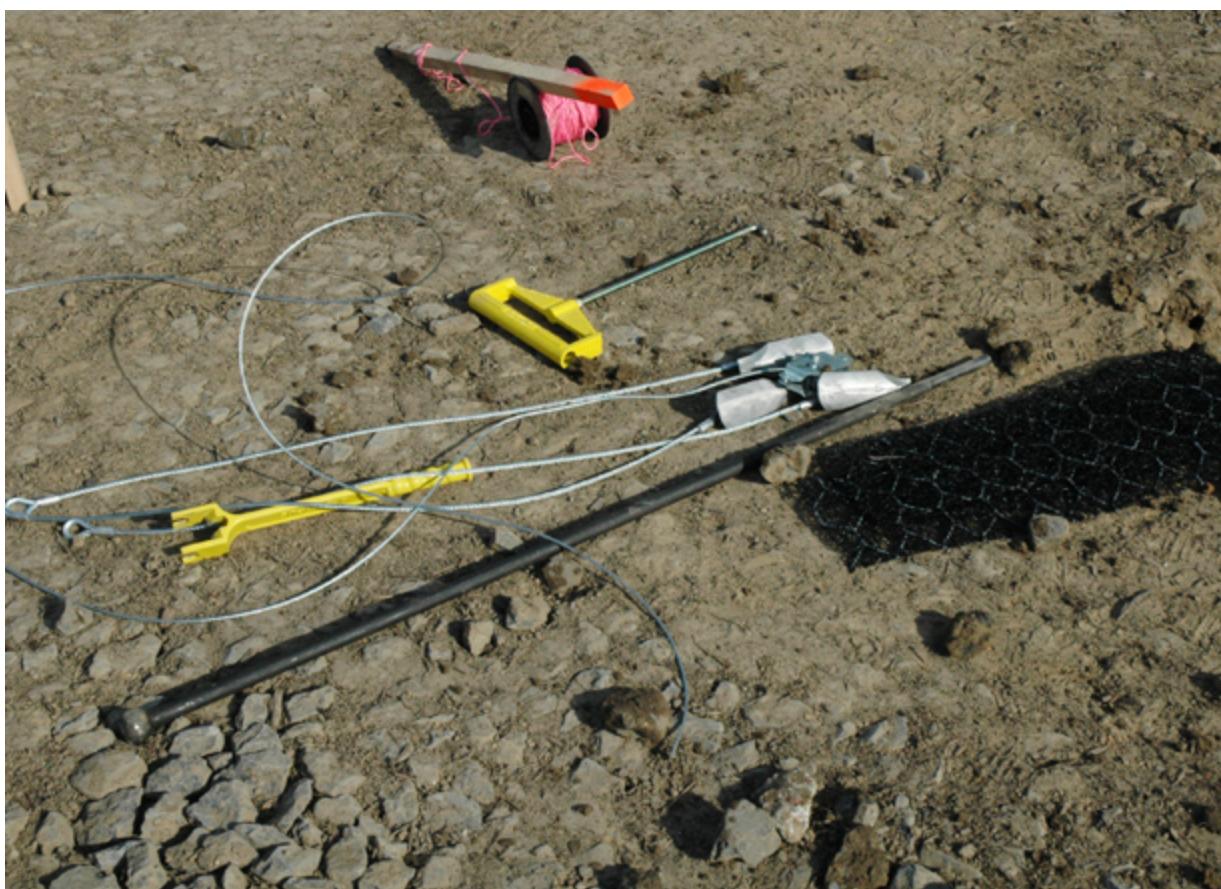
Le sol est plus filtrant qu'une terre simple ; il présente une plus forte tendance à s'assécher ce qui a une incidence directe sur le choix de la palette végétale.

L'emploi de granulats calcaire est susceptible d'entrainer une modification du pH du sol, avec en conséquence une incompatibilité avec certaines espèces d'arbres intolérantes au calcaire (par exemple le châtaignier).

La technique du mélange terre-pierres reste délicate à mettre en œuvre. Un mauvais mélange devient un substrat impropre aux racines ou bien un sol déformé et impraticable. Les opérateurs doivent être formés ou correctement informés des particularités du mélange terre-pierres.

Le coût de ce matériau dépend de la disponibilité des granulats.

Le tuteurage des arbres n'est pas possible ; il faut utiliser des ancrages de motte.



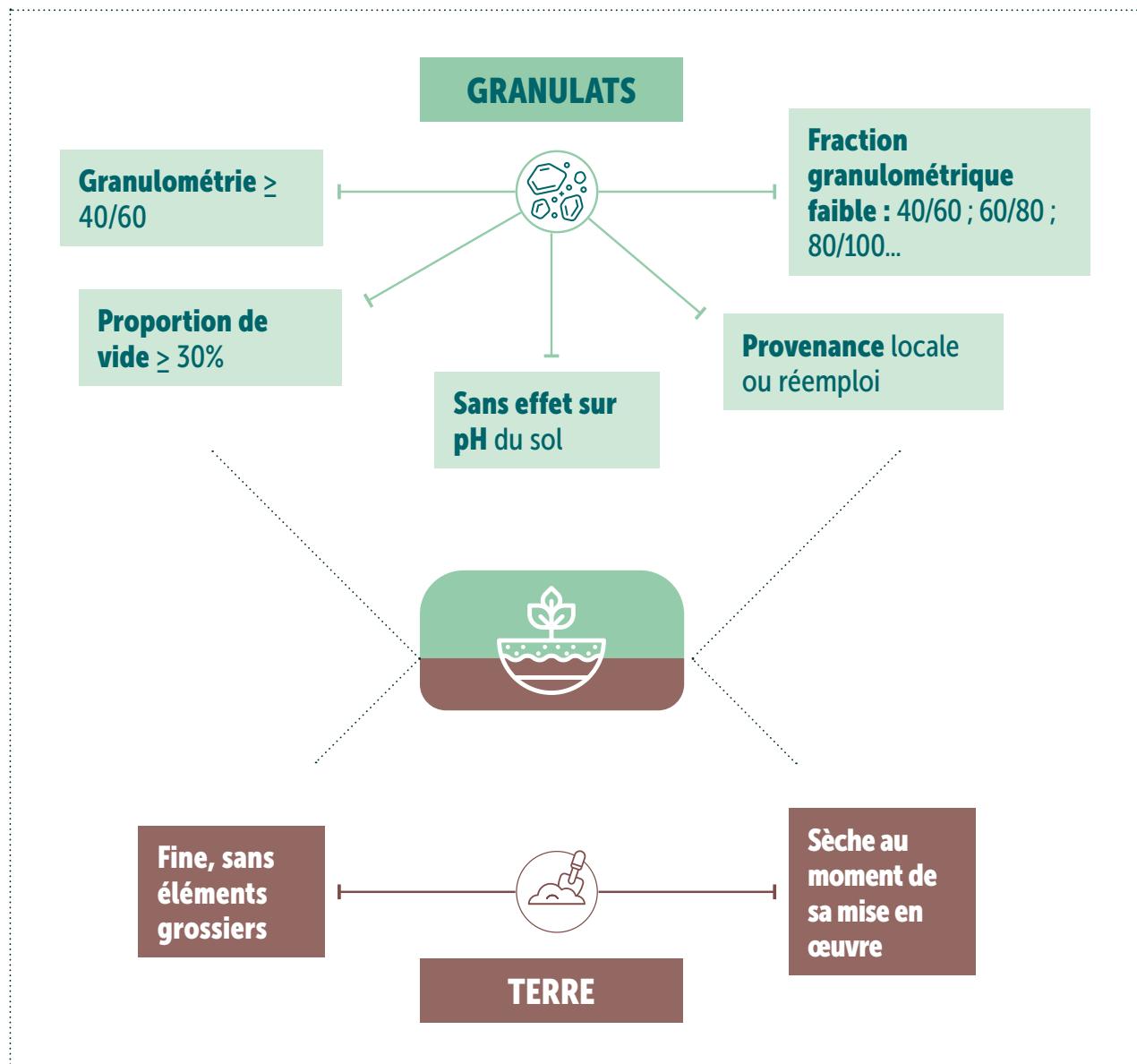
Matériel pour le maintien des arbres avec des ancrages de motte.

Les composants du mélange terre-pierres

Les granulats doivent répondre à plusieurs critères :

- une **granulométrie homogène** ; pas moins de 40/60, idéalement 60/80, ou même 90/130
- une **dureté suffisante** pour résister à la **fracturation** lors de la mise en place et à l'usage
- l'absence d'impact sur le **pH du sol**, ou alors avec une adaptation des espèces végétales plantées
- correspondre aux **critères environnementaux** en termes d'extraction et de transport
- présenter une **forme anguleuse ou subsphérique** et générer ainsi un pourcentage de vides de 30% minimum
- pierres siliceuses : quartz, granite, basalte, porphyre...
- pierres calcaires : uniquement les calcaires durs
- **pouzzolane** : intéressante car présentant une micro-porosité favorable à la rétention de l'eau ainsi qu'une faible masse volumique

La terre doit être fine et surtout bien sèche lors de la mise en œuvre. De préférence, terres avec texture dominante sableuse ou limoneuse. La dernière couche (environ 20 cm d'épaisseur) est enrichie en compost.



La détermination des proportions

Le principe du mélange terre-pierres est de remplir complètement le volume des fosses de plantation avec les pierres, puis de mettre la terre entre les pierres.

Il faut (par exemple) 3 m^3 de pierres pour remplir une fosse de 3 m^3 , auxquels on rajoute 1 m^3 de terre (si le pourcentage de vides est de 33%).

Le pourcentage de vides est donc une caractéristique du granulat dont il faut prendre connaissance via la fiche technique du produit.

Il est facile de déterminer le pourcentage de vides sur le terrain (voir exemple en photo ci-après).



Test réalisé par l'entreprise Atlantic Environnement (Rouans, 44) pour déterminer le pourcentage de vides du granulat (un gabbro 20/40 provenant des carrières des 4 étalons). Remplissage d'un contenant dont le volume est connu avec le granulat. Puis remplissage avec de l'eau. Le volume d'eau nécessaire pour remplir le contenant est égal au volume de vide. La proportion est ici de 48% de vides, soit une proportion de 2 volumes de pierres pour un volume de terre.

La fabrication

Le mélange est réalisé par couches successives de 30 cm environ d'épaisseur. Chaque couche fait l'objet d'un compactage (un seul passage avec un cylindre lisse ou une pilonneuse). Attention à ne pas utiliser de rouleau pied de mouton qui déstabilise les granulats.

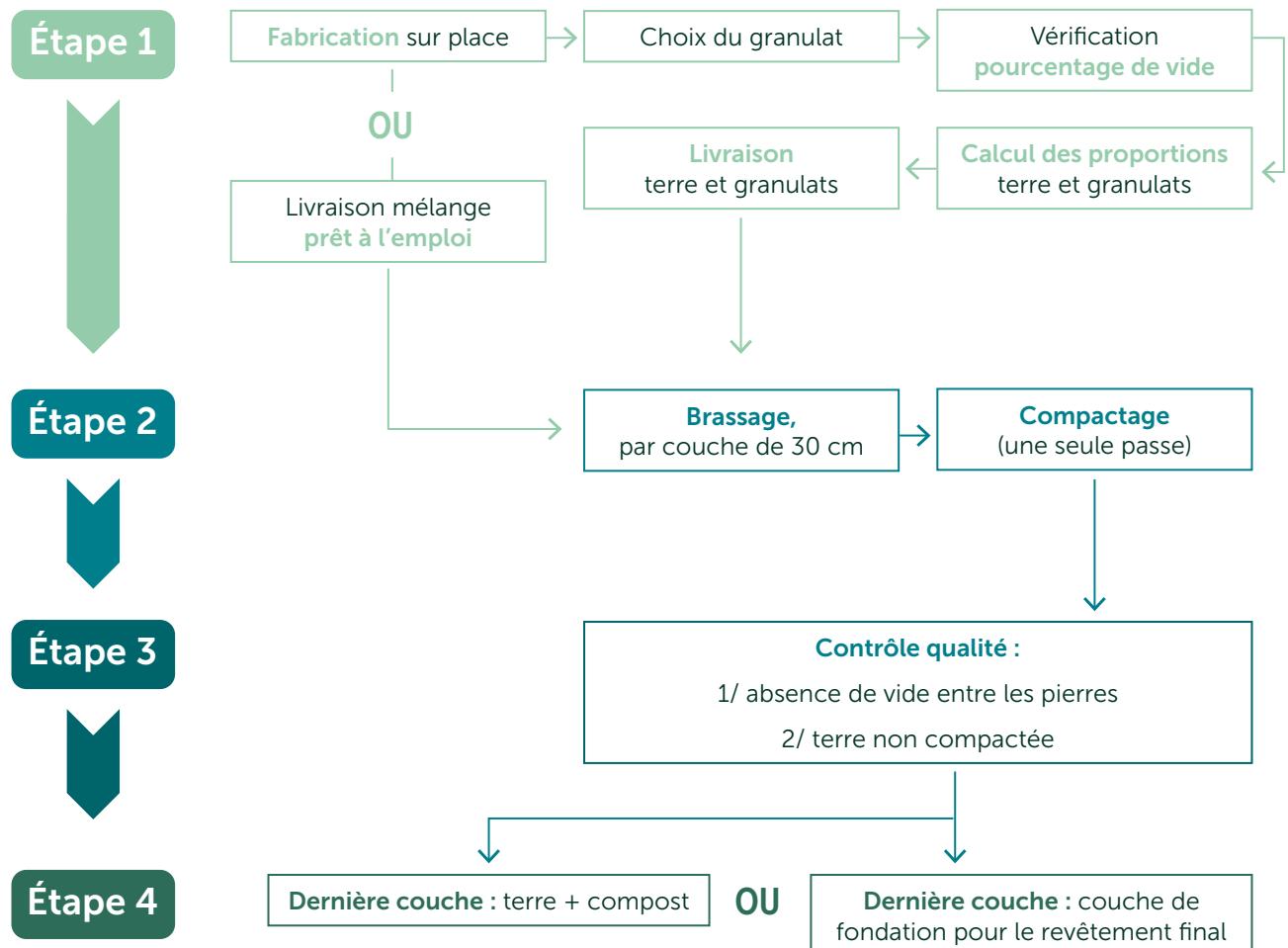
En cas de fabrication sur site, on épand une couche de granulats, puis une couche de terre. On brasse avec un godet preneur avant de faire une passe au rouleau lisse. Puis on recommence avec une nouvelle couche.

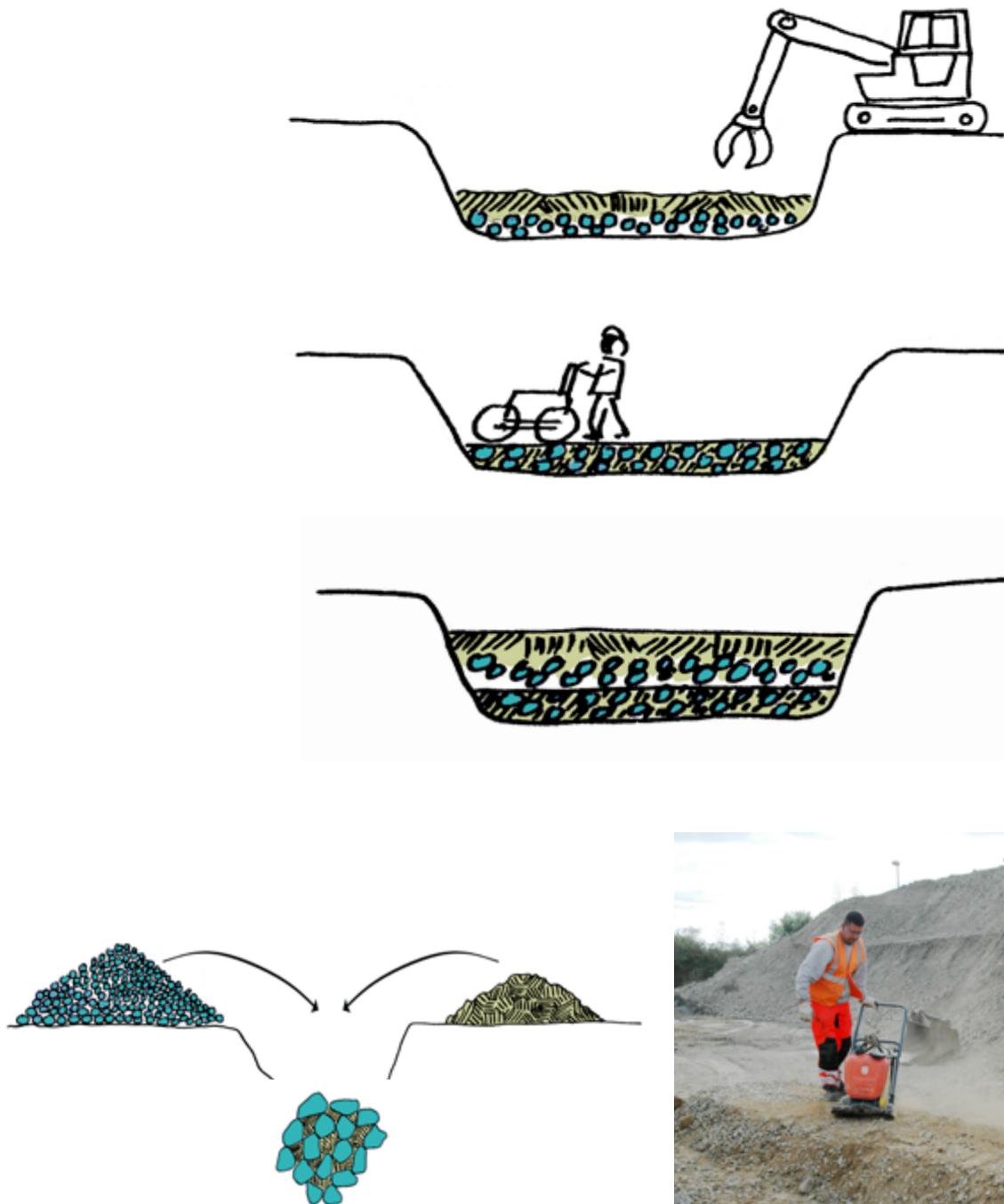
Précaution d'importance : les granulats et surtout la terre doivent être stockés et conservés à l'abri des intempéries. L'emploi d'une terre trop humide forme des amas, une gangue autour des pierres : le mélange n'est pas homogène, il reste des vides, et la terre a perdu ses qualités agronomiques.



Si le mélange est déjà préparé, il faut veiller à ce que le site d'approvisionnement soit le moins éloigné du chantier car les deux composants (terre et granulats) ont une forte tendance à se séparer lors du transport. Un brassage est souvent nécessaire une fois le mélange mis en place.

Les étapes de fabrication du mélange terre-pierres





Détails de la réalisation du mélange terre-pierres avec les matériaux livrés séparément.



La dalle vibrante (à gauche) n'est pas assez puissante pour compacter correctement ; il faut une pilonneuse (à droite).



Compactage du mélange terre-pierres par couches, dans une tranchée continue.

Réseaux et mélange terre-pierres

La confection du mélange terre-pierres est compatible avec les réseaux enterrés déjà présents dans le sol. Les opérations de compaction doivent être réalisées avec soin, en maintenant la couche de protection au-dessus du réseau, voire en la renforçant avec une demi-coque. Il est aussi possible de coiffer les réseaux dans un bloc de béton pour les protéger. Les choix techniques sont vus au cas par cas en fonction de la nature du réseau et de l'état des canalisations.



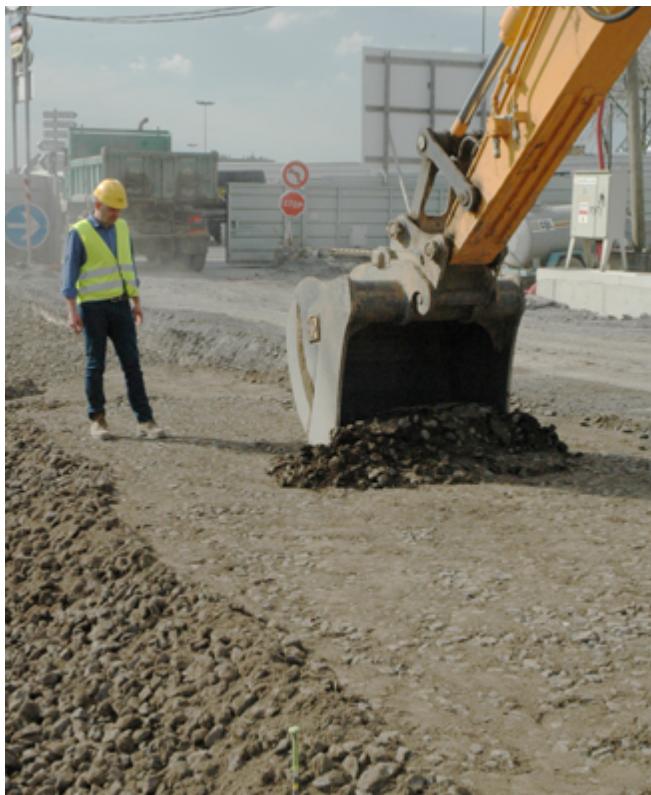
Erreurs à ne pas commettre :

- Utiliser une terre humide
- Se tromper dans les proportions
- Choisir un granulat fragile qui va se briser lors du compactage
- Choisir un granulat générant un trop faible pourcentage de vides (moins de 30%) agronomiques.

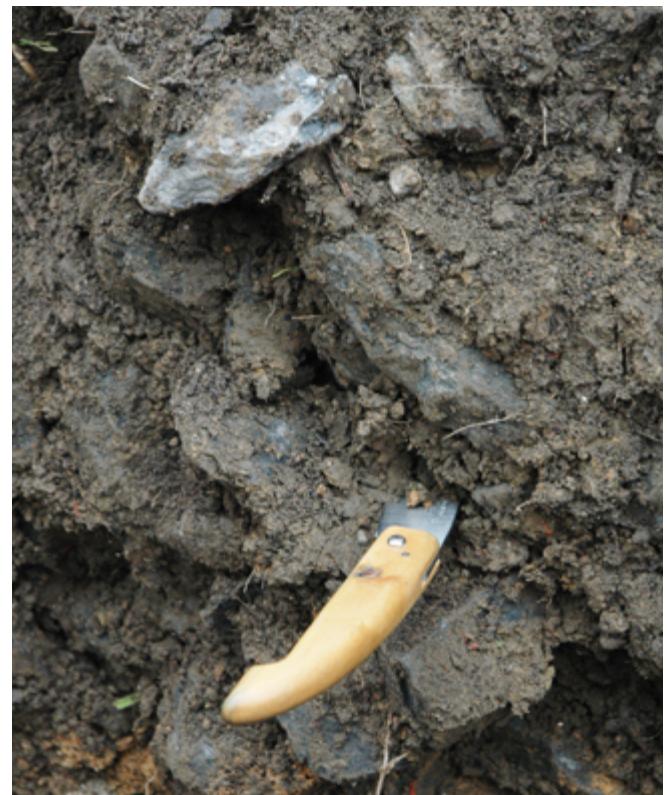
Le contrôle qualité

Il est indispensable de vérifier la qualité du mélange une fois mis en place. Pour ce faire, on creuse pour dégager un front d'au moins 50 cm de hauteur. Par un examen visuel, on vérifie l'absence de vides entre les pierres ; par un test avec un couteau, on vérifie que la terre n'est pas tassée (il faut pouvoir enfonce la lame du couteau sans forcer).

Il est également possible de contrôler la portance obtenue en faisant des essais de plaque. Le seuil admissible est entre 30 et 35 mPa.



Réalisation d'un test de qualité sur un mélange terre-pierres venant d'être mis en place.



Résultat satisfaisant : pas de vides, terre non tassée.



Confection d'une grande fosse de plantation en mélange terre-pierres ; plantation de 3 pins sylvestres en 2003 ; les pins en 2017.



Conclusion

Le mélange terre-pierres est une technique éprouvée. Mais elle n'est efficace uniquement si le mélange est correctement réalisé. Or, il est facile de fabriquer un mélange terre-pierres de mauvaise qualité : insuffisamment portant ou non fertile. La plus grande rigueur est donc nécessaire à toutes les étapes de sa fabrication.



ANNEXE 1

RÉFÉRENCES TECHNIQUES

Référentiel de revêtements de voirie. Sources CCTP de marchés publics d'aménagement d'espaces publics sur la métropole et de docs techniques divers dont le cahier professionnel **Travaux des sols, supports de paysage Caractérisation, amélioration, valorisation et reconstitution N°: P.C.1-R0.**

« *La nature et la classification des granulats naturels ou issus du recyclage proviennent de la norme NF P11-300 (septembre 1992), elle-même issue du Guide des terrassements routiers(GTR), réalisation des remblais et des couches de formes, LCPC, SETRA, édité en 1992 et réédité en 2000. Les types de roches admis pour les MTP sont les suivants :*

- *roches magmatiques et métamorphiques dures (granites, gneiss, pouzzolanes*) : classe R61*
- *roches calcaires dures : classe R21*
- *roches alluvionnaires dures : classe D21 ou D31, sous condition qu'elles soient produites en semi-concassé demanière à assurer un blocage des grains*
- *roches siliceuses dures (grès, poudingues, brèches) : classe R41*
- *les matériaux recyclés doivent être exempts de plâtre, de ferraille et d'éléments putrescibles. Les matériaux de la classe F71 et les matériaux issus du concassage des bétons de déconstruction peuvent par exemple être utilisés. Le fait que les matériaux recyclés augmentent considérablement le pH (souvent supérieur à 9) limite fortement le choix de la palette végétale. Ces matériaux doivent donc être utilisés avec beaucoup de précautions pour pouvoir satisfaire aux valeurs agronomiques requises. »*

En terrassement et voirie, la caractérisation des granulats fait référence à la classification des matériaux du GTR 1992/2000 revu en 2023 (**Guide technique - réalisation des remblais et des couches de forme**) conformément à la norme NF P 11-300 de septembre 1992 (Exécutivon des terrassements - **Classification des matériaux utilisables dans la construction des remblais et des couches de forme d'infrastructures routières**).

Pour la résistance des matériaux, 2 paramètres caractéristiques peuvent être prescrits :

- LA < 40. LA (coefficient Los Angeles) : résistance à la fragmentation par chocs et par frottements réciproques des éléments du granulats - norme NF EN 1097-2).
- MDE < 40. MDE (coefficient Micro Deval) : l'essai Micro-Deval caractérise la résistance à l'usure de granulats -norme NF EN 1097-1/A1)

POUR EN SAVOIR PLUS

Arbres en milieu urbain –
Guide de mise en œuvre,
TTAG (GB), 2016, traduit par
Val'Hor, 2018 (pages 100 et 101)

Les mélanges terre-pierres –
Fiche de synthèse, Plante et cité,
2015, 7 pages



LES GUIDES PRATIQUES DE LA CHARTE DES ARBRES

- 1.1 Les abords des arbres : comment les définir
- 1.2 Prendre en compte les arbres lors de l'élaboration du programme
- 1.3 Concevoir avec les arbres existants
- 1.4 Déterminer l'emplacement des racines
- 1.5 Protéger les arbres pendant les travaux
- 1.6 Prévenir et résoudre les désordres racinaires
- 1.7 Recenser les arbres / les patrimoines arborés
- 1.8 Évaluer la valeur des arbres
- 1.9 Évaluer l'indice canopée
- 1.10 Évaluer les dégâts causés aux arbres et demander réparation
- 1.11 Le lierre et la gestion des arbres
- 1.12 Lutter contre le chancre coloré du platane
- 1.13 Guide pratique des arbres à l'attention des propriétaires et copropriétaires
- 1.14 Bien entretenir la végétation des bords de route

ACCROÎTRE et RÉGÉNÉRER

- 2.1 Les arbres et les réseaux enterrés
- 2.2 Concevoir un projet avec de nouveaux arbres
- 2.3 Préparer le sol pour de nouveaux arbres
- 2.4 Pieds d'arbres : platelages et cie
- 2.5 Quelles espèces choisir
- 2.6 Les mélanges terre-pierres
- 2.7 Les dalles de répartition
- 2.8 Les caissons enterrés

VALORISER et MOBILISER

- 3.1 Recenser et valoriser les arbres remarquables
- 3.2 Les filières bois

les guides déjà parus les guides à paraître

Tous les guides sont disponibles à l'adresse internet :
metropole.nantes.fr
ou sur demande par mail à jardins@mairie-nantes.fr.

