Utiliser le CU-Sol Structural^{MD} dans un environnement urbain

Cornell University

Institut d'Horticulture Urbaine
Cornell University
Department of Horticulture
134A Plant Science Building
Ithaca, NY 14853
www.hort.cornell.edu/UHI

Fondée en 1980 avec comme mission d'améliorer la qualité de vie urbaine en rehaussant le rôle des végétaux dans l'écosystème urbain, le programme de l'Institut d'Horticulture Urbaine combine la physiologie du stress des plantes, la science végétale, l'écologie des plantes et la science des sols et les applique à trois domaines d'études.

Soit :

• La sélection, l'évaluation et la propagation des plantes supérieures en augmentant leur tolérance aux stress biotique et abiotique et en améliorant leur fonctionnement dans un milieu de vie perturbé.

• Le développement de nouvelles technologies afin d'évaluer et d'améliorer la croissance des plantes en zone urbaine.

• L'amélioration des technologies de transplantation afin d'assurer le succès de l'établissement des végétaux en milieu urbain.

Auteurs *:*
Nina Bassuk, Institut d'Horticulture Urbaine, Cornell University
Jason Grabosky, Département de l'écologie de l'évolution et des ressources naturelles, Rutgers University
Peter Trowbridge, Département de l'architecture du paysage, Cornell University

Contact :
nlb2@cornell.edu

Graphisme :
Violet Jones & Wendy Wirth

Photos **:**
N. Bassuk, B. Kalter, & P. Trowbridge

Copyright © 2005

Photo page couverture :
Ormes plantés en CU-Sol Structural[MD] à Union Square Park, New York City.

Traduit de l'anglais par :
Matériaux Paysagers Savaria Ltée.

Le CU-Sol Structural[MD] :

Pourquoi en avons-nous besoin, qu'est-ce que c'est et comment l'utiliser?

La forêt urbaine est victime d'une litanie d'agressions de son environnement : la pollution du sol et de l'air, la masse thermique, les sels de déglaçage et l'impact des services, véhicules et bâtiments. Toutefois, le problème le plus important qu'affronte les arbres de rue est le manque de sol propice à la croissance de leurs racines puisque ce n'est pas le souci premier dans la planification des infrastructures urbaines. (Fig. 1.1)

Fig. 1.1 La motte de racine d'un arbre prêt à être transplanté dans une fosse de 4' x 5' à New York City.

Fig. 1.2 La compaction est indispensable pour atteindre la capacité portante pour les trottoirs.

La compaction du sol

La construction de routes et trottoirs, incluant les réfections de chaussée, perturbe et compacte le sol environnant (Fig. 1.2), écrasant ainsi les macropores (Fig. 1.3). La perte des macropores à trois conséquences négatives : restreint l'air disponible, diminue le drainage et crée un sol trop dense pour permettre la pénétration des racines. Ces faits limitent l'espace d'enracinement.

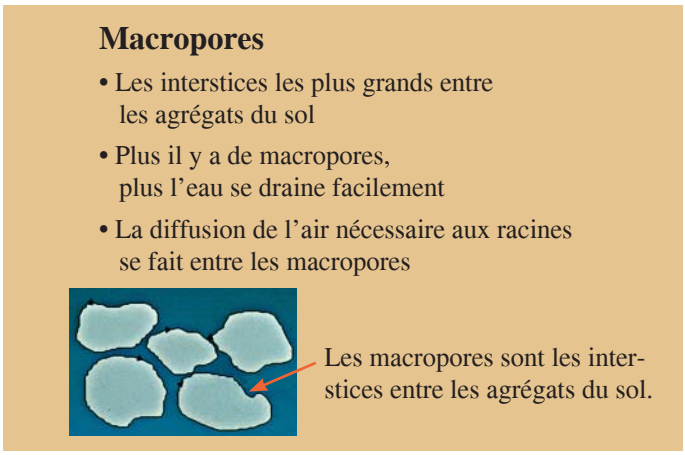


Fig. 1.3 Les macropores sont les espaces entre les agrégats du sol permettant la pénétration des racines, le drainage de l'eau et la diffusion de l'air.

Fig. 1.4 L'enracinement de surface d'un arbre croissant en sol compacté.

Qu'arrive-t-il lorsque les racines se heurtent à un sol compacté?

Quand les racines rencontrent un sol compacté, elles changent de direction, arrêtent de croître (Fig. 1.5) ou s'adaptent en demeurant anormalement très près de la surface (Fig. 1.4). Ce système racinaire de surface rend les arbres de rue plus vulnérables à la sécheresse et peut causer le soulèvement des trottoirs. De plus, si le sol compacté se gorge d'eau, l'arbre peut mourir par asphyxie des racines.

Fig. 1.5 Les racines d'un arbre entourées de sol compacté arrêtent de croître.

Fig.1.6 Cette photo montre l'effet du volume de sol disponible sur la croissance des arbres. Ces chênes ont été plantés au même moment; à droite dans des fosses standards et à gauche dans un milieu ouvert.

Le rôle du volume de sol disponible sur la croissance des arbres

Lorsqu'un arbre est planté dans un parc, il dispose de toute l'étendue nécessaire à son développement racinaire et peut combattre plus aisément le stress relatif aux conditions urbaines. Où le volume de sol disponible se limite à une fosse de plantation, les arbres souffrent (Fig. 1.6). Les sols hautement compactés nécessaires à la construction de la chaussée ne permettent pas la pénétration des racines et amènent à un dépérissement des arbres ce qui les rend plus vulnérables. Cette situation est malheureusement très courante dans les villes. De plus, ce sont principalement les sites pavés tels les stationnements et les rues qui ont le plus besoins des effets bénéfiques de la présence d'arbres comprenant l'apport d'ombre, la réduction du CO_2 et de la poussière dans l'atmosphère.

Pour que les arbres soient vigoureux, ils ont besoin d'un volume appréciable de sol fertile et non compacté avec un drainage et une aération adéquats. Le CU-Sol Structural[MD] rencontre tous ces besoins en plus de satisfaire entièrement les exigences des ingénieurs concernant la capacité portante de la fondation des trottoirs.

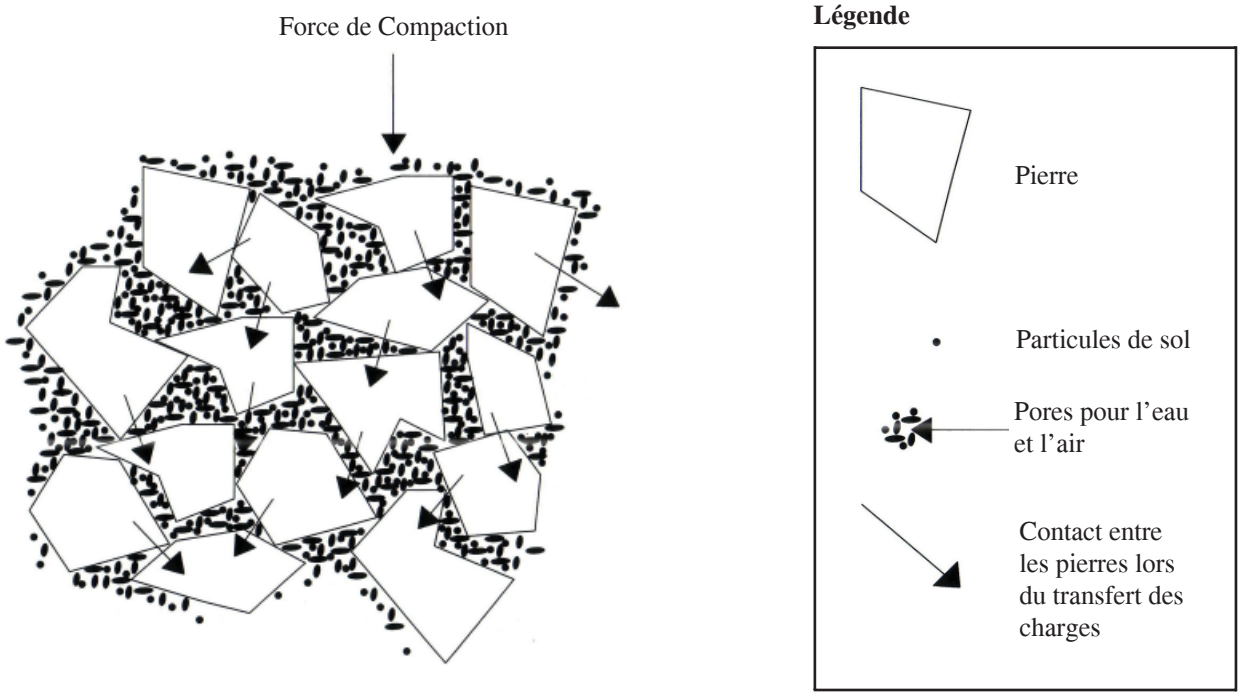


Fig.1.7 Diagramme conceptuel d'une fondation de trottoir avec CU-Sol Structural[MD] montrant le principe de la compaction pierre-sur-pierre et les espaces intersticiels remplis de sol.

L'essentiel du CU-Sol Structural[MD]

Le CU-Sol Structural[MD] (Brevet Américain # 5,849,069) est un système en deux parties comprenant un « treillis » de pierres angulaires rencontrant les exigences de capacité portante des ingénieurs et du sol servant de médium de croissance pour les racines des arbres. Le « treillis » de pierres fournit la stabilité ainsi que des vides communicants pour la pénétration des racines et pour le mouvement de l'air et de l'eau (Fig. 1.7). La pierre concassée uniforme de calibre ¾" – 1 ½" est spécifiée pour le CU-Sol Structural[MD] dans le but d'assurer une grande porosité. De plus, les pierres concassées angulaires fournissent une plus grande capacité de compaction et d'interfaces pierre-sur-pierre que les pierres rondes.

Puisque parmi les textures de sol, l'argile a la plus grande capacité de rétention en eau et en éléments nutritifs, un loam très argileux a été sélectionné comme intrant au CU-Sol Structural[MD]. Le CU-Sol Structural[MD] doit aussi contenir de 2% à 5% de matières organiques afin d'encourager une activité bénéfique des micro organismes. De plus, un minimum de 20% d'argile est essentiel pour une capacité d'échange cationique adéquate.

Suite à un bon choix de pierres calibrées et à l'atteinte du juste ratio pierre/sol, un médium de croissance pour de saines racines est crée et celui-ci peut être compacté afin de rencontrer les spécifications de capacité portante de l'ingénierie (Fig. 1.8). L'intention est de « suspendre » le sol argileux entre les pierres sans complètement remplir les vides, ce qui compromettrait l'aération, le drainage et la capacité portante. Le CU-Sol Structural[MD] comprend un hydrogel-gelscape® comme agent poisseux. Cet hydrogel breveté n'est pas phytotoxique.

Fig. 1.8 Dans le sens des aiguilles d'une montre : pierre concassée calibrée uniformément ¾'' – 1 ½'', en pile et en vue rapprochée. Un sol argileux. Le CU-Sol Structural[MD] produit fini.

Utilisation du CU-Sol Structural[MD] pour les arbres de rue

Le CU-Sol Structural[MD] est prévu pour les sites pavés afin de fournir le volume de sol adéquat pour le système racinaire des végétaux (Fig. 1.9). Il peut et doit être utilisé sous les accès piétonniers, les trottoirs, les stationnements et les chemins d'accès occasionnellement utilisés. L'institut d'Horticulture Urbaine fait actuellement des essais pour l'utilisation du CU-Sol Structural[MD] sous le gazon et l'asphalte poreuse afin de fournir plus de stationnements verts. Les recherches conduites à Cornell University ont démontrées que les racines des arbres plantés dans le CU-Sol Structural[MD] poussent plus en profondeur dans la fondation des sites pavées, loin des fluctuations de température. Un des bénéfices de ce fait est que les racines n'ont pas tendance à soulever et briser la surface comme cela se produit souvent avec un matériel de fondation standard (Fig. 1.10).

Planter un arbre dans le CU-Sol Structural[MD] ressemble à une plantation d'arbre conventionnelle. Si possible, l'ouverture dans le béton devrait être extensible, par exemple via un pavé ou une grille qui pourrait éventuellement être retiré afin de faire place à l'expansion projetée du tronc des arbres (Fig. 1.11). Le CU-Sol Structural[MD] devrait être prévu sur un minimum de deux pieds de profondeur, mais préférablement sur trois pieds (Fig. 1.12). Le CU-Sol Structural[MD] peut être utilisé jusqu'au nivellement de surface où il y aura une ouverture assez grande dans le béton prévoyant l'excavation pour la plantation.

Fig.1.9 L'installation du CU-Sol Structural[MD] à Ithaca, NY, en 1997

Fig. 1.10 Soulèvement du trottoir causé par la croissance de racines superficielles à Ithaca, NY

Fig. 1.11 Tilleuls plantés dans le CU-Sol Structural[MD] à Boston en 2002

Fig. 1.12a Exemple d'une plantation d'arbres de rue en CU-Sol Structural[MD] sous un revêtement classique de béton à Brooklyn, NY

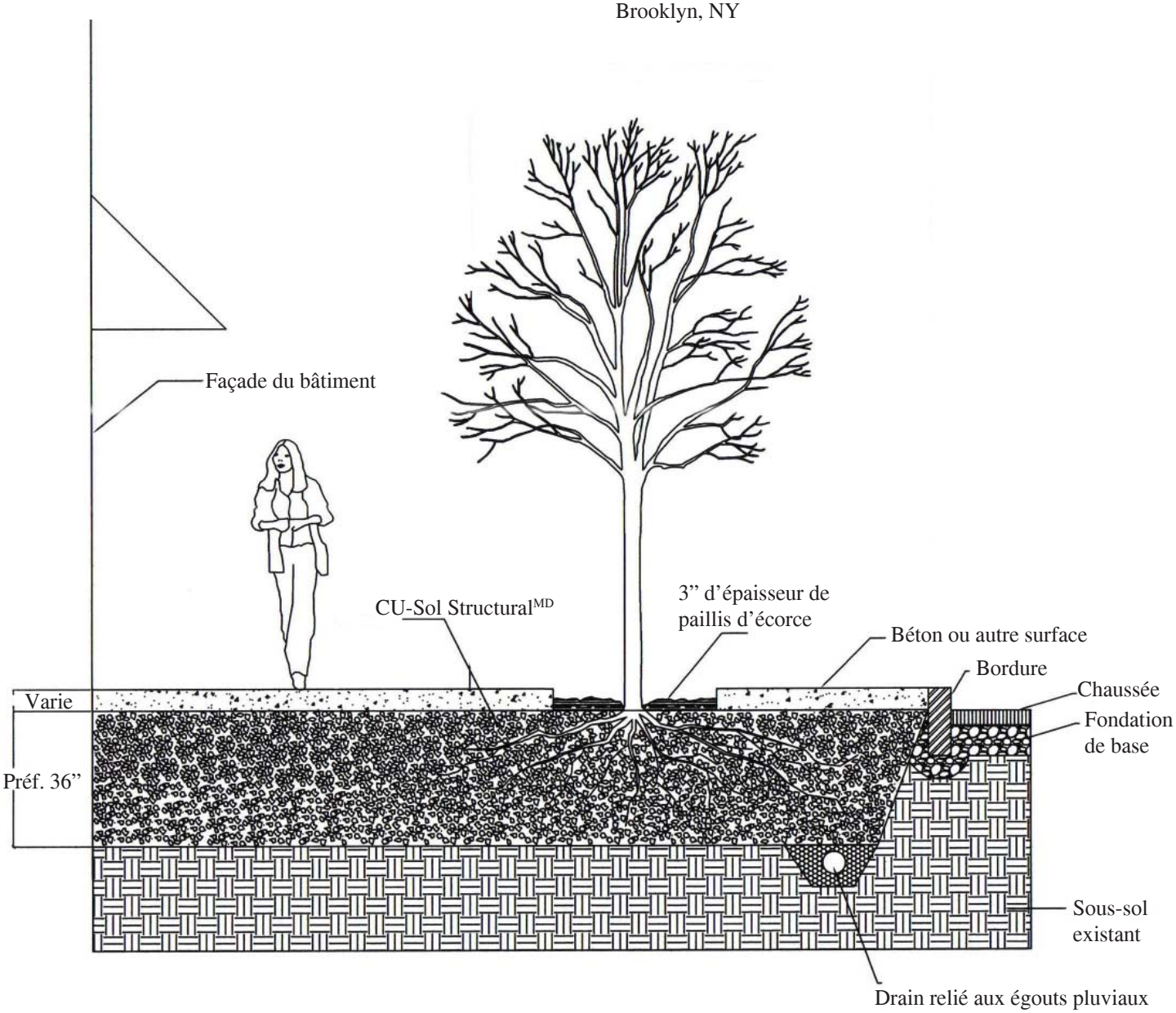


Fig. 1.12 Détail typique d'une plantation d'arbres de rue avec CU-Sol Structural [MD]

Plantation d'arbres dans les stationnements et les places publiques

Le CU-Sol Structural[MD] peut aussi être utilisé pour augmenter le sol disponible aux arbres plantés en îlots dans un stationnement par un large îlot de plantation bien drainé avec une bonne terre de culture à l'intérieur additionné du CU-Sol Structural[MD] comme substrat caché sous l'asphalte (Fig. 1.13 à 1.15).

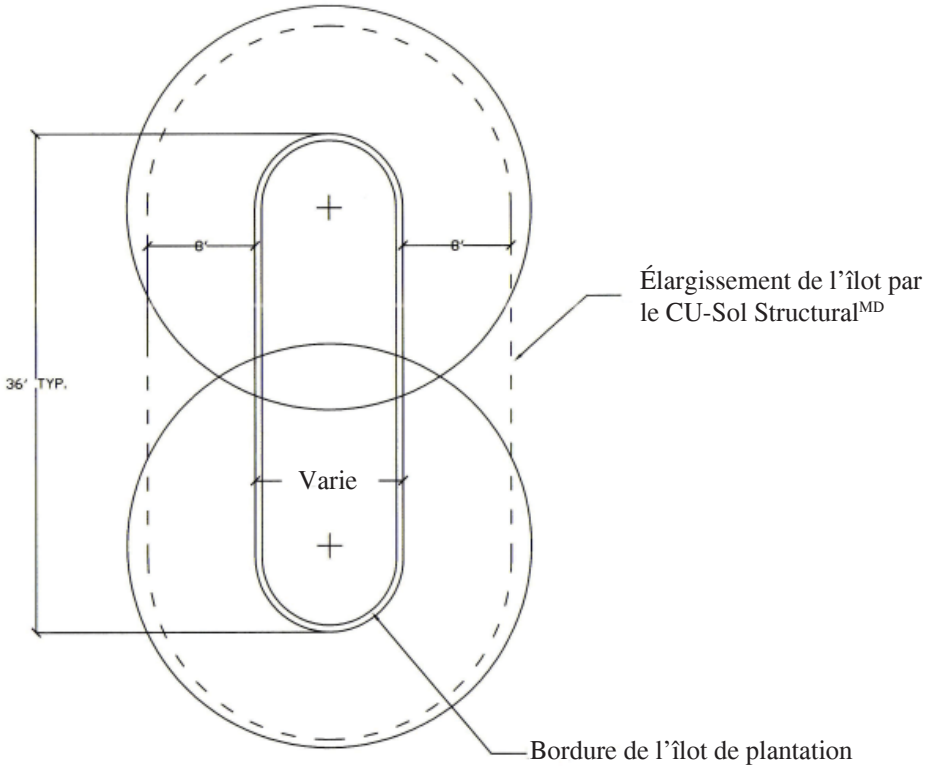


Fig. 1.13 Vue en plan d'un îlot de plantation

Fig. 1.14 Utilisation potentielle du CU-Sol Structural[MD] pour agrandir l'îlot de plantation dans un stationnement sans sacrifier l'espace pour les voitures.

Les arbres dans les stationnements bénéficient de l'utilisation du CU-Sol Structural[MD] (Fig.1.16). Qu'il y ait une bordure ou non, une bonne terre de culture devrait être utilisée pour la plantation d'arbres quand il est possible de fournir au minimum 5' x 5' x 3' de sol par arbre. Si l'ouverture est plus petite, l'utilisation de sol structural s'impose. La motte de l'arbre peut être plantée directement dans le CU-Sol Structural[MD] et il n'est pas nécessaire d'utiliser un matériel de base sous le revêtement de bitume.

En donnant un grand volume de sol à explorer pour les racines des arbres, il n'est pas nécessaire d'irriguer après l'implantation. Même s'il y a moins d'humidité disponible dans le CU-Sol Structural[MD] en volume que dans une terre de culture conventionnelle, le système racinaire dans le sol structural a plus d'espace pour prendre de l'expansion, permettant une plus grande absorption d'eau. Durant la première saison de croissance, un apport additionnel d'eau serait souhaitable afin de favoriser l'implantation, comme lors de la mise en terre de n'importe quel arbre dans tous les médiums. Un fertilisant liquide peut être appliqué au besoin, mais les études ne dénotent aucune carence nutritive chez les arbres plantés dans le CU-Sol Structural[MD] jusqu'à aujourd'hui.

Fig. 1.15 Dans ce stationnement, il y a seulement deux pieds d'ouverture pour la plantation d'arbre. Ici, le CU-Sol Structural[MD] est installé parallèlement au chemin de fer sur 12' de longueur et 3' de profondeur.

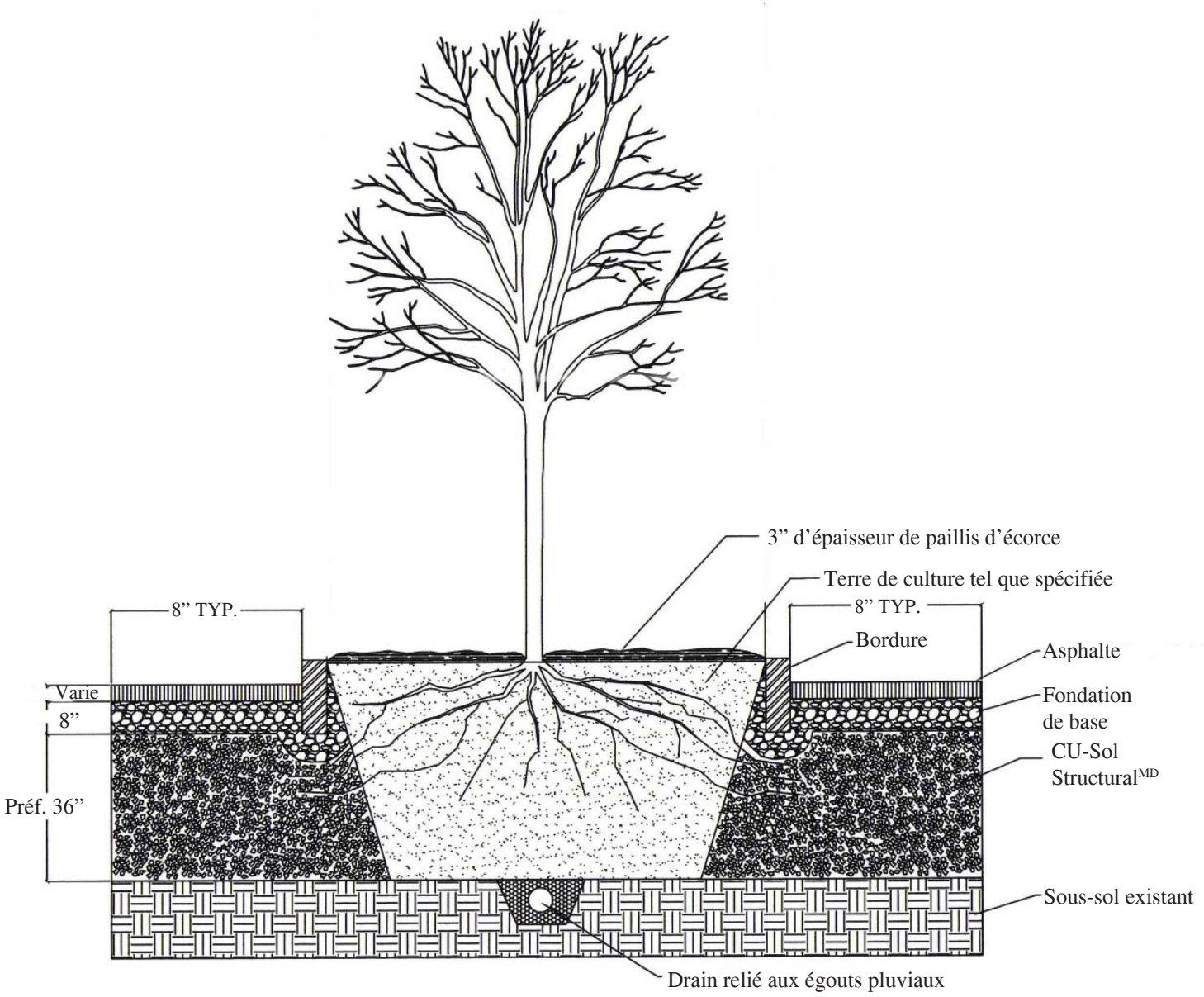


Fig. 1.16 Arbre à racines nues planté dans un îlot de stationnement typique

Fig. 1.17 Chênes anglais plantés dans une place publique à Battery Park, New York City

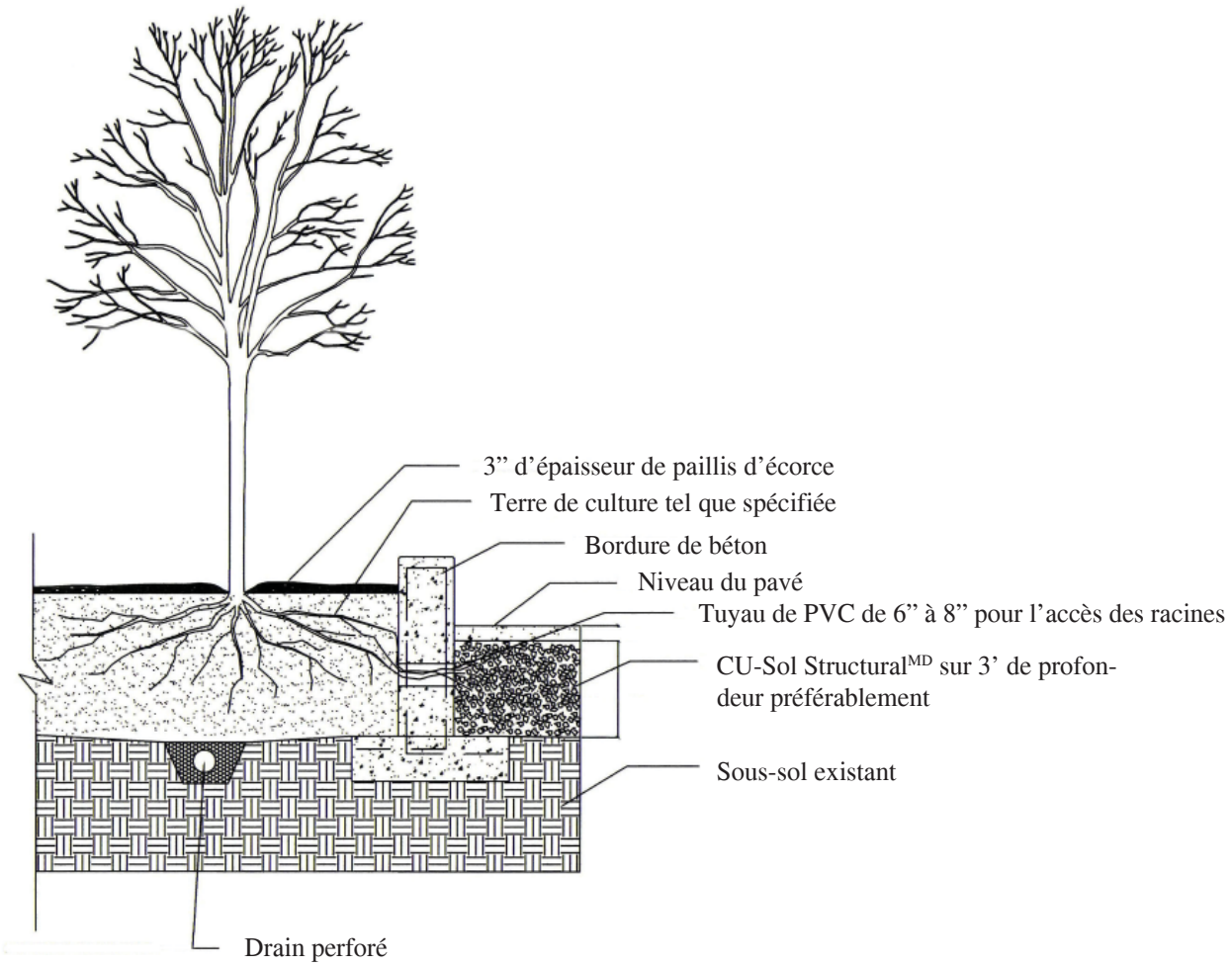


Fig. 1.18 Plantation dans un volume limité de sol avec un accès pour les racines sous le revêtement d’une place publique

Le drainage sous le système racinaire est important puisque le sol existant sous le CU-Sol Structural[MD] peut être compacté et imperméable. Un drain perforé et enrobé devrait être placé entre le CU-Sol Structural[MD] et le sol existant (Fig. 1.18).

Lorsque la bordure de béton descend plus profondément que la plantation, des tuyaux de PVC de 6” à 8” remplis de sol non compacté doivent être distribués dans la bordure pour donner aux racines de l’arbre un accès au CU-Sol Structural[MD] (Fig. 1.18 – 1.19).

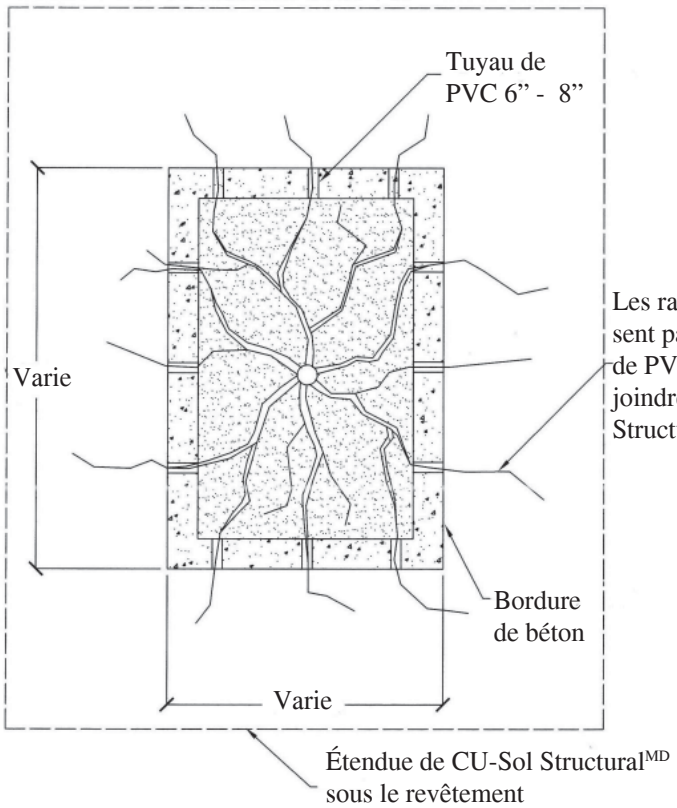


Fig. 1.19 Vue en plan d’une plantation avec volume de sol restreint

Créer une zone d'expansion racinaire pour les arbres enclavés entre la rue et le trottoir

Lorsqu'il y a un espace vert, un parc ou une pelouse résidentielle, adjacent au trottoir, le CU-Sol Structural[MD] peut être utilisé pour former un canal qui sera sécuritairement emprunté par les racines des arbres sous le béton afin de rejoindre la partie engazonnée (Fig. 1.20 à 1.23). Généralement, deux dalles de béton de 5' sont retirées, ensuite cette partie est excavée de 2' à 3' et remblayée avec le CU-Sol Structural[MD] compacté. Les dalles de béton sont remises en place de façon usuelle.

Fig. 1.20 Zone d'expansion racinaire avec le CU-Sol Structural[MD] sous un trottoir entre une étroite plantation d'arbre et un espace vert adjacent.

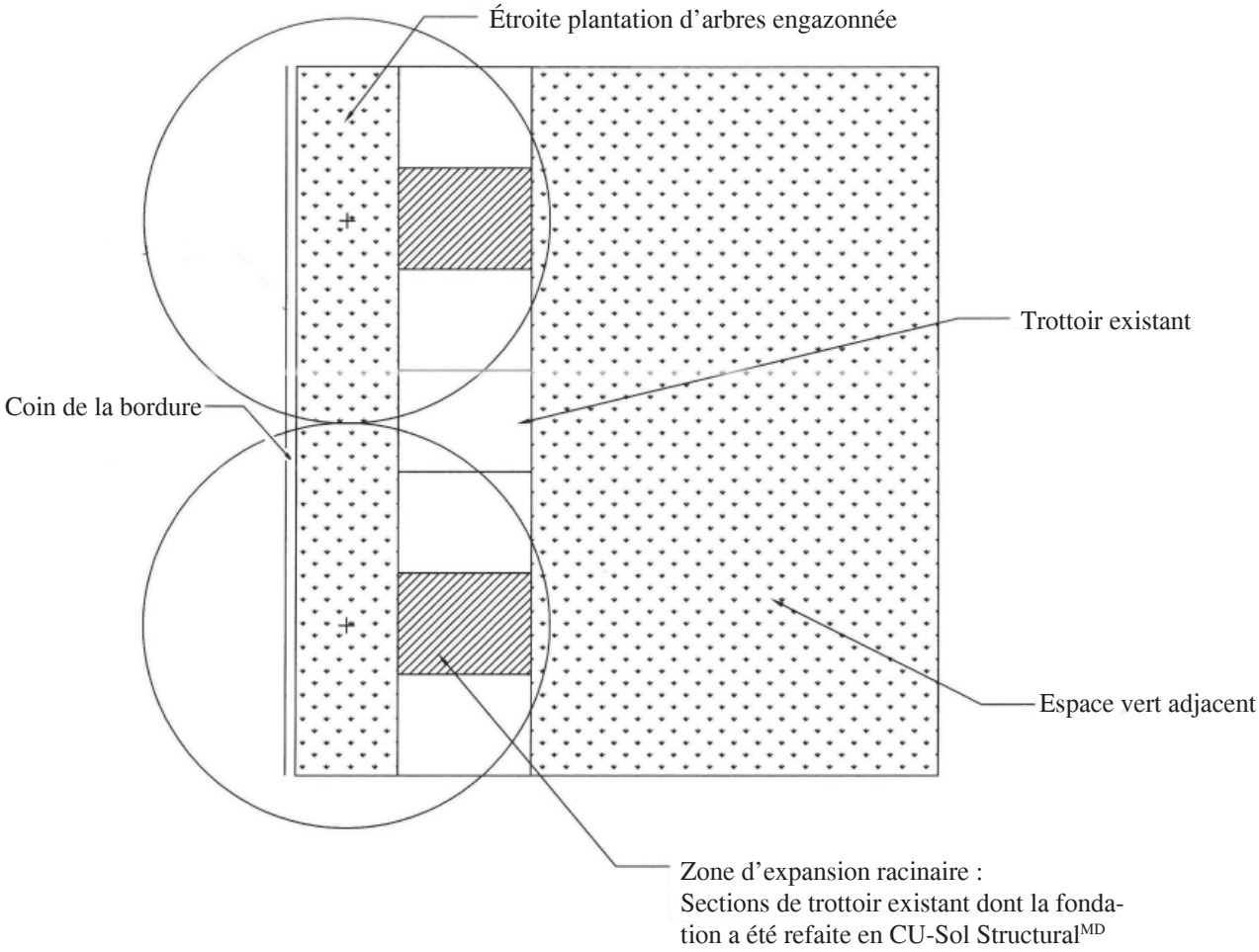


Fig. 1.21 Vue en plan de zones d'expansion racinaire

Fig. 1.22 Arbres plantés à Brooklyn, NY, en 1997 où le CU-Sol Structural[MD] a été installé en fosses continues de 7’ de largeur reliées au parc.

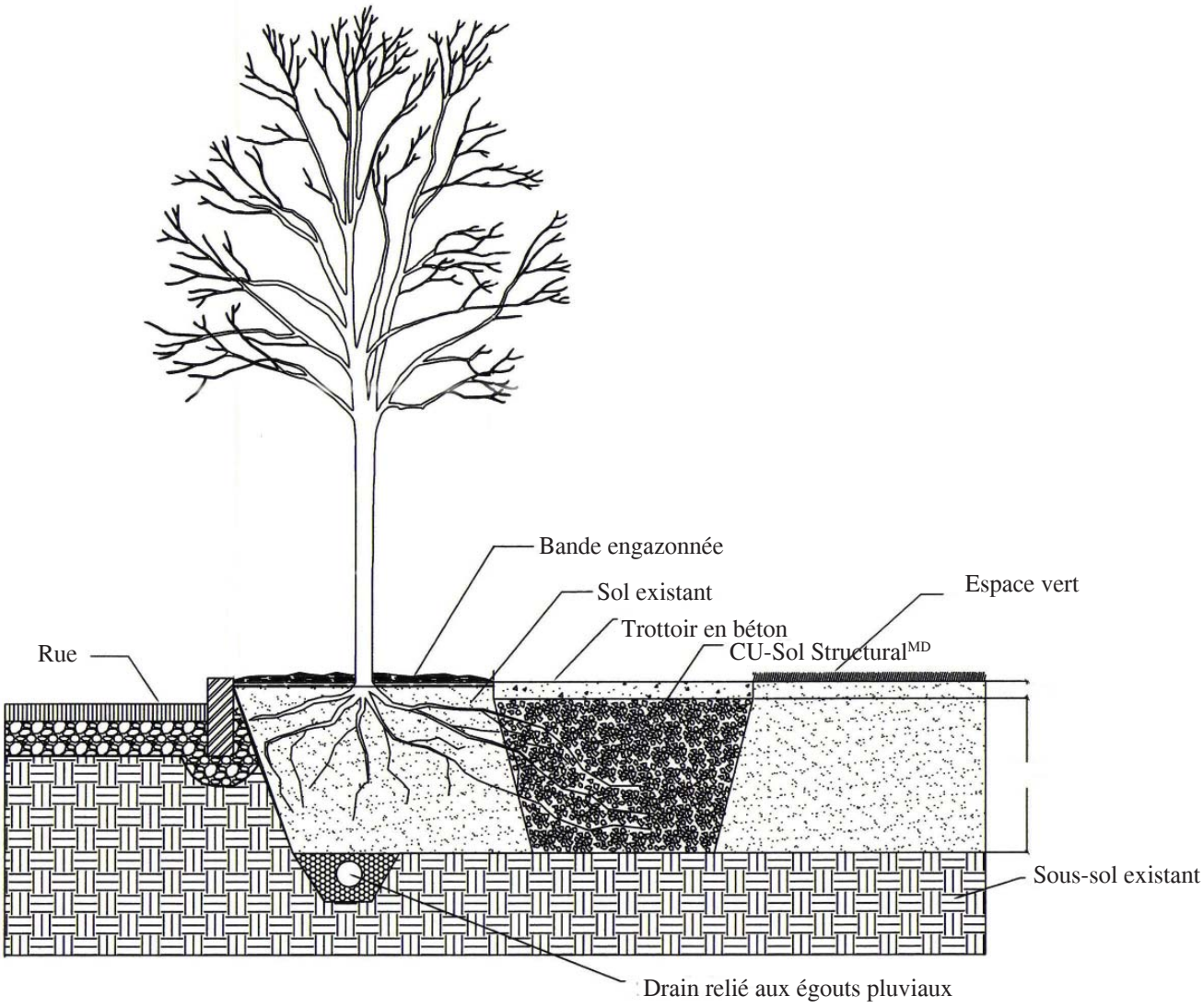


Fig. 1.23 Zone d’expansion racinaire en CU-Sol Structural[MD] depuis une plantation d’arbre étroite vers un vaste espace vert.

CU-Sol Structural[MD] sous un revêtement perméable

Si des pavés non cimentés sont utilisés, un lit de pose en pierre ou sable calibré devrait être ajouté selon les spécifications du fabricant de pavé ainsi qu'un géotextile perméable entre le CU-Sol Structural[MD] et la fondation. Ceci pour décourager les racines de se loger en surface (Fig. 1.24 – 1.25).

Fig. 1.24 Pavé de béton sur un lit de pose en sable grossier ou petites pierres calibrés en surface d'une fosse continue de CU-Sol Structural[MD] à Ithaca, NY

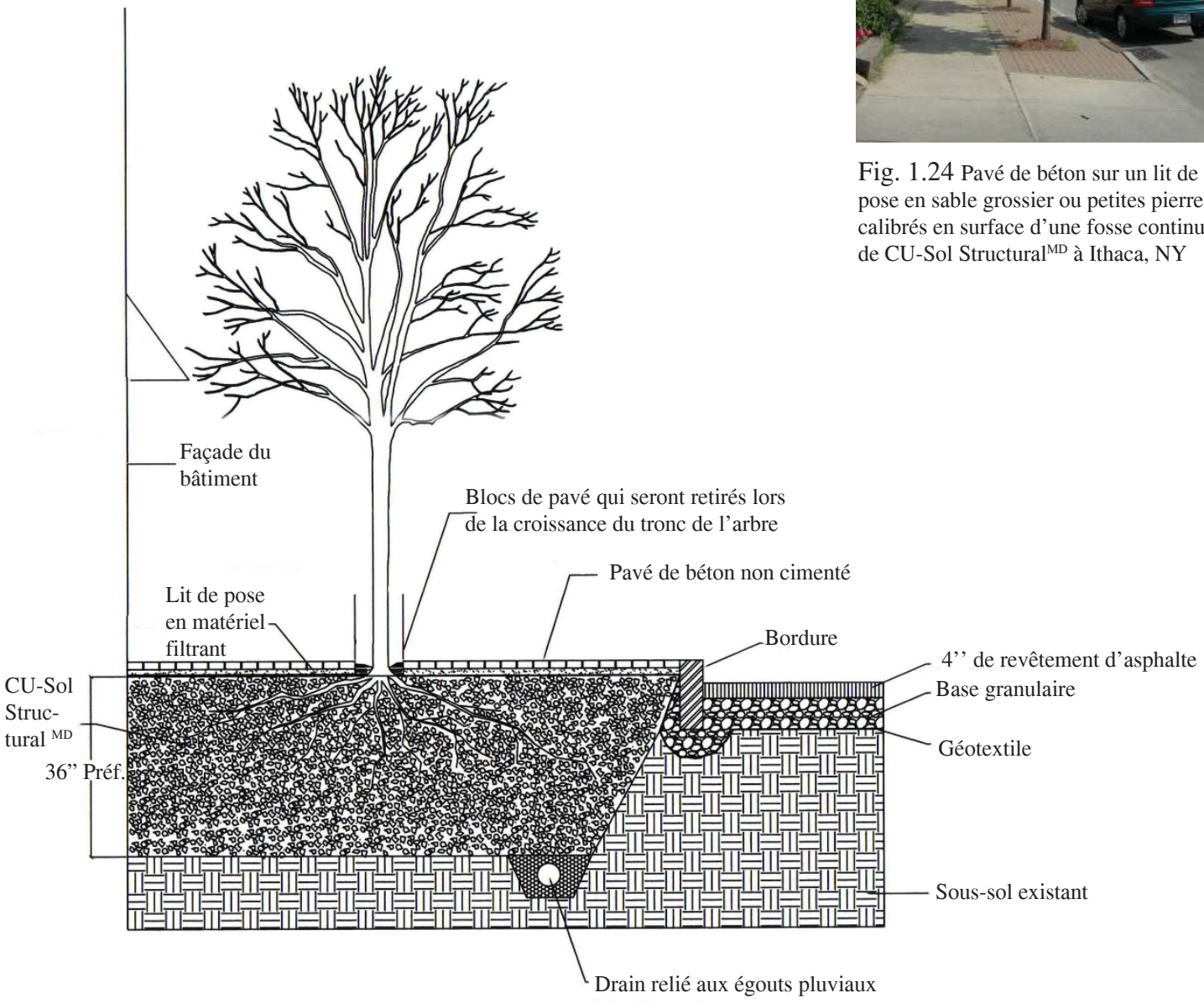


Fig. 1.25 Détail de construction avec pavé perméable

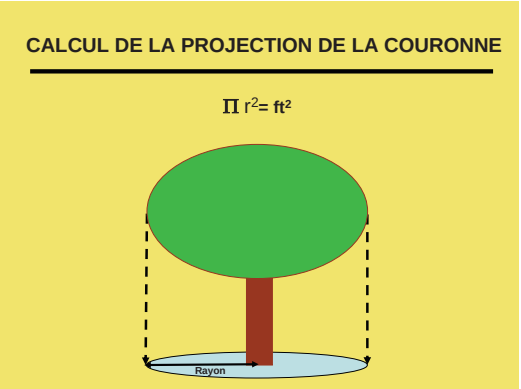
Arbres appropriés pour plantation en CU-Sol Structural[MD]

(Critères de sélection : tolérance à la sécheresse et aux sols légèrement alcalins)

Nom latin	**Nom commun**
Acer campestre	Érable champêtre
Acer nigrum	Érable noir
Acer platanoides	Érable de Norvège
Carpinus caroliniana	Charme de Caroline
Catalpa speciosa	Catalpa du nord
Celtis occidentalis	Micocoulier occidental
Cercis canadensis	Gainier du Canada
Cornus racemosa	Cornouiller à grappe
Corylus colurna	Noisetier de Turquie
Crataegus crus-galli	Aubépine ergot-de-coq
Crataegus phaenopyrum	Aubépine de Washington
Eucommia ulmoides	Eucommia
Fraxinus americana	Frêne blanc
Fraximus excelsior	Frêne d'Europe
Fraxinum pennsylvanica	Frêne rouge
Ginkgo biloba	Ginkgo
Gleditsia triancanthos	Févier d'Amérique
Gymnocladus dioicus	Chicot du Canada
Malus spp.	Pommetiers
Phellodendron amurense	Arbre liège d'Amur
Platanus x acerifolia	Platane
Populus alba	Peuplier blanc
Populus deltoides	Peuplier deltoïde
Populus tremuloides	Peuplier faux-tremble
Pyrus ussuriensis	Poirier de Mandchourie
Quercus macrocarpa	Chêne à gros fruits
Quercus robur	Chêne anglais
Robinia pseudoacacia	Robinier
Sorbus alnifolia	Sorbier de Corée
Sorbus thuringiaca	Sorbier à feuilles de chêne
Syringa reticulata	Lilas japonais en arbre
Tilia americana	Tilleul d'Amérique
Tilia cordata	Tilleul Européen
Ulmus americana	Orme d'Amérique
Ulmus spp.	Ormes, diverses espèces et cultivars

NB : liste originale adaptée à la rusticité en zone 5 et moins (est du Canada)

Questions fréquemment posées



Quel volume de CU-Sol Structural[MD] a-t-on besoin pour un arbre donné?
L'Institut d'Horticulture Urbaine a découvert que deux pieds cubes de sol est nécessaire pour chaque pied carré de la projection de la couronne de l'arbre à maturité.

Quelle est la profondeur de CU-Sol Structural[MD] recommandée?
Nous suggérons un minimum de 24", mais 36" est préférable. Une fondation de base en gravier n'est pas nécessaire puisque compacté à un Proctor modifié de 95%, on atteint un indice de portance Californien de plus de 50.

Quelle est la largeur et la longueur recommandées pour une installation de CU-Sol Structural[MD]?
Il n'y a pas de minimum établi. Par contre, le CU-Sol Structural[MD] est conçu pour couvrir la fondation entière sous les pavages. L'homogénéité assure l'uniformité des paramètres d'ingénierie, particulièrement ceux reliés au drainage, donc au gel/dégel. Idéalement, l'installation devrait se faire sous la zone entière du trottoir, des bâtiments jusqu'à la bordure, potentiellement d'un coin de rue à l'autre. S'il est impossible d'agir ainsi, le CU-Sol Structural[MD] peut être placé dans une tranchée de 5' à 8' de largeur parallèle à la bordure.

Est-ce que le sol migrera vers le fond de la fosse après l'installation?
L'excavation d'une installation datant de 7 ans n'a montré aucune migration des agrégats. Les vides entre les pierres sont en grande partie remplis de sol, il n'y a donc pas d'interstices favorisant la migration du sol.

Est-ce que l'hydrogel demeure efficace avec le temps?
Sur une longue période de temps, les sels solubles avec lesquels l'hydrogel est fabriqué, c'est-à-dire l'hydroxyde de potassium et de l'azote ammoniacal (acrylamide) se dissolvent. L'hydrogel inerte devient une partie infime du sol. Par contre, nous croyons que les racines colonisées et autres organismes vont, avec le temps, remplacer le rôle d'agent poisseux de l'hydrogel. Des recherches à ce sujet sont en cours.

Qu'arrive-t-il lorsque les racines prennent de l'expansion dans le CU-Sol Structural[MD]?
Éventuellement les racines vont déplacer les pierres, mais si les racines sont comme nous l'avons observé, soit profondes dans le profil du sol, la pression générée sera répartie sur une grande surface. Nous avons vu des racines contourner les pierres plutôt que de les déplacer dans les vieilles installations (10 ans).

Est-ce que le CU-Sol Structural[MD] est sensible au gel/dégel?
Ce paramètre n'a pas été testé en profondeur, mais nous n'avons noté aucun soulèvement de surface dans les installations. Si nous nous basons sur les données concernant le drainage de ce matériel très poreux, le CU-Sol Structural[MD] est très stable au printemps.

Est-il possible d'ajouter du sol standard autour de l'arbre et du CU-Sol Structural[MD] sous le trottoir?
Il est préférable d'utiliser le CU-Sol Structural[MD] sous la motte de l'arbre afin de prévenir l'affaissement de celle-ci. Planter les arbres directement dans le CU-Sol Structural[MD] assure une meilleure stabilité du pavage près de la fosse que les sols conventionnels. Si la fosse d'arbre est assez large, soit plus grande que 5' x 5', un sol conventionnel peut être utilisé dans l'ouverture autour de l'arbre en ajout au CU-Sol Structural[MD] sous le pavage.

Est-il mieux de planter des arbres en panier de broche, à racines nues ou en pot dans le CU-Sol Structural[MD]?
Des arbres selon chaque méthode de production peuvent être utilisés. Il est important d'arroser les plantations récentes comme on le fait lorsqu'on plante dans un sol conventionnel.

Est-ce que le CU-Sol Structural[MD] devrait être utilisé en milieu urbain où il n'y a pas de béton?
Le CU-Sol Structural[MD] a été conçu pour être utilisé lorsque la compaction du sol est nécessaire. Sinon, une bonne terre de culture est plus à propos.

Pouvons-nous entreposer de grandes quantités de CU-Sol Structural[MD]?
Le CU-Sol Structural[MD] est produit par des producteurs autorisés et ne devrait préférablement pas être entreposé. Le sol est mélangé à la demande et est livré dans un délai raisonnable. Si l'entreposage est incontournable, la pile devrait être protégée de la pluie et de la contamination.

Est-ce que le CU-Sol Structural[MD] peut être spécifié pour les arbres existants?
À plusieurs reprises, le CU-Sol Structural[MD] a été utilisé sous et adjacent à des arbres existants. Si peu de racines sont endommagées durant les opérations, les arbres continuent à bien croître.

Quelles sont les plus vieilles installations avec le CU-Sol Structural[MD]?
Les deux plus vieilles installations datent de 1994, la première est un févier planté au projet de Staten Island Esplanade à New York City, la seconde est un platane au HoPlaza sur le Campus de Cornell University à Ithaca, NY. Il y a maintenant un nombre impressionnant de projets réalisés à travers les États-Unis et le Canada. Pour plus d'informations sur ces projets, visitez le www.structuralsoil.com ou téléphonez à Brian Kalter de Amereq Inc. au 1-800-832-8788.

Se procurer du CU-Sol Structural[MD]

Le CU-Sol Structural[MD] est un produit breveté et quelques producteurs sont autorisés à le produire afin d'assurer un contrôle de la qualité du produit. Les marques déposées sont CU-Structural Soil™ et CU-Soil™. Il y a des producteurs autorisés à travers les Etats-Unis et le Canada (Est du Canada, Matériaux Paysagers Savaria Ltée, www.savarialtee.ca). Pour trouver celui de votre région, contactez Brian Kaler (bkalter@amereq.com) ou Fernando Erazo (FE@amereq.com) à Amereq Inc., 19 Squadron Blvd, New City, NY, 10956, (800) 832-8788

Pour plus d'information

Visitez le site web du Urban Horticulture Institute :
www.hort.cornell.edu/uhi et aller à Outreach > Structural Soil

Un DVD montrant des vidéos du mélange, l'installation et la croissance d'arbre à l'aide du CU-Sol Structural[MD] est disponible à www.hort.cornell.edu/uhi/outreach/csc/index.html

Ou contactez Dr. Nina Bassuk (nlb2@cornell.edu), (607) 255-4586

Documents de références:

- Evans, M., Bassuk, N.L. and Trowbridge, P.J. 1990. Street trees and sidewalk construction. Landscape Architecture. 80(3) 102-103.
- Goldstein, J., Bassuk, N.L., Lindsey, P., and Urban, J. 1991. From the Ground Down. Landscape Architecture, 81(1) 66-68.

• Lindsey, P. and Bassuk, N. 1991. Specifying Soil Volumes to Meet the Water Needs of Mature Urban Street Trees and Trees in Containers. Journal of Arboriculture. 17(6) 141-149.
• Lindsey, P. and Bassuk, N.L. 1992. Redesigning the Urban Forest from the Ground Below: A New Approach to Specifying Adequate Soil Volumes for Street Trees. Arboricultural Journal. 16(1) 25-39.
• Trowbridge, P. and Bassuk, N.L. 1999. Redesigning Paving Profiles for a More Viable Urban Forest. ASLA Proceedings Annual Conference, pp. 350-351. 13(2): 64-71.
• Grabosky J. and Bassuk N.L. 1995. A New Urban Tree Soil to Safely Increase Rooting Volumes Under Sidewalks. Journal of Arboriculture, 21(4) 187-201.
• Grabosky, J., Bassuk, N.L. and Van Es, H. 1996. Testing of Structural Urban Tree Soil Materials for Use Under Pavement to Increase Street Tree Rooting Volumes. Journal of Arboriculture, Vol. 22 No. 6, 255-263.
• Grabosky, J., Bassuk, N.L., Urban, J. and Trowbridge, P. 1998. Structural Soil: An Innovative Medium Under Pavement that Improves Street Tree Vigor. ASLA Proceedings Annual Conference, pp183-185.
• Grabosky, J., Bassuk, N.L., Irwin, L., and Van Es, H. 1999. A Pilot Field Study of Structural Soil Materials in Pavement. The Landscape Below Ground II: Proceedings of an International Workshop on Tree Root Development in Urban Soils. San Francisco, CA: International Society of Arboriculture, 210-221.
• Grabosky, J., Bassuk, N.L., Irwin, L., and Van Es, H. 1999. Structural Soil Investigations at Cornell University. The Landscape Below Ground II: Proceedings of an International Workshop on Tree Root Development in Urban Soils. San Francisco, CA: International Society of Arboriculture, 203-209.
• Grabosky, J., Bassuk, N.L., Irwin, L. and Van Es, H. 2001. Shoot and Root Growth of Three Tree Species in Sidewalks. J. Environmental Hort. 19(4):206-211.
• Grabosky, J., Bassuk, N.L., and Marranca, M.B. 2002. Preliminary Findings from Measuring Street Tree Shoot growth in two Skeletal Soil Installations Compared to Tree Lawn Plantings. Journal of Arboriculture 28(2):106-108.
• Loh, F.C.W., Grabosky, J.C., and Bassuk, N.L. 2003. Growth Response of Ficus benjamina to Limited Soil Volume and Soil Dilution in a Skeletal Soil Container Study. Urban Forestry & Urban Greening. 2(1):53-62.
• Trowbridge, P. and Bassuk, N.L. 2004. 'Trees in the Urban Landscape: Site Assessment, Design and Installation'. Chapter 3:61-81. Wiley and Sons, Inc.

Fig 1.26 Étude de comparaison sur trois ans entre des arbres plantés en trottoirs et les mêmes dans le CU-Sol Structural[MD]. Les espèces étaient des érables, des tilleuls et des aubépines.