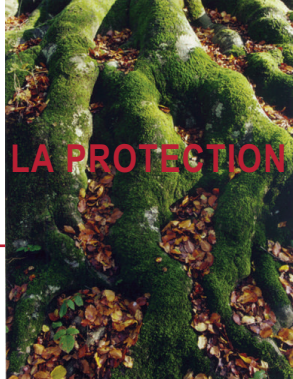


LA PROTECTION DU SYSTEME RACINAIRE DES ARBRES LORS DES TRAVAUX DE TERRASSEMENT



■ Le rôle et l'importance du système racinaire

Les racines, bien qu'elles soient cachées, ont une importance fondamentale dans la vie de l'arbre :

- ✓ Les grosses racines ligneuses assurent l'ancrage de l'arbre au sol et le transport de la sève,
- ✓ Les radicelles et les poils absorbants dont le diamètre ne dépasse guère 1 mm (associées aux mycorhizes) ont pour rôle d'absorber l'eau et les éléments minéraux qui composeront la sève brute.
- ✓ Les racines stockent une partie des réserves nutritives de l'arbre (sucres, amidon, composés azotés et lipides).

Où se répartit le système racinaire ?

- ✓ Les racines d'ancrage se répartissent dans un volume de sol dépendant de plusieurs paramètres : l'essence, la hauteur de l'arbre, le diamètre de son tronc, l'exposition au vent, la structure du sol et la profondeur exploitable.
- ✓ Les racines peuvent s'étendre latéralement dans un rayon supérieur à la hauteur de l'arbre (jusqu'à trois fois la hauteur de l'arbre). Cependant, il est très difficile de déterminer l'extension des racines. Souvent l'organisation des racines est inégalement répartie dans le sol.

Les radicelles sont essentiellement situées dans les 40 premiers centimètres du sol où elles trouvent l'oxygène et la matière organique qui leurs sont nécessaires pour vivre.

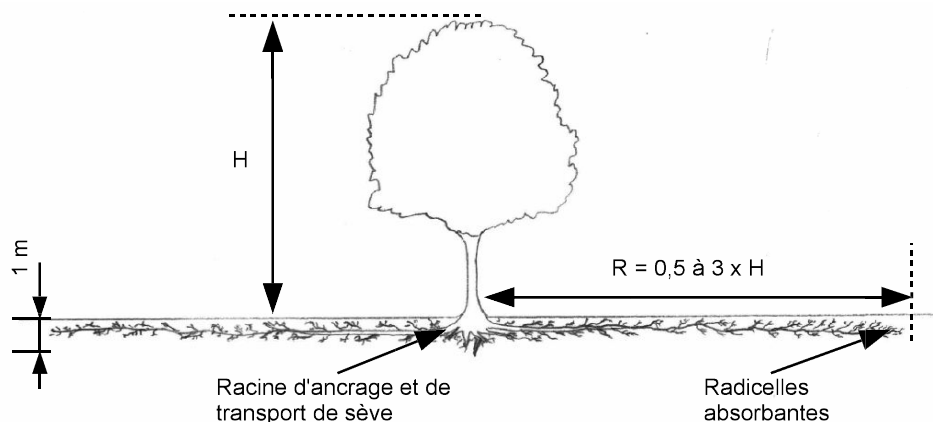


Schéma de principe

■ Les dommages pouvant être causés aux racines et leurs conséquences

Les principaux dommages causés aux racines pendant les travaux de terrassement sont :

- ✓ **Le compactage** du sol par le passages de véhicules ou d'engins lourds. Le tassement et la compression des matériaux réduisent la porosité du sol. Ceci limite la percolation de l'eau et la capacité drainante du sol. Ceci limite aussi les échanges gazeux et cause l'asphyxie racinaire (les racines ne peuvent plus respirer).

✓ Le remblaiement

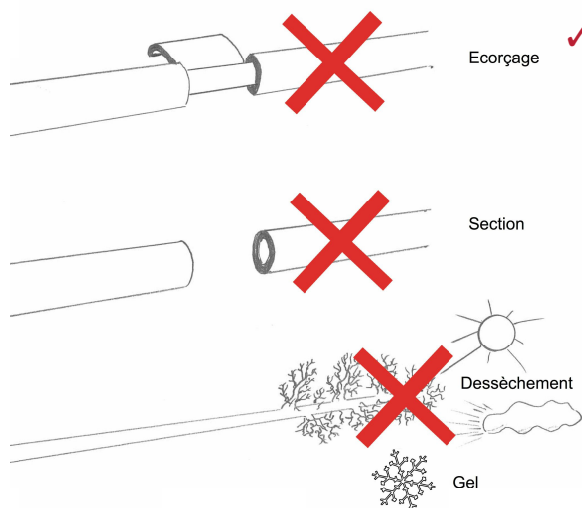
L'épaisseur des matériaux disposés sur le sol éloigne la source d'air des racines et provoque également l'asphyxie racinaire. La nature des remblais a une influence ; s'ils sont sableux, limoneux, argileux, crayeux ou anthropiques, les conséquences peuvent être différentes, ils peuvent modifier l'acidité (pH) du sol. Il ne faut jamais enterrer le collet d'un arbre. Certaines essences telles que le noyer, le chêne, le hêtre sont excessivement sensibles au remblaiement.

✓ Le décaissement

Le décapage de la couche superficielle du sol élimine une très grosse proportion du chevelu racinaire indispensable à l'absorption de l'eau et des éléments minéraux. Il occasionne entre autre des blessures qui seront colonisées par des champignons. Les mycorhizes sont aussi éliminées lors d'un décaissement.

✓ La modification de l'alimentation en eau du sol.

La réalisation de drainages à proximité de l'arbre ou la dérivation d'un fossé peuvent assécher le sol. Au contraire la dérivation d'eau à proximité de l'arbre peut aboutir à une saturation en eau et asphyxier le sol.



✓ L'écorçage ou l'amputation des racines

La section ou l'écorçage du pourtour d'une racine (section du xylème conduisant la sève brute) stoppe l'alimentation en eau et en éléments minéraux irriguant le végétal.

La coupe des racines d'ancrage réduit l'accroche de l'arbre qui risque de basculer. Plus le diamètre des racines sectionnées est grand, plus les dégâts sont importants.

Les plaies sur les racines coupées ou écorcées sont souvent colonisées par des champignons qui dégradent le bois (Ganoderme par exemple). Il n'existe aucun moyen curatif pour stopper le développement de ces champignons. Les pathologies racinaires peuvent ainsi altérer gravement la physiologie et la résistance mécanique des arbres. La contamination débute sous terre et ne peut pas, par conséquent, être diagnostiquée de manière précoce et évidente. Les effets ne seront visibles que plusieurs années après les dégâts, mais ils seront irréversibles et pourront rendre les arbres dangereux.

✓ Le gel ou le dessèchement des racines

Le chevelu racinaire peut être desséché par le vent, le soleil ou gelé lorsqu'il est mis à nu et n'est plus protégé par le sol qui l'entoure naturellement.

✓ La pollution du substrat

Le déversement accidentel de produits toxiques dans le sol (hydrocarbures, ciments, résines, ...) peut provoquer l'empoisonnement du végétal.

Ces différentes altérations du système racinaire provoquent l'affaiblissement et parfois la mort des arbres. Les végétaux déjà faibles et les sujets âgés sont, bien sûr, plus sensibles.

Un arbre qui a mis des décennies à se développer peut ainsi être détruit en quelques minutes.

Il est moins onéreux de prévenir les dégâts plutôt que d'essayer de les réparer (cela est d'ailleurs souvent impossible).

■ **Précautions à prendre pour protéger le système racinaire**

Les sols urbains, sous la voirie, peuvent être parcourus par de nombreux réseaux enterrés (eau, eaux usées, gaz, éclairage public, électricité, téléphone, fibre optique, drain, ...) mais aussi par le réseau racinaire qui a la particularité de se multiplier, de s'allonger et d'épaissir au cours du temps. Ces différents réseaux ainsi que les équipements scellés au sol (mobiliers urbains, ...) doivent cohabiter dans un espace restreint.

Les travaux de Voirie et Réseaux Divers (VRD), d'enfouissement et d'entretien peuvent être la source de dégâts sur le système racinaire. Il est indispensable de prendre le plus grand soin de ce dernier lors des travaux réalisés dans l'environnement de l'arbre.

Le système racinaire doit être considéré par les terrassiers et les gestionnaires comme un réseau sensible à part entière. Au même titre qu'un réseau d'électricité, de gaz, d'eau, de fibre optique, ...

Adopter une charte de l'arbre avec une méthode de calcul de la valeur d'aménité et une méthode permettant de calculer les indemnités en cas de dommage

La charte de l'arbre est un document signé par les représentants de la collectivité et les acteurs de l'espace public qui s'engagent à respecter les arbres et à les gérer dans les règles de l'art.

De façon à prévenir les dégâts et à inciter les concessionnaires à appliquer les règles préconisées ci-dessous, il est possible d'appliquer sur le territoire et dans le cahier des charges des formules de calcul qui permettent d'évaluer la valeur financière des arbres d'ornement et d'estimer le montant des indemnités en cas de dommages.

Se référer à la fiche « Arbre en questions » sur ce sujet.

Elaborer un cahier des charges définissant les règles à respecter pour protéger le système racinaire

Le cahier des charges présenté ci-dessous peut engendrer un surcoût. Cependant ces consignes éviteront des frais importants de gestion des arbres altérés à moyen terme (abattage, essouchage, évacuation, renouvellement des plantations) et permettront de protéger les réseaux enterrés.

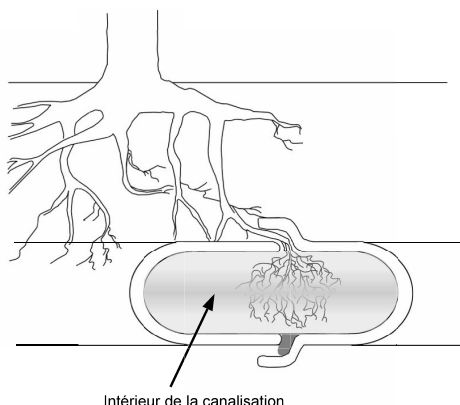
La norme NF P98-332 doit, au minimum, être appliquée.

Se concerter entre responsables des travaux et gestionnaires ou propriétaires des arbres avant intervention

Pour assurer une cohabitation harmonieuse entre les réseaux enterrés et les arbres, il est primordial que le responsable des travaux de terrassement et le gestionnaire ou le propriétaire des arbres se rencontrent avant toute intervention, pour planifier et programmer les chantiers. Hors cas d'urgence absolue, les travaux doivent être programmés à l'avance.

Qu'il s'agisse de travaux de terrassement pour l'installation ou d'entretien des réseaux enterrés, tout comme pour la réalisation de plantations, cette rencontre permet d'identifier les contraintes des deux parties et d'échanger des informations.

Une analyse qualitative du ou des arbres doit être entreprise avant la réalisation des travaux de voirie. En effet, il peut s'avérer que l'arbre ou l'alignement sont déjà très altérés et qu'il soit alors plus judicieux de profiter du réaménagement pour abattre et renouveler la plantation pendant la phase de travaux de voirie et de réseaux.



Intérieur de la canalisation

Moyens préventifs à mettre en oeuvre lors des plantations pour protéger les racines et assurer une bonne cohabitation avec les réseaux enterrés

✓ Repérer les réseaux enterrés et adapter le plan de plantation

La première démarche consiste à consulter les plans de recollement et repérer les réseaux enterrés puis à adapter le plan de plantation à la situation en essayant, dans la mesure du possible, d'éloigner les arbres des réseaux (à plus de 1,5 m du tronc, au-delà de la zone très sensible). En effet, les racines peuvent provoquer des dégâts, notamment en s'infiltrant dans les conduites d'eaux usées.

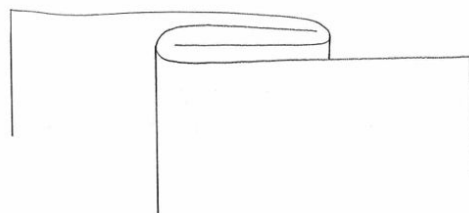
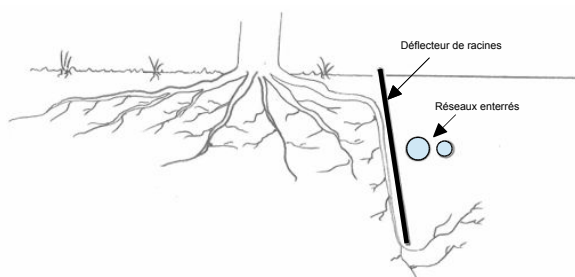
Lorsque l'on souhaite planter à des distances inférieures des réseaux, des protocoles spécifiques doivent être mis en place avec les concessionnaires (Exemple de PESOS à Nantes ou le protocole pour la cohabitation des arbres et des réseaux du Grand Lyon).

✓ Choisir des essences au développement racinaire adapté

Le choix des essences est primordial, certains arbres ont un système racinaire moins envahissant que d'autres. D'une manière générale, le développement de la partie souterraine est en corrélation avec le volume de sa partie aérienne. Ainsi, un arbre de petit développement aura généralement un système racinaire moins étendu qu'un arbre de grand développement. Une essence adaptée aux zones humides ou fraîches (saules, peupliers, ...) aura un développement racinaire plus vigoureux notamment vers les zones humides telles que les conduites d'eau poreuses.

✓ Installer des déflecteurs de racines

Lors de la plantation, lorsque les réseaux enterrés sont proches, il est conseillé de stopper le développement futur des racines en direction des aménagements sensibles enterrés en disposant un déflecteur de racines en bordure de la fosse de plantation. Cette barrière sera disposée jusqu'à la surface du sol, elle descendra au minimum 20 cm plus bas que l'aménagement à protéger et sera légèrement inclinée pour inciter les racines à passer sous le réseau à protéger. Il existe plusieurs types de barrières vendues dans le commerce (film polypropylène de grammage > 300gr/m², films de fibres non tissées renforcées, plaques pvc clipsables, ...). L'installation de ce type de barrière évitera d'altérer les racines lorsque la tranchée des réseaux sera rouverte dans le futur.

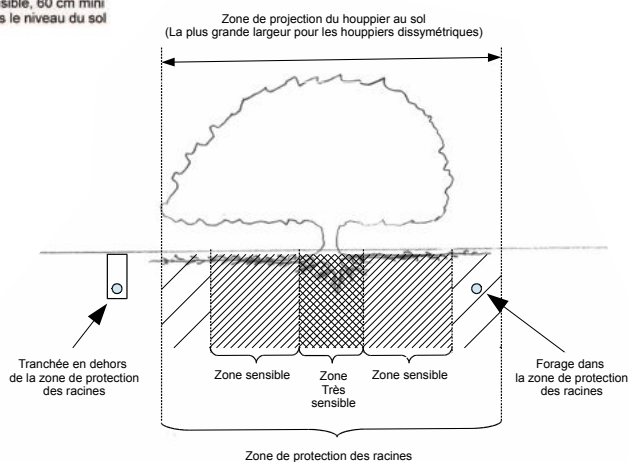
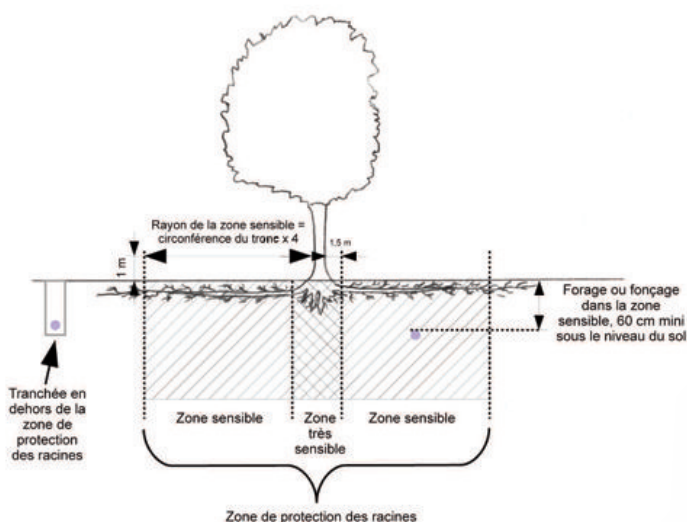


Au niveau des jonctions, superposez puis pliez les deux films pour assurer l'étanchéité et éviter que les racines traversent la paroi.

Attention, si le déflecteur de racines est disposé en profondeur, tout autour d'une fosse de plantation sous dimensionnée par rapport au développement racinaire de l'arbre adulte et que l'arbre ne peut pas étaler ses racines correctement au-delà de cette fosse, son ancrage au sol sera faible et il risquera de basculer à l'âge adulte. Tel un arbre en pot.

Moyen à mettre en œuvre pour éviter l'altération du système racinaire lors des travaux de terrassement

Définir des périmètres de protection et d'intervention.



Lorsque la zone de projection du houppier au sol est plus grande que la zone sensible ($R = \text{circ} \times 4$), La zone de protection des racines correspond à la zone de projection du houppier au sol.

3 zones sont à délimiter autour du tronc de l'arbre avant les travaux (d'après les normes anglaises NJUG) :

• La zone de protection des racines

La zone très sensible

- Surface de 1,5 m de rayon autour de la périphérie du tronc (projection au sol de la mesure prise sur le tronc à 1 m de haut)
- ou surface de la fosse de plantation si elle est plus importante que la surface ci-dessus.
- Toute intervention de fouille est interdite.

La zone sensible

- Surface de x m de rayon autour de la périphérie du tronc avec $x = \text{circonférence du tronc en m (mesurée à 1 m du sol)} \times 4$
- Ou projection du houppier au sol - choisir la plus grande surface.
- Les interventions de fouille doivent être réalisées avec des précautions particulières

Exemple : si la circonférence du tronc mesurée à 1 m du sol est égale à 3 m, alors le rayon de la zone sensible est égal à $4 \times 3 \text{ m} = 12 \text{ m}$.

Si la projection au sol du houppier a un rayon de 15 m, c'est ce rayon supérieur qui sera retenu.

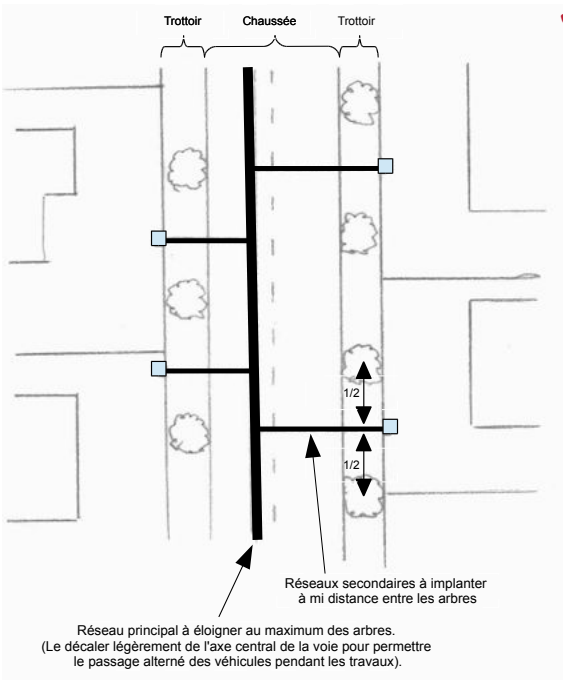
• La zone extérieure

- En dehors des zones sensibles
- Les interventions de fouille sont libres.

LA PROTECTION DU SYSTEME RACINAIRE DES ARBRES LORS DES TRAVAUX DE TERRASSEMENT

	Zone de protection des racines		Zone extérieure
	Zone très sensible	Zone sensible	
Installation d'une barrière de protection sur la périphérie de la zone.	Obligatoire	Recommandé s'il n'y a pas d'intervention dans cette zone	-
Passage de véhicules ou d'engins lourds sur le sol naturel	X Interdit	Interdit sauf si le passage se fait sur des dalles de répartition	✓ Autorisé
Remblaiement	X Interdit	X Interdit	✓ Autorisé
Décaissement	X Interdit	X Interdit	✓ Autorisé
Implantation de réseau enterré et fouille.	X Interdite	Peu recommandé	✓ Autorisé
Moyens utilisés pour implanter le réseau ou réaliser la fouille.	X Aucun	Forage dirigé, fonçage, terrassement manuel avec pelle, pioche et excavatrice préconisés. Trancheuse et pelle mécanique interdites.	Forage dirigé, fonçage, terrassement manuel avec pelle, pioche, excavatrice, trancheuse, pelle mécanique autorisés.
Coupe de racine de diamètre supérieur à 25 mm	X Interdit	X Interdit	Non recommandé
Coupe des racines altérées.	-	Obligatoire	Recommandé
Remblaiement des fouilles dès que possible ou protection les racines exposées au gel, au vent et au soleil.	-	Obligatoire	Recommandé
Stockage de déblais, matériaux et produits de chantier.	X Interdit	X Interdit	✓ Autorisé

Contactez le propriétaire ou le gestionnaire arboriste pour savoir s'il est possible d'obtenir, au cas par cas, une dérogation à ces règles. Tout dégât au système racinaire doit être signalé à ce dernier.



✓ Installer les réseaux enterrés en dehors de l'aire de répartition du système racinaire.

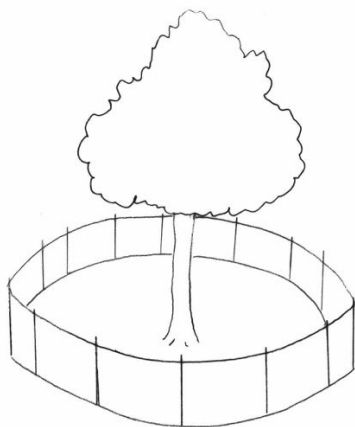
L'objectif est de conserver autant de racines intactes que possible.

Au mieux, le réseau enterré sera installé dans un rayon, mesuré à partir du tronc, correspondant à la hauteur de l'arbre puis, si ce n'est pas possible, dans la zone libre et enfin (ce qui est très souvent le cas en milieu urbain), dans la zone sensible en appliquant les consignes citées dans ce document.

Dans le cas d'implantation d'un réseau souterrain dans une rue, il peut être possible d'installer le réseau de l'autre côté de la chaussée lorsqu'il s'agit d'épargner un alignement simple d'arbres ou dans la partie centrale de la chaussée lorsqu'il s'agit d'un alignement bilatéral.

Lorsqu'un réseau doit couper l'axe d'un alignement d'arbres, prévoir de faire passer ce réseau à mi-distance entre deux arbres.

Dans la mesure du possible les différents réseaux souterrains seront disposés dans une seule tranchée.



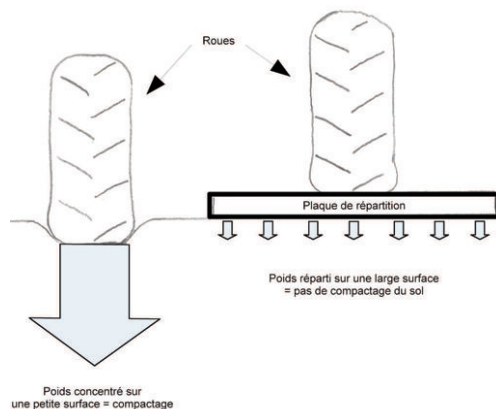
✓ Installer une barrière en périphérie de la zone de protection

Cette barrière sera installée autour de la zone très sensible et elle pourra être élargie au périmètre de la zone sensible si aucune intervention n'est menée à l'intérieur de cette surface. La matérialisation physique de cet espace évitera que des intervenants non informés pénètrent dans cet espace.

La barrière de chantier sera installée avant le début des travaux.

✓ Ne pas compacter le sol

Les véhicules ou engins lourds ne doivent pas circuler ou stationner sur sol naturel dans la zone sensible. Dans cette zone, si la circulation est indispensable, utiliser des plaques de protection de sol. Avant le début des travaux disposer au sol ces plaques de répartition des charges (plaques de roulage).



✓ Ne pas remblayer le sol

Plus le remblaiement forme une couche épaisse au-dessus du sol, plus l'asphyxie racinaire provoquée est importante. Des essais de drains reliés à l'air extérieur en surface, formant des manchons d'aération sous les remblais, ont été expérimentés pour des essences plus tolérantes telles que le platane.

✓ Ne pas blesser, écorcher ni arracher les racines

• Protection des racines de surface

- Ne pas décaisser le sol

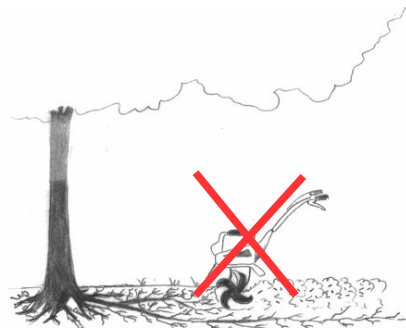
Même à des faibles profondeurs (- 20 cm par exemple) le décaissement, dans les zones sensibles, provoque la destruction et l'altération d'une partie importante du chevelu racinaire.

- Ne pas travailler le sol

Dans les sols naturels (parcs, jardins, ...), dans la zone de protection des racines, le travail du sol de surface est traumatisant.

Le travail du sol au rotavator ou à la motobineuse, préalable au semis de gazon est à proscrire. La section de racines par les outils tranchants est une porte ouverte pour le développement des champignons xylophages. Dans ce cas, la meilleure alternative au gazon (qui manquerait de toute façon de lumière et compliquerait la tonte) est le paillage ou l'implantation de plantes vivaces tapissantes appréciant l'ombre.

Se référer à la fiche «Arbre en Questions» sur ce sujet.

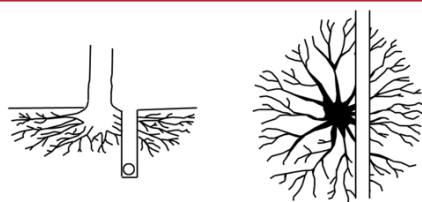


• Protection des racines plus profondes

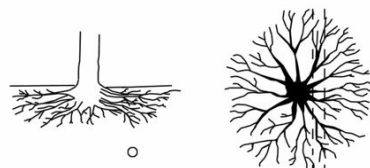
- Forage dirigé – Fonçage

Chaque fois que cela est possible privilégier le fonçage ou le forage dirigé. Cette technique est exigée dans la zone sensible. Ce moyen permet de ne pas couper les racines et de limiter les blessures.

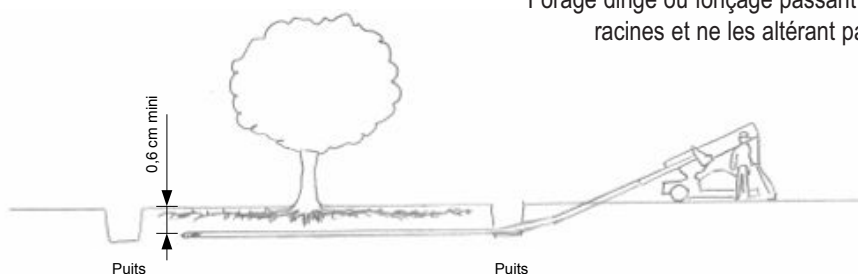
Les puits d'entrée et de sortie doivent se situer en dehors des zones sensibles. Il est recommandé de faire le forage à une profondeur minimale de 60 cm pour passer sous les racines.



Tranchée altérant les racines



Forage dirigé ou fonçage passant sous les racines et ne les altérant pas



- Terrassement manuel avec pelle et pioche

Dans la zone de protection des racines, lorsque le fonçage n'est pas possible, le terrassement à la pelle et à la pioche est exigé.

- Excavatrice aspiratrice

Pour évacuer les matériaux avec une excavatrice aspiratrice, le tube d'aspiration doit être muni d'un embout en caoutchouc pour ne pas blesser les racines.

- Terrassement à la Pelle mécanique

Elle ne peut être utilisée que dans la zone extérieure. Les godets arrachent les racines. Cependant une utilisation minutieuse de l'outil permet d'épargner les plus grosses racines.

- Utilisation de Trancheuse mécanique

Elle ne peut être utilisée que dans la zone extérieure. La tranchée est généralement peu large. Cet outil ne permet pas d'épargner les grosses racines.

- Ne pas couper les racines de diamètre supérieur à 2,5 cm

Si lors de l'ouverture d'une tranchée une racine de plus de 2,5 cm de diamètre est découverte, elle ne doit pas être coupée.

- Comment sectionner les racines altérées

Les racines altérées doivent être sectionnées de façon nette avec des outils tranchants bien affûtés (sécateur, sécateur de force, prémoir, ou scie à main selon les diamètres). La racine doit être coupée perpendiculairement à son axe de façon à ce que la section soit d'une surface la plus petite possible. Une coupe nette se recouvrera plus rapidement et sera moins sujette à l'infection de champignons. La coupe sera ensuite badigeonnée avec un produit antifongique. Les outils de coupe doivent être désinfectés avec un produit antifongique de type alcool à 70° entre chaque arbre.

- Eviter le gel et le dessèchement des racines

Si la tranchée reste ouverte plus d'une journée, une toile imperméable doit être disposée en bordure de l'excavation, du côté de l'arbre, pour maintenir l'humidité du sol autour des racines et éviter le gel. Cette toile doit, bien sûr, être éliminée avant le remblaiement. L'idéal est de reboucher le plus rapidement possible la tranchée.

- Saison d'intervention

Si une partie des racines doit être mise à nu lors de l'excavation, il est nécessaire de réaliser les travaux hors période de végétation (de novembre à mars).

- Déflecteur de racines

Les racines sont attirées par les zones humides et meubles. Les interfaces entre les matériaux ainsi que les remblais des tranchées peuvent être propices au développement racinaire. Il est recommandé de disposer, en bordure du réseau enterré, un film évitant le passage des racines en direction de ce dernier (voir ce chapitre traité plus haut).

- Remblaiement des excavations

Les débris de bois issus des coupes doivent être éliminés de la tranchée.

Regarnir l'espace proche des racines avec un mélange propice au développement racinaire (terre végétale + sable et terreau).

Sans compacter le sol.

Dans le sol naturel remblayer avec les matériaux excavés

Si la tranchée se trouve dans un endroit circulé, il faut assurer la portance du sol en ayant recourt à un mélange terre-pierres ou à une dalle de répartition.

- Ne pas polluer le sol

Ne pas stocker de déblais, de matériaux de produits de chantier ni de produits toxiques (huile, ciment, ...) dans les zones sensibles. L'infiltration dans le sol d'un produit par ruissellement ou par mégarde pourrait être fatale. Dans les zones pentues attention aux eaux de ravinement.

Toutes les prescriptions fournies dans ce document concernent le système racinaire. Il est, bien sûr, nécessaire de protéger également le tronc et les branches de l'écorçage et de la casse pouvant être causée par les engins de chantier.

Bibliographie :

- Les racines. Face cachée des arbres. Christophe Drénou – IDF 2006
- Normes AFNOR NF P 98-331 et P 98-332
- Règles professionnelles. Travaux de terrassement des aménagements paysagers - UNEP
- NJUG Guidelines for the Planning, Installation and Maintenance of Utility Apparatus in Proximity to Trees - Issue 2 : 16th November 2007

Adresse utile :

Association France Sans Tranchées Technologie www.fstt.org

Auteur : Augustin BONNARDOT, Forestier Arboriste Conseil

Illustrations : Augustin BONNARDOT et Laure PIEDELOUP

Janvier 2017