

Possibilités de revitalisation des arbres urbains

Mohamed Wafi MHAMDI ¹, Murielle EYLETTERS ² & Roger PAUL ¹

1. INTRODUCTION

Comme tout organisme, l'arbre évolue. Tout au long de sa vie, il est soumis aux multiples agressions des agents biotiques et abiotiques du milieu. Son aspect extérieur et sa vitalité en pâtissent.

Chaque agent contraignant est capable de provoquer à lui seul des symptômes spécifiques mais, le plus souvent, le dépérissement de l'arbre est dû à l'intervention complexe de plusieurs d'entre eux. Il est ainsi difficile d'établir la différence entre ceux qui prédisposent au mal, ceux qui le déclenchent et ceux qui l'accompagnent.

Le remplacement d'un arbre urbain est une opération très coûteuse. Il est donc judicieux d'intervenir par des techniques appropriées de revitalisation pour maintenir les sujets âgés en place le plus longtemps possible.

Dans cet article, on présentera les techniques de revitalisation des essences ligneuses urbaines connues à ce jour à savoir:

- La correction des carences minérales par injection de solutions nutritives dans le sol.
- L'amélioration de la fertilité biologique des sols urbains par inoculation de champignons mycorhiziens.
- L'amélioration de la structure par aération et décompactage.

¹Laboratoire de Toxicologie environnementale, Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques, 2 Passage des Déportés, 5030 Gembloux, Belgique
Tél:+32 (0) 81 62 24 59; Fax:+32 (0) 81 60 07 27; e-mail: paul.r@fsagx.ac.be

²Laboratoire d'Agrotechnologies végétales, Université libre de Bruxelles, Avenue F. Roosevelt 50 CP169, 1050 Bruxelles, Belgique

2. TECHNIQUES DE REVITALISATION

2.1. Apports minéraux au pied des arbres âgés

2.1.1. *Injection d'engrais liquide*

Une des voies rationnelles d'approche est l'utilisation de solutions fertirrigantes à injecter dans le sol. Smiley *et al.* (1997) ont réalisé des injections dans le sol avec un engrais "Bartlette Boost" de composition 28-9-9 dissous dans l'eau à raison de 18 kg/378 litres, chez deux espèces de chênes (*Quercus phellos* et *Quercus rubra*) et chez des noyers (*Carya illinoensis*) adultes, dans un espace résidentiel en Caroline du Nord. Les diamètres du tronc étaient d'environ 130 cm. Les injections ont été effectuées tous les 90 cm, à 20 cm de profondeur, sous une pression de 10 bars. 1,9 litres ont été injectés par arbre. Après 4 et 7 mois, une stimulation du développement racinaire a été constatée.

En 2001, des injections d'engrais soluble au pied de marronniers âgés ont été réalisées dans le but d'améliorer leur statut minéral et de leur conférer une meilleure résistance aux stress qui règnent en milieu urbain (Mhamdi, 2001). Les arbres traités sont au nombre de 57. Chaque arbre a reçu le même traitement, équivalent à environ 750 litres de solution minérale.

Tableau 1. Composition de la solution minérale injectée dans la rhizosphère des marronniers âgés

Engrais	Composition au litre	Composition pour 750 l	Apport en N, P, K et Mg
KNO ₃	0,606 g	455 g	63 g N, 177 g K (214 g K ₂ O)
KH ₂ PO ₄	0,272 g	204 g	48 g P (146 g P ₂ O ₅), 58 g K (71 g K ₂ O)
MgSO ₄ .7H ₂ O	0,370 g	277 g	27 g Mg (45 g MgO)
Total	1,248 g	936 g	

Ce traitement n'a pas permis d'observer d'effet sur les teneurs du feuillage en éléments minéraux. Il serait, cependant, nécessaire de vérifier qu'un effet d'augmentation de la matière sèche, qu'il faudrait mettre en évidence à l'aide de techniques adéquates, n'a pas gommé, dans les résultats analytiques, une alimentation minérale accrue, par un effet de dilution.

2.1.2. *Injections d'engrais retard soluble ou en granulé*

Une convention de recherche en cours (2002), gérée par le Laboratoire de Toxicologie Environnementale (F.U.S.A.Gx Belgique) a pour objectif de revitaliser un alignement de tilleuls en mauvais état morpho-physiologique,

par injections d'engrais (soluble et granulé) dans la rhizosphère. L'évaluation des effets de ce traitement est basée sur des mesures de fluorescence chlorophyllienne, de potentiel hydrique et des teneurs du feuillage en macroéléments.

Les trois traitements testés sont:

- Application d'engrais retard "Osmocote".
- Application d'engrais soluble équivalent.
- Inoculation mycorhizienne.

L'"Osmocote" utilisé présente une action prolongée sur 5 à 6 mois. Il se compose de: N/P/K 15/8/10 plus 1,8 de Mg. Il est épandu à la dose conseillée de 80 g/m². Sur la base des quantités en éléments majeurs apportées par l'engrais, son équivalent soluble a été calculé. Il se compose de 3,50 kg de nitrate d'ammonium et de 3,35 kg de dihydrogénophosphate de potassium, mélangés à 2,75 kg de matière de charge (sable). L'ajout de matière de charge compense celle de l'"Osmocote" et permet d'appliquer l'engrais soluble à la même dose de 80 g/m². Les effets des traitements ne pouvant être investigués sur une seule année, les résultats sont attendus dans le courant 2003.

2.2. Inoculation des essences urbaines par des champignons mycorhiziens

L'inoculation par des champignons mycorhiziens constitue une technique de revitalisation biologique des arbres en milieu urbain. L'augmentation de la vigueur des essences ligneuses après mycorhization est une réalité amplement décrite dans la bibliographie. Cette technique permet l'amélioration du statut hydrique et de la nutrition minérale ainsi qu'une meilleure tolérance à différents types de stress fréquents en milieu urbain (salinité, compactage, pollution par les métaux lourds, etc.).

Marx (1999) répertorie les expériences de mycorhization effectuées sur des arbres en milieu urbain en place depuis plusieurs années:

- À l'université du Michigan, des chênes rouges d'Amérique ont montré des augmentations du nombre de racines latérales et de radicules et presque trois fois plus de développement ectomycorhizien après injection de la zone de racines avec l'ectomycorhize *Pisolithus tinctorius*. La réponse des racines à ces champignons était également importante pour les arbres traités avec des bio-stimulants organiques et des micro-nutriments injectés. Des réponses fort similaires ont été mesurées sur des chênes et des noyers adultes dans un espace résidentiel en Caroline du Nord et dans une zone urbaine très fréquentée en Caroline du Sud (Smiley et al. 1997; Marx et al. 1997).

- Début 1998, les responsables du Royal Botanic Garden à Kew, au Royaume-Uni, ont injecté des zones racinaires de 20 *Cedrus*, *Fagus*, *Platanus*, *Quercus* et *Sophora*, en sérieux déclin dans le jardin, avec des inocula mycorhiziens et bactériens. Les années précédentes, d'autres méthodes avaient été expérimentées pour inverser le déclin de ces arbres, comme l'injection d'air comprimé pour réduire le compactage du sol, un *vertimulching* au moyen de tourbe, d'engrais et de *mulching*. Sur la base des expériences antérieures, les résultats des traitements microbiens ont dépassé toutes les attentes des responsables. En 6 mois, ils ont constaté une augmentation de la couverture aérienne de 45% à 95%. La plupart des arbres traités avaient des croissances de nouvelles branches de 15 à 25 cm par comparaison à 10 cm pour les arbres non traités. Au printemps 1999, après avoir observé ces réponses, le personnel de Kew a apporté son assistance à l'injection dans la zone racinaire d'inocula mycorhiziens/bactériens sur 7 arbres remarquables de différentes espèces (*Pinus*, *Quercus*, *Liriodendron*, *Cedrus*, *Libocedrus* et *Sequoiadendron*) au Royal Garden Frogmore, Windsor Castle. Les arbres étaient âgés de 80 à 150 ans. L'usage d'inocula mycorhiziens/bactériens sur les arbres du Crown Estates est actuellement à l'étude (R. Howard, comm. pers.).
- Ferrini & Nicese (2002) ont étudié l'influence de deux bio-stimulants sur les échanges gazeux des feuilles et les caractéristiques foliaires de chênes pédonculés (*Quercus robur* L.). Les effets des deux bio-stimulants ont été évalués, durant deux saisons de croissance, dans un environnement urbain. Le diamètre du tronc et la croissance de la pousse ont aussi été suivis. Les divers traitements étaient les suivants: (i) témoin (aucun bio-stimulant), (ii) "Root Grow WP", une poudre commerciale hydrosoluble faite d'un mélange d'acides humiques, d'algues marines, d'extraits de *Yucca*, de vitamines, d'acides aminés et de bactéries fixatrices d'azote, (iii) "Mycobacter DP", un mélange granulaire commercial d'endomycorhizes et d'ectomycorhizes, de bactéries bio-stimulantes, d'acides humiques, d'hydrates de carbone, de vitamines, d'acrylamide, d'extraits de *Yucca* et d'algues marines. Aucune différence statistique n'a été observée dans les croissances en diamètre du tronc et de la pousse. Chez les chênes traités avec des bio-stimulants, la photosynthèse, le taux d'évaporation et l'efficacité d'utilisation de l'eau étaient supérieurs aux témoins. Le contenu en chlorophylle, la surface foliaire et la masse foliaire sèche étaient plus élevés chez les chênes traités, particulièrement la seconde année après leur plantation. La concentration en azote dans le tissu foliaire était, également, plus élevée chez les arbres traités.
- En 2001, un essai d'inoculation de 3 marronniers, très âgés et en mauvais état sanitaire, a été réalisé à Bruxelles. Environ 35 trous de 30 à 50 cm de profondeur ont été réalisés autour de chacun des arbres. Chaque trou

a été rempli avec 1500 ml d'un inoculum mycorhizien composé d'un substrat contenant des morceaux de racines de poireau colonisées par le champignon *Glomus intraradices* (l'inoculum a été gracieusement fourni par le Dr. C. Plenchette de l'INRA de Dijon). Un examen des échantillons de sol a révélé une présence naturelle de champignons mycorhiziens (Mhamdi 2001). Cependant, leur population paraît peu développée.

- Après environ 5 mois (septembre 2001), un prélèvement a eu lieu afin de vérifier si la mycorhization s'était bien installée suite à l'inoculation. Les prélèvements ont été effectués dans les trous d'inoculation. Les racines s'étaient développées de manière inégale dans les trous d'inoculation. Mais on a pu observer, dans quelques cas, le développement d'un chevelu racinaire très propice pour le développement de la mycorhization, qui se fait sur les jeunes racines. Tous les échantillons ont montré une colonisation mycorhizienne, celle-ci variait de 3 à 30%. Dans la nature, une colonisation mycorhizienne de 30% est considérée comme bien développée.

Deux séries d'analyses des macroéléments et des mesures de fluorescence chlorophyllienne (définies en terme d'index de performance) ont été réalisées en août et septembre. Aucun effet significatif sur la teneur moyenne en macroéléments, pour les deux séries, n'a été constaté.

Par contre, si l'inoculation n'avait pas, non plus, montré d'effet significatif sur l'index de performance en mai, une tendance bénéfique était néanmoins perceptible. Ceci s'est confirmé en août, certaines différences étant devenues significatives.

2.3. Décompactage de la rhizosphère des arbres urbains

Le décompactage du sol au pied des arbres consiste à envoyer soit de l'air, soit de l'eau sous pression. La pression d'injection peut varier de 5 à 6 bars et atteint même les 8 bars dans le cas des sols extrêmement compactés. Cette pression permet la création de lignes de fracture dans la rhizosphère. Le but est de créer des poches au niveau de la rhizosphère pour favoriser le développement de nouvelles racines et améliorer la respiration et la nutrition minérale.

Au Royal Botanic Garden à Kew, la firme anglaise Terravent a réalisé des essais de décompactage de la zone racinaire de trois espèces d'arbres par une technique combinant l'aération, le décompactage et l'injection de liquide.

Les arbres qui ont subi le traitement sont:

- *Sophora japonica* âgé de 240 ans, souffrant de dépérissement,

- *Cedrus deodara* âgé de 120 ans, souffrant de défoliation sévère,
- *Platanus orientalis* âgé de 240 ans, caractérisé par une réduction des pousses de l'année.

Les essais de décompactage seul ou combiné à une inoculation mycorhizienne (cas du *Cedrus deodara*) ont stimulé la partie végétative des arbres, parfois dès la saison même (Terravent, 2001).

En 1999, la firme DCM a traité, par aération, des charmes du boulevard de la Sauvenière à Liège. Ce traitement a entraîné une augmentation de la croissance des branches d'environ 5 cm par comparaison aux témoins (DCM, 2001).

En 2001, un décompactage a été réalisé par injection d'air comprimé associé à une injection de matière sèche à base de champignons mycorhiziens au niveau de 4 marronniers, très âgés et en mauvais état sanitaire. Deux séries de mesures de fluorescence chlorophyllienne ont été effectuées: la première, un mois et demi, et la deuxième, trois mois et demi après le traitement.

L'examen des premiers résultats n'a pas montré d'effet significatif sur l'index de performance, mais une tendance bénéfique était néanmoins perceptible. Cette tendance s'est confirmée lors de la deuxième série de mesures, certaines différences étant devenues significatives (Mhamdi, 2001).

3. CONCLUSION

Si l'injection de solutions nutritives dans le tronc, préconisée il y a une trentaine d'années, est maintenant quasi abandonnée, car elle provoque des surconcentrations salines temporaires dommageables aux feuilles, l'injection de solutions nutritives minérales dans le sol pourrait être efficace à court terme.

Elle doit cependant être pratiquée avec prudence, en respectant des proportions adéquates entre les divers éléments minéraux et une concentration maximum en sels totaux, afin de ne pas induire de stress osmotique.

L'amélioration de la fertilité biologique, notamment par inoculation mycorhizienne, est un traitement qui vise une amélioration progressive, lente, mais plus durable, des processus physiologiques. Ceux-ci concernent non seulement la nutrition minérale (azote, phosphore, oligo-éléments, ...), mais aussi la tolérance à certains xénobiotiques et la résistance vis-à-vis de pathogènes telluriques.

Le décompactage permet de créer des poches d'air qui favorisent le développement de jeunes racines. Il aide aussi à rétablir l'activité microbiologique du sol qui peut être combiné à des apports nutritifs ou mycorhiziens. Cependant, il est souvent difficile à l'appliquer en ville.

Beaucoup de ces interventions ne se font encore qu'à titre expérimental, mais de nombreux résultats publiés sont encourageants.

REMERCIEMENTS

Ce travail a été réalisé dans le cadre d'un projet financé par le Ministère de la Région Bruxelles Capitale. Pour certains sites, les auteurs ont aussi bénéficié de l'aide financière du Ministère de la Région Wallonne. Ils tiennent à remercier MM. Philippe Basiaux, Jean-Claude Gobeaux et leurs équipes, pour leur collaboration efficace.

RÉFÉRENCES CITÉES

- DCM (2001) Notice technique. Deuceuster SA Ennobilisation des sols Horticulture-Sport-Industrie-Fort sesteenweg, 30 2860 St Katelijne Waver, Belgique
- Ferrini F & Nicese FP (2002) Response of English oak (*Quercus robur* L.) trees to biostimulants application in the urban environment. *J. Arboric.* 28(2): 70-75
- Marx DH (1999) Champignons mycorhiziens et rhizobactéries sur les plantes en milieu urbain. *Plant Health Care, Inc.* Traduit par Guilmot J.L, Arboris, sprl/bvba, B-13245 chaumont-Gistoux, Belgique.
- Marx et al. (1997) Root response of mature live oaks in coastal South Carolina to root zone inoculating with ectomycorrhizal fungal inoculants. *J. Arboric.* 23, 257-263
- Mhamdi MW (2001) Essai de revitalisation d'une essence ligneuse en milieu urbain: le Marronnier d'Inde (*Aesculus hippocastanum* L.). Diplôme d'études approfondies en sciences agronomiques et ingénierie biologique. Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux, Belgique. 77 p
- Smiley ET, Marx DH & Fraedrich BR (1997) Ectomycorrhizal fungus inoculation of established residential trees. *J. Arboric.* 23: 113-115
- Terravent (2001) Notice technique. Unit 2b-Phase 2, United Downs Industrial Parc, St. Day, Redruth Cornwall TR165HY, UK.

Résumé

Les arbres de nos villes subissent de nombreux stress racinaires. Les plus courants sont (i) la sécheresse chronique, liée à l'étroitesse des trous de plantation, au tassement du sol, au recouvrement imperméable des abords; (ii) Les conditions asphyxiques dues, en grande partie, aux mêmes raisons; (iii) Les facteurs chimiques: pH inadéquat, salinité élevée, carences en éléments nutritifs, excès en certains éléments toxiques; (iv) les agressions d'origine humaine: vandalisme, blessures d'engins de travaux publics. Malgré la diversité des causes, plusieurs conséquences morpho-physiologiques sont similaires, notamment les perturbations de l'alimentation minérale et du bilan hydrique. Les techniques de revitalisation des arbres qui sont proposées sont axées vers la remédiation de ces dernières. Elles se basent, soit sur la correction des carences minérales par des injections de solutions nutritives, soit sur l'amélioration de la fertilité biologique par inoculation de champignons mycorrhiziens, soit encore sur l'amélioration de la structure des sols par décompactage. Certaines techniques de revitalisation combinent ces différents traitements.

Summary

In our cities, trees must face many root stresses. The most current are: i) the chronic drought, bound to the narrowness of the plantation holes, to the packing of soil, to the asphalt cover of the surroundings; ii) the asphyxic conditions, due to the same reasons; iii) the chemical factors: inadequate pH, high salinity, deficiencies in nutrient elements, toxicity of others; iv) the human aggressions: vandalism, injuries due to public works. In spite of the diversity of the reasons, several morpho-physiological consequences are similar, notably on the depression of mineral nutrition and of water balance. Consequently, the proposed solution are aimed at the remediation of these effects. They are based on the correction of mineral deficiencies by injection of nutrient solutions, on the improvement of the biologic fertility by mycorrhizal inoculations, or on the aeration of soil structure. Some technics combine these different treatments.