



**ETUDE DES IMPACTS POTENTIELS DE TRAVAUX DE TERRASSEMENT
SUR LES RACINES DES PLATANES LE LONG DES
BOULEVARDS HEURTELOUP ET BERANGER**

RAPPORT D'EXPERTISE

Sommaire

I - INTRODUCTION	1
II - LES SITES ET LEURS CONTEXTES	2
<u>2-1 LE BOULEVARD HEURTELOUP</u>	2
<u>2.2 LE BOULEVARD BERANGER</u>	3
III - PLATANES ET RACINES	6
<u>3-1 LA STRUCTURE ET LE DEVELOPPEMENT RACINAIRE</u>	6
<u>3-2 LE SYSTEME RACINAIRE DES PLATANES</u>	7
IV - L'EXAMEN DES SYSTEMES RACINAIRES - LE BD HEURTELOUP	9
<u>4-1 PRINCIPES DE MISES EN OEUVRE</u>	9
<u>4-2 LE SONDRAGE 1N</u>	9
<u>4-3 LE SONDRAGE 1S</u>	10
<u>4-4 LE SONDRAGE 2S</u>	11
V - L'EXAMEN DES SYSTEMES RACINAIRES - LE BD BERANGER	13
<u>5-1 PRINCIPES DE MISES EN OEUVRE</u>	13
<u>5-2 LE SONDRAGE 1N</u>	13
<u>5-3 LE SONDRAGE 1S</u>	14
<u>5-4 LE SONDRAGE 2N</u>	15
<u>5-5 LE SONDRAGE 2S</u>	16
<u>5-6 LE SONDRAGE 3N</u>	17
<u>5-7 LE SONDRAGE 3S</u>	18
<u>5-8 LE SONDRAGE 4N</u>	19
<u>5-9 LE SONDRAGE 4S</u>	20
<u>5-10 LE SONDRAGE 5N</u>	21
<u>5-11 LE SONDRAGE 5S</u>	22
VI - SYNTHES ET RECOMMANDATIONS	24
<u>6.1 LE SYSTEME RACINAIRE DES PLATANES LE LONG DES BOULEVARDS</u>	24
<u>6.2 EVALUATION DES IMPACTS POTENTIELS DES TRAVAUX : LE BOULEVARD HEURTELOUP</u>	24
<u>6-3 EVALUATION DES IMPACTS POTENTIELS DES TRAVAUX : LE BOULEVARD BERANGER</u>	25
<u>6-4 LES RECOMMANDATIONS</u>	27
Annexes	29
SCHEMA DE LOCALISATION DES SONDRAGES SUR LE BOULEVARD HEURTELOUP	
SCHEMAS DE LOCALISATION DES SONDRAGES SUR LE BOULEVARD BERANGER	

INTRODUCTION

A la demande de la Direction des Mobilités de Tours-Métropole, nous avons procédé à une étude concernant l'implantation et le développement racinaire des platanes disposés le long du Boulevards Béranger et sur une partie du boulevard Heurteloup. Cette mission s'inscrit dans le cadre d'un projet de création d'une double ligne de tram de part et d'autre des boulevards actuels. Ces derniers sont accompagnés sur tout leur linéaire par une série d'alignements de platanes implantés sur les vastes terre-pleins centraux. Cet ensemble de plantations constitue un patrimoine historique et paysager majeur au centre de la Ville de Tours dont la présence est attestée depuis la fin du XVIIIème siècle.

Les deux boulevards sont accompagnés initialement par 4 rangées d'arbres mais les 2 les plus externes sur Béranger apparaissent aujourd'hui nettement résiduelles. Le projet de ligne envisage de mobiliser une partie des espaces latéraux des terre-pleins actuellement occupés par des plantations arborées et arbustives (Heurteloup) ou des bandes de stationnements (Béranger). Compte tenu des volumes souvent importants des arbres en place, ces emprises sont très vraisemblablement colonisées au moins en partie par leurs racines. La mise en oeuvre sur celles-ci de terrassements profonds (décaissement projeté de 0,8 m de profondeur) peut s'avérer ainsi lourde de menaces vis à vis de l'intégrité des systèmes racinaires qui y seraient éventuellement disposés et constituer par ailleurs une restriction sensible des espaces et des ressources actuellement à la disposition des arbres. Il apparaît donc nécessaire d'apprécier les relations racinaires entre ces derniers et ces emprises susceptibles d'être fortement perturbées par les travaux à venir afin de prendre toutes les mesures de protection adaptées et de gérer au mieux les impacts inévitables qui seront induits par le projet. A partir des éléments du projet qui nous ont été transmis, nous avons mis en oeuvre le protocole suivant :

- Réalisation de 13 sondages le long des boulevards selon les principes suivants

- ouverture de tranchées de 3 m de large et à 2 m des troncs au droit d'arbres plus ou moins âgés et volumineux sur les rangs internes (ceux des rangs externes étant prévus à l'abattage dans le cadre du projet).

- dégagement progressif des sols en place dans l'emprise de la tranchée jusqu'à 0,8 m de profondeur avec relevé des racines découvertes lors de celui-ci. Leur nature et diamètre, leur profondeur et leur distance au tronc sont mesurés systématiquement.

- Analyse des enracinements découverts et appréciation des impacts potentiels qui seraient portés à l'arbre dans le cadre d'un terrassement de 2 à X m des troncs dans l'emprise de la tranchée.

Le présent dossier figure la méthodologie référente, les résultats obtenus et nos recommandations à l'issue de la mise en oeuvre de ces sondages réalisés sur les sites entre le 5 et le 9/02/2018.

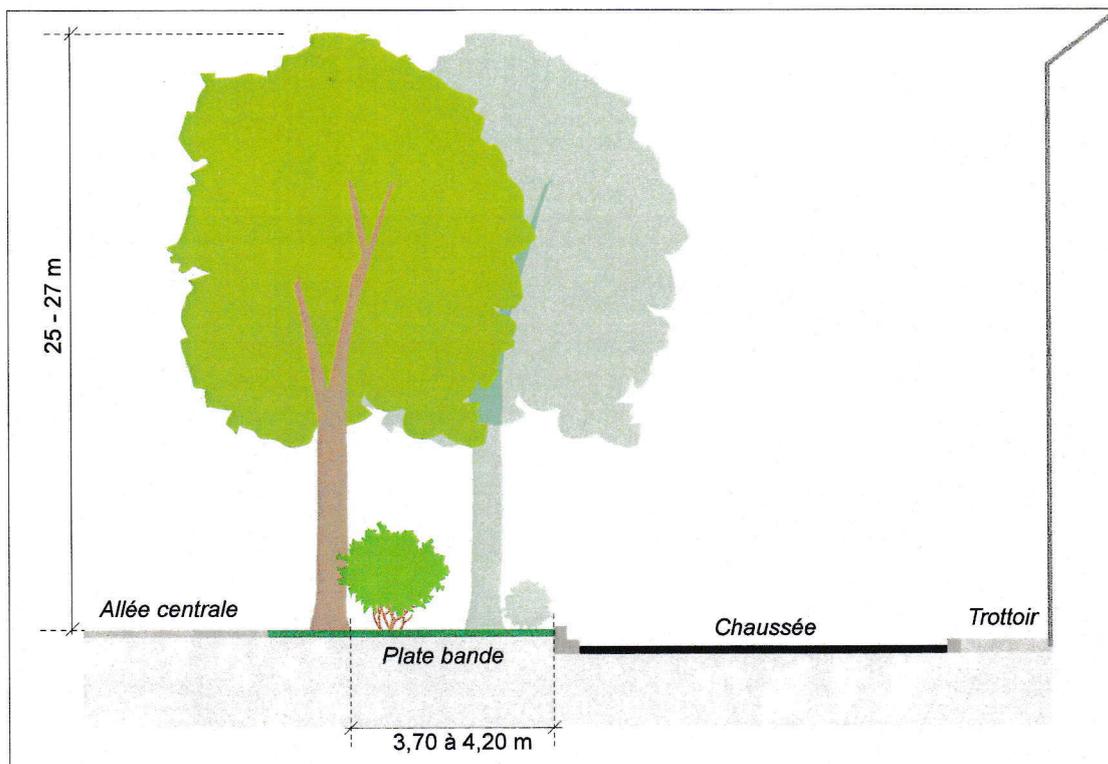
II - LES SITES ET LEURS CONTEXTES

2-1 Le boulevard Heurteloup



La zone concernée par notre étude s'inscrit sur l'extrémité ouest du boulevard, comprise entre la rue de Buffon à l'est et la Place Jean Jaures à l'ouest. Les plantations se disposent sur deux rangées de part et d'autres d'une allée centrale dallée. Les arbres des rangs internes (côté allée centrale) et ceux des rangs externes sont implantés en quinconce sur de larges plates-bandes accompagnées d'arbustes. Le côté sud du boulevard présentait dans le passé des bandes de stationnement qui ont été détruites et remblayées pour s'intégrer au profil symétrique actuel. 65 arbres accompagnent actuellement cette section du boulevard sur un linéaire de 150 m environ. Les platanes dominent très nettement les alignements. Le peuplement est par contre très hétérogène en âge et en volumes, les rangées mêlant des sujets jeunes et anciens. Le tableau ci-dessous figure la composition au sein des alignements avec un tri selon les diamètres de troncs de façon à singulariser les différentes catégories et calibres d'arbres.

RANG	Essence	Nbre arbres	Diamètre tronc < 0,3 m	Diamètre tronc 0,3 - 0,5 m	Diamètre tronc 0,5 - 0,7 m	Diamètre tronc > 0,7 m
EXTERNE NORD	<i>Platane</i>	15	5	5	4	1
INTERNE NORD	<i>Erable plane</i>	1		1		
	<i>Platane</i>	15	3	6	2	4
INTERNE SUD	<i>Platane</i>	18	2	10	6	
EXTERNE SUD	<i>Platane</i>	16	9	4	2	1
TOTAL		65	19	26	14	6



L'hétérogénéité des plantations entraîne nécessairement des implantations et des développements racinaires contrastés dans cette configuration. Les sujets jeunes et/ou de plus petit développement représentent près du tiers du peuplement global. Cette catégorie devrait être accompagnée a priori par des enracinements plus ou moins restreints. Les plus âgés et volumineux, dont le peuplement apparaît dans la même proportion, sont susceptibles au contraire de présenter des enracinements étendus et très développés sur toutes les surfaces environnant les troncs. 40% des sujets étant des formes intermédiaires entre ces deux extrêmes, les enracinements sont susceptibles de présenter des profils variés en étendue et densité selon les arbres. De manière générale la proximité des rangs internes et externes impose des contraintes de développement et de disposition des racines au sein des espaces plantés. Des déformations plus ou moins sensibles des systèmes racinaires sous l'effet de la concurrence ainsi que des fusions (anastomoses) entre racines de différents sujets sont vraisemblablement opérantes sur une grande partie des alignements. Il est intéressant de noter que le rang sud externe concentre le plus de "jeunes" (51% de son peuplement) de la section en relation probable avec la transformation de cette partie du terre-plein avec la suppression des stationnements latéraux et de nouvelles plantations induites.

3 sondages ont été réalisés sur le site : 1 sur le côté nord et 2 sur le côté sud. On se reportera au schéma de localisation joint en annexe pour le détail de leurs positionnements respectifs. Des arbres des rangs internes de plus de 0,5 m de diamètre de tronc (les plus âgés) ont été sélectionnés pour l'examen avec dans la mesure du possible une absence d'arbres des rangées externes en proximité afin de mieux apprécier la disposition effective des enracinements des sujets inspectés. Les arbustes les plus proches ont été enlevés pour faciliter la lecture de ces derniers. **Le côté nord plus dense que le sud n'a offert que peu d'opportunités pour réaliser des sondages sur son linéaire. Ce seul point d'inspection limite nécessairement la pertinence des évaluations et des hypothèses d'impacts.**

2-2 Le boulevard Béranger

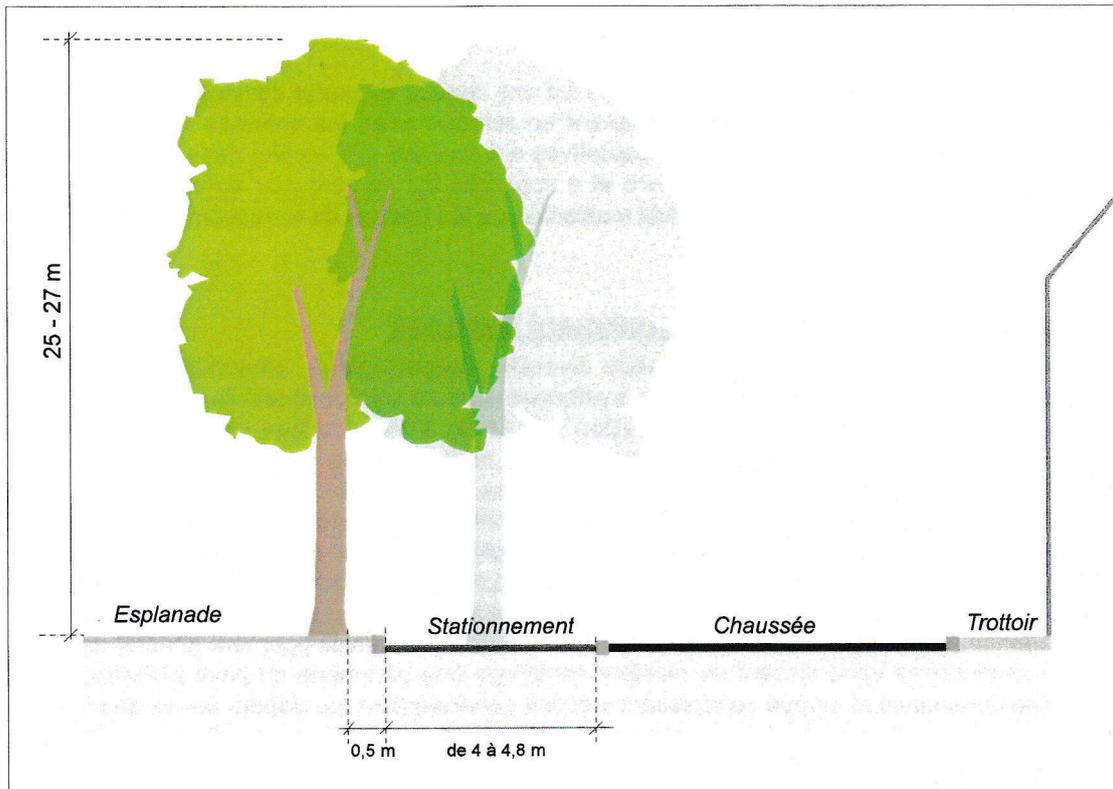
Toute la longueur du boulevard et son importante plantation d'alignements est concernée a priori par le projet de ligne. Les plantations se disposent de manière continue de la place Jean-Jaures jusqu'à l'extrémité ouest du terre-plein. Les arbres des rangs internes apparaissent nettement dominants dans les perspectives tandis que les rangées externes en bordure de voirie sont nettement régressives avec quelques sujets épars ou de courtes sections regroupant une poignée d'arbres seulement. Les plantations des rangs internes sont disposées sur les enrobés recouvrant le terre-plein, celles des rangs externes sur les revêtements des bandes de stationnement latérales (enrobés, grave-bitume ou béton). Des cadres sommaires et non bâtis accompagnent les pieds d'arbres dont le peuplement mêle des sujets d'âges et de développement variés.



259 arbres accompagnent actuellement le boulevard sur un linéaire d'environ 770 m. A l'exception d'un érable sur l'une des rangées, le peuplement est constitué de platanes d'âges et de développement variés. Le tableau ci-dessous figure la composition des différents alignements.

RANG	Essence	Nbre arbres	Diamètre tronc < 0,3 m	Diamètre tronc 0,3 - 0,5 m	Diamètre tronc 0,5 - 0,7 m	Diamètre tronc > 0,7 m
EXTERNE NORD	Platane	13		7	5	1
INTERNE NORD	Erable plane	1		1		
	Platane	111	20	68	19	4
INTERNE SUD	Platane	112	34	44	33	1
EXTERNE SUD	Platane	22		19	2	1
TOTAL		259	54	139	59	7

Les rangs externes, très résiduels, ne concentrent que 13 % des arbres en place. Les jeunes sujets représentent 21% du peuplement et les plus anciens et volumineux 25%. On note de légères variations entre les rangs internes sud et nord. Le premier apparaît concentrer un peu plus d'arbres âgés et jeunes que le second, celui-ci se caractérisant par une population d'arbres d'âges intermédiaires plus importante. De par leur disposition, les enracinements des alignements internes ont vraisemblablement colonisé toutes les surfaces du terre-plein. La minéralisation de celles-ci a également favorisé le développement des racines superficielles par les ruptures de perméabilité opérées par les revêtements a priori imperméables. Les emprises latérales dédiées aux stationnements qui ont pu être remaniées à différents moments constituent des espaces a priori peu favorables aux développements et extensions racinaires. Les sujets les plus âgés ont pu cependant structurer leurs enracinements dans leurs directions avant que les minéralisations n'imposent leurs contraintes aux sujets plus jeunes.



La forte régression des rangs externes engagée depuis de nombreuses années a pu entraîner également des restructurations locales de certains systèmes racinaires qui ont pu redévelopper de nouveaux axes dans les espaces laissés vacants avec la disparition de sujets en bordure immédiate de la voirie.

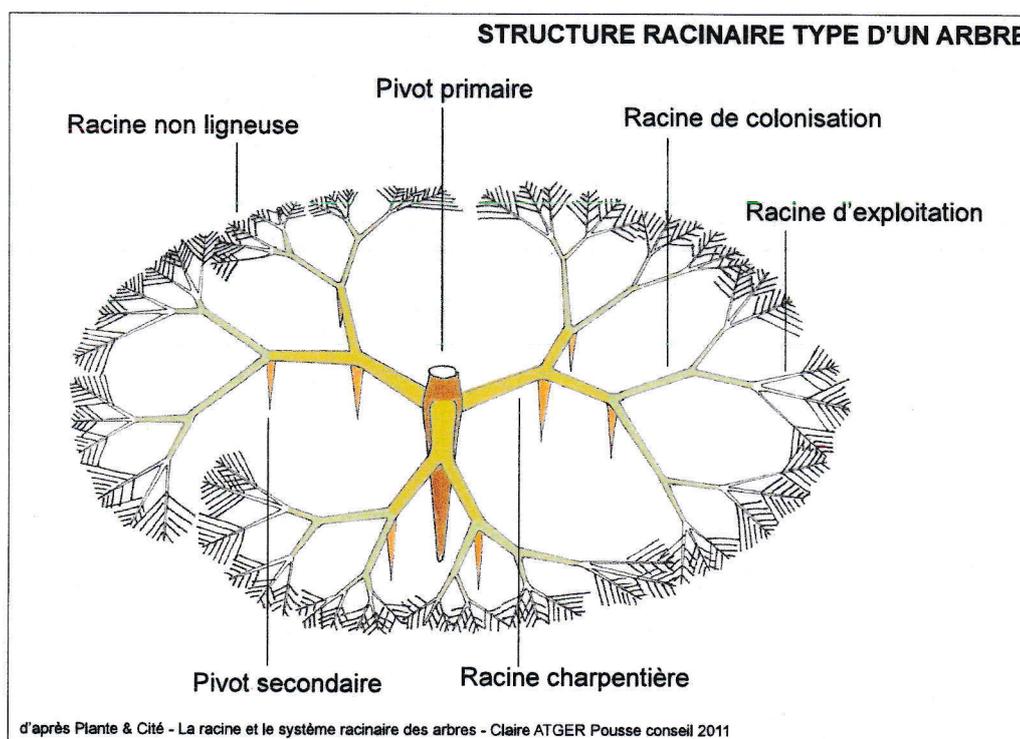
10 sondages ont été réalisés le long du boulevard : 5 sur le côté nord et 5 sur le côté sud. On se reportera au schéma de localisation joint en annexe pour le détail de leurs positionnements respectifs. Des arbres de plus de 0,5 m de diamètre de tronc ont été sélectionnés pour l'examen avec systématiquement une absence de sujets sur les rangs externes en vis à vis. Des découpes et des décrotages systématiques des revêtements ont été mis en oeuvre sur toute la surface de la tranchée avant le pelletage proprement dit.

III - PLATANES ET RACINES

Le platane hybride (*Platanus x hispanica*) est une espèce de grand développement (1ère grandeur) qui se caractérise par un enracinement puissant en relation avec les volumes importants des parties aériennes. Sa rusticité et ses potentialités adaptatives ont favorisé son emploi dans de nombreux espaces urbains où il parvient généralement à survivre et à supporter les nombreuses agressions auxquelles il est souvent confronté à travers des tailles parfois mutilantes ou les travaux de terrassement mis en oeuvre sans précaution en proximité.

3-1 La structure et le développement racinaire

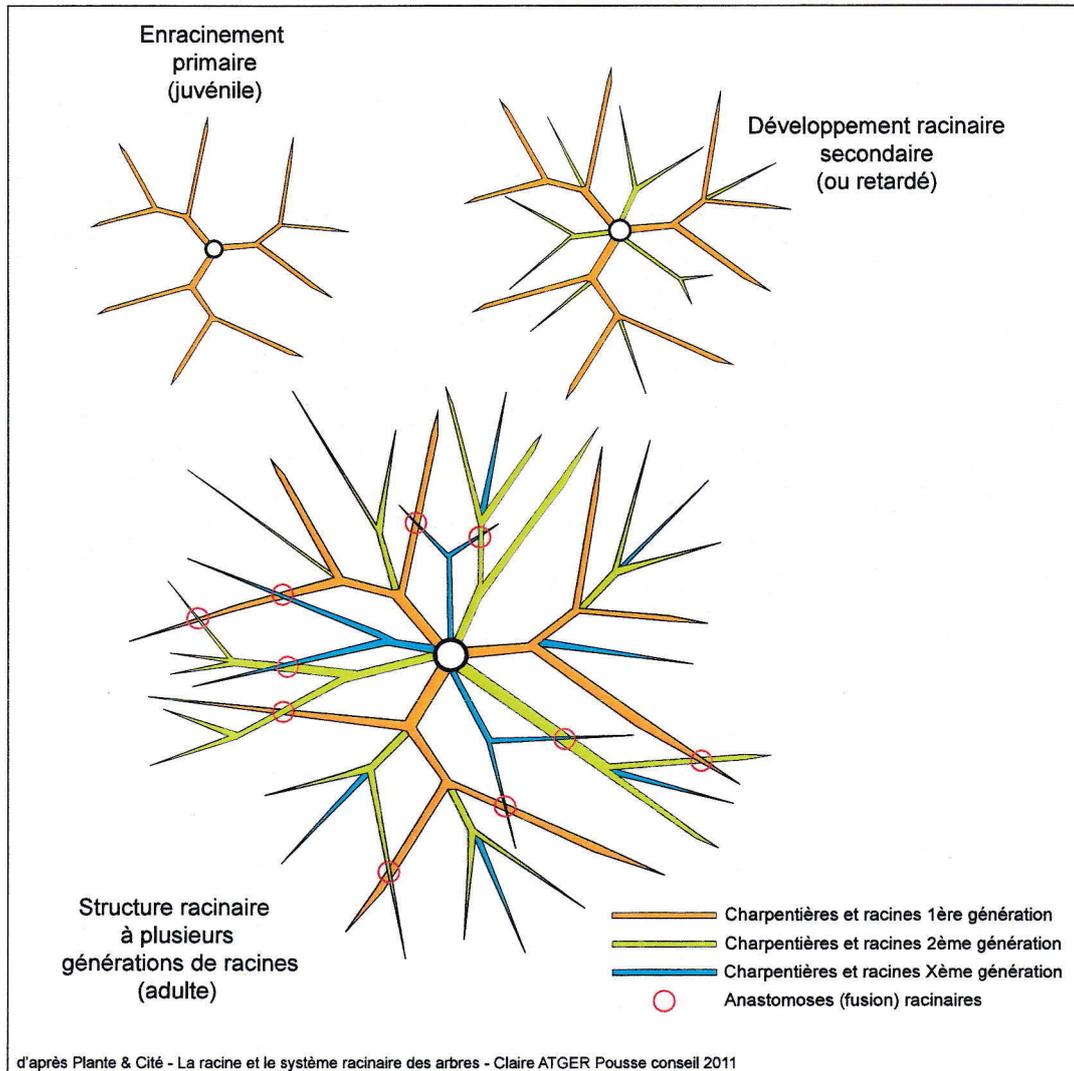
Les arbres présentent une très grande diversité morphologique, anatomique et fonctionnelle de leurs enracinements selon les espèces et les environnements au sein desquels ils sont implantés. On peut cependant en appréhender une organisation générale à travers une succession de stades de développement. Les plus précoces sont marqués par la mise en place rapide d'un pivot primaire à partir duquel, une couronne de charpentières primaires va se développer. Ces racines sont horizontales et s'accroissent par phases de façon plus ou moins rectiligne en fonction des sols et des contraintes rencontrées. Leurs modalités de croissance et leurs différenciations sont variables selon les espèces. Certaines voient leur nombre de racines charpentières fixé une fois pour toutes dès ces stades précoces, d'autres sont capables d'en produire dans un second temps, voire enfin, pour certaines, de manière plus ou moins permanente par vagues successives. Au fur et à mesure du développement général de la charpente, des pivots secondaires apparaissent de manière centrifuge à la périphérie du pivot primaire. Celui-ci perd peu à peu sa dominance et stoppe sa croissance et finit généralement par dépérir tandis que la couronne de charpentières poursuit son développement périphérique et traçant. Des ramifications horizontales ou obliques, s'opèrent à partir de ces axes principaux.



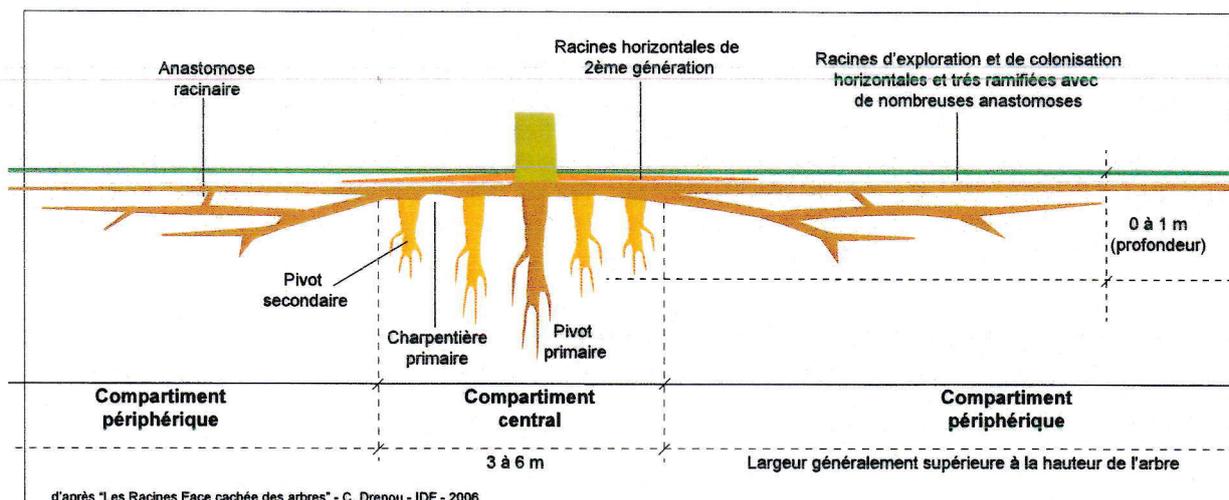
La structure du système racinaire d'un arbre peut s'appréhender à travers la différenciation d'un compartiment central et d'un compartiment périphérique. **Le compartiment central** se dispose autour du collet dans un rayon de **1 à 3 m environ** pour des troncs de taille moyenne (< ou = 1 m). Il peut s'étendre **jusqu'à 6 m et plus** pour les très gros gabarits. Il concentre les grosses charpentières primaires (sur un ou plusieurs niveaux) et les pivots secondaires. Des racines ligneuses de petits diamètres, riche en chevelu et plus ou moins obliques peuvent également s'y insérer. Le compartiment périphérique regroupe l'ensemble **du réseau traçant des racines horizontales** de colonisation et d'exploitation, généralement disposées dans un seul plan et pauvres en pivots. Il concentre l'essentiel des chevelus et des racines assimilatrices. **Ce compartiment est susceptible de s'étendre très largement au delà du tronc et des limites des couronnes sur plusieurs dizaines de mètres.**

Les enracinements d'un arbre adulte se disposent essentiellement dans le premier mètre de sol. Les 30 premiers centimètres dans un milieu "naturel" concentrent généralement à eux seuls entre 30 et 40% des racines ligneuses principales, une bonne aération étant indispensable à la physiologie des racines assimilatrices via la nécessité de la respiration cellulaire et des échanges gazeux par le biais des symbioses bactériennes ou mycologiques. Hors pédologie spécifique (sables, formations karstiques,...), la majorité des systèmes racinaires colonisent donc de manière privilégiée les horizons les plus superficiels sous les surfaces sur lesquelles les arbres sont implantés. De ce fait, les racines "profondes" sont très peu représentées et excèdent rarement 1,5 m de profondeur. Elles n'interviennent que marginalement dans l'ancrage de la charpente et l'exploration du sol.

3-2 Le système racinaire des platanes



Les platanes se caractérisent par un développement de pivot primaire qui peut atteindre 1,5 m de profondeur. Les charpentières horizontales se développent en émettant des pivots secondaires dans l'espace du compartiment central. Le développement des axes horizontaux s'accompagne de nombreuses fourchaisons successives qui permettent une meilleure colonisation et exploitation des sols tout en renforçant les ancrages dans celui-ci. L'espèce présente par ailleurs la capacité à produire au cours de sa croissance plusieurs générations de racines charpentières horizontales à partir du tronc ainsi que des réitérations racinaires à partir des axes déjà en place. Ce développement retardé constitue un avantage évolutif certain qui permet aux arbres de renforcer leur exploitation des espaces laissés vacants par les générations racinaires précédentes et de limiter le besoin des extensions périphériques tant sur le plan de la mécanique de la charpente en rajoutant des axes de soutien que sur celui de la physiologie en densifiant l'exploitation des horizons colonisés. A ces mécanismes déjà performants, les platanes apportent également leur grande capacité à fusionner leurs racines (anastomose) au sein de leur propre système racinaire mais aussi avec celui de leurs voisins de même espèce.



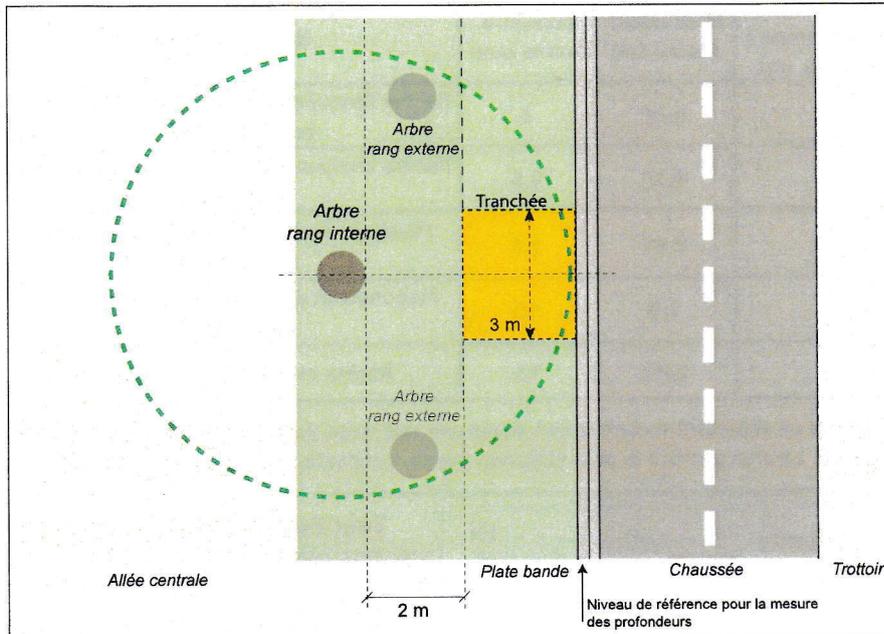
Cette dynamique racinaire est particulièrement performante en intégrant la superposition de plusieurs couronnes de racines charpentières de différentes générations qui se soudant les unes aux autres constituent un socle très solide susceptible de se raccorder à celui des voisins. **Les plantations des deux boulevards sont très vraisemblablement porteuses de ces anastomoses racinaires entre sujets des différentes rangées.** Ces fusions entre charpentes qui peuvent être le support de transfert de sèves entre sujets et d'établissement de relations de dominants à dominés seront naturellement à prendre en considération dans la mise en oeuvre éventuelles de terrassements et d'abattages. En effet, la destruction de tout ou partie des enracinements d'un arbre donné peut impacter potentiellement ses voisins plus ou moins immédiats et non affectés directement par ailleurs par les travaux. **Ce réseau racinaire transindividuel peut également servir aux passages de produits toxiques et d'agents pathogènes.** Ce dernier point constitue aujourd'hui le "talon d'Achille" de l'espèce avec la menace très sérieuse d'une infection par *Ceratocystis platani*, l'agent du chancre coloré du platane. **Le champignon est susceptible d'infecter un arbre à partir de blessures mécaniques induites par un outils porteur de spores sur les parties aériennes ou les racines.** **L'emploi de produits toxiques dans l'environnement des plantations peut également s'avérer redoutable en contaminant plusieurs sujets à la fois par le jeu des fusions racinaires.**

Références bibliographiques :

- C. DRENOU - Les racines, face cachée des arbres - IDF - 2006
- Plante & Cité - La racine et le système racinaire des arbres - Claire ATGER Pousse conseil 2011

IV - L'EXAMEN DES SYSTEMES RACINAIRES - LE BD HEURTELOUP

4-1 Principes de mise en oeuvre



3 emplacements ont été sélectionnés sur les plates-bandes encadrant l'allée centrale : 1 sur la marge nord et 2 sur la marge sud. La mise en oeuvre consiste à ouvrir progressivement une tranchée sur une largeur de 3 mètres dans l'axe d'un arbre du rang interne et après dégagement des arbustes les plus proches.

Les sols en place sont dégagés à la pelle mécanique sur une profondeur de 0,8 m. Les axes racinaires apparaissant sont relevés et mesurés en diamètre et profondeur (à partir du

niveau de la bordure externe de la plate-bande - flèche noire sur schéma ci-dessus).

4-2 Le sondage n°1N

Il constitue un des rares points où l'arbre du rang interne nord n'est pas implanté en proximité immédiate d'un gros sujet. Ce caractère unique rend naturellement très relatif les résultats et leur interprétation à l'ensemble de la marge nord.

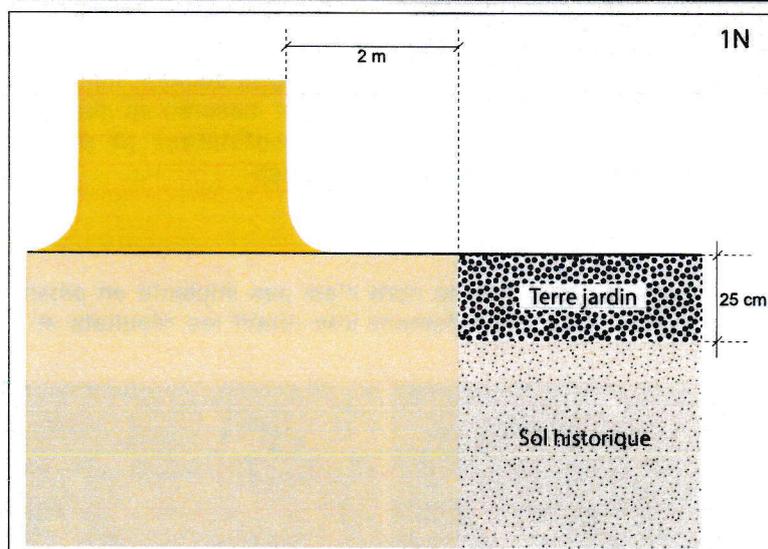


1: vue générale sur l'arbre inspecté, 2: racine horizontale superficielle à 2 m du tronc (37 cm de profondeur), 3: fourchaison d'une extrémité oblique d'une racine de grosse section à 2,3 m du tronc (50 cm de profondeur), 4: racine charpentière horizontale passant vraisemblablement sous la chaussée à 2,5 m du tronc et à 0,94 m de profondeur.

Le tableau ci-dessous figure les caractéristiques dendrologiques de l'arbre et les relevés racinaires effectués.

Boulevard Heurteloup nord - Sondage n°1					
Hauteur arbre (m)	Diamètre tronc (m)	Distance point d'émergence racine / tronc bord ext. (m)	Profondeur racine (m)	Diamètre racine (cm)	Nature de l'axe
28	0,85	2	0,27	2	Racine ligneuse horizontale de colonisation ou d'exploitation
		2	0,37	6,5	Racine charpentière horizontale de dernière génération
		2,2	0,41	1,5	Plusieurs racines latérales horizontales d'exploitation
		2,3	0,5	10	Fourchaison et orientation oblique racine charpentière
		2,5	0,94	15	Racine charpentière horizontale

Constat : Toute la zone sondée révèle un important enracinement impliquant des axes de taille variable dont certains participent à l'ancrage de l'arbre. La charpentière la plus profonde passe manifestement sous la chaussée



Tout l'espace de la fouille révèle un enracinement abondant et de fortes sections. La mise en oeuvre d'un terrassement à partir de 2 m du tronc entraînerait des impacts considérables sur l'arbre tant sur le plan physiologique que mécanique. L'absence apparente de remaniements importants de la plateforme initiale (cf schéma des horizons de sol rencontrés ci-contre) pourrait éclairer ce constat : les arbres les plus anciens de la rangée n'ont pas été trop perturbés sur le plan racinaire depuis leur développement. Leurs systèmes racinaires originels ont pu ainsi perdurer et se renforcer sans trop de contraintes sur les espaces du

terre-plein actuellement occupé par la plate-bande. On peut considérer que l'essentiel des racines de l'arbre se déploie dans une épaisseur de 70 cm de sol environ à partir de 30 cm de la surface actuelle de la plate-bande. L'unicité du sondage limite cependant les extrapolations sur l'organisation racinaire des autres sujets de la rangée. Si cependant la même densité devait être retrouvée sur ce côté du boulevard, il est à craindre que les arbres les plus développés ne soient sérieusement menacés par la mise en oeuvre du projet de terrassement, quelque soit la distance retenue à partir du tronc.

4-2 Le sondage n°1S

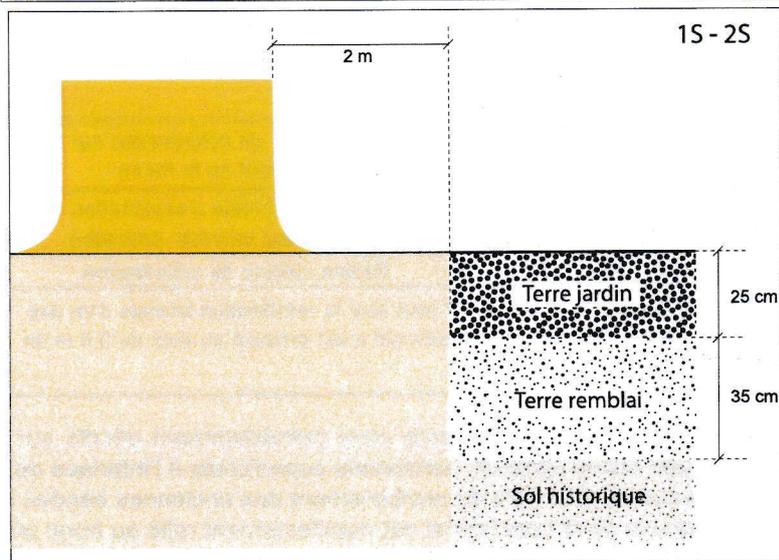
Boulevard Heurteloup sud - Sondage n°1					
Hauteur arbre (m)	Diamètre tronc (m)	Distance point d'émergence racine / tronc bord ext.(m)	Profondeur racine (m)	Diamètre racine (cm)	Nature de l'axe
26	0,51	2,1	0,33	1	Racine latérale horizontale d'exploitation
		3,5	0,33	1,5	Racine latérale horizontale d'exploitation (arbre du rang externe)
		3,1 - 3,5	0,45 - 0,5	1,5	2 racines latérales horizontale d'exploitation ou de colonisation (arbre du rang externe)

Constat : Les axes mis à nu appartiennent pour la plupart aux arbres du rang externe. Les enracinements de l'arbre semblent contenus dans une bande à 2,5 m du bord extérieur du tronc. Aucun enracinement significatif ne semble être présent à partir de 0,6 m de profondeur.

Il constitue le premier des sondages sur le côté sud du boulevard. 2 sujets jeunes sur la rangée externe encadrent l'arbre examiné. Le tableau ci-avant figure les constats obtenus à l'issue du décapage de la tranchée.



1: vue générale sur l'arbre inspecté, 2: petite racine horizontale à 2,1 m du tronc (33 cm de profondeur), 3: racine latérale horizontale d'exploitation probablement d'un des arbres du rang externe (3,1 m du tronc - 0,33 cm de profondeur), 4: présence de 2 racines latérale horizontale de colonisation (3,1 et 3,5 m du tronc à 45 et 50 cm de profondeur).



La fouille révèle un enracinement très limité et essentiellement en relation a priori avec les arbres des rangs externes. La présence d'une petite racine horizontale à un peu plus de 2 mètres du tronc peut indiquer des ramifications potentielles avec des axes plus gros non décelables dans l'emprise de la tranchée. La présence d'un ancien stationnement qui a été détruit puis remblayé avec une couche de terre végétale semble avoir joué un rôle inhibiteur dans le développement racinaire. Ce nouvel horizon apparaît peu colonisé par les racines des arbres et des arbustes de la plate-bande. Les racines de l'arbre inspecté semblent se disposer dans une couche de sol

comprise entre 30 et 60 cm de profondeur. La mise en oeuvre d'un terrassement à 2 m du tronc n'entraînerait a priori aucun désordre significatif sur le système racinaire de l'arbre, sous réserve que les zones latérales à la tranchée présentent le même type de disposition.

4-3 Le sondage n°2S

Il constitue le second des sondages sur le côté sud du boulevard et présente un profil similaire à celui précédent. Le tableau ci-après figure les constats et relevés obtenus à l'issue du dégagement de la tranchée.



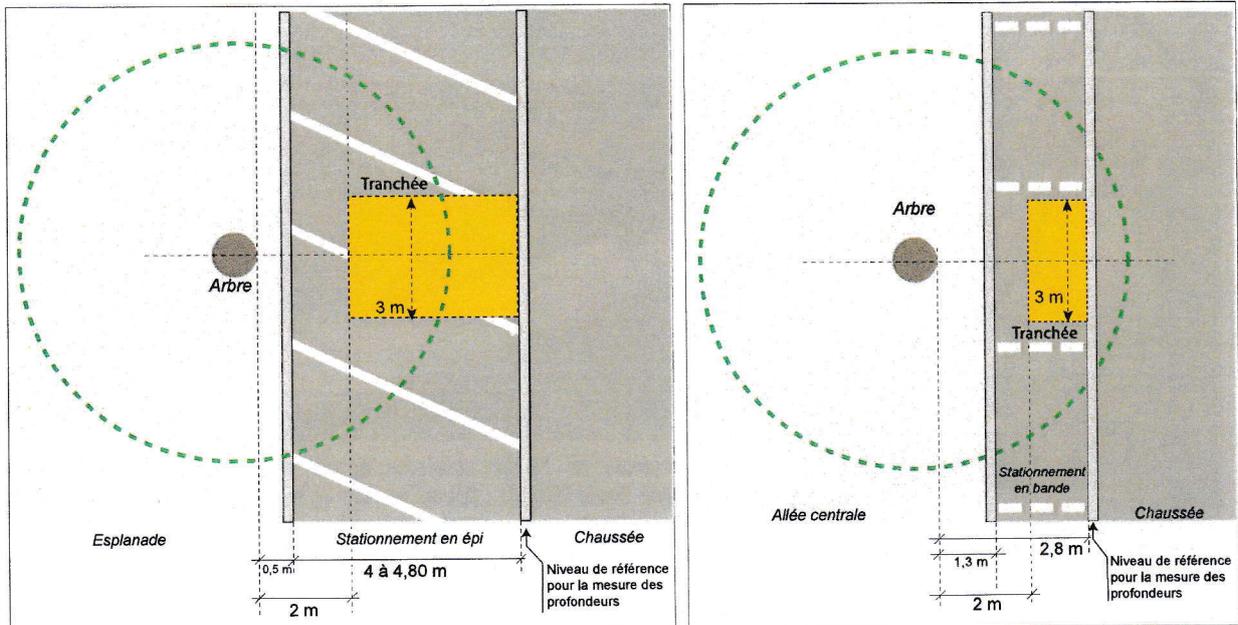
1: vue générale sur l'arbre inspecté, 2: Racine horizontale de colonisation à 2 m du tronc (25 cm de profondeur), 3: racine latérale horizontale d'exploitation probablement d'un des arbres du rang externe (flèche blanche) et extrémité oblique d'une racine ligneuse (flèche jaune) à 3,6 m du tronc et 52 cm de profondeur.

Boulevard Heurteloup sud - Sondage n°2					
Hauteur arbre (m)	Diamètre tronc (m)	Distance point d'émergence racine / tronc bord ext. (m)	Profondeur racine (m)	Diamètre racine (cm)	Nature de l'axe
27	0,55	2	0,25	4	Racine horizontale de colonisation sur toute la longueur de la fosse
		2,3	0,3	3,5	Racine horizontale d'exploitation (arbre du rang externe probable)
		3,6	0,52	3,5	Racine oblique de colonisation
<p>Constat : L'axe le plus superficiel occupe toute la largeur de la fosse. Il peut être la ramification latérale d'un axe plus gros en dehors de l'emprise de la tranchée. Aucun enracinement significatif n'est présent au delà de 0,6 m de profondeur</p>					

Les horizons de sols en place présentent le même profil que ceux précédemment décrits sur le sondage n°1S. La tranchée a mis en évidence une racine ligneuse horizontale superficielle à l'interface de la couche de terre végétale en surface de la plate-bande et la terre de remblaiement des anciennes bandes de stationnement. Cet axe s'étend sur toute la longueur de la tranchée et est manifestement relié au tronc où à l'une des racines charpentières dont il peut constituer une ramification latérale. La présence d'une extrémité oblique en profondeur constitue peut être son prolongement. Les enracinements ligneux présents sur l'emprise inspectée sont compris dans une couche d'une cinquantaine de cm d'épaisseur à partir de 25 cm sous la surface. La mise en oeuvre d'un terrassement à 2 mètres du tronc entraînerait a priori un impact limité si cette seule racine venait à être sectionnée (ou quelques équivalents sur les espaces adjacents à la tranchée).

V - L'EXAMEN DES SYSTEMES RACINAIRES - LE BD BERANGER

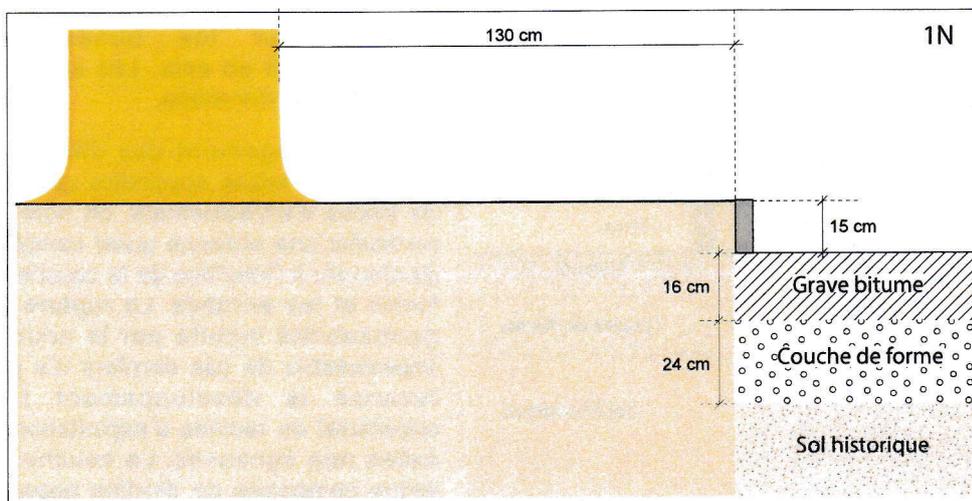
5-1 Principes de mise en oeuvre



10 emplacements ont été sélectionnés sur les bandes latérales de stationnement en face d'arbres des rangs internes encadrant l'esplanade centrale : 5 sur la marge nord et 5 sur la marge sud. La mise en oeuvre consiste à découper les revêtements de surface sur une largeur de 3 m et d'effectuer un dégagement des sols à la pelle mécanique sur une profondeur de 0,8 m à partir de 2 m du tronc. Les axes racinaires apparaissant au fur et à mesure sont relevés et mesurés en diamètre et profondeur (à partir du niveau de la bordure externe de la plate-bande). L'un des sondages sur la marge nord (le n°1N) a été effectué sur une zone de stationnement en bande (les autres concernant des zones de stationnement en épis).

5-2 Le sondage n°1N

Il a été mis en oeuvre sur le seul point accompagné de stationnements en bande. Les surfaces sont



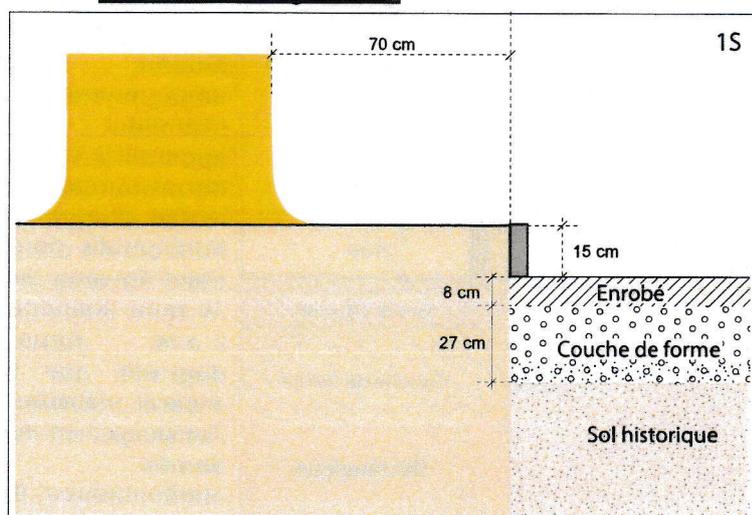
revetues de grave-bitume. Le dégagement de la tranchée fait apparaître à 45 cm de profondeur une racine charpentière horizontale dont le tracé traverse toute la zone inspectée. L'axe apparaît dégradé par les impacts probables de l'aménagement de la bande de stationnement. Elle reste cependant

fonctionnelle sur les plans mécanique et physiologique et passe probablement sous la chaussée. Une petite racine d'exploitation a été détectée également à 70 cm de profondeur. Cette dernière est probablement ramifiée à un axe plus gros en dehors de l'emprise des feuilles. L'enracinement ligneux de l'arbre sur cette surface latérale, apparaît contenu essentiellement dans une couche assez mince d'une trentaine de cm d'épaisseur. La mise en oeuvre d'un décaissement sur cette zone (quelque soit la distance au tronc) entraîne inévitablement la section de la charpentière avec un impact significatif sur l'ancrage et la physiologie de l'arbre. La présence éventuelle d'autres axes de grosses sections sur les espaces adjacents



Boulevard Béranger nord - Sondage n°1					
Hauteur arbre (m)	Diamètre tronc (m)	Distance point d'émergence racine / tronc bord ext. (m)	Profondeur racine (m)	Diamètre racine (cm)	Nature de l'axe
28	0,87	2	0,45	14	Racine charpentière horizontale
		1,8	0,7	1,5	Racine latérale horizontale d'exploitation ou de colonisation
Constat : Une racine de soutien est présente sur toute la largeur de la fosse. Elle passe manifestement sous la chaussée					

5-3 Le sondage n°1S



Il a été mis en oeuvre comme les suivants sur les bandes de stationnement en épis. Les surfaces sont revetues d'enrobés.

Le dégagement des différents horizons ne laisse apparaître que peu de traces d'enracinement. on note en particulier une absence quasi complète de chevelu à l'interface de la couche de forme et les enrobés. La rupture de perméabilité induite par la couche imperméable de ces derniers n'a pas favorisé le développement très superficiel de racines d'exploitation et celles non ligneuses. La couche de forme composée de diorites apparaît

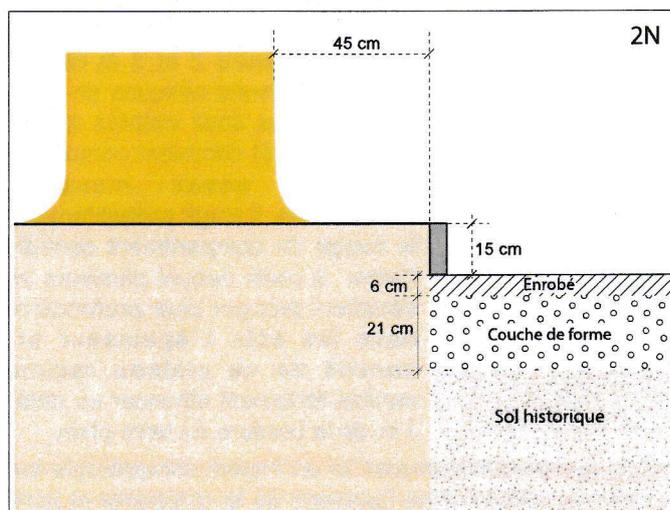
comme un matériau stérile non colonisé par les racines. Une seule racine ligneuse de petite section cylindrique a été mise en évidence à 55 cm de profondeur et à 3,85 m de distance du tronc. Cet axe est probablement une ramification d'une racine de section plus importante et disposée en dehors de la zone inspectée. Aucune racine ne semble présente au delà de 0,6 m de profondeur. Une racine superficielle est partiellement visible sur 2 m environ sur les enrobés au niveau d'une fontaine à eau et de l'évacuation d'un trop plein dont les débords ont manifestement stimulé le développement de racines d'exploitation à son niveau. La mise en oeuvre d'un décaissement sur la zone ne devrait pas entraîner d'impacts significatifs sur l'enracinement sauf présence éventuelle de gros axes sous les surfaces encadrant la tranchée.

Boulevard Béranger sud - Sondage n°1					
Hauteur arbre (m)	Diamètre tronc (m)	Distance point d'émergence racine / tronc bord ext. (m)	Profondeur racine (m)	Diamètre racine (cm)	Nature de l'axe
23	0,61	3,85	0,55	2,5	Racine horizontale à oblique de colonisation
<p>Constat : Une racine secondaire est présente à plus de 3,8 m du tronc. Sa section n'entraîne pas de désordres significatifs. Il est probable cependant qu'elle se ramifie à des axes plus gros en dehors de la zone sondée.</p>					



La racine affleurante près de la fontaine est visible sur au moins 2 m depuis la bordure. Elle est probablement en relation avec des axes sous-jacents de plus ou moins grosses sections.

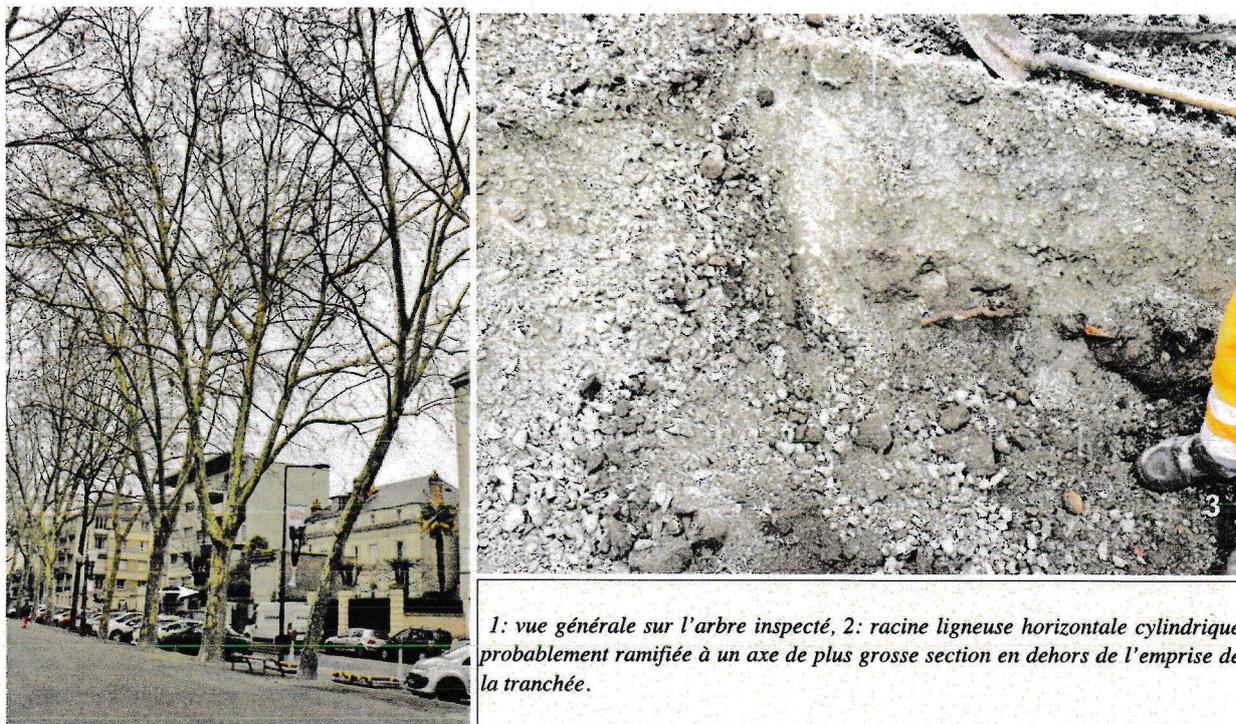
5-4 Le sondage n°2N



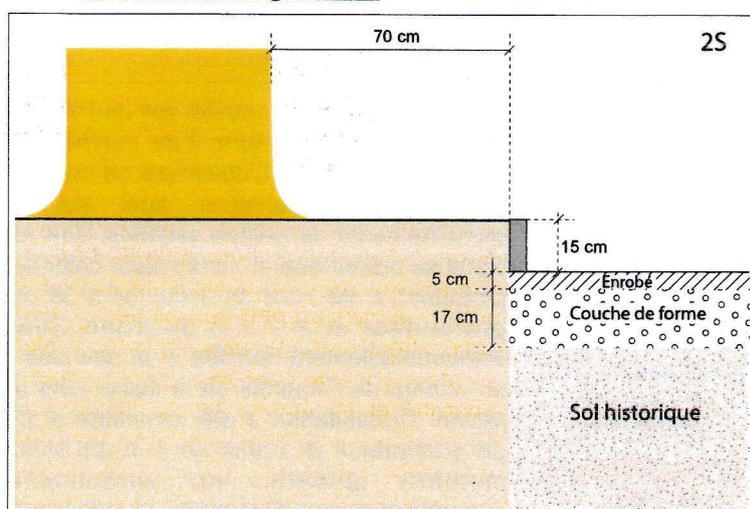
Il a été mis en oeuvre sur une bande de stationnement en épis. Les surfaces sont revêtues d'enrobés. L'ouverture de la tranchée ne laisse apparaître que de rares enracinements de petites sections. Une racine ligneuse cylindrique et horizontale (colonisation probable) a été mise en évidence à 36 cm de profondeur et à 3,2 m du tronc. Elle est vraisemblablement ramifiée à un axe plus gros en dehors de l'emprise de la fosse. Une petite racine d'exploitation a été constatée à 52 cm de profondeur et à plus de 4 m du tronc. De manière globale, les enracinements apparaissent peu développés et colonisent une couche particulièrement mince sous cette emprise minéralisée et imperméable. La diorite de la couche de forme pourrait également

constituer un milieu stérile et inhibiteur des développements racinaires. La mise en oeuvre d'un décaissement sur cet espace n'entraînerait que des impacts non significatifs a priori, à la condition que des racines de plus grosses sections ne soient pas présentes sous les surfaces environnant la tranchée.

Boulevard Béranger nord - Sondage n°2					
Hauteur arbre (m)	Diamètre tronc (m)	Distance point d'émergence racine / tronc bord ext. (m)	Profondeur racine (m)	Diamètre racine (cm)	Nature de l'axe
26	0,64	3,2	0,36	2,5	Racine horizontale de colonisation
		4,1	0,52	< 1 cm	Racine d'exploitation
<p>Constat : Une racine secondaire est présente au delà de 3 m. Il est probable qu'elle se ramifie à des axes plus gros en dehors de la zone sondée.</p>					



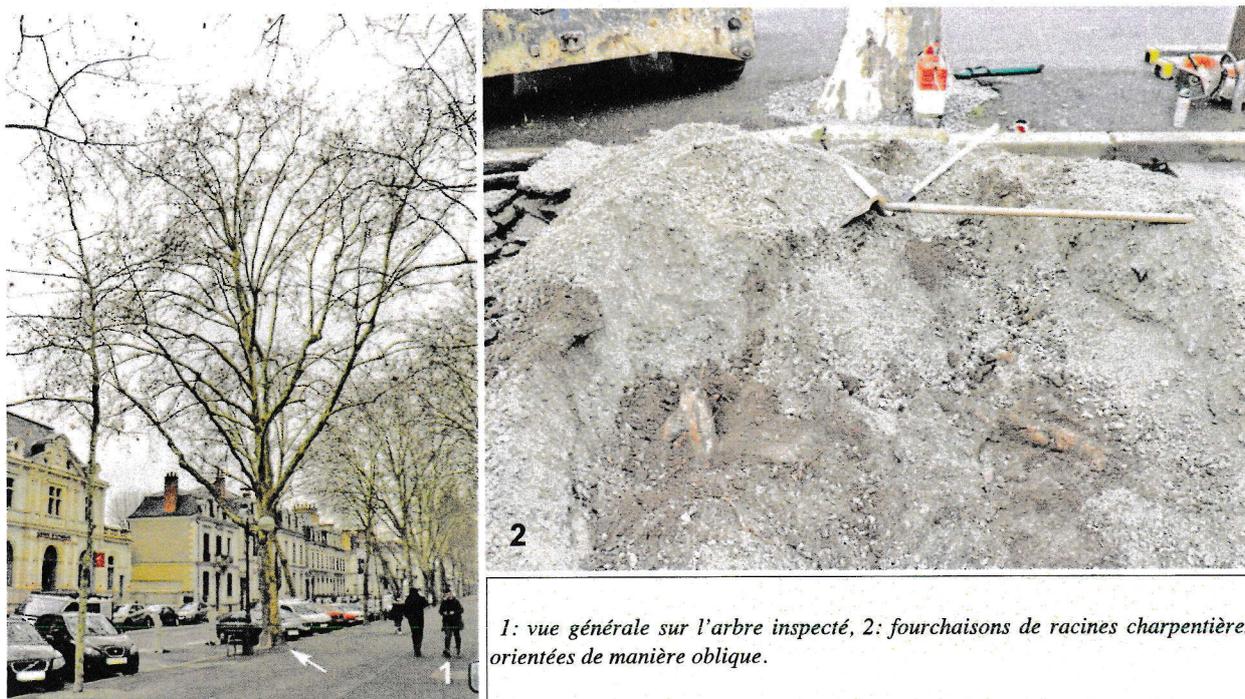
5-5 Le sondage n°2S



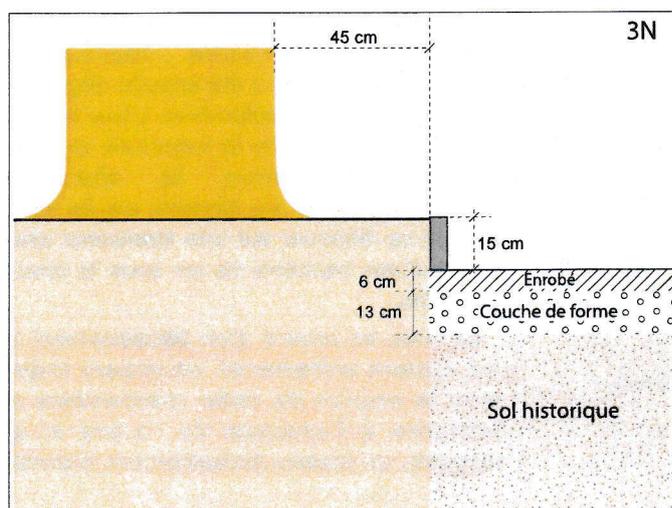
L'ouverture de la tranchée et le décaissement progressif des sols font apparaître un important racinaire dont l'essentiel des axes est compris dans une bande entre 2 et 3 m du tronc. Des fourchaisons obliques de racines charpentières sont visibles à faibles profondeurs et semblent composer un ensemble assez massif et anastomosé. Il s'agit probablement de la marge du compartiment central de l'arbre à partir duquel plusieurs axes semblent plonger plus profondément dans les sols. L'épaisseur et la densité de ce plateau racinaire semble fortement diminuer au delà de 3 m de la bordure du terre-plein.

La mise en oeuvre d'un terrassement à 2 m du tronc entrainerait ici un impact considérable sur le système racinaire en détruisant un ensemble de racines impliqué dans l'ancrage de la charpente et porteur d'un réseau de racines de colonisation et d'exploitation. L'une de ces racines secondaires a été détectée au delà des 3 m à 61 cm de profondeur. Aucune racine d'importance ne semble présente à de plus grandes profondeurs.

Boulevard Béranger sud - Sondage n°2					
Hauteur arbre (m)	Diamètre tronc (m)	Distance point d'émergence racine / tronc bord ext. (m)	Profondeur racine (m)	Diamètre racine (cm)	Nature de l'axe
23	0,61	2,2 -2,7	0,25	14	Racine charpentière oblique (ramification)
		2,4	0,25	10	Racine charpentière oblique (ramification)
		2,8	0,3	6,5	Racine oblique ramifiée d'une des racines charpentières
		3,32	0,61	2	Racine horizontale d'exploitation
Constat : Plusieurs axes de soutien sont présents à faible profondeur entre 2 et 3 m du tronc					



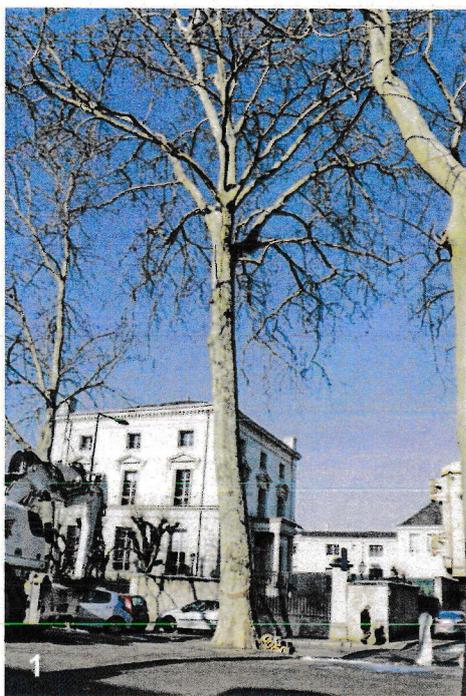
5-6 Le sondage n°3N



L'ouverture de la tranchée fait apparaître une racine charpentière oblique de grosse section à partir de 55 cm de profondeur entre 2 et 3 m du tronc. Des petites racines d'exploitation sont découvertes juste au dessus de celle-ci et y sont manifestement ramifiées. La charpentière semble ensuite plonger en biais et en profondeur dans le travers de la fosse. La mise en oeuvre d'un décaissement à 2 m du tronc entrainerait la section complète de cet axe et impacterait significativement l'ancrage et la physiologie de l'arbre. Aucune autre racine d'importance n'a été mise en évidence sur le reste de la fosse. L'enracinement sur cette zone apparaît se déployer entre 40 et 80 cm de profondeur sous les surfaces. Il est à noter que la zone

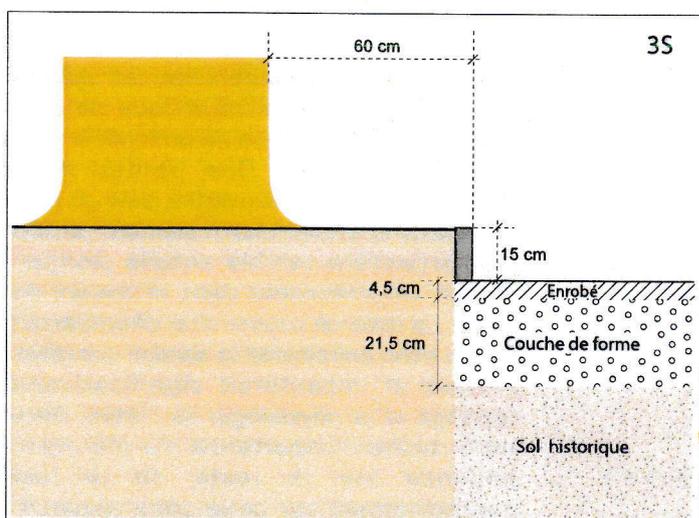
mitoyenne au sondage présente les traces d'une tranchée liée au réseau pluvial qui a été mise en oeuvre il y a quelques années. L'axe de celle ci traversant en biais sur toute sa largeur la bande des stationnements, des racines de taille variable ont pu être sectionnées lors de ces travaux. La racine charpentière découverte semble plonger sous l'ouvrage et ne présente a priori aucun impact de choc ou de blessure.

Boulevard Béranger nord - Sondage n°3					
Hauteur arbre (m)	Diamètre tronc (m)	Distance point d'émergence racine / tronc bord ext. (m)	Profondeur racine (m)	Diamètre racine (cm)	Nature de l'axe
27	0,81	2,7	0,37	< 1 cm	Extrémité racine d'exploitation
		2,6	0,4	2 cm	Racine latérale d'exploitation
		2,4	0,55 - 0,79	19 cm	Racine charpentière oblique
Constat : Un axe de soutien est présent entre 2 et 3 m du tronc					



1: vue générale sur l'arbre inspecté, 2: racine charpentière oblique plongeant en travers de la fosse (flèche).

5-7 Le sondage n°3S



Le dégagement progressif de la tranchée met en évidence de petites racines d'exploitation à l'extrémité de la fosse à 4 m du tronc. Une racine charpentière d'orientation oblique a été ensuite dégagée à partir de 0,4 m de profondeur. L'axe traverse toute la longueur de la tranchée et passe probablement sous la chaussée. L'enracinement au niveau de la fosse semble se disposer sur une épaisseur assez mince d'une trentaine de cm sous la couche de forme.

La mise en oeuvre d'un décaissement sur cet espace entrainerait un impact majeur avec la section de cette charpentière qui participe à l'ancrage de l'arbre et qui supporte un réseau probablement important

de petites racines d'exploitation.

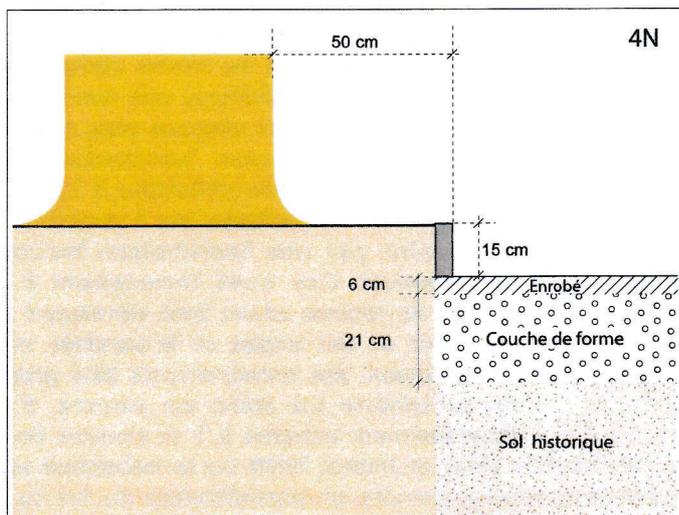
La racine traversant toute la largeur de la bande de stationnement, les terrassements ont obligatoirement un impact important quelque soit leur distance de mise en oeuvre vis à vis du tronc. Le maintien de l'arbre pourrait être remis en cause si d'autres axes racinaire de fortes sections venaient à être altérés sur les espaces environnant la tranchée.

Boulevard Béranger sud - Sondage n°3					
Hauteur arbre (m)	Diamètre tronc (m)	Distance point d'émergence racine / tronc bord ext.(m)	Profondeur racine (m)	Diamètre racine (cm)	Nature de l'axe
27	0,67	4	0,36	< 1 cm	Extrémité racine latérale d'exploitation
		2,6 à 3,7	0,4 - 0,56	14 cm à 11cm	Racine charpentière oblique
Constat : Un axe de soutien est présent sur presque toute la largeur de la fosse					



1 : vue générale sur l'arbre inspecté, 2 : racine charpentière oblique sur une grande partie de la longueur de la tranchée. 3 : racines d'exploration sur la marge de la tranchée vers la chaussée, petites racines non ligneuses à une cinquantaine de cm de profondeur.

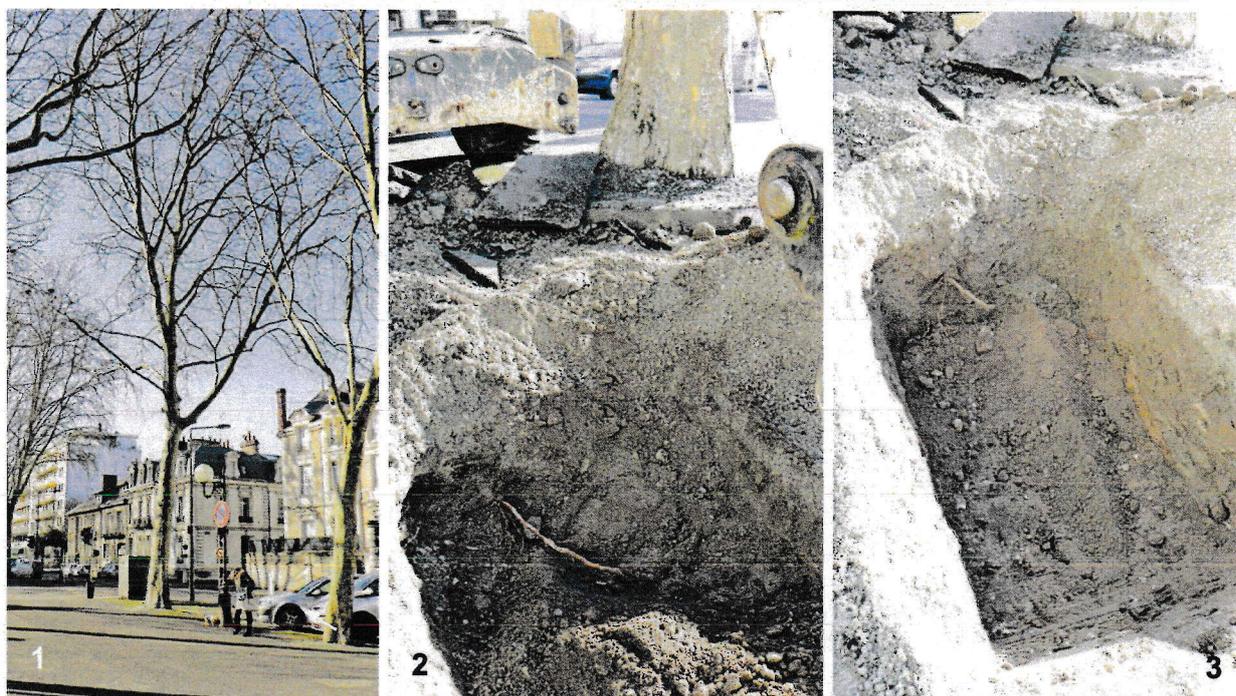
5-8 Le sondage n°4N



Le dégagement progressif de l'emprise de la tranchée n'a mis en évidence qu'une racine de colonisation de petite section à 45 cm de profondeur et à 2,7 m du tronc sur une longueur d'1 m environ. L'orientation de celle-ci par rapport à l'axe de la fosse laisserait supposer à une ramification sur un gros axe qui partirait éventuellement en biais au delà des marges de celle-ci. Aucun autre enracinement n'est apparu dans les 80 cm explorés par la pelle mécanique dans l'emprise de la tranchée.

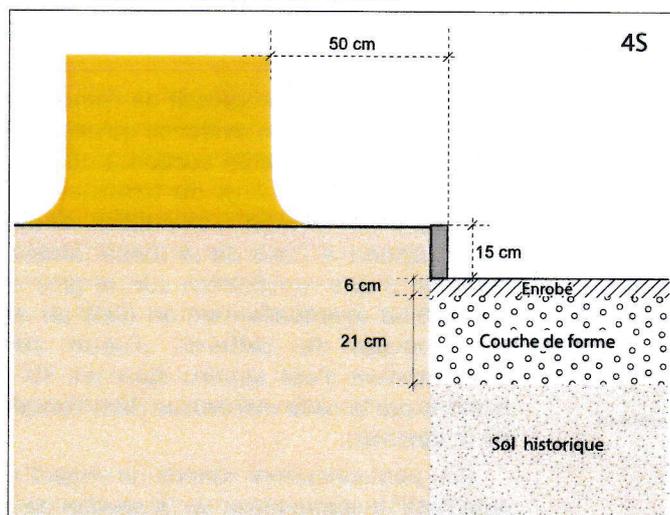
On peut considérer comme un impact non significatif la suppression ou la section de cet axe dans le cadre d'un décaissement et sous réserve que des racines ligneuses de plus grosses sections ne soient pas disposées dans les espaces adjacents à la fosse qui seraient concernés également par les terrassements.

Boulevard Béranger nord - Sondage n°4					
Hauteur arbre (m)	Diamètre tronc (m)	Distance point d'émergence racine / tronc bord ext.(m)	Profondeur racine (m)	Diamètre racine (cm)	Nature de l'axe
27	0,67	2,7	0,42	1,5 cm	Racine horizontale de colonisation
Constat : Aucun enracinement significatif dans l'espace de la fosse					



1 : vue générale sur l'arbre inspecté, 2 : racine horizontale de colonisation ou d'exploitation. 3 : vue sur la fosse ouverte à 0,8 m et le fragment de racine.

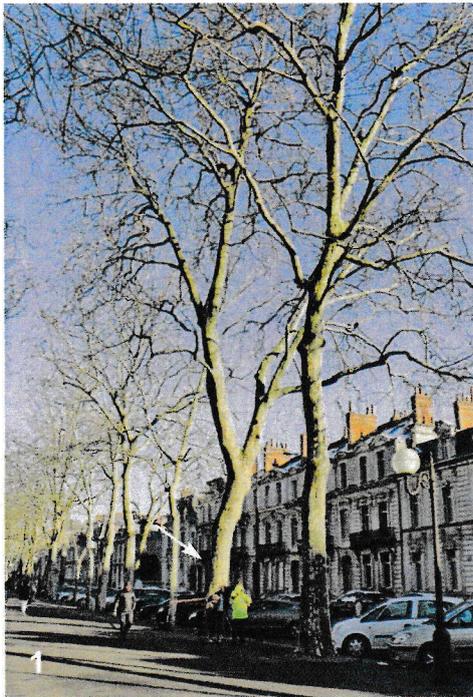
5-9 Le sondage n°4S



L'ouverture de la tranchée met en évidence une racine de section moyenne dès 30 cm de profondeur à 2 m du tronc dans un des angles de la fosse. Il s'agit d'une racine de colonisation plus ou moins oblique qui constitue vraisemblablement une ramification d'un axe plus gros et disposé plus près du tronc. Une autre plus horizontale est découverte à 56 cm de profondeur à 3,2 m du tronc. Elle traverse la fosse sur 1 m environ et se termine par une fourchaison inclinée obliquement. Ces axes témoignent d'un réseau de racines assez bien développé au moins sur un des angles de la tranchée avec probablement des enracinements plus gros à sa périphérie. La mise en oeuvre d'un décaissement complet à 3 m environ de la

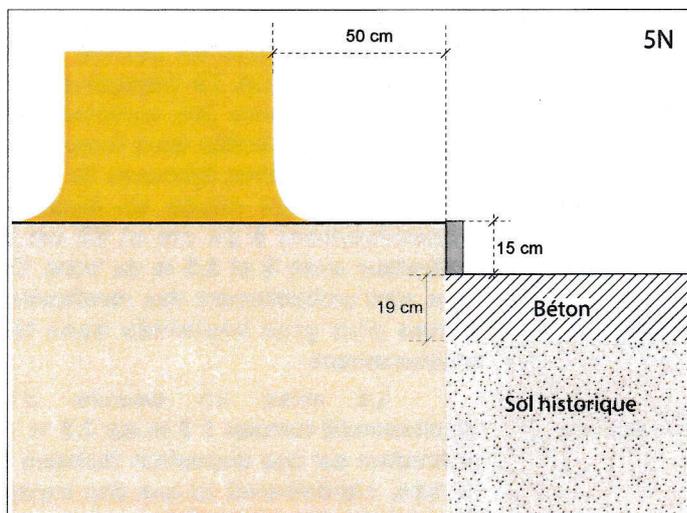
bordure du terre-plein dans l'emprise de la fosse entrainerait a priori un impact limité sur la mécanique et la physiologie de l'arbre. Une réserve nous semble cependant à prendre en considération du fait de la probabilité assez sensible de trouver sous les surfaces environnant la fosse des axes de plus grosses sections dont les racines mises en évidence constitueraient des ramifications.

Boulevard Béranger sud - Sondage n°4					
Hauteur arbre (m)	Diamètre tronc (m)	Distance point d'émergence racine / tronc bord ext. (m)	Profondeur racine (m)	Diamètre racine (cm)	Nature de l'axe
28	0,73	2	0,3	7	Racine de colonisation oblique
		3,8	0,46	2	Racine d'exploitation ou de colonisation
		3,2	0,56	5,5	Racine de colonisation horizontale
Constat : Plusieurs racines secondaires de colonisation et d'exploitation sont présentes au delà de 3 m du tronc. Il est probable qu'elles se ramifient à des axes plus gros en dehors de la zone sondée.					



1: vue générale sur l'arbre inspecté, 2: racines de colonisation (flèches) probablement issue de ramifications avec des axes de plus grosses sections

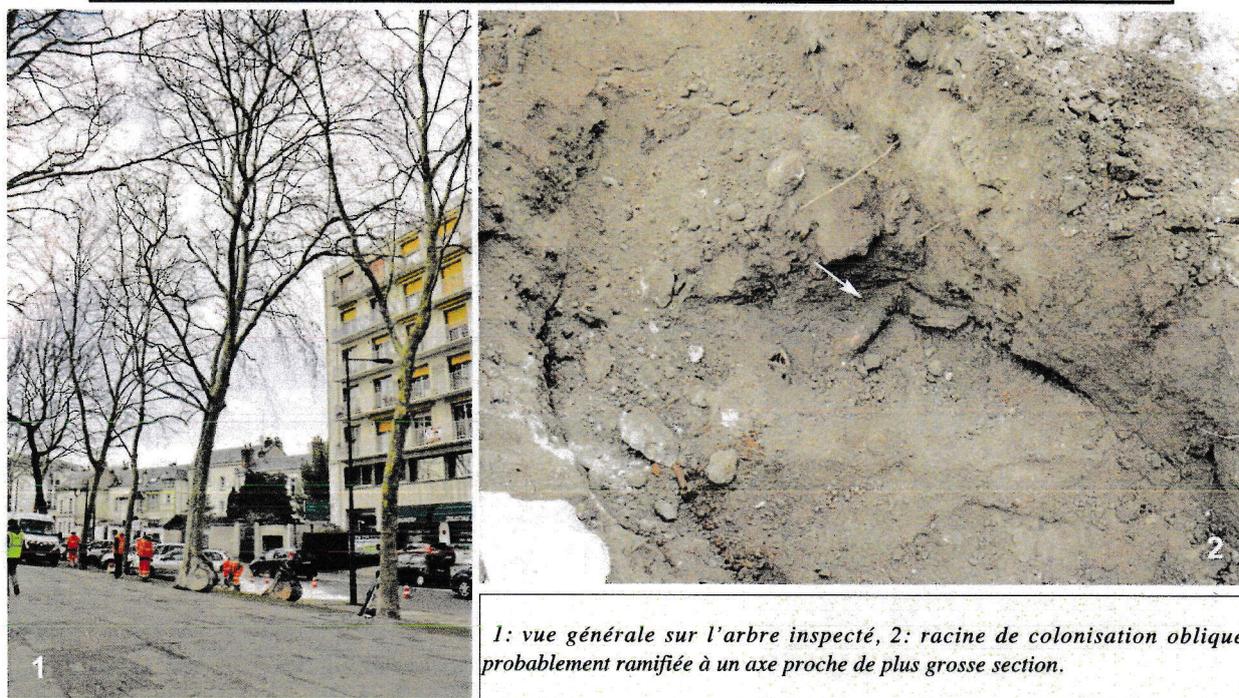
5-10 Le sondage n°5N



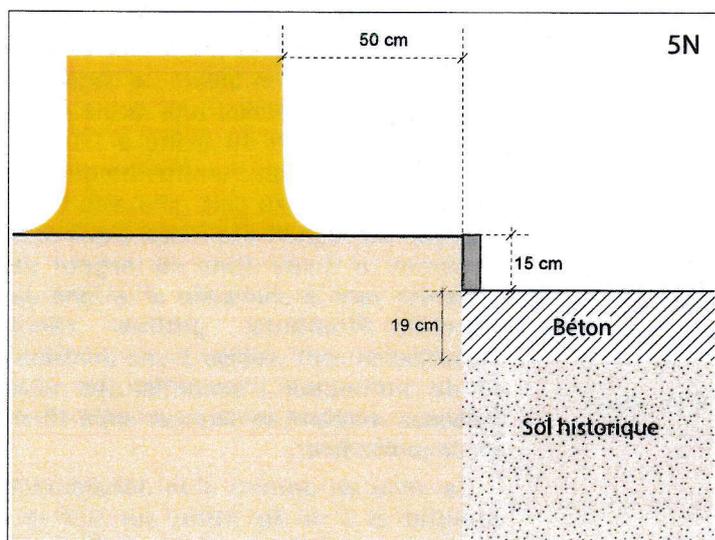
A la différence des 8 sondages précédents, la tranchée a été mise en oeuvre sur un revêtement en béton. Le dégagement des terres fait apparaître une racine de taille moyenne à 3,2 m du tronc à 76 cm de profondeur. Il s'agit manifestement d'une ramification d'un axe plus gros disposé plus en retrait par rapport à la fosse. L'axe semble traverser la fosse dans sa largeur sans s'orienter vers la chaussée et le fond de la tranchée. Plusieurs petites racines d'exploitation sont visibles à une trentaine de cm de profondeur. L'essentiel des racines ligneuses semblent se déployer entre 40 et 80 cm de profondeur.

La mise en oeuvre d'un décaissement complet à 2 m du tronc sur 0,8 m de profondeur entrainerait des impacts potentiels assez sensibles qui risqueraient par ailleurs d'affecter l'axe sur lequel la racine moyenne découverte se ramifie probablement. Un terrassement au delà de 3,2 m du tronc limiterait a priori fortement les dégâts sous réserve que d'autres racines de grosses sections ne se trouvent pas implantées sous les surfaces environnant la tranchée.

Boulevard Béranger nord - Sondage n°5					
Hauteur arbre (m)	Diamètre tronc (m)	Distance point d'émergence racine / tronc bord ext. (m)	Profondeur racine (m)	Diamètre racine (cm)	Nature de l'axe
27	0,63	3,6	0,42	1,1	Racine horizontale d'exploitation
		3,2	0,76	6	Racine oblique de colonisation et/ou ramification de racine charpentière
Constat : 1 racine moyenne est présente à 3,2 m du tronc. Il s'agit d'un axe ramifié relié probablement à un plus gros axe en dehors de la zone explorée					



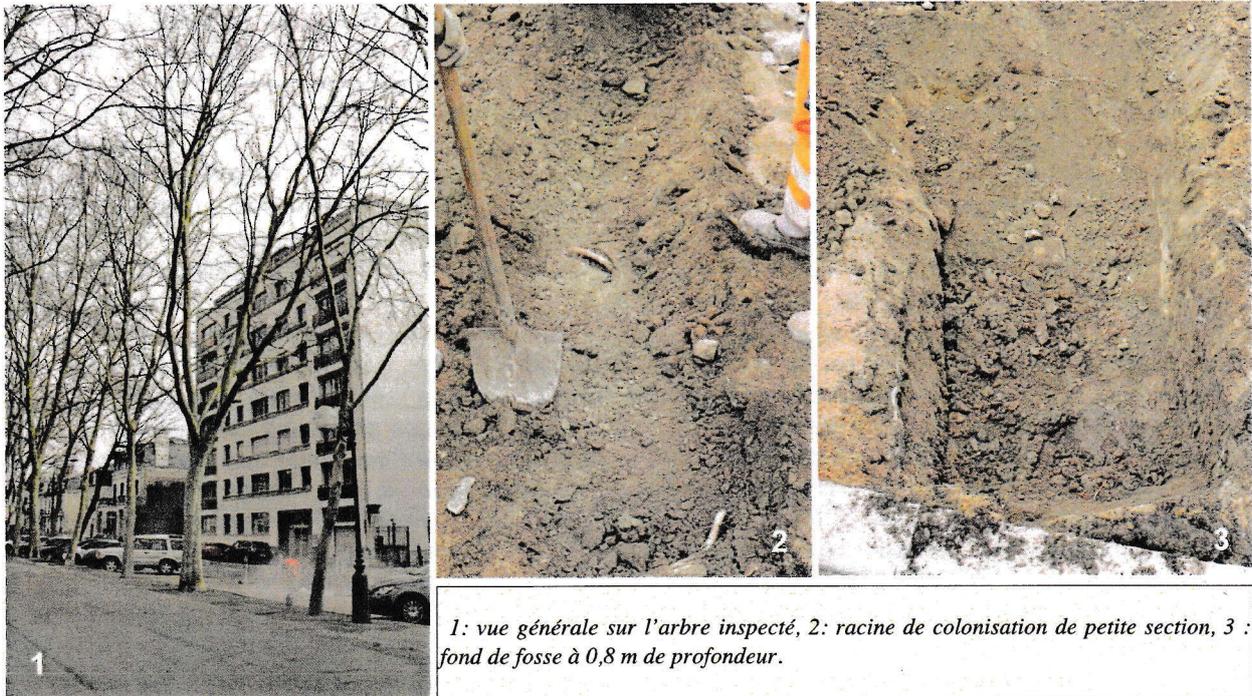
5-11 Le sondage n°5S



Comme le sondage précédent, la tranchée a été mise en oeuvre sur un revêtement en béton. Le dégagement des terres fait apparaître des enracinements peu abondants et limités dans l'emprise de la fosse. Deux racines ligneuses de petites sections ont été mises en évidence respectivement à 24 cm et 62 cm de profondeur entre 3 et 3,5 m du tronc. Ces axes sont probablement des ramifications d'axes plus gros implantés dans leur environnement.

La mise en oeuvre d'un décaissement complet à 2 m sur 0,8 m de profondeur sur une disposition racinaire de ce type, n'entraînerait ici que des impacts non significatifs, sous réserve cependant qu'il n'y ait pas de racines ligneuses de grosses sections dans la périphérie de la tranchée sous les surfaces appelées à être terrassées

Boulevard Béranger sud - Sondage n°5					
Hauteur arbre (m)	Diamètre tronc (m)	Distance point d'émergence racine / tronc bord ext. (m)	Profondeur racine (m)	Diamètre racine (cm)	Nature de l'axe
21	57,32	3,4	0,24	2	Racine latérale horizontale de colonisation ou d'exploitation
		3	0,62	2	Racine latérale horizontale de colonisation ou d'exploitation
Constat : Racines secondaires au delà de 3 m du tronc. Il est probable qu'elles se ramifient à des axes plus gros en dehors de la zone sondée					



VI - SYNTHÈSE ET RECOMMANDATIONS

6-1 Le système racinaire des platanes le long des boulevards

L'examen partiel et nécessairement limitant mis en oeuvre le long des deux boulevards fait état des constats globaux suivants :

- Les parties des systèmes racinaires révélées au travers des sondages apparaissent très contrastées. Certains d'entre eux mettent en évidence des racines charpentières sur toute la longueur de l'ouverture de la fosse, tandis que d'autres ne présentent que de rares traces de petites racines. Le caractère aléatoire et limité des sondages (13 ouvertures de 3 m de large sur un linéaire total de plus de 900 m par côté) rend nécessairement les extrapolations très relatives et délicates à l'ensemble des enracinements effectivement en place sur les côtés des terre-pleins.

- Tous les sondages font état d'enracinements dont la majorité se dispose dans une épaisseur de sol comprise entre 30 et 70 cm de profondeur sous les surfaces actuelles. Le boulevard Béranger très minéralisé et le côté sud du boulevard Heurteloup qui a fait l'objet de remaniements à différents moments semblent définir des environnements racinaires plus ou moins contraints sur les zones les plus proches des chaussées. Des terrassements et des tranchées ont déjà été mis en oeuvre dans le passé impactant au moins partiellement les systèmes racinaires environnants. Inversement la marge nord de la section du boulevard Heurteloup semble être accompagnée par un développement racinaire plus marqué et dense en relation avec un contexte d'implantation a priori plus "naturel". La présence d'arbres sur les rangs externes peut également constituer un obstacle initial au développement des racines en direction des chaussées pour les sujets des rangs internes.

- La présence de racines charpentières sous les surfaces inspectées est attestée sur la marge nord du boulevard Heurteloup et sur les deux côtés du boulevard Béranger. Les sondages réalisés concernant uniquement des arbres volumineux et anciens des rangées internes, ces constats sont probablement à pondérer en présence de sujets plus jeunes ou moins développés. Les arbres les plus âgés (100 ans et plus) ont pu mettre en place un enracinement dans un environnement beaucoup moins contraint qu'il ne l'est aujourd'hui. Des racines charpentières ont pu se développer à cette époque en direction des chaussées latérales et s'ancrer au moins en partie sous celles-ci. Les sujets plus récemment plantés n'ont pas bénéficié de ces facilités et ont probablement limité leurs extensions racinaires vers ces espaces minéralisés et imperméabilisés, peu favorables a priori à la physiologie des racines. Cependant, en l'absence de constats visuels à leur niveau, il ne nous est pas possible d'aller plus avant et de confirmer ou non cette hypothèse.

- L'espace central des terre-pleins concentre a priori l'essentiel des enracinements des alignements de par son retrait relatif des zones les plus contraintes et d'une historicité d'aménagement moins lourde que celle mise en oeuvre sur ses marges nord et sud. Ces zones centrales sont donc essentielles à la survie des plantations et doivent être préservées de tout travaux susceptible de perturber et/ou d'agresser les structures racinaires qui y sont nécessairement implantées.

6-2 Evaluation des impacts potentiels des travaux : le boulevard Heurteloup

La section du boulevard se singularise à la fois par une densité de plantation importante sur 4 rangs et une implantation des arbres sur des plates-bandes végétalisées. Les sondages font état d'une assez nette différenciation entre la marge nord et la marge sud à travers un historique d'aménagement distinct. Le côté sud a subi un remaniement assez important avec un remblaiement après destruction de bandes de stationnement latérales et leur intégration à la plate-bande actuelle tandis que le côté nord a été apparemment peu affecté avec un simple aménagement de surface pour permettre la mise en oeuvre des plantations arbustives d'accompagnement.

RANG	Nbre arbres	Diamètre tronc < 0,3 m	Diamètre tronc 0,3 - 0,5 m	Diamètre tronc 0,5 - 0,7 m	Diamètre tronc > 0,7 m
INTERNE NORD	16	3	7	2	4
INTERNE SUD	18	2	10	6	
TOTAL	34	5	17	8	4

Les gabarits des arbres des rangs internes sont figurés dans le tableau ci-contre. On constate que la population la plus jeune ne représente que 15% du peuplement tandis que les sujets les plus anciens et développés composent entre 33 et 37% des arbres des deux rangées.

C'est dans cette dernière population que les 3 échantillonnages pour sondage ont été effectués. Il est important de noter également que la population "intermédiaire" entre jeunes et anciens est dominante sur les deux rangs. Celle-ci, non inspectée, est susceptible cependant de présenter des développements racinaires en partie similaires à ceux des catégories plus âgées qui ont fait l'objet des examens.

Le constat des impacts est établi en fonction de la grosseur et du statut des racines découvertes dans les emprises des fosses. On peut considérer un impact comme nul à faible si le terrassement entraîne la suppression ou la section ponctuelles de racines inférieures à 3 cm de diamètre (racines d'exploitation ou racines secondaire de colonisation dont la pérennité n'est établie au sein de la structure racinaire). Un impact moyen ou intermédiaire met en jeu des racines de plus grosses sections (et éventuellement en plus grand nombre) entre 3 et 5 cm de diamètre pouvant se rattacher à des axes environnants plus gros ou constituer des fourchaisons ou des ramifications de ces derniers. **Un impact fort ou majeur va concerner des axes de gros diamètre (supérieur à 5-10 cm et plus) qui concernent des racines charpentières ou leurs ramifications proches.** Les tableaux ci-dessous figurent les relevés des impacts effectués sur les 3 sondages mis en oeuvre sur la section. Le tableau des distances n'a pris en compte que les sondages où des racines de plus de 2 cm de diamètre ont été mises en évidence lors des fouilles.

	Rang interne nord		Rang interne sud	
	Ø tronc 0,5- 0,7 m	Ø tronc > 0,7 m	Ø tronc 0,5- 0,7 m	Ø tronc > 0,7 m
Impacts faibles			1	
Impacts moyens			1	
Impacts majeurs		1		
% arbres gabarit identique	13%	25%	33%	0%

Distance des impacts significatifs constatés par rapport au tronc	Interne nord	Interne sud
Impacts racines > 10 cm de diamètre sur toute la longueur de la fosse	1	0
Impacts racines 3-5 cm de diamètre entre 2 et 4 m du tronc	0	1
TOTAL	1	1

Seul le côté nord s'associe à des impacts potentiels majeurs qui, s'ils devaient être concrétisés, entraîneraient vraisemblablement une remise en cause du maintien de l'arbre concerné. Sa catégorie de gabarit (en relation avec le développement de son tronc) représente 25% du peuplement

actuel du rang. Sans pouvoir extrapoler directement l'unique constat établi aux autres sujets de même calibre, on peut légitimement suspecter que leurs enracinements ont probablement un profil et un développement approchant au sein de la plate-bande. **Dans tous les cas, la mise en oeuvre d'un terrassement profond, quelque soit la distance aux troncs, semble particulièrement menaçante pour la population d'arbres la plus développée sur la rangée interne.**

Les enracinements sur le côté sud apparaissent beaucoup moins développés en l'état. Un des sondages présente une racine un peu plus marquée sur toute la longueur de l'ouverture de la fosse. Cependant, celle-ci présente un statut d'axe secondaire dont la suppression ou la section ponctuelle n'entraînerait qu'un impact limité sans conséquence mécanique sensible pour l'arbre concerné. **La restriction du cubage de sol à la disposition des racines est difficile à apprécier mais doit être également prise en compte. Une perte de ressources est inévitable en cas de terrassement profond et difficilement compensable dans cet environnement urbain globalement contraignant. Il est donc souhaitable de la limiter en entaillant de la manière la plus mesurée possible la plate-bande actuelle.**

6-3 Evaluation des impacts potentiels des travaux : le boulevard Béranger

Le boulevard peut être considéré comme une plantation à deux rangées internes, les rangs externes étant particulièrement résiduels sur la totalité du linéaire. Les 10 sondages mis en oeuvre devant des sujets âgés et de grands volumes représentent l'inspection d'un linéaire total de 30 m soit un peu moins de 4% du linéaire actuellement planté. Ce préambule établi, on peut considérer cependant que les conditions d'implantation des arbres sont globalement homogènes sur toute la longueur du site. Seules des variantes mineures affectent les zones latérales au niveau de la nature et des épaisseurs des revêtement mis en oeuvre. Une courte section, sur la marge nord à son extrémité est, présente un profil distinct avec des bandes de stationnement en ligne et non en épi comme la majorité du linéaire.

Les gabarits des arbres des rangs internes sont figurés dans le tableau ci-après. On constate que la population la plus jeune représente 24% du peuplement tandis que les sujets les plus anciens et développés composent 17% du rang nord et 29% du rang sud. C'est dans ces populations que les 10 échantillonnages pour sondage ont été effectués. Comme pour le site précédent, la population "intermédiaire" entre jeunes et anciens est dominante sur les deux rangs. Il est probable qu'une partie de celle-ci présente des profils racinaires proches de ceux mis en évidence sur l'échantillon inspecté.

RANG	Nbre arbres	Diamètre tronc < 0,3 m	Diamètre tronc 0,3 - 0,5 m	Diamètre tronc 0,5 - 0,7 m	Diamètre tronc > 0,7 m
INTERNE NORD	112	20	69	19	4
INTERNE SUD	112	34	44	33	1
TOTAL	224	54	113	52	5

Le constat des impacts établi sur le même principe que précédemment est figuré sur les deux tableaux ci-dessous.

	Rang interne nord		Rang interne sud	
	Ø tronc 0,5- 0,7 m	Ø tronc > 0,7 m	Ø tronc 0,5- 0,7 m	Ø tronc > 0,7 m
Impacts faibles	2		2	
Impacts moyens	1			1
Impacts majeurs		2	2	
% arbres gabarit identique	17%	4%	29%	1%

Distance des impacts significatifs constatés par rapport au tronc	Interne nord	Interne sud
Impacts racines > 10 cm de diamètre sur toute la longueur de la fosse	1	1
Impacts racines 5-10 cm de diamètre à plus de 3 m	1	1
Impacts racines > 10 cm de diamètre entre 2 et 3 m	1	1

L'examen des sondages réalisés fait état de 40 % d'entre eux accompagnés par des impacts faibles à nuls, 20% avec des impacts moyens mettant en jeu des axes de taille intermédiaire et 40%

avec des racines de très grosses section dont l'ablation ou la suppression entrainerait nécessairement des désordres mécaniques et/ou physiologiques sur les arbres concernés. 1/3 de ces derniers cas concernent des axes qui se déploient sur toute la longueur de l'ouverture de la fosse et qui probablement plongent sous la chaussée. Un autre tiers présente des implantations de gros axes (5-10 cm de diamètre) à plus de 3 m des troncs sans pour autant atteindre la marge de la tranchée côté chaussée. C'est donc un nombre assez sensible d'arbres qui s'associent à des enracinements très significatifs dans l'espace actuel des stationnements latéraux. Il est intéressant de noter que les côté nord et sud présentent des profils à peu près similaires et que les constats s'équilibrent entre ces deux marges malgré les variations de gabarits en leur sein. Si l'on prend en considération les arbres de forces similaires dans les deux peuplements, 23 sujets (40% des 57 arbres présentant des diamètres de tronc > à 50 cm) seraient susceptibles statistiquement de présenter des problématiques similaires en terme d'impacts majeurs. Cette dernière approche reste cependant tout à fait spéculative et ne peut se prévaloir d'une quelconque validité faute d'observations plus étendues et systématiques. Par ailleurs, ce nombre théorique serait également à compléter avec certains sujets de la catégorie intermédiaire dont il est probable que plusieurs d'entre eux présentent également des enracinements significatifs sous les bandes de stationnement.

Le développement limité des racines non ligneuses et d'exploitation sous ces surfaces souvent épaisses, imperméables et stériles sur le plan organique, nous semble pondérer les problématiques de restriction de cubage des sols exploités sous celles-ci. Les impacts éventuellement portés sur les axes de grosses sections implantés dans ces emprises porteraient principalement sur les ancrages et la physiologie associée au réseau assimilateur supporté par ces racines. De ce fait et compte tenu des constats partiels établis, l'entaille profonde des bandes de stationnements doit être raisonnée de manière à limiter au mieux les coupes potentielles de grosses racines. Il est important de s'éloigner des troncs pour minimiser les plans de section des axes traversants et plongeants sous les chaussées et éviter d'altérer ceux qui sont disposés dans le travers des tranchées sans qu'ils atteignent le bord de celles-ci.

Le principe rendu nécessaire de couper des racines de plus de 10 cm de diamètre ne peut s'envisager sur un arbre adulte que manière extrêmement ponctuelle. Les sujets présentant des racines charpentières traversantes ne peuvent supporter l'ablation de plusieurs d'entre elles sans que leur mécanique d'ancrage et leur physiologie ne soit durablement affectées. Des champignons lignivores spécifiques sont par ailleurs susceptibles d'infecter les plans de coupe à partir de 7 à 10 cm de diamètre et de développer des pourritures en direction du tronc. Des pertes de vigueur peuvent également se manifester sur les couronnes des arbres avec la disparition d'une partie de leurs enracinements.

Il ne nous est pas possible dans le cadre du présent examen d'apprécier les nécessités en matière de coupe de racines susceptibles d'apparaître au cours d'une mise en oeuvre future de terrassement. Nous pouvons supposer qu'inévitablement certains des arbres pourront subir des sections racinaires importantes dans le cadre des travaux qui seront susceptibles, le cas échéant, de remettre en cause leur maintien.

6-4 Les recommandations

L'approche des terrassements sur le boulevard Heurteloup

Nous considérons au vu des résultats des sondages effectués que la possibilité d'entailler la plate-bande sur la marge nord est particulièrement délicate et susceptible d'altérer très fortement une partie des arbres du rang interne (s'ils présentent le même type d'enracinement que le sujet témoin). Les impacts semblent majeurs à quelques distances du tronc que l'on se place. Le fait de ne disposer que d'un sondage sur ce côté limite et relativise naturellement nos conclusions. Une autre investigation en un autre point de la marge nord serait souhaitable pour mieux cerner les structures d'enracinement en place. Il reste que le choix de cet emplacement est peu évident avec la présence quasi continue d'arbres du rang externe. Le côté sud permet d'envisager un terrassement partiel sur la plate-bande. La problématique restrictive vis à vis de celui-ci repose essentiellement sur le cubage de sol disponible qui va être enlevé aux arbres du rang interne. Un positionnement à 2 m du tronc revient à supprimer 50% des sols utiles de la plate-bande. Si la disparition du rang externe peut compenser en partie cette contrainte par la baisse des concurrences aériennes, il nous semble ici raisonnable de placer une limite à 3 m des troncs pour conserver un cubage disponible de l'ordre de 75% par rapport aux volumes actuellement exploités par les arbres. Cette réduction "raisonnée" nous semble a priori suffisante pour prévenir d'un effet de stress sur les plantations après travaux.

L'approche des terrassements sur le boulevard Béanger

Les sondages ont mis en évidence des situations contraignantes vis à vis des terrassements dans 40% des situations. Nous considérons qu'il est impératif de pondérer les entailles des bandes latérales aux terre-pleins afin de limiter au mieux les sections inévitables de grosses racines s'y déployant. Cette problématique constitue à nos yeux le point de restriction principal vis à vis des futurs travaux. Nous considérons que la mise en oeuvre d'un terrassement profond à 2 m des troncs impactera fortement une grande partie des arbres les mieux développés sur le site, altérant probablement une partie de leurs compartiments centraux.

Compte tenu des variations des implantations et des diamètres des troncs le long des alignements, nous recommandons préventivement (et dans la mesure du possible) de mettre en oeuvre les fouilles à 3 m de la bordure du terre-plein, seul repère fixe le long des plantations. Ce principe permet a priori d'exclure la plus grande partie des impacts potentiels importants détectés lors des sondages, en limitant les destructions racinaires aux seuls sujets qui présentent des axes traversants en direction de la chaussée. Ce recul suffisant vis à vis des troncs permet d'envisager également, dans ces dernières situations, des plans potentiels de coupe moins importants que s'ils étaient réalisés plus proches des bordures. Il sera indispensable pour cette catégorie de sujets d'apprécier au cas par cas les nécessités d'ablation de racines et d'évaluer les impacts induits sur les ancrages et la physiologie. Nous recommandons un suivi continu lors des fouilles avec un relevé précis au fur et à mesure des axes mis à nu et des actions de coupe rendues nécessaires. Les sujets nécessitant des sections de racines de gros diamètre devront faire l'objet de tests de traction complémentaires pour évaluer les pertes d'ancrage induites. Des abattages pourront être recommandés le cas échéant en cas d'indices défavorables mis en évidence lors de ces examens ou de constats de besoins de sections de racines rendus trop importants.

Les mesures compensatoires sur le boulevard Heurteloup

L'abattage éventuel de certains arbres rendu nécessaire par l'impact trop important des terrassements ne pourra pas faire l'objet de remplacements "in situ". La densité des plantations interdit en effet l'intégration de jeunes sujets dans les alignements dans de bonnes conditions. Les ombrages des arbres adultes imposent en effet une concurrence majeure qui induit inévitablement des déformations précoces des charpentes sur toutes les espèces héliophiles (dont le platane) interdisant à l'arbre par la suite un développement normal et une architecture satisfaisante sur le plan ornemental. Les "jeunes" actuellement présents sur les rangs externes sont là pour témoigner de ces difficultés d'implantation et du peu d'avenir qu'ils manifestent pour la plupart.

Concernant la compensation de la perte de sols disponibles pour l'exploitation des arbres, un léger élargissement de la plate-bande en direction de l'allée centrale pourrait permettre de limiter les impacts de cette diminution de ressources.

Les mesures compensatoires sur le boulevard Béranger

Les remarques concernant la non pertinence des remplacements éventuels d'arbres au sein des rangs internes sont identiques à celles formulées précédemment. La restriction de l'espace exploitable par les racines, le stress relatif induit par les travaux accentués potentiellement par le contexte global d'implantation très minéralisé et pauvre en matière organique, peuvent faire l'objet d'une compensation en offrant aux arbres un environnement mieux adapté à leur écologie. Nous suggérons en ce sens de réaliser des plates-bandes végétalisées d'arbustes sur le modèle de celles actuellement présentes sur le boulevard Heurteloup. Ces aménagements pourraient intégrer les emprises résiduelles des anciennes bandes de stationnement terrassées tout en s'élargissant en direction de l'esplanade centrale. Un mulchage des surfaces avec du bois composté pourrait faciliter également la reprise de la dynamique racinaire et constituer un apport bienvenu de matière organique sur les lignes de plantation actuelles.

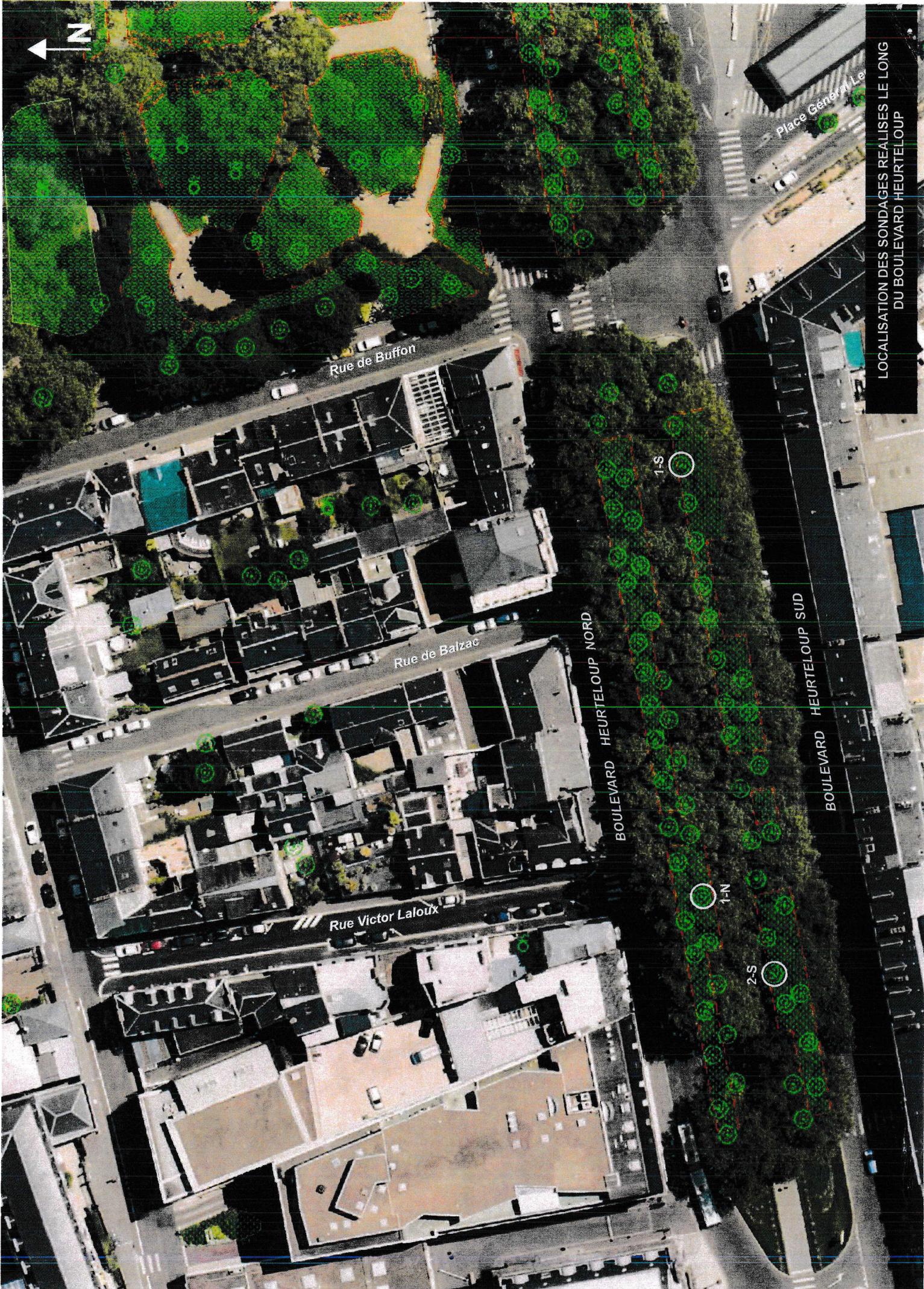
Prophylaxie du chancre coloré

Le chancre coloré (*Ceratocystis platani*) représente une menace majeure pour les plantations de platanes sur le plan national. Les engins de travaux publics et l'ensemble des outils susceptibles de rentrer en contact avec les racines et les charpentes constituent tous des sources d'infection potentielle s'ils n'ont pas été correctement désinfectés avant leur mise en contact avec les arbres. De nombreux cas d'infection ont été constatés à l'issue de travaux et de terrassements mis en oeuvre sans précaution dans l'environnement immédiat des arbres. Il est indispensable de prendre toutes les mesures prophylactiques nécessaires telles que précisées par l'arrêté ministériel du 22/12/2015 relatif à la lutte contre *Ceratocystis platani*, agent du chancre coloré du platane. Il y est spécifié en particulier de rendre obligatoire sur l'ensemble du territoire national le nettoyage et la désinfection avec les produits fongicides autorisés l'ensemble des outils et engins d'intervention au commencement et à la fin des travaux sur chaque site planté.

ANNEXES

Schéma de localisation des sondages sur le boulevard Heurteloup

Schémas de localisation des sondages sur le boulevard Béranger



LOCALISATION DES SONDAGES REALISES LE LONG
DU BOULEVARD HEURTELOUP

N

Rue de Buffon

Rue de Balzac

Rue Victor Laloux

BOULEVARD HEURTELOUP NORD

BOULEVARD HEURTELOUP SUD

Place Général Le...

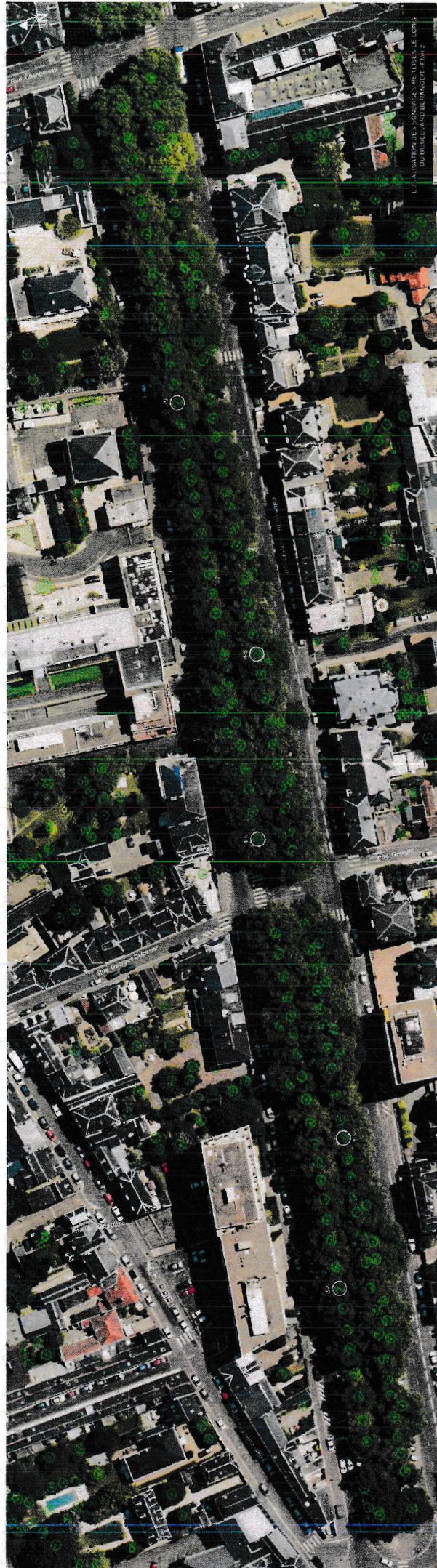
1-S

1-N

2-S



LOCALISATION DES SONDAGES RÉAUXES LE LONG DU BOULEVARD BERANGER - Part 1



UNION DES PROPRIETAIRES RURAUX ET LONGS
DU BOURG-AND-BERANGER - P. 142