



HAL
open science

Mesures de conservation de l'arbre existant dans les aménagements urbains

Vincent Paillat

► **To cite this version:**

Vincent Paillat. Mesures de conservation de l'arbre existant dans les aménagements urbains. Sciences agricoles. 2013. dumas-00873673

HAL Id: dumas-00873673

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-00873673>

Submitted on 16 Oct 2013

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



AGROCAMPUS OUEST
CFR Angers

2 rue, André Le Nôtre
49 045 ANGERS Cedex 01
Tel : 02 41 22 54 54



Atelier 360°

Le Moulin du Bois Rivaud
44810 Héric
Tel : 02 28 02 24 39

Mémoire de Fin d'Études

**Diplôme d'Ingénieur de l'Institut Supérieur des Sciences Agronomiques,
Agroalimentaires, Horticoles et du Paysage**

Année universitaire : 2012 - 2013

Spécialité : Paysage

Spécialisation / option : Maîtrise d'Œuvre et Ingénierie

Mesures de conservation de l'arbre existant dans les aménagements urbains

Par : Vincent PAILLAT

Volet à renseigner par l'enseignant responsable de l'option/spécialisation
ou son représentant

Date : .../.../... Signature

Bon pour dépôt (version définitive)

Autorisation de diffusion : Oui Non

Devant le jury :

Soutenu à Angers le : 19 septembre 2013

Sous la présidence de : Vincent BOUVIER

Maître de stage : Alain BERHAULT

Enseignant référent : Joséphine AUDEBERT

Autres membres du jury (Nom, Qualité) :

"Les analyses et les conclusions de ce travail d'étudiant n'engagent
que la responsabilité de son auteur et non celle d'AGROCAMPUS OUEST".

Fiche de confidentialité et de diffusion du mémoire

Cadre lié à la confidentialité :

Aucune confidentialité ne sera prise en compte si la durée n'en est pas précisée.

Préciser les limites de la confidentialité ⁽²⁾ :

➤ Confidentialité absolue : oui non

(ni consultation, ni prêt)

Si oui

1 an 5 ans 10 ans

Le maître de stage⁽⁴⁾,

Cadre lié à la diffusion du mémoire :

A l'issue de la période de confidentialité et/ou si le mémoire est validé diffusable sur la page de couverture, il sera diffusé sur les bases de données documentaires nationales et internationales selon les règles définies ci-dessous :

Diffusion de la version numérique **du mémoire** : oui non

Référence bibliographique diffusable⁽³⁾ : oui non

Résumé diffusable : oui non

Mémoire papier consultable sur place : oui non

Reproduction autorisée du mémoire : oui non

Prêt autorisé du mémoire papier : oui non

.....

Diffusion de la version numérique **du résumé** : oui non

☞ Si oui, l'auteur⁽¹⁾ complète l'autorisation suivante :

Je soussigné(e) _____, propriétaire des droits de reproduction dudit résumé, autorise toutes les sources bibliographiques à le signaler et le publier.

Date :

Signature :

Rennes/Angers, le

L'auteur⁽¹⁾,

L'enseignant référent
ou son représentant

(1) auteur = étudiant qui réalise son mémoire de fin d'études

(2) L'administration, les enseignants et les différents services de documentation d'AGROCAMPUS OUEST s'engagent à respecter cette confidentialité.

(3) La référence bibliographique (= Nom de l'auteur, titre du mémoire, année de soutenance, diplôme, spécialité et spécialisation/Option)) sera signalée dans les bases de données documentaires sans le résumé.

(4) Signature et cachet de l'organisme

Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier Alain Berhault et Florian Boussaud, co-gérants de l'Atelier 360°, pour m'avoir permis de réaliser ce stage de fin d'étude, ainsi que tous les membres de l'entreprise pour leur accueil et leurs conseils.

Je remercie une nouvelle fois Alain Berhault en tant que maître de stage pour son implication, ses remarques et critiques constructives qui ont permis d'approfondir ma réflexion sur ce mémoire.

Merci également à ma tutrice Joséphine Audebert pour sa disponibilité, ses recommandations et ses encouragements.

Merci à Pascal Naud, technicien au service des espaces verts et de l'environnement de Nantes, d'avoir accepté de répondre à mes questions et qui m'a permis d'étoffer mes propos.

Enfin merci à tous les relecteurs qui ont pris de leur temps pour corriger ce travail.

Table des matières

Remerciements.....	I
Table des matières.....	II
Table des figures.....	IV
Introduction.....	1
Chapitre I : L'arbre en ville dans son environnement.....	3
I.1 - Le facteur biotique.....	3
I.1.1 Influence directe sur l'arbre.....	3
I.1.2 Son action sur le sol.....	4
I.1.3 Influence du facteur anthropogène.....	4
I.2 - Le facteur sol.....	5
I.2.1 Un peu d'histoire.....	5
I.2.2 Influence du facteur anthropogène.....	6
I.2.3 Action du sol sur l'arbre.....	7
I.3 - Le facteur Abiotique.....	8
I.3.1 Influence du facteur anthropogène.....	8
I.3.2 Action directe sur les arbres.....	8
I.3.3 Influence sur le climat.....	9
I.4 - Le facteur climatique.....	9
I.4.1 Influence du facteur anthropogène.....	9
I.4.2 Conséquences sur l'arbre.....	10
I.5 - Action directe du facteur anthropogène sur l'arbre.....	10
I.6 - Réponse comportementale de l'arbre.....	11
I.6.1 La prospection racinaire.....	12
I.6.2 La relation entre volume racinaire et volume du houppier.....	13
I.6.3 Vulnérabilité des arbres face aux contraintes du milieu.....	14
Chapitre II : Intégrer l'arbre au cœur du projet d'aménagement urbain.....	15
II.1 - les acteurs et usagers autour de l'arbre.....	15
II.1.1 Le commanditaire de l'aménagement.....	15
II.1.2 La maîtrise d'œuvre.....	16
II.1.3 Les Entreprises de travaux et entrepreneurs.....	16
II.1.4 Les Gestionnaires.....	17
II.1.5 Les Spécialistes.....	17
II.1.6 Les Citoyens.....	18

II.2 - Bien identifier l'arbre	18
II.2.1 Lever topographique	18
II.2.2 Diagnostic réglementaire et paysager.....	19
II.2.3 Diagnostic sanitaire	20
II.3 – L'intérêt de l'arbre confronté au projet	21
II.3.1 Concevoir selon l'arbre.....	21
II.3.2 Petits sujets contre grands sujets.....	22
II.3.3 Conserver, supprimer ou remplacer ?.....	23
Chapitre III : Eléments de protection des arbres existants dans les projets d'aménagement.....	26
III.1 - prise en compte réglementaire.....	26
III.1.1 La protection de l'arbre au travers du PLU	26
III.1.2 La protection de l'arbre au travers de l'AMVAP.....	27
III.1.3 La protection de l'arbre au travers les monuments historiques et sites classés	27
III.1.4 Les dispositifs contractuels de protection.....	28
III.1.5 La protection de l'arbre dans les ZAC et lotissements	28
III.1.6 La valeur monétaire de l'arbre	29
III.2 - concevoir en anticipation des agressions.....	30
III.2.1 Laisser à l'arbre l'espace dont il a besoin.....	31
III.2.2 Mesures contre le compactage	32
III.2.3 Approvisionnement en eau	32
III.2.4 Un sol riche et vivant	33
III.2.5 Protections physiques	34
III.3 Protection en phase chantier	35
III.4 Arbre et devenir	36
Conclusion	38
Bibliographie.....	39
Sitographie	40

Table des figures

Figure 1 : Influence du milieu urbain sur l'arbre (Paillat, 2013)	3
<i>Figure 2 : Evolution de la quantité de matériaux issus de l'activité humaine dans les sols (fraction technogénique) en fonction de la distance au centre de la ville (Schwartz, 2011)</i>	<i>6</i>
Figure 3 : Forces de compaction induite par les piétons et véhicules. (James R. Urban, 2008)	7
Figure 4 : Dépôt de particules sur monument (Pont Alexandre III – Paris). (Airparif).....	8
Figure 5 : Nécroses dues à l'ozone sur une feuille de tabac (J.F. Castell).....	9
Figure 6 : Blessures courantes portées aux arbres (Paillat, 2013).....	11
Figure 7 : Relation entre développement racinaire et aérien de 7 individus d'une même espèce sur 5 parcelles différentes (Extrait de Atger, 2011, d'après Stout, 1956).	12
Figure 8 : Accroissement d'une racine de platane à Angers le long d'une bordure béton, provoquant sa déformation. (Gourves A. 2013).....	13
Figure 9 : Développement de la partie aérienne des arbres en fonction de la surface d'exploration racinaire (d'après Schmutz, 2008).....	13
Figure 10 : Cyprès conservés dans un projet de lotissement au Croisic (Paillat, 2013).....	19
Figure 11 : Marronnier existant à Châteaubriant, avant abattage (Atelier 360°, 2008).....	21
Figure 12 : Châtaigner structurant dans la conception d'un lotissement (Paillat, 2013)	22
Figure 13 : Chêne conservé temporairement sur le site de la Bottière-Chénaie (Paillat, 2013) ...	22
Figure 14 : Peupliers existants au Plessis-Grammoire (Atelier 360°, 2013).....	24
Figure 15 : Reconstitution d'un boisement en EBC, éco-quartier de la Bottière-Chénaie à Nantes (Paillat, 2013)	27
Figure 16 : Cas des arbres protégés dans un rayon des 500 m autour d'un monument historique classé ou inscrit (Paillat, 2013).....	28
Figure 17 : Enjeux d'aménagement pour la conservation des arbres en milieu urbain (Paillat, 2013)	30
Figure 18 : Aménagement favorisant l'infiltration d'eau autour d'un Albizzia, Place de l'église à La Chevrolière (Atelier 360°, 2009, 2012)	33
Figure 19 : Exemple de protection de pied d'arbre (Paillat, 2013).....	35
Figure 20 : Protection d'un Espace Boisé Classé en phase travaux, éco-quartier de la Bottière-Chénaie à Nantes (Paillat, 2013).....	35
Figure 21 : Exemples de réalisations de chantier non conforme (Paillat, 2013)	36
Figure 22 : Panneau informatif sur les effets du piétinement dans un jardin public à Bordeaux (Ville de Bordeaux, 2011).....	37
Figure 23 : Aménagements et mise en valeur de l'arbre par les usagers.....	37

Introduction

L'arbre a accompagné l'Homme depuis longtemps, pour ne pas dire depuis toujours. Il a été et est encore le support d'un développement économique, communautaire et environnemental. L'arbre assure la charpente des maisons, protège ses murs. Il chauffe les foyers. Il fournit des manches d'outils, des appareils de mesure, des jeux, des instruments de musique... Son écorce a servi à s'habiller, se chausser, à écrire, à confectionner des cordages, des embarcations. Elle a soigné et guéri. Sa sève et ses fruits nourrissent et son feuillage a nourri le bétail. De multiples teintures ont été tirées de ses racines, de son écorce, de son bois ou de ses fruits. Dès lors, l'arbre est devenu le support de croyances et de symboles nombreux selon les cultures. Il est parfois à l'origine de nom de villes de villages voire même de nom de familles.

Tout au long de l'histoire, les événements importants étaient l'occasion de plantations symboliques comme le furent les arbres de la liberté après la révolution française et dont la représentation figure sur nos pièces de 1 et 2 euros. Depuis 1980, nos chefs de gouvernement successifs ont pris l'habitude d'ajouter un arbre singulier dans le parc de Matignon.

Suite au contexte d'accroissement du tissu urbain, l'arbre de nos villes a désormais perdu, au fil du temps, son caractère d'exploitation d'usage. Le rôle d'agrémenter nos villes et nos jardins lui a été octroyé. On lui confère alors le titre d'arbre d'ornement offrant aux espaces plantés plus d'attrait et d'aménité¹.

Les caractéristiques qui font de ces arbres ou associations d'arbres des spécimens d'intérêt sont très souvent liées à leur grand âge. On parle alors d'arbres remarquables dont la considération est fonction de ses dimensions, son aspect morphologique, son histoire, ses légendes et ses coutumes, sa perception dans le paysage. Outre ces considérations, le caractère remarquable est sans conteste issu de l'attachement des habitants pour ce dernier.

Les bénéfices et intérêts de l'arbre en ville, qu'ils soient esthétiques, sociaux, symboliques, environnementaux [1] ou climatiques (Nowak et al, 2006), ne sont plus à démontrer. Pourtant, à y regarder de plus près, il arrive bien souvent que ces arbres soient abattus bien avant qu'ils aient atteint les caractéristiques recherchées. Quand bien même un aménagement urbain est conçu pour une durée de 10 à 30 ans, un arbre doit pouvoir quant à lui traverser les générations. Mais qu'en est-il ? Nous pouvons alors nous interroger quant à la pérennité de ces arbres dans les aménagements urbains. De plus, les villes qui s'étendent gagnent sur des terres agricoles voire même boisées, sur lesquelles existent déjà des arbres d'intérêt. En tant que maître d'œuvre il est nécessaire d'avoir une approche globale de la situation de l'arbre existant pour nos villes. Une telle approche doit permettre la prise en compte suffisante des conditions de l'arbre qui, sous son apparence de force, cache une grande fragilité. Notre réflexion portera donc sur : **« Les mesures de conservation des arbres existants dans les aménagements urbains »**.

¹ La notion d'**aménité** évoque les aspects agréables de l'environnement ou de l'entourage social, qui ne sont ni appropriables, ni quantifiables en termes de valeur monétaire.

En premier lieu il est important de bien comprendre les mécanismes qui amènent l'arbre à l'état dans lequel il est avant un aménagement et ce vers quoi il est amené à évoluer. Nous chercherons à identifier les particularités du milieu dans lequel l'arbre subsiste ainsi que l'environnement auquel il est ou sera confronté et ainsi traduire son comportement en réponse au contexte urbain qui lui est contraint.

Dans un second temps, nous nous placerons à l'échelle du projet afin de déterminer la place à donner aux arbres existants dans la réflexion première d'un aménagement. Il s'agit de mettre en évidence les rôles joués par chacun d'entre nous pour que persiste l'arbre et faire ressortir que son intégration au cœur du projet est conditionnée par une identification exhaustive de l'arbre et de son environnement.

Enfin, la dernière partie déclinera les moyens de protection à mener dans les aménagements pour conserver l'arbre de manière pérenne. Il sera alors mis en avant les outils à disposition dont les arbres dépendent pour un maintien à long terme.

Définitions et limites

L'arbre existant dont il est question dans ce mémoire, est bien l'arbre déjà présent sur site au moment où commence les premières réflexions d'un aménagement. S'il convient de définir un arbre comme un végétal de plus de 7 mètres, doté d'un tronc et de branches [2], considérons le plutôt par sa capacité à atteindre des dimensions de grande envergure, tant aériennes que souterraines, aux besoins complexes, augmentant au fil de son développement. Il peut s'agir aussi bien d'un arbre déjà établi en milieu urbain, que d'un arbre en milieu périurbain ou rural, qu'il soit isolé ou issu d'une haie ou d'un bosquet.

La problématique de conservation des arbres est très vaste et concerne différents secteurs d'activité. Il s'agit ici de se focaliser sur l'arbre essentiellement à but ornemental face aux contraintes de l'aménagement qui lui est le plus hostile : l'aménagement urbain. Les mesures développées dans ce mémoire s'appliquent aux arbres existants. Il est bien entendu que certaines d'entre-elles peuvent concerner les sujets nouvellement plantés dans un aménagement, sachant que les arbres plantés aujourd'hui sont les arbres existants de demain.

L'aménagement urbain se caractérise par une transformation, souvent collective, d'un espace, sous l'action volontaire de l'homme selon ses besoins. Il induit alors une forte anthropisation du milieu.

Les agressions par les bio-agresseurs des arbres d'ornement constituent une cause majeure de leur dépérissement. Le contrôle de ces agents pathogènes, résulte de l'étude et de la connaissance poussée de leur cycle de développement, ainsi que d'un mode de gestion complexe et adapté qui ne sera toutefois pas développé dans ce mémoire. Cependant ce risque peut être réduit s'il est anticipé en amont par un aménagement approprié. Ainsi nous nous focaliserons au cours de notre réflexion sur les mesures de protection lors de l'aménagement de l'espace urbain.

Chapitre I : L'arbre en ville dans son environnement

Avant même de songer à proposer un aménagement qui assurera une protection suffisante pour que l'arbre dure de façon pérenne, il est important de bien comprendre dans quelles conditions ce dernier est amené à évoluer.

La connaissance du milieu renseigne avant tout sur les conditions dans lesquelles l'arbre s'est développé, ce à quoi il a du faire face et s'adapter. Mais elle permet également d'anticiper et de prévoir les difficultés que l'arbre rencontrera au fil de sa croissance.

Le milieu urbain s'oppose au milieu dit « naturel » tel qu'il apparaît comme non-transformé par l'homme. Il peut se définir comme l'ensemble des composantes chimiques, physiques, biologiques et anthropiques qui interagissent sur le territoire de la ville (Bourgerie et Mailliet, 1993). Le maintien dans le temps des arbres est régi par l'influence de l'ensemble des facteurs anthropogène, biotique et abiotique qui interagissent avec les facteurs sol et climatique (figure1).

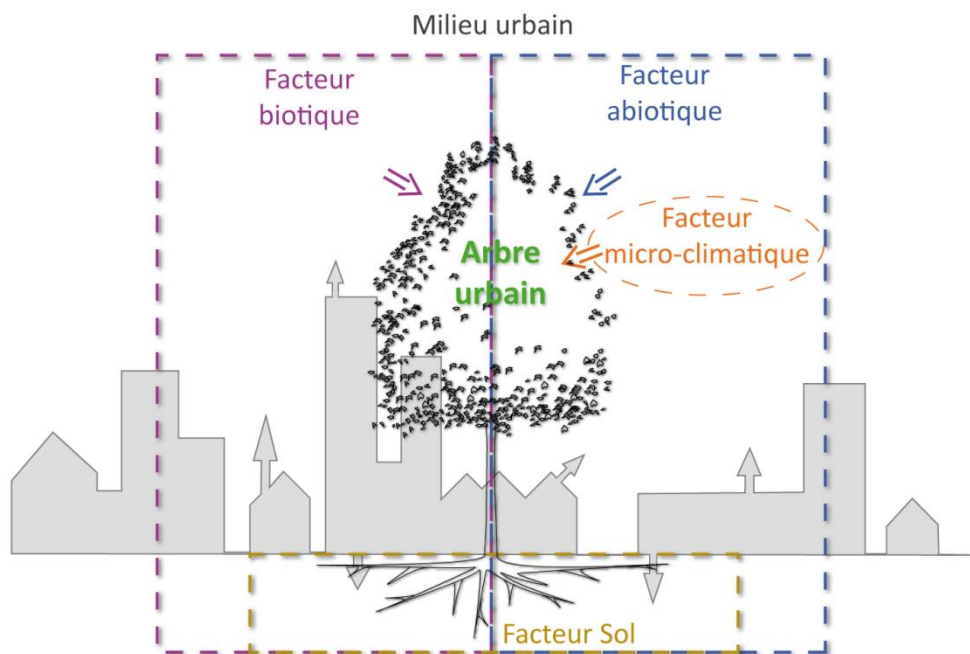


Figure 1 : Influence du milieu urbain sur l'arbre (Paillat, 2013)

I.1 - Le facteur biotique

I.1.1 Influence directe sur l'arbre

Les effets des champignons mycorhiziens sur les plantes sont désormais vérifiés et sont variés. En facilitant la nutrition minérale et hydrique des plantes, les champignons mycorhiziens améliorent la croissance, le développement et la résistance des espèces végétales. Cette amélioration passe par une colonisation optimale des racines par le champignon qui développe une surface d'échange importante pour la racine. En association avec plusieurs plantes, la dynamique de ces champignons est accrue et influence positivement le développement des espèces végétales (Derelle, 2012). La

disparition de cette diversité végétale en ville et l'isolation des arbres au milieu d'un trottoir ou d'un parking, compromet fortement la richesse et l'efficacité des apports de cette symbiose.

En milieu urbain, les habitats naturels n'étant pas maintenus, l'équilibre biologique qui régule les populations d'individus n'est plus assuré. Le facteur biotique devient alors une contrainte directe pour l'arbre lorsqu'on voit proliférer rapidement des ravageurs qui en quelques années peuvent compromettre sérieusement sa survie.

1.1.2 Son action sur le sol

La biodiversité du sol assure le fonctionnement du sol et des écosystèmes. Si les organismes du sol peuvent être classés suivant leur taille, ils peuvent aussi être regroupés selon leurs rôles, et ceci à différentes échelles.

Les ingénieurs physiques de l'écosystème (ex : vers de terre, termites, fourmis) renouvellent la structure du sol, favorisent la pénétration de l'air et les échanges gazeux, créent des habitats pour les autres organismes du sol et régulent la distribution spatiale des ressources en matières organiques ainsi que le transfert de l'eau.

Les régulateurs (nématodes, collemboles et acariens) contrôlent la dynamique des populations des microorganismes du sol et agissent sur leur activité. La présence d'une diversité de prédateurs permet par exemple de limiter la prolifération de certains champignons ou bactéries pathogènes.

Les ingénieurs chimistes, principalement les microorganismes (les bactéries et les champignons microscopiques) assurent la décomposition de la matière organique (ex : les feuilles des arbres) en éléments nutritifs facilement assimilables par les arbres comme l'azote et le phosphore. Ils sont également responsables de la dégradation des polluants organiques comme les hydrocarbures et les pesticides.

1.1.3 Influence du facteur anthropogène

La biodiversité du sol est directement menacée par les dégradations telles que la diminution des teneurs en matières organiques qui privent de nourriture les êtres vivants souterrains. La fermeture du milieu par des revêtements minéraux le plus souvent imperméables ne permet pas le retour de la matière organique au sol comme notamment les feuilles mortes. Tout échange entre le sol et son environnement extérieur est ainsi condamné. L'air et l'eau ne peuvent plus circuler librement, pourtant indispensables. Coupé de tout contact, aucun renouvellement de la faune ne peut avoir lieu. Les pollutions locales et diffuses, la modification du pH et la salinisation sont autant de facteurs qui compromettent fortement la survie de ces organismes. Enfin le tassement du sol est en partie la conséquence d'un sol où la vie disparaît, tout en étant aussi responsable de son extinction. Le changement d'usage des terres (lors de l'apport de terre végétale par exemple) est la première cause de baisse de biodiversité car les organismes du sol n'ont généralement pas le temps de se déplacer ou de s'adapter à leur nouvel environnement.

Dans un espace toujours plus minéral, la diminution des espaces verts diversifiés réduit considérablement les habitats pour la faune. Elle a pour conséquence de faire disparaître les populations de prédateurs naturels des ravageurs des arbres d'ornement.

I.2 - Le facteur sol

Les sols urbains représentent un sous-ensemble des sols anthropiques. Ils sont influencés plus ou moins intensivement par les activités humaines et sont localisés principalement, mais pas exclusivement, dans des territoires urbains. Ils incluent des sols composés de mélanges de matériaux différents de ceux présents dans les secteurs forestiers et agricoles voisins. Ils sont aussi composés de sols d'espaces verts et de jardins qui sont plus proches morphologiquement et fonctionnellement des sols agricoles tout en ayant des compositions, des usages et une gestion différents de ceux-ci (Schwartz, 2011).

I.2.1 Un peu d'histoire

L'aménagement des villes au cours des siècles a modifié et transformé profondément les sols. De nombreux dépôts de matériaux d'origine anthropique liés à l'activité humaine se sont accumulés peu à peu : le niveau des villes a monté progressivement jusqu'au milieu du XXème siècle par accumulation de matériaux nombreux et variés, résidus des différentes activités. Ces matériaux sont fortement hétérogènes ; ils présentent des variations verticales, longitudinales et latérales, ainsi que de nombreuses discontinuités.

Les sols en milieu urbain sont souvent contaminés par des métaux lourds du fait des activités artisanales et industrielles développées depuis la plus lointaine antiquité. Les romains utilisaient le plomb et l'étain pour le commerce, les conduites d'eau, la couverture des bâtiments, la vaisselle, etc.... Durant le moyen âge, on a utilisé le plomb, le cuivre, le fer, le bronze et le laiton, et la majorité des déchets de la ville étaient jetés au milieu des rues. A la Renaissance, les nouvelles techniques d'extraction et de fonte des métaux, la transformation des matières premières comme le cuir, le bois, le lin et le chanvre, la taille des pierres de construction, la production de salpêtre, se réalisent à l'intérieur des murailles : les sols sont contaminés et les déchets et décombres s'accumulent. La révolution préindustrielle à partir du XVIIème siècle puis la révolution industrielle XIXème et XXème produisent des quantités importantes d'acides, des colorants et de nouveaux métaux (zinc, platine, cadmium). Le travail des métaux (métaux précieux tels que l'or, l'argent, le platine, mais aussi le plomb, cuivre, bronze, fer, mercure, zinc) se développe en Europe. Durant le XXème l'industrie chimique concentre la production de nouvelles molécules peu biodégradables dans des zones industrielles situées en périphérie des villes.

1.2.2 Influence du facteur anthropogène

Hétérogénéité des sols

Aujourd'hui les modifications profondes continuent. Elles sont dues à des apports de matériaux très divers, favorables ou non à la croissance des arbres comme par exemple la terre végétale mais aussi des remblais de toutes sortes dont se servent les travaux publics pour la construction des voies, des trottoirs et des différents réseaux dont est truffé le sous-sol urbain.

Il résulte de l'histoire et des aménagements modernes une très forte variabilité tant spatiale que verticale (en profondeur). Comme nous avons pu le voir, l'histoire a joué un rôle prépondérant. A l'échelle de la ville, la variabilité s'observe selon un gradient de distance du centre ville et des usages. La fraction issue du sol d'origine disparaît rapidement au profit des matériaux importés par l'homme, (figure 2) la plupart du temps grossiers et inertes non propices au développement de la végétation. Elle constitue la fraction dite technogénique.

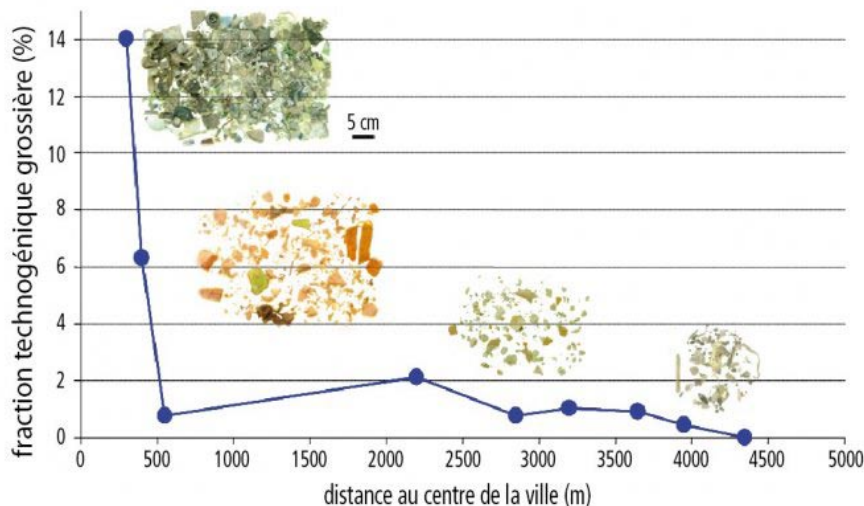


Figure 2 : Evolution de la quantité de matériaux issus de l'activité humaine dans les sols (fraction technogénique) en fonction de la distance au centre de la ville (Schwartz, 2011)

A titre d'exemple, la ville de Saint Quentin en Yvelines, ville nouvelle construite dans les années 70, fut construite en pleine campagne à l'époque. On pourrait penser que c'est l'ancienne terre végétale qui est restée en place pour les plantations. Or, en creusant, on s'aperçoit que l'ensemble est issu de déblais et remblais ; on est rarement sur le sol initial. (Schmutz, 2008).

On observe également une forte diversité à l'échelle du site. En cause le recouvrement de multiples couches de matériaux liées à l'histoire du lieu mais également aux ouvrages de génie civil et divers réseaux (Rossignol, 1996). Ainsi, au sein d'une même rue, la diversité est telle, que chaque arbre ne disposerait pas des mêmes conditions pour la prospection racinaire. Elle s'observe aussi bien sur un axe transversal que longitudinal.

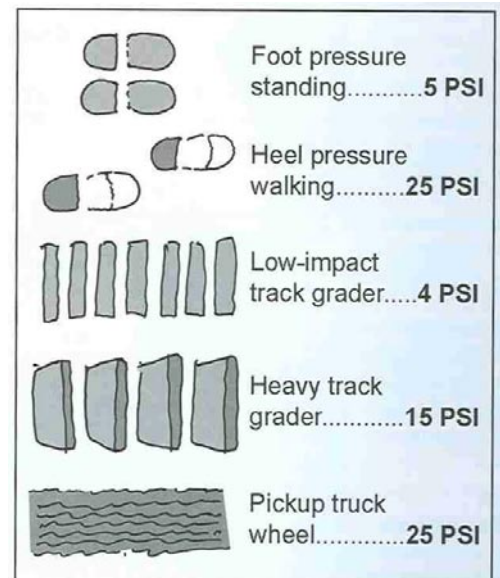
Tassement du sol

Pour satisfaire aux usages des espaces publics majoritairement composés de routes pour des besoins de circulation, l'homme a cherché avant tout la stabilité et la portance du sol. C'est donc pour répondre à cet objectif que les voies de communication et autres espaces circulés sont fortement compactés. Ce phénomène est renforcé par un trafic régulier. On accuse bien souvent le passage répété de véhicules qui par leur poids et par les vibrations produites contribue au tassement du milieu. C'est d'autant plus vrai compte tenu du trafic quotidien qui se compte à plusieurs milliers de véhicules par jour sur nos plus belles avenues.

Mais qu'en est-il du piéton ? Les trottoirs et les places piétonnes sont-ils vraiment à l'abri de la compaction ? Pourtant si on ramène le poids d'un homme en train de marcher à la surface de son pied au contact du sol, celui-ci exerce (d'après James R. Urban, 2008) une force équivalente à plus de 17 T/m² (figure 3). Cette force est équivalente à celle qu'exerce un pickup sur la route.

Figure 3 : Forces de compaction induise par les piétons et véhicules. (James R. Urban, 2008)

De haut en bas : force de pression exercée par un piéton à l'arrêt, par un piéton qui marche, par un engin à chenilles à faible portance, par un engin à chenilles lourd, par la roue d'un pickup. A noter que 1 PSI = 689,5 daN/m².



1.2.3 Action du sol sur l'arbre

En milieu urbain le sol conditionne fortement la place disponible pour les racines de l'arbre. Un constat que l'on fait souvent : les arbres plantés l'ont trop souvent été dans « des pots de fleur » ! Ainsi, si l'arbre est vraiment limité strictement à la terre végétale qui lui a été attribuée, il plafonne énormément en volume. En effet, le sol constitue la réserve utile pour alimenter en eau et en minéraux l'arbre dans lequel il est planté.

En ville cette réserve est fortement réduite. Les éléments grossiers, en quantité importante, sont impénétrables par les racines, ne retiennent pas l'eau et sont dépourvus d'éléments assimilables par les arbres. De plus, le sol trop compacté ralentit considérablement l'expansion racinaire, et en absence d'air il provoque des risques d'asphyxie des racines.

Les écoulements d'eau de pluie le long des façades composées de calcaire notamment, ainsi que l'accumulation dans le sol de matériaux calcaires tel que le béton, tendent à augmenter la salinité des sols. Il en va de même pour les sels de déneigement. Il résulte de la libération du calcium une augmentation du pH. Ce processus est souvent associé à l'imperméabilisation en surface et a des caractéristiques de structure compacte du sol empêchant le lavage des sels qui s'accumulent au cours du temps [3]. Le pH modifie la solubilité des micro-éléments qui par conséquent réduit la capacité de l'arbre à les absorber. Il en résulte une diminution de la fertilité avec des risques de carences pour

l'arbre. Le sel étant toxique et corrosif à forte concentration pour les organismes du sol et les plantes, on constate une stérilisation progressive des sols.

La disponibilité en eau est un problème récurrent pour les arbres en ville. Une fois de plus, les surfaces imperméables constituent le premier obstacle. L'eau ne s'infiltré plus de façon uniforme autour de l'arbre. Seules quelques fissures (jonction des bordures béton par exemple) et l'ouverture de pied d'arbre permettent l'accès à l'eau dans le sol. La seconde barrière est due là aussi à la forte compacité de la terre et à la faible teneur en matière organique. Ses propriétés physiques qui en résultent ne permettent pas une rétention suffisante de l'eau. L'arbre en ville est alors fréquemment en condition de sécheresse.

Pire encore, il arrive parfois lors d'un apport d'eau massif (pluie d'orage, arrosage, nettoyage...) en condition peu drainante, d'assister à l'engorgement de la fosse de plantation.

I.3 - Le facteur Abiotique

I.3.1 Influence du facteur anthropogène

Le facteur abiotique est sûrement le facteur le plus simple à appréhender dans le milieu de l'arbre. Son action directe sur l'arbre et sur le climat résulte avant tout de la pollution aérienne émise par l'homme. Le nombre de particules en suspend dans l'air est bien plus important en ville qu'en milieu rural. Les origines de cette pollution sont multiples. Les oxydes d'azote, le dioxyde de soufre, l'ozone et autres poussières et macro-particules sont les principaux polluants aériens à même d'affecter la santé de nos arbres.

I.3.2 Action directe sur les arbres

Les diverses poussières et autres particules issues en grande partie de la combustion des produits pétroliers et également des altérations diverses en association avec le gel, l'humidité et les frictions usuelles, induisent des dépôts successifs et engendrent des noircissements et des encroutements (Figure 4). Elles affectent directement la quantité de lumière qui atteint le feuillage, allant même jusqu'à réduire la capacité respiratoire des arbres.

L'ozone fait partie de ces polluants dont la concentration augmente dans l'atmosphère. Les végétaux sont sensibles aux propriétés oxydantes de ce polluant tout comme les oxydes d'azote et de soufre. Mais cette sensibilité s'exprime à des degrés différents d'une essence à l'autre et même entre individus d'une même espèce.



Figure 4 : Dépôt de particules sur monument (Pont Alexandre III – Paris). (Airparif)



Figure 5 : Nécroses dues à l'ozone sur une feuille de tabac (J.F. Castell)

Parmi les conséquences visibles, les dégâts foliaires sont les plus spectaculaires (figure 5). Ils se manifestent par l'apparition de tâches ou de nécroses à la surface de la feuille [4]. Il en résulte une réduction de la capacité photosynthétique de la plante ainsi qu'une augmentation de la respiration et de la consommation de sucres pour cicatriser les tissus abîmés. De manière générale, le vieillissement des feuilles est accéléré tombant ainsi plus tôt dans

la saison et conduit à une diminution du développement des arbres et de leur capacité à résister aux multiples agressions.

1.3.3 Influence sur le climat

Le facteur abiotique, essentiellement régi par la pollution urbaine, influence de deux façons le climat urbain : la température et le rayonnement solaire. On peut même y ajouter une modification des précipitations, mais ce phénomène encore peu étudié, n'est apparemment perceptible qu'à l'échelle de l'agglomération urbaine.

Ainsi le rayonnement solaire est perturbé par la multitude de particules en suspens dans l'air. Certaines d'entre-elles sont en mesure de réfléchir les rayons directs ; d'autres les absorbent pour les convertir en chaleur. Les conséquences de ce phénomène sont à double tranchant ; le rayonnement direct perçu par les feuilles des arbres est plus faible mais en contrepartie le rayonnement diffus est augmenté. D'une manière générale l'ensoleillement global qui atteint le feuillage des arbres reste plus faible qu'en l'absence de pollution.

1.4 - Le facteur climatique

1.4.1 Influence du facteur anthropogène

En ville l'homme aménage constamment son environnement ; il y construit des maisons, des immeubles, des routes et des avenues... La transformation du territoire n'est pas sans conséquence sur son climat. L'ensemble des constructions dures et généralement de couleur foncé (toitures, enrobés...) captent la lumière et la stockent sous forme de chaleur. Il se produit un effet d'îlot de chaleur au-dessus des agglomérations. Il se traduit par une augmentation de la température de quelques degrés avec de fortes amplitudes entre le jour et la nuit. Aggravée par la faible quantité d'espaces verts et la proportion importante de surfaces imperméables, l'humidité relative de l'air est faible.

Les constructions d'immeuble ou autres grands bâtiments modifient très rapidement l'environnement des arbres existants. L'ombre portée qui en résulte peut faire passer à l'ombre, du jour au lendemain, un arbre initialement toujours exposé au soleil. Les couloirs de vent peuvent être modifiés et la vitesse augmentée : c'est l'effet Venturi.

Les modifications induites par les nouveaux aménagements concernent également la direction des rayons lumineux. En effet les revêtements clairs et les façades vitrées par exemple réfléchissent très bien les rayons du soleil. Alors que l'arbre est généralement habitué à percevoir les rayons au dessus de lui, celui-ci subit subitement des rayonnements latéraux et par-dessous auxquels il n'est pas préparé.

1.4.2 Conséquences sur l'arbre

L'élévation de la température due au phénomène d'îlot de chaleur urbain et de la pollution, augmente considérablement l'évapotranspiration des arbres. Amplifiée par la faible humidité relative de l'air et par les vents asséchants qui s'engouffrent dans les couloirs formés par les rues, cette perte en eau est préjudiciable pour l'arbre dans des conditions où le sol lui-même n'est pas à même de capter les eaux de pluie.

Or il s'avère que la distance entre les racines (où pénètre l'eau) et les feuilles (où l'eau s'évapore) peut être très grande. La dépression (mécanisme lié à l'évaporation qui permet la circulation montante de l'eau dans l'arbre) est considérable et peut atteindre ponctuellement quelques dizaines de bars. Cette dépression est d'autant plus grande que la quantité d'eau dans le sol est faible et l'évapotranspiration est forte. En cas de fort stress hydrique, une rupture généralement irréversible des tissus vasculaires peut survenir : c'est l'embolie par entrée d'air (Vigouroux, 2011). Les conséquences sont variées allant de la chute de quelques feuilles à la perte de branches entières.

La réduction du rayonnement solaire direct et l'ombre portée des hauts bâtiments sur les arbres diminuent la capacité photosynthétique des arbres. S'ils ne sont pas adaptés aux conditions ombragées, ils risquent de s'affaiblir et périr lentement. A l'inverse, l'augmentation soudaine des rayons réfléchis par le sol ou les façades, associée à des températures élevées et une déshydratation de l'écorce, provoque l'apparition de lésions de l'écorce du tronc. On parle alors du phénomène d'échaudure. Outre le préjudice visuel, il est à craindre que ses échaudures n'affaiblissent la résistance mécanique de l'arbre avec le risque que celui-ci se brise lors d'une tempête ou d'un fort coup de vent (Bourgery, 2002), sans parler du risque accru d'infestation par les champignons lignivores.

1.5 - Action directe du facteur anthropogène sur l'arbre

Pour les arbres comme pour tout être vivant, toute modification brutale de l'environnement autour de ceux-ci est néfaste. En effet, les arbres n'ont pas la capacité de s'adapter rapidement à de nouvelles conditions de vie. Chaque intervention fragilise directement l'arbre. Affaibli, sa capacité à résister aux agressions et aléas climatiques est amoindrie.

Au quotidien le tronc est l'élément le plus touché. Hors du sol et à portée de l'homme, il est l'objet récurant de mutilations (figure 6), en particulier par le choc des véhicules sur les arbres à proximité des stationnements. Mais les agressions directes les plus traumatisantes ont lieu lorsque des travaux sont mis en œuvre à proximité des plantations. Des opérations comme le décapage des couches superficielles du sol, la réfection de chaussées ou l'ouverture de tranchées peuvent provoquer des blessures

irréversibles, principalement au niveau du système racinaire. Du fait du fort encombrement des engins de chantier, et de leur poids, les conséquences sur le sol (compactage, dégradation des racines), sur le tronc (blessures) et sur le houppier (branches cassées) sont préjudiciables pour la survie de l'arbre.



Figure 6 : Blessures courantes portées aux arbres (Paillat, 2013) De gauche à droite : écorce arrachée par une pelle mécanique ; incisions au couteau sur écorce de platane ; racines sectionnées lors de l'ouverture d'une tranchée

D'autre part, les arbres en ville sont la plupart du temps plantés dans des espaces encombrés d'objets (bâtiments, réseaux aériens...) et d'usages (circulation de véhicules, piétons...). Ils sont soumis à des formes géométriques (formation en rideaux, plateaux, tête de chat...). L'homme doit alors intervenir par des opérations de taille radicale de l'arbre. Cependant, les conséquences, parfois catastrophiques, génèrent de nombreux problèmes pour le patrimoine arboré (Latron, 2010 ; Atger, 2011) :

- Une apparence inesthétique, à l'inverse du rôle premier confié aux arbres d'ornement

- Des perturbations physiologiques fortes. La taille radicale engendre une réponse exagérée de l'arbre avec l'apparition de nombreuses tiges vigoureuses qui va à l'encontre de l'objectif de la taille. En peu de temps, l'arbre va retrouver un feuillage plus dense qu'avant l'intervention.

- Des risques sanitaires et mécaniques accrus. Les tailles drastiques concentrent l'utilisation des réserves dans le développement de nouvelles pousses. Ceci au détriment d'une part de la mise en place d'une défense efficace face aux agressions de champignons lignivores, et d'autre part de la qualité d'insertion des rejets de croissance. On assiste généralement au développement de cavités dans l'arbre et à des ruptures de branches lors de coups de vent.

I.6 - Réponse comportementale de l'arbre

Face à l'ensemble des contraintes imposées par le milieu urbain, on peut se demander comment l'arbre réussit à se développer. Nous allons voir que certains ont mis en place des systèmes d'adaptation opportuniste qui, dans certains cas, leur permet de dépasser

l'âge d'un siècle. Mais doit-on parler de vie ou bien de survie de l'arbre. Il faut savoir que dans la communauté urbaine du grand Lyon, 48% des arbres faisant l'objet d'un renouvellement ne dépassent pas les 30 ans (Charte de l'arbre du grand Lyon, 2011).

1.6.1 La prospection racinaire

On évoque bien souvent le fait que l'extension de la couronne racinaire est fonction du développement du houppier. De même, on dit souvent que les racines couvrent la même surface au sol que le houppier. Cependant les relations d'extension entre houppier et couronne racinaire varient selon l'espèce, le stade de développement et les contraintes imposées par le milieu, et sont encore mal connues. En milieu urbain, l'hétérogénéité de la qualité du sol stimule le déploiement de l'enracinement dans la direction où l'environnement est le plus favorable.

Le record d'extension racinaire horizontal recensé est de 90 m. Il s'agit d'un ficus nymphaeifolia observé en Guyane.

Le développement du système racinaire par rapport au houppier présente une très forte variabilité. La figure 7 illustre l'amplitude de cette variation. Les Quercus prinus surlignés en gras sont du même âge et ont été observés dans la même parcelle. La médiane du rapport entre la surface racinaire et la surface projeté au sol du houppier de l'ensemble des sujets étudiés révèle que 50 % d'entre eux ont une surface de développement racinaire plus de 5 fois supérieur au développement aérien. Le minimum observé étant de 3,4.

Espèce et parcelle d'étude	Age (an)	Hauteur (m)	Diamètre (cm)	Surface houppier (m ²)	Surface racinaire (m ²)	Rapport surf rac/surf houp
Quercus prinus 1	82	17,4	20,8	11,4	49	4,3
Quercus prinus 2	63	17,4	19,8	16,4	73,2	4,5
Quercus prinus 3	17	10,1	8,6	1,4	56,7	40,7
Quercus prinus 3	17	10,1	7,6	2,1	8,2	3,8
Quercus prinus 3	16	8,2	4,6	1,2	6	5
Quercus prinus 4	37	10,1	11,7	2,1	13,7	6,4
Quercus prinus 5	70	12,2	16,5	8,8	47,6	5,4
Médiane de l'ensemble des 25 sujets de l'étude :						5,4

Figure 7 : Relation entre développement racinaire et aérien de 7 individus d'une même espèce sur 5 parcelles différentes (Extrait de Atger, 2011, d'après Stout, 1956).

Dans les aménagements urbains, les arbres sont généralement plantés dans des fosses de plantations allant couramment de 2 m³ à 12 m³, rarement plus. Ainsi, si l'arbre est vraiment limité à la terre végétale qui lui a été attribuée, il plafonne énormément en volume. Alors que s'il arrive à glisser des racines en dehors de l'espace qui lui est

prédestiné, on s'aperçoit que l'arbre a un potentiel de développement beaucoup plus important.

D'ailleurs il n'est pas rare d'observer des racines s'engouffrer dans la moindre fissure, à la recherche de l'eau qui s'y infiltre, là où le sol émet le moins de résistance (figure 8). Il en est de même pour les tranchées de réseau, qui, souvent comblée en partie de sable, offrent une moindre résistance à l'expansion racinaire ; ce comportement pose problème tant pour l'arbre qui se voit supprimer une partie de son système racinaire lors d'une intervention, que pour le concessionnaire dont les racines risquent d'endommager les réseaux. Il arrive même que les arbres profitent de la condensation qui se forme juste sous l'enrobé pour y tisser un maillage très dense de radicelles.



Figure 8 : Accroissement d'une racine de platane à Angers le long d'une bordure béton, provoquant sa déformation. (Gourves A. 2013)

1.6.2 La relation entre volume racinaire et volume du houppier

Quand les racines se contentent de l'espace qui leur est prédestiné, par exemple quand elles sont bloquées dans une fosse qui fait 1,5 m x 1,5 m pour 1 m de profondeur, l'arbre ressemble plutôt à celui de gauche sur la figure 9. Il dépasse rarement 4 ou 5 m de haut, ne présente aucune pousse vigoureuse et semble même dépérissant. Si l'arbre dispose d'une fosse de 4 m de côté, comme il l'est dans les aménagements plus récents, il plafonne à 9 ou 10 m. A partir de là, il se met à « patiner », l'arbre végète et cela permet de comprendre où sont les racines et quel est le volume racinaire (Schmutz, 2008). Quand on a un bel arbre on comprend que ses racines sont sorties de la fosse de plantation.

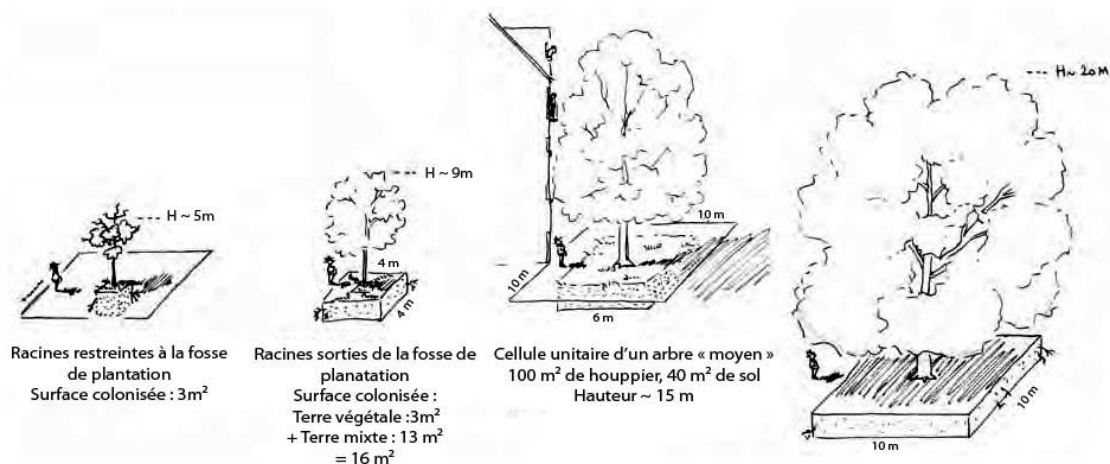


Figure 9 : Développement de la partie aérienne des arbres en fonction de la surface d'exploration racinaire (d'après Schmutz, 2008)

On constate que le développement à long terme des arbres est principalement conditionné par son développement racinaire. Celui-ci n'est pas seulement fonction des conditions de plantation mais de l'ensemble des caractéristiques de son environnement et de son évolution.

1.6.3 Vulnérabilité des arbres face aux contraintes du milieu

Il ressort de manière générale que les arbres les plus chétifs sont les plus touchés par les bio-agresseurs. Chaque aléa, qu'il soit biotique, abiotique, climatique ou issu de l'action de l'homme, provoque un stress contre lequel de nombreuses années seront nécessaires pour retrouver son niveau de santé initial. L'affaiblissement qui résulte de la réponse contre ces divers incidents se traduit par une forte diminution de la quantité de composé de réserve. Les conséquences sont multiples et se manifestent par une réduction de la croissance, une plus grande difficulté à résister au gel, une diminution de la capacité à cicatriser et à mettre en place des mécanismes de défense efficaces contre les agressions des micro-organismes ou insectes.

Les différentes agressions s'enchaînent selon un processus en cascade. L'affaiblissement physiologique des arbres provient d'une coïncidence de succession d'aléas qui peuvent précipiter certains individus vers une mortalité anormale.

Chapitre II : Intégrer l'arbre au cœur du projet d'aménagement urbain

La survie de l'arbre en milieu urbain résulte de l'interaction de plusieurs facteurs, face auxquels l'arbre tend à s'adapter. Les contraintes du milieu sont les conséquences de l'ensemble des aménagements passés, à proximité ou non de l'arbre.

Dans le cadre d'un nouvel aménagement au contact de l'arbre, chaque acteur intervenant de près ou de loin doit prendre conscience du rôle et de son importance qu'il joue dans la conservation à long terme des arbres existants.

La prise en compte de l'arbre dès les premières phases d'étude est indispensable. Du bon diagnostic de l'arbre et son contexte, découle sa place et son importance dans le projet. Intégrer l'arbre au cœur du projet, ce n'est pas adapter l'arbre à l'aménagement, mais l'aménagement à l'arbre.

II.1 - les acteurs et usagers autour de l'arbre

La réussite de la conservation d'arbres existants dans un projet d'aménagement urbain tient pour beaucoup à l'importance que lui porte chacun des acteurs. On qualifie d'acteur tout intervenant qui côtoie l'arbre dès les premières réflexions de l'aménagement et tant que dure celui-ci.

Conserver c'est une question de volonté mais elle est indissociable d'une bonne collaboration entre l'ensemble des acteurs.

Un projet d'aménagement résulte de nombreux facteurs propres à chaque corps de métiers, qu'il soit décisionnaire, spécialiste, manutentionnaire ou même usager. Les choix opérés par chacun auront une incidence sur la prise en compte de l'arbre, les mesures de protection adoptées et sur son devenir.

II.1.1 Le commanditaire de l'aménagement

Il est le maître d'ouvrage d'un projet, c'est l'entité qui est à l'origine de la commande d'un aménagement. Il définit les objectifs, le budget et les délais. Il est généralement représenté par des conseils généraux, des collectivités, des maires et les élus ou par des organismes privés tels que des promoteurs immobiliers.

Le maître d'ouvrage n'est en principe pas un professionnel spécialisé de l'aménagement urbain. Il s'entoure généralement de services internes pour le guider dans sa mission. Le plus souvent, il s'agit d'un service technique (responsable des voiries et réseaux) et d'un service espaces verts. Certains organismes publics se dotent même d'un service arboriculture spécialisé dans la mise en œuvre, la gestion et le renouvellement du patrimoine arboré.

Par sa volonté politique, le commanditaire décide de l'importance allouée à la conservation des arbres dans un aménagement. Il a le pouvoir décisionnel qui lui permet d'orienter le projet sur des choix particuliers, sur l'importance portée à la conservation

des arbres. Le budget alloué influencera cependant la qualité des protections des arbres existants qui pourront être mises en œuvre.

II.1.2 La maîtrise d'œuvre

Le concepteur paysagiste n'intervient pas directement (physiquement) sur l'arbre. Chargé de la conception puis de la conduite opérationnelle de travaux, il répond à la demande du maître d'ouvrage pour mener à bien le projet. Il lui propose une solution technique et esthétique qui permet de réaliser ce programme, dans l'enveloppe budgétaire et les délais qui lui sont assignés.

Différentes disciplines jouent un rôle quant à la conservation des arbres existants lors de la conception d'un aménagement. Il s'agit d'urbanistes, d'architectes, de paysagistes, des géomètres, et les concepteurs de voiries et réseaux. Tous ne sont pas spécialistes du développement des arbres. L'association de plusieurs bureaux d'études aux compétences différentes assure une solution pluridisciplinaire, mieux adaptée à l'ensemble des contraintes du milieu urbain.

La prise en compte des besoins de l'arbre et la compréhension des contraintes du milieu urbain sont consenties par tous. Ainsi, un diagnostic complet, des plans d'aménagement et des préconisations techniques de réalisation et d'entretien, doivent permettre aux entreprises de travaux et aux futurs gestionnaires d'avoir une vision claire des opérations à effectuer.

Leur responsabilité tient dans le choix des arbres qui seront conservés, dans l'anticipation des contraintes futures auxquelles ils seront exposés, dans le choix des solutions techniques adaptées au contexte pour garantir sa survie et dans le contrôle de la bonne exécution de l'ouvrage.

II.1.3 Les Entreprises de travaux et entrepreneurs

Les entreprises de travaux et entrepreneurs ont en charge la réalisation sur site de l'aménagement. Ils interviennent directement à proximité des arbres selon les prescriptions émises par la maîtrise d'œuvre.

Plusieurs corps de métiers sont amenés à participer à la mise en œuvre d'un aménagement. En ce qui concerne les espaces extérieurs, on retrouve bien souvent les paysagistes les entreprises de travaux publics, les concessionnaires réseaux (Eau, électricité télécommunication...). Pourtant n'étant pas tous affiliés au domaine végétal, ceux-ci, en côtoyant de près les arbres, influenceront leur développement. Mais ils ne sont pas seuls. Lorsqu'un aménagement inclut une construction, les entreprises du bâtiment sont également impliquées dans le maintien des conditions de vie des arbres.

En agissant directement sur le milieu de l'arbre, ils sont le plus à même d'infliger des dégâts physiques à l'arbre. Malheureusement ce n'est pas le paysagiste, sensé mieux connaître l'arbre, à qui revient la tâche du traitement de surfaces (plantations, engazonnement, cheminements...), qui sera la source des plus gros dommages. Ce sont

bien souvent les terrassements les tranchées et l'utilisation d'engins encombrants qui sont le plus préjudiciables. Tout est question de formation et de prise de conscience. « Vous voyez, on ne lui a pas fait de mal à cet arbre » évoque Francis Hallé (2011) à propos d'un chef de chantier, à Montpellier, montrant fièrement le tronc d'un grand micocoulier protégé des chocs par un enroulement de tuyaux plastiques orange ; mais l'ouvrier ne dit rien de la longue tranchée creusée à 3 mètres du tronc, coupant cinq ou six racines charpentières. Après tout, à chacun son métier.

La responsabilité d'une entreprise ne repose que sur des obligations légales et contractuelles établies avant le commencement des travaux. Cependant, si l'arbre venait à mourir, il est toujours difficile de prouver la culpabilité d'une entreprise, du fait que les arbres ne laissent apparaître des symptômes de faiblesse que quelques années après une agression. Il en va alors de la bonne foi et de la conscience professionnelle de l'entreprise.

II.1.4 Les Gestionnaires

Les gestionnaires ont l'opportunité d'intervenir directement au contact de l'arbre et de son environnement proche. Ils ont en charge la gestion et l'entretien du patrimoine arboré et de son suivi. Leur action s'effectue tout au long de la vie de l'arbre ; elle a donc lieu avant puis après tout nouvel aménagement.

Il s'agit de services municipaux voire départementaux. Le plus souvent la gestion du patrimoine arboré est confiée au service espace vert communal. Le gestionnaire peut également être un propriétaire privé ou une entreprise spécialisée. Les services techniques en charge de la gestion de la voirie sont à prendre en compte comme acteur autour de l'arbre. Bien qu'ils ne soient pas concernés par les soins aux arbres, ils agissent directement sur le milieu de l'arbre par l'application entre autres de désherbants chimiques et sels de déneigement.

Leur rôle est essentiel ; ils s'assurent du maintien en bonne santé de l'arbre au fil du temps. Ils agissent par des actions de taille, d'arrosage, de suivi et de diagnostic... Leur responsabilité tient dans le choix des interventions, leur fréquence et la maîtrise des bonnes pratiques. Elle est toutefois limitée car les interventions résultent fortement du choix d'aménagement de la part de la maîtrise d'œuvre et des incidents qui ont pu survenir en phase de chantier. C'est pourquoi associer concepteur et gestionnaire peut être un facteur de réussite.

II.1.5 Les Spécialistes

Qu'ils soient chercheurs, arboristes, biologistes, bureaux d'études spécialisés, ou bien journalistes, ils sont chargés d'améliorer les connaissances sur la physiologie des arbres et les interactions avec son milieu.

Certains interviennent dans des phases de diagnostic, d'autres pour des missions de conseil... Ils n'agissent pas directement sur le végétal, mais au travers de publications, formations ; ils assurent la diffusion du savoir et une sensibilisation liées à l'arbre urbain.

II.1.6 Les Citoyens

En tant qu'usager de l'espace public, le citoyen est acteur de l'arbre. Il est celui qui bénéficie des bienfaits mais aussi des risques induits par la présence d'arbres.

Parmi les citoyens, il existe autant d'acteurs que de façons différentes de percevoir l'arbre. Elles diffèrent selon la sensibilité de chacun et l'intérêt que l'on y attache. La perception est également différente selon les usages. On distingue alors le piéton, le cycliste, l'automobiliste, le riverain, le promeneur...

Les citoyens ont un rôle important sur la préservation des arbres en ville. Ils sont demandeurs d'espaces verts pour l'amélioration de leur cadre de vie et de leur bien être. La diversité des comportements fait qu'ils agissent directement sur les arbres par les faits et indirectement par la considération qu'ils leurs portent. En fréquentant le lieu, ils sont à même de provoquer des blessures aux arbres ou d'impacter le milieu. L'usager peut se sentir menacé par la chutes de branches ou protester contre les feuilles mortes ou divers résidus qui tachent les véhicules. Cependant chaque citoyen est aussi protecteur ; c'est le cas lorsqu'on observe avec quelle ferveur certains s'opposent à l'abattage d'un arbre, témoin d'un attachement affectif ou symbolique.

Ainsi, conserver des arbres en ville est possible : puisque leur maintien fait souvent baisser la rentabilité d'un programme, c'est donc une question de volonté des pilotes de l'aménagement et de rigueur dans l'application de quelques principes techniques et biologiques assez simples. La qualité de vie qui en résulte pour les usagers mérite ces efforts particuliers ; le paysage de tous en sera ainsi amélioré.

II.2 - Bien identifier l'arbre

Lorsqu'il s'agit d'aménager un espace, la phase d'étude démarre nécessairement par une étape d'étude préalable. Elle est indispensable pour bien cerner l'ensemble des contraintes qui peuvent influencer sur le projet. La mise en place d'un ensemble de diagnostics complémentaires est incontournable afin de bien identifier l'arbre, ses caractéristiques, les réglementations auxquelles il est assujetti, sa valeur, son utilité et son milieu.

II.2.1 Lever topographique

Dans un premier temps, effectuer un lever topographique par un géomètre permet de localiser précisément les arbres présents sur site. De cette manière ils pourront figurer sur le plan dès l'origine du projet et permettront aux différents intervenants de l'étude urbaine de les prendre en considération. Lors de cette étape il est judicieux de les numéroter, pour faciliter la communication entre les intervenants.

La position de chaque arbre doit être accompagnée de la position altimétrique du pied d'arbre. Lors de la conception de l'aménagement, elle permet de s'assurer du non recouvrement ou du non abaissement du collet qui aurait des conséquences néfastes

pour l'arbre. Bien que ces deux relevés d'informations soient courants, un troisième l'est beaucoup moins. Il s'agit de la mesure du diamètre du houppier. Elle renseigne sur l'ampleur de l'arbre et informe directement sur l'espace aérien occupé qui lui est réservé.

Dans un projet d'aménagement de lotissement mené au Croisic par l'Atelier 360°, un relevé topographique trop approximatif plaçait une haie de grands cyprès en dehors de la zone d'étude. Lors de la phase chantier il s'est avéré qu'ils étaient présents à l'intérieur de la zone aménagée, ce qui les condamnait à être abattus. Finalement le projet a pu être modifié et ainsi ces arbres ont pu être conservés après rehausse de la couronne (figure 10). Cet exemple illustre l'importance de la précision à mener dans le lever topographique.



Figure 10 : Cyprès conservés dans un projet de lotissement au Croisic (Paillat, 2013)

II.2.2 Diagnostic réglementaire et paysager

D'un point de vue réglementaire l'arbre est appréhendé sous divers aspects par le droit. Il apparaît d'une part comme sujet de litige entre voisins, abordé sous l'aspect de la protection de l'intégrité de la propriété et non en tant que sujet à protéger. D'autre part, il devient élément du paysage, justifiant qu'un régime de protection soit mis en place au titre du code de l'urbanisme, du patrimoine ou de l'environnement. Nous reviendrons plus précisément sur cet aspect dans la partie III.1.

Repérer l'ensemble des régimes de protection réglementaires s'appliquant au site d'étude, est l'assurance du respect et de la préservation d'un patrimoine arboré d'importance. Pris en compte suffisamment tôt, ils feront partie intégrante de la réflexion du projet.

Cela dit, les arbres qui portent un intérêt certain, ne font souvent pas l'objet de protections juridiques. C'est l'analyse de leur aspect esthétique général, de leur capacité à structurer l'espace, de la symbolique qu'ils représentent, de leur fonction écologique et environnementale, qui doit permettre de qualifier l'importance que porte chaque arbre. Mais celui-ci est à replacer dans son contexte, car souvent le groupement d'individus apporte plus d'intérêt que chaque arbre du groupement pris individuellement. C'est le cas par exemple des alignements ou des mails plantés.

Les arbres d'intérêt contribuent à la valeur d'un aménagement et doivent être considérés à leur juste valeur. Certaines municipalités utilisent un barème pour estimer la valeur financière de l'arbre en fonction de l'aménité qu'il engendre. Cette mesure compensatoire oblige, dans un aménagement, lorsqu'un arbre est abattu, à replanter à montant égal un ou plusieurs arbres.

II.2.3 Diagnostic sanitaire

Evaluer l'état sanitaire et la résistance mécanique d'un arbre repose sur une solide méthodologie de diagnostic, basée sur la connaissance de l'arbre et de son environnement, et une observation attentive de ses altérations éventuelles.

Ainsi de façon logique, étape par étape, le diagnostic permet d'effectuer une synthèse de l'ensemble des observations réalisées à différents niveaux de l'arbre, de se prononcer sur son état global de santé et sur les risques de rupture présentés par le sujet.

Ce travail repose sur l'inventaire localisé de l'ensemble des arbres de la zone d'étude, effectué lors du relevé réalisé par le géomètre. Les données recueillies pour chaque arbre sont essentiellement basées sur l'observation des différentes parties (houppier, tronc, collet et départs racinaires). La notion de stade de développement de l'arbre ne fait pas partie intégrante de ce diagnostic. En général, l'état sanitaire de l'arbre n'est pas lié à son stade de développement car un sujet peut être affecté dès la phase juvénile et n'est pas directement lié à l'âge.

La méthode de diagnostic se décompose généralement en deux étapes. Dans un premier temps il convient d'analyser le faciès de l'arbre à une distance éloignée. On peut ainsi identifier sa morphologie et les points critiques :

- silhouette anormale (compressée, penchée, déséquilibrée),
- vigueur atténuée par rapport aux dimensions habituelles de l'essence,
- allure chétive ; sénescence précoce.

Dans un second temps, on procède à un examen progressif des organes de l'arbre, allant du pied vers la cime pour détecter les principaux indicateurs de son état sanitaire. La liste qui suit permet d'avoir un aperçu des points critiques pouvant entraîner la déperdition d'un arbre :

- racines sectionnées, arrachées, mises à nue ou nécrosées,
- tronc blessé, fendu profondément ou sonnante creux ; écorce nécrosée, fissurée, perforée ; suintements fongiques ou bactériens,
- infestation généralisée d'un ravageur ou d'une maladie ; présence anormale de bois mort ; grosses plaies mal cicatrisées ; dessèchement ou pourriture des parties ligneuses.

Les seules observations visuelles décrites précédemment permettent d'évaluer l'état sanitaire et mécanique d'un arbre et de préciser le type d'affection dont il est victime. Ce diagnostic est suffisant pour déterminer le potentiel d'un arbre à se maintenir dans le temps sans danger et garantir un aspect esthétique intéressant.

Un diagnostic plus poussé avec des appareils spécifiques n'est pas toujours nécessaire. Il est établi si la valeur patrimoniale, le prestige du lieu ou la fréquentation de la zone par le public le justifient. La cause de l'affection pourra ainsi être identifiée et, s'il en existe, des soins adéquats seront prodigués.

Face à l'entrée du château de Châteaubriant, le marronnier (figure 11) a fait l'objet de nombreuses précautions de conservation pendant la conception du projet par l'Atelier 360° et pendant les travaux. Avec un port garni et bien développé, cet arbre ne semble pas présenter de signes avant-coureurs de sénescence d'où son intégration dans l'aménagement. Pourtant un diagnostic sanitaire a révélé une dégradation importante du tronc par des agents pathogènes (Annexe I). Présentant un danger important pour les usagers avec un risque de déracinement et/ou de rupture du tronc voire de branches un abattage sécuritaire a donc été réalisé. Si ce diagnostic, effectué pendant la période de travaux, avait été réalisé dès l'étude préalable du site, la perte de cet élément structurant aurait pu être anticipée.



Figure 11 : Marronnier existant à Châteaubriant, avant abattage (Atelier 360°, 2008)

La prise en considération au plus tôt du projet des caractéristiques des arbres existants avant un aménagement, est un prérequis pour mieux identifier l'arbre et ses apports. Un diagnostic complet est un outil de sensibilisation auprès de l'ensemble des acteurs et s'inscrit dans une démarche d'amélioration des choix d'aménagement au service de la conservation et de la protection des arbres.

II.3 – L'intérêt de l'arbre confronté au projet

II.3.1 Concevoir selon l'arbre

L'arbre tout comme le végétal, avec la montée de l'écologie et du paysage dans les problématiques d'aménagement, se voit donner une place de plus en plus importante au fil des années. Il apporte une échelle plus humaine aux formes et aux dimensions urbaines souvent démesurées. En plus de son rôle sanitaire, social et esthétique, il a, du point de vue de l'aménageur, un rôle structurant des formes urbaines et permet d'améliorer la lisibilité du paysage en soulignant la valeur d'usage des espaces.

A l'origine représentées par les architectes, puis les urbanistes et maintenant par d'autres corps de métiers dont les paysagistes, les équipes d'aménageurs croisent de plus en plus leurs différents regards dans des équipes pluridisciplinaires. L'arrivée de ces derniers légitime l'utilisation des arbres en tant qu'esthétique mais aussi comme éléments déterminant d'identification des valeurs d'usages des espaces extérieurs, qui reposent sur l'identification rigoureuse de leur intérêt pour la mise en valeur des composantes de l'aménagement.

Dans ces conditions, la trame boisée est encline à faire partie intégrante de la composition du projet. Il ne s'agit plus d'adapter l'arbre à l'aménagement mais d'adapter

l'aménagement à l'arbre. Il convient de mettre de côté les principes d'urbanisation où l'on fait table rase de l'existant.

L'arbre est un élément à inscrire au cœur du projet en tant que composante structurante du site. Le mettre en valeur c'est mettre en valeur l'aménagement. Il appelle le regard, souligne une perspective, ponctue le paysage, crée des ambiances, intègre l'architecture, habille l'espace, rapproche les échelles et confère une identité au site qui l'accueil. L'arbre existant n'est pas à considérer comme un frein mais comme un moteur de constitution du projet.



Ici au Puy Saint Bonnet (figure 12), ce châtaigner sûrement centenaire a été conservé dans l'aménagement du lotissement. Il figure comme un point central et structurant du projet car il est placé au cœur du quartier à l'intersection des quatre voies principales. Bien que l'essence de cet arbre ne corresponde pas vraiment, il est devenu le symbole de ce quartier qui porte le nom du « Chêne Rond ».

Figure 12 : Châtaigner structurant dans la conception d'un lotissement (Paillat, 2013)

Si la conservation d'un arbre ne peut être assurée de manière pérenne, elle peut en contrepartie l'être temporairement. C'est le cas, dans l'éco-quartier de la Bottière-Chénaie à Nantes, d'un chêne adulte (figure 13), conservé dans l'aménagement, qui a vu se faire rouvrir à ses pieds une rivière anciennement busée. Le changement radical du milieu, l'omniprésence de l'eau et la destruction d'une bonne partie du système racinaire, compromettent fortement les chances de survie de cet arbre. D'ailleurs 3 ans après les travaux, le chêne montre déjà des signes de faiblesse. Conscient de ce risque, c'est une volonté de son concepteur que de maintenir quelques sujets d'ampleur le long de la

rivière afin de conserver une structure arborée sur le site le temps qu'une végétation nouvelle, mieux adaptée au milieu, prenne le relais.



Figure 13 : Chêne conservé temporairement sur le site de la Bottière-Chénaie (Paillat, 2013)

II.3.2 Petits sujets contre grands sujets

Quand on évoque la taille ou l'envergure des arbres, on distingue deux façons de les qualifier. La première consiste à le décrire selon sa grandeur à un instant T, relativement à leur taille à maturité. On le qualifie alors de « petite », « moyenne » ou « grande »

taille. La seconde est fonction de sa capacité à atteindre une grandeur maximale à maturité. On parle alors d'arbres à « faible », « moyen » ou « fort » développement.

Lorsqu'on songe à conserver un arbre d'intérêt, on pense bien souvent aux arbres de grande taille, les plus gros, ou les plus vieux généralement ; ceux dont la valeur d'intérêt est la plus grande. Mais qu'en est-il des plus petits ? Ceux que l'on peut qualifier d'arbre d'avenir. Ne méritent-ils pas eux aussi qu'on les laisse grandir pour en faire de futurs arbres d'intérêt. C'est d'ailleurs le rôle qui est confié aux arbres nouvellement plantés dans les aménagements.

Aux abords de voirie par exemple, on plante essentiellement des arbres à fort développement, peu importe la place disponible, quitte à devoir les tailler par la suite. Parce qu'ils poussent plus vite, il est plus facile de rehausser leur couronne hors gabarit routier sans les mutiler. Alors ne faut-il pas dans ce cas profiter d'arbres de plus faible développement, déjà établis depuis quelques années, qui seront alors mieux adaptés aux dimensions de l'aménagement ?

Conserver un arbre de grande ampleur comporte toujours le risque que celui-ci ne supporte pas le changement qui lui est imposé et le manifeste quelques années plus tard. A l'inverse, les petits sujets sont moins sensibles au changement, ils s'adaptent mieux. Outre leur intérêt plus faible au moment de l'étude, ils méritent de les considérer pour leur valeur future.

II.3.3 Conserver, supprimer ou remplacer ?

Nous avons évoqué l'importance de conserver les arbres existants dans un projet d'aménagement urbain. Il faut donc s'assurer que ces arbres ne se trouveront pas inadaptés à leur nouvel environnement. Lors de plantations nouvelles, on insiste sur « le bon arbre au bon endroit », telle est la devise de la charte de l'arbre du Grand Lyon. Ce principe s'applique également pour les arbres existants que l'on conserve. « Respecter l'arbre en ville, ce peut être de l'abattre au bon moment, puisqu'il est là pour améliorer notre existence, pas pour nous tuer. Le problème n'est pas de sauver coûte que coûte un bel arbre menaçant, mais de faire en sorte qu'il ne devienne pas ce danger public » (Francis Hallé, 2011).

De ce principe, faut-il s'obstiner à vouloir conserver un arbre lorsque l'espace disponible est devenu trop restreint ou lorsque la nécessité de les tailler régulièrement est importante, sans que cela ne contribue à les mettre en valeur ou ne corresponde à un choix esthétique.

Ainsi, le simple fait de les remplacer par des essences plus adaptées garantirait un développement en port libre. Cette mesure permettrait de réserver les tailles au maintien de formes architecturées (forme en rideau, tête de chat...), mises en œuvre pour des raisons paysagères plutôt que pour des raisons de gestion de dernier recours face à des arbres de trop grande ampleur.

Lorsque l'on s'intéresse à une population arborée plutôt qu'à l'arbre en tant qu'individu, conserver l'arbre c'est favoriser son développement. Ceci passe par la suppression d'un arbre sur deux ou trois afin de libérer l'espace pour les sujets maintenus. Lorsqu'on sait que les arbres de voirie sont souvent espacés de 6 à 8 mètres, et qu'un espacement de 12 voire 20 mètres suffit à créer un effet d'alignement (Schmutz, 2008), il est légitime de ne pas conserver tous les arbres quand ceux-ci se sont suffisamment développés au point de se faire concurrence.

Au Plessis-Grammoire, un projet d'aménagement urbain en cœur de ville prévoyait la conservation d'un alignement de peupliers (figure 14). Cependant, se posait la question de l'ombre portée sur les habitations projetées qui risquerait de provoquer une réduction des performances bioclimatiques par apport solaire. La solution proposée préconise la suppression de deux peupliers sur trois afin de laisser plus de perméabilité à la haie et ainsi plus d'ensoleillement. Cette mesure sélective permettra aux sujets conservés de bénéficier de l'espace libéré tant pour le système racinaire que aérien.



Figure 14 : Peupliers existants au Plessis-Grammoire (Atelier 360°, 2013)

Dans un contexte de gestion du patrimoine arboré, plusieurs collectivités mènent une politique de renouvellement de populations d'arbres par unité de gestion, lorsque le mitage² dépasse 40 %. Plusieurs configurations d'aménagement sont possibles. La première, peu en accord avec le principe de conservation des arbres, consiste à tout supprimer pour faire autre chose. De manière moins radicale il est possible de tout abattre et replanter à l'identique. Face à cette politique de supprimer pour replanter, il peut être tout aussi judicieux de combler les vides par de nouvelles plantations. Ce principe de regarnissage, inverse au principe d'éclaircissage mis en avant précédemment, est pourtant à même d'assurer la conservation d'un groupement. Il a l'avantage de recréer une continuité entre les arbres d'âges différents, nécessaire au

² Le **mitage** résulte de la perte d'un ou plusieurs arbres dans une composition végétale (alignement d'arbres par exemple).

regard de la biodiversité. Toutefois, pourquoi ne pas conserver les plus beaux spécimens restants et concevoir l'espace selon une composition arborée nouvelle ?

Par ailleurs, si la transplantation permet de ne pas supprimer des arbres impactés par un projet, cette opération reste traumatisante, même pour des sujets jeunes et vigoureux. Elle porte atteinte aux besoins vitaux de l'arbre et le fragilise. Elle provoque un choc biologique dont l'arbre aura du mal à se remettre, ce qui constitue autant d'obstacles à son implantation dans son nouveau milieu. La transplantation d'un arbre mûre constitue un bon exemple d'une "fausse bonne solution" et doit se faire dans des conditions très particulières selon l'essence et le nombre d'années qui le sépare de sa plantation.

Chapitre III : Eléments de protection des arbres existants dans les projets d'aménagement

La préoccupation de la place de l'arbre, en ville en particulier, est ancienne. Les motivations ont varié au fil du temps, mais à l'heure d'un urbanisme qui s'oriente vers la ville compacte et dense, la place de l'arbre est de plus en plus compliquée. Des outils réglementaires spécifiques ont progressivement vu le jour et sont susceptibles d'être mis en œuvre au niveau local, départemental et même national.

III.1 - prise en compte réglementaire

III.1.1 La protection de l'arbre au travers du PLU

Le Plan Local d'Urbanisme (PLU) met en application les grands principes du droit de l'urbanisme. Il n'oppose pas constructions et espaces verts, ni urbain et rural. Mais au contraire, il vise à articuler les objectifs de préservation de l'environnement et de développement urbain en perspective d'un équilibre pour assurer le développement durable du territoire.

Ce document de planification à l'échelle communale et intercommunale détermine les règles générales d'utilisation du sol. Il s'avère être en premier lieu un outil de connaissance du patrimoine arboré local.

Il permet tout d'abord lors de son élaboration de développer l'étendue des connaissances en matière de patrimoine arboré. L'étude environnementale sur laquelle il s'appuie permet en effet de servir de support à un recensement des sujets faisant l'objet d'un intérêt particulier.

Il offre ensuite l'occasion aux citoyens, de prendre connaissance des éléments de patrimoine qui les entourent lors d'une large consultation de la population pendant l'élaboration du PLU. Enfin, il permet de mettre en place des dispositifs particuliers de protection du végétal et particulièrement de l'arbre. Permis par la loi paysage du code de l'urbanisme, le PLU offre la possibilité d'identifier les éléments de paysage dont font partie les arbres, et de définir des prescriptions visant à assurer leur protection. Ainsi tous les travaux qui tendent à modifier ou supprimer un de ces éléments sont alors soumis à déclaration préalable.

Le règlement du PLU prévoit, pour chaque zone définie, des dispositions réglementaires applicables. En particulier l'article 13 relatif aux espaces libres, plantations et espaces boisés classés, bien que facultatif, constitue entre autres un outil fondamental de conservation et du maintien du milieu environnement. A titre d'exemple, il peut définir des espaces verts protégés ou imposer une surface d'espaces verts à préserver sur un terrain à l'occasion de toute opération de construction ou d'aménagement.

Les collectivités territoriales ont le pouvoir de protéger directement un arbre ou un ensemble d'arbres au travers du PLU en classant comme Espace Boisé Classé (EBC), les bois, les forêts, les parcs à conserver, à protéger ou à créer (figure 15). Cela s'applique aussi à des haies, des plantations d'alignement et des arbres isolés. Le

classement en EBC interdit les changements d'affectation ou les modes d'occupation du sol de nature à compromettre la conservation, la protection ou la création des



boisements. C'est donc un moyen de pérenniser la destination arborée d'un espace. Il en va donc que les coupes ou abattage d'arbres sont soumis à un régime de déclaration préalable et nécessitent l'avis de l'Architecte des Bâtiments de France. Le classement des arbres isolés fait figure de cas particulier car il ne s'agit pas de protéger l'arbre seulement, mais bien celui-ci associé à un périmètre de protection jugé nécessaire pour son bon développement.

Figure 15 : Reconstitution d'un boisement en EBC, éco-quartier de la Bottière-Chénaie à Nantes (Paillat, 2013). Une ganivelle en bois est disposée autour de la zone à protéger. Par leurs semences, les arbres existants assurent une partie du renouvellement spontané.

III.1.2 La protection de l'arbre au travers de l'AMVAP

Anciennement Zone de Protection du Patrimoine Architectural, Urbain et Paysager (ZPPAUP), les Aires de Mise en Valeur de l'Architecture et du Patrimoine (AMVAP) sont créées à l'initiative d'une commune ou d'une communauté de communes. Elles ne concernent pas la conservation directement d'un patrimoine arboré mais plus particulièrement d'un territoire présentant un intérêt culturel, architectural, urbain et paysager, historique ou archéologique. Elles permettent de nombreuses prescriptions de caractère réglementaire, similaires à celles applicables en matière de PLU.

L'objectif de l'AMVAP est de garantir la qualité architecturale et paysagère des constructions et aménagements existants et à venir. Ainsi le patrimoine arboré qui lui est associé, qu'il soit public ou privé, est soumis à des préconisations et recommandations quant à sa conservation, sa mise en valeur et son entretien. Cette procédure repose sur la base d'un diagnostic architectural, patrimonial et environnemental, dont la sensibilité et l'exhaustivité conditionnent particulièrement la qualité de la protection.

III.1.3 La protection de l'arbre au travers les monuments historiques et sites classés

Bien que les arbres ne puissent être protégés en tant que monument historique, ils participent à « l'impression » que procurent les abords d'un édifice telle que le définit la loi sur les monuments historiques, qui la considère comme composante de sa valeur patrimoniale et d'aménité.

Un périmètre de protection est défini dans un rayon de 500 mètres, à compter de la base de l'élément protégé, qu'il soit classé ou inscrit. D'après le code du patrimoine, tout arbre présent dans cette zone, s'il est visible depuis ce dernier ou bien visible en même temps que lui, ne peut être abattu ou subir de transformation de nature à en affecter l'aspect, sans l'autorisation de l'Architecte des Bâtiments de France (figure 16).

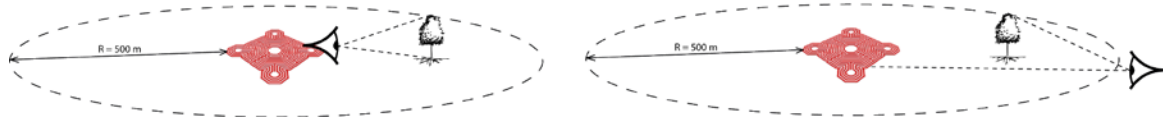


Figure 16 : Cas des arbres protégés dans un rayon des 500 m autour d'un monument historique classé ou inscrit (Paillat, 2013)

Comme les monuments historiques, les sites peuvent être inscrits ou classés, s'ils présentent « d'un point de vue historique, artistique, scientifique, légendaire ou pittoresque, un intérêt général ». Selon l'article L.341-10 du code de l'urbanisme, toute modification de l'état ou de l'aspect du site est soumise à autorisation spéciale et nécessite l'avis de l'Architecte des bâtiments de France. Bien que cette législation réglemente principalement les constructions, les coupes et abattages d'arbres sont tout de même concernés dans le cadre de travaux autres que ceux d'exploitation courante.

III.1.4 Les dispositifs contractuels de protection

La protection de la condition de l'arbre est aussi fonction de la sensibilisation des acteurs et des usagers de l'arbre. La mise en œuvre de dispositifs contractuels est de ce fait un excellent vecteur de communication.

Bon nombre de collectivités ont ainsi intégré des projets qui s'inscrivent dans cette logique de sensibilisation, au travers d'outils à portée pédagogique comme les chartes, protocoles ou même des guides de l'arbre. Ils correspondent à des documents le plus souvent contractuels, qui fixent un certain nombre d'engagement et objectifs. Ils rassemblent des données techniques et juridiques incitant les collectivités signataires, aménageurs, maîtres d'ouvrage ou maîtres d'œuvre, à mettre en place des actions concrètes de protection et de conservation des arbres, afin d'avoir une vision scientifique et objective des conséquences de leurs décisions.

III.1.5 La protection de l'arbre dans les ZAC et lotissements

Parmi les éléments de dossiers à constituer lors de projets d'aménagement de lotissements ou de Zones d'Aménagement Concerté (ZAC), figurent trois documents juridiques particuliers qui peuvent être utilisés au service de la protection de l'arbre.

Dans le cadre des lotissements, le règlement est un document facultatif de droit public. Instruit par le lotisseur, il est généralement rédigé sous les préconisations du maître d'œuvre en charge du projet. Il définit en complément des règles du document d'urbanisme communal, les règles et servitudes d'intérêt général imposées dans le lotissement.

D'autre part, le cahier des charges est lui aussi facultatif. Il s'agit d'un document contractuel de droit privé fixant les relations d'usage du lotissement entre le lotisseur et les occupants.

Dans le cadre de ZAC, le code de l'urbanisme prévoit la constitution d'un cahier des charges de cession de terrain. A l'image du règlement de lotissement, il indique les

règles et servitudes imposées et fixe, le cas échéant, des prescriptions techniques, urbanistiques et architecturales, exigées.

Ces outils juridiques sont l'opportunité de pouvoir imposer des obligations en faveur de la protection de l'arbre. Ils ont la capacité d'influencer l'agencement des constructions futures en faveur de la conservation des arbres existants au titre de l'intégration du bâti dans le paysage environnant. Ils garantissent alors la pérennité d'un aménagement en cohérence avec le projet initial.

III.1.6 La valeur monétaire de l'arbre

Le plus souvent, on attribue à l'arbre une valeur monétaire à seulement deux occasions : lorsqu'on l'achète, sa valeur est fixée par le pépiniériste en fonction de ses coûts de production, et lorsqu'il est exploité pour son bois. En ville son intérêt est autre, l'arbre n'est plus cultivé pour sa valeur marchande.

A l'instar de l'évaluation d'un bien immobilier selon des critères bien définis, la plupart des grandes villes de France ont cherché à estimer financièrement la plus-value apportée à un espace par un patrimoine arboré, en dehors de sa valeur marchande. On parle alors de valeur d'aménité de l'arbre. Dans le principe, il s'agit de chiffrer un élément pourtant non quantifiable. Ce paradoxe constitue une mesure de préservation des arbres existants dont le concept est avant tout un outil de sensibilisation et de communication qui renseigne sur l'importance apportée par chaque arbre en ville. « Connaitre la valeur d'un arbre, c'est inciter CHACUN à le respecter et à protéger cette richesse de TOUS ».

Il n'existe pas à l'heure actuelle, de barème unique de référence reconnu unanimement par les collectivités, les experts, les compagnies d'assurance et les instances judiciaires. Bien qu'il existe plusieurs méthodes, une semble être majoritairement utilisée par les collectivités françaises (Annexe II). Elle consiste à multiplier quatre indices selon l'espèce et la variété de l'arbre, l'aspect esthétique et l'état sanitaire, sa situation par rapport au centre-ville et sa circonférence.

L'estimation monétaire des arbres d'ornement intervient comme une mesure dissuasive, contre l'abattage et la dégradation. Dans les projets d'aménagement, cette mesure n'interdit pas la suppression des arbres existants. Mais elle oblige à compenser à valeur équivalente par la plantation d'arbres nouveaux, ou à mettre en œuvre des procédés capables de favoriser le développement des sujets conservés. D'une autre manière, il est alors possible d'estimer financièrement les dommages causés aux arbres. C'est une façon de faire prendre conscience de leur fragilité et des conséquences sur leur santé. Le montant de l'indemnité à verser, est calculé sur la base de la valeur monétaire d'aménité, au prorata de l'ampleur des dégâts.

Dans le cadre de la réparation de préjudices subis, ce barème est rarement remis en cause par les assureurs. Il est assez dissuasif pour les particuliers qui souhaitent abattre un arbre (Staszewski, 2008). Par contre, il n'est pas assez dissuasif pour les groupes immobiliers, gros promoteurs, ou principaux concessionnaires réseaux pour qui la valeur

d'aménité d'un arbre ne représente pratiquement rien au regard du montant de leurs opérations.

La législation prévoit donc un certain nombre d'outils juridiques visant à protéger l'arbre, mais aussi à créer des conditions favorables à leur développement. Il est cependant nécessaire, pour que ces dispositifs soient appliqués efficacement, qu'ils soient connus par l'ensemble des acteurs concernés.

Ce type d'outils à portée juridique variable est au service des collectivités locales afin d'assurer la protection de l'arbre sur son territoire, à condition que celles-ci soient sensibles à cette préoccupation. Cependant leur mise en place doit se faire avec précaution. En effet, les enjeux en matière d'aménagement sont importants, ces mesures réglementaires peuvent être confrontées à d'autres problématiques liées par exemple au droit de propriété, ou encore au développement urbain. Il convient donc de s'assurer du juste équilibre entre protection, mise en valeur de l'arbre et cohérence de structuration urbaine.

III.2 - concevoir en anticipation des agressions

Pour une intégration harmonieuse de la végétation en milieu urbain, la réflexion doit être menée dès la conception des ouvrages, et à chaque fois que des travaux sont envisagés. Entrer dans cette démarche n'est pas forcément aisé, car les concepteurs et les gestionnaires font souvent partie de services différents, qui n'ont pas forcément de relations suivies. La première étape est donc de favoriser les échanges entre les personnes chargées de la conception et celles chargées de l'entretien. Des rencontres régulières permettent d'échanger sur les difficultés rencontrées et de déterminer les modalités de gestion dès le projet et de prévoir des aménagements correspondant aux pratiques d'entretien ainsi qu'aux outils et moyens réellement disponibles. Les critères qui orientent les choix de conception sont fonction d'enjeux majeurs pour la survie de l'arbre (figure 17), selon ses besoins d'espace, de sol, d'accès à l'eau et de richesse du milieu.

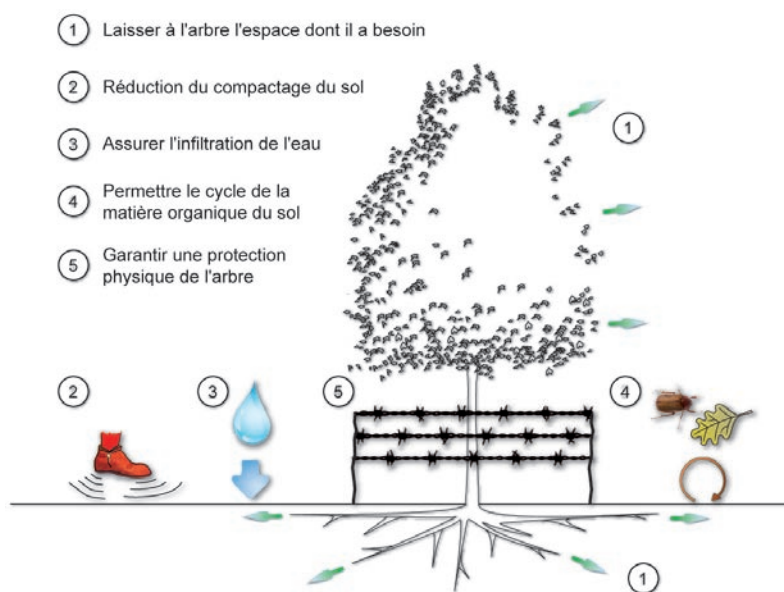


Figure 17 : Enjeux d'aménagement pour la conservation des arbres en milieu urbain (Paillat, 2013)

III.2.1 Laisser à l'arbre l'espace dont il a besoin

Avant tout aménagement, la coordination entre l'ensemble des acteurs sur l'emprise du projet est indispensable afin d'avoir une réflexion globale et unifiée pour éviter des interventions successives qui pourraient nuire à la qualité du projet et risqueraient de compromettre les efforts de conservation des arbres existants.

Dans les phases de projet où sont définis les arbres que l'on peut conserver, il semble indispensable de rappeler aux architectes, urbanistes et autres bureaux d'étude le caractère incontournable, pour la santé et la survie de l'arbre, de la préservation d'une surface de sol au moins égale à la projection du houppier, sur laquelle aucun aménagement lourd, susceptible de modifier considérablement cet espace, ne doit être prévu. Il n'est pas envisageable d'abaisser ou de rehausser le niveau du sol dans cette emprise sans porter atteinte à leur intégrité. La première action aurait pour conséquence de condamner l'ensemble des racines de surface particulièrement nombreuses en ville et indispensables dans l'alimentation en eau de l'arbre. La seconde, moins préjudiciable dans le cas de sujets déjà soumis à des conditions de surface compacte et imperméable, entraîne le recouvrement des racines superficielles et un tassement supplémentaire ayant pour conséquence l'asphyxie de ces racines.

Une des difficultés majeures est de maintenir dans le temps un environnement favorable à l'arbre. Il faut garder en tête que des opérations de décapage des revêtements de surface, la réfection des chaussées ou l'ouverture de tranchées, peuvent provoquer des blessures irréversibles, principalement au niveau du système racinaire. Conserver un arbre c'est parfois condamner les réseaux qui sont en dessous ou inversement. Toute intervention de réfection ou simplement de maintenance serait compromettante pour la survie de l'arbre. A l'inverse, les racines de l'arbre risquent, si ce n'est pas déjà fait, d'endommager les gaines et réseaux existants. Heureusement des solutions bien moins dommageables existent. Installer des réseaux souterrains sans ouvrir le sol c'est possible. C'est d'ailleurs l'objectif de l'association France Sans Tranchée Technologie (FSTT) qui souhaite promouvoir les techniques permettant d'éviter le creusement de tranchées. Elles sont adaptées à la rénovation ou au remplacement des ouvrages existants, à la construction d'ouvrages neufs, aux inspections mais également aux techniques de repérage et de cartographie des réseaux. Par ces méthodes, l'impact sur le système racinaire est alors minimisé.

D'autre part, la mise en place d'un accord entre les concessionnaires de réseaux et les services techniques permet d'anticiper les problèmes. Depuis 1992, la ville de Nantes a conçu le protocole de Plantation En Site Opérationnel Sensible (PESOS), repris ensuite par d'autres collectivités. Il permet de déroger à la règle couramment imposée dans les règlements de voirie qui interdit la présence de plantations à moins d' 1,50 mètre des réseaux. L'objectif est tout autant de respecter les arbres que les ouvrages. Lors de l'aménagement, la ville s'engage à ne pas choisir d'essences avec un système racinaire puissant (type platane ou pterocarya) ainsi que celles susceptibles de produire une masse importante de radicelles (type saule et peuplier). En contrepartie, les concessionnaires soumettent toutes interventions à une concertation préalable.

III.2.2 Mesures contre le compactage

Pour éviter le risque de tassement du sol par les futurs usagers de l'aménagement, en particulier sur l'espace public, il en va de l'intérêt pour l'arbre d'anticiper sa protection dès la phase de conception.

Les caractéristiques du sol restent très sensibles au compactage engendré par les différents usages et la fréquentation du lieu. Une première façon de réduire l'impact sur le milieu, se fait par l'affectation des usages à proximité de l'arbre. Un arbre placé au cœur d'un parking ne sera pas exposé aux mêmes contraintes qu'un autre au beau milieu d'un parc. Durant les phases de conception d'un projet, si le choix de conserver un arbre est fonction de l'aménagement, inversement, la destination d'usage de l'espace doit être fonction de l'arbre. Ainsi il est important de raisonner si le sol sera soumis à la circulation de véhicules, au passage de piétons, si un espace vert ou bien un stationnement occupera la surface. Les mesures à mettre en place contre le compactage seront donc à adapter.

Autant sous voirie, les enjeux de stabilité du terrain face au trafic permanent de véhicules permettent difficilement d'offrir des conditions favorables au développement du système racinaire. D'autant plus que les surfaces imposantes des voiries rendent difficile la mise en place de systèmes favorisant l'expansion racinaire souvent onéreux à l'exemple du mélange terre-pierre. Sous trottoir, les contraintes sont moindres. Il est alors possible de mettre en place un principe de dalle de répartition de charges. Elle permet de créer une surface au-dessus de la zone d'extension racinaire, apte à recevoir une circulation piétonne ou automobile, qui permet de dissiper la force exercée sans compacter le substrat.

La mise en place de massifs plantés ou d'un paillage au pied des arbres est intéressante. Ils jouent en effet un rôle de prévention contre le piétinement des usagers. En particulier dans les parcs et jardins pour les sujets implantés sur pelouses, cette mesure permet aux équipes d'entretien de visualiser la zone à ne pas franchir avec les tondeuses, gyrobroyeurs et autres engins d'entretien, et ne pas risquer de provoquer de blessures

III.2.3 Approvisionnement en eau

Par ailleurs, la question de l'alimentation en eau des arbres que l'on conserve doit être posée. Dans un contexte très imperméable, la ville assèche le milieu où toutes les infrastructures visent à l'évacuation rapide des eaux des sites urbains, des parkings souterrains aux innombrables faisceaux de réseaux enterrés constituant autant de drains. Chaque stress hydrique affaiblit l'arbre et le rend plus sensible aux ravageurs. En conséquence, il est toujours préférable d'améliorer les conditions de vie plutôt que de compter sur des programmes lourds de traitement dont l'application est délicate en milieu urbain. Cette amélioration des conditions de vie se traduit par la mise en œuvre de mesures permettant le retour au sol de l'eau.

Bien sur, le retour au sol de l'eau de pluie serait permis par de vastes surfaces végétalisées et perméables. C'est le cas dans les grands parcs et des territoires ruraux et forestiers. Mais dans un contexte très urbain, ce dispositif répond difficilement aux besoins d'usage. Il est donc, dans une moindre mesure, à adapter, à l'échelle de l'aménagement, par la création de massifs plantés ou engazonnés à proximité de l'arbre. Ces surfaces végétalisées constituent autant de points d'entrée d'eau en mesure d'alimenter le sous-sol.

Optimiser la pénétration de l'eau dans le sol c'est donc favoriser la perméabilité des revêtements de surface (figure 18). De nombreux procédés existent et beaucoup de techniques voient le jour depuis plusieurs années tels que les dalles alvéolaires, pavés joint gazon, revêtements gravillonnés, stabilisés ou en terre battue, terre-pierre engazonné, résines ou enrobés drainants... A la fois contestés sur leur efficacité et l'entretien nécessaire, les différents types de revêtements ne conviennent pas à tous les usages. Beaucoup ne sont pas recommandés pour les voies de circulation à fort trafic et encore moins aux surfaces où des produits polluants sont susceptibles d'être déversés et pourraient contaminer les nappes phréatiques.



Figure 18 : Aménagement favorisant l'infiltration d'eau autour d'un Albizzia, Place de l'église à La Chevrolière (Atelier 360°, 2009, 2012). A gauche : Albizzia avant aménagement ; à droite après aménagement.

Si le projet ne permet pas toujours la mise en œuvre de revêtements alternatifs aux traditionnels enrobés et bétons, il existe toutefois des opportunités de diriger les pentes des surfaces imperméables vers les aires racinaires des arbres ou surfaces végétalisées et ainsi réalimenter les sols concernés. Des puits perdus peuvent aussi recueillir ces eaux de pluie. Ces procédés ne sont possibles qu'en présence de sols suffisamment poreux ou drainés au risque de provoquer l'asphyxie des végétaux présents, quitte à récupérer et évacuer les eaux de surface n'ayant pas le temps de s'infiltrer.

III.2.4 Un sol riche et vivant

Le sol urbain est souvent le facteur limitant pour le développement des arbres car imperméable et rapidement compact. Il présente de mauvaises propriétés physiques réduisant, nous l'avons vu, l'infiltration de l'eau et de l'air et limitant le développement du système racinaire. Le cycle de la matière organique est généralement bloqué par l'absence d'un retour au sol d'humidité et de composés organiques support de la vie

souterraine, et indispensable dans la restitution des éléments nutritifs au sol. L'apport de grandes quantités de compost organique en surface, permet un développement considérable du système racinaire et aérien (Vidal-Beaudet et Caubel, 2010). Des effets similaires sont également obtenus dans le cas de paillages organiques.

Les sols organiques riches contiennent de très grande quantité d'être vivants, tous indispensables à l'équilibre du substrat. Parmi eux figurent des champignons mycorhiziens. Ils se développent en collaboration avec les végétaux en formant une symbiose ; la truffe est l'exemple le plus connu du grand public. Leur structure particulière leur permet de favoriser l'absorption d'eau et de nutriments par la plante et améliore sa croissance et son développement. Bien que le principal avantage apporté soit nutritionnel, les mycorhizes se comportent en bio-protecteurs en renforçant les défenses naturelles de l'arbre contre les bactéries et champignons phytopathogènes et en augmentant sa tolérance à différents stress abiotiques ou climatiques (pollution, sécheresse). De plus, le réseau mycélien qu'il constitue participe à stabiliser la structure et la qualité du sol (Gianinazzi, 2012). L'inoculation de souches spécifiques peut être apportée de diverses façons : le plus souvent, elles sont introduites en les mélangeant à la couche superficielle du sol ou par injection au pied des arbres. La mycorhization favorisée nécessite d'une part de revoir le mode de fertilisation et d'autre part de bannir l'utilisation de traitements phytosanitaires chimiques et herbicides qui pourraient compromettre leur survie.

On remarque donc que la perméabilité du sol et sa bonne aération sont deux composantes essentielles pour l'arbre qui sont fortement liées à l'activité microbienne du sol. L'enjeu de l'aménagement tient dans la capacité à réintroduire dans le sol du matériel organique biodégradable, tout en assurant le retour au sol des feuilles mortes par exemple.

III.2.5 Protections physiques

Les arbres rencontrent en ville un environnement particulier qui leur est souvent agressif. Les blessures au tronc suite aux chocs provoqués par les véhicules sont des portes d'entrée pour des microorganismes pathogènes. Si les arbres récemment plantés dans un aménagement bénéficient d'un système de tuteurage comme première barrière contre les chocs, ceux-ci disparaissent avec le développement des sujets. D'autres mesures sont donc nécessaires. La protection des troncs par divers systèmes métalliques (corsets, arceaux...), souvent décriés, n'offrent pas toujours satisfaction. Les éléments se trouvent à être pliés contre les arbres au point de le blesser plus gravement. Pour éviter cela, le service espace vert d'Angers par exemple, a mis au point un système de protection en rondins d'eucalyptus, très résistants, enfoncés à 1,20 mètre de profondeur, qui constitue un obstacle indéformable.

La protection des arbres tient pour beaucoup de la séparation des usages (figure 19). Ainsi, éloigner la circulation de l'arbre diminue par conséquent les chocs liés aux véhicules et le compactage du sol par la même occasion. Eriger autour du pied un cadre suffisamment large, en élévation par rapport au niveau du sol, délimite un espace infranchissable. Il contribuera aussi à protéger le collet et les départs de racines

maitresses qui tendent à ressortir de terre au fil des années, souvent endommagés par le passage répété de piétons ou véhicules.



Figure 19 : Exemple de protection de pied d'arbre (Paillat, 2013)

A gauche : barrière de protection d'arbres remarquables au parc du Grand Blotterau à Nantes. À droite : système applicable à l'arbre mis en place sur stationnement pour la protection d'un candélabre à Nantes.

Face au problème d'échaudure qui peut intervenir, entre autres, lors d'un changement brutal des conditions d'ensoleillement, la toile de jute, très largement préconisée jusqu'alors, s'est révélée insuffisante. En effet, il n'y aurait pas suffisamment de circulation d'air entre l'écorce et la toile de protection pour empêcher l'échauffement. L'humidité également retenue favoriserait le développement de pathogènes. C'est pourquoi des protections plus adaptées sont préconisées, telles des nattes de jonc ou des canisses de bambou.

III.3 Protection en phase chantier

L'arbre, s'il est conservé, représente une valeur et un intérêt certain. Particulièrement fragile, il mérite toutes les attentions en période de travaux. A ce titre nous pourrions le comparer à un bien immobilier. Pour s'assurer qu'aucun dommage n'a été fait, la réalisation d'un état des lieux initial en présence des entreprises de travaux, d'une surveillance régulière du chantier et d'un état des lieux final, constitue une base dissuasive. Favorisant la prise de conscience de l'intérêt de l'arbre, cette mesure servira de support pour réclamer une indemnité compensatoire en cas de dégâts.

Pour éviter d'en arriver là, il convient de protéger physiquement les arbres et aires boisées par la pose de barrières au delà du houppier (figure 20). Enclos à conjuguer avec des protections individuelles du tronc pour les sujets les plus exposés par un système à double paroi. Une première plus souple pour absorber les chocs et une seconde rigide pour protéger des coups. L'utilisation conjointe de tuyaux souples recouverts de planches de bois se révèle efficace pour un coût relativement faible. Ce type de protections



Figure 20 : Protection d'un Espace Boisé Classé en phase travaux, éco-quartier de la Bottière-Chénaie à Nantes (Paillat, 2013)

englobantes offre le double avantage de protéger non seulement les arbres mais aussi les sols qui les portent, ce qui, pour l'avenir, est peut être le plus important. Aucun stockage de matériaux ou de déchets de chantier ne doit être admis dans l'enceinte de protection, sous prétexte d'un risque accru de blessures du tronc, de compactage et d'asphyxie, de pollution et de modification de la nature du sol (figure 21).

Le périmètre de protection n'empêche pas de rencontrer quelques grosses racines lors d'affouillements. Celles-ci devront être conservées dans la mesure du possible, dans le cas contraire elles devront être coupées proprement afin de permettre une cicatrisation rapide.

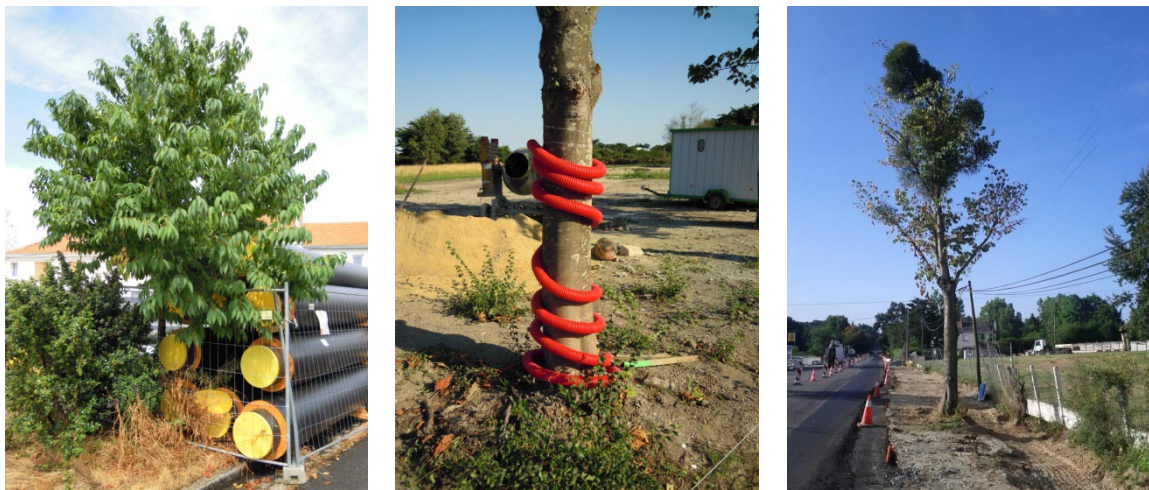


Figure 21 : Exemples de réalisations de chantier non conforme (Paillat, 2013) De gauche à droite :
stockage de matériel en pied d'arbre, en appui sur le tronc ; protection individuelle du tronc incomplet ;
tranchée en pied d'arbre à moins de 50 cm du tronc.

La présence des branches n'est pas à négliger face à l'envergure des engins de chantier en particulier les pelles mécaniques. Il est souvent préférable que le gestionnaire procède à l'élimination préalable de certaines branches dans les règles de l'art plutôt que de prendre le risque qu'elles se fassent arracher accidentellement. En cas de trafic important, la circulation d'engins lourds pourra être canalisée sur des accès déterminés. Ces derniers doivent impérativement se situer hors de la zone de développement racinaire. Utiliser des engins à pneus basse pression ou des engins à chenilles dont certains sont conçus particulièrement pour avoir une faible portance au sol, est préférable pour un travail à proximité de zones végétalisées.

III.4 Arbre et devenir

L'arbre par son caractère évolutif, ne s'arrête pas à la fin d'un projet. Les enjeux de conservation et de protection liés à l'aménagement perdurent tant que vit l'arbre. Portant un grand intérêt à leur patrimoine arboré, les villes ont mis en place des systèmes élaborés pour le suivi individuel et la gestion de l'arbre dans le temps, qui rassemblent dans une base de données les caractéristiques des arbres, les interventions menées et divers incidents et observations. Elle vise à enrichir les connaissances, optimiser les soins à apporter, renseigner les acteurs... Mais la qualité

du cadre de vie ne dépend pas uniquement de l'action des collectivités. Cela doit provenir d'une volonté individuelle et quotidienne qui concerne chacun des usagers, et passe par un travail de sensibilisation et de pédagogie permanent afin de faciliter l'acceptation de la place de l'arbre en ville par les citoyens. La communication est donc un point majeur de l'information (figure 22), il en va d'une compréhension globale de la condition de l'arbre et d'une incitation de chacun à un changement des comportements et des attitudes. Les villes de Nantes et de Bruxelles par exemple ont intégré les informations issues du suivi dans une base de données et mis en ligne pour donner aux habitants la possibilité de localiser un arbre, retrouver son nom ou consulter ses caractéristiques. C'est un outil qui permet de découvrir et de mieux connaître son entourage.



Figure 22 : Panneau informatif sur les effets du piétinement dans un jardin public à Bordeaux (Ville de Bordeaux, 2011)

L'utilisateur devient acteur de la protection de l'arbre lorsqu'il est impliqué de manière responsable à sa prise en compte. Les guides pratiques, fiches techniques et les chartes de l'arbre, disponibles publiquement, permettent d'apporter des conseils et des éléments de réponse quant aux bienfaits de la nature en ville et l'évolution des pratiques de gestion. Il en résulte une appropriation croissante de l'espace public par les habitants qui s'observe depuis plusieurs années, et complète l'action des collectivités. Par le biais d'associations ou de groupements, la cause de l'arbre est adoptée par les riverains. Des événements festifs voient le jour autour du thème de l'arbre, le pied des arbres se transforme en jardin partagé, et les branches deviennent support d'œuvre d'art (figure 23). On peut parler alors de gestion par l'usage. On porte toujours plus d'intérêt à un élément qui stimule un jour notre attention. Ainsi le devenir de l'arbre dépend certes de conditions d'aménagement adéquates mais reste cependant conditionné par la considération qui lui sera portée.

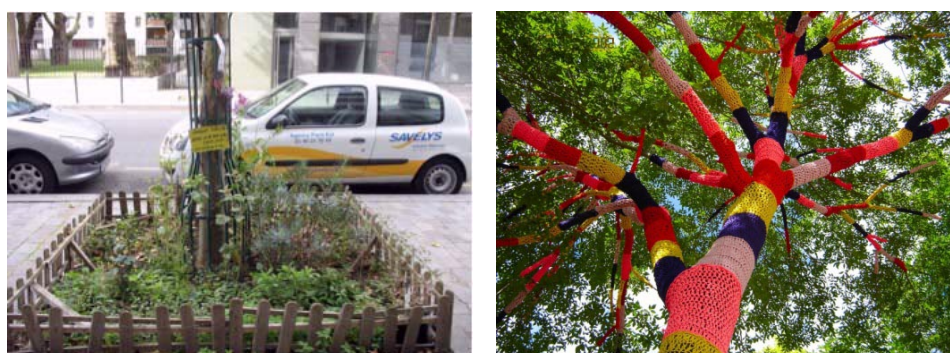


Figure 23 : Aménagements et mise en valeur de l'arbre par les usagers. A gauche : jardin en pied d'arbre créé par les riverains (developpementdurable.org, 2012) ; A droite : Tree cozy, tricot en laine sur tronc et branches, Heights Public Art Competition (Carol Hummel, 2005).

Conclusion

L'arbre en ville est devenu une préoccupation majeure en matière d'environnement et de développement durable. Préserver au mieux notre patrimoine arboré est une façon de le faire perdurer pour répondre à cet enjeu. Face à l'accroissement de l'urbain, les conditions de vie sont bien souvent dégradées, les aménagements devront alors prendre en considération l'ensemble des contraintes pour laisser les arbres exprimer leur potentiel esthétique, social, environnemental et patrimonial.

L'arbre urbain est fortement dépendant de son environnement, qui, conditionné par l'activité humaine, apparaît bien généralement comme hostile à son bon développement et sa bonne santé. Trop souvent négligé et pourtant essentiel aux végétaux, le monde souterrain dans lequel il évolue se détériore. Il offre peu d'espace disponible aux racines, n'assure que difficilement son rôle de support nourricier. L'écologie du milieu est perturbée, le climat et l'atmosphère y sont singuliers, le tout dans un contexte de transformations récurrentes de l'espace.

Tout nouvel aménagement à proximité de l'arbre existant peut devenir une menace à sa survie. Ainsi un état des lieux et un diagnostic exhaustif sont nécessaires pour bien identifier l'arbre et cerner l'ensemble des contraintes qui peuvent influencer sur le projet. En tant qu'élément structurant du paysage, il est à inscrire au cœur du projet comme composante directrice de la conception. La réussite de la conservation tient pour beaucoup à l'implication de chacun des acteurs. Il peut suffire de la négligence d'un seul pour tout compromettre.

En outre, des solutions existent pour les porteurs de projets. Les mesures réglementaires sont autant d'outils contre la disparition des arbres de notre paysage. Les solutions d'aménagement en réponse aux besoins d'espace, de sol, d'accès à l'eau et de richesse du milieu sont aussi nombreuses que le permet l'imaginaire des concepteurs. Enfin l'appropriation croissante par l'ensemble des citoyens de la cause de l'arbre, laisse espérer un avenir meilleur pour ces êtres vivants.

Bibliographie

Atger P. (2011). La gestion et la taille des arbres en milieu urbain. In : L'arbre, élément majeur du paysage, Bourges, 3 février 2011, pp. 17-18.

Bourgery C., Mailliet L. (1993). L'arboriculture urbaine. Institut pour le développement forestier, Mission du paysage, 318p.

Bourgery C. (2002). Tronc des arbres : attention fragile ! Lien horticole n°25. p.14-16.

Derelle D. (2012). Effets des associations de plantes sur la symbiose mycorhizienne et réponse spécifique des plantes à la mycorhization. In : Alliance au pays des racines, Paris, 25 mai 2012, pp 17-19.

Hallé F. (2011). Du bon usage des arbres : Un plaidoyer à l'attention des élus et des énarques. Actes Sud, Domaine du Possible, 87 p.

Jancel R. (1981). L'arbre dans les rues de Nantes, L.N.G., Nantes, 132 p.

Latron L. (2010). La taille, forme d'«utilisation» de l'arbre. In : Arbre malmené, arbre à protéger. Alençon, 7 octobre 2010, pp. 17-19.

Nowak, D.J., Crane, D.E., Stevens, J.C. (2006). Air pollution removal by urban trees and shrubs in the United States. Urban Forestry & Urban Greening, pp. 115-123.

Schwartz C. (2011). Sols urbains et périurbains. Fiches synthèse, Plantes et cité.

Schmutz T. (2008). Les arbres des villes nouvelles, 30 ans après... In : Une politique de l'arbre... 20 ans après, Choisy-Le-Roi, septembre 2008, pp. 63-70.

Staszewski M. (2008). Pour des plantations « durables ». In : Une politique de l'arbre... 20 ans après, Choisy-Le-Roi, septembre 2008, pp. 41-53.

Vidal-Beaudet L., Caubel V. (2010). Conduite de l'arbre en volume limité. In : L'arbre : vulnérable mais durable. Paris, 28 mai 2010, pp. 31-34.

Vigouroux A. (2011). La botanique au service de l'arbre. L'arbre un végétal aux dimensions multiples. In : L'arbre, élément majeur du paysage, Suresne, 10 février 2011, pp. 25-27.

Sitographie

[1] Long N. et Tonini B. (2012). Les espaces verts urbains : étude exploratoire des pratiques et du ressenti des usagers. Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement [En ligne], Volume 12 Numéro 2 | septembre 2012. <http://vertigo.revues.org/12931> (consulté le 05 août 2013).

[2] Larousse (2013). Définitions : arbre

<http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/arbre/4974> Consulté le 29/08/2013

[3] ADEME. Menaces pesant sur le sol

<http://www2.ademe.fr/servlet/KBaseShow?sort=-1&cid=96&m=3&catid=15092#theme7>
(consulté le 08/08/2013)

[4] Airparif (2011). Effets de la pollution sur la végétation

<http://www.airparif.asso.fr/pollution/effets-de-la-pollution-vegetation> (consulté le 08/08/2013)



AGROCAMPUS OUEST
CFR Angers

2 rue, André Le Nôtre
49 045 ANGERS Cedex 01
Tel : 02 41 22 54 54



Atelier 360°

Le Moulin du Bois Rivaud
44810 Héric
Tel : 02 28 02 24 39

Mémoire de Fin d'Études

**Diplôme d'Ingénieur de l'Institut Supérieur des Sciences Agronomiques,
Agroalimentaires, Horticoles et du Paysage**

Année universitaire : 2012 - 2013

Spécialité : Paysage

Spécialisation / option : Maîtrise d'œuvre et ingénierie

ANNEXES

Mesures de conservation de l'arbre existant dans les aménagements urbains

Par : Vincent PAILLAT

Volet à renseigner par l'enseignant responsable de l'option/spécialisation
ou son représentant

Date : .../.../... Signature

Bon pour dépôt (version définitive)

Autorisation de diffusion : Oui Non

Devant le jury :

Soutenu à Angers le : 19 septembre 2013

Sous la présidence de : Vincent BOUVIER

Maître de stage : Alain BERHAULT

Enseignant référent : Joséphine AUDEBERT

Autres membres du jury (Nom, Qualité) :

"Les analyses et les conclusions de ce travail d'étudiant n'engagent
que la responsabilité de son auteur et non celle d'AGROCAMPUS OUEST".

Annexe I : Diagnostic sanitaire d'un marronnier à Châteaubriant



DIRECTION TERRITORIALE

CENTRE – OUEST
- AUVERGNE -LIMOUSIN

DIRECTION DU DEVELOPPEMENT

BUREAU D'ETUDES OUEST

10 bis rue Sarrazin BP 82103
44020 NANTES CEDEX 1

Hervé DUMONTEL
Expert Arbre Conseil @
Maison forestière de chédouet
72600
LA FRESNAYE sur CHEDOUET
herve.dumontel@onf.fr
Portable : 06.17 78 16 56
Tel et fax : 02.43.97.80.96

CONSEIL GENERAL DE LOIRE-ATLANTIQUE

SITE DE CHATEAUBRIANT

Madame la chef de service

La Fresnaye sur chédouet, 20 mars 2013

Objet : Attestation examen d'un marronnier

Copie :

Je soussigné Hervé DUMONTEL expert Arbre Conseil de l'Office National des Forêts au sein du bureau d'études de Nantes.

Certifie m'être rendu au château de Châteaubriant le 19 mars 2013 et avoir examiné un marronnier situé à la limite de la propriété du CG44 et de la commune avec Monsieur Jérôme DUBILLOT. J'atteste de l'ensemble des éléments ci-dessous concernant cet arbre.

Conséquences d'ordre biomécanique du marronnier :

L'examen visuel met en évidence de nombreux défauts et problèmes. En tout premier lieu une déficience importante du système racinaire avec de nombreuses blessures et/ou mutilations de racines d'ancrage avec développement de pathogènes lignivores virulents.

Un examen de la partie basale du tronc fait apparaître de nombreux exsudats noirâtres trahissant une infestation par des pathogènes lignivores (sporophore dégradé) suspicion de ganoderme et d'ustulina champignons lignivores.

La partie du tronc face au château présente un décollement important de l'écorce avec apparition de nombreux filets mycéliens.

Nous avons sur une grande surface une colonisation immédiate des vaisseaux ligneux conducteurs par des pathogènes, dégradation irréversible entraînant à terme une destructuration du bois sous forme de pourriture blanche (disparition de la lignine).

Cet arbre a subi récemment une taille de réduction, induisant un affaiblissement physiologique (perte de la masse foliaire) ainsi qu'une dépense énergétique importante et durable (nombreux réitérats traumatiques) pendant le processus de compartimentation des blessures sachant que le marronnier fait parti des arbres ayant une grande difficulté à « cicatriser ».

De plus il est vraisemblable que cet arbre soit infesté par le black-rôt (champignon sur les feuilles) provoquant un roussissement au cours du mois d'août, ainsi que la mineuse insecte se développant dans le limbe de la feuille..

En conclusion :

Déficiences racinaires graves, dégradation importante du tronc par des agents pathogènes, aucune rémission ne peut être envisagée bien au contraire.

Cet arbre présente un danger important pour les usagers avec risque de déracinement et/ou de rupture du tronc ou de branches sans signe avant-coureur spécifique.

Dans ces conditions l'abattage sécuritaire doit être réalisé.

Telle est la présente attestation, délivrée pour servir et valoir ce que de droit, fait à la Fresnaye sur Chédouet le 20 mars 2013.

L'Expert Arbre Conseil ® Hdumontel



Annexe II : Barème d'évaluation de la valeur d'un arbre

Ville de Nantes, sous arrêté municipal en date du 25 avril 1978

La valeur d'un arbre est obtenue en multipliant les indices suivant :

1 – Indice selon l'espèce et la variété

Cet indice est destiné à mettre en valeur la rareté d'une espèce ou d'une variété (le coût d'un jeune magnolia est dix fois plus élevé que celui d'un platane).

L'indice est basé sur le prix de vente moyen au détail de l'espèce et de la variété concernée appliqué par les pépiniéristes des Pays de Loire pour l'année en cours.

La valeur retenue est égale au dixième du prix de vente à l'unité d'un arbre 10/12 (feuillus) ou 150/175 (conifère).

2 – Indice selon la valeur esthétique et l'état sanitaire :

La valeur de l'arbre est affectée d'un coefficient variant de 1 à 10 en fonction de la beauté, de la vigueur, de l'état sanitaire et de la situation de l'arbre.

- 10 : sain, vigoureux, solitaire remarquable
- 9 : sain, vigoureux, en groupe de 2 à 5 remarquable
- 8 : sain, vigoureux, en groupe ou en alignement
- 7 : sain, végétation moyenne, solitaire
- 6 : sain, végétation moyenne, en groupe de 2 ou 5
- 5 : sain, végétation moyenne, en groupe ou en alignement
- 4 : peu vigoureux, âgé, solitaire
- 3 : peu vigoureux, en groupe ou mal formé
- 2 : sans vigueur, malade
- 1 : sans valeur

3 – Indice selon la situation

Pour des raisons biologiques, les arbres ont plus de valeur en ville qu'en zone rurale. Le développement de l'arbre est perturbé dans les agglomérations en raison du milieu défavorable.

L'indice est de :
10 au centre ville
8 en agglomération
6 en zone rurale

4 – Dimension

La dimension des arbres est donnée par leur circonférence à 1 mètre du sol. L'indice exprime l'augmentation de la valeur en fonction de l'âge, mais ne tient pas compte de la diminution des chances de survie pour les arbres les plus âgés.

Dimension	Indice	Dimension	Indice	Dimension	Indice
10 à 14	0,5	140	14	340	27
15 à 22	0,8	150	15	360	28
23 à 30	1	160	16	380	29
40	1,4	170	17	400	30
50	2	180	18	420	31
60	2,8	190	19	440	32
70	3,8	200	20	460	33
80	5	220	21	480	34
90	6,4	240	22	500	35
100	8	260	23	600	40
110	9,5	280	24	700	45
120	11	300	25		
130	12,5	320	26		

CALCUL DE LA VALEUR D'UN ARBRE

A titre d'exemple, voici en appliquant le barème précédent la valeur d'un platane de 35 cm de diamètre (109,9 cm de circonférence), situé dans un alignement cours des 50 Otages.

1 – Indice selon l'espèce :

Platane 10/12 : 93,80 F (prix janvier 1981)

$$I_1 = 93,80 \times \frac{1}{10} = 9,38 \text{ F}$$

2 – Indice selon la valeur esthétique et l'état sanitaire :

L'arbre considéré étant sain, vigoureux et placé en alignement, on prendra :

$$I_2 = 8$$

3 – Indice selon la situation :

L'arbre étant situé au centre de la ville, on prendra :

$$I_3 = 10$$

4 – Dimension :

La circonférence étant de 109,9 cm, on prendra l'indice correspondant à 110 cm, soit :

$$I_4 = 9,5$$

Valeur globale de l'arbre :

$$I_1 \times I_2 \times I_3 \times I_4 = 9,38 \times 8 \times 10 \times 9,5 = 7\,128,80 \text{ F}$$

Source : **Jancel R. (1981)**. *L'arbre dans les rues de Nantes*, L.N.G., Nantes, 132 p.



Diplôme : Diplôme d'Ingénieur de l'Institut Supérieur des Sciences
Agronomiques, Agroalimentaires, Horticoles et du Paysage
Spécialité : Paysage
Spécialisation / option : Maîtrise d'Œuvre et Ingénierie
Enseignant référent : Joséphine AUDEBERT

Auteur(s) : Vincent PAILLAT

Date de naissance : 03/01/1990

Nb pages : 40 Annexe(s) : 2

Année de soutenance : 2013

Organisme d'accueil : Atelier 360°

Adresse : Le Moulin du Bois Rivaud
44810 Héric

Maître de stage : Alain BERHAULT

Titre français : Mesures de conservation de l'arbre existant dans les aménagements urbains

Titre anglais : Conservation measures of the existing tree in urban development

Résumé :

L'arbre en ville est devenu une préoccupation majeure en matière d'environnement et de développement durable. Conserver au mieux notre patrimoine arboré est une façon de le faire perdurer pour répondre à cet enjeu. Face à l'accroissement de l'urbain, les conditions de survie sont bien souvent dégradées, les aménagements devront alors prendre en considération l'ensemble des contraintes pour laisser les arbres exprimer leur potentiel esthétique, social, environnemental et patrimonial. L'arbre urbain est fortement dépendant de son environnement, qui, conditionné par l'activité humaine, apparaît bien souvent comme hostile à son bon développement et sa bonne santé. Un état des lieux et un ensemble de diagnostics sont nécessaires pour bien identifier l'arbre et cerner l'ensemble des contraintes qui peuvent influencer sur le projet. En tant qu'élément structurant du paysage, il est à inscrire au cœur du projet comme composante directrice de la conception. La réussite de la conservation tient pour beaucoup à l'implication de chacun des acteurs. Des solutions existent, les mesures réglementaires sont autant d'outils contre la disparition des arbres de notre paysage. Les solutions d'aménagement en réponse aux besoins d'espace, de sol, d'accès à l'eau et de richesse du milieu sont aussi nombreuses que le permet l'imaginaire des concepteurs.

Abstract :

The urban tree has become a major concern for the environment and sustainable development. Preserve our tree heritage is a way to carry on it for answer this stake. With the increase of urbanization, survival conditions are often degraded, facilities must then consider the constraints to allow the trees to express their aesthetic, social, environmental and heritage potential. Urban tree is highly dependent on its environment, conditioned by human activity, it appears often as hostile to their proper development and good health. An inventory and a set of diagnostics are needed to properly identify the tree and identify the constraints that may affect the project. As a structuring element of the landscape, it is to be included at the heart of the project. The conservation success is largely due to the involvement of each player. Solutions exist, regulatory measures are tools against the disappearance of trees in our landscape. The development in response to the needs of space, soil solutions, access to water and richness of the environment are as numerous as the imagination allows designers.

Mots-clés :

Arbre, arbre existant, protection, conservation, aménagement, urbain, projet