



HAL
open science

L'arbre en ville : le paysagiste concepteur face aux contraintes du projet urbain

Stéphane Le Gourrierc

► **To cite this version:**

Stéphane Le Gourrierc. L'arbre en ville : le paysagiste concepteur face aux contraintes du projet urbain. Sciences agricoles. 2012. dumas-00739439

HAL Id: dumas-00739439

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-00739439>

Submitted on 8 Oct 2012

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
Centre d'Angers

2 rue André Le Nôtre
49045 ANGERS Cedex 01
02 41 22 54 54



AMÉNAGEMENT & ENVIRONNEMENT

SCE Nantes
Aménagement & Environnement

5 avenue Augustin-Louis Cauchy
44307 NANTES Cedex 03
02 40 68 51 55

Mémoire de Fin d'Etudes

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

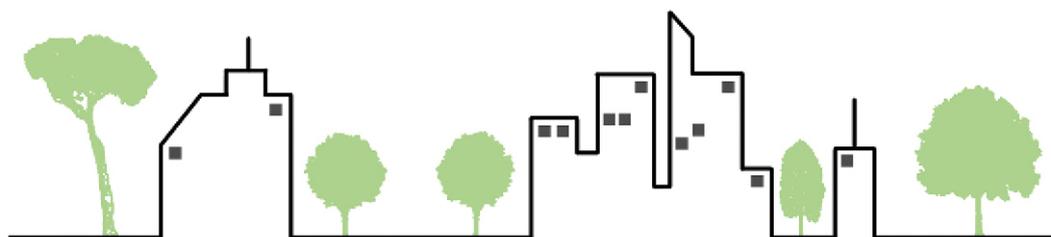
Année universitaire : 2011 - 2012

Spécialité : Paysage

Spécialisation / option : Maîtrise d'Oeuvre et Ingénierie

L'arbre en ville : le paysagiste concepteur face aux contraintes du projet urbain.

Par : Stéphane LE GOURRIEREC



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

Bon pour dépôt (version définitive)

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

Autorisation de diffusion : Oui Non

Devant le jury :

Soutenu à Angers, le 24 septembre 2012.

Sous la présidence de : Christophe MIGEON

Maître de stage : Laura LEMOINE

Enseignant référent : Cyril FLEURANT

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 diffusion du mémoire

A remplir par l'auteur⁽¹⁾ avec le maître de stage.

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

➤ A l'issue de la période de confidentialité **ou** si le mémoire n'est pas confidentiel, merci de renseigner les éléments suivants :

Référence bibliographique diffusable⁽³⁾ : oui non

Résumé diffusable : oui non

Mémoire consultable sur place : oui non

Reproduction autorisée du mémoire : oui non

Prêt autorisé du mémoire : oui non

.....

Diffusion de la version numérique : 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 :

Angers, le

Le maître de stage⁽⁴⁾,

L'auteur⁽¹⁾,

L'enseignant référent,

(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

Ce mémoire clos plusieurs années de formation d'ingénieur paysagiste. Je tiens à remercier les personnes qui m'ont aidé de près ou de loin dans cette rédaction.

Tout d'abord un grand merci à Laura Lemoine, ma maîtresse de stage, pour m'avoir accompagné durant ce stage et pour ses conseils dans la rédaction de ce mémoire.

Merci à toutes les personnes de SCE qui m'ont si bien accueilli dans leur équipe, notamment le pôle Urbanisme & Paysage au sein duquel j'évoluais.

Merci à Cyril Fleurant, mon tuteur de stage, pour son écoute et son aide tout au long de ces six mois.

Merci à toutes les personnes que j'ai contacté et qui ont accordé un peu de leur temps pour mon travail : collaborateurs SCE, enseignants d'Agrocampus Ouest, professionnels...

Merci aussi aux relecteurs attentionnés pour leurs conseils avisés.

Une pensée également pour tous les étudiants, d'Agrocampus Ouest et d'ailleurs, qui ont vécu tout comme moi ces moments qui marquent la fin d'une année, la fin d'une période.

Une pensée particulière pour Eric Pignon et Johan Neveu qui m'ont accompagné durant le quotidien de la vie nantaise.

Je n'oublie pas mes amis et ma famille à qui je dois beaucoup.

Et enfin merci aux arbres, car n'oublions pas que nous dépendons de leur présence.

Table des matières

Remerciements	
Glossaire	
Liste des abréviations.....	
Liste des illustrations	
Liste des annexes	
Avant-propos	
Introduction.....	1
Chapitre I. L'arbre en ville : le végétal en milieu contraint.....	2
I.1 L'arbre, un être vivant	2
I.1.1 Définition de l'arbre.....	2
I.1.2 Stades de développement et croissance.....	2
I.1.3 Les racines ont un rôle vital.....	3
I.2. Le milieu urbain	5
I.2.1 Le sol pour respirer, boire et manger	6
I.2.2 Les apports de l'arbre en milieu urbain	6
I.3. L'arbre urbain a une histoire !.....	7
I.3.1 Antiquité et Moyen-Âge : de l'arbre symbole à l'arbre utilitaire	7
I.3.2 Le 18 ^e siècle et la « naissance de l'arbre urbain »	7
I.3.3 Au 19 ^e siècle, l'arbre devient un « outil » de l'urbaniste	7
I.3.4 Fin du 20 ^e siècle : de l'indifférence à la reconquête de l'arbre en ville	8
I.4. Des disciplines propres à l'arbre en ville ?	9
I.5. L'arbre et la législation : l'influence du cadre juridique sur les projets	9
I.5.1 L'arbre et l'urbanisme	9
I.5.2 L'arbre et le domaine privé	10
I.5.3 Les chartes paysage et chartes de l'arbre.....	10
I.5.4 Les travaux de plantation	11
Chapitre II. Accueillir l'arbre en ville	12
II.1. La conception d'un plan de plantation	13
II.1.1 Intégrer les risques phytosanitaires dès la conception paysagère	14
II.1.2 La diversité, « un enjeu esthétique, écologique et culturel »	14
II.1.3 Quelle distance pour les plantations ?.....	15
II.2. L'arbre en pépinière.....	16
II.2.1 Les catégories de plants.....	16
II.2.2 Les conditionnements.....	17

II.3. La plantation des arbres répond à leurs besoins physiologiques	18
II.3.1 Concilier travaux et époque de plantation	18
II.3.2 Concevoir les fosses de plantation.....	18
II.3.3 Les mélanges de plantation.....	19
II.3.4 Anticiper la présence des réseaux	21
II.3.5 La question de l'eau pour les plantations d'arbres	21
II.4. La protection des arbres : une évolution du mobilier urbain	22
II.4.1 Quelle couverture pour le sol ?.....	22
II.4.2 Tuteurage, ancrage et haubanage	23
II.4.3 D'autres protections pour garantir la protection de l'arbre.....	23
II.5. L'entretien et la taille : une histoire de pratique !	24
Chapitre III. L'arbre urbain, partie intégrante de la réflexion de projet	25
III.1. Les acteurs autour de l'arbre	26
III.2. La représentation de l'arbre dans les projets d'aménagement.....	27
III.2.1 Le plan masse et le plan de plantation (2D).....	28
III.2.2 Les perspectives (3D).....	28
III.2.4 La palette végétale, un outil du paysagiste	29
III.3. D'autres manières de composer avec l'arbre	30
III.3.1 « Petit sujet vs. gros sujet ».....	30
III.3.2 Conserver ou replanter ?.....	30
III.3.3 L'arbre spontané, une « composition de la nature »	32
III.3.4 L'arbre et l'urbanisme végétal	32
III.3.5 Arbre et architecture	33
III.4. Formation, recherche et communication autour de l'arbre en ville	34
III.4.1 Les villes, premiers investigateurs de l'arbre urbain.....	34
III.4.2 L'importance de la communication dans la diffusion de l'information.....	34
III.4.3 Plante et Cité, un acteur majeur des connaissances et innovations	35
III.4.4 De nombreuses associations en lien avec l'arbre	35
III.4.5 D'autres pistes d'étude : le sol, l'air et l'eau !	36
Conclusion.....	38
Bibliographie.....	39
Annexes	
Résumé.....	

Glossaire*

Angiosperme : plante dont les ovules sont protégés dans un organe clos, la carpelle, devenant graine dans une cavité dénommée fruit.

Anthrosol : sol fabriqué par l'homme ou transformé par les activités humaines.

Arbre d'ornement (ou d'agrément) : arbre utilisé pour introduire le végétal en ville, pour « embellir » la ville. Contrairement à l'arbre de production, le but recherché n'est pas la production de bois ou de fruits pour l'industrie ou l'agroalimentaire.

Echaudure : nécrose corticale orientée qui apparaît sur les jeunes arbres quelques années après transplantation, sur le côté orienté sud-ouest du tronc (implication du rayonnement solaire).

Essence : synonyme d'espèce en langage forestier, et par extension en paysage.

Espace plantable : espace qui représente l'ensemble des espaces aériens et souterrains réservés à la plantation.

Gymnosperme : végétal ligneux dont les ovules nus sont directement accessibles au pollen.

Ligneux : se dit d'un végétal qui produit de la lignine.

Méristème : massifs de cellules indifférenciées qui conduisent aux différents organes et tissus de la plante (croissance en longueur et en largeur).

Phloème : tissu conducteur de la sève élaborée.

Plante exotique : plante poussant hors de son aire naturelle (non indigène au lieu). Elle s'oppose à une plante dite locale qui elle vit dans son aire naturelle.

Trou de plantation : espace de la fosse de plantation destiné à recevoir la motte (1 à 4 m³)

Xylème : tissu conducteur de la sève brute.

*L'Annexe 1 présente la terminologie et des rappels de fonctionnement de l'arbre.

Liste des abréviations

AFNOR : Association Française de Normalisation

ASTREDOHR : Association nationale des structures d'expérimentation et de démonstration en horticulture

CAUE : Conseil d'Architecture, d'Urbanisme et de l'Environnement

CCTG : Cahier des Clauses Techniques Générales

CCTP : Cahier des Clauses Techniques Particulières

Certu : Centre d'Etudes sur les Réseaux, les Transports, l'Urbanisme et les constructions publiques

EBC : Espace Boisé Classé

ENA : European Nurseystock Association

ENS : Espace Naturel Sensible

ETP : Evapotranspiration

EVP : Espace Vert à Protéger

IDF : Institut pour le Développement Forestier (institut technique de la forêt privée)

INRA : Institut National de la Recherche Agronomique

ISO : International Standard Organization

PBI : Protection Biologique Intégrée

PNR : Parc Naturel Régional

PLU : Plan Local d'Urbanisme

RFF : Revue Forestière Française

SCOT : Schéma de Cohérence Territoriale

SEMITAN : Société d'Economie Mixte des Transports de l'Agglomération Nantaise

SEV : Service Espaces Verts

SFA : Société Française d'Arboriculture

ZPPAUP : Zone de Protection du Patrimoine Architectural, Urbain et Paysager

Liste des illustrations

- Figure 1 : Hauteur et grandeur des arbres (Larue, 1996)
- Figure 2 : Exemples de systèmes racinaires (Bracciano, 1995)
- Figure 3 : La hauteur de l'arbre et la longueur des branches et des racines (Hallé, 2011)
- Figure 4 : Schéma de l'ensemble des facteurs agissant sur les arbres en milieu urbain (Garrec J.-P., 1989 ; d'après Domergue 1983)
- Figure 5 : Image de couverture de « L'arbre au Moyen Âge » [2], photo aérienne des Champs Elysées (Sami Sarkis, 2008) et platanes sur la Place de l'Horloge à Avignon (Le Gourriérec, 2011)
- Figure 6 : Evolution de la situation de l'arbre urbain au 20^e siècle (d'après la Charte de l'Arbre du Grand Lyon, 2011)
- Figure 7 : Protections temporaires de chantier à Nantes (Le Gourriérec, 2012)
- Figure 8 : Vie de l'arbre et projet de plantation (Le Gourriérec, 2012)
- Figure 9 : Critères de choix de l'arbre en milieu urbain (Le Gourriérec, 2012)
- Figure 10 : Extrait d'un plan d'aménagement route de Saint Joseph à Nantes (SCE, 2012)
- Figure 11 : Principales catégories de plants en pépinière (Le Gourriérec, 2012 ; d'après Bonardot, 2004)
- Figure 12 : Principaux conditionnements de plants en pépinière (Le Gourriérec, 2012 ; d'après Bonardot, 2004)
- Figure 13 : Cellule Silva Cell développée par GreenMax (GreenMax, 2012)
- Figure 14 : Schéma de principe d'une fosse de plantation avec mélange terre-pierres (Le Gourriérec, Nantes, 2012).
- Figure 15 : Protection des réseaux à proximité des systèmes racinaires (Guinaudeau, 2010)
- Figure 16 : Exemples de protections et de mobilier urbain (Le Gourriérec, 2012)
- Figure 17 : Trois systèmes pour stabiliser les arbres (Le Gourriérec, 2011)
- Figure 18 : Alignement de chênes sur un boulevard nantais (Le Gourriérec, 2012)
- Figure 19 : Schéma des différentes phases d'un projet de marché public (Le Gourriérec, 2012)
- Figure 20 : Perspective montrant l'aménagement proposé par l'atelier d'urbanisme François Grether pour la réhabilitation des berges de Maine (Phytolab, 2011)
- Figure 21 : Différentes représentation d'un Magnolia (Le Gourriérec, 2012 ; SCE, 2006)
- Figure 22 : Extrait d'une palette végétale pour la Place des Jacobins au Mans (SCE Le Mans, 2012)
- Figure 23 : Transplantation de Magnolias à Nantes (Frédéric Fouan SCE, 2012)
- Figure 24 : Photographie de Martes-Tolosane issue de la Documentation française (Mollie, 2009).
- Figure 25 : Tours Bosco Verticale à Milan en Italie (Studio Boeri, 2012)
-
- Tableau 1 : Apports et risques liés à l'arbre en ville (Le Gourriérec, 2012)
- Tableau 2 : Périodes de plantations à favoriser (Le Gourriérec, 2012)
- Tableau 3 : Volume et profondeur minimales des fosses de plantations (d'après le Fascicule 35 - Aménagements paysagers...).
- Tableau 4 : Recueil d'associations agissant en lien avec l'arbre en ville (Le Gourriérec, 2012).

Liste des annexes

Annexe I : Terminologie et fonctionnement de l'arbre

Annexe II : Le milieu urbain

Annexe III : Le sol

Annexe IV : Charte Européenne de l'arbre d'agrément

Annexe V : Principales étapes de conception et réalisation de plantations

Annexe VI : Listes d'espèces à proscrire dans certaines situations

Annexe VII : Utilisations de l'arbre dans l'espace urbain (urbanisme végétal)

Annexe VIII : Critères de choix des arbres en pépinière

Annexe IX : Quelques exemples de fosses de plantation

Annexe X : Exemples de systèmes d'irrigation adaptés aux arbres

Annexe XI : Critères de choix des revêtements

Annexe XII : La diversité du mobilier urbain

Annexe XIII : Plan masse avec plantations

Annexe XIV : Coupes et détails

Annexe XV : Principaux programmes d'études et d'expérimentations en lien direct avec l'arbre urbain menés par Plante & Cité

Avant-propos

Le végétal est l'une des raisons qui m'ont poussé à travailler dans le domaine du paysage. Dans le règne végétal, j'ai toujours été fasciné par la grandeur des arbres. Plus jeune, je me souviens d'un hêtre centenaire dont j'admirais l'architecture et la force qu'il dégageait du haut de ses trente mètres. En milieu urbain, l'arbre prend une autre mesure. Contraint par les aménagements de l'homme, il se développe pourtant pour former de véritables structures végétales. Mais ce qui me marque le plus est la manière dont il arrive à trouver l'eau dans des sols aussi contraignants. Ce monde souterrain auquel on pense si peu est pourtant la base de ces êtres vivants.

Aborder le sujet de l'arbre en ville me semblait une continuité logique avec ma formation d'ingénieur paysagiste. Je pourrais d'ailleurs résumer mon choix avec la citation suivante :

« La ville étant l'un de nos sites privilégiés d'intervention, il est normal d'étudier les arbres dans l'un des milieux qui leur est le plus hostile, le milieu urbain. »

Charles-Maternelle Gillig (architecte paysagiste, professeur HES)

Mais voilà, l'arbre est un sujet si vaste qu'il a été difficile de porter mon attention sur une approche unique. Petit à petit je suis donc revenu à une question qui occupe mon attention depuis que j'évolue dans le domaine du paysage : comment concevoir des projets de plantation durables ?

En effet face à ces multiples contraintes l'arbre offre pourtant de multiples possibilités en termes de conception et d'insertion dans les sites urbains (en plus de leurs multiples intérêts). Voyons comment nous pouvons l'aider à pousser dans nos villes...

Introduction

L'arbre en ville est un sujet d'étude complexe car de multiples approches sont possibles : biologique, esthétique, technique, écologique, sociale voire politique. C'est un parfait exemple de la pluridisciplinarité du paysage.

Les bénéfices et les inconvénients de l'arbre sont désormais évoqués dans des livres ou fascicules montrant leur importance dans les villes. Leurs utilisations sont aussi décrites, tout comme leurs formes, ports, ou couleur. Les catalogues de pépiniéristes sont d'ailleurs de plus en plus détaillés, indiquant leur comportement en milieu urbain et précisant entre autres leur résistance au gel, leur comportement à proximité des réseaux, leur tolérance aux tailles particulières (exemple du catalogue des pépinières Van den Berk édité en 2004).

Le travail récent d'une étudiante d'Agrocampus Ouest explore d'ailleurs ce sujet en montrant l'apport et les possibilités de l'arbre dans les projets urbains (Aude Favre, 2011).

Mon travail en bureau d'étude chez SCE à Nantes m'a conduit vers d'autres interrogations. Certes un projet de plantation apporte une valeur esthétique immédiate à un projet, mais c'est avant tout des choix précis réalisés du concepteur au gestionnaire qui garantissent un projet réussi. Je voulais donc en savoir plus sur les clés de réussite des plantations. Dans quelle mesure le paysagiste concepteur peut-il intervenir ? Comment mieux comprendre les spécificités de l'arbre urbain pour réaliser de meilleur choix ?

Planter des arbres en ville n'est pas seulement une question de technique et d'adaptation de l'arbre dans son environnement. En tant qu'aménageur il est nécessaire d'avoir une approche globale de la situation de l'arbre en ville. Une telle approche doit permettre de se positionner par rapports aux maîtres d'ouvrage et de justifier les choix d'aménagement. Elle devra analyser les opérations pratiquées autour de l'arbre et devra permettre d'avoir une vision en continue de l'arbre depuis la conception jusqu'à son développement futur. C'est donc un questionnement sur tous les éléments qui interviennent dans le choix du maître d'œuvre. Notre réflexion portera donc sur « **L'arbre en ville : le paysagiste concepteur face aux contraintes du projet urbain.** »

L'arbre que nous évoquerons n'est pas l'arbre de nos forêts mais bien celui de nos villes, que l'on nomme parfois arbre d'ornement. Nous focaliserons notre attention sur le rôle du paysagiste concepteur (maître d'œuvre) dans les projets urbains.

Premièrement nous aborderons l'arbre et son milieu, la connaissance de l'arbre étant la base des choix techniques à réaliser. Nous verrons notamment que les conditions du milieu urbain ont une influence sur le développement du végétal.

Le second chapitre sera plus opérationnel et montrera les éléments à prendre en compte dans le choix de l'arbre et de son implantation en fonction des conditions du site. Nous illustrerons ainsi notre propos par des exemples concrets.

Enfin nous prendrons un peu de recul pour traiter de la démarche de projet et du rôle des différents acteurs par rapport à la vie de l'arbre. Cela passera par la représentation de l'arbre dans les projets et des manières originales de l'intégrer à l'urbanisme. Une présentation des recherches et rencontres actuelles autour de l'arbre constituera une base de discussion par rapport à la problématique.

Chapitre I. L'arbre en ville : le végétal en milieu contraint

Avant même de savoir l'utiliser dans les aménagements, la connaissance de l'arbre est à la base des choix à réaliser en conception, en réalisation et en gestion.

I.1 L'arbre, un être vivant

I.1.1 Définition de l'arbre

Les arbres sont des êtres complexes qui présentent une grande variété, si bien qu'il est difficile d'en donner une définition complète. Aucun consensus ne semble exister à l'heure actuelle. Cependant plusieurs définitions s'accordent sur les éléments suivant : la production de lignine (végétal ligneux), végétal atteignant au moins sept mètres de hauteur (« grand » végétal), formation d'un tronc et de branches (croissance secondaire). Cependant une telle définition peut paraître incomplète, notamment au point de vue de la hauteur. Dans l'ouvrage « Aux origines des plantes » édité en 2008, Francis Hallé apporte une définition qui prend en compte la « notion intuitive que chacun a de l'arbre » et tente d'englober les arbres de tous les pays et de toutes les époques. Mais c'est aussi une plante à longue durée de vie. Ses conditions lui permettent d'atteindre plusieurs décennies voire plusieurs siècles. C'est certainement l'élément le plus durable d'un projet à condition qu'il soit bien mené.

En tant qu'être vivant, l'arbre a des besoins vitaux. Sa vigueur dépend d'un équilibre entre partie aérienne et partie souterraine. Cet équilibre important est déstabilisé en ville, car la partie souterraine est souvent le facteur qui limite le développement. Les racines jouent pourtant un rôle indispensable. En effet les racines et les feuilles sont à la base de l'élaboration de sève brute et de sève élaborée. Ces sèves vitales circulent dans des tissus conducteurs en périphérie des troncs, des branches et des racines : la sève brute dans le xylème et la sève élaborée dans le phloème.

On rappellera que l'on distingue deux grands types d'arbres :

- les caducs ou angiospermes¹ qui perdent leur feuillage en hiver (aussi appelés « feuillus »)
- les conifères ou gymnospermes dont les feuilles sont persistantes (aussi appelés « résineux »). Le mélèze, le ginkgo et le cyprès-chauve font exception car ils perdent leurs feuilles en hiver.

I.1.2 Stades de développement et croissance

La connaissance des stades de développement des arbres est primordiale pour anticiper l'évolution d'un projet de plantation. Après la naissance issue de reproduction par graine ou de multiplication végétative, on distingue quatre stades de croissance :

- le stade juvénile où la croissance est forte, le végétal présente de fortes capacités d'adaptation
- le stade adulte où l'arbre croît surtout en volume (tronc, couronne et système racinaire)
- la phase de maturité où l'arbre atteint sa hauteur « maximale », la croissance ralentie
- la phase de sénescence qui correspond au vieillissement puis la mort de l'arbre, caractérisée par une descente de cime.

A la plantation, la majorité des végétaux utilisés sont au stade juvénile. Ceux d'âge plus avancé correspondent à des sujets exceptionnels qui sont eux transplantés.

¹ Tous les angiospermes ne sont pas des arbres.

La plupart des ouvrages classent les arbres suivant leur « grandeur » ou leur « développement » (petit, moyen, grand). Ce classement peut varier suivant les auteurs. Pour cette étude nous retiendrons les hauteurs présentées ci-dessous en figure 1.

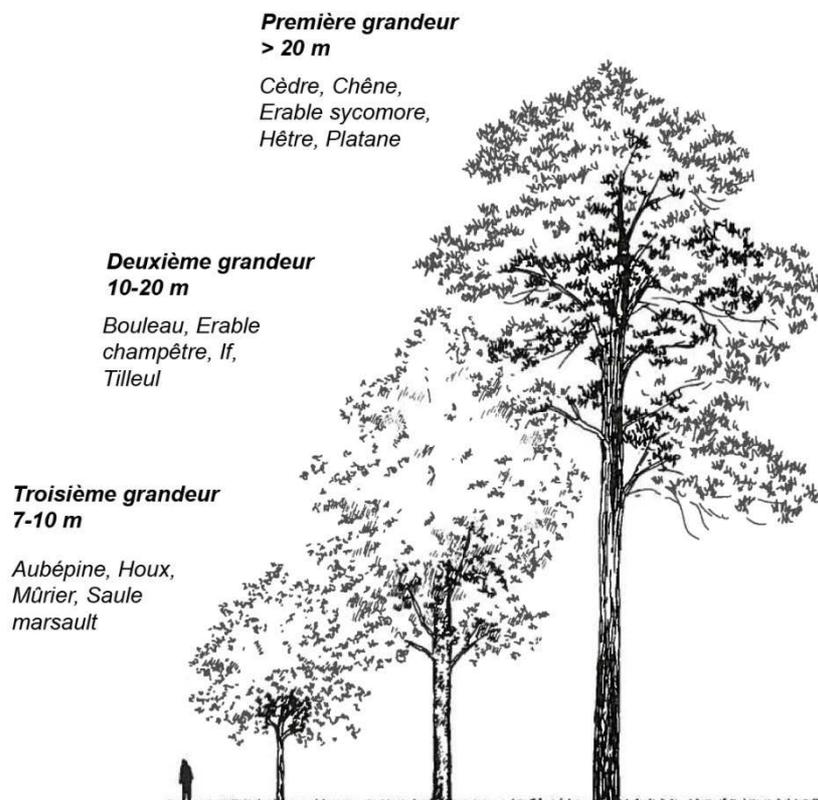


Figure 1 : Hauteur et grandeur des arbres (d'après Larue, 1996).

Les hauteurs que l'on retrouve dans les catalogues sont le plus souvent les hauteurs à maturité dans des conditions optimales. On comprend alors qu'en ville certains arbres n'atteindront pas cette hauteur.

Une autre mesure à prendre est celle des saisons et des cycles végétatifs. Outre l'aspect de l'arbre il ne faut pas oublier que les flux au sein des tissus de l'arbre vont être variables. La transpiration est un des moteurs de circulation de la sève brute depuis les racines vers les feuilles. La photosynthèse permet quant à elle l'élaboration de sève élaborée qui circule dans toutes les parties vivantes de l'arbre (Annexe 1).

Les plantes connaissent généralement deux ou trois phases de croissance relativement importantes au cours de l'année. Selon les espèces la croissance peut être rythmique ou continue, et dépend de facteurs climatiques comme la température et la photopériode. En hiver les végétaux observent une période de repos végétatif (état de dormance). Les tissus comme les méristèmes ne se développent plus, la vie de l'arbre est ralentie. Au printemps la circulation de la sève reprend activement et de nouveaux rameaux et feuilles se mettent en place (débourrement). En été les températures sont plus chaudes et les conditions sont moins favorables à la croissance, l'arbre cherche alors d'avantage à limiter ses pertes en eau.

1.1.3 Les racines ont un rôle vital

Les racines ont trois fonctions principales : l'alimentation en eau et en éléments minéraux, l'ancrage dans le sol et le stockage de réserves. La plupart des espèces ont des racines pivotantes ou traçantes, mais l'architecture racinaire est propre à chaque espèce (figure 2).

Les racines ligneuses plus importantes assurent l'ancrage, tandis que les racines plus fines non ligneuses forment un chevelu qui assure l'alimentation de l'arbre.

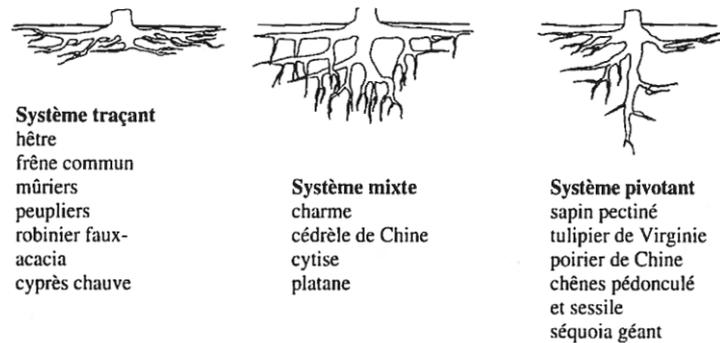


Figure 2 : Exemples de systèmes racinaires (Bracciano, 1995).

Selon Didier Larue (1996), 95% des racines se trouvent dans 1,30 m de sol. La plupart des ouvrages montrent d'ailleurs des systèmes racinaires peu profond au regard du volume aérien, mais dont l'étendue peu dépasser la largeur du houppier. Dans des conditions optimales, la surface explorée par les racines dépasse celle du houppier (figure 3). Mais cette question du volume racinaire reste un aspect méconnu de l'arbre car les mesures sont difficiles à effectuer, il faut donc prendre ces informations avec précaution. Par ailleurs la répartition des racines autour de l'arbre n'est pas uniforme notamment à cause des vents dominant (Garapon et al., 1994).

En milieu urbain l'état des racines dépend du sol dans lequel elles évoluent. Chaque essence a sa propre sensibilité vis-à-vis des propriétés du sol et des variations de celles-ci. Les principales limites au développement des racines en ville sont liées au décapage du sol, à la section des racines (travaux de voiries et réseaux), à l'imperméabilisation des sols et à l'apport de remblais en pied d'arbre.

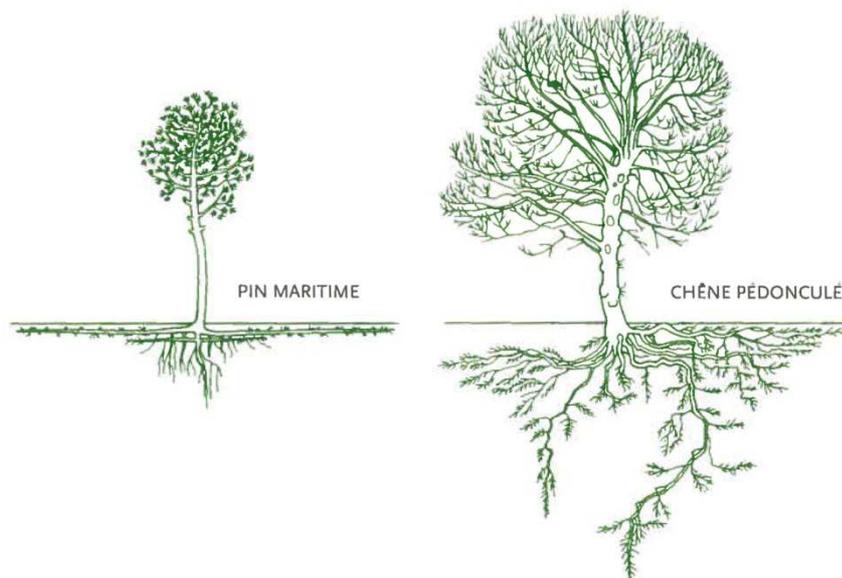


Figure 3 : La hauteur de l'arbre et la longueur des branches et des racines (Hallé, 2011).
« Ces deux arbres montrent que les racines peuvent être nettement plus longues que les branches. A gauche un résineux, imité de Drénou. A droite un feuillu, imité de Dellas. »

La mycorhize est une forme de symbiose entre les racines d'une plante et le mycélium d'un champignon. Le champignon fournit une plus grande surface racinaire à l'arbre, améliorant son alimentation, tandis que l'arbre fournit des éléments nutritifs au champignon. Certaines pépinières proposent désormais des « arbres mycorhizés », mais cette pratique concerne essentiellement la foresterie et l'arboriculture fruitière (vergers, trufficulture). On parle alors de « mycorhization contrôlée » [1]. Des tests de mycorhization contrôlée réalisés par l'INRA sur des arbres d'ornement ont montré une meilleure reprise et une meilleure croissance des arbres mycorhizés les premières années (Amann et al., 2008).

1.2. Le milieu urbain

Le milieu urbain s'oppose au milieu dit « naturel ». Il peut se définir comme l'ensemble des facteurs chimiques, physiques, biologiques et anthropiques qui interagissent sur le territoire de la ville (Bourgerie et Mailliet, 1993). Ce milieu se caractérise par des sols imperméables, un air plus chaud et plus pollué (polluants atmosphériques, gaz), une hygrométrie moins élevée. La luminosité peut être réduite sur de nombreux secteurs du fait de la présence de bâtiments relativement hauts. L'effet du vent peut être accentué dans certains couloirs ou par effet tourbillonnant. On peut donc parler d'un véritable climat urbain, et parfois de micro-climat urbain (Annexe II).

Pour l'arbre, ces caractéristiques sont autant de facteurs qui peuvent limiter son développement, notamment à cause des difficultés d'approvisionnement dans le sol (figure 4). Mais ses facultés d'adaptation lui permettent de survivre et même d'améliorer le climat urbain.

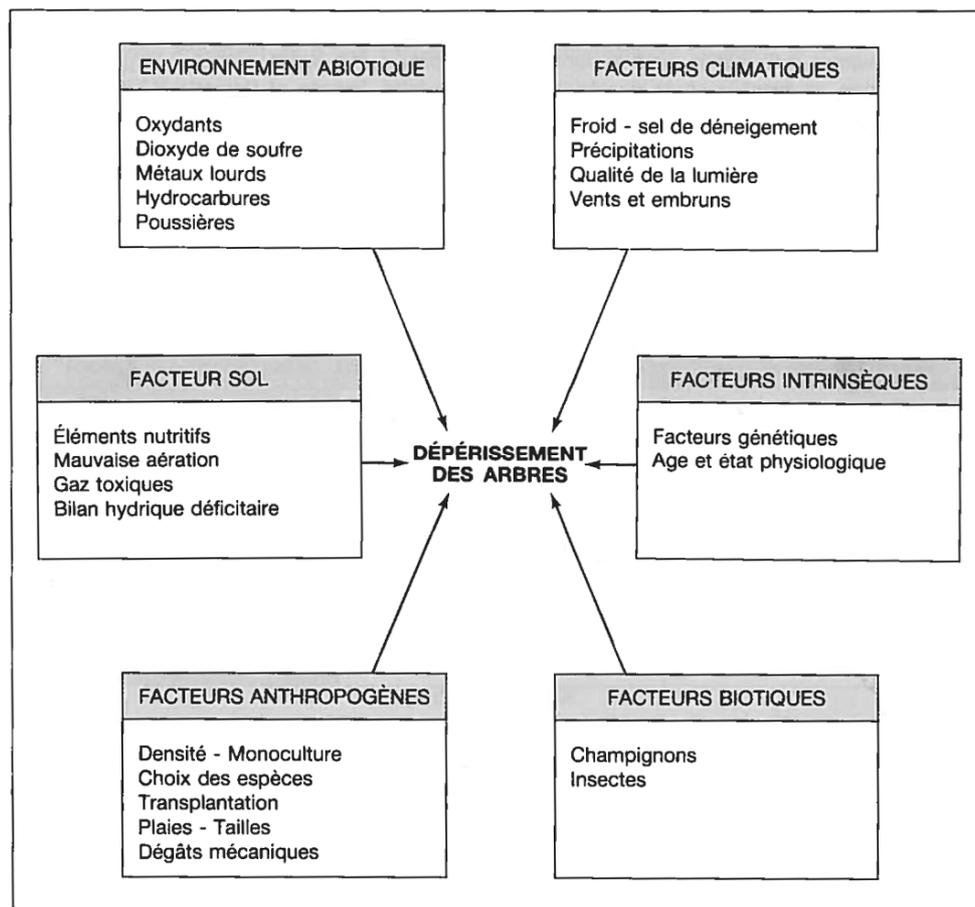


Figure 4 : Schéma de l'ensemble des facteurs agissant sur les arbres en milieu urbain (Garrec J.-P., dans « L'arbre en ville » de Guillard et Pardé, 1989).

1.2.1 Le sol pour respirer, boire et manger

Le sol est le support des plantations. Il joue le rôle d'alimentation en air, en eau et en éléments minéraux nécessaires au bon développement des arbres. Ses propriétés dépendent de ses constituants et de leurs interactions (Annexe III).

La majorité des sols urbains ont été modifiés par l'homme et présentent une grande hétérogénéité (terre végétale, terres de remblais, réseaux). Ils seraient d'ailleurs la cause de la majeure partie des problèmes rencontrés par l'arbre en ville (Bourgerie et Mailliet, 1993). La sécheresse, le tassement, la compaction, l'engorgement, le salage, les carences minérales, l'imperméabilisation sont autant de problèmes auxquels sont confrontées les plantations. Certains sols peuvent être pollués par des herbicides, métaux lourds, gaz ou huiles. De plus l'imperméabilisation du milieu urbain entraîne une perturbation de la recharge en eau des sols de plantations, provoquant soit une sécheresse, soit un engorgement (asphyxie). Les perturbations sont aussi d'ordre organique ou minéral, car il y a moins de régénération d'humus, moins de mycorhizes, et des carences ou excès de certains éléments.

Il convient donc d'anticiper ces problèmes dès la conception, en préconisant des terres et des volumes adaptés.

1.2.2 Les apports de l'arbre en milieu urbain

Tableau 1 : Apports et risques liés à l'arbre en ville (Le Gourriérec, 2012).

APPORTS	RISQUES ET INCIDENCES
FONCTION SOCIALE	POUR LES PERSONNES
Lieu de rassemblement	Blessure (chute de branche, épines...)
Action sur la santé	Pollens allergènes
Rôle pédagogique et éducatif	Présence de parasites (ex: chenilles)
FONCTION ECONOMIQUE	Toxicité (contact avec la peau, ingestion)
Valeur patrimoniale / Valeur des propriétés	Incidence sur la santé si manque d'arbres
Utilisation du bois	POUR LES BIENS
FONCTION ECOLOGIQUE	Chute d'arbre ou de branche sur bien matériel
Biodiversité	Réseaux aériens
Habitat	Réseaux souterrains
Continuité écologique	Chaussée déformée par les racines
AMELIORATION DU CADRE DE VIE	Feuilles et fruits sur le sol
Ombrage	Miellat en cas d'attaque de parasites
Atténuation des bruits	
Fonction esthétique et paysagère	
Apport d'ions négatifs	
Brise vent	
CLIMAT, AIR ET SOL	
Humidité de l'air plus élevée	
Air plus frais	
Purification de l'air	
Echanges gazeux (CO ₂ , O ₂)	
Stabilisation des sols	

Le tableau 1 montre que les bienfaits de l'arbre en milieu urbain ne manquent pas. En comparant ces apports aux risques en matière de sécurité, on comprend pourquoi il est un élément essentiel du paysage urbain. Ces aspects peuvent être mis en avant dans les projets en faveur de la conservation ou du renouvellement des plantations.

I.3. L'arbre urbain a une histoire !

Aucun projet de paysage ne se fait sans prendre en compte l'histoire du site. De la même manière aucun projet de plantation ne devrait se faire sans prendre en compte son historique. En effet à l'arbre est associé de nombreuses pratiques qui s'observent encore aujourd'hui, notamment dans leur mode de gestion : alignement, forme en têtard, rideaux...

I.3.1 Antiquité et Moyen-Âge : de l'arbre symbole à l'arbre utilitaire

Aborder l'histoire de l'arbre en ville amène à parler de l'histoire des jardins et du paysage. On peut d'abord mentionner le fort caractère symbolique que l'arbre a toujours occupé : Jardin d'Eden, Jardins de Babylone, « liaison terre-ciel », longévité. Les plantations autrefois moins nombreuses occupaient des emplacements particuliers comme les places, monastères ou cours intérieures (figure 5 page suivante). La plupart des sujets poussant alors de manière isolée ou en petit groupe, leur développement était de ce fait plus important. Ainsi au Moyen Âge, c'est autour des arbres des places que les festivités avaient lieu (Mollie, 2009), mais c'est aussi à ses branches que l'on y pendait certains condamnés. Leur utilité les rapprocha petit-à-petit des lieux de vie : l'arbre fruitier pour la nourriture, les grands sujets pour le bois de chauffage, la menuiserie ou l'armement.

I.3.2 Le 18^e siècle et la « naissance de l'arbre urbain »

La littérature s'accorde pour dire que l'arbre devient véritablement urbain au cours des 17^e et 18^e siècles. Sous l'influence des Médicis en Italie, les allées-promenades se développent ainsi que les alignements le long des routes. L'arbre devient alors un élément structurant permettant de créer de longues perspectives, soulignant ainsi les allées des grandes propriétés, les réserves de chasse des châteaux, les avenues etc. L'alignement reste aujourd'hui encore un fort symbole d'implantation du végétal en milieu urbain. André Le Nôtre en fera usage dans ses jardins à la française, à Versailles et autour de Paris : « C'est en pleine campagne que les Champs-Élysées ont été tracés et planté d'arbres par Le Nôtre, d'où l'exceptionnelle beauté de la célèbre avenue. » (Mollie, 2009).

I.3.3 Au 19^e siècle, l'arbre devient un « outil » de l'urbaniste

Au 19^e siècle, les arbres faisaient partie intégrante des projets d'Haussmann et d'Alphand (Viatte, 2002). La précision apportée au projet dès sa conception se vérifie encore aujourd'hui grâce aux plantations de qualité réalisées à l'époque (avenues, boulevards). Ainsi Paris s'est vue dotée d'arbres aux formes multiples dans ses squares, parcs et promenades... Le platane, l'orme et le tilleul étaient les espèces privilégiées. Avec les érables, marronniers, robiniers et peupliers d'Italie ils constituent la trame végétale principale du paysage urbain.

Aujourd'hui les plus beaux sujets que l'on rencontre datent de plantations effectuées aux 18^e et 19^e siècles, notamment dans les parcs privés.

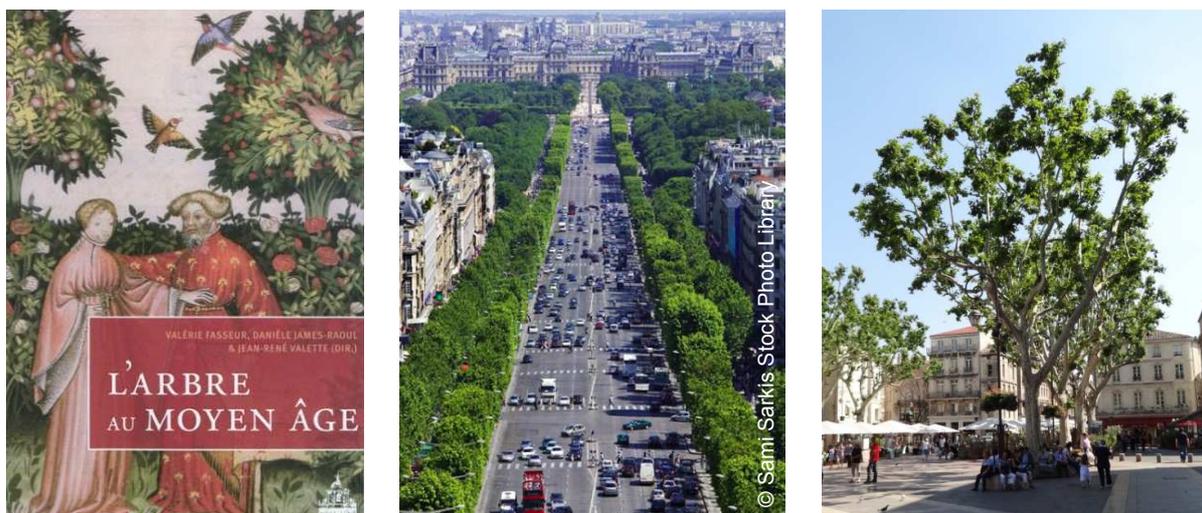


Figure 5 : De gauche à droite, image de couverture de « L'arbre au Moyen Âge » [2], photo aérienne des Champs Elysées (Sami Sarkis, 2008) et platanes sur la Place de l'Horloge à Avignon (Le Gourrièrec, 2011).

L'arbre a toujours été porteur de symboles, évoquant la relation entre la terre et le ciel. Il évolue ainsi avec les mentalités au cours de l'histoire. Aux Champs-Élysées l'alignement d'arbre souligne la perspective de l'avenue dessinée par le passé, et est ainsi symbole de grandeur. Les platanes ont été très largement utilisés au cours de l'histoire sur les avenues et les places, comme ici à Avignon.

1.3.4 Fin du 20^e siècle : de l'indifférence à la reconquête de l'arbre en ville

Après les années 50 et suite aux deux grandes guerres, le patrimoine arboricole des villes françaises commence à être malmené, laissant place aux constructions et au développement des voiries (figure 6). Dans les années 80, suite aux interventions mal raisonnées qui interviennent dans de nombreuses villes, une prise de conscience commence à faire son apparition, faisant se réunir les acteurs autour de l'arbre qui devient alors un bien à préserver et à mettre en valeur.

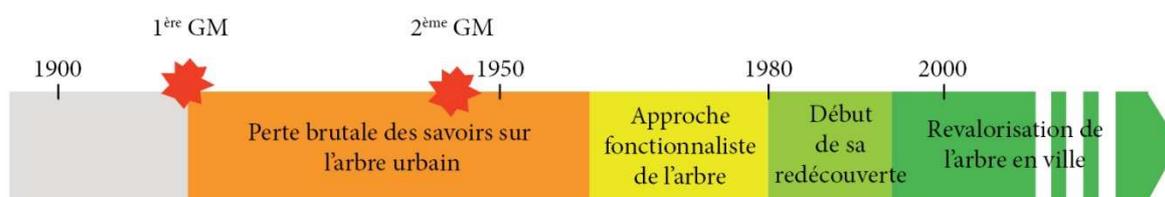


Figure 6 : Evolution de la situation de l'arbre urbain au 20^e siècle (d'après la Charte de l'Arbre du Grand Lyon, 2011) [5].

De nos jours les professionnels bénéficient de connaissances plus précises concernant l'arbre, et surtout une meilleure diffusion de l'information. Cela se traduit par de nouvelles méthodes de gestion : plan de gestion des espaces verts, gestion différenciée (« raisonnée »), chartes de l'arbre... Les prescriptions d'ordre technique ou juridique sont aussi abordées dans les CCTG, CCTP, PLU, ou plus largement les chartes paysagères. Enfin les mesures de classements et de protection des sites visent à protéger ce patrimoine végétal (voir 1.5).

I.4. Des disciplines propres à l'arbre en ville ?

Les conditions particulières de l'arbre en ville ont conduit au développement de « nouvelles » disciplines : foresterie urbaine, arboriculture urbaine, urbanisme végétal... Il est difficile de dire à quel point se recoupent ces domaines d'étude, leurs applications portant toutes sur la gestion du patrimoine arboré des villes.

Caroline Mollie a fortement contribué au développement de la condition de l'arbre urbain. Elle a notamment permis de faire connaître le terme d'urbanisme végétal qui se reporte au rapport entre la ville et le végétal, la manière dont s'insère le végétal dans la trame urbaine, et la manière de composer avec les espaces verts.

La foresterie urbaine se réfère quant à elle à une discipline distincte de la foresterie. Ce terme apparu en Amérique du Nord dans les années 60 reste peu utilisé dans la langue française (à la différence de « urban forestry » en anglais). Miller la définit comme telle (1988) : « l'approche intégrée et citadine de la plantation, de l'entretien et de la gestion des arbres urbains en vue d'assurer aux habitants des villes de multiples avantages écologiques et sociaux. » Elle peut aussi inclure l'aménagement des forêts à la périphérie des villes [3]. Cette discipline s'intéresse donc à l'arbre lui-même dans son milieu et à ses apports pour la ville et ses habitants (cadre de vie). L'approche n'est pas unique mais regroupe des considérations écologiques, sociales, économiques et géographiques. Les arbres d'une ville sont alors considérés comme un tout.

L'arboriculture urbaine concerne principalement la culture et l'entretien des arbres et non leurs utilisations industrielles ou commerciales.

Par ailleurs de nombreux inventaires du patrimoine arboré des villes sont réalisés pour en faciliter la gestion. Pour un paysagiste, la prise de connaissance de cet inventaire peut faciliter les choix de plantation. Nous n'aborderons cependant pas cet aspect en détail ici, l'inventaire résultant le plus souvent d'une démarche propre au gestionnaire, comme par exemple les Services Espaces Verts (SEV). Ces inventaires mènent le plus souvent à des plans de gestion ou s'intègrent dans des chartes de l'arbre.

I.5. L'arbre et la législation : l'influence du cadre juridique sur les projets

Que ce soit dans le domaine public ou privé, des lois et prescriptions permettent de cadrer les interventions sur le végétal. A différentes échelles, le Code civil, le Code de l'environnement ou le Code de l'urbanisme ont une influence sur la gestion de l'arbre en ville. Le Code pénal prévoit aussi des sanctions dans certains cas d'atteinte à la vie des arbres. Cependant des règlements et usages locaux peuvent être mis en place par les mairies, service d'urbanisme, règlements de lotissement ou de copropriété... devenant ainsi la règle à suivre.

I.5.1 L'arbre et l'urbanisme

Il faut noter que le statut de l'arbre en ville n'existe pas en tant que tel dans le Code de l'urbanisme, mais des dispositions relatives à l'arbre peuvent apparaître dans les SCOT et les PLU. Les PLU distinguent entre autres l'occupation des sols des communes avec les zones urbanisées, à urbaniser, agricole, naturelle etc. A ce titre ils permettent de repérer les zones boisées et les zones de protection qui peuvent limiter ou interdire l'abattage des arbres, voire obliger de planter [4].

En tant qu'élément du paysage, l'arbre entre en jeu dans la mise en valeur de nombreuses zones de protection. Ces espaces font l'objet d'une demande d'autorisation pour toute coupe ou abattage. Voici les principales mesures de protection qui peuvent concerner les arbres :

- Monument historique : le classement d'un monument permet de le protéger et de protéger ses abords. Les arbres présents dans le périmètre concerné peuvent donc bénéficier d'une protection.
- Espace Boisé Classé : ces EBC peuvent concerner les bois, forêts, parcs, alignements, arbres isolés ou haies à conserver, à protéger ou à créer.
- Espace Naturel Sensible
- Loi littoral : au titre de la protection des paysages, la loi littoral protège aussi les boisements présents dans ce périmètre (toute intervention doit être justifiée).
- Site inscrit et site classé : l'inscription entraîne une déclaration pour les travaux à effectuer, tandis que le classement entraîne une demande d'autorisation préalable.
- Zone de Protection du Patrimoine Architectural, Urbain et Paysager (ZPPAUP).

En agglomération des limites sont à respecter entre les plantations et les façades. Pour cela on peut se référer au règlement en application dans la ville, mais le mieux est de considérer les dimensions de l'arbre à l'âge adulte, comme nous le verrons au chapitre II. Une distance minimum de 3 mètres est à respecter avec les bâtiments, et en général 1,50 mètres avec les limites de chaussées. Les premières branches doivent aussi se situer à une hauteur minimum pour faciliter le passage des véhicules hauts comme les bus et les camions. D'autres règles existent à proximité des carrefours, le long des cours d'eau, des voies ferrées et des réseaux (Larcher et Gelgon, 2005).

1.5.2 L'arbre et le domaine privé

Le Code civil règle les relations entre les particuliers et concerne les dispositions générales concernant les plantations. La règle générale précise que les plantations de plus de 2 mètres doivent être plantées à 2 mètres de la limite séparative. Le long d'un mur, il n'existe pas de distance arrêtée, à condition que l'arbre ne dépasse pas la crête du mur. L'entretien des plantations est toujours à la charge du propriétaire.

Par ailleurs la prescription trentenaire permet de protéger un arbre qui dépasse une hauteur ou une distance légale si l'infraction a plus de 30 ans (preuve à l'appui) [4].

1.5.3 Les chartes paysage et chartes de l'arbre

Les Parcs Naturels Régionaux (PNR) mettent souvent en place des chartes paysagères pour mettre en cohérence les actions d'aménagement du territoire. Elles peuvent avoir une incidence sur les PLU et les constructions individuelles. C'est avant tout un outil d'aide à la décision qui doit néanmoins être pris en compte par tous les acteurs du territoire. On y trouve les orientations de protection, de mise en valeur et de développement. Elle n'a cependant pas de valeur réglementaire mais les documents d'urbanisme doivent être compatibles avec les orientations et les mesures de la charte (Diraison, 2003).

Depuis quelques années plusieurs villes mettent en place des chartes de l'arbre : Nantes, Bordeaux, Lyon, Marseille, Orléans, Nîmes... En effet ces villes ont pris conscience de l'importance de l'arbre dans leur patrimoine végétal, ainsi que l'importance d'y apporter une gestion adaptée. On y trouve les orientations des villes en matière de « politique » de l'arbre. On retrouve ainsi des thèmes de préservation, diversité, communication, échanges et innovations.

Depuis le 2^e Congrès Européen d'Arboriculture à Versailles en 1995, une « Charte européenne de l'arbre d'agrément » a même été rédigée par plusieurs pays (Annexe IV).

1.5.4 Les travaux de plantation

Le paysagiste se doit de réaliser les travaux de plantation dans les règles de l'art. Rappelons que le Fascicule 35 est le CCTG de référence pour les aménagements paysagers : c'est un document officiel qui s'applique aux travaux publics et qui définit les règles de l'art à respecter par le maître d'ouvrage, le maître d'œuvre et les entreprises.

Les CCTP et CCTG précisent les servitudes liées à la présence d'arbres. Les détériorations des plantations peuvent donner lieu à des indemnités.

Lorsque des travaux se font à proximité d'arbres, des protections sont à prévoir (figure 7). Les coques de protection, souvent des drains agricoles enroulés autour du tronc, visent à protéger des chocs, mais ils peuvent s'avérer insuffisants. Des planches peuvent venir compléter ce dispositif. L'autre solution consiste à installer des barrières autour de l'arbre, assurant ainsi un périmètre suffisant autour du tronc.



Figure 7 : Protections temporaires de chantier à Nantes (Le Gourriérec, 05/09/2012). Ici deux drains suffisent à maintenir des planches autour de l'arbre, mais tous les arbres de ce chantier n'ont pas reçu ce dispositif, comme le montre le sujet de droite.

La garantie de reprise du végétal n'est pas légale mais contractuelle. Pendant le délai de garantie, les travaux d'entretien reviennent à l'entrepreneur : arrosage, taille, surveillance des tuteurs, désherbage... Il s'agit des travaux de confortement.

En ce qui concerne la fin des travaux, un premier constat est réalisé lors de l'achèvement des plantations, mais la réception des travaux est prononcée lors du constat de reprise des végétaux.

Pour les marchés publics, le projet suit de nombreuses étapes. Cela nous amène au second chapitre de cette étude qui aborde la conception proprement dite et qui resitue les différentes phases liées à la vie de l'arbre et au projet de plantation.

Conclusion I : le paysagiste concepteur doit tenir compte des particularités de l'arbre urbain.

- Si les arbres possèdent de nombreux éléments communs, chacun d'entre eux possède ses propres caractéristiques et exigences vis-à-vis de leur milieu. Leurs mécanismes biologiques et physiologiques sont la base de leur compréhension.
- La situation de l'arbre a évolué au cours de l'histoire. Cela s'observe dans leurs utilisations et les pratiques associées. On lui reconnaît aujourd'hui de nombreux bénéfices et un cadre juridique existe pour guider les pratiques.
- En ville, l'arbre est soumis à des conditions particulières. Ce milieu nécessite des aménagements spécifiques pour l'accueillir.

Chapitre II. Accueillir l'arbre en ville

Le concepteur paysagiste n'intervient pas directement (physiquement) sur l'arbre. Il est cependant à la base du projet de plantation : choix de l'essence, choix des distances de plantation, choix du revêtement, choix du mobilier de protection... A travers le plan de plantation, le CCTP et les préconisations d'entretien, il doit permettre aux entreprises et au futur gestionnaire d'avoir une vision claire des opérations à effectuer (figure 8, et complément en Annexe V).

Nous n'aborderons donc pas en détail les processus de réalisation, mais plutôt les éléments qui ont un impact sur la conception des espaces, notamment l'espace plantable qui représente l'ensemble des espaces aériens et souterrains réservé à la plantation.

¹MOE : Maître d'Oeuvre

²MOA : Maîtrise d'Ouvrage

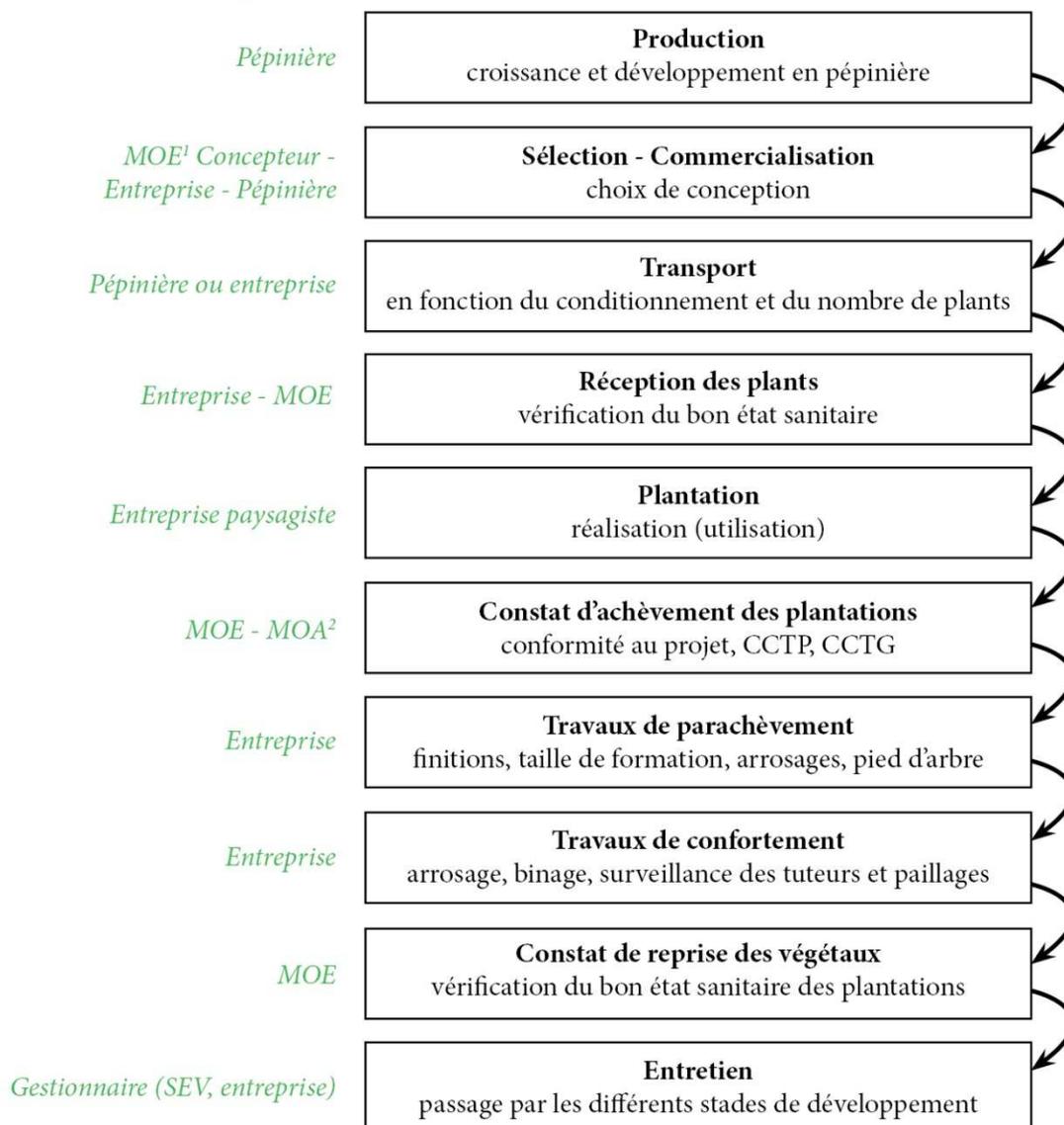


Figure 8 : Vie de l'arbre et projet de plantation (Le Gourriérec, 2012).

L'arbre de ville débute sa vie en pépinière où il est formé pendant plusieurs années. A son arrivée en ville, la préparation de son nouvel espace de vie doit permettre sa reprise et son bon développement.

II.1. La conception d'un plan de plantation

Un projet d'aménagement résulte de nombreux facteurs propres à chaque corps de métier : architecte, urbaniste, voirie et réseau, éclairagiste, paysagiste. Les choix opérés à chaque niveau auront une incidence sur le tracé du projet et donc sur l'espace disponible pour les végétaux.

Le maître d'œuvre/concepteur constitue le premier intervenant du projet de plantation (hormis le pépiniériste). Nous avons vu les multiples contraintes d'ordre biologique, physique, climatique et juridique qui cadrent le choix des espèces. Mais ces aspects ne sont pas toujours des limites au projet. En effet un projet se nourrit parfois des contraintes du site : une zone inondable qui devient un espace en évolution (Parc Balzac à Angers), une pente qui permet d'admirer la trame végétale (jardins des plantes), un terrain sec qui permet à des plantes adaptées de s'exprimer (rocailles, jardin sec)...

Ainsi les critères de choix de l'arbre se font dans un premier temps en fonction des conditions du site de projet. Un état des lieux et un diagnostic des plantations existantes permettent de définir ces conditions, mais de nombreux autres critères sont à considérer, comme le montre la figure 9.

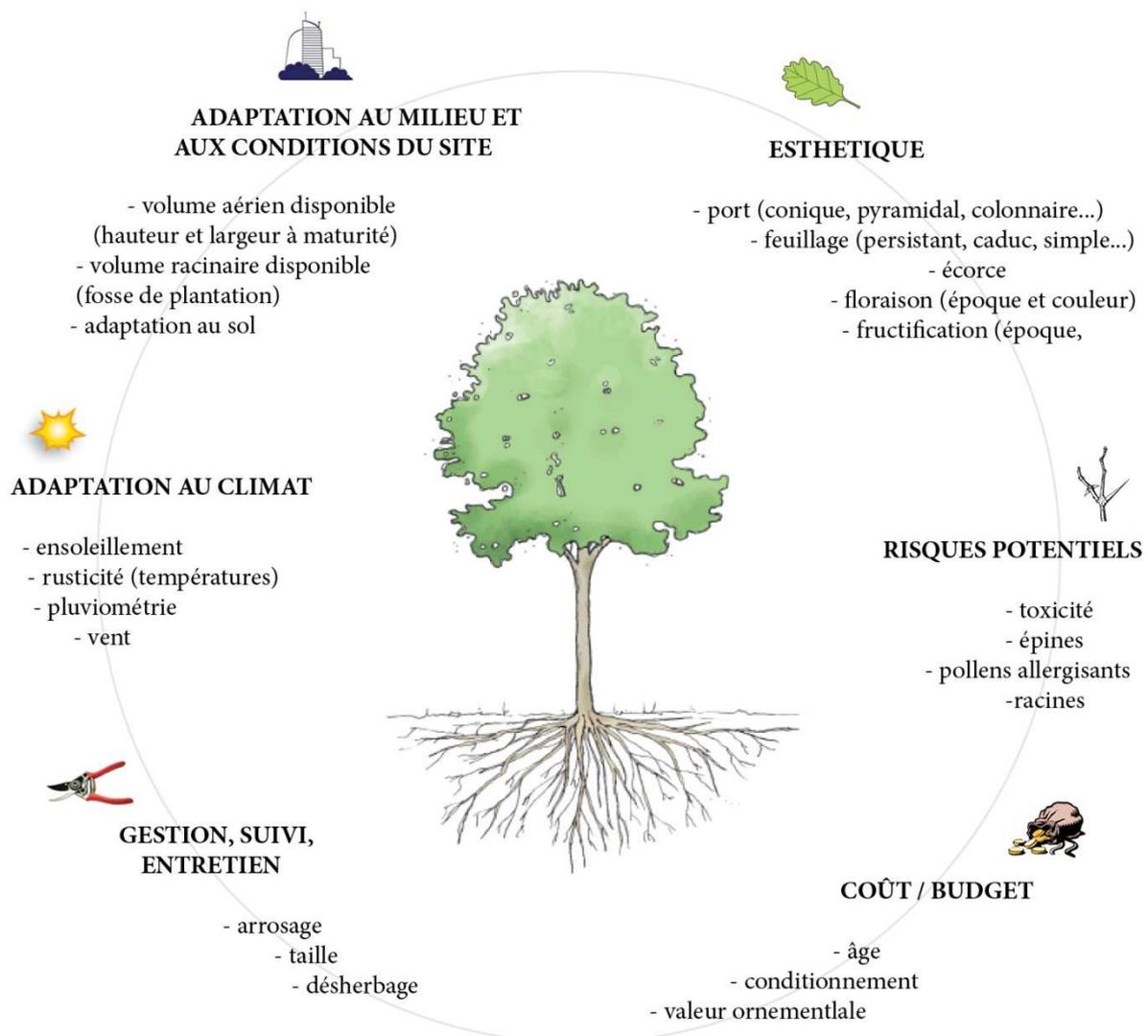


Figure 9 : Critères de choix de l'arbre en milieu urbain (Le Gourriérec, 2012).

Le choix d'une espèce donnée dépend de ses caractéristiques propres, du milieu dans lequel elle va être implantée et des contraintes du projet.

La conception résulte généralement de plusieurs étapes :

1. Etat des lieux : description et localisation des différentes composantes du site et des plantations.

2. Diagnostic des plantations existantes : elle dresse l'état sanitaire des arbres (sain ou sénéscent) et l'impact du projet pour ces derniers (tranchées, élagages).

L'état des lieux et le diagnostic permettent ainsi de décider si on conserve ou supprime les arbres présents, ou si l'on plante de nouvelles essences.

3. Elaboration du projet (conception proprement dite). Le paysagiste concepteur doit ainsi prévoir :

- les espèces sélectionnées ainsi que leur nombre et leur densité
- leur implantation dans le site
- les caractéristiques des espaces de plantations (fosses, terres, réseaux)
- les protections à prévoir
- le déroulement et le coût général des travaux de plantations
- l'anticipation de l'entretien.

II.1.1 Intégrer les risques phytosanitaires dès la conception paysagère

« La prise en compte des risques phytosanitaires dès la conception paysagère permet de réduire l'utilisation des intrants, de mieux protéger les plantes et l'environnement, et de préserver la santé publique. Cette anticipation est indispensable au développement durable des espaces verts. » (Julien, 2009). En effet les contraintes en milieu urbain rendent difficiles les traitements phytosanitaires, qui sont de plus nocifs pour l'homme et l'environnement. Les erreurs de conception peuvent ainsi conduire à la mort de l'arbre : végétaux inadaptés à la nature du sol, plantation dans une terre de mauvaise qualité, exposition inadaptée, volume aérien ou souterrain disponible trop petit, plantation de gros sujets...

Des considérations écologiques sont aussi à prendre en compte. L'autoécologie est une science qui s'intéresse aux exigences des espèces vis-à-vis des facteurs biotiques et abiotiques du milieu. Les études autoécologiques restent très peu utilisées, mais elles permettraient de réduire les risques dans certaines situations. On sait par exemple que certaines associations peuvent présenter des risques, où une plante héberge les parasites ou ravageurs d'une autre plante (Annexe VI).

Enfin des exemples comme le chancre coloré du platane et la graphiose de l'orme amènent à la vigilance : d'une part connaître les espèces sensibles à certaines maladies et d'autre part éviter les plantations monospécifiques en favorisant la diversité.

II.1.2 La diversité, « un enjeu esthétique, écologique et culturel »

En termes de composition, la diversité des espèces offrent un choix large pour déterminer des ambiances au sein de la ville. Mais cette diversité ne doit pas imposer la conception de plantations variées sur chaque espace. En effet des ensembles homogènes permettent de hiérarchiser les espaces urbains : définition d'un quartier, cadrage de vues, continuité verte, accompagnement de voirie (Annexe VII). La diversité peut aussi s'exprimer en typologies différentes : arbre isolé, alignement, groupe d'arbres ou bande boisée. L'arbre isolé pourra s'exprimer plus librement et aura un caractère plus marquant dans un aménagement. L'alignement est sans doute la forme la plus classique de l'arbre en ville, dont témoigne les grands boulevards accompagnés de platanes ou de tilleuls. Enfin les groupements apportent un caractère plus « naturel » et sont utilisés pour des espaces plus spacieux.

Comme indiqué précédemment la diversité joue un rôle important en écologie (biodiversité). Le platane a été très utilisé au 19^e siècle dans les villes de France, notamment dans la moitié Sud. En effet il présentait toutes les caractéristiques d'adaptation de l'arbre en milieu urbain : croissance rapide, plasticité écologique et architecturale, multiplication facile.

Mais l'apparition de certaines maladies tel le chancre coloré a eu un effet désastreux sur ces plantations. La maladie est pour le moment incurable et se propage facilement par l'eau ou les outils d'entretien. Les arrêtés préfectoraux imposent aujourd'hui la suppression totale des individus infectés. Cette maladie a eu pour effet une prise de conscience des aménageurs et des gestionnaires en faveur de la diversité. La sélection d'une variété résistante par l'INRA et les pépinières Rouy-Imbert en 2008, le *Platanus Platanor*® 'Vallis Clausa', permet d'espérer de voir petit à petit réapparaître le platane dans certaines villes. Mais cela ne représente en aucun cas la solution unique à privilégier.

Dans une autre mesure, varier les espèces permet d'éviter la concentration d'espèces allergènes au même endroit (Annexe VI). Ces espèces sont le plus souvent indigènes et sont présentes en assez grand nombre dans l'environnement local [5]. Le pollen très léger peut alors être transporté par le vent sur plusieurs km.

En conclusion la diversité apparaît comme une « réponse efficace, économique et durable aux problèmes de pathologie végétale ». Elle ne doit cependant pas devenir un prétexte pour des plantations exotiques ou horticoles en grand nombre. Les essences locales sont à privilégier dans de nombreux aménagements. Cela peut aussi être une manière d'anticiper les changements climatiques.

II.1.3 Quelle distance pour les plantations ?

La distance de plantation dépend des obstacles physiques que peuvent rencontrer les arbres dans leur espace aérien : réseau aérien, bâtiment, autre arbre... La distance doit donc tenir compte de la hauteur et largeur de l'arbre à maturité (figure 10). Il n'y a pas de règle stricte à ce sujet, mais on retiendra qu'une bonne distance de plantation doit permettre à l'arbre de s'étendre suffisamment en hauteur et en largeur. Ces dimensions sont la plupart du temps indiquées dans les catalogues des pépiniéristes.

Cependant des distances plus resserrées peuvent s'opérer dans le cas de plantations particulières (rideaux) ou pour obtenir des effets différents (boisement, haie bocagère). L'entretien est dans ce cas plus important.

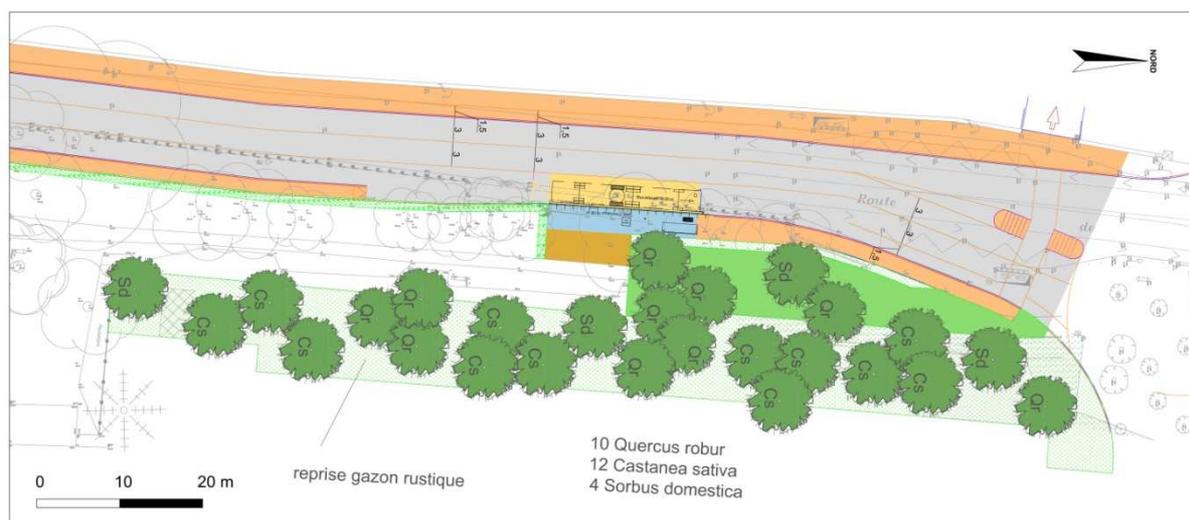


Figure 10 : Extrait d'un plan d'aménagement route de Saint-Joseph à Nantes (SCE, 2012). Cet exemple illustre à la fois l'utilisation des arbres en groupe et la diversité. Des chênes - *Quercus robur*, des châtaigniers - *Castanea sativa* et des sorbiers - *Sorbus aria* sont plantés à des distances variables pour créer un effet de plantation aléatoire évoquant les sous-bois.

II.2. L'arbre en pépinière

Outre les caractéristiques propres à l'arbre évoquées auparavant, le choix du concepteur porte sur la catégorie de plants en pépinière. Ce choix aura une incidence sur le coût du projet et sur la phase de plantation : préparation du sol, outils, tailles, suivi et développement les premières années... Les caractéristiques des plants produits en pépinière sont définies par des normes (AFNOR, ENA, ISO).

II.2.1 Les catégories de plants

Voici les catégories de plants classiquement rencontrés en pépinière (d'après Bonardot, 2004 ; Larcher et Gelgon, 2000) :

- Jeune plant : végétal au début de son développement (3 ans maximum), résultant de multiplication sexuée ou asexuée. Il est de ce fait de petite taille (figure 11). Le jeune plant est peu utilisé en paysage urbain, mais plutôt en reboisement.
- Cépée : ensemble de tiges partant d'une même souche (généralement 3 à 5 tiges). Une cépée est formée en coupant à la base un jeune plant et en sélectionnant les rejets issus de cette coupe. Une fausse cépée est composée de plusieurs plants. La cépée présente un intérêt pour son port particulier. Il faut cependant veiller à avoir une largeur de plantation suffisante.
- Baliveau : ébauche d'arbre tige produit à partir d'un jeune plant. Le baliveau est cultivé à des distances suffisantes pour permettre un développement équilibré des systèmes aériens et souterrains et a subi deux transplantations. La tige est unique, fléchée et porte des branches latérales.
- Tige : jeune arbre présentant un tronc élagué et surmonté d'un ensemble de branches. La circonférence mesurée à 1m du sol est égale ou supérieure à 6 cm. Les tiges sont fléchées, couronnées ou formées pour être conduites en forme architecturée.

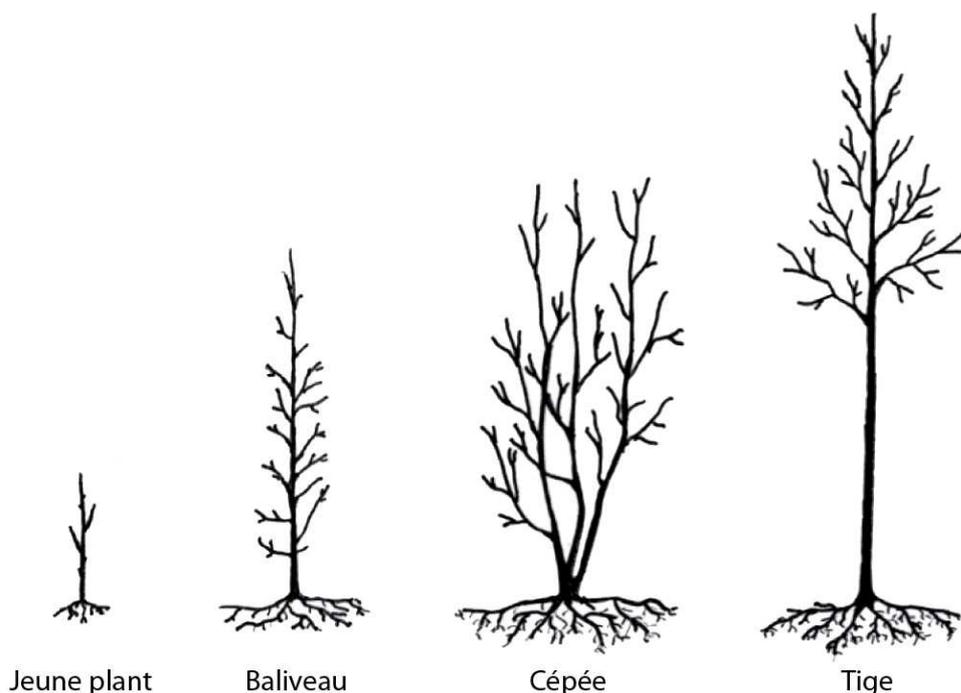


Figure 11 : Principales catégories de plants en pépinière (Le Gourriérec, 2012 ; d'après Bonardot, 2004).

La tige présente certainement les caractéristiques les plus recherchées pour les arbres de ville. Mais les autres formes permettent de ne pas standardiser les arbres rencontrés en milieu urbain.

La tige présente l'intérêt d'être déjà formés avec une couronne relativement haute¹. Cela a son intérêt sur les alignements, les abords de voiries, les espaces circulés... Elle a aussi un aspect esthétique plus marquant, même si son coût reste plus élevé. Les baliveaux seront plus utilisés pour les groupes d'arbres.

II.2.2 Les conditionnements

La catégorie a un impact sur la forme du futur plant en ville. Le conditionnement a quant à lui un impact sur la période de plantation et le transport. Cela joue donc un rôle important pour la réception et la fin des travaux.

On retrouve principalement :

- Les racines nues : ces plants sont livrés non enveloppés de substrat terreux. Ils sont utilisés pour les jeunes plants, les feuillus à reprise facile et les tiges inférieures à 16/18². Ses avantages sont son faible coût et sa facilité de transport et de mise en œuvre. Il faut cependant bien respecter les règles liées à l'arrachage, au stockage à la mise en jauge et à la plantation (figure 12).

- Les mottes : le substrat est maintenu après arrachage par un emballage (toile, tissu). Les mottes sont utilisées pour les persistants, la transplantation de gros sujets et pour la transplantation d'espèces à reprise délicate.

- Les conteneurs : cette technique assure normalement un taux élevé de reprise des végétaux, en plus des facilités de transport et de plantation. Elle présente cependant le risque d'apparition de chignon chez les plants. Le suivi lors de la première année doit être bien réalisé, surtout en matière d'arrosage.

- Les contenants biodégradables : ils présentent l'avantage de faciliter la mise en œuvre et de protéger l'environnement. Ils restent cependant peu utilisés.

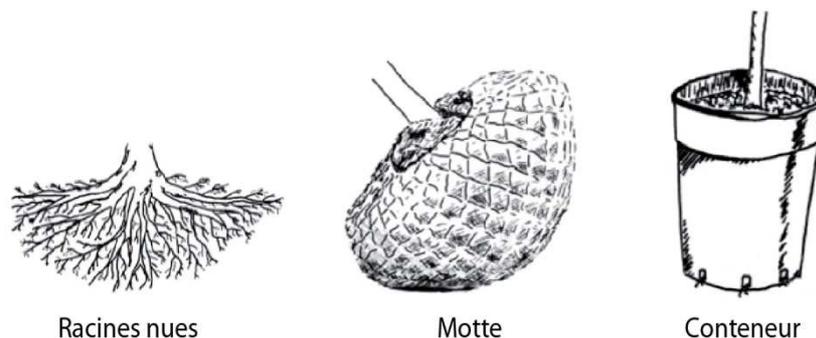


Figure 12 : Principaux conditionnements de plants en pépinière (Le Gourriérec, 2012 ; d'après Bonardot, 2004).

En aménagement urbain, les mottes sont souvent privilégiées car elles correspondent mieux aux attentes de reprise des végétaux.

En ayant conscience de tous ces éléments et de leurs impacts sur le projet, la sélection du végétal en pépinière peut avoir lieu (Annexe VIII). Cette sélection est effectuée par le maître d'œuvre et l'entreprise chargée des plantations. Le maître d'œuvre valide le choix des plants en pépinière et peut aussi refuser les plants en mauvais état sanitaire lors de la réception sur le chantier.

¹ Les dimensions d'arbres les plus utilisées en paysage sont les 20/25 et 15/20 (cm) pour les circonférences de tronc, et 200/250 et 250/300 (cm) pour les hauteurs de tiges (Amann et al., 2008).

² Les indications « 16/18 », « 20/25 » correspondent à la circonférence du tronc en cm, mesurée à 1 m du sol. Les indications plus importantes correspondent à la hauteur des plants en cm.

II.3. La plantation des arbres répond à leurs besoins physiologiques

La plantation doit être la suite logique de la vie des arbres en pépinière. Cette opération incombe le plus souvent à une entreprise spécialisée qui doit respecter les règles de l'art. Ces règles sont inscrites dans les CCTG et CCTP rédigés par le maître d'œuvre et le maître d'ouvrage.

II.3.1 Concilier travaux et époque de plantation

Comme nous l'avons vu au chapitre I, l'activité de l'arbre varie suivant les saisons. Le conditionnement des plants ainsi que les saisons ont une incidence sur la période de plantation. Quelles périodes choisir dans l'organisation des travaux ?

D'après le CCTG - Fascicule 35 relatif aux aménagements paysagers, la plantation des végétaux ligneux en mottes ou en racines nues s'effectue normalement entre le 15 octobre et le 15 avril en France. Cette période coïncide le plus souvent avec la période de repos végétatif ou de vie ralentie. Les plantations ne doivent jamais s'effectuer en période de neige, de gel ou de fortes précipitations (sol détrempe). Les conifères sont plantés de préférence au début de l'automne (tableau 2).

Les plants en conteneurs peuvent théoriquement être plantés toute l'année, à condition d'apporter un complément d'arrosage, mais l'été reste peu propice aux plantations. Les plants en motte peuvent être plantés de début octobre à fin avril. Enfin les racines nues se plantent sur une période plus restreinte allant de mi-novembre à mi-mars.

Tableau 2 : Périodes de plantations à favoriser (Le Gourriérec, 2012).

On constate que la majorité des plantations d'arbre doit s'effectuer de la fin de l'automne au début du printemps.

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
Ligneux												
Conifères												
Motte												
Racine nue												
Conteneur												

Il faut signaler que certaines réceptions de chantier ne peuvent pas coïncider avec les périodes de plantation. Les plantations intervenant le plus souvent après les voiries et les maçonneries, il convient de prévoir cette particularité sous peine de compromettre le bon développement des végétaux (concertation entre maître d'ouvrage, maître d'œuvre et entreprises). En pratique il faut surtout tenir compte des conditions climatiques de chaque année.

II.3.2 Concevoir les fosses de plantation

La fosse de plantation est l'espace souterrain aménagé qui permet l'ancrage et l'alimentation hydrique et minérale des arbres. Elle doit le plus souvent être préparée avec des travaux de décompaction des parois et du fond de forme afin de permettre une bonne colonisation racinaire. Sur sol imperméable, on prévoit généralement une couche drainante en fond de fosse sur une vingtaine de centimètres.

Le volume de la fosse de plantation varie en fonction du sol existant et a fortiori du développement de l'arbre à planter (tableau 3, page suivante). Dans le cas d'un bon sol la fosse peut être réduite à quelques m³ (Larue, 1996). Mais dans un sol pauvre, le volume de substrat apporté devra être plus important, soit 10-15 m³ en moyenne. La profondeur varie entre 1 m et 1,50m, en accord avec le développement des racines.

Les tranchées en continue sont à rechercher plutôt que les fosses uniques car elles offrent une meilleure étendue racinaire. De plus la forme de la fosse doit aussi s'adapter à la situation (Annexe IX).

*Tableau 3 : Volume et profondeur minimales des fosses de plantations (d'après le CCTG - Fascicule 35, Aménagements paysagers, Aires de sports et de loisirs de plein air).
Le volume de fosse dépend du sol existant qui va accueillir les plantations.*

Type de plantation	Volume	Profondeur
Pour les végétaux implantés dans un milieu qui leur est favorable		
arbres tiges et conifères en bac	6 m ³	1m à 1,50 m
arbres et conifères à racines nues ou en motte	2 m ³	1 m à 1,50 m
baliveaux	0,70 m ³	0,70 m
Pour les végétaux implantés dans un milieu qui leur est hostile		
arbres tiges et conifères à grand et moyen développement	12 m ³	1m à 1,50 m
arbres et conifères de petit développement (3e grandeur)	9 m ³	1 m à 1,50 m

Dans certaines situations plus complexes des armatures peuvent être disposées dans les tranchées pour accueillir le substrat et les plantations (Desfontaines, 2012). Cela permet de conserver une bonne structure de chaussée tout en assurant aux arbres un espace souterrain suffisant (figure 13).



*Figure 13 : Cellule Silva Cell[®] développée par GreenMax (GreenMax, 2012) [6].
« La Cellule Silva Cell[®] crée pour les arbres un cadre souterrain pouvant porter la charge de la voirie et de son trafic, tout en offrant un espace libre pour l'enracinement... »*

Les sols urbains présentent des caractéristiques physiques, chimiques et biologiques le plus souvent impropre à l'installation des arbres. Il convient donc de construire des sols fertiles dans le cadre des aménagements paysagers, par un apport extérieur.

II.3.3 Les mélanges de plantation

Seule une analyse de sol permet de connaître les caractéristiques du sol en place. Cette analyse est réalisée par un laboratoire spécialisé. De cette analyse dépendent les opérations à effectuer sur le sol (amendement, fertilisation). Elle permet aussi et surtout de sélectionner des végétaux adaptés au sol en place.

Les opérations à effectuer avant la plantation sont inscrites aux CCTG et CCTP. Ces opérations visent à assurer la fertilité physique (porosité), la fertilité biologique (matière organique, vie du sol) et la fertilité chimique du sol (éléments minéraux).

Les fosses d'arbres sont le plus souvent remplies avec un mélange de terre végétale qui devient le constituant fertile du sol (figure 14). Cette terre doit permettre l'alimentation en eau et en éléments minéraux, mais aussi l'aération et la circulation de l'eau. Elle provient généralement de couches supérieures de sols cultivables et contient une teneur élevée en matière organique. Elle peut aussi combiner plusieurs matériaux avec apport de matière organique (par exemple du compost). Les grosses mottes supérieures à 2 cm ainsi que les graviers doivent être minimisés. Des exemples de prescriptions sont décrits en Annexe III.

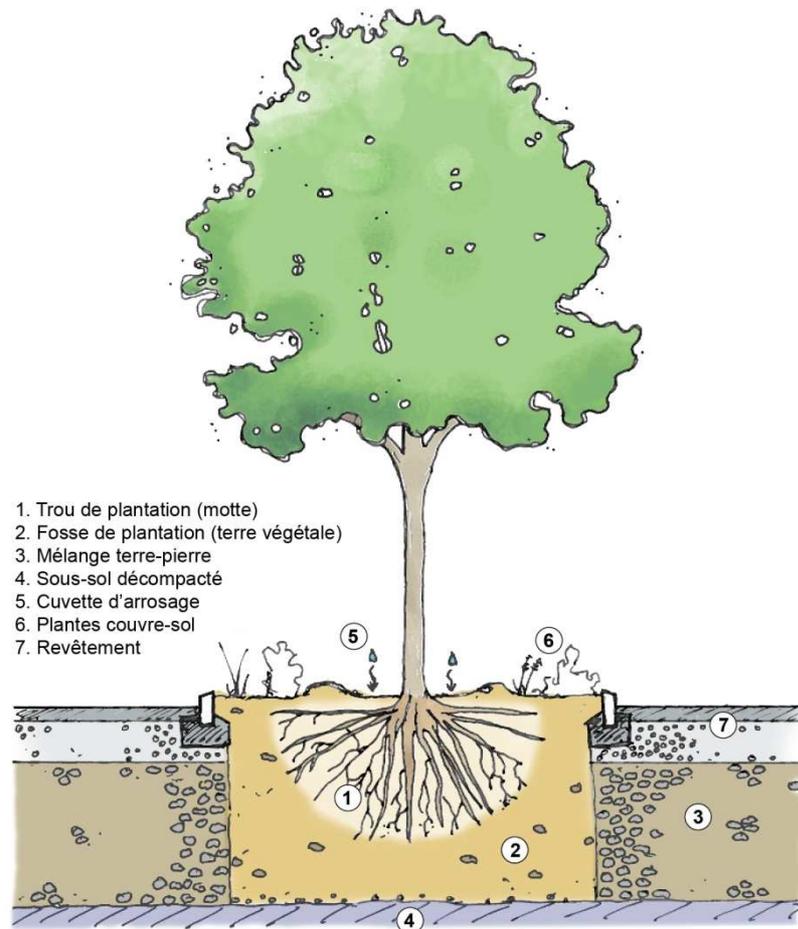


Figure 14 : Coupe de principe d'une fosse de plantation avec mélange terre-pierre (Le Gourriérec, Nantes, 2012).

Le mélange terre-pierre permet d'obtenir un substrat non compactable après sa mise en œuvre tout en étant support de croissance et de nutrition du système racinaire.

Le mélange terre-pierre permet de recréer un sol dans des espaces minéralisés, et de concilier la circulation dans les espaces publics et les fosses d'arbres. Il a été mis au point par l'INRA, le Laboratoire des Ponts et Chaussées des Ponts de Cé et la ville d'Angers. Ce mélange garde une certaine porosité tout en assurant l'ancrage et l'alimentation des arbres grâce à la terre végétale présente dans les interstices. Les mélanges préconisés sont souvent de l'ordre de 35%-65%, le diamètre des pierres utilisées variant de 40 à 120 mm. Ce type de mélange s'effectue sur site ou sur plate-forme, et nécessite des volumes de fosses plus grands. Il est aujourd'hui largement utilisé dans les aménagements.

Tous les mélanges doivent être mis en place à l'avance dans les fosses de plantations.

II.3.4 Anticiper la présence des réseaux

Voici une contrainte importante pour le paysagiste concepteur. La cohabitation des racines et des réseaux est problématique : d'une part les travaux peuvent détruire une partie du système racinaire si l'espacement entre l'arbre et la tranchée est insuffisante ; d'autre part ce sont les racines qui peuvent détériorer les réseaux et les revêtements. Les réseaux rencontrés en espaces publics sont les suivants :

- éclairage public
- électricité (EDF)
- gaz
- télécommunication (France Télécom), réseau de fibre optique
- canalisations (eau, égouts).

Des systèmes existent pour contenir ou guider les racines : béton, films antiracinaires, coques en polyéthylène, tubes (figure 15). Mais nous avons vu qu'il faut éviter au maximum de contraindre ces dernières. La meilleure solution reste d'écarter autant que possible les réseaux de l'arbre. Mais cette solution est malheureusement peu fréquente en ville à cause du manque d'espace disponible. Sur le chantier une bonne coordination des propriétaires des réseaux, des entreprises et des villes est donc nécessaire.

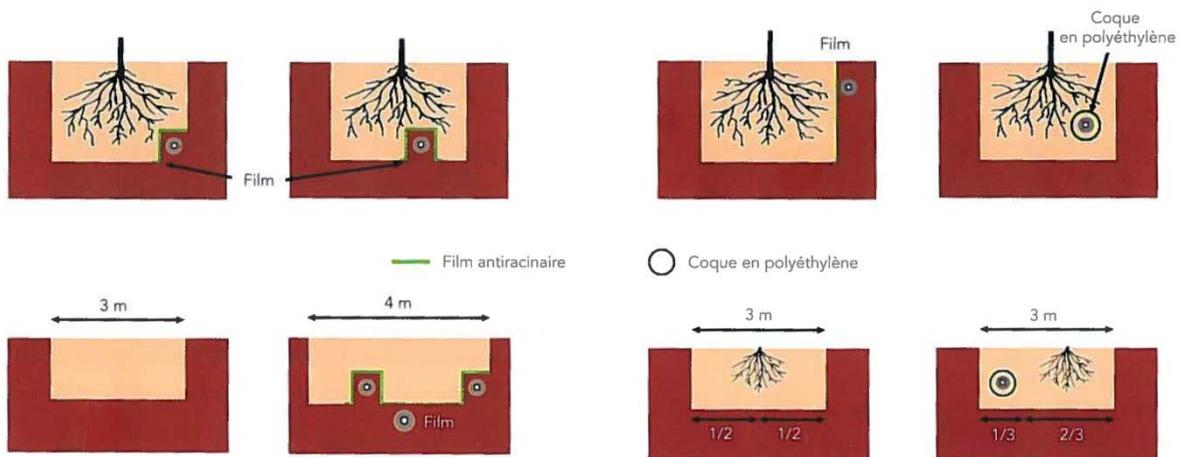


Figure 15 : Protection des réseaux à proximité des systèmes racinaires (Guinaudeau, 2010). La fosse de plantation peut aussi s'adapter à la présence de réseaux.

A Nantes, le protocole PESOS (Plantations En Sites Opérationnels Sensibles) a été mis en place par la ville en 1992 pour mieux gérer les espaces de réseaux avec les concessionnaires [7]. Ce protocole prévoit notamment l'accord des partenaires pour planter, la suppression d'arbres dans certains cas, la prise en charge par la ville des frais liés à l'arbre, et le choix d'espèces dont le système racinaire n'est pas trop puissant (Annexe VI).

II.3.5 La question de l'eau pour les plantations d'arbres

L'arrosage doit assurer l'alimentation en eau de l'arbre et lui permettre de former un nombre de racines suffisantes pour vivre en autonomie. En effet les arbres nouvellement plantés ont généralement une faible capacité d'absorption racinaire. Plus l'arbre est planté gros, plus ses besoins en eau sont importants. Cela est surtout vrai pour les arbres transplantés dont le volume racinaire est réduit.

Les besoins en eau de l'arbre peuvent être obtenus en réalisant un bilan hydrique des plantations. Il se base sur des données empiriques de pluviométrie et d'évapotranspiration. Cela n'est pas toujours pris en charge par les bureaux d'études en paysage, mais plutôt par des entreprises spécialisées en arrosage et irrigation.

Si aucun dispositif d'arrosage automatique n'est prévu, l'arrosage peut se faire manuellement lors de la première année qui suit la plantation. Les travaux prévoient donc la réalisation d'une cuvette d'arrosage pour favoriser la pénétration de l'eau à l'aplomb de la motte (figure 14, page 20).

Parallèlement aux méthodes « classiques », les entreprises proposent désormais des systèmes d'arrosage spécifiques aux arbres. Ce sont le plus souvent des systèmes d'irrigation constitués de drains ou de tuyaux qui apportent l'eau en profondeur plutôt qu'en surface (Annexe X). Il faut cependant raisonner l'utilisation de ces systèmes.

On retiendra qu'un végétal implanté jeune et dans de bonnes conditions doit pouvoir développer un système racinaire suffisant pour subvenir à ses besoins en eau. L'arrosage est ainsi souvent utilisé les premières années et diminue par la suite. Limiter l'arrosage revient aussi à faire des économies sur l'implantation et l'entretien, si cela ne se fait pas aux dépens de la survie de l'arbre.

L'arrosage dépendra aussi d'un autre facteur : la surface en pied d'arbre.

II.4. La protection des arbres : une évolution du mobilier urbain

Les protections d'arbres ont diverses fonctions : protection contre les chocs (voiture, vandalisme), protection contre les ravageurs, maintien face aux intempéries, protection du sol et des racines... Au cours des 20 dernières années, le mobilier urbain relatif à l'arbre s'est considérablement développé et propose aujourd'hui une gamme diversifiée (Annexe XI).

II.4.1 Quelle couverture pour le sol ?

L'aménagement du pied de l'arbre doit s'adapter au site : que l'on soit dans un parc ou sur une place circulée, la surface pourra être à ciel ouvert ou revêtue (Annexe XII). Les revêtements ont pour but de protéger le système racinaire de l'arbre en empêchant les atteintes physiques et le tassement du sol. Ils sont le plus souvent utilisés pour les zones circulées (trottoirs, zone piétonnes, places). Les revêtements actuels permettent de s'adapter au développement du tronc. Mais ils ne sont pas un simple outil de protection. L'aspect de ces revêtements est de plus en plus travaillé, si bien qu'ils entrent dans l'esthétique du projet (figure 16).

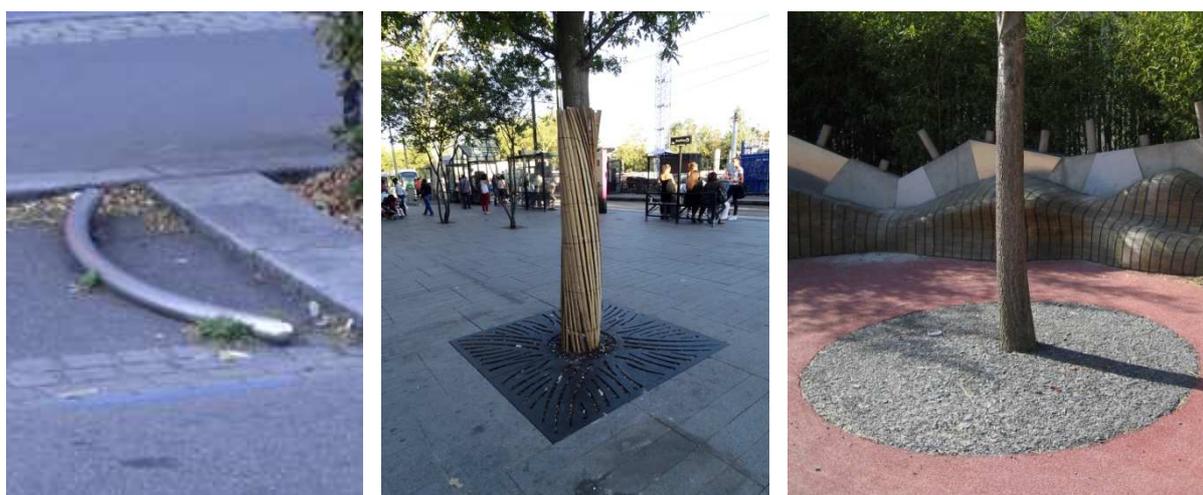


Figure 16 : Exemples de protections et de revêtements (Le Gourriérec, 2012).

De gauche à droite : chasse-roue sur stationnement à Nantes, grille et canisse bambou en zone piétonne à Nantes et revêtement filtrant autour d'un tronc à la ZAC Desjardins à Angers.

Les grilles d'arbres sont désormais très utilisées dans les zones piétonnes. Elles sont devenues un véritable mobilier urbain qui marque son empreinte dans le projet. Ainsi les graphismes et matériaux peuvent s'adapter à l'ambiance recherchée : naturelle, sobre, contemporaine.

II.4.2 Tuteurage, ancrage et haubanage (figure 17)

A la plantation, les arbres ne disposent pas d'un système racinaire assez développé pour assurer leur ancrage. Le tuteurage permet à l'arbre de résister aux vents le temps qu'il développe son système racinaire. Le tuteurage monopode est souvent utilisé pour les jeunes plants. Le principal risque est alors le frottement de l'attache avec le tronc. Les tuteurages bipodes, tripodes et quadripodes sont utilisés pour les baliveaux et les tiges. Ils présentent l'avantage de bien signaler l'arbre et de le protéger contre certains chocs mécaniques.

L'ancrage de motte est surtout utilisé pour les gros sujets et les arbres sous grille, notamment les conifères. Il nécessite une fixation sur un sol dur ou une construction souterraine et permet notamment de libérer de l'espace au sol.

Enfin le haubanage est utilisé pour des calibres importants (>30/35). Il est cependant moins esthétique et nécessite un espace libre au sol suffisant. Il doit être signalé pour être visible et éviter les accidents, et retendu régulièrement.



Figure 17 : Trois systèmes pour stabiliser les arbres (Le Gourriérec, 2011). De gauche à droite : ancrage de motte à l'Atoll d'Angers, tuteurage quadripode à Nantes et haubanage d'un conifère à Copenhague au Danemark.

Ces structures sont à supprimer dès que le tronc peut supporter la couronne et que le système racinaire a pu se développer.

II.4.3 D'autres protections pour garantir la protection de l'arbre

D'autres protections peuvent être utilisées pour répondre aux besoins de fréquentations du site. On peut notamment citer les bordures et chasse-roues dans les zones de stationnement et les zones circulées ; les épingles ; les protections du tronc comme les toiles de jute, les canisses en bambou ou les nattes de joncs.

Ces protections ne sont pas systématiques et représentent un coût et une mise en œuvre supplémentaires. Les dispositifs deviennent indispensables à proximité des voitures et des zones fortement fréquentées. Les protections autour du tronc sont notamment utilisées pour prévenir du risque d'échaudure et des attaques de ravageurs.

II.5. L'entretien et la taille : une histoire de pratique !

« *Tout le monde coupe, mais peu savent tailler.* »

Jean de La Quintinie (jardinier et agronome du 16e siècle)

La taille des arbres d'ornement demande un savoir-faire bien particulier. Elle est effectuée pour assurer la sécurité des biens et des personnes, pour maintenir le volume de l'arbre dans un espace donné ou pour obtenir des formes particulières (esthétique). La taille reste une intervention contre nature, surtout lorsque celle-ci prend des formes comme l'art topiaire, les rideaux ou les têtards... Depuis les années 80, bon nombre d'ouvrages déplorent les pratiques d'élagage trop drastiques. La SFA mène d'ailleurs une « campagne nationale contre la taille radicale » depuis plusieurs années [8].

Rappelons que l'élagage est avant tout une blessure faite à l'arbre et donc une porte faite aux agresseurs. Plus la plaie est importante et plus l'arbre mettra du temps à cicatriser, c'est pourquoi la suppression de branches importantes doit être raisonnée. Les travaux du chercheur américain Alex Shigo ont été très importants dans la connaissance des réactions de l'arbre aux blessures (Bourgerie et Mailliet, 1993). Il a notamment mis en évidence la compartimentation du bois pour lutter contre les plaies.

L'élagage est un terme utilisé pour un nombre important de tailles. Les élagages « doux » suppriment une partie des branches sans modifier la forme de l'arbre et sont aussi moins coûteux à long terme. De nombreuses techniques de tailles existent et sont le plus souvent complémentaires (figure 18). Elles interviennent à des stades de développement différents. Les principales tailles sont les tailles de formation, d'entretien et d'éclaircie. Mais d'autres opérations existent : taille de reformation, de restructuration, réduction de couronne, étage, taille architecturée...



Figure 18 (à droite) : Alignement de chênes sur un boulevard nantais (Le Gourriérec, 2012). Cette taille en rideau requiert du personnel qualifié et du temps dans le planning de gestion.

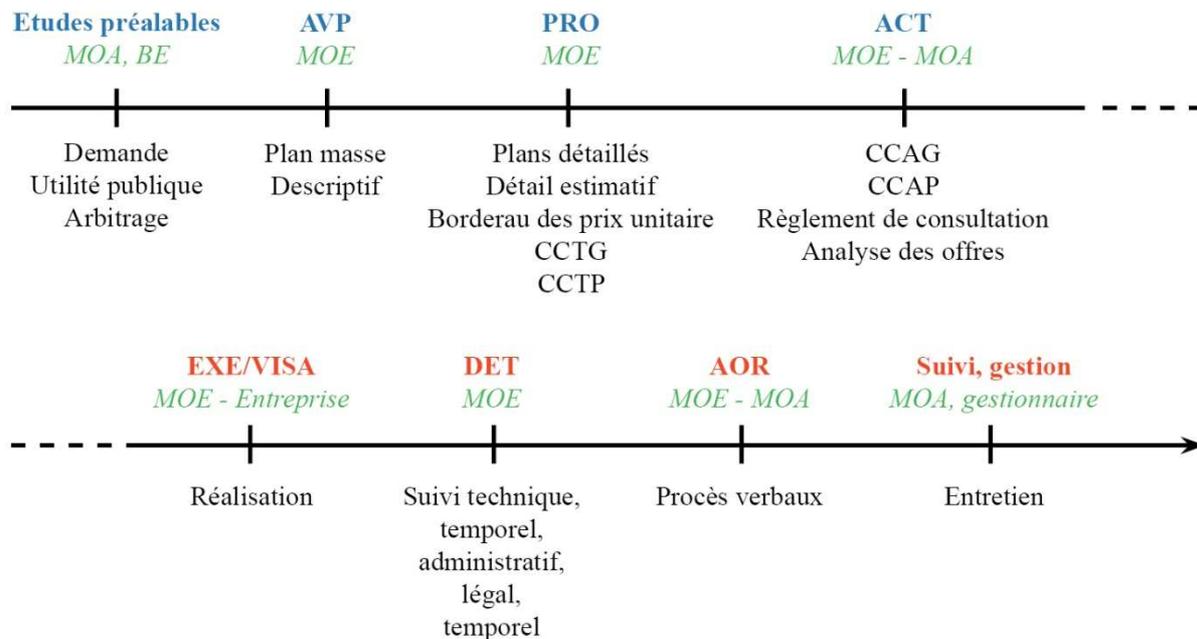
Ces opérations reviennent au gestionnaire, mais l'aménageur doit pouvoir anticiper ces tailles, de la simple taille d'entretien à l'élagage de grosses branches. Il faut avoir en tête qu'un arbre jeune pourra subir de multiples interventions en fonction de son stade de croissance. Ainsi le choix de l'essence conditionne les futures interventions de taille (Battais et al., 2011). La meilleure prévention reste donc de choisir un arbre dont le développement est en accord avec le volume aérien disponible.

Conclusion II : le choix de l'arbre et de son milieu de plantation

- Le choix d'une espèce dépend des conditions du site, des attentes du projet et des caractéristiques de l'arbre en milieu urbain.
- Il faut savoir favoriser la diversité et prévoir un espace suffisant pour accueillir l'arbre.
- Les plants en pépinière constituent la base du projet de plantation
- L'aménagement des fosses de plantation demande une réflexion particulière : définition du volume, détermination de la terre végétale, cohabitation avec les réseaux, choix du revêtement de surface.
- Le concepteur paysagiste doit anticiper la gestion en intégrant des dispositifs de protection et en prévoyant les tailles éventuelles

Chapitre III. L'arbre urbain, partie intégrante de la réflexion de projet

Il ne faut pas oublier que la conception liée à l'arbre ne représente qu'une partie du projet global. Les projets de plantation en ville se font le plus souvent lors de marchés publics qui sont définis par la loi MOP (loi relative à la maîtrise d'ouvrage publique et à ses rapports avec la maîtrise d'œuvre privée). Les différentes phases peuvent se résumer selon la figure 19.



ÉTUDES : AVP = Avant projet sommaire / PRO = Projet / ACT = Assistance Contrat de Travaux
CHANTIER : EXE = Exécution / DET = Direction Exécution des travaux / AOR = Assistance Opération de réception
ACTEURS : BE = Bureau d'Études / MOA = Maîtrise d'ouvrage / MOE = Maîtrise d'œuvre

Figure 19 : Schéma des différentes phases d'un projet de marché public (Le Gourriérec, 2012). L'arbre peut entrer en jeu dans chaque phase du projet.

La phase étude est la phase durant laquelle intervient le paysagiste concepteur. Cela correspond au travail effectué en bureau d'études chez SCE (AVP, PRO, ACT). La phase chantier correspond à la phase de réalisation où intervient l'entrepreneur, dont le suivi est le plus souvent assuré par la maîtrise d'œuvre. SCE réalise également ce type de suivi.

Le rôle du concepteur paysagiste

Selon la FFP « Le paysagiste concepteur est le maître d'œuvre des projets et des études d'aménagement de l'espace extérieur, depuis le jardin jusqu'au territoire. » [9]. Un paysagiste maître d'œuvre, sur la base d'un programme et d'un site à aménager fixés par le client (maître d'ouvrage), conçoit le projet et réalise les pièces techniques et écrites en vue de la sélection des entreprises et de la réalisation en respectant le programme et le coût d'objectif. Il vérifie l'exécution des travaux conformément aux clauses des marchés et assiste le maître d'ouvrage lors de la réception des travaux (Ferrero, 2008).

Voyons désormais quels sont les autres acteurs du projet, pour ainsi mieux comprendre les choix réalisés en matière d'aménagement urbain.

III.1. Les acteurs autour de l'arbre

En cas d'échec d'un projet, les réactions peuvent être vives (au-delà du surcoût). Mais est-ce la faute du concepteur à cause d'un mauvais choix d'essence, celle de l'entreprise de paysage qui a dérogé aux règles de l'art, ou encore au maître d'ouvrage qui pour des raisons économiques ou politiques a imposé ses choix... ? On ne rappellera jamais assez que chaque acteur a son importance et que c'est de la bonne collaboration de ces derniers que dépend la réussite du projet. Associer concepteur et gestionnaire peut être un facteur de réussite.

Nous nous proposons d'aborder ici les différents acteurs d'un projet en décrivant un cas concret.

- *L'exemple de l'aménagement de la ligne Chronobus C6 à Nantes nous permettra d'illustrer les définitions des différents acteurs. La création de cette nouvelle ligne de bus doit permettre de relier l'ouest de Nantes (Saint-Herblain) au nord-est (Atlantpôle). La mise en service de ce tracé de 16 km est prévue pour septembre 2013.*

Maître d'ouvrage

Le maître d'ouvrage est à l'origine de la commande du projet. Il a le pouvoir décisionnel qui permet d'orienter le projet sur des choix particuliers. Il joue aussi le rôle d'arbitrage.

Le maître d'ouvrage est le plus souvent représenté par des collectivités, maires, élus, administrateurs ou organismes privés.

- *Pour ce projet le maître d'ouvrage Nantes Métropole a fait appel à un maître d'ouvrage délégué qui est la SEMITAN. La SEMITAN exploite et gère l'ensemble du réseau de transport en commun de la ville de Nantes (tramway, bus).*

Maîtrise d'œuvre

Il apporte l'appui technique nécessaire aux décisions du maître d'ouvrage. En termes de plantation c'est lui qui propose les espèces d'arbres à utiliser etc. en fonction des attentes du projet.

- *SCE est intervenue dans toute la partie étude en infrastructure et en paysage. Elle va aussi intervenir en suivi de chantier.*

Entreprises - Entrepreneurs

Ils sont chargés de la réalisation et se doivent donc d'appliquer les règles de l'art liées aux plantations (mise en œuvre). Il faut s'assurer du respect des prescriptions décrites au CCTP, et auparavant des compétences de l'entreprise lors de la consultation des entreprises (DCE).

- *Quatre entreprises de paysage ont répondu à l'appel d'offre pour les travaux de plantation, au terme duquel c'est l'entreprise Arbora qui a été sélectionnée. C'est une entreprise paysagiste du Maine-et-Loire.*

Gestionnaire

Le gestionnaire peut être une commune au sein duquel se trouve un SEV, un parc, un propriétaire privé ou une entreprise. Il est chargé de l'entretien de son patrimoine arboré et élabore ainsi un plan de gestion.

- *Il s'agit ici de la Ville de Nantes (Service Espaces Verts et de l'Environnement).*

Citoyens

En tant qu'usagers de l'espace public, les citoyens restent très sensibles à leur cadre de vie. Aussi ils peuvent s'attacher aux arbres présents si bien que chaque intervention suscite des réactions. La valeur ainsi attachée aux arbres peut être importante (valeur symbolique et affective). Au-delà de ça l'arbre a une fonction sociale qui répond à une demande en espaces verts. Il aurait aussi un impact sur la santé, la présence de verdure témoignant d'espaces de qualité.

N'oublions pas non plus que des plantations urbaines durables dépendent en grande partie de la forêt urbaine privée, et donc des citoyens.

- *Les Nantais vivent dans une ville reconnue pour son cadre de vie agréable et ses nombreux espaces verts. Avec les travaux des tramways, des lignes de bus et de l'immobilier, la ville est en constante évolution, ce qui influe sur le rythme de vie des citoyens.*

Arboriste, professionnels, spécialistes, chercheurs, presse

Ces acteurs apportent leurs connaissances et leur savoir-faire. Ils peuvent ainsi appuyer un projet de conception. Certains interviennent dans les phases de diagnostic. En parallèle les activités de recherches et les publications permettent d'améliorer les connaissances liées à l'arbre en ville.

- *Arbres et territoires, arboriste conseil nantais, est intervenu pour réaliser un bilan phytosanitaire des arbres impactés par le tracé de la ligne C6. Cette intervention a permis de diagnostiquer plus de 130 arbres.*
- *Au commencement des travaux Arbora proposera une pépinière pour la fourniture des végétaux. Une visite en pépinière en présence de SCE sera alors prévue pour valider la commande. Par la suite, l'entreprise réalisera l'ensemble des travaux de plantation.*

Pour chacun de ces acteurs, l'arbre a son importance. Majoritairement utilisé en ville pour sa valeur « d'agrément », on lui attribue d'autres valeurs [5]. Une valeur forestière qui se rattache à la foresterie urbaine ; une valeur affective que l'on attribue souvent aux citoyens ; une valeur environnementale liée à ses bénéfiques écosystémiques. Mais une des valeurs les plus difficiles à appréhender est la valeur économique de l'arbre. Ainsi différentes méthodes de calcul ont vu le jour, mais aucune évaluation officielle n'existe à l'heure actuelle. Ces évaluations se basent le plus souvent sur l'état sanitaire, l'âge, l'essence proprement dite et sa situation (isolé, groupe, trame verte). Elles témoignent de l'intérêt que la communauté porte aux bénéfices de la nature en ville.

III.2. La représentation de l'arbre dans les projets d'aménagement

En tant qu'être vivant, l'arbre évolue constamment au cours du temps. Cette particularité semble s'effacer lors de la réalisation des pièces graphiques du projet : les perspectives et les coupes montrent des éléments figés, le projet semble bien abouti avec des arbres développés et en bonne santé. Mais quelle place donnent-ils aux différents stades de développement de l'arbre ?

Il est évident que réaliser de nombreux visuels pour y montrer l'évolution des plantations ne paraît pas viable en matière de production, mais il conviendrait d'informer sur cette notion du temps qui intervient sur le projet. L'idée est d'avoir une vision durable sur le long terme.

III.2.1 Le plan masse et le plan de plantation (2D)

« Le plan de masse précise l'emplacement, les cotes, les formes et les matériaux des éléments du projet » (Grant W. Reid, 2007). Les arbres y sont rarement détaillés et apparaissent la plupart du temps sous la forme de cercles ou de masses vertes. Les dimensions ne sont donc pas toujours respectées car le plan doit rester lisible et montrer l'ensemble du projet. On doit cependant pouvoir y lire les orientations du projet et parfois le type d'essence : bosquet, haie bocagère, cépée, arbre tige, arbre remarquable...

« Le plan de plantation indique l'emplacement, les dimensions et les quantités de chaque espèce plantée, en précisant son nom usuel et/ou son nom scientifique. » C'est un plan détaillé qui fait apparaître les arbres avec plus de précision que le plan masse (Annexe XIII).

Ces vues en plans peuvent être complétées par des schémas, des coupes ou des détails pouvant être réalisés à main levée ou de manière précise par ordinateur. Le niveau de détail dépend directement de la phase de projet (esquisse, avant-projet, phase projet). Des exemples de coupes sont présentés en Annexe XIV.

III.2.2 Les perspectives (3D)

Avec le développement des outils informatiques, la 3D a pris une place considérable dans les projets d'aménagement (architecture, immobilier, paysage). La difficulté en paysage est de représenter les arbres dans ces pièces graphiques. En effet le choix de la représentation dépend de l'espèce choisie (port, feuillage, floraison), de la saison (présence de feuille ou non, couleur automnale), du port désiré (fastigié, en boule, libre...) et enfin de l'âge du végétal (stade de développement et hauteur). Il faudrait donc une base de données considérable pour être réaliste.

Et pourtant l'infographie a un fort impact dans la perception du futur projet (figure 20). C'est un outil de vente efficace mais qui présente un risque, celui du « choc de l'image ». C'est pour cela que la communication et la relation avec le maître d'ouvrage est primordiale.



Figure 20 : Perspective montrant l'aménagement proposé par l'atelier d'urbanisme François Grether pour la réhabilitation des berges de Maine (Phytolab, 2011).

L'arbre et la végétation ont un fort impact visuel qui donne l'impression d'un grand renouveau pour les berges du centre ancien. Mais combien de temps faudra-t-il pour obtenir l'effet recherché ?

Mais représenter l'arbre en infographie n'est pas chose facile. « L'analyse de l'architecture des arbres est d'origine relativement récente (Hallé et Oldeman, 1970). Elle a pour but d'interpréter la structure de l'arbre pour comprendre les mécanismes morphologiques qui lui ont donné naissance. A chaque étape de son développement, l'ensemble des structures qui constituent l'arbre est étudié » (Amann et al., 2008). Cette approche de l'architecture de l'arbre a permis à certains scientifiques de représenter de manière fidèle les arbres en trois dimensions. C'est notamment le cas du logiciel AMAP. Mais ce logiciel est avant tout utilisé pour les cultures dans le but d'anticiper les rendements, et parfois les tailles.

Ainsi les logiciels les plus utilisés restent AutoCad ou VectorWorks pour les plans et détails techniques en 2D, Sketchup pour les maquettes 3D et Photoshop pour tous les habillages et travaux d'images, que ce soit en 2D ou en perspective (figure 21). Illustrator est aussi très utile dans la réalisation d'esquisses, de schémas directeurs ou de cartes. Mais d'autres logiciels moins connus peuvent être utilisés par les infographistes ou les bureaux d'architecture : 3Ds max, Arc, Artlantis, cinema 4D... Enfin des plugins complémentaires permettent d'obtenir des rendus photoréalistes (Blender, Final Render, Indigo...).



Figure 21 : Différentes représentations d'un *Magnolia grandiflora* en infographie paysagère. De gauche à droite : image Sketchup (Le Gourriérec, 2012), image détournée Photoshop (SCE, 2006) et image 3Ds max (SCE, 2006).

Ces méthodes se sont considérablement développées ces vingt dernières années, et en constatant les progrès réalisés en audiovisuel, on peut imaginer des rendus de plus en plus soignés et réalistes pour les projets de paysage. L'arbre n'en sera que mieux représenté.

III.2.4 La palette végétale, un outil du paysagiste

La présentation d'une palette végétale pour un projet se veut plus objective. Elle doit permettre d'identifier les espèces utilisées et éventuellement de montrer les caractéristiques de ces espèces végétales. Elle permet aussi de justifier certains choix d'aménagements (composition). Attention là encore à bien faire la distinction entre les périodes de floraison, les feuillages et les dimensions des végétaux. L'extrait de palette végétale présenté en figure 22 a la particularité de montrer l'arbre à différentes saisons et à différentes hauteurs.

Les catalogues des pépiniéristes permettent de connaître avec précisions les caractéristiques des arbres. C'est un outil indispensable au paysagiste. D'autres bases de données existent comme par exemple Végébase, une base de données en cours de réalisation initiée par Plante & Cité. Elle doit devenir un outil d'aide au choix des végétaux lors de la conception d'espaces verts. Plantus est une base de données qui donne de nombreuses informations botaniques et culturelles. Elle permet notamment de sélectionner les critères de choix du végétal (exemple : arbre à floraison rouge, adapté aux sols calcaires...).



Figure 22 : Extrait d'une palette végétale pour la Place des Jacobins au Mans (SCE Le Mans, 2012).

Les renseignements permettent au maître d'ouvrage d'avoir une bonne vision de ce que l'arbre représente pour le projet (coût, évolution).

III.3. D'autres manières de composer avec l'arbre

Chaque projet de plantation étant différent, le rôle du concepteur est aussi d'anticiper le devenir des sites d'aménagements et des formes urbaines. Cette vision pérenne des aménagements est toujours à garder en tête. Nous avons vu qu'un minimum de dispositions sont à prendre pour garantir un bon développement des espèces. Mais au-delà de ces éléments techniques, d'autres réflexions de projet peuvent apparaître.

III.3.1 « Petit sujet vs. gros sujet »

Voici un sujet qui fait souvent débat entre élus, citoyens et maître d'œuvre. Pour des raisons d'image ou d'esthétique, certains projets privilégient la plantation de gros sujets. Le seul avantage : avoir un aspect « fini » dès la fin des travaux ; certains diront un gain de temps. Si les moyens sont mis en œuvre, cette pratique peut se réaliser mais doit rester une exception ! La raison est simple : plus l'arbre vieillit, plus son volume racinaire est important. En transplantant ce végétal on supprime donc une grande partie des racines. L'arbre est moins alimenté en eau, moins ancré dans le sol et l'équilibre entre partie aérienne et partie souterraine n'est plus maintenu. En conséquence l'arbre puise dans ses réserves et s'affaiblit, il devient plus vulnérable et son espérance de vie diminue. On comprend donc qu'en l'absence de conditions optimales, ce genre d'entreprise peut vite s'avérer peu durable. Transplanter est parfois une erreur technique et économique.

Une étude réalisée par la Division des Etudes Végétales de la ville de Paris montre que les meilleures reprises s'obtiennent avec des transplantations réalisées en hiver, sur des arbres de « petit » diamètre (20-60 cm) et avec de plus grosses transplanteuses [10]. Au-dessus de 60 cm de circonférence, la mortalité devient trop importante. Par ailleurs, on observe que la mort des arbres n'intervient que plusieurs années après transplantation (4 à 8 ans). On peut donc imaginer que durant cette période, l'arbre ne présentera ni une bonne vigueur, ni un bon aspect esthétique recherché dans les aménagements. Enfin on retiendra que certaines espèces sont plus tolérantes à la transplantation comme le charme, le micocoulier, le sophora et le platane ; à l'inverse du robinier, du paulownia, du tilleul et du marronnier.

III.3.2 Conserver ou replanter ?

Comment remplacer un arbre adulte ? Voici une question qui se pose aux aménageurs de l'espace public. Un arbre de première grandeur laisse une trace conséquente dans le paysage urbain mais aussi en profondeur. Lors de nouveaux travaux, si l'arbre en place ne peut pas être conservé, deux solutions sont possibles : abattre l'arbre ou le transplanter.

Un « Cahier d'Arbre Actuel » édité par l'IDF en 1994 illustre des cas de conservation ou d'adaptation du projet aux plantations existantes (l'arbre en ville et les constructions en souterrain). On peut y voir la diversité et la complexité des projets. Ainsi certains d'entre eux font appel à des techniques particulières :

- contournement
- caissons temporaires pour conserver les fosses de plantation
- reprises en sous-œuvre
- procédés de terrassement (pleine fouille, parois inclinées)
- plantations sur dalles ou en bacs.

Les plantations sur dalles ou en bacs présentent le grand désavantage de limiter l'exploration racinaire. Cela ne se remarque pas les premières années, mais à terme l'arbre subit des perturbations d'autant plus que la matière organique n'est pas renouvelée. Si l'utilisation de dalles est la seule solution, il faut alors privilégier des arbres de petit développement (troisième grandeur).

Si la transplantation permet de conserver des arbres impactés par le projet, cette opération reste traumatisante même pour des sujets jeunes et vigoureux. Elle représente aussi un coût important, allant de 500 à 2000 € l'unité suivant la taille de l'arbre. Nous venons d'évoquer le fait la reprise d'arbres de gros diamètre est difficile. Le choix de conserver un arbre existant doit donc se faire en fonction du type d'essence et de sa taille (figure 23). Le projet doit donc identifier les « arbres d'avenir » dès sa conception.



Figure 23 : Transplantation de Magnolias à Nantes (Frédéric Fouan, SCE 2012).

Lors de travaux sur les lignes 1 et 2 du tramway nantais, des magnolias ont été transplanté après diagnostic de leur état sanitaire.

Même si cela peut paraître paradoxal, pour certains alignements ou groupements d'arbres présentant une densité trop importante, la suppression de certains sujets peut s'avérer utile (par exemple la suppression un arbre sur deux). L'abattage est de ce fait réduit et permet aux arbres restants de mieux se développer. Parfois l'abattage de la totalité de la trame végétale existante permet de renouveler les plantations, car la conservation comporte des inconvénients (contraintes techniques et surcoûts). Mais ce qui freine les décideurs dans de telles entreprises est la réaction d'hostilité des riverains vis-à-vis du projet. Un compromis peut être trouvé en renouvelant ponctuellement les arbres dépérissants.

Enfin la reconstitution des sols est aussi problématique dans le cas de remplacements d'arbres ou de sols perturbés. Certains sols permettent par exemple de créer un mélange terre-pierre à partir du sol existant. Un alignement de Sophora du Japon a été réalisé avec ce type de mélange à Luisant (agglomération de Chartres), avec réutilisation d'une partie de

la terre présente sur site (limons de Beauce) et de granulats de béton recyclés issus du chantier de démolition [11]. Nous verrons que des recherches sont en cours à ce sujet.

III.3.3 L'arbre spontané, une « composition de la nature »

Les plantes spontanées sont des plantes qui s'implantent et se développent sans l'intervention de l'homme. Elles s'installent surtout dans les espaces délaissés comme les friches, les bords de routes, les terrains abandonnés... Cette implantation peut être le fait d'espèces invasives, d'espèces locales ou acclimatées. Dans le cas d'une espèce invasive, le projet doit bien entendu viser à supprimer cette espèce. Mais quant est-il des autres arbres spontanés ?

En proposant de conserver les arbres existants le projet peut rapidement bénéficier d'une trame végétale, et de plus intégrer des arbres du paysage local. Ainsi certains projets contemporains incluent la dynamique végétale dans le concept du projet. Cela s'opère plus facilement dans les espaces qui deviennent de nouveaux parcs ou les réhabilitations de sites industriels. Anticiper la colonisation des espèces végétales peut s'apparenter au préverdissement (voir plus bas).

III.3.4 L'arbre et l'urbanisme végétal

L'urbanisme végétal est un terme qui a largement été développé par Caroline Mollie, dont l'ouvrage de référence du même nom datant de 1993 a été réédité en 2009. Elle apporte son regard sur l'arbre à l'échelle de la ville, où il s'inscrit dans l'espace et le temps. Ainsi l'arbre offre une multitude de possibilités en termes de composition urbaine. Cela est synthétisé en Annexe VII. Il est difficile d'avoir ce type de regard dans des projets ponctuels qui n'intègrent qu'une petite partie de la ville. Les aménageurs doivent composer avec le patrimoine existant, ce qui est la contrainte majeure de nos villes actuelles, où la densification rend le moindre mètre carré convoité.

Les projets relativement importants peuvent néanmoins intégrer cette conception de l'espace. Le préverdissement est un concept d'aménagement apparu dans les années 80. Il consiste à végétaliser des espaces avant les constructions (bâtiments et infrastructures), permettant ainsi d'avoir une trame verte dès le début du projet. Ces trames peuvent être précises en organisant déjà l'espace autour d'alignements, de massifs boisés et de zones de transition. Les massifs ainsi créés apportent tous les avantages des espaces verts en ville. Cette technique nécessite cependant un suivi pour pouvoir dessiner les grands axes futurs, sans quoi une végétation naturelle s'installe rapidement.

Le coût d'une telle opération s'avère moins élevé qu'un aménagement partant d'un terrain nu. Une végétation déjà en place nécessite aussi moins d'entretien (Larcher et Gelgon, 2005). Ce principe aurait notamment été utilisé pour une partie des aménagements de la ZAC Desjardins à Angers.

Les cités jardins imaginées pour la première fois en Angleterre, montrent une composition des espaces où le végétal occupe autant d'importance que le bâti. Des exemples comme la Cité Floréale à Bruxelles ou le faubourg jardin de Hamstead près de Londres illustrent cette manière d'aménager. Mais la taille des villes actuelles et la densification des habitats permettent difficilement d'intégrer ce genre de démarche de « campagne dans la ville ».

Et si l'urbanisme végétal s'alliait à l'urbanisme classique pour composer la ville. « Autrement dit, s'il est fondé de développer un urbanisme où le végétal joue un rôle déterminant à côté de l'urbanisme classique essentiellement minéral, » comme l'évoquait déjà Cabanel dans la Revue Forestière Française en 1989. En effet c'est autour des constructions que s'articule l'urbanisation, mais les trames végétales ont un rôle structurant dans la ville. Les maillages forestiers, le tracé des grandes avenues et les anciens remparts montrent encore aujourd'hui le passé des villes (figure 24).



Figure 24 : Photographie de Martes-Tolosane issue de la Documentation française (Mollie, 2009). Elle illustre parfaitement le modèle de tour planté de la ville ancienne.

III.3.5 Arbre et architecture

« Les arbres, dès qu'ils atteignent une certaine taille, peuvent être considérés comme des éléments architecturaux des espaces publics... » Didier Larue, architecte paysagiste.

Cette citation souligne le fait que l'arbre a un rôle structurant dans l'espace : c'est une réelle structure dans la ville, comme peut l'être un bâtiment. Mais combiné à l'architecture l'arbre prend une autre mesure. Les jardins suspendus de Babylone font parti de ces réalisations qui ont marquées l'histoire des jardins, par des systèmes de dalles et de terrasses surélevées. Aujourd'hui encore l'arbre nourrit des projets ambitieux où il se fond avec l'architecture, comme en témoigne les tours « Bosco Verticale » à Milan (figure 25). Dessinées par un cabinet d'architectes italiens, ces deux tours sont destinées à accueillir plus de 400 arbres. Ce projet semble avoir été étudié avec soin, avec le concours de botanistes. Mais il suscite tout de même des interrogations en terme de pérennité car, nous l'avons vu, l'arbre a une durée de vie limitée. Se pose donc la question du remplacement de ces arbres et du devenir des sols de plantations ! De plus ce milieu artificiel devra offrir à l'arbre l'alimentation et l'irrigation en conséquence.

D'autres « tours végétales » devraient voir le jour à Nantes et Paris en 2014.

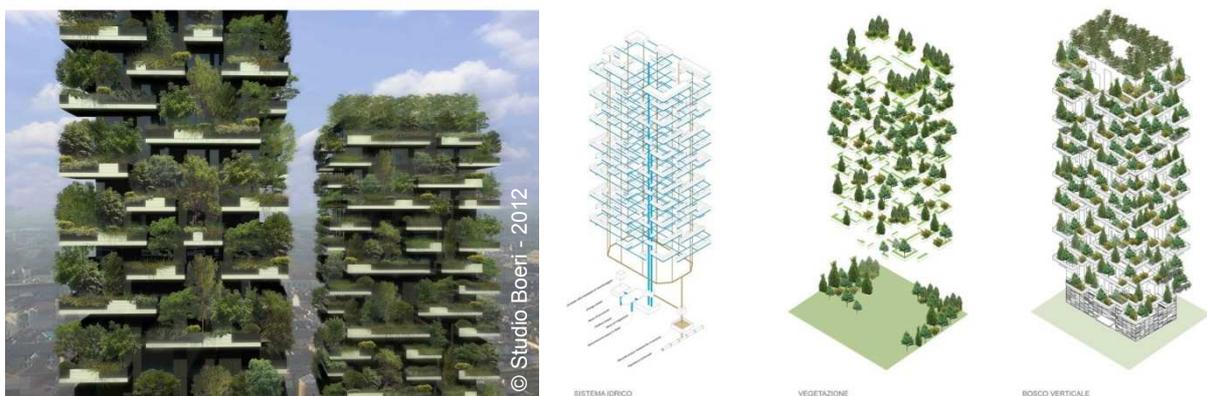


Figure 25 : Images des Tours Bosco Verticale à Milan en Italie (Studio Boeri, 2012). A gauche, un photomontage. A droite, un schéma descriptif de la structure.

Ces exemples parfois démesurés montrent que l'homme place le végétal au cœur de ses préoccupations d'avenir. Avec des moyens importants, le paysagiste peut donc s'allier à l'architecte pour mener des projets d'envergure. Mais pourquoi ne pas allier plus souvent architecte et paysagiste dès la conception d'aménagements urbains ?

III.4. Formation, recherche et communication autour de l'arbre en ville

Dans cette dernière partie nous mettrons en avant ici l'existence d'un véritable réseau de professionnels autour de l'arbre d'ornement. Cela constituera une première base de discussion avant la conclusion.

III.4.1 Les villes, premiers investigateurs de l'arbre urbain

Les villes qui ont rédigé des chartes de l'arbre semblent avoir ciblé les enjeux liés à l'arbre en milieu urbain, et intègrent le plus souvent des démarches d'innovations et d'expérimentation (Nantes, Lyon, Bordeaux, Paris...). Mais il est difficile d'appréhender les savoirs et connaissances de l'ensemble de la filière.

Les gestionnaires portent un grand intérêt à la gestion de leur patrimoine arboré, notamment en termes d'économie et d'environnement. C'est pour cette raison qu'ils constituent un lieu de rassemblement des acteurs : pour les concepteurs, la ville est le site même des projets tandis que pour les chercheurs, elle constitue un lieu d'étude privilégié.

III.4.2 L'importance de la communication dans la diffusion de l'information

La communication autour de l'arbre urbain peut s'établir à différents niveaux :

- entre acteurs du projet par l'intermédiaire des comptes-rendus, pièces techniques et graphiques, réunions...
- au sein de la filière professionnelle via la presse, les publications ou les colloques
- dans les formations professionnelles
- entre collectivité et public en diffusant des plaquettes et en faisant de la sensibilisation
- entre acteurs du projet et public.

Les professionnels

La presse technique et scientifique est certainement le premier diffuseur d'informations dans ce domaine. Les périodiques tels que Paysage Actualités, Horticulture & Paysage, le Lien Horticole ou la Revue Forestière Française font régulièrement des sujets qui concernent l'arbre en ville. Mais des associations existent également dans cette optique. C'est le cas de la Société Française d'Arboriculture et de l'Institut pour le Développement Forestier. Nous verrons qu'il en existe d'autres.

Usagers et citoyens

Vis-à-vis du public, informer est une manière et de prévenir des réactions négatives, comme cela a pu être le cas pour la gestion différenciée. Le but est de faire voir l'arbre comme un être vivant et non comme un simple objet ou un simple mobilier urbain. Car bien souvent une contradiction existe entre la demande d'arbre et les comportements négligeant à leur égard [5]. La sensibilisation doit aussi se faire dès le plus jeune âge. La participation des écoles aux projets de plantation est une pratique qui se fait depuis de nombreuses années, mais rarement en milieu urbain. Comme l'évoque Caroline Mollie (2009) « C'est en permanence et partout, dans les réunions de quartier, dans les enquêtes publiques, sur les chantiers, dans la presse, dans les écoles qu'il faut être présent pour rappeler les fondamentaux et expliquer les choix et les gestes. »

La formation

Il ne faut pas non plus oublier l'importance de la formation. Les formations en arboriculture et en foresterie mettent l'arbre au cœur de la formation. Celles liées à l'horticulture et au paysage intègrent aussi la connaissance de l'arbre dans leurs programmes. Mais il est difficile de pouvoir intégrer toutes les connaissances liées à l'arbre en ville, tant les situations rencontrées sont variées.

Par ailleurs, nous avons parlé depuis le début de la cohabitation de l'arbre avec les réseaux, les voiries, les citoyens... et leur importance dans l'urbanisme et l'accompagnement de l'architecture. Cela montre qu'il a une influence sur tous les aménageurs de l'espace urbain !

Nous en venons donc à parler de la part de l'arbre dans les formations autres que celle du paysage. Le paysagiste, qu'il soit architecte, ingénieur ou technicien, doit par sa formation avoir les bases nécessaires à la gestion de l'arbre en ville. Mais comment l'arbre est-il abordé par les formations d'urbanistes, d'architectes, de bâtiments ou d'infrastructures ? En interrogeant ces corps de métier, on se rend compte que l'approche n'est que partielle, et que c'est bien le paysagiste qui fait le lien entre constructions dures et structures végétales.

III.4.3 Plante et Cité, un acteur majeur des connaissances et innovations

La naissance de l'association Plante & Cité a permis de centraliser les informations liées à la nature en ville, mais aussi de suivre des recherches. Elle associe de ce fait l'ensemble des acteurs de la filière. Plante & Cité met à disposition à ses adhérents une base de données importante sur les questions de nature en ville et s'organise en six thématiques qui peuvent concerner l'arbre :

- expérimentations
- fiches de synthèse à propos de techniques utilisées
- réalisations originales menées par des collectivités ou des entreprises
- outils en ligne
- fiches bibliographiques
- prescriptions techniques.

Ces thématiques définissent trois principaux axes de recherches qui concernent l'arbre en ville : agronomie et artificialisation des sols urbains, innovation et diversification végétale, gestion sanitaire et PBI. Ces éléments sont décrits en Annexe XV. D'autres programmes de recherche pilotés par Plante & Cité sont aussi en rapport avec l'arbre en ville : écologie urbaine et gestion de la biodiversité, perception des paysages urbains, outils de gestion du patrimoine arboré...

III.4.4 De nombreuses associations en lien avec l'arbre

Tableau 4 : Recueil d'associations agissant autour de l'arbre en ville [12] (Le Gourriérec, 2012).

Association	Sigle	Création	Evènements	Remarques
France				
Fédération Française du Paysage	FFP	?	Journées formation	
Groupe d'Etude de l'Arbre	GEA	1987	Séminaires	Séminaire « Arbre et environnement : Autour de l'arbre en ville » à Lyon en avril 2012
Plante & Cité	P&C	2006	Journées techniques	
Société Française d'Arboriculture	SFA	1994	Rencontres Régionales d'Arboriculture	Réseau de professionnels de l'arbre
Europe et International				
Association Suisse des Soins aux Arbres	ASSA	1997		
European Arboricultural Council	EAC	1992	Meeting annuel	Il a pour vocation l'harmonisation des professions liées à l'arboriculture ornementale en Europe
International Society of Arboriculture	ISA	1924	Workshops, conférences	Regroupe 16 000 membres dans le monde entier
Société Internationale d'Arboriculture du Québec	SIAQ	1977	Colloques, congrès, formation	Regroupe plus de 200 professionnels

L'arbre fait régulièrement se réunir les acteurs de la filière (tableau 4). Plusieurs associations ont pour rôle de diffuser les connaissances scientifiques et techniques, de favoriser les liens entre les chercheurs et les professionnels, de coordonner les recherches sur les arbres et de communiquer avec les pouvoirs publics.

Par ailleurs certaines collectivités ou organismes publics ont des actions en matière d'arboriculture urbaine. C'est le cas des CAUE, comme le CAUE de Seine-et-Marne qui a réalisé des fiches conseils intitulés « L'arbre en questions » [13]. Elle organise aussi des rencontres autour de l'arbre (« Arborencontre »).

En résumé on se rend compte qu'un grand nombre d'acteurs existent autour de l'arbre, mais il semble difficile d'avoir une vision claire des relations entre ces derniers. Plusieurs associations montrent des activités similaires qui font ressortir le besoin de mutualiser les connaissances. En ce sens Plante & Cité est devenu un acteur incontournable de la nature en ville. Cela confirme donc ce que nous avançons en introduction : l'arbre est réellement au centre de plusieurs disciplines qui parfois se rejoignent, entre arboriculture, foresterie et agrément.

III.4.5 D'autres pistes d'étude : le sol, l'air et l'eau !

L'arbre bénéficie d'un véritable réseau de professionnels qui agissent sur des domaines d'applications très variés. Les instituts de recherches comme l'INRA ou l'ASTREDHOR (institut technique d'expérimentations en horticulture) participent grandement à l'avancé des recherches. Ce n'est pas uniquement l'arbre lui-même mais l'ensemble de son environnement qui est l'objet de recherches et de préoccupations :

- La question de l'eau, qui est de plus en plus avancée comme l'un des enjeux majeurs des villes de ce 21^e siècle, est une piste d'étude à développer. En effet l'eau de pluie qui arrive en ville suit un cycle particulier : les surfaces imperméables la dirige et la canalise vers des usines de traitements ou des zones d'infiltration. Une partie de cette eau pourrait être judicieusement intégrée à l'arrosage de nombreux espaces verts et de jeunes plantations. Par ailleurs les changements climatiques annoncés pourront avoir des conséquences sur la palette végétale utilisée. Les données scientifiques seront ainsi utiles pour les futurs paysagistes.

- Le phénomène d'échaudure reste peu connu et un programme de recherche sur le sujet a débuté en 2010 à l'INRA de Saint Quentin en Yvelines.

- La mycorhization contrôlée que nous avons évoqué au début de cette étude fait partie des éléments méconnus des aménageurs. Les bénéfices qu'elle apporte à la plante sont pourtant prouvés. Il reste à déterminer comment mettre en place ces symbioses en conditions urbaines ? Une étude récente menée par l'INRA a abouti à l'élaboration d'une méthode d'évaluation du taux de mycorhization des racines, et de la mise en valeur de leurs intérêts [14]. L'objectif de ce type d'évaluation était de pouvoir dresser l'état des plantations en vue de leur amélioration. Ce type d'étude paraît pourtant difficilement applicable au projet urbain (coût supplémentaire, analyse par du personnel compétent ou des laboratoires spécialisés, suivi...). La principale difficulté réside dans le fait que l'activité des microorganismes et des champignons est limitée dans les sols urbains (en comparaison à un sol forestier), on y observe alors moins de mycorhizes.

- Parallèlement le développement des racines est susceptible d'intéresser de nombreux aménageurs. Des travaux récents de Claire Atger chez Pousse Conseil traitent notamment de la structure et du développement racinaire des arbres, ainsi que l'influence du milieu et de la taille sur ces derniers [14].

- La gestion des sols urbains fait grandement partie des préoccupations des professionnels. En effet les terres cultivables aptes à fournir des terres de plantation sont amenées à se raréfier ou à engendrer des déplacements plus importants. Ainsi l'amélioration du sol urbain et la réutilisation des déchets sont au cœur de recherches en partenariat menées par Plante & Cité (dont fait notamment partie Agrocampus Ouest par l'intermédiaire de Patrice Cannavo et de Laure Beaudet).

Une synthèse rédigée par Jean-Pierre Rossignol a été établie dans le but de dresser un état des lieux des connaissances scientifiques et bibliographiques acquises sur les sols urbains, ainsi que les acteurs scientifiques dans le domaine.

- Enfin les préoccupations écologiques et notamment l'autoécologie de l'arbre urbain seront à étudié, l'idéal étant d'obtenir à terme des données précises sur chaque arbre.

Conclusion III : des connaissances et applications en progrès, mais des regards différents portés sur l'arbre.

- Il faut trouver un équilibre entre conservation, abattage ou transplantation des sujets existants. Le choix s'opère sur des critères économiques, patrimoniaux et techniques (privilégier les arbres d'avenir).

- Les aménageurs des espaces extérieurs sont variés et agissent dans des domaines d'application complémentaires. L'urbanisme végétal peut parfois se rapprocher de l'urbanisme classique et de l'architecture

- Les acteurs autour de l'arbre sont nombreux : même au cœur du projet les paysagistes, les décideurs et les différents corps de métier ont une approche différente du projet.

- En parallèle des chercheurs et spécialistes œuvrent pour améliorer les connaissances en arboriculture urbaine.

Conclusion

Aborder le thème de l'arbre impose une forme de sagesse. En effet l'espace et le temps sont deux dimensions qu'il faut avoir à l'esprit : l'espace car l'arbre occupe un espace souterrain et aérien ; le temps car l'arbre évolue au fil du temps (saisons, années). Il faut donc parfois accepter qu'au cours de sa vie un arbre ne suivra pas toujours le développement que l'on souhaiterait obtenir.

Les éléments synthétisés en fin de chaque chapitre rappelaient les points clés à prendre en compte par le paysagiste concepteur face aux contraintes du projet urbain. Ainsi cette étude a permis d'identifier les facteurs qui interviennent sur l'arbre dans le projet d'aménagement : l'arbre en tant qu'être vivant, le milieu urbain dans lequel il évolue, l'espace de plantation et enfin les acteurs du projet. Elle portait l'accent sur la conception, car elle est la première phase d'intervention qui conditionne la pérennité du projet. Ce rôle de concepteur est une des opérations menées par le paysagiste, qu'il soit ingénieur ou architecte.

Au regard des connaissances actuelles sur l'arbre, on pourrait presque dire qu'on en connaît assez pour effectuer des projets durables. La réflexion s'axait principalement sur la connaissance de l'arbre et son utilisation dans les projets urbains, mais d'autres domaines abordés de manière synthétique sont aussi indispensables : agronomie, irrigation, suivi et entretien. Ainsi le bon développement de l'arbre dépend pour beaucoup de sa gestion et de son évolution dans la ville. Cet aspect nécessitait une approche différente qu'il n'était pas possible d'aborder ici de manière suffisante. Nous aurions cependant pu illustrer le propos de manière plus précise par un plus grand nombre d'aménagements. De plus la définition même que nous avons donnée des arbres nous a montré que leurs exigences ne sont pas identiques. De ce fait tenter de généraliser les pratiques de conception par une méthode unique aurait été inapproprié.

Par ailleurs le retour sur expérience semble être difficile à mener s'il n'est pas piloté par un groupe de travail. Face à la grande diversité des projets, la mise en commun des connaissances n'est pas toujours facilitée.

Partant de ces constats j'aimerais attirer l'attention sur plusieurs éléments :

- les habitudes de conception conduisent parfois à se cantonner à des pratiques d'aménagements qui pourraient être améliorées. Ainsi se tenir informer des activités de recherche et des innovations permet de trouver de nouvelles techniques appliquées aux plantations, et de trouver des solutions directement sur site.
- le suivi des plantations plusieurs années après sa conception est parfois difficile à assurer par le maître d'œuvre par manque de temps ou de moyens. Avoir un retour sur l'évolution des aménagements est pourtant une bonne manière de vérifier ce qui fonctionne ou ne fonctionne pas en espace public.
- tous les projets ne semblent pas pouvoir intégrer l'ensemble des préconisations abordées dans ce mémoire. Les analyses de sol, les études autoécologiques, les diagnostics phytosanitaires et la préparation des fosses de plantation sont parfois réduites ou inexistantes.
- les plantations, au regard du bénéfice qu'elles apportent et de leur coût moindre par rapport aux travaux d'infrastructures, mériteraient sans doute plus de temps et de moyens consacrés.

En conclusion la question de la nature en ville est devenue une préoccupation majeure en matière d'environnement et de développement durable. Planter un arbre, c'est léguer aux générations futures un patrimoine végétal d'importance. Chaque aménageur doit avoir cela à l'esprit. Enfin penser une ville durable ne se réduit pas à la prise en compte de l'environnement, mais bien de tous les éléments qui construisent la ville : les hommes, le bâti, la faune et la flore urbaines... Le paysagiste aura donc un rôle prépondérant dans l'avenir des espaces publics aux côtés d'urbanistes, d'architectes et d'écologues.

Bibliographie

- **Amann N., Bourgerly C., Gillig C-M. (2008).** L'arbre en milieu urbain : Conception et réalisation de plantations. Infolio, 216p.
- **Battais M., Granger G., Guillet P., Pioud S. (2011).** L'arbre en ville : Raisonner la taille et la plantation des jeunes arbres ! Horticulture & Paysage, 131, pp. 46-47.
- **Bonardot A. (2004).** Arbre en questions : Fiches conseils de l'arboriculture ornementale. Société Française d'Arboriculture, Conseil d'Architecture d'Urbanisme et de l'Environnement de Seine-et-Marne, 83p.
- **Bourgerly C., Mailliet L. (1993).** L'arboriculture urbaine. Institut pour le développement forestier, Mission du paysage, 318p.
- **Bracciano P., Haddad Y., Garapon D., Tourret V. (1995).** L'arbre et les revêtements de surface. Cahiers d'Arbre actuel n°2, Institut pour le développement forestier, 48p.
- **Desfontaines M. (2012).** Troyes, quai de Seine : Arbres en cage pour protection durable. Paysages Actualités, 351, pp. 32-33.
- **Diraison A. (2003).** Les droits de l'arbre : aide-mémoire des textes juridiques. Ministère de l'Écologie et du Développement Durable, Paris, 45p.
- **Favre A. (2011).** L'arbre dans la ville : outil de l'ingénierie urbaine ? Mémoire d'Ingénieur de l'Institut Supérieur des Sciences Agronomiques, Agroalimentaires, Horticoles et du Paysage, Agrocampus Ouest Centre d'Angers, INHP, 37 p.
- **Ferrero J. (2008).** Les rôles du paysage et du paysagiste dans le projet d'aménagement : de la théorie à la pratique. Mémoire d'Ingénieur de l'Institut Supérieur des Sciences Agronomiques, Agroalimentaires, Horticoles et du Paysage, Agrocampus Ouest Centre d'Angers, INHP, 39 p.
- **Garapon D., Moreau B., Syncoparc, Tourret V. (1994).** L'arbre en ville et les constructions en souterrain. Cahier d'Arbre actuel n°1, Institut pour le développement forestier, 96p.
- **Grant W. Reid (2006).** Dessin d'architecture paysagère. Eyrolles, Paris, 199p.
- **Guillard J., Pardé J. (1989).** L'arbre en ville. Revue Forestière Française, numéro spécial 1989, 189p.
- **Guinaudeau C. (2010).** L'arbre en milieu urbain : Choix, plantation et entretien. Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, Marne-la-Vallée, 144p.
- **Hallé F. (2011).** Du bon usage des arbres : Un plaidoyer à l'attention des élus et des énarques. Actes Sud, Domaine du Possible, 87p.
- **Hallé F. et al. (2008).** Les arbres. In : Aux origines des plantes : des plantes anciennes à la botanique du XXI^e siècle. Hallé F., Fayard, pp. 240-253.
- **Julien J. (2009).** Intégrer les risques phytosanitaires dès la conception paysagère. PHM Revue Horticole, 510, pp.27-33.
- **Larcher J.-L. - Gelgon T. (2005).** Aménagement et maintenance des surfaces végétales. Editions Tec&Doc, Paris, 482 p.
- **Larue D. (1996).** L'arbre dans la ville. Sang de la terre, Ecologie urbaine, 166 p.
- **Miller R. W. (1988).** Urban Forestry Planning and Managing Urban Greenspaces, Prentice Hall, New Jersey, 480p.
- **Ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement. (1999).** Marché public de travaux - Cahier des clauses techniques générales - Fascicule 35 - Aménagements paysagers, aires de sports et de loisirs de plein air, Bulletin officiel, Paris, 374p.
- **Mollie C. (2009).** Des arbres dans la ville : l'urbanisme végétal. Actes Sud, Cité Verte, 260 p.
- **Segur F. (2011).** L'arbre urbain, créateur de richesses. Horticulture & Paysage, n° spécial Assises Européennes du paysage, pp.14-15.
- **Viatte P. (2002).** Les plantations d'arbres en ville : Le long des rues et sur les places. Certu, 56p.

Sitographie

- [1] **Robin Pépinières (2008)**. Le laboratoire de mycorhization contrôlée.
<http://www.robinpepinieres.com/fr/entreprise/atouts/mycorhization-controlee.html> (consulté le 03/08/12).
- [2] **PUPS, La Sorbonne (2012)**. L'arbre au Moyen Âge.
http://pups.paris-sorbonne.fr/pages/aff_livre.php?Id=865 (consulté le 24/07/2012).
- [3] **Food and Agriculture Organization of the United Nations (1995)**. L'avenir de la foresterie urbaine dans les pays en développement...
<http://www.fao.org/DOCREP/005/T1680F/T1680F02.htm#ch1.1> (consulté le 20/07/2012).
- [4] **Union Régionale des CAUE d'Île-de-France (2012)**. Arbre - Relation de voisinage.
<http://www.urcaue-idf.archi.fr/abcaire/imprimer.php?fiche=235> (consulté le 26/07/12).
- [5] **Grand Lyon communauté urbaine (2011)**. La charte de l'arbre.
http://www.grandlyon.com/fileadmin/user_upload/Pdf/activites/environnement/20111214_gl_chartearbre.pdf (consulté le 05/08/2012).
- [6] **GreenMax (2012)**. Silva Cell - Infrastructure pour l'arbre.
<http://www.greenmax.eu/fr/silvacell/> (consulté le 29/08/2012).
- [7] **Service des espaces verts et de l'environnement de la Ville de Nantes (2012)**. Les arbres - Protocole Pesos.
<http://www.seve.nantes.fr/lesarbres/pesos/cadrepesos.htm> (consulté le 29/08/2012).
- [8] **Société Française d'Arboriculture (2007)**. Respectons les arbres.
<http://www.sfa-asso.fr/userfiles/plaquettebonnespratiques.pdf> (consulté le 24/07/2012).
- [9] **Fédération Française du Paysage (2009)**. Profession paysagiste concepteur.
<http://www.f-f-p.org/fr/paysagiste-concepteur/definition/> (consulté le 13/08/2012).
- [10] **Plante & Cité (2010)**. Le suivi des transplantations.
http://www.plante-et-cite.fr/le-suivi-des-transplantations-20556.html?&PARAM655=ModLevel_4%7CIdDetail_20675 (consulté le 03/09/2012).
- [11] **Plante & Cité (2009)**. Plantation d'un alignement avec un mélange terre-pierres constitué de matériaux recyclés : terre en place et granulats de béton concassé.
http://www.plante-et-cite.fr/plantation-d-un-alignement-avec-un-melange-terre-pierres-constitue-de-materiaux-recycles-terre-en-place-et-granulats-de-beton-concasse-8277.html?&PARAM655=ModLevel_4%7CIdDetail_8353 (consulté le 04/09/2012).
- [12] **Société Française d'Arboriculture (2007)**. Des organisations internationales.
<http://www.sfa-asso.fr/index.php?cat=organisations-internationales> (consulté le 07/09/2012).
- [13] **CAUE de Seine-et-Marne (2012)**. Arbres.
<http://www.arbres-caue77.org/> (consulté le 06/09/2012).
- [14] **Plante & Cité (2009)**. Fiches de synthèse.
http://www.plante-et-cite.fr/?PARAM655=ModLevel_1&FULLTEXT=arbre&FILTRE_FULLTEXT=titre&filtre655_YEAR=%7C&DATE_DEPUIS=0&DATE_JUSQUA=0&DATE_EXACTE=0&filtre655_rechercher=Rechercher (consulté le 04/09/2012).



AGROCAMPUS OUEST
Centre d'Angers

2 rue André Le Nôtre
49045 ANGERS Cedex 01
02 41 22 54 54



AMÉNAGEMENT & ENVIRONNEMENT

SCE Nantes
Aménagement & Environnement

5 avenue Augustin-Louis Cauchy
44307 NANTES Cedex 03
02 40 68 51 55

Mémoire de Fin d'Etudes

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

Année universitaire : 2011 - 2012

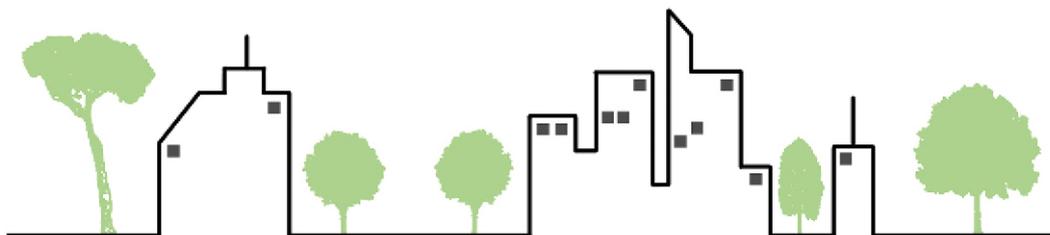
Spécialité : Paysage

Spécialisation / option : Maîtrise d'Oeuvre et Ingénierie

ANNEXES

L'arbre en ville : le paysagiste concepteur face aux contraintes du projet urbain.

Par : Stéphane LE GOURRIEREC



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

Bon pour dépôt (version définitive)

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

Autorisation de diffusion : Oui Non

Devant le jury :

Soutenu à Angers, le 24 septembre 2012.

Sous la présidence de : Christophe MIGEON

Maître de stage : Laura LEMOINE

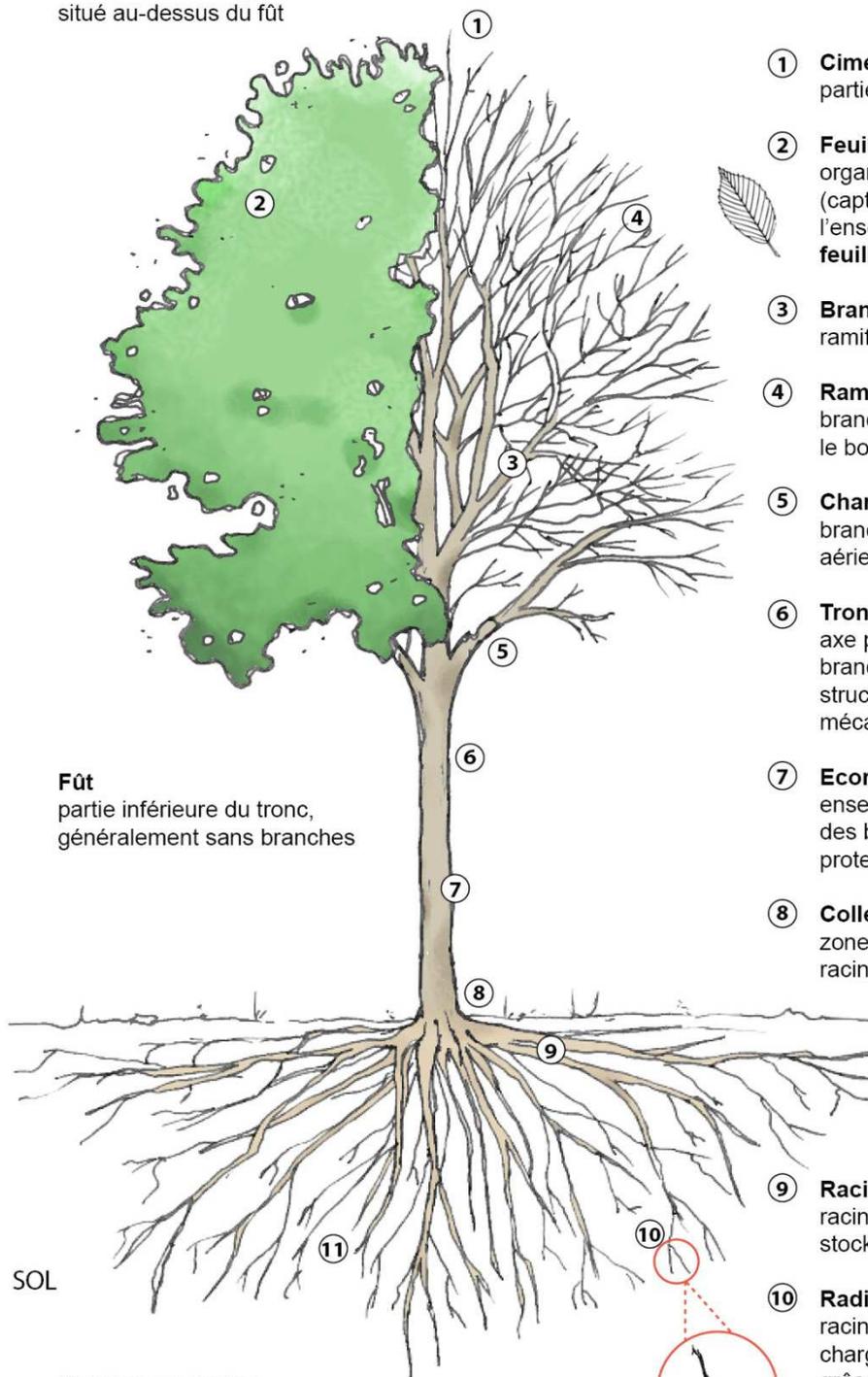
Enseignant référent : Cyril FLEURANT

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 : Terminologie et fonctionnement de l'arbre

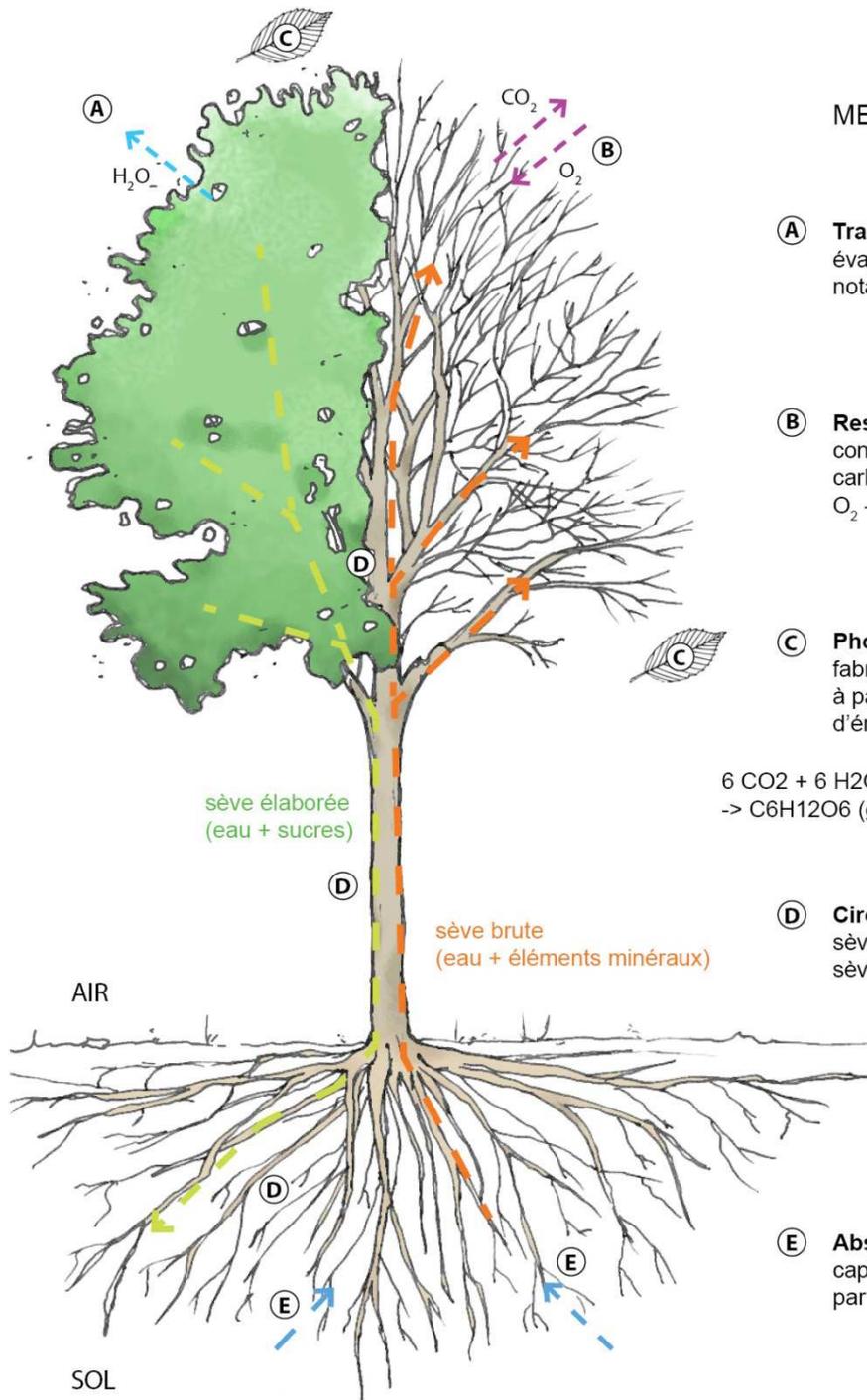
Houppier / couronne
ensemble des branches,
rameaux et feuillage,
situé au-dessus du fût



- ① **Cime**
partie supérieure de l'arbre
- ② **Feuille**
organe chargé de la photosynthèse
(capteur d'énergie)
l'ensemble des feuilles constitue le
feuillage
- ③ **Branche**
ramification d'un arbre
- ④ **Rameau**
branche jeune constituant le plus souvent
le bois de l'année
- ⑤ **Charpentière**
branche maîtresse donnant la structure
aérienne de l'arbre
- ⑥ **Tronc**
axe principal d'un arbre portant les
branches,
structure ligneuse et pérenne de soutien
mécanique, de conduction et de stockage
- ⑦ **Ecorce**
ensemble des tissus corticaux du tronc,
des branches et des racines (rôle de
protection)
- ⑧ **Collet**
zone de transition entre le système
racinaire et le tronc situé au niveau du sol
- ⑨ **Racine lignifiée**
racine chargée de l'ancrage et du
stockage de réserves
- ⑩ **Radicelle**
racine de petite taille, non lignifiées,
chargées de l'alimentation de l'arbre
grâce à des **poils absorbants**
l'ensemble des radicules forme le
chevelu racinaire
- ⑪ **Mycorhize**
symbiose entre les racines d'un arbre et
un champignon

Source : réalisation Le Gourriérec S., 2012.

Annexe I : Terminologie et fonctionnement de l'arbre



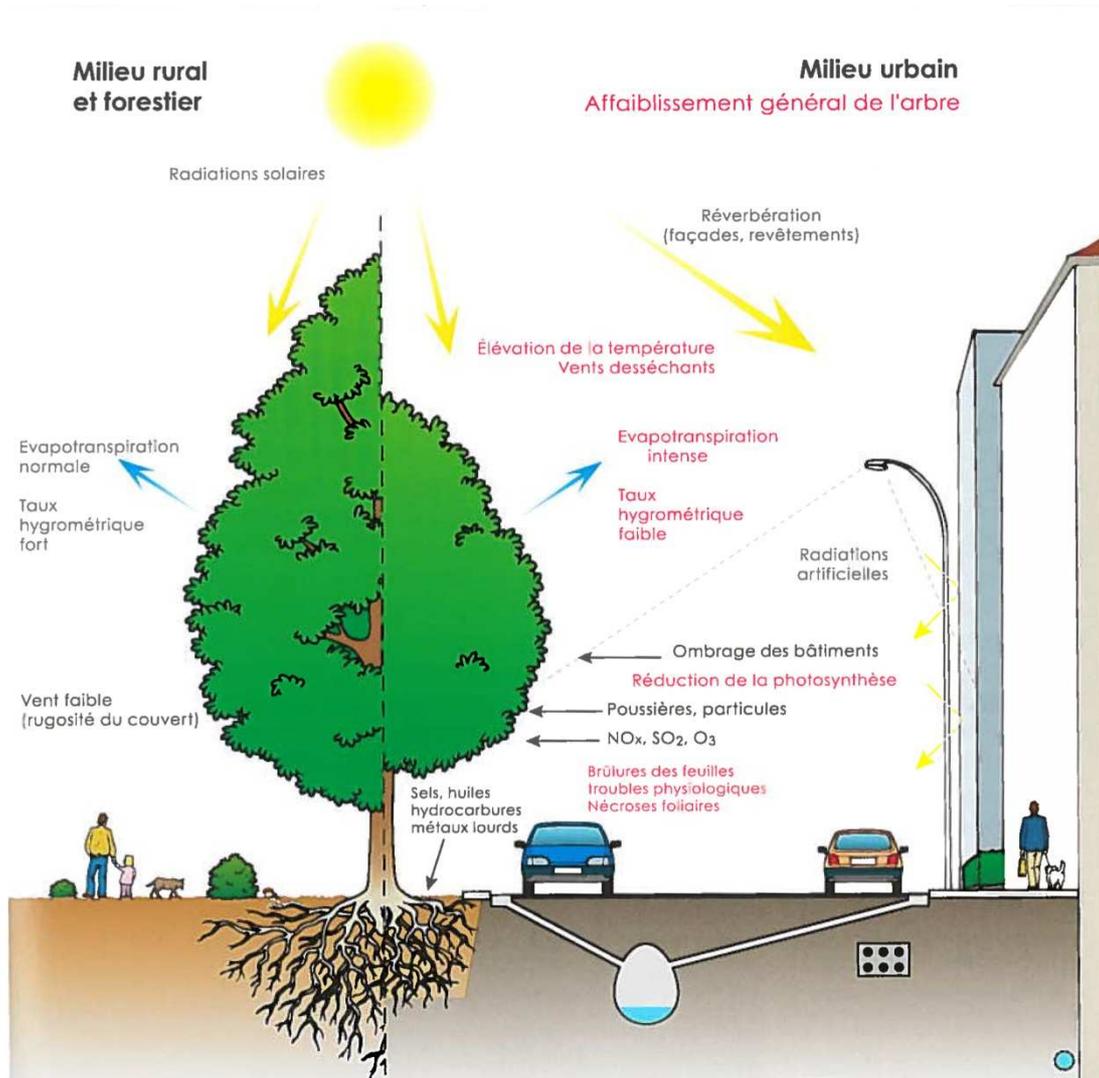
MECANISMES

- (A) Transpiration**
évaporation de l'eau de la plante, notamment grâce aux stomates
- (B) Respiration**
consommation d'oxygène et rejet de gaz carbonique
 $O_2 \rightarrow CO_2$
- (C) Photosynthèse**
fabrication de substances carbonées à partir d'eau, de gaz carbonique et d'énergie solaire (et rejet d'oxygène)

 $6 CO_2 + 6 H_2O + \text{matière minérale} + \text{énergie solaire} \rightarrow C_6H_{12}O_6 \text{ (glucides)} + 6 O_2$
- (D) Circulation de sève**
sève élaborée dans le phloème
sève brute dans le xylème
- (E) Absorption racinaire**
captage d'eau et d'éléments minéraux par les racines

Source : réalisation Le Gourriérec S., 2012.

Annexe II : Le milieu urbain



Les incidences du micro-climat urbain et de la pollution sur la végétation, d'après F. Freydet, in Arboriculture urbaine, 1993.

Source: **Amann et al. 2008.** L'arbre en milieu urbain : Conception et réalisation de plantations, Infolio, p.43.

ANNEXE III : Le sol

En complément des sous-parties I.2.1 et II.3.3.

Annexe III.1 Définitions

Le sol est un système dynamique et complexe. Ses propriétés dépendent de la roche mère, des effets du temps, du climat, des organismes vivants, de la topographie et des activités humaines...

Le sol peut être naturel (peu d'intervention de l'homme, comme il en reste parfois parcs, jardins publics), agricole (terre cultivée), artificiel (substrats) ou extérieur (déblais, extractions). Les sols naturels recouverts peuvent constituer une bonne base pour les plantations.

Pour l'arbre le sol est indispensable en tant que un support et réserve en air, en eau et en éléments minéraux.

Substrat : support de culture dont la mise en œuvre aboutit à la formation d'un milieu possédant une porosité et une capacité à ancrer les organes absorbants (mélange de composés)

Terre : matériau minéral constituant le sol, issu de la couverture pédologique et est caractérisée par sa nature, sa granulométrie et ses propriétés physique, chimique et biologique.

Terre végétale : couche du sol enrichie en MO (premiers horizons) d'épaisseur variable, généralement comprise entre 10 et 30 cm.

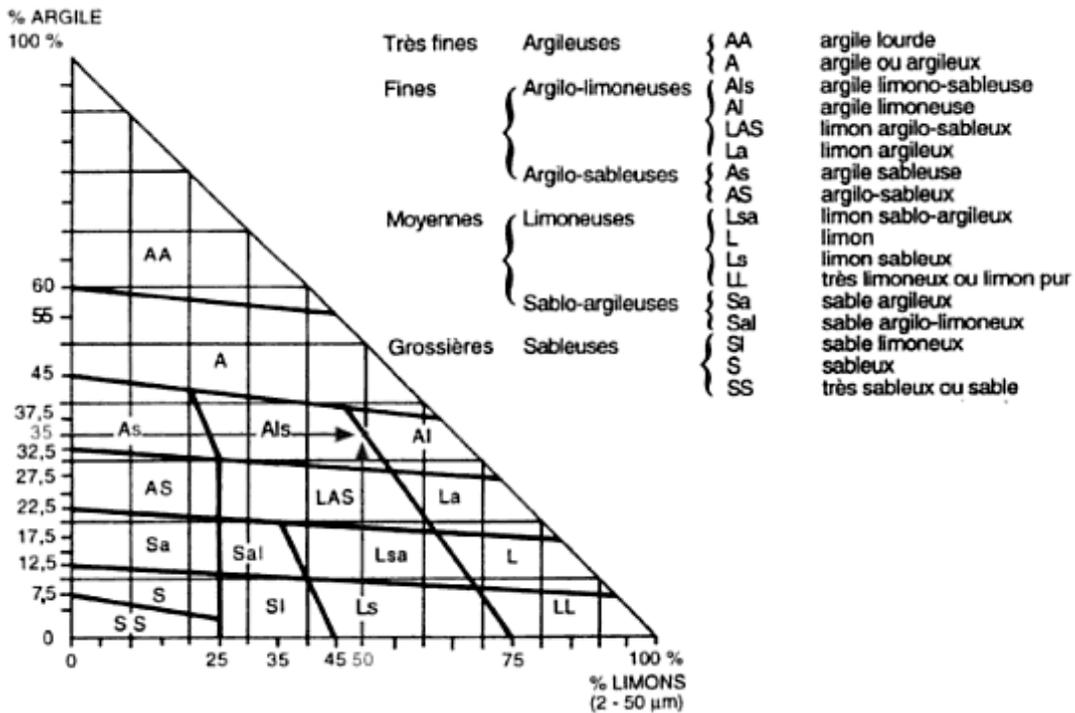
Un sol est caractérisé par les éléments suivants :

- **granulométrie** : répartition des particules en fonction de leur taille (argiles, sables, limons, pierres)
- **structure** : mode d'assemblage des différents constituants du sol qui constitue des agrégats(complexe argilo-humique) : particulaire, fibreuse, grumeleuse, lamellaire.
- **texture** : elle classe les sols en fonction de la teneur en différents éléments, c'est-à-dire la composition granulométrique (argiles, sables, limons).
- **teneur en MO** : la matière organique provient de la faune, de la flore et des apports de l'homme. L'humification transforme la MO en humus qui forme avec les argiles le complexe argilo-humique. Ce système joue un rôle important dans la rétention de cations (CEC=Capacité d'Echange Cationique)
- **pH** : acide, neutre ou alcalin, il a une influence sur le choix des espèces, le pH.
- **salinité (conductivité)**
- **rapport C/N** : ce rapport permet d'indiquer le degré d'évolution de la MO (humification ou minéralisation)
- bilan calcique
- teneur en éléments chimiques
- présence ou absence de substances phytotoxiques
- porosité : volume des vides du sol, exprimé en % du volume total. La porosité totale est la somme de la microporosité et de la macroporosité.

Le triangle des textures permet de définir les caractéristiques du sol en fonction de la teneur en argiles, sables et limons.

De manière générale, les sols sableux ont une faible rétention en eau et en éléments nutritifs ; les sols argileux ont un fort risque d'asphyxie et d'excès d'eau ; et les sols limoneux présentent un risque de prise en masse et de battance.

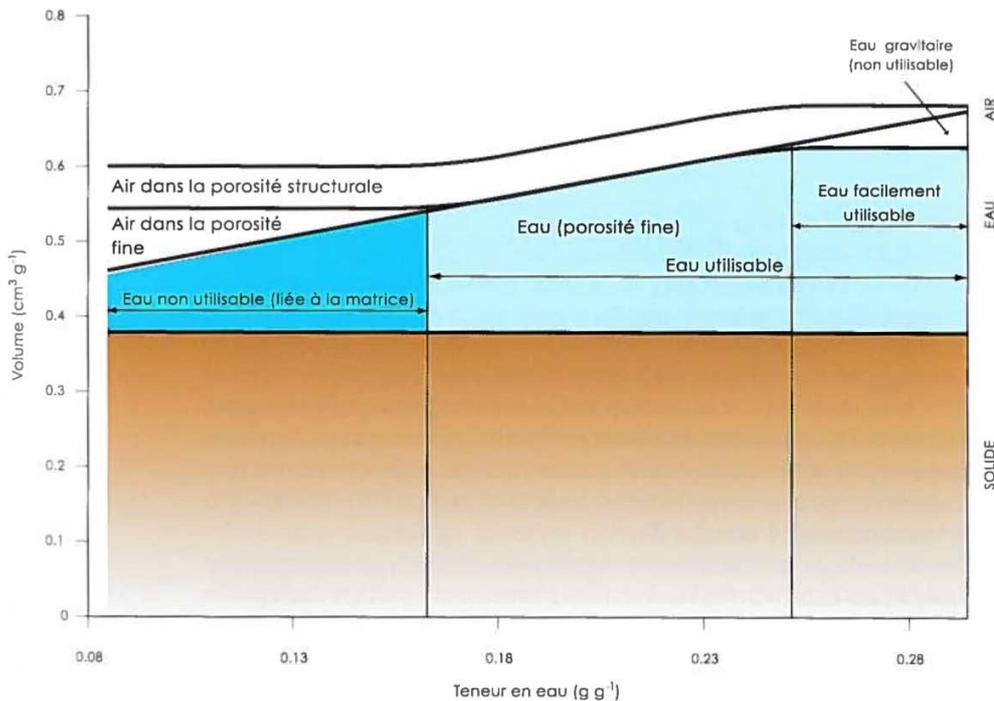
ANNEXE III : Le sol



Triangle des textures (Baize, 2000)

« Les terres qui possèdent des textures équilibrées situées dans le centre du triangle de texture, sont les plus intéressantes. Les textures extrêmes, sans être pour autant exclues, présentent des inconvénients. »

Annexe III.2 L'eau dans le sol



Les volumes poraux des sols (Amann et al., 2008)

Toute l'eau présente dans le sol n'est pas disponible pour la plante. Seule la réserve utile (RU) est disponible. La réserve facilement utilisable (RFU) est l'eau disponible pour la plante sans effort de succion par les racines (50-65% de la RU).

ANNEXE III : Le sol

Annexe III.3 Le sol de plantation

Les propriétés des sols en milieu urbain sont généralement difficilement compatibles avec la croissance et le développement des arbres. Pour accueillir les plantations, le sol peut être amélioré physiquement ou chimiquement si nécessaire.

Amélioration physique (exemples d'interventions) :

- nettoyage de la surface du sol (désherbage, évacuation des déchets, démolitions)
- décapage (prélèvements du matériau terreux en place sur 20-30 cm pour conserver ses propriétés)
- drainage (évacuation des eaux excédentaires du sol) par exemple couche drainante sous la terre végétale
- sous-solage sur une profondeur à déterminer, et remise en place des terres (et régalage)
- labour (sur 30 cm)
- travail superficiel (ameublissement du sol)
- apport de terre végétale (constituée d'éléments grossiers <5%, d'éléments sableux <50%, d'éléments très fins <40%, d'argiles <30%, de MO <2%, pH entre 5,5 et 7, rapport C/N =8-12, absence d'éléments toxiques...)
- amélioration de la structure :
 - apport de matière organique, amendement humique, amélioration des propriétés physiques du sol (et chimiques et biologiques)
 - amendement minéral, ajustement du pH et assimilation des éléments par les plantes
 - paillages.

Amélioration chimique :

Elle s'effectue essentiellement par fertilisation et apport d'engrais (simple, composé, organique, à action lente...).

Exemple de caractéristiques pour la terre végétale (Amann et al. 2008).

CARACTÉRISTIQUES REQUISES POUR LE CHOIX DE LA TERRE VÉGÉTALE	
Caractéristiques d'origine	
Terre prélevée dans la couche supérieure du sol cultivable* appelé horizon A et d'une épaisseur variant de 10 à 40 cm selon le sol, de couleur brun foncé, marquée par l'activité biologique et enrichie en matière organique humifiée liée à la matière minérale. <i>* Ceci exclut les sédiments, matériaux de dragage et curage de fossé</i>	
Propriétés physiques	
Densité apparente	faible < à 1,4 g/cm ³ .
Porosité	> 45 % vol.
Texture	Teneur en argile comprise entre 10 et 25 % de la masse sèche. Le pourcentage pondéral de terre fine (< à 2 mm) doit être supérieur à 80 % et la taille maximale des pierres doit être de 10 cm.
Structure apparente	Nette, friable, grumeleuse ou polyédrique émoussée.
Propriétés chimiques	
pH	doit être compris entre 5.5 et 8.4
Conductivité électrique	< 0,5 mS/cm (Extrait aqueux v/v à 1/2,5)
Teneur en humus	doit être au minimum de 1.5 % et ne doit pas être inférieure à 10 % de la teneur en argile.
Pollution	Teneurs en métaux et polluants organiques inférieure aux valeurs indicatives de l'Ordonnance Fédérale sur les Sols (Osol).
Engorgement	Pas de traces d'hydromorphie visibles, ni d'odeurs de soufre et de méthane décelables qui indiquent des situations d'anaérobiose.
Propriétés biologiques	
Activité biologique forte (racines, lombrics, etc.). La terre végétale doit être libre de terre de sous-sol, de racines d'arbres, de plantes adventices et de leurs racines (chiendent, chardon, liseron etc.) de toute matière indésirable.	

ANNEXE III : Le sol

Annexe III.4 Extrait de CCTP SCE (2012)

[...

La terre végétale sera de qualité uniforme, propice à la culture des végétaux prescrits. Les terres végétales fournies devront être conformes aux caractéristiques générales énoncées au CCTG.

L'entrepreneur proposera à l'agrément du maître d'œuvre un (ou deux maximum) sites d'utilisation agricole où sera décapé la terre végétale (mention des parcelles...). La fourniture de terre déjà en stock est impérativement soumise à l'accord du maître d'œuvre.

Avant toute opération, le ou les sites d'extraction feront l'objet d'une visite du maître d'œuvre pour agrément. Au cours de cette visite seront réalisés des prélèvements de sol pour analyse.

Caractéristiques physiques (texture)

Eléments grossiers :

pierres (+ de 2 cm) + graviers (de 2 mm à 2 cm) = 5 % maximum soit 50 g/Kg de terre sèche

Eléments très fins :

limons (de 0,002 à 0,02 mm) + argiles (moins de 0,002 mm) = 40 % maximum soit 400 g/Kg de terre sèche

argiles seules (moins de 0,002 mm) = 30 % maximum soit 300 g/Kg de terre sèche

Caractéristiques chimiques

pH compris entre 5,5 et 7,0

matière organique : 1,5 % minimum en poids sec (par la méthode Anne)

rapport C/N compris entre 8 et 15

absence d'éléments toxiques : rémanence de dés herbants dans le sol ou d'hydrocarbures susceptibles de nuire à la végétation

Elle doit être libre de traces de sous-sol, de motte d'argile, de racines d'arbres, de mauvaises herbes, et de toute matière indésirable.

Elle doit être exempte de parasites (vers blanc, anguillules,...).

...]

Sources :

Amann N., Bourgery C., Gillig C-M. (2008). L'arbre en milieu urbain : Conception et réalisation de plantations. Infolio, 116 p.

Baize D. (2000). Guide des analyses en pédologie, INRA Editions, p.60.

Larcher J.-L., Gelgon T. (2005). Aménagement et maintenance des surfaces végétales. Editions Tec&Doc, Paris, 482 p.

Annexe IV : Charte européenne de l'arbre d'agrément



Charte européenne de l'arbre d'agrément



Préambule

La présente Charte a pour objet de régir les principaux rapports entre l'Homme et l'Arbre d'Agrément. Elle a été rédigée à l'occasion du 2^e Congrès Européen d'Arboriculture tenu à Versailles le 29 septembre 1995 et signée alors par les représentants de l'International Society of Arboriculture présents (France, Italie, Espagne, Allemagne-Autriche, Danemark, Angleterre et Irlande, Norvège).

Article 1

L'arbre est un être vivant : il naît, s'épanouit et meurt. Cependant son existence n'est pas à la mesure de l'échelle humaine et peut s'étendre sur plusieurs siècles.

Article 2

L'arbre d'agrément, planté et entretenu dans les aménagements urbains, parcs et jardins, en accompagnement des voies ou du bâti, joue un rôle essentiel dans l'équilibre écologique de la plupart de nos lieux de vie. Il y apporte du bien-être et les embellit.

Par ses rôles et son histoire, il se distingue des arbres forestiers, agricoles ou fruitiers, plantés et entretenus à des fins essentiellement utilitaires.

Parfois cependant, l'arbre d'agrément, héritier de ces derniers, est aussi le survivant d'usages passés et à ce titre participe à la mémoire du territoire.



Article 3

Les arbres d'agrément, porteurs d'histoires et de symboles, sont les témoins de l'évolution des sociétés humaines. Ils constituent un patrimoine vivant que nous avons reçu, que nous devons maintenir et embellir pour le transmettre.

La pérennité de tels patrimoines, tenant compte de la diversité des situations d'ordre écologique ou culturel, ne peut être garantie que par l'élaboration de programmes complets comprenant :

- L'information de la population, le développement de la recherche et toutes les actions de conception, de gestion, d'entretien et d'enrichissement de ces plantations dans un souci constant de qualité.

- Les édiles qui sont les garants de cette pérennité et de la transmission de ce patrimoine doivent encourager l'élaboration de tels programmes à long terme et veiller à leur mise en œuvre.



Article 4

La connaissance scientifique de l'arbre commence à se développer mais demeure embryonnaire. Les progrès de la science en ce domaine nécessitent des moyens techniques, financiers et humains qui doivent être pris en compte par des institutions publiques ou privées, soutenues par les communautés nationales, européennes et internationales.

Article 5

L'arbre d'agrément est soumis à des contraintes spécifiques qui impliquent de lui prodiguer des soins particuliers afin de le maintenir dans un état satisfaisant et d'assurer la sécurité des usagers. L'organisation et la réalisation de ces travaux sont porteurs d'une activité économique créatrice d'emplois et de richesses qu'il y a lieu de soutenir.



Article 6

Les compétences requises pour une gestion dynamique d'un tel patrimoine demandent des formations spécifiques à tous les niveaux de la conception, de la décision et de l'intervention. L'harmonisation de ces informations doit être réalisée au sein de la Communauté Européenne en tenant compte des singularités culturelles.

Article 7

La conduite des arbres relève des pratiques de l'arboriculture ornementale.

Une même volonté d'échange et de coopération doit animer les praticiens afin de faire progresser les méthodes et techniques pour atteindre un même niveau de compétence dans tous les pays de la Communauté Européenne.



Article 8

L'information du public doit être soutenue par un constant souci d'éducation aussi bien de l'enfant à l'école que de l'adulte et de la famille en tous lieux.

Cette sensibilisation doit permettre aux citoyens de découvrir les arbres et de s'impliquer dans la préservation de ce patrimoine.

Source : Société Française d'Arboriculture (1995). Charte Européenne de l'arbre d'agrément.

http://www.sfaasso.fr/download/29681_SFCharte.pdf?phpMyAdmin=XeKkf0pfXD66pg4zTe9dTWsaS%2C9 (consulté le 20/06/2012).

Annexe V : Principales étapes de conception et de réalisation de plantations

Conception et réalisation de plantations Les principales étapes			
Conception d'une plantation	Étude de site	▶ Historique	
		▶ Analyse environnementale et paysagère	▶ Conditions du milieu ▶ Ambiance et composantes paysagères ▶ Etude sociale
		▶ Contraintes et fonctions urbaines	
		▶ Étude pédologique	
Conception d'une plantation	Élaboration du projet	▶ L'implantation des arbres	▶ Définir une ambiance ▶ S'adapter à la réglementation ▶ Anticiper la gestion
		▶ Sélection de l'espèce	▶ Adaptation au milieu et aux conditions du site ▶ Attentes esthétiques ▶ Gestion et entretien ▶ Calibre et conditionnement des sujets ▶ Période de plantation ▶ La diversité, un enjeu esthétique, écologique et culturel
		▶ L'espace plantable	▶ Aménagement de la fosse de plantation ▶ Les constituants des mélanges de plantation ▶ Le mélange de plantation ▶ L'arrosage ▶ Les différents types de tuteurage ou haubannage ▶ Les protections physiques et mécaniques des troncs ▶ Les revêtements de surface et protections de sol
Conception d'une plantation	Préparation du chantier et de la plantation	▶ Description des travaux	
		▶ Fourniture de végétaux	
		▶ Mise en œuvre des mélanges de plantation	
		▶ Choix des entreprises	
		▶ Importance du suivi de la plantation	
Réalisation d'une plantation	Mise en œuvre	▶ Travaux préliminaires et installations de chantier	
		▶ Préparation de l'espace plantable	▶ Aménagement de la fosse de plantation ▶ Préparation et mise en place des substrats
		▶ Plantation	▶ Choix des végétaux en pépinière ▶ Transport et réception des arbres ▶ Préparation des trous de plantation ▶ Mise en place des végétaux ▶ Arrosage à la plantation
		▶ Travaux de finition	▶ Protection du tronc ▶ Tuteurage ▶ Taille à la plantation ▶ Pose de sondes tensiométriques ▶ Revêtements de surface et protections de sol
	Entretien de reprise	▶ Arrosage	
	▶ Paillage		
	▶ Contrôle des attaches et des protections		
	▶ Taille de formation		
	▶ Vérification de la reprise des arbres		

Source : Amann N., Bourgerly C., Gillig C-M. (2008). L'arbre en milieu urbain : Conception et réalisation de plantations. Infolio, 4^{ème} de couverture.

Annexe VI : Listes d'espèces à proscrire dans certaines situations

Associations à risque	
Espèce 1	Espèce 2
bouleau	mélèze
genévrier de Chine	poirier
peuplier	mélèze
tremble	pin sylvestre
muscari, ail d'ornement	peuplier
pivoine	pin sylvestre
groseillier	pins à cinq aiguilles
œillet, céraiste, sabline	sapin pectiné

Source :

Jullien J. (2005). Qualité des végétaux : Les tenants et aboutissants de l'aménagement paysager. Espace verts et Paysage, septembre 2005, pp. 4-10

Espèces allergènes
Bouleau - <i>Betula</i>
Aulne glutineux - <i>Alnus glutinosa</i>
Cyprès d'Arizona - <i>Cupressus arizonica</i>
Cyprès de Provence - <i>Cupressus sempervirens</i>
Frêne - <i>Fraxinus</i>
Mimosa - <i>Acacia dealbata</i>
Olivier - <i>Olea europaea</i>
Platane - <i>Platanus acerifolia</i>
Peuplier - <i>Populus</i>

Espèces à proscrire près des réseaux*
Ailanthé - <i>Ailanthus altissima</i>
Cyprès chauve - <i>Taxodium distichum</i>
Erable argenté - <i>Acer saccharinum</i>
Peuplier blanc - <i>Populus alba</i>
Peuplier grisard - <i>Populus x canescens</i>
Peuplier d'Italie - <i>Populus nigra italica</i>
Peuplier tremble - <i>Populus tremula</i>
Platane - <i>Platanus x acerifolia</i>
Pterocaryer du Caucase - <i>Pterocarya fraxinifolia</i>
Robinier - <i>Robinia pseudoacacia</i>
Sophora du Japon - <i>Sophora japonica</i>

*Espèces connues pour leur enracinement puissant.

Il faut également veiller aux espèces fructifères qui peuvent provoquer dégâts ou des salissures. Par exemple, les pieds de *Ginkgo biloba* femelles produisent des fruits très malodorants et sont donc à éviter dans les aménagements publics.

Source :

Guinaudeau C. (2010). L'arbre en milieu urbain : choix plantation et entretien. Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, Marne-la-Vallée, pp.88-90.

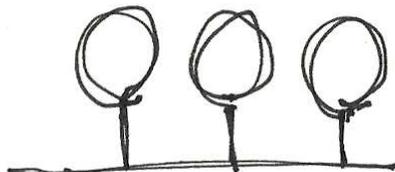
Annexe VII : Utilisations de l'arbre en ville (urbanisme végétal)

Utilisations	Lieux de plantation	Effets
cadrer les vues limiter des espaces souligner les voiries relier des espaces mise en valeur des monuments recouvrement commémoration, tradition souligner la géométrie d'un lieu effet de voûte (espaces intérieurs) souligner la trame urbaine effet "d'écrin" structurer l'espace urbain trame et ceinture vertes continuité avec l'espace bâti cadrer ou filter les horizons souligner un imprévu identité de quartier procurer de l'ombre ...	rues places parkings parcs, jardins rond-points jeux mails, pelouses prairies, pelouses ensembles sportifs quais, rives et berges esplanades fronts de mer seuils, accès, entrées ceintures vertes ...	colonisation rythme et transparence heures et lumière séquence diversité feuillage ombrage voûte limite et trame mise en scène apparat écrin emprunt repère ...

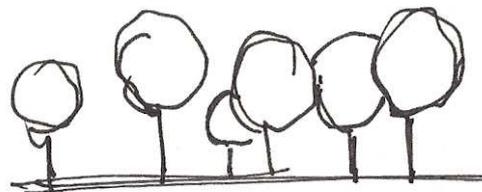
Dispositions



isolé



alignement
ordonné



groupe
bande boisée
aléatoire

Source :

Le Gourriérec S. (2012), d'après

Mollie C. (2009). Des arbres dans la ville : l'urbanisme végétal. Actes Sud, Cité Verte, 260 p.

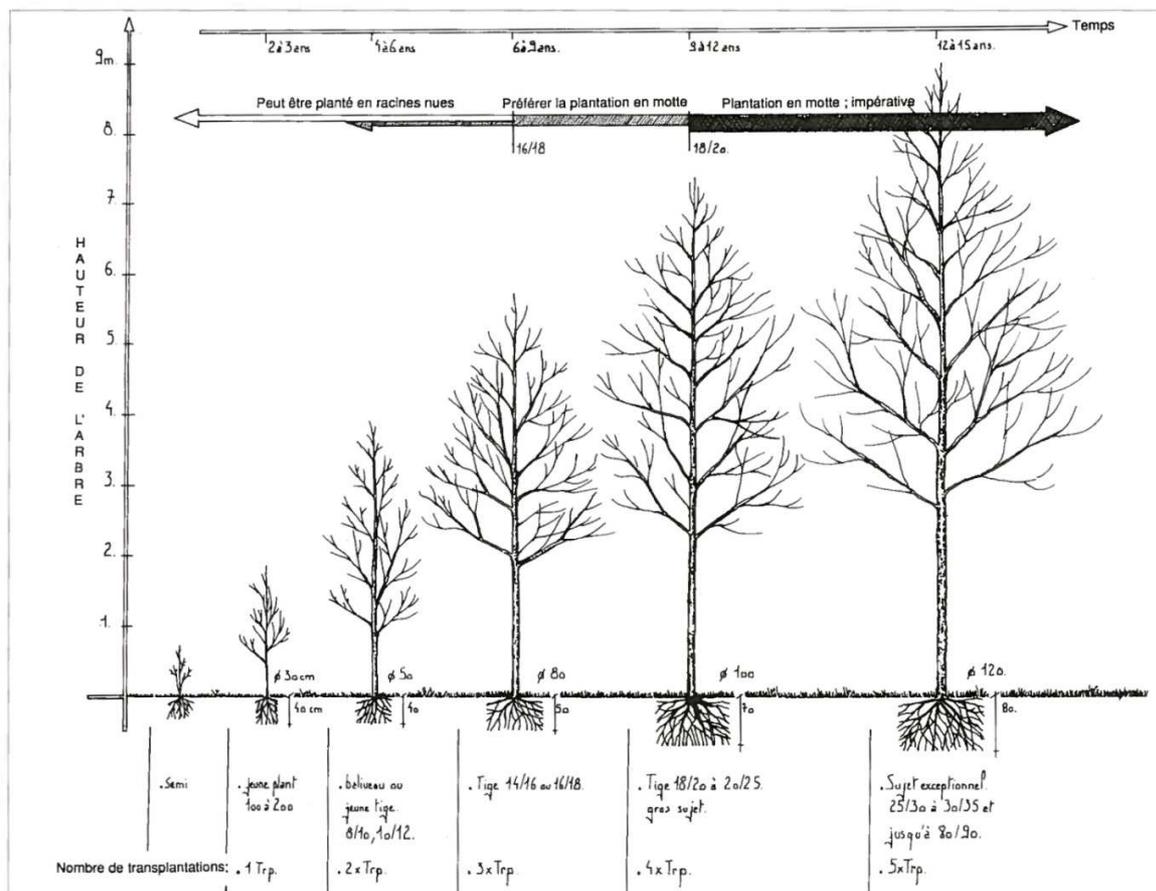
Annexe VIII : Critères de choix des végétaux en pépinière

Le choix des arbres en pépinière se fait sous l'accord du maître d'œuvre. Dans certains cas les arbres peuvent être marqués (exigence de qualité particulière, grandes quantités...). Les plants sélectionnés doivent pouvoir répondre au cahier des charges et être dans de bonnes conditions.

Ces conditions sont les suivantes :

- bonne vigueur, qui se caractérise par des branches saines et bien développées
- absence de maladies, de blessures et de déformations sur l'ensemble du plant (racine, tronc, couronne)
- arbre formé selon le caractère naturel de l'espèce ou selon l'usage prévu (ex : rideau, tige fléchée ou couronnée...)
- bon système racinaire, c'est-à-dire présentant des racines bien réparties autour du collet et équilibrées au regard de la partie aérienne. Présence de racines jeunes et absence de chignon. Pas de grosses coupes apparentes.
- tronc droit et assez fort
- équilibre entre la hauteur de la tige et le diamètre du collet
- branches régulièrement réparties autour d'une flèche dominante et branches secondaires nombreuses et bien équilibrée
- motte solide et bien proportionnée au regard de la hauteur et du volume de la plante
- privilégier des arbres de provenance locale ou voisine.

Ces observations se font en pépinière, à la réception des plantes sur le chantier et après plantation.



*Culture et choix des arbres en pépinière (Larue, 1996).
La taille de la plante détermine son conditionnement.*

Annexe VIII : Critères de choix des végétaux en pépinière

Extrait de CCTP SCE :

[... Avant toute fourniture de sujets l'entreprise devra renseigner les fiches techniques de suivi de culture des pépinières qu'elle aura pressentie pour la fourniture des arbres et des conifères. (cf fiche descriptive des végétaux en annexe au présent CCTP).

Tous les végétaux fournis par l'Entrepreneur devront être conformes à l'espèce et à la variété demandées, exempts de plaies et de toutes attaques de parasites. La ramure sera régulière, bien fournie, l'enracinement en parfait état.

Ils devront :

- répondre aux normes AFNOR : NFV 12.051 spécifications générales, NFV 12.055 spécifications particulières, et aux prescriptions portées au fascicule n° 35 du CCTG,
- être en bonne végétation, c'est à dire, témoigner de leur vigueur de jeunesse,
- être exempt de maladies et de parasites, de blessures et de déformation,
- être formés selon le caractère naturel de l'essence, (silhouette, forme, résistance à la neige, aux vents,...) par un élevage progressif.

Leurs racines doivent former un système suffisamment bien divisé, extrait sans blessures et proportionné à la couronne.

Pour les arbres, leur tronc :

- doit être raisonnablement droit et assez fort pour supporter la couronne sans tuteur,
- ne doit pas porter de blessure à l'écorce,
- ne doit pas présenter de bourrelet excessif de greffage.

Les branches principales (charpentières) au minimum de 5, seront de même vigueur, bien équilibrées et bien équipées en branches secondaires, régulièrement réparties autour d'une flèche dominante, sur une hauteur d'environ 50 cm et sur des niveaux différents, au-dessus de la hauteur de couronnement.

Les branches secondaires seront en nombre suffisant et bien équilibrées.

Les mottes doivent être proportionnées à la fois au système racinaire et au volume de la plante (parties aériennes) : la terre doit rester ferme (tenir la motte) et le maximum de racines seront conservées dans de la motte.

Le rapport entre la taille de la motte et la circonférence du tronc doit être au minimum de 3 (tronc 25/30 – motte 25x3 = Ø 75 à 90 cm). Les cépées devront comporter au minimum 3 troncs de même vigueur bien équilibrés et bien pourvus en branches secondaires régulièrement réparties en couronnes.

Les racines des arbres cultivés en récipient (bac, caisse, containers,...) doivent faire corps avec le volume entier de la terre sans former de chignon. ...]

Sources :

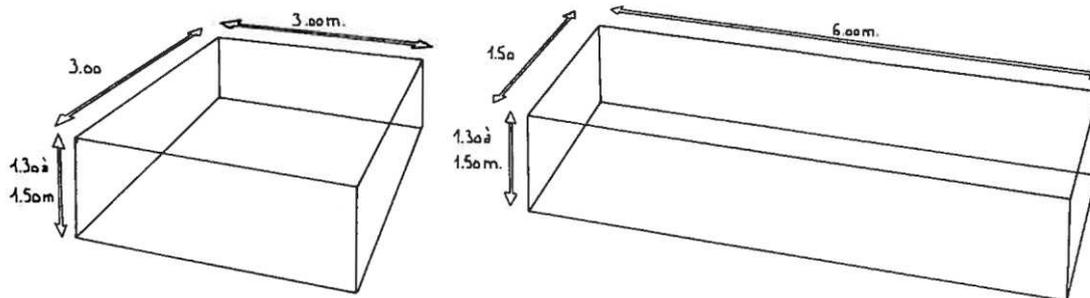
Bonardot A. (2004). Arbre en questions : Fiches conseils de l'arboriculture ornementale. Société Française d'Arboriculture, Conseil d'Architecture d'Urbanisme et de l'Environnement de Seine-et-Marne, 83p.

Larcher J.-L., Gelgon T. (2005). Aménagement et maintenance des surfaces végétales. Editions Tec&Doc, Paris, pp.19-23.

Jullien J. (2005). Qualité des végétaux : Les tenants et aboutissants de l'aménagement paysager. Espace verts et Paysage, septembre 2005, pp. 4-10

Guinaudeau C. (2010). L'arbre en milieu urbain : choix plantation et entretien. Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, Marne-la-Vallée, pp.93-107.

Annexe IX : Quelques exemples de fosses de plantation

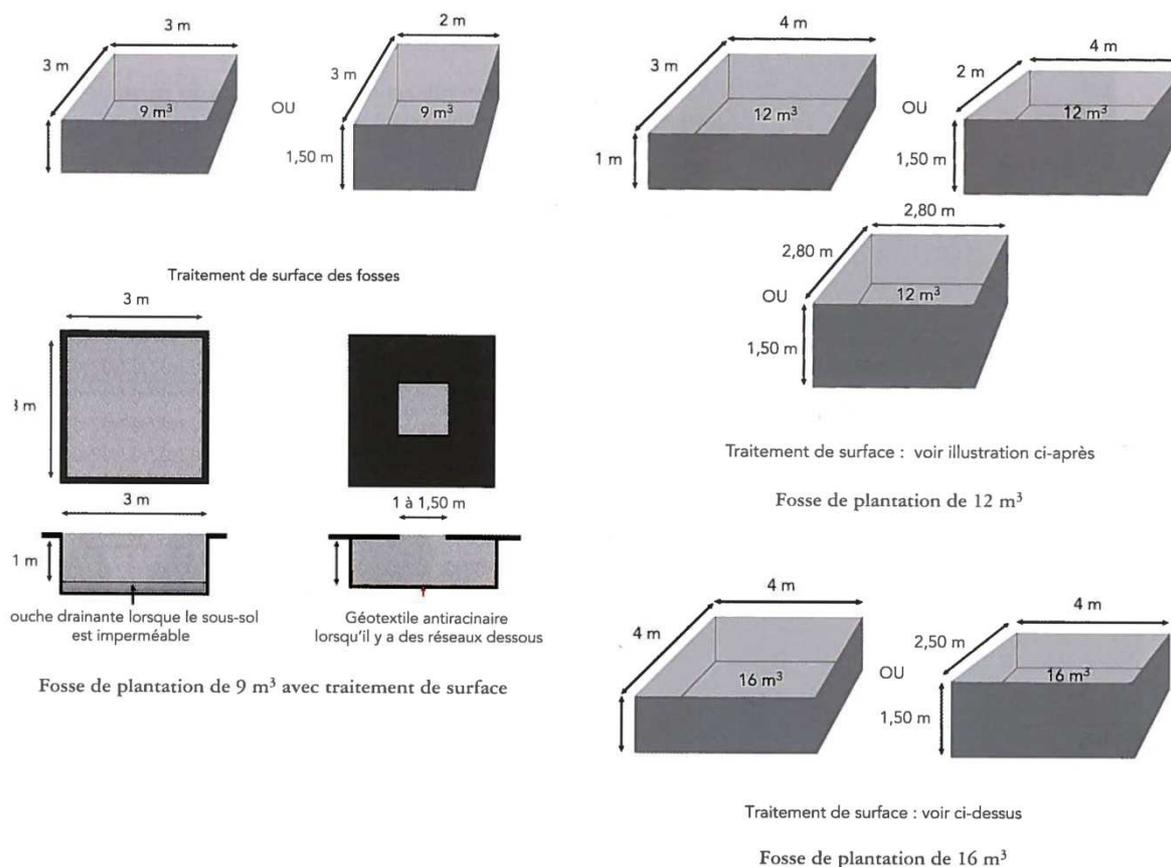


▲ Fosse carrée : idéale quand on dispose de place

▲ Fosse longue : adaptée aux rues une fosse continue est excellente pour une plantation d'alignement en rue

Source :

Larue D. (1996). L'arbre dans la ville. Sang de la terre, Ecologie urbaine, p.98.



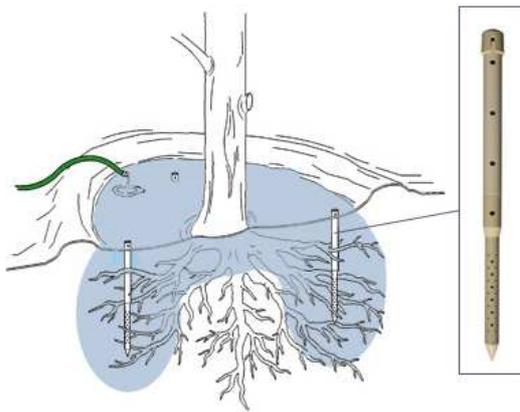
Source :

Guinaudeau C. (2010). L'arbre en milieu urbain : choix plantation et entretien. Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, Marne-la-Vallée, pp.28-29.

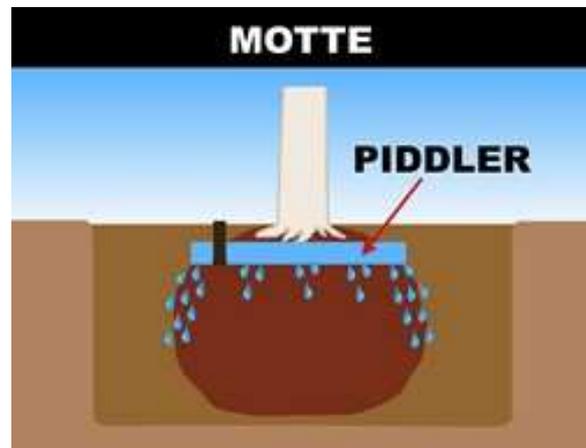
Annexe X : Exemples de système d'irrigation adaptés aux arbres



Systèmes développés par GreenMax, entreprise néerlandaise spécialisée dans l'aménagement des zones de croissance pour les arbres. A gauche le système de drain AquaMax. A droite une couronne d'arrosage [1].

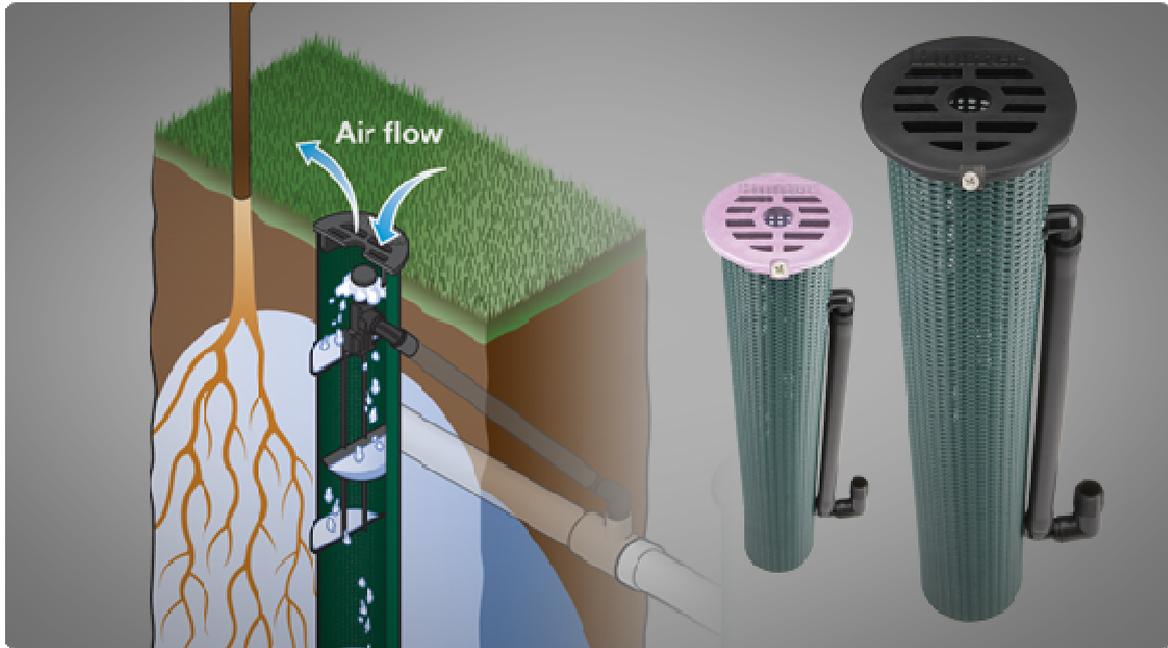


Système DeepDrip qui favorise la pénétration de l'eau à proximité des racines [2].



Système Piddler développé par NovaGreen [3].

Annexe X : exemples de système d'irrigation adaptés aux arbres



Système RZWS (Root Zone Watering System), système d'arrosage de la zone racinaire développé par Hunter [4].

Sources :

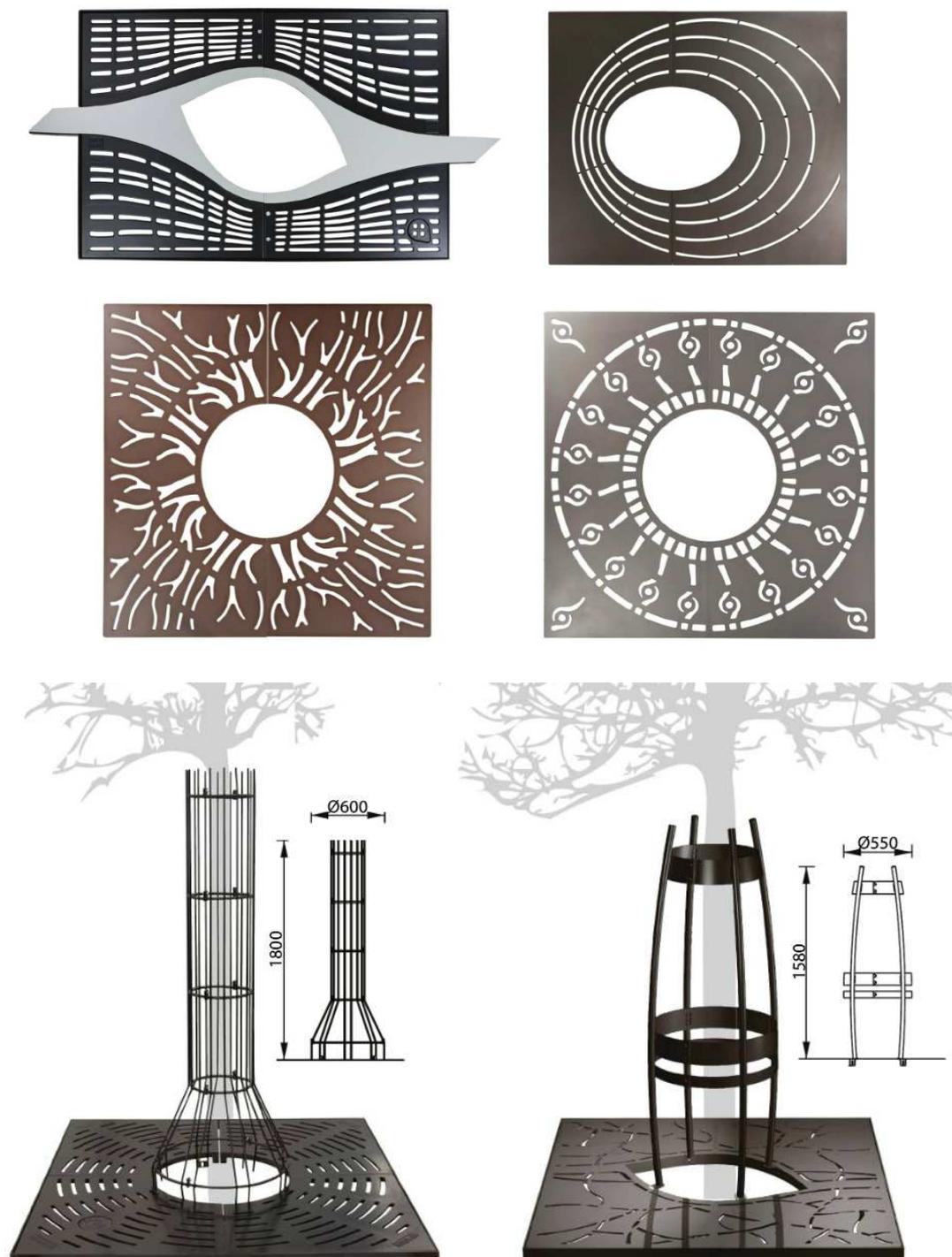
[1] **GreenMax (2012)**. AquaMax Drain pour l'irrigation et Couronne d'arrosage GreenMax. <http://www.greenmax.eu/fr/irrigation/> (consulté le 30/08/2012)

[2] **DeepDrip (2012)**. Deep Drip® Watering Stakes <http://www.deepdrip.com/> (consulté le 23/08/12).

[3] **NovaGreen (2012)**. Système d'irrigation Piddler. <http://www.novagreen.fr/fiche.php?id=21> (consulté le 26/08/2012)

[4] **Hunter (2012)**. Root Zone Watering System. <http://www.hunterindustries.com/product/micro-irrigation/root-zone-watering-system> (consulté le 07/09/2012).

Annexe XI : La diversité du mobilier urbain



L'exemple de l'entreprise Sineu Graff illustre la diversité du mobilier urbain en rapport avec l'arbre. Ici quelques échantillons de grilles d'arbres et de corsets sélectionnés dans le catalogue de la gamme 2012.

Source :

Sineu Graff (2012). Catalogue Grilles d'arbres.

<http://asp-indus.secure-zone.net/v2/index.jsp?id=1073/1270/2346&lng=fr>
(consulté le 03/09/12)

REVETEMENT	COMPOSITION	MISE EN ŒUVRE	ENTRETIEN	AVANTAGES	INCONVENIENTS
Grille	fonte, acier galvanisé, bois, béton	support à prévoir pour la grille (bordure, cadre en acier)	accumulation de déchets en surface (combler l'espace libre sous la grille)	perméabilité, maintien les caractéristiques du sol, résistance au trafic, longévité	coût, piégeage de déchets
Pavage	pavé en pierre naturelle, béton, béton poreux, dalles ajourées	pose sur sol stable (fond de forme compacté)	nettoyage assez facile, possibilité de laisser se développer la pelouse	perméabilité assurée par les joints, trafic léger possible	les pavés peuvent se désolidariser, léger tassement du sol
Platelage bois	bois résistant	pose spécifique aux planches	lié à la dégradation du bois en surface	perméabilité, maintien les caractéristiques du sol, résistance au trafic léger	vieillissement du bois, accumulation de déchets sous le platelage
Stabilisé	sable, limon, argile et calcaire, liant ciment ou chaux	mélange d'agrégats et de liants, laisser un espace non compacté autour du tronc	nettoyage manuel	coût faible et facilité de mise en œuvre, aspect "naturel"	faible perméabilité, érosion possible
Agrégats liés	gravier (5/10-20/40), liant hydraulique ou résine	mélange d'agrégats et de liants, laisser un espace non compacté autour du tronc	nettoyage facile	stabilité du matériau, circulation possible	perméabilité moyenne, nécessite une bonne mise en œuvre pour assurer la perméabilité
Enrobé perméable	granulats, liants bitumineux, colorants	relativement facile, sur sol compacté	nettoyage facile, à prévoir pour maintenir la perméabilité	supporte le trafic, bonne protection du pied d'arbre	perméabilité moyenne, épaisseur relativement importante entre le sol et le revêtement
Enrobé, dalle béton	béton	travaux d'infrastructures nécessaires	entretien facile	stabilité, surface carrossable	surface imperméable, non adapté aux besoins de l'arbre
Pelouse	agrostides, fétuques, pâturin... ou espèces "naturelles"	préparation du sol sur 30 cm	demande un entretien régulier (tonte, désherbage), sauf dans le cas de fauche annuelle	perméabilité, biodiversité	compaction possible face au piétinement, mauvaises herbes, blessures liées à l'entretien, non circulaire
Arbustes et couvre-sols	vivaces et arbustes	préparation du sol de plantation sur 50 cm, respecter les périodes de plantation	taille, désherbage et arrosage sont nécessaire	perméabilité, biodiversité, obstacles, esthétique	non circulaire
Mulch (paillage)	écorce, BRF, copeaux, sable, gravier, pouzzolane	mise en œuvre facile, prévoir plusieurs cm et une bordure	dispersion des matériaux, complément de matériau à effectuer	aspect esthétique, bonne perméabilité, moins d'évapotranspiration	non circulaire

Sources :

Le Gourriérec S., (2012) d'après

Amann N., Bourgery C., Gillig C-M. (2008). L'arbre en milieu urbain : Conception et réalisation de plantations. Infolio, 216p.

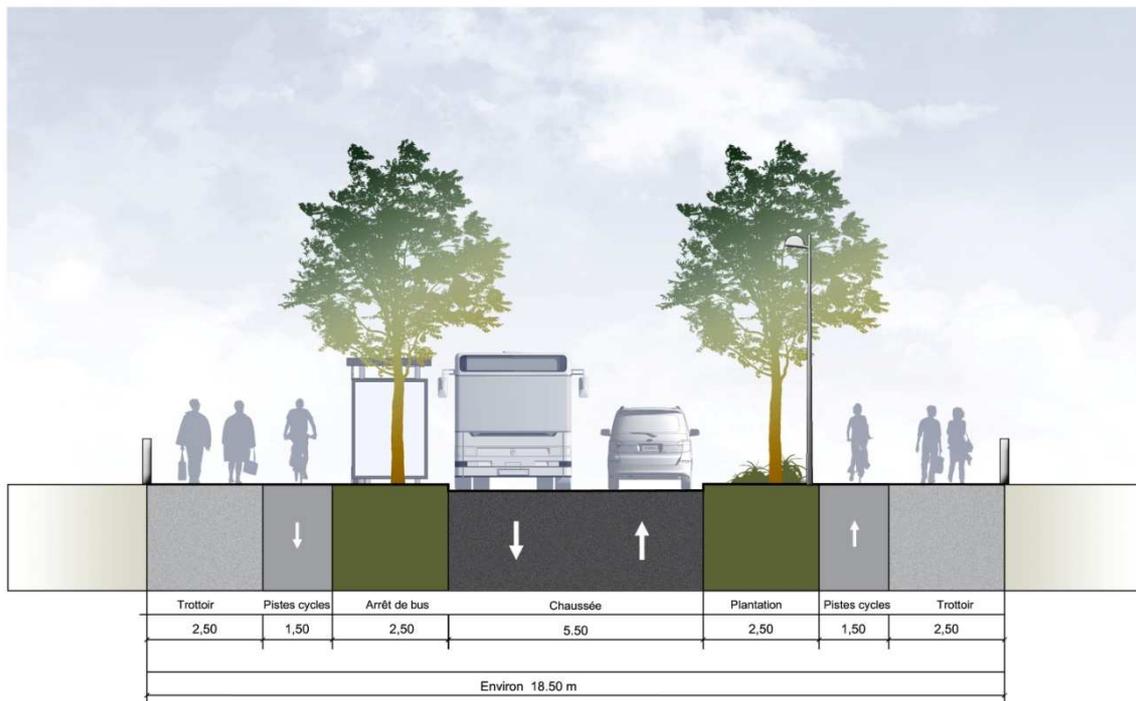
Bracciano P. – Garapon D. – Haddad Y. – Tourret V. (1995). L'arbre et les revêtements de surface, Institut pour le Développement Forestier, 48p.

Guinaudeau C. (2010). L'arbre en milieu urbain : choix plantation et entretien. Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, Marne-la-Vallée, pp.112-116.



Extrait d'un plan masse à Varaville, phase d'étude préliminaire (SCE, 2012).
Il fait notamment apparaître les arbres prévus dans le projet qui occupent une place importante dans la trame urbaine

Annexe XIV : Coupes et détails



1. Coupe détaillée en phase d'étude préliminaire pour un projet à Varville dans le Calvados. Ce type de coupe permet de se rendre compte de l'espace disponible pour les plantations, et de l'espace aérien disponible. On voit notamment que les premières branches devront être assez hautes pour faciliter le passage des bus (SCE, 2012).



2. Vue en plan et en coupe d'un aménagement de parc d'activités communautaire à l'ouest d'Angers (commune de Saint-Léger-des-Bois), lors de la phase d'avant projet (Alan Goarzin, SCE 2006).

Annexe XV : Principaux programmes d'études et d'expérimentations en lien direct avec l'arbre urbain menés par Plante & Cité

DOMAINE	PROGRAMME DE RECHERCHE	PARTENAIRES	ANNEES
Agronomie et artificialisation des sols urbains	Programme SITERRE : Procédé de construction de sols à partir de matériaux innovants en substitution à la terre végétale et aux granulats de carrière	Laboratoires de recherche (Agrocampus Ouest, BRGM, LCPC...) et entreprises de travaux publics	en cours
	Programme Sciencil : Observations et capitalisation de connaissances sur les plantations en milieu urbain	Grand Lyon, Ville de Lyon, Sol Paysage, Pousse Conseil	en cours
	Le suivi des transplantations	Division des études végétales - Ville de Paris	1991-2001
Gestion sanitaire et PBI	Programme PETAAL : Mise au point de stratégies de lutte biologique contre le tigre du platane.	Végépolys, Fond Unique Interministériel, Agrocampus Ouest, université d'Angers, sociétés Koppert et IF TECH, Fredon PACA, villes	2008-2012 (en cours)
	Programme ALTERPRO : Stratégies de piégeage pour la gestion de la processionnaire du pin appliquées aux abords routiers, arbres d'alignement, parcs et îlots boisés en milieu urbain	INRA Avignon, collectivités territoriales, FREDON, FDGDON, ONEMA...	2011-2013 (en cours)
	Dépérissement bactérien du marronnier : Contribution à une approche épidémiologique sur les causes environnementales de développement	?	en cours
	Etude de la réaction des arbres au perçage	Division des études végétales - Ville de Paris	2003-2004
Innovation et diversification végétale	Végébase® : outil d'aide au choix des végétaux lors de la conception d'espaces verts	Partenaires issus du réseau professionnel et scientifique de Plante & Cité et au-delà - Val'hor (financier)	en cours
	Recensement du patrimoine arboré des alignements urbains et de la répartition des essences	INH, INRA Angers	2007

« Les programmes d'études et d'expérimentations menés par Plante & Cité répondent aux attentes techniques prioritaires des professionnels des collectivités et des entreprises identifiées au sein des 6 groupes de travail thématiques. »



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 : Cyril FLEURANT

Auteur(s) : Stéphane LE GOURRIEREC

Organisme d'accueil : SCE

Date de naissance : 08/03/1988

Adresse : 5 avenue Augustin-Louis Cauchy
B.P. 10703

Nb pages : 40 Annexe(s) : 15 (21 pages)

44307 NANTES Cedex 3

Année de soutenance : 2012

Maître de stage : Laura LEMOINE

Titre français : L'arbre en ville : le paysagiste concepteur face aux contraintes du projet urbain.

Titre anglais : The tree in the city : the landscape designer confronted with urban project issues.

Résumé : l'arbre est à de nombreux titres un élément indispensable du paysage urbain, mais la ville est un espace aux multiples contraintes pour le végétal. Partant de ce constat cette étude aborde le rôle du paysagiste concepteur dans la conception des espaces de plantation. Dans un premier temps le contexte particulier de l'arbre urbain est abordé. Il met en évidence les particularités du milieu urbain et l'évolution des pratiques et des lois en matière d'arboriculture. Puis le choix de l'arbre adapté au site est défini pour montrer que chaque arbre n'aura pas le même impact dans l'aménagement. La cohabitation avec l'homme et ses activités nécessitent ainsi des réalisations techniques adaptées : mélanges de plantation, protections aériennes et souterraines, tailles raisonnées... Pour terminer l'arbre est abordé de manière plus distante pour évoquer les acteurs du projet urbain et des méthodes de conception différentes. Ainsi l'arbre bénéficie d'un véritable réseau de professionnel au sein duquel se situe le paysagiste concepteur. Ce dernier joue un rôle important pour faire valoir la place de l'arbre dans les aménagements et le représenter. Les recherches et publications mettent en avant les préoccupations actuelles des aménageurs, dans un souci d'amélioration des conditions de l'arbre en ville. Des « arbres d'avenir » permettront aux villes de faire perdurer leur patrimoine arboré.

Abstract: the tree is in many ways an essential part of urban landscape, but the city represents also a restrictive space for plants. From this assessment this study deals with the aim of the landscape designer in planting spaces design. At first the particular context of the urban tree is described. It enhances the urban environment particularities and the progress in practices and laws in arboriculture. Then the tree selection according to the site is defined to show that each tree has a different impact in the project. So the cohabitation with men and human activities requires specific technical realizations: planting sand, protections, adapted trimming... Finally the tree is analyzed in a different way to bring up the different protagonists in the urban project and different methods of conception. Thereby the tree field has a real professional network wherein is working the landscape designer. It has an important role in promoting and representing the tree in city planning. Researches and publications point up the current concerns about urban tree, in order to improve (growing) conditions of the tree in the city. "Future trees" will enable cities to perpetuate their arboricultural heritage.

Mots-clés : arbre, paysagiste concepteur, arboriculture urbaine, espace public, projet urbain

Key Words : tree, landscape designer, urban arboriculture, public space, urban project