

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Mohamed Boudiaf - M'sila



Faculté des sciences

Département des sciences de la nature et de la vie

Intitulé du Master 1 : Ecologie Urbaine

Intitulé de la matière : Initiation à la foresterie et dendrologie
-- S1--

Par

Pr. REBBAS Khellaf

2020-2021

Initiation à la foresterie et dendrologie - Master 1 EU - Dr REBBAS Khellaf

Intitulé du Master : Ecologie Urbaine

Intitulé de la matière : Initiation à la foresterie et dendrologie

Semestre : 01.

Nombre de crédits 06

Coefficient de la Matière : 3

VHS : 45

Objectifs de l'enseignement :

- Donner une première vision de la forêt ;
- Culture générale sur la forêt et son aménagement ;
- Connaître les différentes méthodes de traitement des forêts

Connaissances préalables recommandées

Ecologie végétale et Environnement

Contenu de la matière :

Introduction : définition et rôle de la forêt

I. Comportement des essences forestières en milieux urbains

II. Multifonctionnalité de la forêt

2.1- Fonction de protection

2.2-Fonction de production

2.3 - Fonctions de conservation de récréation de loisir et thérapeutique

III. Les différentes modes de traitement des forêts

IV. Notion de sylviculture

4.1- Les pratiques et les soins culturaux en milieu urbain

4.2 - Rôles des pépinières

V- Contraintes et menaces sur les forêts en milieux urbains et périurbains

VI. Dendrologie

6.1- Typologie des forêts urbaines

6.2- Techniques de quantification de la croissance des arbres

Sorties sur terrain

Mode d'évaluation :

Epreuve écrite,

Présentation d'exposés sur des thèmes choisis

Références

- Aquaportail, 2020. Définition de sylviculture.

Lire plus : <https://www.aquaportail.com/definition-13310-sylviculture.html>

- Bonnardot S., 2014. Charte de l'arbre de Melun. Service espaces verts.

https://www.ville-melun.fr/images/3-MELUN-PRATIQUE/VOIRIE_ENVIRONNEMENT/CHARTRE_DE_L_ARBRE.pdf

- Cheverry C. et Gascuel C., 2010. Sous les pavés la terre. Ecrin, Omniscience, Montreuil.

- Dellier J., 2007. Des forêts dans la ville. Analyse du processus d'intégration par une approche territorialisée, exemples de trois agglomérations moyennes européennes : Grenoble, Limoges et Swindon. Thèse Doct. Université de Limoges.

<https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00593232/file/dellierjthese.pdf>

- Dupuy B., Maître H -F et Amsallem I., 1999. Techniques de gestion des écosystèmes forestiers tropicaux : état de l'art. FAO. Forestry Policy and Planning Division, Rome, 146p.

<http://www.fao.org/3/a-x4130f.pdf>

- Ecosociosystemes, 2020. Sylviculture. <http://www.ecosociosystemes.fr/sylviculture.html>

- FAO, 2012. FRA 2015 -Termes et Définitions. Document de travail de l'évaluation des ressources forestières 180. www.fao.org/forestry/fra
- FAO, 2018. Forum mondial sur les forêts urbaines. Revue internationale des forêts et des industries forestières, 69. <http://www.fao.org/3/i8707fr/l8707FR.pdf>
- Guyot M. A., 1995. L'arbre urbain : un composant du confort pour l'architecture et l'espace public. Séminaire : végétaux et paysage urbain.
- GDG ENVIRONNEMENT (2017 et 2018). Solutions écologiques pour un meilleur milieu de vie, Rapport d'intervention du programme expérimental de contrôle de l'agrile du frêne à l'aide du Fraxiprotec.
- Gouedard Q., 2014. Les sols urbains, des milieux contraignants pour le développement de l'arbre dans la ville. Sciences agricoles. dumas-01071315. <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01071315/document>
- Hakim H., Gariépy D., Boyer D., St-Denis A. 2020. Plan de foresterie urbaine. Service des travaux publics-Division des espaces verts. France.
- Hakim H., Gariépy D. et al., 2020. Plan directeur des parcs et des espaces publics. Laval. <https://www.laval.ca/Documents/Pages/Fr/Citoyens/environnement-recyclage-et-collectes/trame-verte-bleue-plan-parcs-espaces-publics.pdf>
- Landmann G., Ginisty C. & Chauvin C., 2011. Les traitements sylvicoles à l'origine du bois énergie et leurs évolutions possibles en cas de demande accrue de bois. Rev. For. Fr. LXIII – 2 : 193-202.
- Lebourgeois F., Merian P., 2012. Principes et méthodes de la dendrochronologie. AgroParisTech-ENGREF. <https://hal.archives-ouvertes.fr/cel-01627048/document>
- Le Gourrierec S., 2012. L'arbre en ville : le paysagiste concepteur face aux contraintes du projet urbain. Sciences agricoles. dumas-00739439. <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-00739439/document>
- Lecigne B., Follett M., Ruel JC., Messier C. et Buteau C., 2019. Perte de résistance mécanique chez des arbres infestés par l'agrile du frêne : vers une meilleure gestion du risque.
- Louail A., 2014. La multifonctionnalité de la trame verte de la ville de Sétif ; Analyse des politiques publiques locales. Mem Magister.Univ de Sétif. <https://www.univ-setif.dz/MMAGISTER/images/facultes/2015/SNV/Louail%20amel.pdf>
- Parde J., 1988. Dendrométrie Ed. Ecole Nationale des Eaux et Forêts Nancy.
- Riviere L-M., 1997. La plante dans la ville. Ed. Quae, 351 p.
- TDAG (Le Trees and Design Action Group), 2014. Arbres en milieu urbain - Guide de mise en œuvre. https://www.citeverte.com/fileadmin/Citeverte_Ressources/PDF/Publication_Arbre-en-milieu-urbain.pdf
- Wikipédia, 2020. Sylviculture. <https://fr.wikipedia.org/wiki/Sylviculture>

-Site internet :

- <http://envol-vert.org/forets-services/role-foret/2012/09/les-forets-notre-alimentation/>
- <http://www.fao.org/3/T1680F/T1680F03.htm>
- <https://www.futura-sciences.com/planete/dossiers/botanique-differents-types-forets-1101/>
- <https://www.aquaportail.com/definition-5471-mineralisation.html>
- <https://mffp.gouv.qc.ca/les-forets/services-entreprises-et-organismes/sylviculture-traitements/>
- <https://www.foretprivée.ca/jamenage-ma-foret/travaux-sylvicoles/>
- http://inforets.free.fr/rubrique.php3?id_rubrique=28
- https://fr.wikipedia.org/wiki/For%C3%A0t_urbaine
- <http://www.dendrochronologie.ch/pages/presentation.html>
- <http://dendrochronologie-tpe.e-monsite.com/pages/ii-la-dendrochronologie-methode-de-datation-scientifique/a-methode.html>

Définitions

1-La Forêt

-- Terres occupant une superficie de plus de 0,5 hectares avec des arbres atteignant une hauteur supérieure à 5 mètres et un couvert forestier de plus de 10 pour cent, ou avec des arbres capables d'atteindre ces seuils *in situ* (Dans son milieu naturel) . Sont exclues les terres à vocation agricole ou urbaine prédominante (FAO, 2012).

-- La forêt est un écosystème dominé par l'arbre qui comprend également les autres végétaux (arbustes, plantes herbacées, etc.), la faune, les champignons et les microorganismes ainsi que les interactions entre tous ces éléments. En milieu urbain, le facteur anthropique influence grandement la santé et la composition de la forêt urbaine, qui comprend les arbres de rues, les arbres de parcs, les arbres ornementaux privés et les arbres dans les bois. La forêt urbaine et périurbaine doit être vue comme une infrastructure verte reliant les zones rurales aux zones urbaines et améliorant l'empreinte environnementale des villes (Hakim et al., 2020).

2- Rôle de la forêt

- La forêt joue un rôle dans la régulation du climat, l'amélioration des sols ainsi que dans la conservation des espèces sauvages, animales et végétales.
- **La forêt est un réservoir de biodiversité.** Elle constitue un refuge pour beaucoup d'espèces animales ou végétales. En effet un seul arbre peut accueillir une multitude d'espèces animales et intègre un écosystème riche. Une forêt vit grâce à son environnement (sol, climat...) mais aussi grâce à sa biodiversité. En effet, tous ses habitants (animaux, végétaux, insectes, champignons,...) fonctionnent en interaction. Ils sont les garants de son fonctionnement.
- **Entreprise comme particulier, selon nos activités et nos consommations nous avons une forte dépendance vis-à-vis de la forêt.** Sans elle, beaucoup des activités d'une entreprise seraient limitées ou inexistantes (Envol-vert, 2020).
- Les secteurs de **la construction, de l'ameublement, de l'édition, de l'impression** utilisent le bois brut ou transformé, ressources première que la forêt leur offre.
- Les secteurs de **l'agroalimentaire et de la restauration** utilisent les pollinisateurs hébergés au sein des forêts pour la reproduction naturelle des cultures et des vergers (75% des 100 plus importantes cultures au monde dépendent de la pollinisation).
- **La pharmacie et la chimie**, utilisent les millions d'espèces animales et végétales hébergées dans les forêts pour la recherche de nouvelles molécules actives.
- Le **tourisme et l'écotourisme** utilisent les forêts comme élément d'appel pour la récréativité et la découverte qu'elles offrent.
- Le secteur du **textile** utilise les fibres et écorces pour le tissage mais aussi les plumes des oiseaux ou encore les peaux d'animaux de forêts.
- Quasiment tous les secteurs émettent du **CO₂** dans leur processus industriels, ou bien pour le **transport** des marchandises, clients, salariés. C'est grâce aux forêts qui captent ce CO₂ qu'elles peuvent le faire (Envol-vert, 2020).
- De nombreux secteurs utilisent aussi de **l'eau douce** directement dans leurs industries ou indirectement via les produits qu'elles consomment (eau virtuelle),

ce sont les forêts qui génèrent les pluies, rechargent les nappes, filtrent les eaux...

- Le secteur de **l'énergie** (gaz, hydrocarbures) et certaines **industries extractives** (or, coltan...) qui sont utilisés pour grands nombre d'applications, processus industriels, fabrication de produits électriques, électroniques... utilisent les sous-sols des forêts où se trouvent ces ressources.
- Enfin les secteurs de **l'agro-industrie et des agrocarburants** ont une forte dette envers les forêts. Les cultures de soja que l'on retrouve dans l'alimentation du bétail (et les produits qui en sont issus) comme l'huile de palme (palmier à huile, un arbre originaire d'Afrique tropicale), présente dans près d'un produit alimentaire emballé sur deux, sont majoritairement cultivés sur d'anciennes forêts (Envol-vert, 2020).
- **Un outil efficace pour l'éducation et la sensibilisation des populations.** Associées à l'idée de loisir, les activités pédagogiques autour de l'arbre sont très efficaces pour transmettre des valeurs, notamment en termes d'écologie. L'attractivité de l'arbre, par ses jeux d'ombre, de lumière. La curiosité des enfants est d'autant plus grande que l'arbre a la capacité d'attirer les oiseaux, les insectes et autres petits animaux qui deviennent des outils essentiels pour sensibiliser les populations à la découverte de la nature, au respect du monde vivant et de l'environnement (Gouedard, 2014).

I. Comportement des essences forestières en milieux urbains

Optimisation de la performance des arbres et augmentation de la résilience de la forêt urbaine

Il est important d'améliorer nos connaissances sur les besoins et comportements des arbres en milieu urbain.

L'environnement urbain représente un défi constant pour la survie et la croissance des arbres. Plus le milieu est urbanisé, plus les arbres sont sujets à des stress environnementaux et à de mauvaises conditions de sols (compaction, salinité, contamination, manque d'espace pour le développement racinaire, etc.) (Hakim et al., 2020).

Les projets de recherche et les projets pilotes peuvent contribuer à approfondir les connaissances sur le comportement de l'arbre, les besoins de celui-ci et son impact sur l'environnement urbain. Ils peuvent aider à améliorer nos actions afin de rendre la forêt urbaine résiliente et durable.

Des tests ont aussi été faits sur les frênes, comme une évaluation de la perte de résistance mécanique chez des arbres infestés par l'agrile (un coléoptère envahissant extrêmement destructeur qui s'attaque aux essences de frêne) et un projet d'homologation du FraxiProtec au Centre de la Nature (2017-2018) qui consiste à tester un champignon entomopathogène s'attaquant à l'agrile adulte (GDG ENVIRONNEMENT, 2017-2018 ; Lecigne et al., 2019).

Qualité des sols

Les sols urbains sont reconnus pour être peu propices à la survie à long terme des arbres, notamment en raison de la pollution, des matériaux de remplissage et de la faible teneur en matière organique. De plus, le pH des sols est souvent alcalin, et la nature des pierres utilisées dans les dépôts de remplissage peut amplifier cette alcalinité et causer des problèmes de carences. Les sols peuvent aussi emmagasiner

du carbone, mais, en milieu urbain, on connaît peu l'effet des arbres sur la capacité des sols à stocker du carbone.

Arbres et bassins de rétention

La méconnaissance des effets des arbres sur la captation de l'eau (volume capté, vitesse de captation, influence des espèces et de la taille des arbres, etc.) réduit la possibilité de les intégrer dans les calculs des pratiques de gestion optimales des eaux pluviales (PGO) et de planter dans les bassins de rétention.

Îlots de fraîcheur et lutte aux îlots de chaleur urbains

Les endroits déficitaires en arbres et fortement minéralisés* sont souvent des îlots de chaleur urbains (ICU). L'arbre fait partie des éléments de solution, mais il est difficile de connaître son impact réel sur la réduction des effets des ICU. Deux projets sont importants pour mesurer le tout.

Plantation d'arbres et d'arbustes dans les bretelles d'autoroutes situées dans des zones à forte concentration d'ICU. Différentes techniques d'aménagement et de plantation seront testées afin de favoriser la survie et la croissance des arbres dans les conditions difficiles des bords d'autoroutes.

Déminéralisation et de verdissement sur le domaine privé et institutionnel dans des secteurs à forte concentration d'ICU et de populations vulnérables (défavorisées socialement ou matériellement). A pour but de déminéraliser une aire bien déterminée en mètres carrés et de planter des arbres, principalement sur des terrains d'institutions, de commerces et d'industries. Le domaine privé et institutionnel contribue aussi au projet.

*La minéralisation présente le processus de décomposition de substances complexes de grande taille d'origine organique ou minérale en composés plus petits et de forme plus simple, en général par une action microbienne. C'est un processus très important dans les sols pour la libération des éléments nutritifs de la forme organique vers une forme minérale assimilable par les racines.

Lire plus : <https://www.aquaportail.com/definition-5471-mineralisation.html>

-La minéralisation signifie le processus d'augmentation de la teneur en minéraux, et le processus opposé s'appelle la déminéralisation.

-Minéralisation (biologie), quand une substance inorganique précipite dans une matrice organique.

-Minéralisation (géologie), dépôt hydrothermal de métaux économiquement importants lors de la formation de corps minéralisés.

II. Multifonctionnalité de la forêt

Les forêts, jouent un rôle primordial dans la préservation des équilibres sociaux et écologiques.

Près de 1,6 milliard de personnes en dépendent pour leur subsistance, elles produisent des biens dont certains ont une valeur marchande comme le bois, des produits pharmaceutiques et bien d'autres encore.

Elles rendent des services essentiels : régulent le climat, les pluies, évitent les effets dévastateurs des tsunamis sur les côtes, procurent de l'eau potable, constituent un véritable stock de carbone... Et maintiennent les sols fragiles de régions qui subissent de fortes pluies. **En somme, les forêts sont donc les meilleures barrières naturelles contre les dégâts liés aux fortes pluies.**

Trois quarts de l'eau douce accessible provient des bassins versants des forêts ; les forêts purifient l'eau potable du deux tiers des grandes villes des pays en développement. **Par conséquent, les forêts peuvent être comparées à des**

stations d'épuration. Sans elles, pas de filtration (à travers les systèmes racinaires) des polluants tels que : les métaux lourds, azotes...

Près de 80% des individus des pays en développement dépendent des remèdes de la médecine traditionnelle dont la moitié d'entre elles sont issues de plantes trouvées principalement dans les forêts tropicales. En effet, le saviez-vous que 70% des plantes identifiées ayant des caractéristiques anticancéreuses et ne se trouvent que dans la forêt tropicale ? (Envol-vert, 2020).

Les forêts et notre alimentation

En 2007 la valeur de nourriture provenant de la forêt a été évaluée entre 75 et 552 \$ par hectare et par an. La forêt est donc une source de vie par la richesse des produits comestibles qu'elle met à disposition de l'homme.

Parmi ces richesses proposées par la forêt il y a la noix. Connue de tous car idéale pour les apéritifs mais aussi utilisée broyée pour agrémenter les plats salés ou sucrés, la noix du Brésil est produite par le Noyer d'Amazonie (*Bertholletia excelsa*). Cet arbre qui peut atteindre 50m de hauteur et 2m de diamètre produit **en moyenne 150 kg de noix par an**. Toutefois, il est important de savoir que le Noyer d'Amazonie n'est productif qu'à l'état sauvage. Autrement dit, la production de noix n'est possible que si l'arbre est entouré de la biodiversité forestière qui crée les synergies utiles à son développement. Un Noyer coupé de ses congénères est un Noyer stérile.

Prenons l'exemple de votre café matinal ou de l'expresso du midi. Le café pousse dans les climats tropicaux et a besoin de l'ombre des arbres pour se développer. Une étude réalisée au Costa Rica démontre qu'une culture de café proche d'une forêt a une production augmentée de 20% et une qualité de 17%.

Aussi, **la stimulation de la productivité agricole est rendue possible par la diversité biologique des forêts** notamment les espèces pollinisatrices qu'on y trouve. Les papillons, les abeilles, certaines mouches, les oiseaux comme les colibris ou bien encore les mammifères comme les chauves-souris sont à l'origine d'environ **un tiers de la production mondiale de nourriture** (fruits, légumes, oléagineux, certaines légumineuses, café, cacao, épices...) **dont les ¾ des cultures vivrières**. Le rôle de l'abeille dans le monde a par exemple été évalué à **153 milliards d'euros par an**.

Certes tous les pollinisateurs ne se trouvent pas dans la forêt, cependant lorsque l'on sait que la forêt contient plus des deux tiers des espèces vivantes terrestres, on en déduit l'importance de cet habitat pour les pollinisateurs.

Enfin, nous nous devons aussi d'aborder **la lutte contre les ravageurs qui détruisent 30% des récoltes** et qui là encore, est menée de front par la biodiversité forestière (carabes, coccinelles, syrphes et autres insectes carnassiers).

Par conséquent, sans les services rendus par les forêts et autres insectes qui y vivent, à savoir la pollinisation et la régulation des ravageurs, notre alimentation et nos cultures seront mis à mal.

La forêt et les pluies

La découverte du climatologue Ben Cook nous apprend que la disparition de la civilisation Maya (C'est une des plus anciennes civilisations d'Amérique : ses origines remontent à la préhistoire. La sédentarisation de populations est attestée, dans l'aire maya, à l'époque archaïque, les villages les plus anciens ayant été retrouvés sur les côtes de la mer des Caraïbes et de l'océan Pacifique) fut principalement la conséquence de la déforestation. Ces découvertes montrent que la destruction des

forêts a entraîné une réduction des précipitations et un ébranlement de la civilisation par les sécheresses successives.

En effet, les arbres injectent de l'eau dans l'atmosphère par évapotranspiration de leurs feuilles et contribuent ainsi notablement aux précipitations sur les régions continentales. **Pendant la période pré-coloniale Maya, la déforestation aurait participé à la diminution de 10 à 20% des précipitations engendrant ainsi une sécheresse qui semble avoir été la conséquence de la disparition de cette civilisation.**

Agissant comme des pompes, les forêts entraînent les précipitations à partir des zones côtières dans les zones continentales.

Les forêts tropicales peuvent aussi « refroidir » la Terre par évaporation d'énormes volumes d'eau et la création de nuages qui réfléchissent la lumière du soleil vers l'espace. La forêt amazonienne à elle seule rejette autour **de 8 milliards de tonnes de vapeur d'eau dans l'atmosphère chaque année.**

Mais en plus de générer cette eau, la forêt nous la nettoie. Elle agit comme **une véritable station d'épuration, filtrant polluants, métaux lourds, azotes à travers les systèmes racinaires** avant de venir se reposer dans les nappes phréatiques pour poursuivre son long cycle de l'eau. **Trois quarts de l'eau douce accessible provient des bassins versants des forêts** ; les forêts purifient l'eau potable des deux tiers des grandes villes des pays en développement.

Les forêts, meilleur assureur en matière de dégâts des eaux. Les forêts sont les meilleures barrières naturelles contre les inondations, les glissements de terrain ou les tempêtes. Elles jouent un rôle protecteur primordial pour des millions de personnes, qu'ils vivent dans les terres ou en façade maritime, en faisant tampon entre l'eau, le vent et les habitations.

Elles contrôlent aussi le ruissellement des eaux en stockant l'eau de pluie puis en la rejetant progressivement dans les aquifères, ce qui réduit les risques d'inondation et de glissement de terrains. En prévenant l'érosion des sols elles évitent également la perte des sols et de l'humus nécessaire à l'agriculture (Envol-vert, 2020).

La forêt, lieu de loisirs et d'inspiration

Les forêts sont une riche source d'inspiration notamment pour l'art, le folklore, les symboles nationaux et l'architecture. Les forêts ont donc inspiré : les drapeaux d'une dizaine de nations comme c'est le cas du Liban et de son célèbre Cèdre, des poètes célèbres comme Baudelaire qui écriront que « La nature est un temple... », **la forêt est aussi le moteur qui a alimenté la créativité des artistes peintres et des sculpteurs...** Des toiles somptueuses ont en effet été peintes autour du thème de la forêt comme par exemple *Le Chêne, forêt de Fontainebleau* par Monet

La non-intégration des valeurs des services rendus par les forêts dans la prise de décision économique a entraîné des activités ayant un impact néfaste sur l'environnement. Ne négligeons pas les forêts car elles sont aussi un **facteur important pour l'économie car elles représentent une opportunité idéale pour le développement du tourisme.** En 2007, cette opportunité a été évaluée entre 381 à 1171\$ pour les forêts tropicales. L'écotourisme qui est l'une des branches les plus

dynamiques du tourisme mondial avec une croissance d'environ 20% par an (ONU 2011).

La forêt et le CO₂

À l'échelle globale, les forêts jouent un rôle important dans le climat en séquestrant du CO₂, gaz à effet de serre. En effet, **les forêts actuelles sont en mesure d'éliminer chaque année environ 15% des émissions de dioxyde de carbone générées par l'homme**, par le processus de séquestration du carbone.

Les arbres captent du carbone par la photosynthèse dont une partie est incorporée dans les matières organiques et l'autre partie est rejetée par la respiration ou, indirectement par la décomposition de feuilles mortes, débris et racines mortes. **Le bilan de ce flux carbone est que la quantité de CO₂ fixée est supérieure à celle rejetée, ce qui confère aux forêts un statut de « puits de carbone »**. Le bois est ainsi composé à 50% de carbone et pour produire un mètre cube de bois, un arbre transforme une tonne de gaz carbonique.

La forêt, notre fournisseur officiel de papier

La production de papier peut être réalisée avec des impacts minimes sur l'environnement, notamment grâce à l'utilisation proportionnée de biomasse renouvelable pour l'énergie, l'utilisation de fibres de forêts recyclées ou de forêts bien gérées pour la pâte. Aussi, si l'industrie papetière a fait des efforts, il est possible de limiter la production de déchets. Cependant, selon la FAO, la production de papier utilise encore environ la moitié de la forêt mondiale coupée commercialement, mais avec un impact relativement minime sur les terres. En fait, seulement 7% des forêts du monde sont essentiellement utilisées pour la production de pâte à papier (Envol-vert, 2020).

L'économie dépend de la nature

Un économiste américain du Guind Institute for Ecological Economics (Constanza), estimait en 1997 que **la valeur des écosystèmes est de 33 000 milliards de dollars** (contre 18 000 milliards de dollars pour le PIB mondial / le PIB est un indicateur économique qui mesure les richesses créées par les résidents dans un pays donné, quelle que soit leur nationalité et pour une année donnée. Le PIB mondial, quant à lui, est la somme de tous les PIB nationaux).

Plus largement, les écosystèmes offrent 4 types de services que nous utilisons directement (Envol-vert, 2020) :

- **Les services d'approvisionnement** sont les produits obtenus à partir des forêts comme par exemple : les aliments, les fibres, les médicaments, l'eau potable, l'énergie...

Les forêts sont la base de plus de 5 000 produits commerciaux. 25 à 50% des 640 milliards de dollars du marché de l'industrie pharmaceutique trouvent leur origine dans des composés naturels

- **Les services de régulation** sont les bénéfices obtenus par les processus écosystémiques: régulation du climat, protection contre les inondations et les tempêtes, pollinisation des cultures, résistance aux invasions, purification de l'eau et de l'air...

Un tiers de la nourriture mondiale nécessite la pollinisation des insectes.

Initiation à la foresterie et dendrologie - Master 1 EU - Dr REBBAS Khellaf

- **Les services culturels** sont les bénéfiques non matériels tels que l'enrichissement personnel, la découverte scientifique, l'épanouissement esthétique, le divertissement, l'éducation, l'inspiration...
- **Les services de support** maintiennent les conditions de vie sur Terre : formation des sols, production d'oxygène... Ils sont nécessaires à la mise en œuvre de tous les autres services.
Tout l'intérêt de protéger un écosystème réside dans le fait de **ne pas avoir à payer demain pour des services qui sont aujourd'hui fournis gratuitement.**

III. Les différentes modes de traitement des forêts et notion de sylviculture (IV)

L'aménagement forestier et la sylviculture sont les deux domaines clés qui ont en commun la vision du long terme pour guider l'évolution des écosystèmes forestiers vers la direction voulue.

La sylviculture est une gestion de développement durable de la forêt ou d'un boisement par des travaux forestiers. La foresterie est la science, l'art, l'artisanat de création, la gestion, l'utilisation, la conservation et la réparation des forêts et des ressources associées pour atteindre les objectifs souhaités, les besoins et les valeurs de l'intérêt général.

En résumé: la sylviculture est l'utilisation économique et conservation des forêts et des produits forestiers avec des actions de boisement (afforestation), de reboisement (reforestation), de défrichement (défrichage), mais aussi de déboisement (déforestation) pour entretenir les forêts. Le défi de la sylviculture est de créer des systèmes qui sont socialement acceptés tout en préservant la ressource et d'autres ressources qui pourraient être affectées (Aquaportail, 2020).

Le travail forestier d'entretien

En fonction de l'âge et du type de peuplement, plusieurs opérations sont nécessaires au cours de la vie d'une forêt (Ecosociosystemes, 2020).

Le dépressage s'applique surtout aux forêts de conifères où les arbres du peuplement ont été plantés ou semés avec une forte densité. Au bout de quelques années, ils sont très serrés et se concurrencent pour la lumière et les éléments du sol. Il est alors nécessaire de réduire la densité afin de permettre aux arbres dominants de pousser dans de bonnes conditions. Le dépressage ne génère aucun produit commercialisable.

La taille de formation est une opération qui se pratique sur les feuillus et notamment les feuillus précieux. Elle consiste à donner une forme de qualité à l'arbre. C'est dans le but d'obtenir un bois de qualité supérieure en éliminant les grosses branches pouvant donner des nœuds et en améliorant la rectitude du tronc.

L'élagage consiste à couper au ras du tronc et sur une hauteur donnée toutes les branches mortes ou vives afin d'améliorer la qualité du bois en évitant les nœuds. Ce sont surtout les résineux qui sont concernés par cette opération qui se fait parfois

naturellement, les branches meurent et tombent d'elles-mêmes par manque de lumière (on parle d'élagage naturel).

Le dégagement consiste à éliminer la végétation concurrente qui gêne la bonne croissance des jeunes arbres. Il est nécessaire de réduire la densité du peuplement. C'est pourquoi les éclaircies sont nécessaires.

L'éclaircie permet à l'arbre d'accroître son diamètre et sa hauteur, au peuplement de se régénérer et de s'assurer une meilleure stabilité face aux accidents climatiques et au propriétaire de valoriser son patrimoine forestier.

Il existe plusieurs types d'éclaircies selon les types de peuplements, la rotation (période) entre chaque éclaircie et le rôle de la forêt ainsi que son évolution :

- **L'éclaircie sélective** consiste à sélectionner les arbres à garder ou à couper en fonction de l'objectif recherché.

- **L'éclaircie systématique** est surtout utilisée dans les peuplements résineux réguliers. On enlève, par exemple sur une ligne, un arbre sur deux.

- **L'éclaircie sanitaire** se pratique dans le cas où le peuplement a subi des dégâts et les arbres malades, blessés ou abîmés doivent être retirés.

L'éclaircie est une action combinant la gestion et l'exploitation forestière qui consiste à couper et sortir les bois du peuplement.

Régimes et traitements sylvicoles

Les forestiers ont développé des techniques pour adapter les forêts à leurs attentes et « conduire » les arbres jusqu'au stade que le sylviculteur considère être leur stade de maturité ou un âge suffisant pour leur « exploitabilité ».

En France, au niveau de l'« unité de gestion », on parle de : - régime sylvicole ; pour décrire les modes de renouvellement des peuplements forestiers. - traitement sylvicole ; pour décrire d'une part la nature des opérations sylvicoles qui vont structurer le peuplement, et d'autre part son organisation.

Le régime

C'est le premier critère de description d'une sylviculture. Il porte sur l'origine des arbres. Ceux-ci sont-ils issus de semences (graines) ou ont-ils repoussé à partir de rejets de souche ou de drageons, ou la forêt est-elle issue d'une régénération naturelle ? L'école française distingue traditionnellement trois régimes de base :

- **la futaie**, dont les arbres, nés d'une graine, développent généralement un tronc unique ou fût (La futaie peut produire des arbres qui donneront un maximum de bois d'œuvre).

- **le taillis**, où plusieurs tiges, issues de bourgeons réactivés par une coupe, partent d'une même base et forment une cépée (Le régime du taillis ne peut s'appliquer qu'à des espèces qui rejettent naturellement de souche (châtaignier, charme, chêne, érables, frêne, saule, peuplier, robinier, etc.). La perpétuation du couvert forestier est ainsi obtenue de simples coupes de « rajeunissement », c'est-à-dire par voie végétative. Le taillis sert surtout à produire des tiges de faible circonférence, traditionnellement destinés au chauffage.

- **le taillis sous futaie**, un régime mixte combinant taillis et futaie sur la même parcelle. Le régime du taillis sous futaie, en combinant les deux principes précédents permet de produire à la fois du bois de chauffage et du bois d'œuvre.

Le traitement

Si les arbres sont tous sensiblement du même âge, le traitement est dit «régulier».

Si au contraire, tous les âges sont représentés dans une certaine proximité, le traitement est dit «irrégulier».

Pour la futaie, il existe donc des **futaies régulières** (ou **équiennes** ; arbres d'une même classe d'âge ; éventuellement monospécifique - une seule essence d'arbre), et des **futaies irrégulières** (plusieurs classes d'âge).

La **futaie jardinée** est un cas particulier de la futaie irrégulière, où le but est d'obtenir une structure d'âge qui assure une production régulière et continue de biens et de services. On cherche alors à produire une forêt avec un mélange intime d'arbres d'âges différents, avec une ouverture suffisante du couvert pour assurer une régénération et une promotion constante des arbres.

Pour le **taillis**, le traitement est en principe régulier car tous les arbres ont été coupés puis ont repoussé en même temps : c'est le taillis simple. Il existe aussi de rares cas de taillis irréguliers, notamment le taillis fureté, dont on ne coupe à chaque fois qu'une partie des tiges des cépées qui ont alors des âges de repousse différents.

Dans le **taillis sous futaie**, le traitement du taillis est régulier, celui de la futaie est irrégulier.

Les pratiques et les soins cultureux en milieu urbain

Conception : pluridisciplinarité et intégration des réflexions sur les espaces souterrains et aériens

Avant tous projet de plantation des arbres dans le milieu urbain, il est important de prendre contact dès la rédaction du programme avec les gestionnaires de réseaux enterrés pour localiser les contraintes associées et avoir connaissance de leur calendrier de chantier(s) éventuel(s).

Intégrer au diagnostic et études préalables un inventaire des arbres existants respectant la norme en vigueur.

Mettre à disposition des données pédologiques dès la rédaction du programme.

Localiser les réseaux enterrés dès le développement de l'avant-projet (les résultats du travail de détection doivent avoir l'exactitude requise pour finaliser les plans de construction). Dans le cadre d'opérations privées, le service d'instruction des permis de la collectivité doit exiger de pouvoir consulter un plan de localisation des réseaux enterrés fiable qui corrobore la faisabilité du plan de plantation (TDAG, 2014).

L'espace souterrain est l'une des principales clés de réussite d'un projet impliquant des arbres. Il est essentiel de veiller à : – Prévoir l'impact des choix retenus pour les aménagements de surface sur la conception de l'espace souterrain (par exemple besoins de résistance mécanique des surfaces des espaces publics, de nouvelles connections et services enterrés pour un bâtiment, de gestion décentralisée des eaux de ruissellement, d'espace d'enracinement pour la présence du végétal, etc.).

– Adopter une démarche concertée de l'aménagement de l'espace souterrain en termes d'allocation de l'espace, de traitements et de conduite de travaux. Ce travail exige une connaissance approfondie de l'ensemble des solutions techniques disponibles pour assurer la bonne coexistence de toutes les composantes en présence (fondations et sous-fondations des surfaces de voirie, fondations des structures

aériennes, réseaux enterrés et points d'accès associés, substrats d'enracinement, substrats de filtration, d'infiltration et/ou de stockage des eaux, etc.).

Un environnement urbain peu propice au développement de l'arbre

Trois facteurs principaux interviennent dans la réussite à long terme d'une plantation d'arbres en milieu urbain, le sol, le végétal et la politique d'aménagement.

Les activités humaines en ville sont de toute nature et les arbres en subissent de nombreuses conséquences. Les agressions peuvent être à l'origine de l'usager (gravure, cassure, impact de pare-choc) principalement liée à des défauts de comportement humain face au végétal, ou bien d'origine technique (chantier) et plus rarement écologiques (attaque de pathogène, sécheresse excessive, tempêtes).

La plupart du temps, les sols urbains sont composés d'un mélange de terre, de sable, de gravier, de cailloux ou gravats. La compaction de ces sols est forte, sous trottoir elle atteint couramment la valeur de 4Mpa (Méga pascal) (Cheverry et Gascuel 2010), or la croissance racinaire est fortement ralentie à partir de 2Mpa. La circulation de l'air et de l'eau y est extrêmement limitée et asphyxie la racine, l'arbre trouve donc difficilement les conditions minimales dont il a besoin pour se développer en ville. La part de sols « naturels » est bien maigre devant l'importance des espaces artificialisés, les zones dites « d'espaces verts » (Gouedard, 2014). Il est important de prendre en compte de l'architecture adulte du système racinaire des espèces d'arbres dans un projet de plantation d'arbres dans un milieu urbain (Annexe 1).

Le projet de plantation arborée en ville

Le projet de plantation arborée en ville est au même titre que la construction d'un immeuble, un élément fondamental de la composition de l'espace urbain, qui mérite d'être mesuré et murement réfléchi à l'échelle globale de la ville. Afin d'être efficace et fonctionnel, le projet doit être porté non seulement pas l'équipe politique en place et la Maîtrise d'œuvre, mais aussi et surtout, par les usagers actuels et futurs de l'espace nouvellement aménagé. Le décisionnaire doit donc se préoccuper dès l'origine du projet, de l'implication des usagers dans la construction et l'utilisation de l'espace ainsi créé. La communication et la sensibilisation sont des outils fondamentaux à la réussite d'un projet de plantation, sans quoi l'usager ne comprend pas les enjeux qui s'y dégagent et le manifeste par la dégradation du projet. Eduquer les gens au concept proposé, leur apporter des connaissances sur les éléments de composition du projet devient inéluctable pour le faire évoluer et atteindre l'objectif initial. Le projet doit être partagé et apprécié par la majorité pour être réellement abouti (Gouedard, 2014).

Le calibre de l'arbre : on désigne les mensurations des feuillus par la circonférence de leur tronc mesuré à un mètre du sol par tranche de 2cm (jusqu'au 18/20) et 5cm (à partir du 20/25). Les conifères sont identifiés par leur hauteur (100/150cm ou 150/200 par exemple). Le choix se fera au maximum sur du 20/25 pour les feuillus et 150/200 pour les conifères.

La qualité de la partie aérienne : absence de blessures non cicatrisées, de maladies ou parasites, ramification homogène et bien étalée et enfin la flèche doit être bien droite et pas cassée avec la présence du bourgeon terminal.

Le conditionnement : en racines nues si le choix du calibre est inférieur à du 16/18 et sinon en motte maintenue et protégée par une tontine en toile de jute (ou en paille) et un grillage dégradable.

La qualité de la partie souterraine : le système racinaire doit être équilibré autour du collet, les racines charpentières doivent présenter le même équilibre que les branches. Les coupes de transplantation ne doivent pas être trop grosses et le chevelu (gège d'une bonne reprise) doit être abondant.

La réception des végétaux : Vérifier la conformité du calibre, du conditionnement et de l'état sanitaire aérien et souterrain (il est possible d'éclater une motte afin de vérifier la santé du système racinaire). Les végétaux non-conformes devront être renvoyés. La mise en jauge (ou stockage des arbres avant la plantation) devra être soignée abritée du vent et du froid. Les racines nues seront recouvertes de sable ou de terre.

La plantation : Un arbre transplanté subit un stress, son système racinaire est « mutilé » et les conditions dans lesquelles il grandissait jusque-là sont modifiées. L'arbre va alors observer une période de « convalescence », durant laquelle il va devoir s'adapter à son nouvel environnement.

Dans de bonnes conditions, la reprise d'un arbre sera appréciée et donc confirmée après la deuxième année de plantation.

L'époque de plantation : Les arbres en racines nues doivent être plantés de mi-novembre à mi-mars. Les arbres en motte peuvent être plantés d'octobre à fin avril. La plantation est impossible lorsque le sol est gelé, recouvert de neige ou encore à blanc d'eau.

La fosse de plantation : Idéalement en milieu urbain où les revêtements sont imperméables à l'eau et à l'air, il convient de mettre en œuvre des fosses de plantations : ces fosses de 9m³ minimum (1m à 1.50m de profondeur) (Bonnardot, 2014).

La préparation du système racinaire : Si les arbres sont livrés en racines nues, il faut éliminer les racines blessées ou cassées ainsi que les racines étranglantes ou mal placées. Le chevelu doit être conservé.

Le tuteurage : Au-delà du rôle de maintien, le tuteurage permet de protéger le tronc et le collet (partie comprise entre la tige et les racines-zone de transition) contre les chocs, d'éviter le tassement au pied de l'arbre par le piétinement ou les véhicules et enfin il protège la cuvette. Le système de maintien sera placé à l'extérieur de la cuvette de façon à ne pas blesser les racines au moment de l'installation.

Rôles des pépinières

une pépinière est un champ ou une parcelle de terre réservée à la multiplication des plantes ligneuses principalement (arbres, arbustes) mais aussi de plantes vivaces, et à leur culture jusqu'à ce qu'elles atteignent le stade où elles peuvent être transplantées ou commercialisées.

On distingue deux types principaux de producteurs :

-Les producteurs de jeunes plants, qui assurent la multiplication des végétaux par voie végétative (bouturage, marcottage, multiplication in vitro...) ou par voie sexuée (semis). En général, ceux-ci conservent leurs sujets un à deux ans au maximum.

-Les pépiniéristes-éleveurs qui reçoivent les végétaux des producteurs de jeunes plants pour ensuite les mettre en culture sur une durée de trois ans minimum (excepté les vivaces qui, elles, ont un cycle inférieur à un an).

Consulter les pépiniéristes et prendre en compte les disponibilités et les temps de production dans le calendrier retenu pour passer les commandes et assurer une livraison dans les délais du projet de plantation des arbres ou aménagement des espaces vert ne ville.

Après le choix de l'essence la mieux adaptée au site de plantation, il faut maintenant observer un certain nombre de règles quant au choix des sujets en pépinière et aux travaux de plantation à proprement dit (annexe 2).

L'idéal est de choisir une pépinière située dans un rayon de 300km par rapport à la ville afin de limiter l'impact environnemental dû à la livraison des végétaux. Il est important également que les sujets soient élevés dans une région où les conditions climatiques et le sol sont équivalents à la région de plantation (Bonnardot, 2014).

V- Contraintes et menaces sur les forêts en milieux urbains et périurbains

L'écosystème urbain est un milieu imperméabilisé, artificialisé (béton, asphalte, etc.) et fragmenté par différentes barrières (constructions, routes, clôtures, mur, etc.). Il est caractérisé par la monotonie du paysage, par l'absence de végétation et par la densité du bâti et de la population.

Le climat en milieu urbain

Les villes constituent un îlot de chaleur à cause des activités industrielles, domestiques (chauffage,...), etc. qui dégagent de la chaleur.

La ville, de par son fonctionnement, produit de la chaleur, ce qui fait que les températures sont légèrement supérieures par rapport à la campagne environnante (Gillig, 2008 ; Colombert, 2012).

Fonctionnement de l'écosystème urbain

Les particularités de l'écosystème urbain font qu'il y existe un fonctionnement particulier. Le cycle des éléments nutritifs et les réseaux trophiques sont moins complexes, avec des chaînes alimentaires réduites (exemple des rongeurs qui pullulent en ville car il n'y a pas de prédateurs). Le cycle de l'eau est modifié puisque l'artificialisation fait que l'infiltration est nulle et que toutes les eaux pluviales ruissellent et aboutissent dans les réseaux de canalisation. Même l'évaporation est moins importante. (Coutard et Levy, 2010). Les cycles des principaux gaz sont perturbés (le taux d'émission du CO₂ est élevé).la ville présente toutefois des zones de végétation. Cette végétation agit comme puits de carbone (elle absorbe le carbone) pour lutter contre l'effet de serre et contre le réchauffement climatique.

Conséquences des caractéristiques et du fonctionnement de l'écosystème urbain

Le stress urbain

Le stress est une conséquence des conditions du milieu urbain qui n'existent pas dans un écosystème naturel (Coutard et Levy, 2010). Les gens sont stressés à cause du bruit, de la promiscuité, de la circulation, des problèmes pour se déplacer, de la

pollution par les gaz d'échappement, de la densité de la population (la surpopulation peut engendrer un effet de masse) etc. Ces conditions influent sur le comportement des habitants et peuvent provoquer un stress. L'absence de végétation et la monotonie du paysage (béton) en milieu urbain peuvent influencer sur le psychisme et provoquer un stress chez les êtres humains et peut être sur les animaux aussi.

La pollution en milieu urbain

La pollution est l'aspect négatif de l'écosystème urbain. La pollution de l'air en milieu urbain est essentiellement due aux gaz d'échappement des moyens de transports (transport commun, etc.). Les rejets industriels, les déchets urbains ainsi que les eaux usées (si elles ne sont pas traitées) peuvent être à l'origine de la pollution des eaux et des sols. Autre phénomène conséquence de la vie citadine, c'est la pollution sonore et la pollution lumineuse. Tous ces types de pollutions peuvent être à l'origine de nuisances, que ce soit pour la population humaine que ce soit pour la flore (Bangui, 2011 ; Riviere, 1997). Les agglomérations urbaines continuent à s'étaler et à subir les effets des fortes contraintes d'origine anthropique sur la qualité de l'environnement (Musy, 2012).

Les déchets en milieu urbain : le mode de consommation des habitants fait qu'il y'a une énorme production de déchets (biodégradables et non biodégradables qui posent problèmes). Les déchets sont soit accumulés (car il n'y'a pas de décomposeurs) et aboutissent au niveau des décharges, soit ils sont détruits en consommant plus d'énergie et par conséquent peuvent causer plus de pollution. Ces conséquences (stress et pollutions) peuvent avoir un impact sur le comportement des individus et provoquer un stress chez les habitants. La mise en place d'espaces verts peut constituer une échappatoire pour lutter contre ces aspects négatifs, car ce sont des espaces localisés dans la ville où tous les inconvénients du milieu urbain sont absents (in Louail, 2014).

VI. Dendrologie

--La **dendrologie** (du grec dendron signifiant «arbre», et logos signifiant «science») est la science de reconnaissance (et classification) des arbres, et plus généralement la science des végétaux ligneux.

--C'est l'étude des arbres. Leur description, leur distribution géographique, leur écologie, leur pathologie, leurs intérêts...

Typologie des forêts urbaines

La forêt urbaine désignant une forêt ou des boisements poussant dans une aire urbaine. On parlera plutôt de forêt périurbaine quand elle cerne la ville ou sa banlieue. Elle a fait son apparition principalement au Canada et dans les villes abritant de vastes étendues boisées.

A l'échelle Européenne, la recherche sur la forêt urbaine s'organise actuellement autour de deux principaux pôles. Les programmes «**COST action**» pour «Coopération européenne dans le domaine de la Recherche Scientifique et Technique» sont un support 58 souvent utilisé pour mettre au point des projets de recherches pluridisciplinaires et comparatives. Ce cadre de coopération, auquel participent 32 pays dans le domaine de la recherche et développement, fonctionne sur un principe de volontariat. Plusieurs des actions récentes portent sur la thématique de la forêt urbaine ou de l'inclusion des surfaces boisées dans la sphère de l'urbain :

Initiation à la foresterie et dendrologie - Master 1 EU - Dr REBBAS Khellaf

- l'action E12 : «**Urban forests and trees**» qui s'intéresse aux objectifs, formes et fonctions des forêts et des arbres urbains, leur gestion et les critères de sélection des essences les mieux adaptées.
- l'action E30 : «**Economic integration of urban consumer's demand and rural forestry production**» traite de la prise en compte de l'aspect esthétique dans les forêts soumises aux demandes de citoyens.
- l'action E33 : «**Forest for Recreation and Nature Tourism (FORREC)**» dans lequel les auteurs pointent les atouts de la forêt dans le cadre du tourisme vert et des loisirs en milieu ouvert.
- l'action E39 : «**Forests, Trees and Human Health and Wellbeing**» qui s'attache aux vertus de la forêt sur la santé humaine.

Les forêts urbaines sont d'une grande variété, mais semblent pouvoir être catégorisées en quatre grands types.

- Certaines sont des vestiges préservés de la forêt naturelle. Ces boisements ont souvent été réaménagés.
- D'autres sont issus de boisements anciens présents avant l'accroissement urbain (et ensuite ouverts au public ou non).
- Elles peuvent également trouver leur origine dans des boisements replantés ou artificiellement créés, sur des friches par exemple, en tant que jardin urbain, comme mesure compensatoire, comme lieu d'aménités ou pour protéger la ressource en eau (protection de captage ou de zone d'alimentation de la nappe phréatique).
- Il peut s'agir de forêts périurbaines, comme relique de forêt ancienne qui couvre à peu près la moitié de la surface d'une région.

Techniques de quantification de la croissance des arbres

La dendrochronologie est une science qui repose sur la mesure des largeurs des cernes annuels de croissance et sur leur datation précise. A l'heure actuelle, sous le terme dendrochronologie sont regroupées toutes les disciplines qui utilisent directement ou indirectement l'information « date » contenue dans une série chronologique de cernes (Lebourgeois & Merian, 2012) (figure 1).

Domaine, Discipline : Applications

- Écologie, Dendroécologie : Historique des feux, dépérissement des forêts, dynamique et croissance...
- Climatologie, Dendroclimatologie : Périodes de froid et de sécheresse, reconstruction du climat passé, analyse du climat présent...
- Géologie, Dendrogéomorphologie : Éruptions volcaniques...
- Anthropologie, Dendroarchéologie : Datation des constructions anciennes, arbres fossiles, monuments historiques...

Le travail du dendrochronologie commence sur le terrain :

Le premier travail consiste à effectuer un prélèvement de bois. Il existe deux types de prélèvement : le débitage d'une rondelle (coupe transversale du tronc) et l'extraction d'une carotte au moyen d'un outil appelé tarière. Comme il ne peut être envisagé d'abattre tous les arbres dont on souhaite connaître l'âge, on procède à un carottage. Il est nécessaire de prendre le temps sur le terrain de choisir les échantillons favorables à la datation dendrochronologique. **Plus il y a de cernes, plus la datation sera précise.** Il faut parfois multiplier le nombre d'échantillons pour assurer la fiabilité

des résultats, en particulier lorsqu'il s'agit de bois altéré par l'homme (charpentes notamment) ou par le temps.

Lorsqu'il s'agit d'une **rondelle**, le prélèvement est effectué dans la partie basse du tronc pour avoir toutes les années de croissance. Lorsque l'on procède par **carottage** (Le prélèvement des carottes s'effectue à l'aide d'une tarière de Pressler), l'arbre est carotté jusqu'au cœur, généralement à hauteur d'homme (environ 1m30) pour faciliter le prélèvement et essayer de bien atteindre le cœur de l'arbre (figure 1).

Cubage des bois abattus (Grumes)

Cubage par la formule de HUBER : cette formule empirique se base sur l'hypothèse que la tige peut être assimilée à un cylindre dont la base et la hauteur correspondent respectivement à la section médiane et à la longueur de ce tronc. Le volume est :

$$V = \pi \cdot d_m^2 \cdot L / 4 \text{ ou } V = C_m^2 \cdot L / 4 \cdot \pi$$

(dm = diamètre médian de la grume, Cm = circonférence médiane de la grume, L = longueur de la grume).

Cubage par la formule de SMALIAN : La formule de SMALIAN part de l'hypothèse que l'arbre à cuber s'assimile à un tronc de parabolôïde.

$$V = \pi \cdot L \cdot (d_o^2 + d_s^2) / 8 \text{ ou } V = L \cdot (C_o^2 + C_s^2) / 8 \cdot \pi$$

Où L, d_o et d_s représentent respectivement la longueur de la grume, le diamètre à la section de base, et le diamètre à la section terminale (sommet).

Cubage par la formule du tronc de cône : La formule du tronc de cône part de l'hypothèse que l'arbre à cuber peut être assimilé à un tronc de cône.

$$V = \pi \cdot L \cdot (d_o^2 + d_o \cdot d_s + d_s^2) / 12 \text{ ou } V = L \cdot (C_o^2 + C_o \cdot C_s + C_s^2) / 12 \cdot \pi$$

Cubage par la formule de NEWTON : Cette formule est valable pour toutes les formes géométriques vues. Elles ne donne lieu à aucun biais (sous-estimation ou surestimation systématique du volume).

$$V = \pi \cdot L \cdot (d_o^2 + 4d_m^2 + d_s^2) / 24 \text{ ou } V = L \cdot (C_o^2 + 4C_m^2 + C_s^2) / 24 \cdot \pi$$

ESTIMER L'ÂGE D'UN ARBRE

La tarière de Pressler :

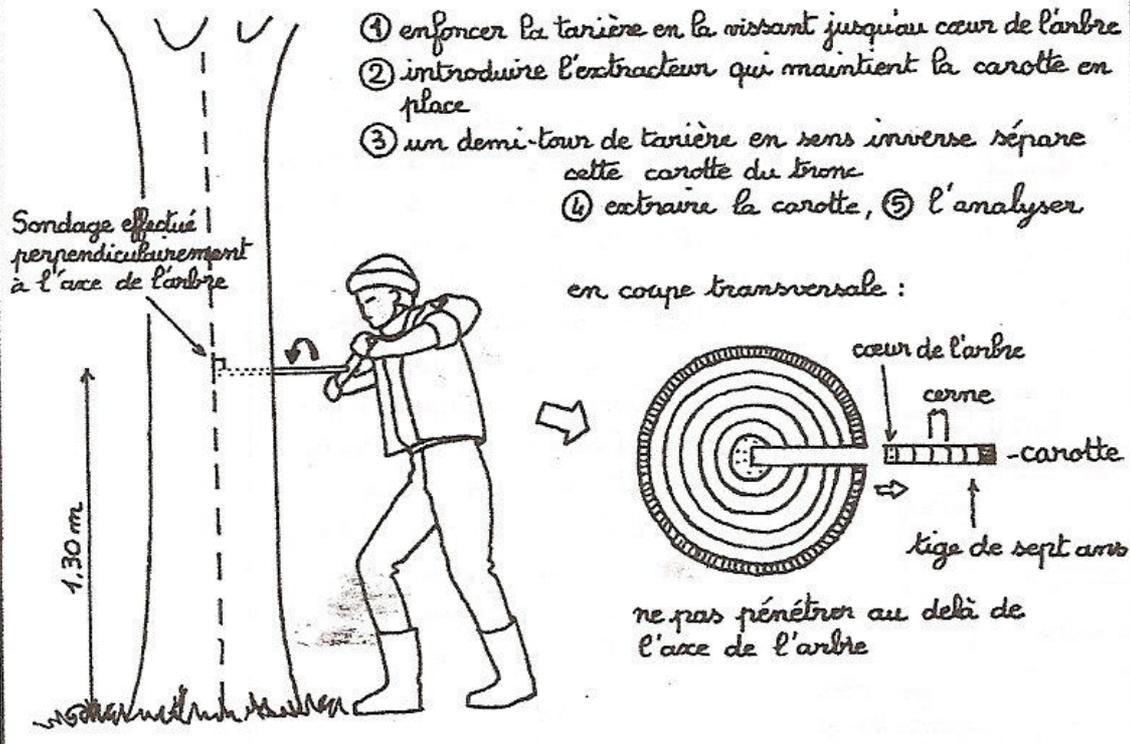
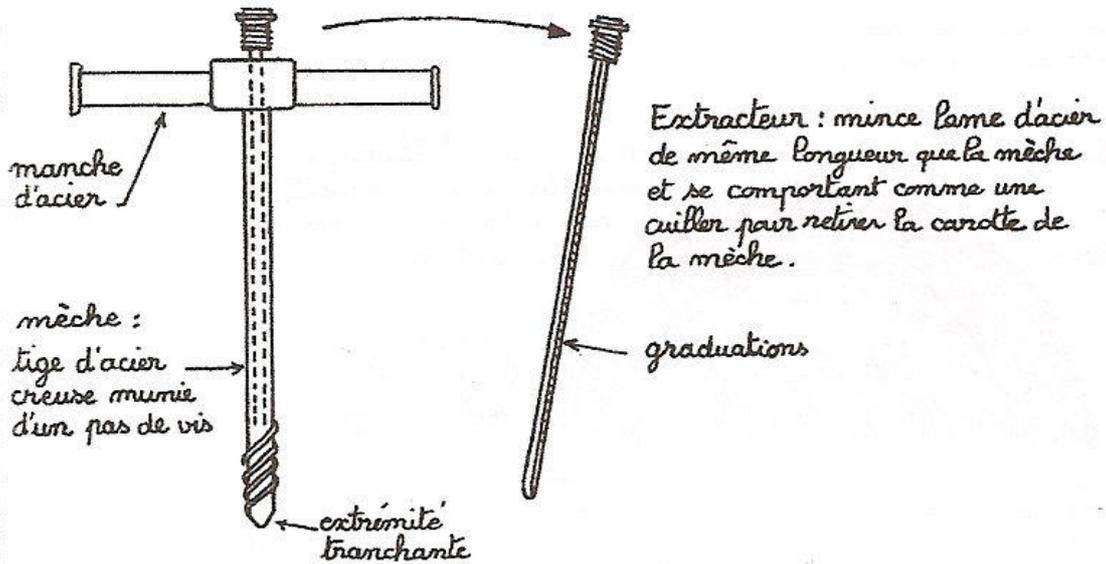


Figure 1. Schéma représentant une tarière et sa manipulation (<http://dendrochronologie-tpe.e-monsite.com/>)

ANNEXE 1

Présentation de l'architecture adulte du système racinaire de
9 espèces d'arbres

Annexe I : Présentation de l'architecture adulte du système racinaire de 9 espèces d'arbres (4 résineux et 5 feuillus). Drénou, 2006

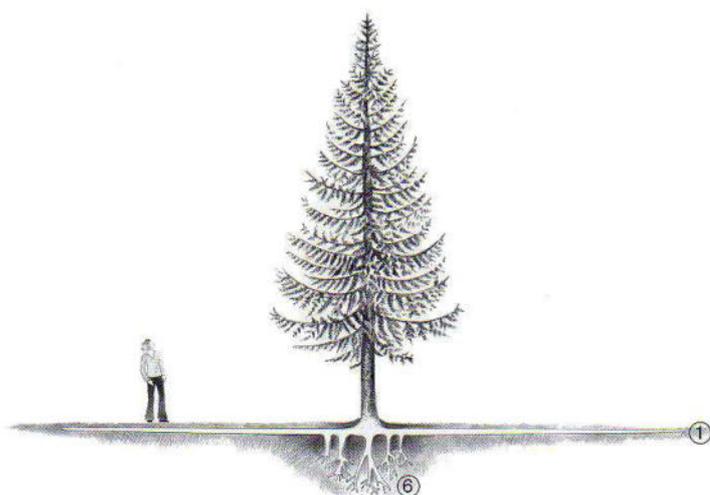
Légende des différents types de racinaire :

Réseau de racines traçantes :

- (1) Racines superficielles, horizontales et linéaires (souvent plus longues que l'arbre n'est haut).
- (2) Deuxième couronne* de racines horizontales à extension limitée.
- (3) Production tardive de racines à la base du tronc.
- (4) Racines superficielles, horizontales, abondamment fourchues et aux nombreuses soudures.
- (5) Racines superficielles, horizontales et fourchues près du tronc.

Réseau de racines pivotantes :

- (6) Ensemble de pivots verticaux.
- (7) Ensemble de pivots verticaux et obliques.
- (8) Ensemble de pivots obliques.



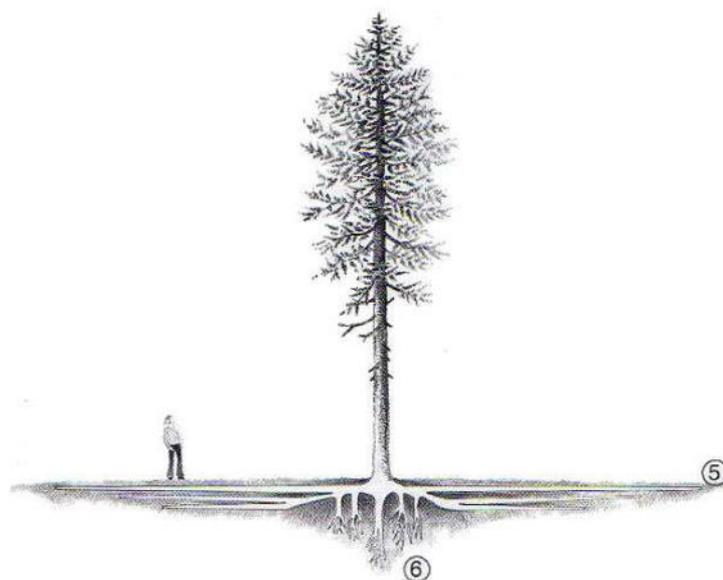
Epicéa commun (*Picea abies* L.)

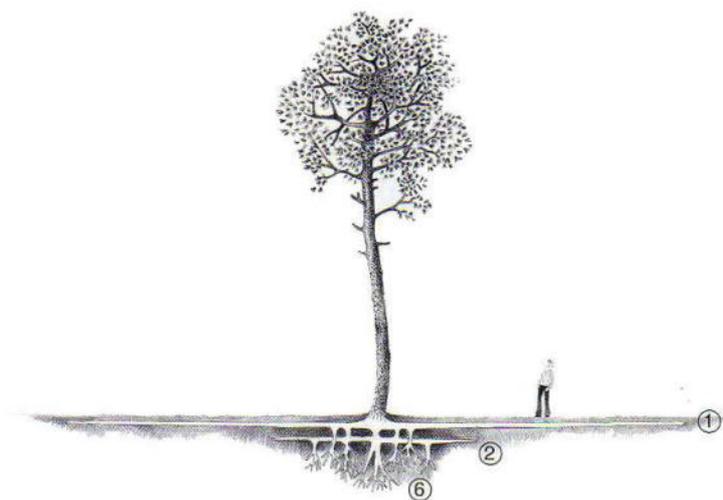
3 à 5 charpentières linéaires et superficielles se développent à la base du pivot central. De nombreuses répétitions sont caractérisées par le développement de pivots secondaires verticaux sous les charpentières, qui se prolongent par d'autres pivots, atteignant des profondeurs de 0,35 à 1,30m selon les sols.

Sapin pectiné (*Abies alba* Mill.)

Un puissant pivot central donne naissance à 4 ou 5 contreforts (puissantes charpentières) caractérisés par une première division à environ 1m du tronc et une seconde à 2m développant ainsi de multiples charpentières linéaires rayonnant autour du collet.

Dans ce cercle de 2m naissent des pivots secondaires verticaux sous les charpentières, qui se subdivisent à 0,8m de profondeur et peuvent descendre jusqu'à 2,5m.



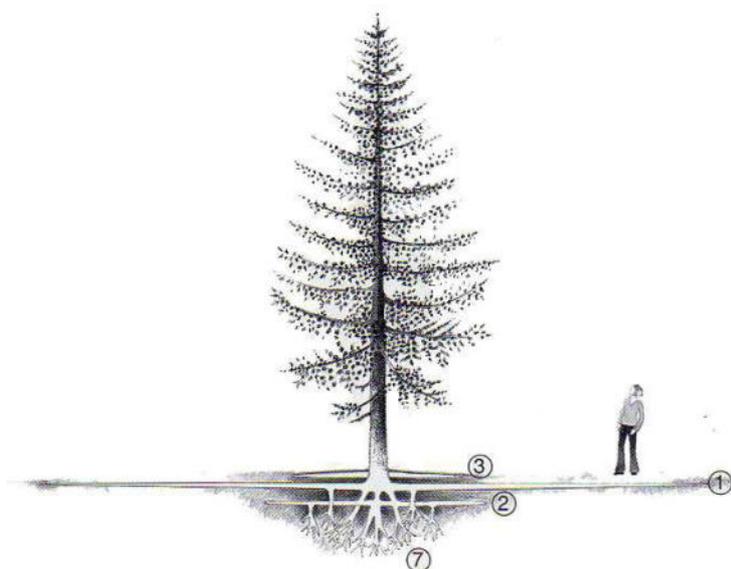


Pin maritime (*Pinus pinaster* Ait.)

Un jeune pivot central vigoureux émet 5 à 12 charpentières horizontales et linéaires. Plus tard un second étage de charpentières aussi linéaires peut naître sur le pivot central. Des pivots secondaires verticaux apparaissent progressivement et de façon centrifuge sur les différentes charpentières, pouvant descendre jusqu'à 3m de profondeur.

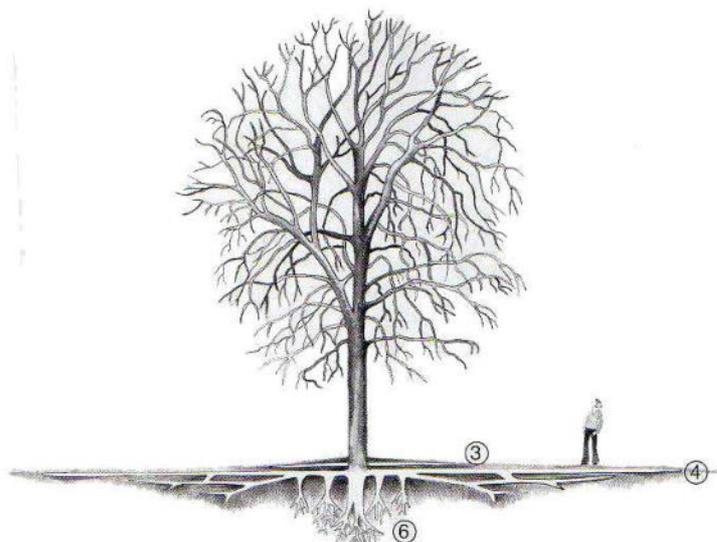
Douglas vert (*Pseudotsuga menziesii* Mirb.)

Le jeune pivot vertical se subdivise rapidement tout en donnant naissance à 5 charpentières horizontales et généralement linéaires. 2 à 3 pivots obliques prennent aussi naissance près du collet. Une seconde vague de charpentières horizontales apparaît plus bas sur le pivot principal, dont l'ampleur est limitée. Des nombreux pivots secondaires verticaux naissent sur les charpentières et se subdivisent à leur tour. Avec l'âge, de nouvelles charpentières prennent naissance au collet pour s'intercaler entre les anciennes.



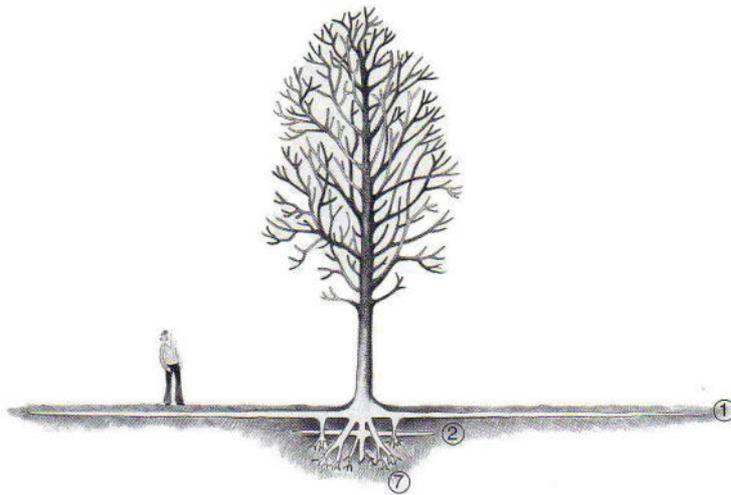
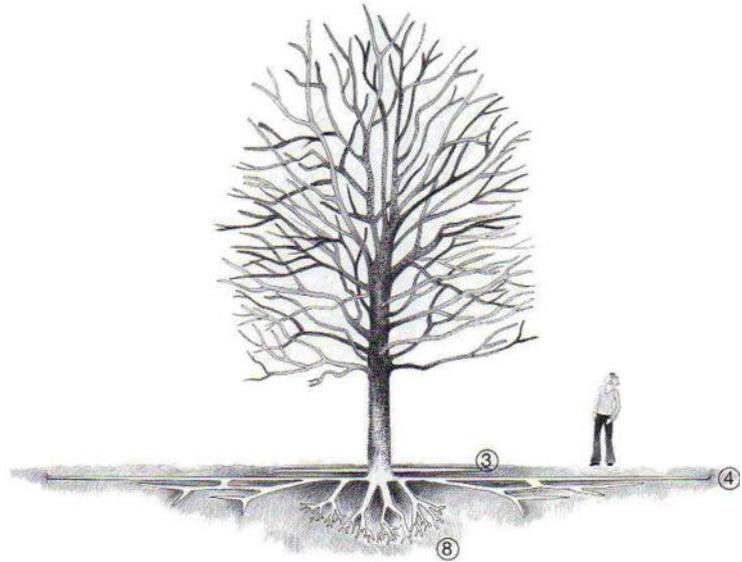
Platane hybride (*Platanus x hybrida* Brot.)

Le puissant pivot central atteignant couramment 1,5m, laisse apparaître des charpentières horizontales qui se divisent à plusieurs reprises et émettent à leur tour des pivots verticaux. De nouvelles charpentières apparaissent régulièrement à partir du collet, formant ainsi un véritable socle racinaire.



Hêtre (*Fagus sylvatica* L.)

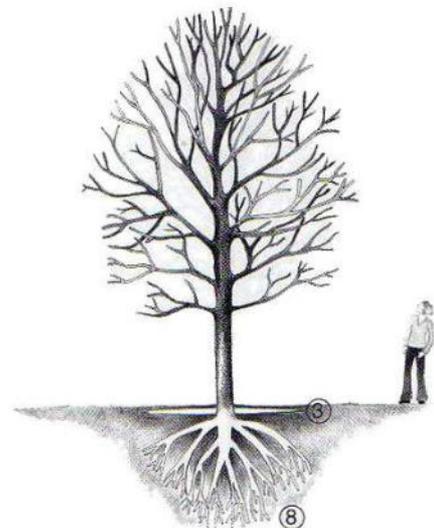
Le jeune pivot central est rapidement supplanté par de multiples pivots obliques et charpentières horizontales très ramifiés. Le système racinaire fasciculé ne cesse de se ramifier et d'émettre de nouvelles racines partant du collet, caractérisant un enchevêtrement puissant de racines, aussi bien en surface qu'en profondeur. Il n'y a pas de pivots verticaux.

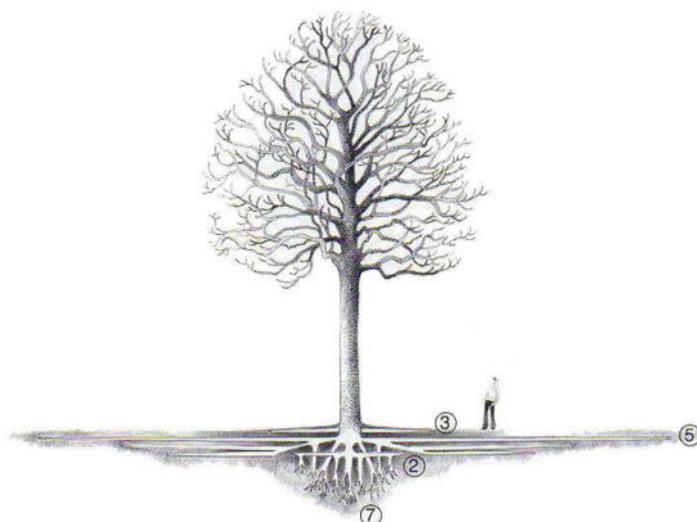
**Peuplier américain Raspalje (*Populus trichocarpa* x *P. deltoides* cv. 'Raspalje')**

A partir du plançon enfoncé sur 1m, de nombreuses racines fines se développent horizontalement sur 0,60m de profondeur. Des racines obliques naissent ensuite du plançon, de même que des pivots verticaux à partir des racines horizontales. En murissant, l'arbre présente 1 ou 2 étages de charpentières horizontales et linéaires, des pivots verticaux et de puissants pivots obliques.

Aulne blanc (*Alnus incana* Moench.)

Le pivot primaire vertical se ramifie en de nombreux pivots obliques de même force qui se ramifient et enveloppent progressivement les racines centrales. De nouvelles racines naissent régulièrement du collet et plongent dans le sol. L'arbre présente ainsi très peu de racines horizontales.





Chêne pédonculé (*Quercus robur L.*)

A partir de la base du pivot primaire, 7 contreforts horizontaux constituent une première ossature de surface. Chacun d'eux se subdivise à 0,5m du tronc pour étendre une quinzaine de charpentières pouvant coloniser le sol à plus de 20m. Un second étage d'une quinzaine de charpentières prend naissance au-dessous du premier, mais ne s'étend pas au-delà de 3m du tronc. Le pivot primaire donne alors naissance

à des pivots obliques, tandis que les diverses charpentières laissent apparaître des pivots verticaux qui se ramifient autour de 0,9 à 1,50m de profondeur. Avec l'âge, l'arbre peut produire de nouvelles charpentières depuis le collet.

ANNEXE 2

Textes législatifs

1. Textes législatifs

1.1. La loi n°07-06 du 13 mai 2007 relative à la gestion, à la protection et au développement des espaces verts

Les espaces verts en Algérie sont réglementés par **la loi n°07-06 du 13 mai 2007 relative à la gestion, à la protection et au développement des espaces verts**. Cette loi a pour objectif d'améliorer le cadre de vie urbain. Elle prône l'introduction des espaces verts dans tout projet de construction, une obligation prise en charge par les études urbanistiques et architecturales publiques et privés. Depuis sa promulgation (2007), cette loi n'est jusqu'aujourd'hui pas appliquée à Sétif. Dans son article numéro 04 ladite loi définit les espaces verts comme suit : "les espaces verts constituent les zones ou portion de zones urbaines non construites et recouvertes totalement ou partiellement de végétation, situées à l'intérieur de zones urbaines, ou devant être urbanisées." Cette définition n'apporte rien de nouveau par rapport aux définitions des autres pays tel que la France. Dans le même article les espaces verts sont classés en différentes catégories (tableau 1).

Le classement ne tient pas compte des zones agricoles urbaines ni des forêts périurbaines qui forment d'autres catégories des espaces verts. Le classement des espaces verts est un instrument de gestion de ces derniers (article n°05). L'étude de classement doit comprendre un inventaire floristique exhaustif de l'espace vert concerné (article n°09) (tableau 2 et 3), mais l'inventaire faunistique est négligé malgré l'importance du rôle de la faune dans le maintien de l'équilibre des espaces verts. Le classement des espaces verts est prononcé par différentes autorités (article n°11). La gestion des espaces verts relève de l'autorité ayant procédé au classement de l'espace vert concerné (article n°24) (in Louail, 2014).

Tableau 1. Classement des espaces verts

Classe de l'espace vert	Le classement des espaces verts est prononcé par :
Les parcs urbains et périurbains	Arrêté du wali sauf pour les parcs d'envergure nationale pour lesquels le classement est prononcé par arrêté conjoint des ministres de l'intérieur, de l'environnement et de l'agriculture . Arrêté du wali sauf pour les parcs d'envergure nationale pour lesquels le classement est prononcé par arrêté conjoint des ministres de l'intérieur, de l'environnement et de l'agriculture .
Les jardins publics	Arrêté du président de l'Assemblée Populaire Communale (APC) , et par arrêté du wali pour les jardins situés dans la ville chef-lieu de wilaya
Les jardins spécialisés (jardin botanique, jardin ornemental)	L'autorité ayant créé le jardin
Les jardins collectifs et/ ou résidentiels	Le président de l'APC , sur la base des études architecturales de l'ensemble d'habitation
Les jardins particuliers	Le permis de construire constitue leur acte de classement
Les forêts urbaines	Arrêté du ministre chargé des forêts
Les alignements boisés des zones non encore urbanisées	Arrêté du ministre chargé des forêts

Les alignements urbains	Arrêté du président de l'APC
Source : Texte de La loi n°07-06 du 13 mai 2007 relative à la gestion, à la protection et au développement des espaces verts	

1.2. Le décret exécutif n°09-67 du 7 février 2009 relatif à la nomenclature des arbres urbains et des arbres d'alignement

Tableau 2. La liste des arbres d'alignement retenus en Algérie

NOM VERNACULAIRE	NOM SCIENTIFIQUE	ORIGINE
Aulne glutineux	<i>Alnus glutinosa</i>	Autochtone
Catalpa	<i>Catalpa bignonioides</i>	Etats-Unis
Caroubier	<i>Ceratonia siliqua</i>	Autochtone
Cyprès toujours vert	<i>Cupressus sempervirens</i>	La Méditerranée
Cyprès de l'Arizona	<i>Cupressus arizonica</i>	Sud-ouest de l'Amérique du Nord
Cyprès d'Italie	<i>Cupressus italica</i>	Nord
Eucalyptus	<i>Eucalyptus ficifolia</i>	La Méditerranée
Frêne élevé	<i>Fraxinus excelsior</i>	Australie
Févier d'Amérique	<i>Gleditsia triacanthos</i>	Europe
Grévillier	<i>Grevillea robusta</i>	Amérique du Nord
Magnolia à grandes fleurs	<i>Magnolia grandiflora</i>	Australie
Melia	<i>Melia azedarach</i>	Etats-Unis
Mûrier blanc	<i>Morus alba</i>	Asie tempérée
Platane d'occident	<i>Platanus occidentalis</i>	La Chine
Peuplier blanc	<i>Populus alba</i>	Amérique du Nord
Peuplier noir	<i>Populus nigra</i>	Autochtone
Pin pignon ou parasol	<i>Pinus pinea</i>	Autochtone
Robinier faux-acacia	<i>Robinia pseudo-acacia</i>	Sud de l'Europe
Saule blanc	<i>Salix alba</i>	Etats-Unis
Jacaranda à feuilles de Mimosa	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Autochtone
Tamaris de France	<i>Tamarix gallica</i>	Amérique du Sud
Cyprès chauve	<i>Taxodium distichum</i>	Autochtone
Tipa	<i>Tipa tipuana</i>	Etats-Unis
Palmier phénix	<i>Phoenix canariensis</i>	Amérique du Sud
Palmier washingtonia	<i>Washingtonia filifera</i>	Iles Canaries
Palmier cocotier	<i>Cocos nucifera</i>	Etats-Unis et Mexique
Micocoulier	<i>Celtis australis</i>	Sud-est Asiatique
		Autochtone

La liste des plantes d'alignement est très courte. Elle n'est pas riche. Elle est limitée à (27) arbres dont plus de vingt sont introduites et six (06) autochtones *Alnus glutinosa*, *Grevillea robusta*, *Populus alba*, *Populus nigra* et *Salix alba* sont des arbres qui préfèrent les sols humides et poussent généralement le long des cours d'eau. Ils sont très sensibles à la sécheresse et ne s'adaptent pas à toutes les villes Algériennes. C'est pourquoi il serait plus fiable d'adapter des listes spécifiques pour chaque ville (Louail, 2014).

La liste des arbustes est limitée à douze (12) dont onze espèces (11) introduites et une (01) autochtone.

Tableau 3. La liste des arbustes d'alignement retenus en Algérie.

NOM VERNACULAIRE	NOM SCIENTIFIQUE	ORIGINE
Acacia de Constantinople	<i>Albizia julibrissin</i>	Asie du Sud et de l'Est
Dragonnier	<i>Dracaena draco</i>	Iles Canaries
Sophora du Japon	<i>Sophora japonica</i>	La Chine
Baniane de Malaisie	<i>Ficus retusa</i>	Inde et Malaisie
Cytise faux ébénier	<i>Laburnum anagyroides</i>	Autochtone
Lilas des Indes	<i>Lagerstroemia indica</i>	La Chine
Laurier rose	<i>Nerium oleander</i>	La méditerranée
Prunier	<i>Prunus pissardii</i>	Asie
Arbre de Judée	<i>Cercis siliquastrum</i>	Europe et Asie
Faux-poivrier	<i>Schinus molle</i>	Amérique du Sud
Troène du Japon	<i>Ligustrum japonica</i>	Japon
Olivier de Bohême	<i>Elaeagnus angustifolia</i>	Europe et Asie