

Livret technique
**PAYSAGE et
VÉGÉTALISATION**



Préambule

Le livret s'adresse à toutes les personnes intervenant sur l'espace public, aussi bien aux aménageurs, maîtres d'ouvrages, maîtres d'œuvres, paysagistes, techniciens des communes et de Rennes Métropole ... Ce livret présente des incitations, des conseils pour conduire la partie paysage et végétalisation des aménagements des espaces publics et vient en complément, sur le territoire de la Ville de Rennes, à la Charte de l'Arbre signée en 2022.

La compétence espaces verts (EV) n'est pas une compétence métropolitaine, cependant l'espace vert est une composante des projets urbains et les imbrications entre tous les domaines qui traitent de l'aménagement des espaces publics doit être abordé dans son ensemble.

C'est pourquoi dans ce livret seuls sont traités les espaces verts accompagnant des aménagements de compétences métropolitaines de type : voirie, pistes cyclables, places..., mais sont exclus les aménagements de parcs et jardins, aires de jeux, cimetières ... Cette particularité nécessite que les services techniques doivent donc être particulièrement associés aux réflexions de l'aménagement, car le coût des travaux et d'entretien de ces espaces verts seront à la charge des communes.

Les grands objectifs de prise en compte du Paysage dans les aménagements sont notamment fixés dans le Plan Local d'Urbanisme Intercommunal¹. En effet, ce document d'urbanisme donne des orientations sur la végétalisation attendue du territoire métropolitain :

- diffuser la nature en ville à l'horizon 2030/2035 avec une végétalisation des rues favorisée,
- créer des espaces verts à moins de 5 min à pied du domicile,
- se préparer aux effets du changement climatique pour réguler les variations de chaleur, améliorer le cadre de vie et la qualité de l'air (créer des espaces de respiration, présence de nature et de l'eau en ville), aménager des espaces publics qui favorisent des zones d'ombrage ou de rafraîchissement,
- mettre en place un coefficient de végétalisation pour le bâti,
- penser de nouvelles conceptions des espaces publics pour :
 - o prendre en compte les couloirs et refuges de biodiversité,
 - o remettre en état des continuités écologiques le long des cours d'eau,
 - o créer du lien social en invitant les habitants à s'y impliquer,
 - o créer des lieux de promenade, de détente, de pratiques sportives et de loisirs,
 - o mettre en relation les EV, équipements de loisirs reliant les quartiers de la ville pour accéder aux grands espaces naturels : la nature prendra sa place en ville, sur les places et les parcours reliant les différents lieux d'animation.

Les grands objectifs de prise en compte du Paysage dans les aménagements et les principes de végétalisation sur le domaine public sont :

- intégrer dans chaque aménagement un principe de végétalisation, en recherchant une couverture de canopée maximale,
- concevoir ces nouveaux paysages de manière cohérente avec le lieu,
- concevoir des aménagements paysagers sobres, adaptés au changement climatique et permettant des coûts d'entretien maîtrisés (simplicité de conception/végétaux adaptés)
- penser des espaces verts multifonctions (amélioration du cadre de vie, réduction de l'îlot de chaleur, partage des usages...),
- lier végétalisation et gestion des eaux pluviales, qu'elles soient issues des surfaces publiques ou des toitures privées (voir [Livret Technique Pluvial et ville perméable](#)),
- combiner des techniques de végétalisation variées adaptées selon les contextes.

¹ Certains de ces objectifs sont traduits en règles opposables aux tiers applicables lors de l'instruction des Permis de Construire par exemple (coefficient de végétalisation).

Table des matières

1. Végétaliser : Pourquoi ? Pour qui ? Comment ?	5
1.1 Les bienfaits du végétal.....	5
1.2 Quels sont les besoins d'un végétal en bonne santé ?	8
1.3 Importance de la trame brune.....	9
2. Conception spécifique au paysage urbain.....	11
2.1 Un diagnostic approfondi permettant de fixer les intangibles du projet.....	11
2.2 Points de vigilances réglementaires à prendre en compte dès la conception.....	13
2.3 Des aménagements paysagers qui veilleront à.....	15
2.4 Des idées de végétalisation	22
2.5 Précautions études et travaux quant à la végétation existante sur le site	25
3. Végétaliser : sous certaines conditions	28
3.1 Qualité des végétaux	28
3.2 Choix des végétaux	28
3.3 Trame brune.....	34
3.4 Santé du sol.....	40
3.5 Apport en eau.....	42
3.6 Protection des sols.....	45
3.7 Pied d'arbre.....	46
3.8 Pied de façade	48
3.9 Planter les noues	49
3.10 Protéger les espaces nouvellement plantés	49
4. La co-construction avec les gestionnaires	51
4.1 Études	51
4.2 Réception	52
ANNEXES.....	53

REMERCIEMENTS À TOUS LES CONTRIBUTEURS QUI ONT PARTICIPÉ À L'ÉLABORATION DU LIVRET

*Commune de Bruz,
Commune de Chevaigné,
Commune de Cesson-Sévigné,
Commune de Chantepie,
Commune de Corps-Nuds,
Commune de La Chapelle-des-Fougeretz,
Commune de Laillé,
Commune de Pacé,
Commune de Parthenay-de-Bretagne,
Commune de Saint Jacques-de-la-Lande,
Commune de Saint-Grégoire*

Services de Rennes Métropole :
*Direction de l'Espace Public et des Infrastructures,
Direction des Jardins et de la Biodiversité,
Direction de la Voirie,
Direction de l'Assainissement,
Direction Aménagement Urbain et Habitat.*

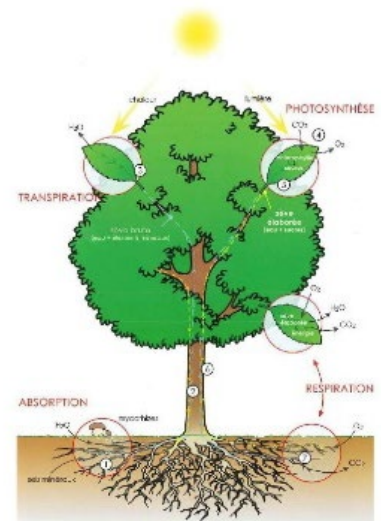
1. Végétaliser : Pourquoi ? Pour qui ? Comment ?

1.1 Les bienfaits du végétal

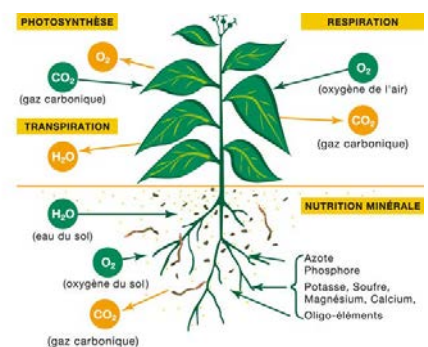
La végétalisation des centres urbains est un des moyens de lutte contre le changement climatique, agissant comme des climatiseurs naturels. En effet, une augmentation globale des températures de + 2 à + 4° est estimée à l'horizon 2100. Rien qu'en plantant 10 % de végétation supplémentaire, les îlots de chaleur seraient réduits de 0,6° en moyenne².

Plusieurs actions sur le climat seront réalisées par un végétal en bonne santé :

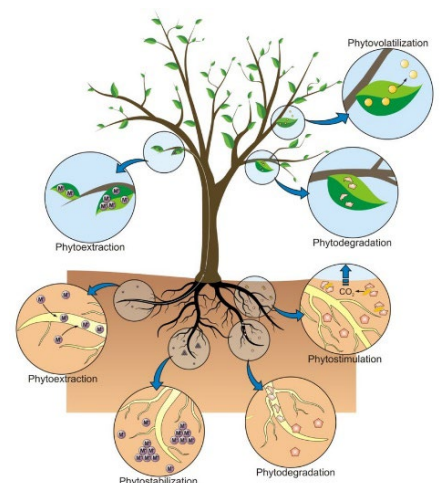
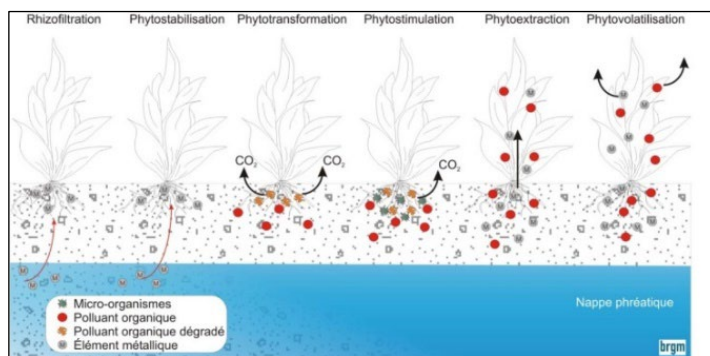
- **création d'une ombre**, permettant d'intercepter les rayonnements solaires, d'avoir de la fraîcheur en journée et de limiter l'évaporation de l'eau du sol,
- **maintien d'une fraîcheur du sol** par le pouvoir de succion de ses racines (qui maintient la nappe phréatique plus proche des premières couches du sol : un arbre adulte peut consommer jusqu'à 450 L/jour),
- **rafraîchissement de l'air** par la transpiration et le rejet de l'eau par ses feuilles et le chevelu racinaire de surface, permettant de limiter le phénomène d'îlot de chaleur urbain, en particulier la nuit,
- **captation du CO₂ en journée et libération d'oxygène** par la photosynthèse (photosynthèse réalisée par les cyanobactéries comprises dans la chlorophylle). Le CO₂ capté est ensuite stocké dans sa biomasse vivante et morte (branches, troncs et racines),
- **faible captation d'oxygène et rejet de CO₂** par ses feuilles et ses racines en continu jour et nuit (respiration). Les échanges gazeux s'opèrent au pied des végétaux, il est important d'en tenir compte dans les conceptions des aménagements,
- **participation à la dépollution** en absorbant des polluants (ozone, dioxyde de soufre) et en piégeant les particules fines par les feuilles, tiges et troncs qui sont



Source : Gillig, *L'Arbre en Milieu Urbain*



Source : <https://fertilisation-edu.fr/nutrition-des-plantes.html>



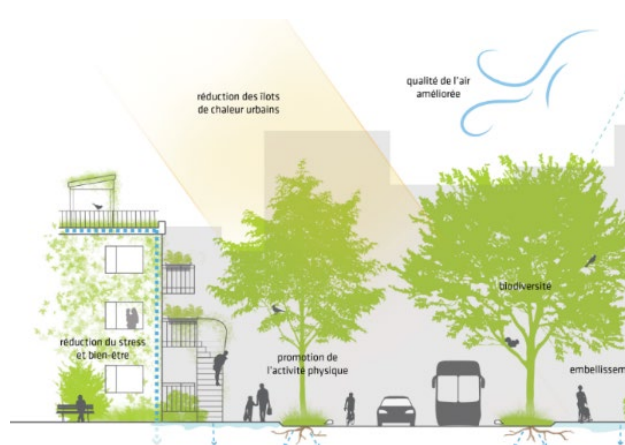
Source ci-dessus : *Landscape Frameworks for the Revitalization of Urban Neighborhoods in the Context of Phytoremediation*, de Franck Slegers, 2015

² Steeneveld, G.J., Koopmans, S., Heusinkveld, B.G., van Hove, L.W.A., & Holtslag, A.A.M. (2011).

ensuite nettoyées aux premières pluies. La dépollution s'opère aussi par les champignons mycorhiziens liés au système racinaire et par les micro-organismes du sol. En effet, dans un bon sol les racines ont une capacité à stocker, dépolluer ou neutraliser certains polluants,

- **permet d'étendre la biodiversité en ville** (de la trame verte comme de la trame brune) selon certaines conditions (mise en réseau, palette végétale variée, strates végétales ...),

Selon le type de végétal les bénéfices estimés sur la ville sont plus ou moins importants. Les actions sur la biodiversité peuvent notamment se créer si les massifs plantés regroupent plusieurs strates de végétation, permettant à chaque espèce animale de trouver abri, nourriture et couloir de déplacement.



Source : Vivre en Ville

Ce type de plantation en plusieurs strates et sur un linéaire permet aussi de créer un "effet lisière", limitant l'effet venturi parfois créé dans des îlots de constructions, assurant le maintien d'un effet d'hygrométrie et de stockage de carbone.

Ces services que peut rendre le végétal ne s'opèrent que lorsque les plantes sont en bonne santé.

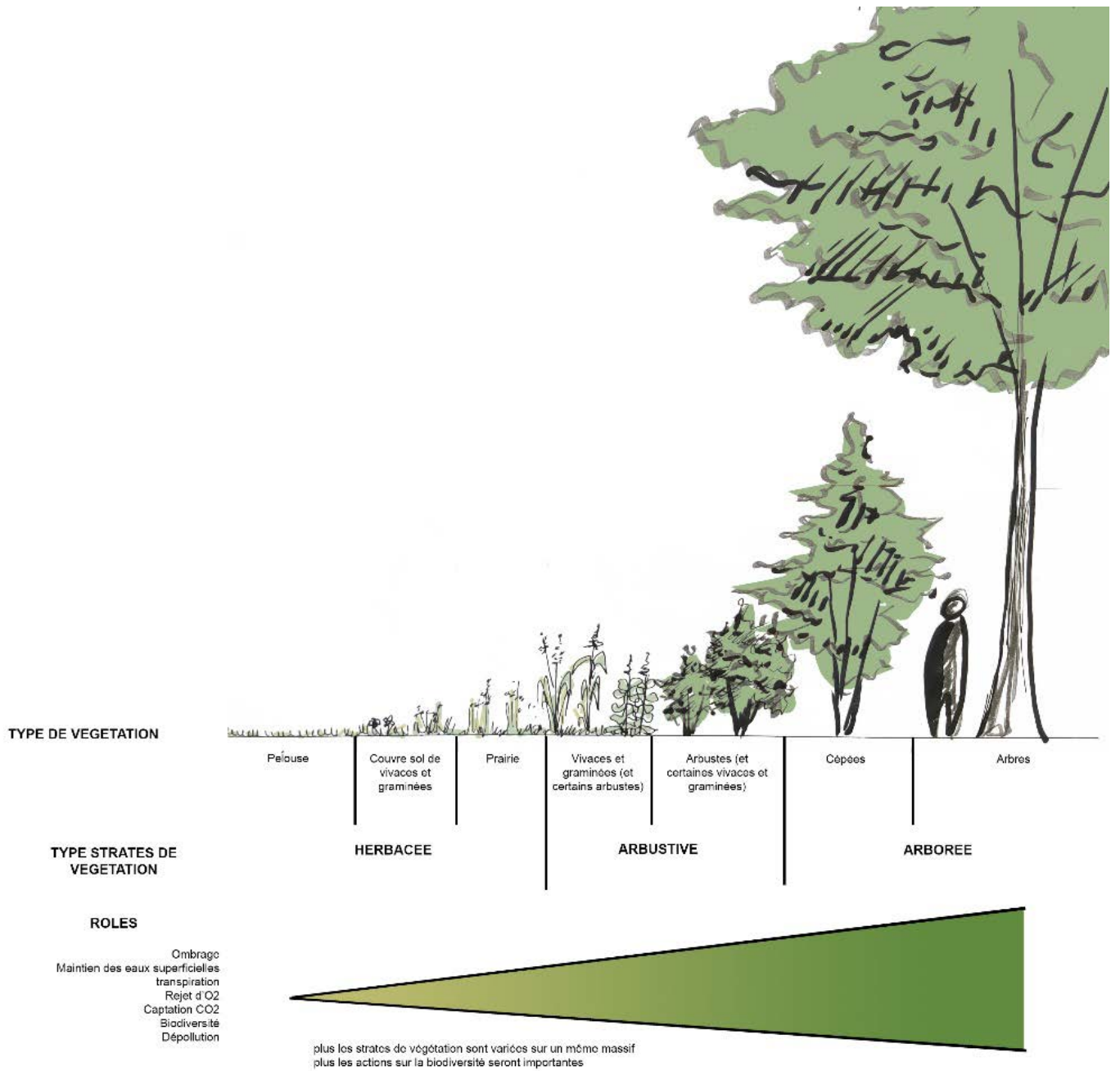
La santé du végétal s'obtient lorsqu'il prend sa place naturellement dans l'espace (en surface et souterrain), mais aussi lorsque l'écosystème sol est en bonne santé, aidant le végétal à lutter contre les agents pathogènes.

Le végétal a d'autres vertus, offrant un cadre de vie de meilleure qualité, procurant un bien-être et ayant des actions sur la santé (accélération de la guérison, réduction de l'agressivité, augmentation du bien être...).

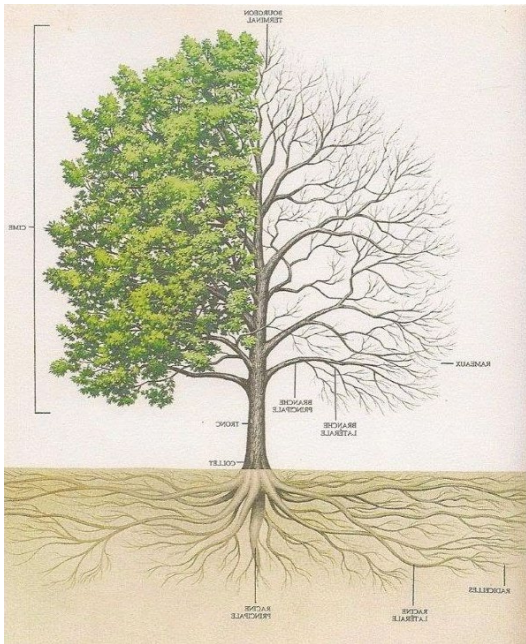
L'École de la Haute Santé Publique a étudié les actions d'un Urbanisme Favorable à la Santé et établi des déterminants économiques, sociaux et environnementaux permettant d'agir sur les problématiques de santé telles que l'obésité, l'asthme, les inégalités de santé, les troubles de la santé mentale (stress, dépression...), l'exposition aux agents délétères (substances nocives, bruit) et identifié que les enjeux contemporains de santé publique sont étroitement conditionnés par la qualité de l'environnement urbain.

L'espace public urbain est potentiellement un promoteur de santé s'il permet de faire bénéficier à son usager des conditions de bien-être. Par l'intermédiaire du végétal l'espace public peut rassembler et conduire à du lien social.

À contrario le végétal peut aussi incommoder l'humain (risque allergène, toxicité...) et un regard attentif doit être posé sur leur répartition sur les territoires.



1.2 Quels sont les besoins d'un végétal en bonne santé ?



Source : <http://www.aurores.fr/Cours-de-Jardinage/taille-arbres-fruitiers/l-arbre-un-etonnant-mecanisme>

Pour comprendre les points de vigilance à avoir en phase conception et en phase travaux pour aménager - avec et pour - le végétal, il est important de bien comprendre son fonctionnement et ses besoins.

Un végétal en bonne santé a besoin de son système aérien et de son système souterrain complet pour capter : eau, lumière, matière organique nécessaires à son développement.

Mieux connaître le végétal permet ensuite de mieux mesurer l'impact de certaines de nos décisions.

Le système racinaire du végétal s'étend très largement dans le sol et chaque racine a une fonction particulière :

- ✓ les racines principales jouent un rôle d'ancrage, consolidé par un renflement à la base nommé collet,
- ✓ les racines latérales et principales assurent la stabilité et permettent le transport des éléments nutritifs jusqu'au tronc,
- ✓ les radicelles permettent d'absorber l'eau et les minéraux nécessaires à la production des matières nutritives.

On comprend alors que les 30 à 50 premiers centimètres de sol incluent les racines qui sont les racines vivantes nourrissant le végétal.

Le fonctionnement des racines et de la vie qu'elle attire (mycorhizes³, champignons, nématodes...) est nommé rhizosphère. Cette symbiose⁴ permet au végétal d'être en bonne santé en apportant eau et éléments minéraux.

Une fois le système racinaire détaillé il est compréhensible qu'un arbre puisse difficilement se "déposer" comme on le ferait pour un mobilier urbain. Toute intervention à proximité, coupant cette symbiose, ce réseau mycélien aura une action sur son avenir, sa pérennité et sa santé.

Toute intervention sur les parties aériennes et souterraines de l'arbre engendre des plaies qui sont des portes d'entrée aux agents pathogènes pouvant, si elles sont mal conduites, mener à la mort du sujet. Des distances à respecter entre les zones de travaux et les arbres existants peuvent être imposées dans les marchés de travaux (cf. [Annexe 1 : Mesures de protection en cas d'intervention à proximité des arbres en milieu contraint](#)).

Un arbre non taillé, en port libre sera moins sujet aux maladies, il est donc important de s'attacher à regarder la taille des végétaux adultes lors des phases de conception.

³ Mycorhize : La mycorhize est le résultat d'une symbiose entre un champignon et une plante.

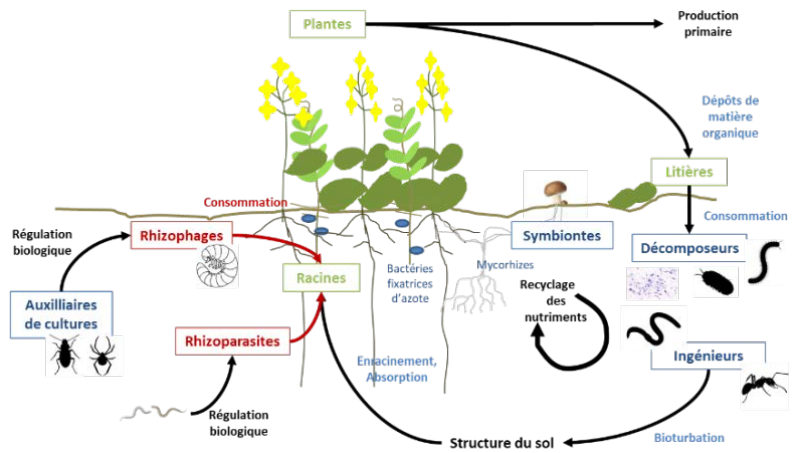
⁴ Symbiose : C'est un type de relation entre organismes à "bénéfice mutuel", c'est-à-dire que les deux organismes tirent profit de l'association.

1.3 Importance de la trame brune

La trame brune à l'instar de la trame verte et de la trame bleue représente la connectivité des sols (connexion souterraine et de surface (besoin de matière organique et d'oxygène)).

L'écosystème sol n'est pas un simple support physique pour la végétation ou l'aménagement de l'espace public, ses rôles peuvent être très variés :

- ✓ **biodiversité** : très discrètes, les espèces vivant dans le sol ou au sein de l'humus sont très nombreuses. Ce sont plusieurs milliers d'espèces animales, et plusieurs dizaines à centaines de milliers d'espèces bactériennes et de champignons, qui cohabitent. Ces espèces se trouvent sur une épaisseur très faible (parfois moins d'un mètre). La diversité de ces organismes assure la dégradation complète des débris végétaux (paille, feuilles, branches, compost...) et des cadavres animaux pour les transformer en nutriments nécessaires et disponibles pour les plantes,



Source : <https://planet-vie-ens.fr>

- ✓ **cycle de l'eau** : infiltration de l'eau de pluie, circulation souterraine, disponibilité en eau pour les plantes... Un sol en bonne santé nous préserve des risques liés à l'excès d'eau, ou à son manque pour les plantes. La porosité assurée par les micro-organismes est bien meilleure qu'une aération mécanique, elle permet l'infiltration, la percolation et les remontées capillaires selon les saisons,
- ✓ **absorption et stockage du CO₂ atmosphérique** : via l'enfouissement de matière organique et sa transformation par les micro-organismes, le sol est en grande capacité de stockage du CO₂. Mais cette incorporation nécessite un sol aéré pour que les micro-organismes puissent agir jusque dans les couches profondes du sol pour piéger durablement le carbone. Si la matière organique est enfouie dans un sol mal aéré il y a production d'un humus archaïque larguant du méthane avec un effet néfaste sur le réchauffement climatique,
- ✓ **lutte contre les pollutions** : les sols filtrent les eaux de ruissellement, retenant partiellement les polluants. Certains organismes du sol et certaines plantes sont capables de dégrader des polluants en éléments inoffensifs ou moins toxiques. Une matière organique issue de bois avec tanins (Bois Raméal Fragmenté (BRF) de Chêne, hêtre et châtaignier) permet de neutraliser certains polluants les rendant inoffensifs.
- ✓ **état sanitaire des végétaux et nourriture pour le végétal** : les interactions entre les organismes du sol et les végétaux sont innombrables. On peut citer les symbioses entre des champignons et les arbres (indispensables pour l'alimentation de ces derniers en nutriments), les effets répulsifs de certains organismes face à des parasites ou des pathogènes, le travail du sol effectué par les vers de terre (qui facilite l'enracinement des plantes), etc.

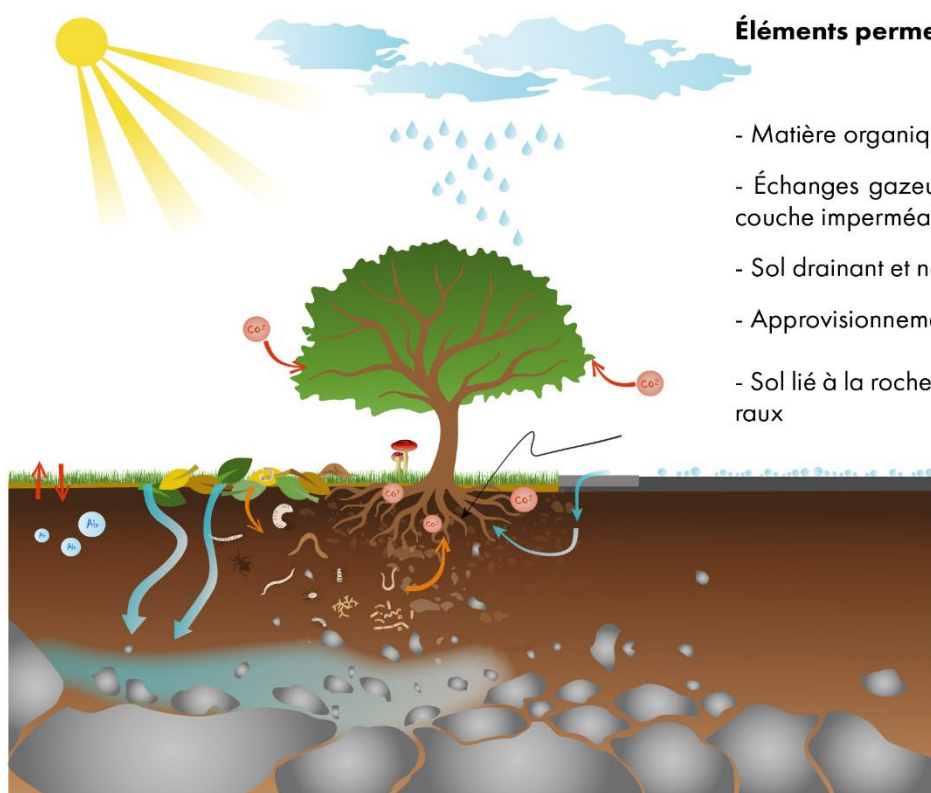
Les espèces présentes dans le sol ont aussi des besoins de déplacements pour accomplir leur cycle de vie et jouer leurs rôles. **À ce titre il est important de remettre en connexion les sols entre eux, de ne pas déconnecter les végétaux de la trame brune**, car plus les sols seront isolés, déconnectés, plus les espèces du sol seront vulnérables (perte de diversité génétique, risque de disparition locale...).

Si la trame brune est connectée, les végétaux partageant ce volume de sol commun pourront compenser les carences des uns et des autres et contribuer au bon développement de chacun. Il est donc crucial de réfléchir au lien de la trame brune du sol, aussi continu que possible au sein des villes.

Compte tenu des rôles joués par les sols naturels (notamment la captation de carbone, les actions sur le cycle de l'eau), il est important dans la conception des aménagements d'augmenter les surfaces de pleine terre, de chercher à réutiliser la terre en place dans les aménagements, quitte à améliorer ses qualités par des apports et cesser de considérer le sol et ces déblais comme des déchets.



Source : Forestopic (crédit de l'illustration : Jupiter Films)



Éléments permettant un sol fonctionnel:

- Matière organique : 5% minimum
- Échanges gazeux entre l'air et le sol (pas de couche imperméable)
- Sol drainant et non asphyxiant, non compacté
- Approvisionnement en eau
- Sol lié à la roche mère pour l'amenée de minéraux

2. Conception spécifique au paysage⁵ urbain

2.1 Un diagnostic approfondi permettant de fixer les intangibles du projet

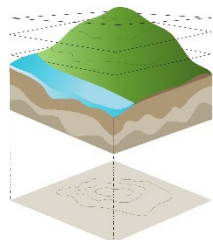
Le soin porté à l'analyse du contexte et au projet qui en découle doit se faire pour chaque type d'aménagement d'espace public, y compris des projets d'aménagement de parkings, des aménagements de Zones d'activités économiques...

- Analyser la géographie et le grand paysage :



- ✓ analyser le grand paysage (coteau, plateau créant des vues et des liens visuels) et du micro-paysage (type de végétation, plantes en présence...),
- ✓ repérer les éléments de paysage remarquable, identitaires (arbre seul, alignements marqueurs...),
- ✓ étudier la géographie par une analyse spatiale des différents composants physiques de l'espace (morphologie urbaine, densité de l'habitat, réseaux structurants...), de l'espace vécu par ses habitants et de leurs interactions,
- ✓ inventorier les espaces mal perçus (zones d'activité, infrastructures viaires...),
 - ➔ fixer les intangibles paysagers du projet qui permettent de mettre en valeur certains éléments, donner à voir, ouvrir des perspectives, axer des points de vue, ou au contraire planter, intégrer visuellement, marquer des entrées ou changements spatiaux...

- Analyser la trame bleue et penser à la topographie générale dès les premières étapes du projet :



- ✓ analyser la trame bleue et la topographie générale (chemins creux, talwegs, réseau hydrographique, bassin versant), mais aussi regarder la topographie plus détaillée (sens d'écoulement de l'eau, systèmes de captation des eaux de pluie, fonctionnement des gouttières...),
 - ➔ fixer les intangibles des principes de fonctionnement des écoulements du projet qui permettront d'assurer une continuité de la trame bleue, de gérer les eaux pluviales à ciel ouvert. Penser le végétal pour retenir les eaux, lutter contre l'érosion, prévenir les transferts de polluants vers le milieu naturel. L'étude de la topographie et du micro-paysage donne les principales orientations du projet pour rester au plus près de l'écoulement naturel. Cette disposition donne la possibilité d'une réutilisation des eaux de pluie qui pourra se faire au bénéfice des végétaux (jardins de pluie, noues ...), permettant par le végétal et le sol de les dépolluer. Cette approche offre des points de fraîcheurs dans les projets et d'améliorer la qualité des eaux rejetées dans l'espace naturel. (Voir [Livret Technique Pluvial et ville perméable](#)). Dans le cas de la présence d'un cours d'eau dans le périmètre d'analyse (fond de vallée), l'aménagement devra veiller à favoriser le fonctionnement naturel du cours d'eau, en matière de continuité écologique notamment ou à minima ne pas obérer les possibilités futures de restauration de celui-ci. Il est fortement conseillé de recourir à une expertise spécifique pour ce type de milieux.

⁵ Définition du Larousse : Paysage : Étendue spatiale, naturelle ou transformée par l'homme, qui présente une certaine identité visuelle ou fonctionnelle : Paysage forestier, urbain, industriel.

- Analyser la trame verte :



- ✓ analyser la sensibilité environnementale de la zone du projet et de ses alentours : MNIE, réservoirs/corridors, Zones Humides, ZNIEFF type 1 ou 2, Natura 2000, etc.
- ✓ consulter le PLUI, repérer les réseaux de haies, notamment protégées et identifier les continuités écologiques locales liées à l'eau et à la végétation,
- ✓ étudier les projets de renforcement de la trame verte dans le grand paysage mais aussi dans les centres urbains (plantations de haies bocagères multi-strates, d'alignement d'arbres avec pieds végétalisés, création de pieds de façades plantés, de noues, de bandes végétalisées, de prairies...). Ce maillage pouvant trouver ses ramifications jusqu'au cœur des villes,
- ✓ compiler des données biodiversité existantes (consulter l'atlas de la biodiversité, le portail de données géographique de Rennes Métropole...) et réaliser des inventaires faune/flore/habitat si nécessaire par des experts (naturalistes),
- ✓ analyser le végétal présent sur le site, d'une façon générale il faut veiller à préserver le végétal existant en aillant une bonne connaissance de leur état sanitaire, de leur potentiel de développement et des équilibres afférant à la trame verte :
 - ➔ fixer les intangibles du projet en termes de continuités de trames, pour que l'aménagement de l'espace public puisse conforter, relier les couloirs de biodiversité ou les amplifier, révéler les fonds de vallée par des essences adaptées par exemple. Garder en tête que les vieux arbres existants sur le site permettent de réensemencer le milieu naturel en micro-organismes, favorisant la réinstallation plus rapide d'un sol en bonne santé.

- Analyser l'histoire des lieux :



- ✓ repérer le patrimoine existant : industriel, ferroviaire, bâtiment, petit patrimoine local...
- ✓ identifier les éléments patrimoniaux identitaires (bâtiment singulier, de qualité...), servant de points de repère et assurant une lisibilité de l'espace (clocher, lavoir, puits...),
 - ➔ cette analyse permet de donner des intangibles historiques au projet, pour que l'aménagement révèle l'héritage du passé, le mette en valeur. La composition du projet peut s'appuyer sur cet élément pour donner une identité au projet et pourquoi ne pas s'en servir pour développer des lieux de sociabilité. De même, les parcours peuvent être agrémentés de panneaux pédagogiques pour révéler des éléments d'histoire, signaler des espèces végétales rares, remarquables.

- Analyser le climat :



- ➔ quels sont les espaces ensoleillés/les îlots de fraîcheur existants en analysant la course du soleil, les ombres portées des bâtiments, du végétal existant, des matériaux présents ... recueillir des données sur l'intensité de l'îlot de chaleur urbain, notamment la nuit.
- ➔ Le climat est aussi une composante pouvant orienter l'aménagement, en amplifiant les îlots de fraîcheur, en permettant de remédier aux îlots de chaleur par de nouvelles plantations d'arbres, en modifiant les matériaux utilisés vers des matériaux avec un albédo élevé, en limitant les effets venturi desséchant...

- Analyser le sol et la trame brune :



- ✓ consulter les concessionnaires de réseaux pour connaître leurs projets de renouvellement, de travaux,
- ✓ effectuer un test de perméabilité du sol s'il est envisagé d'infiltrer les eaux pluviales (Voir Livret Technique Pluvial et ville perméable),
- ✓ analyser la santé du sol en place sur le secteur du projet et ses caractéristiques physiques, physico-chimiques.
- ✓
 - ➔ Adapter les plantations à la disponibilité en sous-sol : profiter des projets de renouvellement de réseaux pour libérer de la place en sous-sol, regrouper les réseaux pour pouvoir planter.
 - ➔ Adapter les plantations à la qualité du sol en place ou améliorer la santé du sol par un plan d'amendement selon les volontés de plantation envisagées dans le projet (arbres, arbustes, vivaces et graminées, pelouse, comestibles).

2.2 Points de vigilances réglementaires à prendre en compte dès la conception

La présente partie recense les procédures réglementaires les plus courantes relatives au patrimoine arboré. L'analyse écologique à mener selon les modalités décrites précédemment peut conduire à identifier d'autres éléments de patrimoine naturel (zones humides) nécessitant d'autres types de procédures (autorisation environnementale, évaluation environnementale, déclaration loi sur l'eau...). En cas de doute de procédure, il est important de se faire accompagner d'expert dans le domaine : écologue, environnementaliste, naturaliste, juriste...

- **Application de la séquence Éviter-Réduire-Compenser**

L'article [L110-1 du code de l'environnement](#) stipule un principe d'action préventive et de correction, par priorité à la source, des atteintes à l'environnement. Ce principe s'applique à tout type de projet. Il implique d'éviter les atteintes à la biodiversité et aux services qu'elle fournit ; à défaut, d'en réduire la portée ; enfin, en dernier lieu, de compenser les atteintes qui n'ont pu être évitées ni réduites, en tenant compte des espèces, des habitats naturels et des fonctions écologiques affectées. Cette séquence ERC est à décliner pour tous les projets, quel que soit leur nature, leur échelle ou la biodiversité impactée.

L'article stipule également que ce principe doit viser un objectif d'absence de perte nette de biodiversité, voire tendre vers un gain de biodiversité. C'est pourquoi tout projet ne doit pas uniquement veiller à être sans impact pour l'environnement mais également chercher à améliorer la situation existante.

Le présent livret fixe des règles plus précises pour la mise en œuvre de la séquence ERC dans les parties suivantes.

- **Protection du patrimoine faunistique et floristique**

L'article [L411-1 du code de l'environnement](#) prévoit un système de protection stricte des espèces de faune et de flore sauvages dont les listes sont fixées par [arrêté ministériel](#).

Il est notamment interdit de les détruire, capturer, transporter, perturber intentionnellement ou de les commercialiser. Ces interdictions peuvent concerner également les habitats des espèces protégées pour lesquels la réglementation peut prévoir des interdictions de destruction, de dégradation et d'altération.

Les interdictions prévues à l'article [L411-1 du code de l'environnement](#) doivent être respectées dans la conduite du projet faisant l'objet de la demande d'autorisation environnementale. Ce projet doit être conçu et mené à bien sans porter atteinte aux espèces de faune et de flore sauvages protégées.

Une dérogation à ces interdictions est obligatoire lorsqu'un projet impacte des spécimens d'espèces protégées, ou des habitats nécessaires au bon accomplissement du cycle biologique de ces espèces. Cette dérogation doit respecter les conditions prévues à l'article [L411-2 du code de l'environnement](#).

La demande de dérogation n'est recevable que si les trois conditions suivantes sont remplies :

- Il n'existe pas d'autre solution satisfaisante, pouvant être évaluée par une tierce expertise menée, à la demande de l'autorité compétente, par un organisme extérieur choisi en accord avec elle, aux frais du pétitionnaire
- La dérogation ne nuit pas au maintien, dans un état de conservation favorable, des populations des espèces concernées dans leur aire de répartition naturelle ;
- Le projet s'inscrit dans un des cinq objectifs listés à l'article [L411-2 du code de l'environnement](#), parmi lesquels la protection de la faune et de la flore sauvages et la conservation des habitats naturels, la prévention des dommages importants aux cultures, à l'élevage, aux forêts, aux pêcheries, aux eaux et à d'autres formes de propriété, ou un intérêt pour la santé et la sécurité

publique ou d'autres raisons impératives d'intérêt public majeur, y compris de nature sociale ou économique.

Les textes réglementaires, procédures, formulaires et attendus d'un dossier de demande de dérogation sont détaillés sur le [site internet de la DREAL Bretagne](#). Les dossiers de demande sont à déposer à la DDTM d'Ille-et-Vilaine/Service Eau et Biodiversité.

À cette fin, une analyse des enjeux environnementaux est à réaliser et la séquence Éviter – Réduire - Compenser (ERC) est à appliquer pour tout projet d'aménagement.

- **Périodes d'inventaire et de sensibilité des espèces**

Quelques repères pour les périodes d'inventaires et les périodes de sensibilité des espèces sont proposés sur le site de la préfecture via le lien suivant :

<https://www.ille-et-vilaine.gouv.fr/Actions-de-l-Etat/Environnement-Risques-naturels-et-technologiques/Biodiversite-chasse-peche-faune-et-flore/Especies-protectees/Reglementation-especies-protectees>.

- **Périodes d'intervention sur le patrimoine arboré (abattage, entretien)**

Les arbres jouent un rôle essentiel en tant qu'habitat ou couloirs de déplacement pour de nombreuses espèces végétales et animales, dont de nombreuses sont protégées au titre de l'article [L. 411-1 du code de l'environnement](#). Outre les oiseaux (protégés pour la plupart), les vieux arbres peuvent héberger des chauves-souris, des rapaces nocturnes ou des insectes protégés. La destruction, l'altération ou la dégradation des sites de reproduction et des aires de repos de ces espèces sont donc interdites.

La séquence « éviter, réduire, compenser » (ERC) s'applique de manière proportionnée aux enjeux à tout projet pouvant avoir un impact environnemental. Un inventaire faunistique est souvent nécessaire avant intervention.

Spécifiquement pour l'avifaune, le principe d'évitement temporel des impacts implique d'éviter d'intervenir sur des arbres durant la période de nidification qui s'étend du 15 mars au 31 août. Ce principe peut être considéré comme suffisant vis-à-vis de la réglementation espèces protégées pour **l'avifaune uniquement**. En cas de doute, une dérogation aux mesures de protection des espèces est possible en prenant contact avec le service Eau et Biodiversité de la DDTM.

- **Abattage des arbres d'alignements (le long de voies de circulations et allées d'arbres)**

Au titre de l'article [L350-3 du code de l'environnement](#), *les allées d'arbres et alignements d'arbres qui bordent les voies ouvertes à la circulation (même uniquement piétonne) publique constituent un patrimoine culturel et une source d'aménités, en plus de leur rôle pour la préservation de la biodiversité et, à ce titre, font l'objet d'une protection spécifique. Ils sont protégés, appelant ainsi une conservation, à savoir leur maintien et leur renouvellement, et une mise en valeur spécifiques.*

Cet article précise **qu'il est interdit** " d'abattre ou de porter atteinte à un arbre ou de compromettre la conservation ou de modifier radicalement l'aspect d'un ou de plusieurs arbres d'une allée ou d'un alignement d'arbres".

Toutefois, lorsqu'il est démontré que :

- "l'état sanitaire ou mécanique du ou des arbres présente un danger pour la sécurité des personnes ou des biens"
- "ou qu'il représente un risque sanitaire pour les autres arbres"
- "ou que l'esthétique de la composition ne peut plus être assurée"

"Et que la préservation de la biodiversité peut être obtenue par d'autres mesures", il est possible de déroger à cette protection subordonnée au dépôt d'une [déclaration préalable](#) auprès du représentant de l'État dans le département (DDTM 35)

Lorsque l'atteinte est "nécessaire pour les besoins de projets de travaux, d'ouvrages ou d'aménagements", il est nécessaire de déposer une demande d'autorisation.

Le détail des pièces nécessaires pour élaborer ces demandes est détaillé dans le [décret d'application n° 2023-384 du 19 mai 2023](#).

"La demande d'autorisation ou la déclaration comprend l'exposé des mesures d'évitement envisagées, le cas échéant, et des mesures de compensation des atteintes portées aux allées et aux alignements d'arbres que le pétitionnaire ou le déclarant s'engage à mettre en œuvre. Elle est assortie d'une étude phytosanitaire dès lors que l'atteinte à l'alignement d'arbres est envisagée en raison d'un risque sanitaire ou d'éléments attestant du danger pour la sécurité des personnes ou des biens. Le représentant de l'État dans le département apprécie le caractère suffisant des mesures de compensation et, le cas échéant, l'étendue de l'atteinte aux biens.

En cas de danger imminent pour la sécurité des personnes, la déclaration préalable n'est pas requise. Le représentant de l'État dans le département est informé sans délai des motifs justifiant le danger imminent et les mesures de compensation des atteintes portées aux allées et alignements d'arbres lui sont soumises pour approbation. Il peut assortir son approbation de prescriptions destinées à garantir l'effectivité des mesures de compensation.

La compensation mentionnée aux cinquième et sixième alinéas doit, le cas échéant, se faire prioritairement à proximité des alignements concernés et dans un délai raisonnable."

En cas de non-respect de ces dispositions (absence de dépôt de déclaration préalable, de demande d'autorisation ; non-respect des prescriptions données par le préfet, absence de mise en œuvre des mesures de compensation, etc.), le pétitionnaire encourt d'une "amende prévue pour les contraventions de 5^e classe".

- **Protections du patrimoine végétal**

Certains arbres, linéaires boisés, bosquets, boisements sont protégés au PLUI. Il est important de vérifier dans les documents graphiques que ceux-ci ne font pas l'objet de mesures de protection au titre des Espaces Boisés Classés (EBC) ou en termes d'élément d'intérêt paysager ou écologique (EIPE) au titre de l'article L. 151-23 du code de l'urbanisme.

- **Sécurité incendie**

Veiller à la réalisation du schéma de secours incendie dans l'implantation des arbres et plantations.

2.3 Des aménagements paysagers qui veilleront à

L'eau et le végétal étant très liés, se référer également au [Livret Technique Pluvial et ville perméable](#).

- **Mettre en œuvre la séquence ERC "Éviter Réduire Compenser" pour tout aménagement impactant un espace végétalisé**

Les sites d'étude sont susceptibles de comporter des espaces végétalisés : espaces de nature, enherbés, prairies, haies, arbres⁶ en pleine terre, qu'ils soient formés en cépée⁷ ou en tige. Ces espaces, potentiellement riches en biodiversité assure la trame verte et bleue en milieu urbanisée. La démarche du projet d'aménagement d'espace public devra s'attacher à respecter la séquence ERC "Éviter Réduire Compenser", ce qui conduit à donner la priorité à l'évitement des atteintes à ces

⁶ Arbre : sont considérés comme arbres les plantes vivaces terrestres avec un tronc en bois ligneux. Un arbre se définit par sa hauteur, généralement admise au-dessus de 7 mètres. L'arbuste mesure moins de 7 mètres.

⁷ Cépée : Un arbre conduit en cépée présente plusieurs troncs au départ de sa souche.

espaces. Dans le cas où ils ne peuvent être totalement évités, il convient d'en réduire la portée. La compensation ne doit avoir lieu qu'en dernier recours lorsqu'il a été démontré que toutes les solutions d'évitement et de réduction des atteintes ont été mises en œuvre. Lorsque c'est possible, il est souhaité d'aller plus loin que la compensation exigée.

La Métropole s'est fixée un objectif de gain de biodiversité sur son territoire ce qui implique de faire "mieux que compenser" en préservant les milieux naturels s'ils sont existants puis en utilisant toutes les opportunités de renaturation⁸ et/ou restauration⁹ des milieux naturels.

Dans le cas d'une atteinte à ces espaces végétalisés (dégradation de leurs fonctions écologiques, suppression), des compensations, adaptées à chaque commune, devront être réalisées. Les mesures compensatoires devront être cartographiées et référencées dans la couche "Mesures compensatoires écologiques" de Rennes Métropole.

Les règles de végétalisation et de préservation du patrimoine arboré végétal (arbres, EIPE, EBC) contenues dans le PLUI pourront inspirer et inciter les projets d'espaces publics afin d'assurer une prise en compte optimale du patrimoine végétal existant.

Un tableau avant/après aménagement sur ces deux aspects doit être complété et fourni par le maître d'œuvre pour permettre d'analyser le projet sur l'angle du bilan de végétalisation. (Annexe 10 : Fiche indicateur écologique / Bilan lutte changement climatique et biodiversité)

- **Respecter les règles spécifiques suivantes concernant la compensation du patrimoine arboré**

Sur le territoire de la ville de Rennes, un diagnostic des arbres dont le tronc présente un diamètre supérieur à 15cm * devra être réalisé (en amont des études de conception) de manière à vérifier l'intérêt avéré du sujet.

Cet intérêt végétal porte sur les critères alternatifs suivants : dimensions (taille), esthétisme (forme libre, taillée), caractère remarquable (variété courante), état sanitaire (observable à l'œil nu), rôle environnemental ¹⁰(gîte à biodiversité, plante allergène), intérêt paysager (situation, implantation), et les éventuelles dispositions réglementaires auxquelles l'arbre est soumis.

Si l'intérêt végétal est avéré selon au moins un des critères précédents, l'arbre (cépée ou tige) devra être compensé en raison de : 1 arbre (cépée ou tige) abattu => 3 arbres plantés (dont 1 arbre de même grandeur et forme (tige ou cépée) à taille adulte, les 2 autres sujets pouvant être d'une grandeur équivalente ou inférieure et en forme libre, tige ou en cépée).

La compensation devra être réalisée de préférence sur le périmètre de l'opération et en cas d'impossibilité, dans un périmètre proche à définir avec le service gestionnaire.

* mesure prise à hauteur de 1m et correspondant à une circonférence d'environ 47 cm.

⁸ Renaturation : action qui désigne une large gamme d'actions d'aménagement destinées à réduire le degré d'anthropisation d'un espace. Il s'agit d'apporter davantage de « nature » à un espace perçu comme trop artificiel. La renaturation peut consister à revégétaliser, à remettre en eau, à désimperméabiliser les sols, dans un processus contraire à l'artificialisation, pour aboutir à une situation nouvelle.

⁹ La restauration est une action intentionnelle qui initie ou accélère l'auto-réparation d'un écosystème qui a été dégradé, endommagé ou détruit, en respectant sa santé, son intégrité et sa gestion durable.

¹⁰ Rôle environnemental : Un arbre mort ou sénéscent peut être considéré comme sans intérêt de par le critère de l'état sanitaire mais se révéler être un habitat pour certaines espèces comme les insectes saproxylophages (y compris protégées).

Un tableau avant/après aménagement sur cet aspect doit être complété et fourni par le maître d'œuvre pour permettre d'analyser le projet sur l'angle du bilan du nombre d'arbres et stockage carbone. ([Annexe 10 : Fiche indicateur écologique / Bilan lutte changement climatique et biodiversité](#))

- **Tendre vers un objectif de 30% de canopée**

Le projet doit chercher à augmenter au maximum la canopée¹¹ sur le périmètre de l'opération et à tendre vers un recouvrement du périmètre du projet de 30% estimée à + 20 ans.

À ce titre, il demandé de calculer sur chaque opération le Bilan canopée, dont la méthode de calcul est expliquée en annexe.

Un tableau avant/après aménagement sur cet aspect doit être complété et fourni par le maître d'œuvre pour permettre d'analyser le projet sur l'angle du bilan canopée. ([Annexe 10 : Fiche indicateur écologique / Bilan lutte changement climatique et biodiversité](#))

- **Réaliser 30% de la surface de l'opération en matériaux perméables et/ou en surfaces végétales**

Le projet doit chercher à améliorer l'infiltration des eaux pluviales dès la première goutte d'eau tombée. Des objectifs d'infiltration des eaux pluviales sont à atteindre dans le cadre des aménagements d'espaces publics, avec un objectif de 30% de la surface de l'opération devant présenter des matériaux perméables et/ des surfaces végétalisées.

À ce titre, il demandé de calculer sur chaque opération le Bilan infiltration / pluvial.

Un tableau avant/après aménagement sur cet aspect doit être complété et fourni par le maître d'œuvre pour permettre d'analyser le projet sur l'angle du bilan infiltration / pluvial. ([Annexe 10 : Fiche indicateur écologique / Bilan infiltration / pluvial et Livret technique Pluvial et Ville perméable](#))

- **Aménager des espaces de fraîcheur**

Le végétal pourra offrir plus de fraîcheur s'il est suffisamment nombreux et équitablement réparti sur le projet et si des arbres sont associés à une végétation basse. Les îlots de fraîcheur ainsi créés devront être à distance respectable de chaque habitation et être d'une surface au sol correcte pour agir sur le climat.

Lorsque l'espace le permet, le concept des micro forêts urbaines (Miyawaki) ainsi que celui des forêts nourricières sont des espaces qui, de par l'abondance végétale vont largement contribuer à faire baisser les températures en ville. Ces lieux sont des espaces fédérateurs qui contribuent largement à la création de lien social. La conception de ce type d'espace est très valorisante pour la population. En ce qui concerne la forêt nourricière, ce type de projet va permettre de (re)découvrir une palette végétale diversifiée, pouvant avoir des fonctions très variées (nourriture, tisanes, épices, fibres, plantes tinctoriales, plantes médicinales...). Ces concepts étant récents, leur conception, mise en œuvre ainsi que l'animation pour les faire vivre nécessite un accompagnement par des personnes formées. ([Annexe 12 : Mini forêts urbaines \(Miyawaki\) et forêts nourricières](#)).

La corrélation entre le taux d'humidité des sols et l'atténuation des îlots de chaleur urbains a été établie. Dans la conception de l'espace public, veiller à augmenter les surfaces de sols naturels pour chaque projet, limiter les surfaces imperméables ou minéralisées en développant :

- | | |
|--|--------------|
| ✓ sols plantés d'arbres, cépées | +++ vertueux |
| ✓ sols végétalisés de vivaces, graminées | ++ vertueux |
| ✓ sols juste enherbés. | + vertueux |

¹¹ Canopée : Est considérée comme canopée, dans le calcul, la surface des feuillages du houppier des arbres vus du ciel.

La palette des vivaces et graminées peut permettre de couvrir l'ensemble des besoins liés à la végétalisation des pieds d'arbres, massifs, accompagnements de voirie, noues... L'étendue de la gamme de ces plantations propose des volumes et hauteurs allant des végétaux rampants à des couvre-sols, voire rivalisant avec des hauteurs d'arbustes. La palette des vivaces est assez large pour s'adapter à toutes les expositions et les types de sols (ombre, sol sec, soleil...). Les couleurs, textures, formes et feuillages caduques et persistants offrent un décor qui peut varier avec les saisons. ([Annexe 3 : Palette végétale indicative selon le sol et l'exposition](#)). En termes d'entretien les graminées ne nécessitent qu'une taille annuelle, voire tous les 2 ou 3 ans. Les autres vivaces nécessitent un entretien un peu plus soutenu, 2 ou 3 fois par an. En cas de plantation d'espèces mellifères, il est conseillé de planter des espèces qui fleurissent à des saisons différentes pour assurer une source d'alimentation à la faune sur une grande partie de l'année.

Lier le végétal et l'eau (à l'eau des voiries ou des descentes de gouttières) participe aussi au rafraîchissement urbain. Ces plantations liées à l'eau doivent être adaptées au type de sol et peuvent avoir une double fonction (gérer les eaux pluviales et mettre à distance les usagers par exemple).



*Ci-contre :
Avenue Aristide
Briand, rue des
Franc Bourgeois
et rue Louis
Aragon à Rennes*

- **Prévoir des dispositifs de protection des massifs plantés en milieu urbain dense, de préférence double emploi :**

- ✓ muret : protection des végétaux + Assise (sur tout ou partie de massif). Le matériau du muret doit rappeler le matériau de sol (granit si pavés granit, béton préfabriqué si pavés béton, pierre naturelle si pierre naturelle sur les constructions voisines ...), ce type de dispositif doit veiller à ne pas obérer l'alimentation en eau pluviale de l'espace végétal, ni empêcher le déplacement des espèces animales,
- ✓ bordure haute pouvant être entrecoupée : protection des végétaux + Fil d'eau de voirie
- ✓ blocs rocheux : protection des végétaux + Rappel de la pierre présente à proximité sur les habitations par exemple.

Le recours aux barrières basses métalliques doit rester réservé aux espaces piétonniers.

- **Créer des espaces verts adaptés aux usages :**

Les espaces publics plantés devront répondre aux attentes sociales et donc aux usages. L'échelle sensorielle du piéton devra être prise en compte dans la réflexion de l'aménagement, de manière à offrir selon les sections de l'aménagement une diversité sensorielle.



Il conviendra de s'interroger sur la demande sociale pour des espaces adaptés aux chiens, permettant de réguler les potentiels conflits d'usages et nuisances tout en garantissant le bien-être et la sécurité des publics. [Annexe 13 : Référentiel des espaces canins.](#)

- **Penser la place du végétal, c'est également considérer l'espace public à hauteur d'enfants et chercher à être le plus inclusif :**

Premier jouet depuis la nuit des temps, la nature est un élément essentiel de l'apprentissage du monde pour l'enfant. La végétation implique tous les sens de l'enfant : sons du vent, odeur des plantes, douceur des feuilles, couleurs chatoyantes qui changent selon la météo et les saisons, goût des baies mûres, ... tous les enfants (et les adultes) peuvent y trouver leur compte et s'y ressourcer.

Le végétal constitue également un support pédagogique fort au travers de l'observation de la nature, de son évolution, et de la découverte d'espèces végétales et/ ou animales.



*Vue
Massif coloré*

*Toucher
Feuilles mortes*

*Odorat
Odeur de fleur*

*Goût
Plantes comestibles*

*Ouïe
Vent dans feuillage*

De même, le jeu est essentiel pour les enfants sur les plans affectifs, sociaux, physiques ou intellectuels. Jouer permet à l'enfant de découvrir, comprendre et appréhender son environnement, éveiller ses sens, développer ses capacités, socialiser et prendre confiance en lui.

Les aires de jeux sont les rares espaces publics totalement pensés pour les enfants. Elles jouent un rôle essentiel dans leur développement et leur bien-être en leur offrant la possibilité de jouer différemment, sur un plus grand espace et de rencontrer de nouveaux camarades de jeux.

Toutefois, le handicap reste un facteur excluant trop important pour de nombreux enfants, soit parce qu'ils sont eux-mêmes porteurs de handicap, soit parce que leurs accompagnants en situation de handicap ne peuvent accéder à ces espaces.

Penser des aires de jeux plus inclusives doit donc permettre de rendre ces espaces publics accessibles au plus grand nombre.

Une aire de jeux inclusive doit permettre à tous les enfants de jouer ensemble, qu'ils soient porteurs ou non d'un handicap. Elle permet une mixité des personnes valides et non valides, de différents âges, sur un même espace en proposant une diversité de jeux pouvant convenir à tous.

Elle se caractérise également par son accessibilité et sa pratique en toute sécurité pour tous y compris pour les accompagnants porteurs de handicap.

L'ensemble des handicaps doit impérativement être appréhendé : moteurs, mentaux, sensoriels, psychiques, cognitifs, polyhandicaps, troubles du spectre de l'autisme et maladies invalidantes. Chacun engendre des besoins particuliers et parfois contradictoires.

La végétalisation des aires de jeux, en offrant de nombreux services et avantages, constitue un levier de l'inclusivité à part entière :

- Apport de fraîcheur et d'ombre
- Le contact avec la végétation nous apaise et réduit le stress, l'anxiété
- Intégration de l'aire dans son environnement
- Sensibilisation à la nature. La végétalisation des aires de jeux peut intégrer un aspect pédagogique au travers de l'observation de la nature, de son évolution, et de la découverte d'espèces végétales et/ ou animales.
- Renforcement et diversification de l'aspect ludique. La nature favorise les jeux d'exploration, d'imagination, d'interaction, la végétation est une source d'éveil des sens : odorat, toucher, vue.

Un référentiel d'aménagement des aires de jeux inclusives, élaboré par la Ville de Rennes (fiche accessible auprès de djb@rennesmetropole.fr) peut servir de support aux différents projets.

- **Penser l'aménagement de l'espace public c'est le penser pour tous, y compris nos aînés :**

La conception de l'espace public devra permettre de libérer des zones de repos, souvent associées à un ombrage végétal. Ces zones de repos devront offrir des assises diversifiées pour offrir des mobiliers adaptés à tous les besoins. Ne pas hésiter à penser ces équipements d'assise en double emploi : l'assise peut aussi être un muret de délimitation entre des usages différents, une protection des espaces verts contre le piétinement... Certaines de ces assises pourront, à ce titre, respecter le référentiel du mobilier des aînés qui est détaillé dans le [Livret Technique "Signalisation et mobilier Urbain"](#).

- **Combiner végétalisation et projet d'éclairage public** : vérifier que les rythmes de mâts d'éclairage public soient compatibles avec le rythme de plantation et les houppiers des arbres.
- **S'adapter aux possibilités d'entretien de la commune :**

C'est dès la phase conception que l'entretien futur des nouveaux végétaux doit être réfléchi avec le gestionnaire de l'espace. Les plans de plantations devront être élaborés pour que la palette végétale soit adaptée aux pratiques de gestion de la commune (plan de gestion différencié notamment).

Pour lutter contre l'îlot de chaleur urbain, la végétalisation et la désimperméabilisation doivent être étudiées dès que possible. Cependant il faut veiller à ne pas morceler les espaces verts car ils présentent par la suite trop de contraintes d'entretien pour les communes et perdent de leur intérêt quant à la continuité écologique qu'ils permettent. En ce qui concerne les îlots centraux de voirie, leur végétalisation peut être étudiée, mais il faut pour cela que la surface de plantation soit suffisante pour que le végétal puisse s'épanouir, que la sécurité soit assurée (visibilité) et que l'entretien par les équipes soit réalisable en toute sécurité.

- **Faciliter la reprise des végétaux :**

- ✓ préférer la plantation de sujets jeunes :
 - pour les alignements : des 16/18 ou 18/20, et quelques 20/25 (maximum) pour constituer dès le départ un paysage cohérent,
 - sur les espaces verts : favoriser des jeunes plants, baliveaux et quelques 14/16, 16/18, voire 18/20 ponctuels,
 - Des forces de 200/250 pour les cépées et de 40/60 pour les arbustes sont préconisées.
- ✓ prévoir des fosses de plantations suffisantes (la taille des fosses d'arbres et cépées est détaillée dans le chapitre "Trame brune"). Profondeur de 0,60 m pour des arbustes, 0,40 m pour des graminées et vivaces, 0,30 m pour de gazon,
- ✓ préférer des tranchées continues pour faciliter le partage entre les végétaux offrant une meilleure durabilité des plantations et un milieu plus fertile,
- ✓ Planter à la bonne période (cf. Chapitre III-1).

2.4 Des idées de végétalisation

Au préalable, garder en tête que parfois le vide est nécessaire, il n'est pas essentiel de végétaliser tous les espaces libres. Le vide peut servir à assurer la sécurité (meilleure visibilité entre les piétons et les véhicules aux abords des passages piétons), faire du lien, offrir d'autres usages, créer une rupture dans les ambiances de l'espace public.

À partir du programme et des éléments de diagnostic fixant les intangibles, proposer des aménagements où le végétal peut être un appui pour redonner du confort urbain. Selon le confort recherché le végétal peut permettre d'améliorer des ressentis (solutions combinables les unes avec les autres) :

- **Adoucir les voies** : les plantations permettent de réduire l'impression de largeur des voies. Elles permettent aussi d'intégrer un élément de nature dans un environnement minéral. Penser à aménager l'échelle du piéton (des arbres très hauts pour lesquels le piéton ne perçoit que le tronc ne donnera pas le même ressenti qu'une végétation basse diversifiée). Dans tous les cas, aux abords des passages piétons, aux carrefours avec des pistes cyclables et à la sortie des écoles, la végétalisation de l'espace public devra être maîtrisée en hauteur (maximum 60 cm) pour assurer une bonne visibilité des usagers les plus fragiles.



De gauche à droite : Rue St Hélier, Bd de Strasbourg et Bd Gros Malhon, Rennes

- **Accompagner les parcours piétons** : Un végétal identitaire (1 type de plantation) avec potentiellement une combinaison de différentes sous-essences pour éviter le monospécifique) peut être présent le long des cheminements piétons et dessiner une trame piétonne. Ce "vocabulaire végétal" spécifique aux piétons permet de le guider. L'arbre isolé requiert de l'espace vide autour pour être remarquable. De même, un arbre identitaire (arbre qui joue avec les saisons, avec un port atypique, une floraison particulière...) positionné sur le parcours peut agrémenter un lieu de pause et créer un emplacement singulier sur l'espace public. Le végétal peut aussi servir à faire référence à des éléments disparus. Réintroduire des vergers ou la présence ancienne de vignes par exemple.



Présence d'un végétal identitaire sur le parcours couplé avec un lieu de pause.

De gauche à droite : Rue Alphonse Guérin et quai Marc Elder, Rennes

- **Sécuriser l'espace public** : la végétalisation permet de différencier les circulations piétons / cycles / voitures



De gauche à droite : Rue Triolet, bd de Vitré, rue Louis Barthou, Rennes

- **Améliorer la lisibilité de l'espace public** : le végétal peut être un appui pour cadrer des accès aux bâtiments. Il peut aussi différencier les types de végétation selon les types de bâtiment (accès public/privé = arbres tiges/cépées), séparer l'espace public de l'espace privé, marquer l'entrée d'une rue...



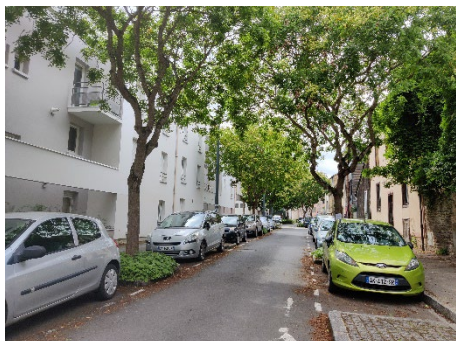
De gauche à droite : La Chapelle Thouarault (accès marqués par des passerelles), Vezin le Coquet (réduction de la largeur de voie ressentie par un large caniveau pavé) et rue Robiquet, Rennes (traitement végétal de l'entrée de rue)

- **Adapter les essences végétales au contexte environnant** : Choisir les espèces végétales en fonction du milieu à révéler et du milieu en présence (richesse, humidité du sol) : vallée/versant/plateau et intégrer des espèces indigènes dans la diversité des plantations pour une plus grande résilience.
L'idéal étant de leur permettre de s'installer d'elles-mêmes par germination (de la banque de graine du sol ou par apport des graines par les animaux, notamment les oiseaux). Favoriser les prairies fauchées une fois l'an pour permettre de rétablir ce cycle, voir observer la dynamique végétale sur plusieurs années puis faire de la sélection.
Pour les arbres urbains, prévoir l'essence végétale adaptée au contexte pour leur permettre un développement harmonieux et éviter la taille.



Des Aulnes spaethii dans les fonds de vallée
Quai Marc Elder, Rennes

- **Agrémenter** : Identifier des sur-largeurs, reculs, redans, délaissés d'infrastructures et les espaces sous-occupés : ce sont autant d'emplacements pour créer de mini-projets, une appropriation des lieux, de nouvelles pratiques (espace de pause, plantations...). L'intégration de végétaux à fruits peut être une solution pour agrémenter certaines zones. Dans le cas de mise en place d'assises, associer systématiquement un banc à un arbre pour l'ombre, la fraîcheur, l'agrément et dans le cas de stationnements, associer un arbre pour 4 places de stationnement.



*De gauche à droite :
Rue Lenoir et Bd
Aristide Briand Rennes*

- **Développer la végétation spontanée** : Multiplier les surfaces poreuses permet d'inviter la végétation basse qui va profiter des interstices, des failles, des irrégularités de la chaussée pour s'implanter. Réfléchir aux pieds de façades : une bande laissée en pleine terre peut permettre à une végétation basse de trouver sa place, créant en ville des refuges pour la biodiversité. Exemple : Dispositif "jardiner ma rue" à Rennes.



*Mixe végétation spontanée et
ornementale. Rue Alphonse Guérin,
Rennes*

- **Adapter la palette végétale à l'évolution du réchauffement climatique** : Une palette végétale est intégrée dans la CHARTE DE L'ARBRE du territoire Ville de Rennes, notamment pour les arbres d'alignement. Celle-ci donne une liste indicative de végétaux (préconisés, déconseillés, proscrits) susceptible de mieux s'adapter adaptée au changement climatique estimé pour la région. L'objectif est d'assurer une diversité d'essence et étant de commencer à intégrer dès aujourd'hui des végétaux plus adaptés sans pour autant recourir uniquement qu'à ces essences.
- **Faciliter l'entretien d'une façade** : le végétal peut aussi jouer un rôle d'intégration visuelle en masquant des parties de la ville ou en limitant les dégradations à venir (ex : des plantes grimpantes sur un treillis ou un mur végétal sur une façade évitent l'apparition de tags).

2.5 Précautions études et travaux quant à la végétation existante sur le site

La prise en compte du végétal existant sur le périmètre de projet doit être réfléchi aussi bien en conception qu'en phase de travaux pour ne pas provoquer des situations mettant en péril la pérennité de l'arbre (vigilance sur le collet de l'arbre, son houppier et son système racinaire).



Quelques exemples à ne pas suivre :

En haut de gauche à droite :

- ne pas réduire l'espace vital au pied d'un arbre (même pour intégrer une place handicapé),
- protéger les fosses de plantation durant toute la durée du Chantier,
- garder le système racinaire superficiel en place, sous peine d'une fragilisation de l'arbre augmentant significativement le risque de dépérissement ou de chute lors d'un coup de vent,
- ne pas tasser le sol au pied de l'arbre (pas stocker, rouler...).

En bas de gauche à droite :

Pour anticiper ces situations, penser dès les phases de conception à la manière dont seront gérées les plantations existantes en phase travaux (précautions à prévoir, distances de sécurité à imposer dans les marchés de travaux ...).

La végétation repérée sur site peut faire l'objet de diagnostics complémentaires (diagnostic racinaire, phytosanitaire réalisés par des spécialistes) pour connaître l'état de santé des arbres existants et adapter le projet selon ces résultats. D'une manière générale les vieux arbres et leurs plantes compagnes (herbacées, ligneuses) sont à préserver, car ils réalimentent l'écosystème créé grâce à tous les micro-organismes qu'ils ont acquis pendant leur vie. Les arbres sénescents sont d'ailleurs susceptibles d'héberger certains insectes saproxylophages classés en espèces protégées.

Si des espèces invasives sont repérées, la terre est alors considérée comme polluée et des dispositions adaptées doivent être intégrées dans les documents de consultation du marché de travaux pour définir le type de traitement de ces terres.

Lors de la phase étude les plans de projet doivent présenter la taille réelle du houppier des arbres existants ainsi que le point de niveau du collet. Le projet devra ensuite s'attacher à trouver les meilleures solutions techniques et de conception pour préserver dans de bonnes conditions les arbres existants, tant en termes de nivellement (pour garantir une bonne préservation du système racinaire sans enfouir ou déterrer le collet) ; qu'en termes de recul d'intervention vis-à-vis des arbres (racines et houppier).

De même, au stade de la conception la Valeur Intégrale Évaluée des arbres (VIE) peut être réalisée notamment sur les sujets remarquables que le projet prévoit de conserver. La VIE permettra d'établir une valeur financière à chaque arbre de manière à ce que des pénalités adaptées puissent être mises en place en phase travaux.

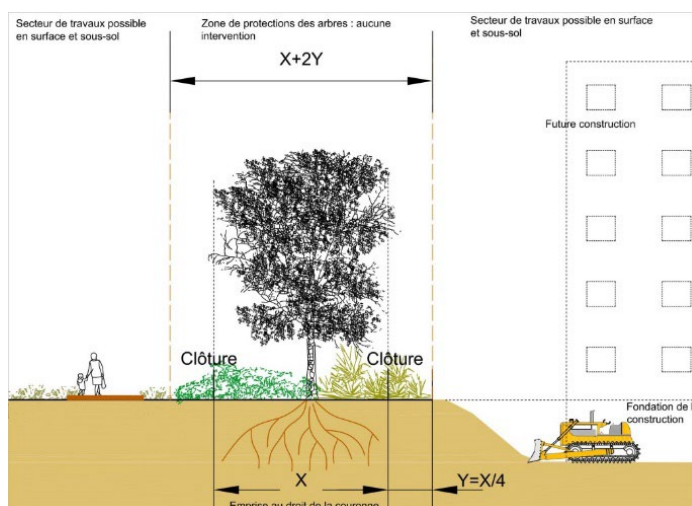
Dans ce cas la VIE sera jointe aux documents de consultation du marché, de manière à ce que l'ensemble des entreprises intervenantes soient alertées de la valeur du patrimoine arboré existant et à préserver avant démarrage des travaux et ainsi adapter ses méthodologies de travaux lors de la réponse à la consultation.

Des engagements en faveur de l'environnement peuvent être intégrés aux critères de jugement des dossiers de consultation. Plus qu'une charte "chantier vert", ces engagements seront analysés et contractualisés entre l'entreprise et la collectivité et un contrôle de leur bonne application sera réalisé grâce à un tableau de suivi rempli lors des réunions de chantier.

A minima les marchés de travaux doivent exiger des mesures de protection et de précaution vis-à-vis des arbres existants, une liste non exhaustive est fournie ci-dessous à titre indicatif.

Les mesures doivent être prises pour préserver les arbres situés en milieu contraint (arbres de milieu urbain dense, situés sur voirie avec de nombreux réseaux, bordures, mobilier à proximité) et d'autres dispositions sont nécessaires pour les végétaux situés en milieu non contraint (sur espace vert).

Pour les végétaux situés en milieu non contraint, que ce soit des bosquets, des arbres isolés, des mesures de protection assez larges peuvent être prévues permettant de protéger le houppier et les racines grâce à des systèmes de clôtures situées à l'aplomb du houppier (voir schéma ci-contre).



Pour les arbres situés en milieu contraint des mesures de précaution et de protection plus précises sont à intégrer. Celles-ci sont résumées sur [l'Annexe 1 : Zones de sécurité autour des arbres existants](#). Les distances de protection indiquées sont un minimum indispensable mais il convient de rechercher à chaque fois une distance maximale de protection.

Dans les deux cas les mesures prises doivent être détaillées :

- ✓ le CCTP doit préciser :
 - le type de protection des arbres (houppier, tronc ET racines) sur des périmètres élargis ou sur des arbres isolés,
 - l'organisation de chantier permettant de cadrer les circulations, limitant le tassement, le passage d'engins, les chocs, les dégâts sur les racines, les dégâts sur les branches ...
 - le mode opératoire de travaux concernant les terrassements sous le houppier des arbres et spécifiques pour la bande de 1,50 m autour du tronc (mise en œuvre de sable humide sur les racines, pas de passages d'engins, pas de destruction du chevelu racinaire, pas de coupe de racines supérieure à 4 cm de diamètre ...).
- ✓ le BPU doit être complété avec certains postes permettant la mise en œuvre adaptée des objectifs : clôtures adaptées pour la protection des arbres, mise en place de clôtures provisoires pour protection élargie, terrassements spécifiques à la pelle à main ou à l'aspiratrice...
- ✓ le CCAP doit aussi intégrer des pénalités en cas de non-respect des mesures de précaution ET en cas de dégât constaté sur le houppier, le tronc ou même les racines. Attention, si la commune sur laquelle se déroulent les travaux a pris un arrêté pour la mise en œuvre d'un barème particulier (BEV - Barème d'Évaluation des dégâts par exemple), le CCAP peut appliquer des pénalités uniquement sur les points non couverts par le barème de l'arbre. Il ne peut y avoir double pénalité pour l'entreprise.

En phase préparation de chantier, un constat par un huissier avec rapport photographique doit être réalisé.

En phase travaux, le maître d'œuvre peut alerter son maître d'ouvrage pour faire appliquer des pénalités à la fois sur des manquements à des mesures de précautions ou des dégâts constatés. Si des racines sont supprimées lors de la phase travaux, un élagage pourra s'avérer nécessaire (veiller à ce que la surface houppier corresponde à la surface des racines encore disponibles pour ne pas qu'il fatigue).

À titre d'exemple, le conseil municipal de la Ville de Rennes a adopté le [barème de l'arbre](#) lors de la délibération du 17 octobre 2022 puis a précisé son mode d'application par une délibération tarifaire le 5 décembre 2022. À l'initiative de Copalme, association d'arboristes élagueurs grimpeurs, et du CAUE 77, Conseil d'Architecture d'Urbanisme et de l'Environnement de Seine-et-Marne, cet outil a été conçu notamment par Plante & Cité, centre technique national sur les espaces verts et la nature en ville. Il est constitué de deux composantes :

- Un outil de calcul pour estimer la valeur monétaire des arbres : la Valeur Intégrale Évaluée de l'arbre (VIE). Cette somme est issue d'un ensemble de données d'entrée sur le sujet, son essence, sa gestion mais également son intérêt dans le paysage et la biodiversité qui l'entourent.
- Un outil de calcul pour évaluer le préjudice subi en cas de dommage et de calculer le montant d'un éventuel dégât : le Barème d'Évaluation des Dégâts (BED).

Sur le territoire de la Ville de Rennes, de manière préventive, des pénalités en cas de non-respect des mesures de protection afin de prévenir des dégâts éventuels sont souvent inscrites dans les CCAP. Il est également précisé que si un dégât est avéré sur un arbre appartenant à la Ville de Rennes, le barème de l'arbre prend le relais et s'applique de manière répressive.

3. Végétaliser : sous certaines conditions

3.1 Qualité des végétaux

Veiller à choisir des végétaux avec des conditions de culture favorables et respectueuses de l'environnement.

À ce titre, il est possible dans les consultations d'exiger que certains végétaux répondent à la certification "Plante Bleue" ou certification équivalente (production de végétaux respectueuse de l'environnement, éco-responsable, limitation de l'usage des engrais ...) et pour les arbres d'alignement, s'ils n'ont pas la certification Plante Bleue, la certification MPS ABC ou certification équivalente peut être exigée.

La recherche de végétaux indigènes (certains ligneux et plantes herbacées) est intéressante pour la diversité génétique qu'elle apporte et pour sa capacité à s'inscrire dans les équilibres écologiques en place. Ceux-ci pourront répondre aux exigences de la marque Végétal Local ou équivalente démontrant une traçabilité du végétal.

La pérennité des végétaux passe par une bonne connaissance dès le choix en pépinière (conduite des cultures, âge des arbres, nombre de transplantations, soins particuliers (traitements, amendements) avec quantité et périodicité, tailles effectuées... ainsi que par le marquage des végétaux.

Les plantations des arbres doivent se faire entre novembre et mars ¹², en dehors des périodes de gel. Les printemps de plus en plus chauds que nous connaissons ces dernières années nécessitent de réduire cette période de plantation, l'idéal étant de stopper les plantations d'arbres en février pour leur permettre de s'installer à minima avant les chaleurs qui arrivent parfois dès le mois de mars/avril. Un suivi d'arrosage durant les 3 premières années permet de garantir la bonne installation de ces arbres.

Les périodes de plantations de vivaces et graminées peuvent s'étendre jusqu'au printemps. En effet, ces types de végétaux apprécient des sols déjà un peu réchauffés.

3.2 Choix des végétaux

Sur les plans et coupes, les arbres existants et projetés doivent représenter la taille du houppier adulte de manière à voir si les distances aux façades et entre végétaux sont respectées.

- Distances :

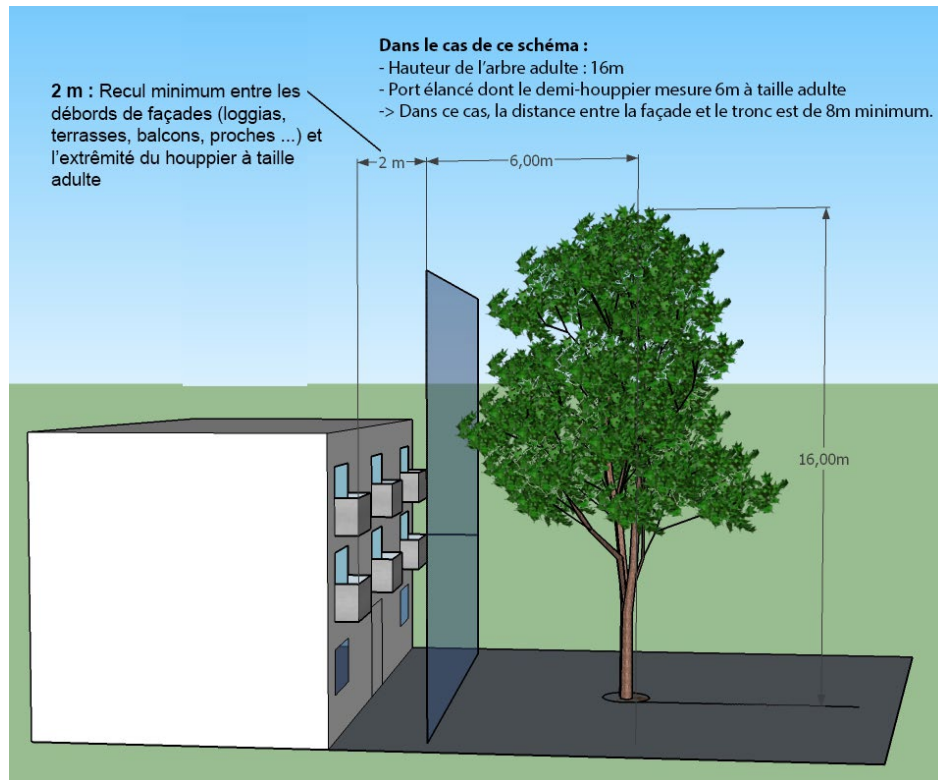
- ✓ vis-à-vis des façades : entre deux parcelles privées il est possible de planter à moins de 2 m des façades des végétaux de moins de 2 m de hauteur : petits arbustes, vivaces, graminées sont donc à privilégier.
Les arbres tiges plantés sur espace public doivent être positionnés à une distance adaptée au développement futur des arbres. Le port de l'arbre (fastigié, globuleux...) et sa taille adulte (grandeur) doivent être connus afin de respecter un retrait d'une

¹² Le fascicule 35 concernant les aménagements paysagers indique des périodes de plantations possibles entre le 15 octobre et le 15 avril, mais les évolutions climatiques constatées nécessitent de réduire cette plage de plantation.

distance de 2 m minimum depuis la façade ou la saillie du bâtiment (balcon, terrasse, bow-window...).

Parfois il est préférable de réfléchir à la plantation d'un seul alignement avec un pied d'arbre généreux en milieu de voie plutôt que d'essayer de planter un alignement sur trottoir contraint de part et d'autre d'une voie centrale.

Sur l'espace public il est aussi possible de profiter du recul ponctuel d'habitations ou de larges façades aveugles pour planter plus proche de la limite public/privé, ce qui permet de densifier la végétalisation des centres urbains.



Profiter des retraits dans l'alignement de la rue, des façades aveugles pour planter. En dessous de gauche à droite : rue Adolphe Leray et carrefour Collignon/Leray, Rennes



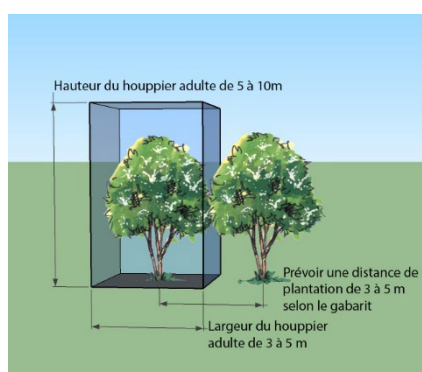
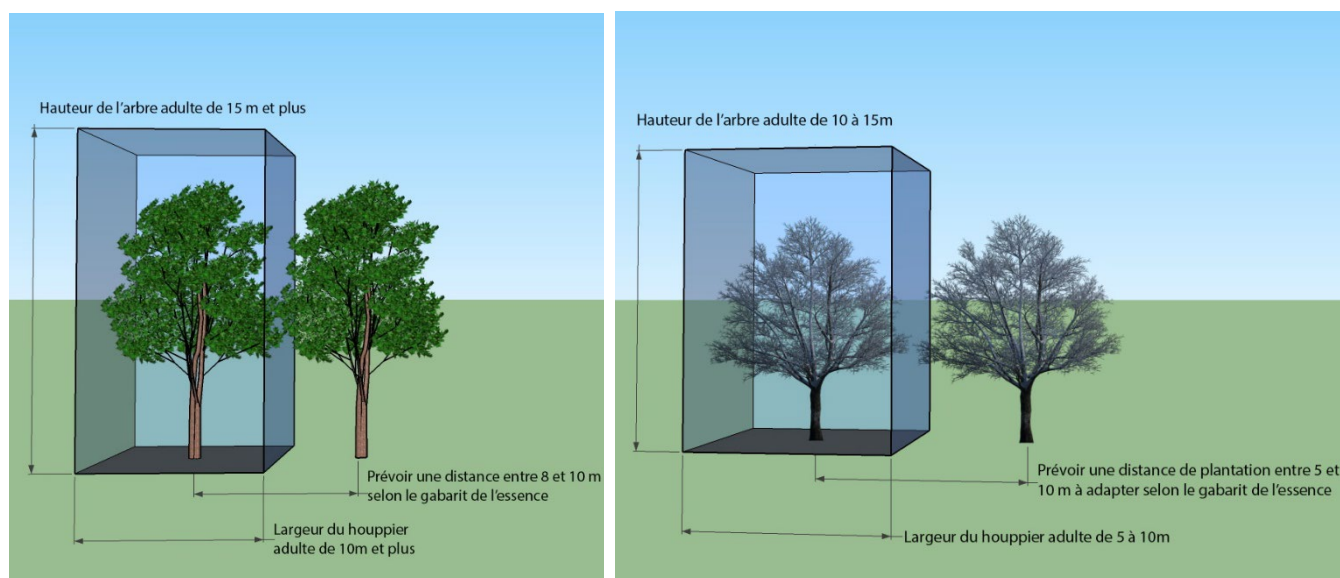
- ✓ vis-à-vis des éléments aériens existants et projetés : penser dans le choix des arbres (port du houppier, hauteur, rythme) à son développement adulte vis-à-vis de l'éclairage public, des réseaux présents en aérien (téléphone ou Enedis).
- ✓ vis-à-vis du projet : de la même manière le choix des arbres devra être réfléchi selon sa proximité avec une voie bus, Poids Lourds ou même une bande cyclable pour ne pas créer de gêne à terme pour l'arbre comme pour les usagers. Exemple : préférer le long d'une voie bus la plantation d'un alignement au port naturel fastigié ou de très

grande hauteur (si la largeur de voie le permet, afin que les bus passent sous le houppier lorsque l'arbre aura atteint sa taille adulte).

De même l'accès au site par les engins d'entretien (nacelle par exemple pour permettre les tailles d'entretien) doit être assuré. En effet, un jeune arbre bénéficiera toute sa vie d'un entretien, démarrant par des tailles de formation¹³ les premières années, puis des remontées de couronne¹⁴, pour ensuite nécessiter des élagages¹⁵ pour les arbres en forme libre.

- ✓ vis-à-vis des végétaux entre eux : pour les arbres il faut dans la conception de l'espace public, trouver un rythme adapté aux essences d'arbres. Veiller à réfléchir le projet de végétalisation avec le projet d'éclairage public, de manière à ce que les houppiers ne créent pas d'interférences avec l'éclairage urbain.

Pour les vivaces et graminées il faut adapter la densité des plantations à chacune des essences plantées car chaque plante a un développement et un volume adulte qui lui est propre. Une bonne connaissance du végétal permet d'anticiper la pousse des végétaux les plus rapides sans impacter celle des plus lents. Lors de l'entretien il faudra veiller à conserver l'ambiance et la diversité végétale envisagée sans non plus chercher à maintenir le plan de plantation initial. Certaines variétés vont nous surprendre et avoir un développement généreux au détriment d'autres qui ne vont pas se plaire, il



faut laisser faire la nature tout en essayant de maintenir au mieux la diversité recherchée initialement.

¹³ Tailles de formation : tailles sur jeunes arbres pour supprimer fourches, grosses branches et harmoniser son allure.

¹⁴ Remontée de couronne : suppression des branches les plus basses du houppier en pleine croissance.

¹⁵ Élagage : opération qui consiste à couper certaines branches d'un arbre.

✓ Vis-à-vis des réseaux :

La norme NF P98-332 de février 2005 précise les règles de distance entre réseaux enterrés et règles de voisinage entre les réseaux et les végétaux.

Un guide technique va être réalisé par Plantes et Cités courant 2024 sur le sujet et la norme est prévue d'être réexaminée au 01/02/2025.

La norme indique que :

- "Aucun réseau possible à moins de 2 m de distance des arbres sans protection particulière ;
- "Plantation d'arbres possible à 1.50m si protection de type Film 100 % polypropylène de grammage $> .300 \text{ g/m}^2$ "
- "les plantations d'arbres au-dessus des réseaux possibles que dans le cadre défini par des protocoles spécifiques. Pour l'élaboration de tels protocoles, il est nécessaire de tenir compte des expériences acquises dans ce domaine, surtout du point de vue du comportement à long terme".
- "Aucun réseau possible à moins de 1 m de distance des végétaux tels qu'arbustes en massif ou en haie"

Dans tous les cas, en amont des études il faut veiller à contacter les différents gestionnaires et concessionnaires des réseaux. Cette connaissance permettra soit :

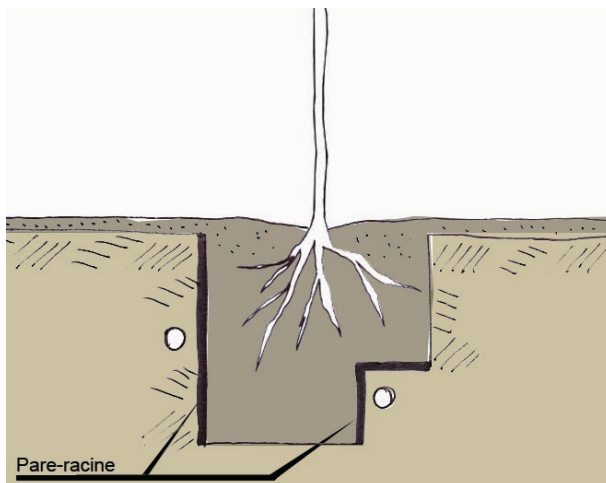
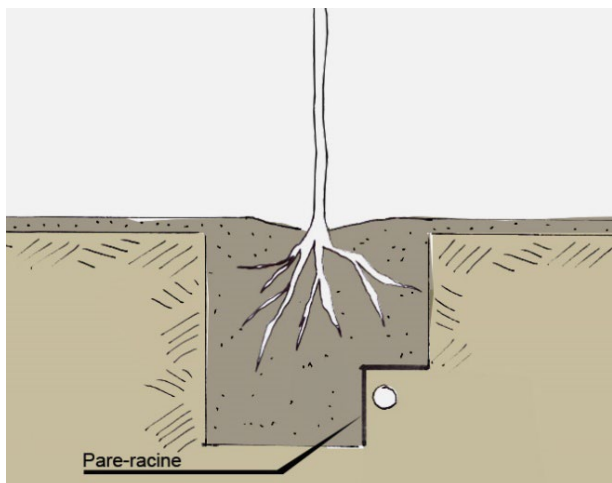
- o d'éventuellement d'adapter les tracés des réseaux qui devront être remplacés, de manière à les rendre compatibles avec le projet d'aménagement ;
- o ou d'élaborer avec eux une proposition de plantation adaptée à la présence du réseau et caler leur suivi dans le déroulé des travaux.

À l'heure actuelle, lorsqu'un projet comporte une plantation d'arbres il faut réfléchir dès la conception à :

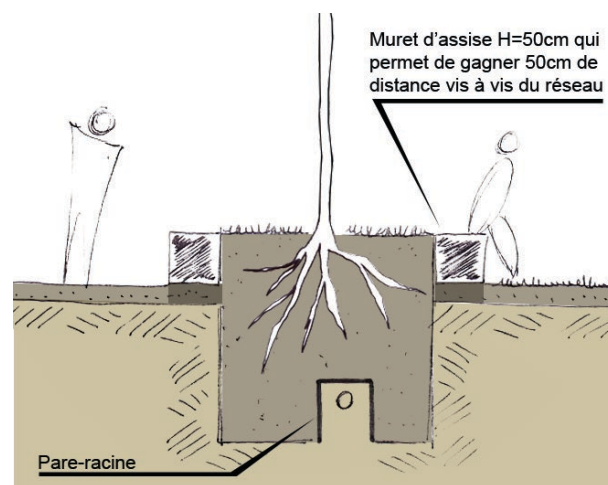
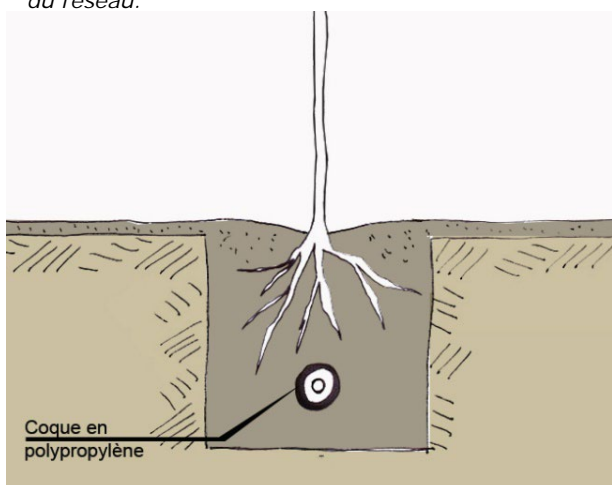
- o préférer la mise en place de tranchées communes de réseaux (en ZAC notamment) permettant d'optimiser l'emprise occupée par les réseaux dans le respect des interdistances minimales et dans l'optique de leur renouvellement futur,
- o traiter les conflits entre les systèmes racinaires des arbres existants, projetés et les réseaux existants, projetés. On parle de conflit dès lors que le réseau est prévu sous le houppier de l'arbre existant et à moins de 2m d'un arbre projet,
- o selon la norme NF P98-332, il est possible de planter des vivaces et graminées sur l'ensemble des réseaux, seuls les arbustes doivent être positionnés à une distance minimale de 1 m,
- o toujours selon cette même norme, à proximité des réseaux, même sensibles, il est possible de planter sans protection particulière en respectant une distance minimale (entre le bord de la tranchée du réseau et le bord du tronc) de 2 m. Cette distance peut être réduite à 1,50 m avec mise en place d'une protection spécifique du type paroi pare-racine sans jamais descendre en deçà. Il est à noter que le pare-racine est à poser en oblique pour guider les racines à aller en profondeur et non pas à remonter à la surface. Le pare-racine n'est pas une solution idéale, car il coupe le végétal de la trame brune,
- o la norme prévoit que des protocoles spécifiques peuvent être rédigés pour réduire les distances d'implantation. Ces protocoles pourraient être éventuellement testés sur des réseaux non sensibles, en lien avec les services gestionnaires afin d'alimenter un retour d'expériences dans le domaine. Des schémas indicatifs page suivante sont mis à disposition et peuvent servir à la discussion. Dans ce cas, une protection par mise en place d'une coque en polypropylène, d'un chemisage ou à minima d'une paroi pare-racine devra être étudiée avec accord du service gestionnaire.

Dans tous les cas, même après adaptation de la forme de la fosse de plantation, le volume de celle-ci devra correspondre aux besoins de l'arbre (chapitre "Végétaliser sous certaines conditions"),

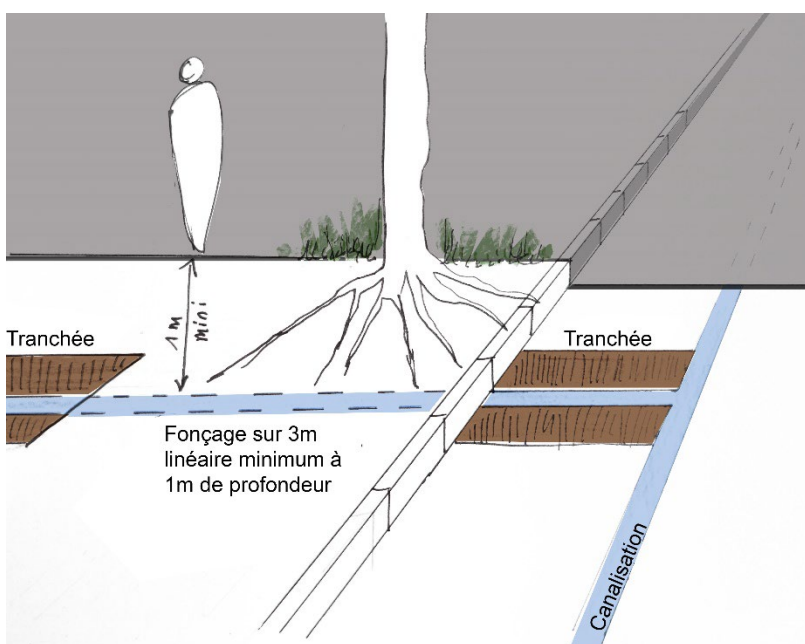
- en cas de difficultés pour planter il est aussi possible de chercher à augmenter la distance entre le réseau et l'arbre en créant des systèmes de margelles autour de l'arbre. Celles-ci permettent de surélever l'arbre. Ce système est asséchant pour l'arbre et à utiliser avec parcimonie et surtout avec une palette végétale adaptée. Dans tous les cas, l'arbre doit profiter des remontées capillaires,
- agir sur le choix des végétaux avec un enracinement maîtrisé et éviter les végétaux avec des systèmes racinaires traçants en milieu urbain contraint, en bordure de voie tels que *Acer saccharinum*, *Ailanthus altissima*, *Gleditsia triacanthos*, *Pinus pinea*, *Platanus x acerifolia*, *Populus*, *Pterocarya fraxinifolia*, *Quercus rubra et palustris*, *Robinia pseudoacacia*, *Sophora japonica*, *Taxodium distichum*...
- si un réseau ou un branchement doit être réalisé à proximité d'un arbre existant, la technique du forage dirigé doit être étudiée, elle permettra de limiter les dégâts sur le système racinaire.



Mise en place de films pare-racine autour de réseaux non sensibles dans le cas d'une plantation à moins de 2m du réseau.



Mise en place de films pare-racine autour de réseaux non sensibles*et mise à distance du réseau par création d'une plantation surélevée.



Lorsqu'un réseau ou un branchement doit être réalisé à proximité d'un arbre existant, un forage dirigé évite la trop forte dégradation des racines. Celui-ci devra être réalisé sur une largeur de 3 m minimum et à une profondeur de 1 m.

- **Choix des essences :**

La palette végétale devra s'attacher à ne pas introduire d'espèces invasives ([Annexe 7 : Plantes invasives](#)) et à limiter le nombre de végétaux à pollen ([Annexe 6 : Plantes à pollen](#)) pouvant aggraver les risques allergènes. Concernant les plantes à pollen, seules les anémophiles (dont le pollen se disperse par le vent) sont allergisantes. Le principe n'est pas de bannir totalement ces plantes des villes car elles jouent un rôle dans la biodiversité, mais de mieux les répartir sur le territoire et selon leur période de pollinisation. De même, les plantes toxiques ([Annexe 8 : Plantes toxiques](#)) ne sont pas à interdire dans l'espace public, il faut communiquer sur les dangers et adapter les plantations selon les usages de l'espace public (exemple : ne pas planter d'If autour des écoles).

Pour permettre de développer la biodiversité jusqu'au sein des centres-ville, éviter qu'une maladie ravage totalement un alignement ou même pour animer la ville au gré des saisons, il est encouragé, si le contexte urbain s'y prête, de varier les essences composant un alignement.

De même, varier les strates de plantations et mélanger les hauteurs permet d'introduire de la biodiversité en ville en offrant des abris de plusieurs types à la faune et d'agir sur la réduction de l'Îlot de Chaleur Urbain.

Le projet de plantation devra être adapté à la nature du sol (hydrophile, sec), à l'exposition (ombragé) ([Annexe 3 : Palette végétale indicative selon le sol et l'exposition](#)) et au plan de gestion différencié mis en place par la commune si celui-ci existe. En effet, un projet peut être beau à la plantation mais perdre de la qualité s'il n'a pas été conçu en lien avec le plan de gestion en pratique sur le secteur.

- **Force des arbres :**

Privilégier des arbres avec des forces de taille raisonnable : 16/18 ou 18/20, avec recours ponctuel au 20/25 afin de marquer le paysage. La plantation de sujets jeunes (arbre avec une force 16/18 ou 18/20 maximum) est moins chère à l'achat, et après 3 ans aura le même rendu qu'un sujet planté plus âgé mais qui aura stoppé sa croissance à cause du stress de la plantation.

Des forces de 200/250 pour les cépées et de 40/60 pour les arbustes sont préconisées.

3.3 Trame brune

Les projets doivent favoriser la mise en œuvre d'une trame brune permettant le partage des éléments nutritifs, de l'écosystème sol entre les plantes et notamment les arbres entre eux.

Pour permettre la création de la trame brune il faut veiller à la santé du sol (chapitre "Santé du sol") et prendre soin de la qualité des matériaux d'apport ou des pratiques de travaux en phase chantier.

Pour les arbres d'alignement en milieu urbain il faut les planter dans des tranchées continues pour favoriser le partage d'éléments nutritifs et avec des mélanges terre-pierre permettant de conserver un sol aéré. Les tranchées continues peuvent se faire en linéaire (sur l'axe d'un alignement), mais aussi en largeur (sous les pistes cyclables, les trottoirs attenants à l'alignement), les plus larges possibles pour couvrir la surface la plus grande à l'aplomb du houppier futur. Avant la mise en place du mélange terre-pierres, il est indispensable de s'assurer de la nature drainante du sous-sol. À défaut, il faut prévoir un drainage en fond de fosse avec raccordement à des exutoires adaptés.

Les autres plantations (arbustes, vivaces et graminées) et les arbres localisés sur des espaces verts peuvent se faire en pleine terre.

Dans tous les cas, la surface de plantations minimale doit être de 4 m² au pied des arbres afin de favoriser les échanges gazeux nécessaires au développement racinaire. Cette surface peut être occupée de plusieurs manières ([voir chapitre Pied d'arbres](#)).

- **Le mélange terre-pierre - à réserver aux arbres en milieu urbain sur espace minéral (alignements, places) :**

✓ composition :

Le mélange terre-pierre devra être composé de 70 % de GNT en 40/70 et de 30 % de terre-végétale. La terre doit occuper le vide existant entre les pierres sans être compactée lors de la mise en œuvre du mélange.

✓ volume de la fosse de plantation en mélange terre-pierre :

Le volume du mélange terre-pierre devra être adapté au développement futur des arbres (1^{re}, 2^e ou 3^e grandeur) et de l'environnement immédiat des fosses ou des tranchées (béton ou remblai).

Un arbre planté dans une fosse inadaptée à sa taille adulte risque de créer des désordres tels que soulèvement des trottoirs par exemple.

Ces volumes sont des minimums et non des optimums. Le concepteur devra toujours rechercher un projet qui permette d'obtenir un volume par arbre supérieur aux valeurs ci-après indiquées.

Choix du type de tranchée ou fosse en fonction du milieu environnant				
Ordre de préférence pour le choix de type de tranchée ou fosse	1er	2e	3e	4e
Milieu environnant	Site 100 % minéral (empierrement, remblai)		Site artificiel fermé (paroi, sur dalle, fosse béton)	
Classification des arbres	Volume par arbre en mélange terre-pierre	Volume par arbre en terre végétale	Volume par arbre en mélange terre-pierre	Volume par arbre en terre végétale
Arbres à grand développement de 1 ^{re} grandeur et à moyen développement de 2 ^e grandeur	12 m ³	8 m ³	24 m ³	16 m ³
Arbres à petit développement de 3 ^e grandeur	8 m ³	8 m ³	16 m ³	10 m ³
Arbrisseaux pour entrées de zones 30 ou espaces piétonniers		4 m ³		

Afin d'assurer une colonisation de l'ensemble de la tranchée ou de la fosse par le système racinaire des arbres à planter, la hauteur maximum de mélange terre-pierre ou de terre ne devra pas excéder 1,10 m.

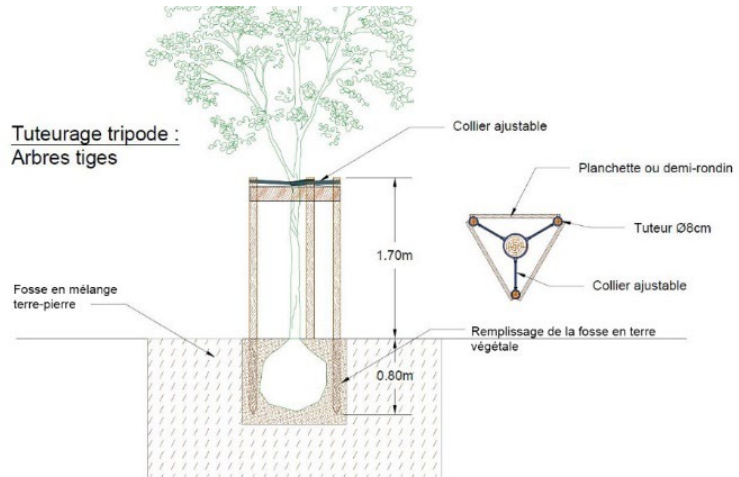
✓ façons culturales de mise en œuvre du mélange terre-pierre ([Annexe 11 : Mise en œuvre du mélange terre-pierre](#))

La préparation du mélange ne doit pas s'effectuer sous des conditions trop humides (fortes pluies), sous peine d'atteindre la limite de plasticité et d'observer un durcissement.

✓ planter dans un mélange terre-pierre :

Après avoir réalisé et placé le mélange terre-pierres dans la tranchée ou dans la fosse, une fouille de 1 m³ est terrassée au droit de chaque arbre projeté, et remplie par 1 m³ de sable alluvionnaire.

Toutes les précautions seront prises dans l'ouverture des fosses pour ne pas désorganiser le système. Les engins seront adaptés au site (poids notamment) et la fréquence des passages sera maîtrisée pour ne pas dégrader l'état du fond de forme ou de provoquer un compactage profond des sols.



Lors de la plantation et avant réalisation de celle-ci les fosses de plantation devront être contrôlées par le maître d'œuvre. En aucun cas les fosses d'où l'eau ne peut s'évacuer ne seront acceptées.

Le sable de la fosse est retiré, la motte positionnée et la fosse est alors comblée par de la terre végétale qui assurera la connexion entre la motte et le mélange terre-pierre.

✓ interventions sur un mélange terre-pierre déjà réalisé :

En aucun cas le mélange terre-pierres ne doit être remanié au cours du chantier. Si on doit intervenir de nouveau, les actions ponctuelles nécessitent la réhabilitation de la surface concernée sans réutiliser les matériaux extraits. Il est indispensable de reconstituer le mélange terre-pierre avec des matériaux nouveaux et de le replacer comme détaillé précédemment.

- **Planter en pleine terre - à réserver aux plantations sur espaces verts (ensemble des arbustes, vivaces, graminées et arbres en secteur non minéral) :**

- ✓ **composition :**

Il faudra veiller à la bonne santé du sol (voir chapitre santé du sol)

- ✓ **volume de la fosse de plantation en pleine terre :**

Le volume de la fosse de plantation dépend du gabarit de l'arbre mature et de son système racinaire conformément au schéma ci-contre.

- **Planter sur dalle végétalisée :**

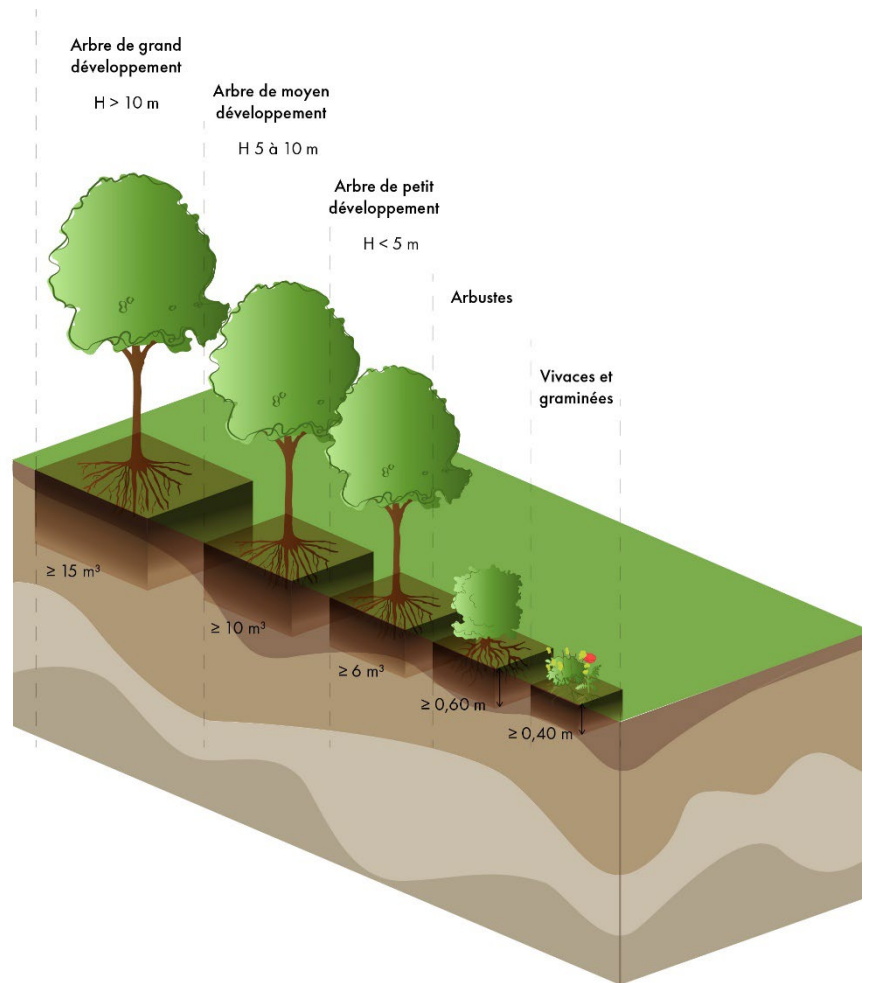
La végétalisation sur dalle est conditionnée à la hauteur de substrat disponible (Cf. Chapitre "Faciliter la reprise des végétaux"). Elle conduit à créer des milieux ouverts et secs. Les plantes agro-limitantes en eau, avec peu de besoin en nutriments et au système racinaire limité sont tout indiquées pour constituer des végétalisations biodiverses sur dalle. Une végétation de type prairie sèche calcaire convient assez bien. Les fleurs sauvages, d'écotype local sont susceptibles de favoriser les pollinisateurs et accroître la valeur écologique des sites. Les vivaces de croissance lente et avec système racinaire peu profond conviennent bien. De manière générale, il convient de privilégier la pousse spontanée ou de porter le choix initial de plantation sur des essences locales.

Les arbustes à faible croissance et tolérants à la sécheresse sont indiqués dans le cas d'épaisseur de substrat conséquente voir d'arbres au développement et système racinaire limité.

Une diversité d'habitat est à rechercher au sein d'une dalle afin de favoriser la biodiversité. La variation de hauteur de substrat engendre une diversité végétale. La présence de roches, morceaux de bois, espaces en sable peut fournir des zones sèches adaptées à certaines espèces. La présence de végétation haute fournissant ombrage peut convenir à d'autres. La présence de zones humides est à étudier afin de créer un micro-climat.

La palette végétale adaptée est celle préconisée sur sol sec ([Annexe 3 : Palette végétale indicative selon le sol et l'exposition](#)).

Il existe aussi des systèmes tout inclus alliant végétalisation et stockage des eaux pluviales qui peuvent aussi trouver leur place sur ce type de projet sur dalle.



- **Conditions pour planter :**

De bonnes conditions climatiques à la plantation sont gages d'une reprise convenable des végétaux. Les plantations ne doivent pas être effectuées lors de pluies battantes, de gel ou de neige.

Le sol doit être préparé au préalable (voir chapitre "Santé du sol" pour les sols de pleine terre et "Mélange terre pierre" pour les arbres d'alignement).

Un paillage doit être effectué après plantation sur une épaisseur de 7 cm minimum.

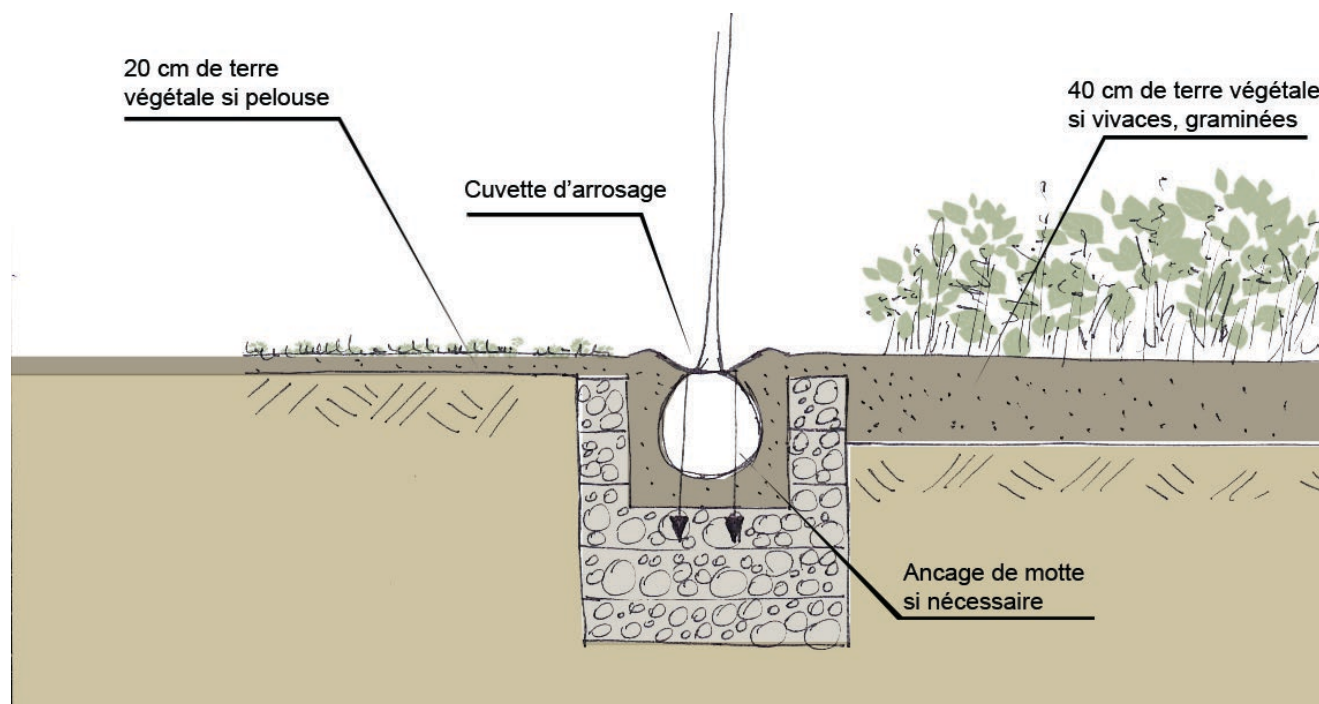
La plantation doit être suivie d'un arrosage quel que soit les conditions hydrométriques du sol, cet arrosage permet de chasser les éventuelles poches d'air au niveau des racines et favoriser la pression mécanique contre les racines.

Le gestionnaire peut mettre en place un suivi hydrique particulier par l'installation de sondes capacitatives. Cet équipement permet de suivre précisément les besoins en eau des arbres situés en milieu contraint : arbres d'alignement, arbres plantés sur dalles étanches (parking, bassins, métro). Cet appui technique adapté à chaque essence d'arbre alerte les personnes responsables de l'arrosage lorsque des seuils d'humidité sont franchis.

- **Méthode de plantation :**

La plantation de plants en motte ou en godets est conseillée comme suit :

- imbiber complètement d'eau (à refus) les plants,
- creuser à la bêche ou à la pioche un trou adapté aux dimensions du volume de la motte,
- décompacter le fond de fosse (la terre doit être meuble),
- amender le trou (terreau, compost, mycorhizes),
- enlever la motte de son godet puis la placer dans le trou de manière à assurer un contact parfait avec le fond et les parois verticales de la cavité ; veiller à ne pas enterrer ni déchausser le collet. Aucune racine ne doit dépasser et aucune branche ne doit être enterrée,
- remplir le trou de terre à moitié et arroser,
- poursuivre le remplissage et recouvrir la motte de 2 à 5 cm de terre par refoulement au pied pour éviter la dessiccation du substrat par effet « mèche » ,
- tasser modérément au pied du plant sur 20 à 40 centimètres de diamètre (aux pieds). Ce tassement vise à supprimer au maximum les poches d'air néfastes aux racines et à faciliter ainsi la remontée capillaire de l'humidité profonde et à ancrer solidement les racines,
- ajouter un tuteur,
- former une cuvette d'arrosage en faisant un bourrelet de terre autour du trou afin que l'eau y demeure au moment de l'apport d'eau ou lors des pluies,
- arroser en remplissant la cuvette. Si l'eau s'écoule rapidement, on recommence jusqu'à ce qu'elle reste dans la cuvette quelques minutes,
- installer du paillage sans combler la cuvette d'arrosage,
- si nécessaire faire une taille de nettoyage (couper les tiges endommagées et enlever le feuillage abîmé).



3.4 Santé du sol

- **Réutilisation de la terre en place et contrôle des approvisionnements :**

Pour favoriser la préservation des sols naturels et agricoles et dans une démarche de projet vertueux il est préférable de chercher prioritairement à réutiliser les terres en place.

À ce titre, un accompagnement d'un Bureau d'Études spécialisé (composé d'agronomes) peut s'avérer nécessaire pour la réalisation des études de sol, la définition d'un plan d'amendement, le contrôle en chantier, voire un retour après plantations. En effet, la réutilisation et la végétalisation des sols remaniés, la reconstruction de bio-technosols, pour des espaces verts et la réhabilitation des milieux impactés est assez spécifique et nécessite une expertise.

Dans la méthode, il est conseillé de :

- **réaliser une analyse des sols en place.** Analyse qui portera à minima sur l'analyse agronomique et structurelle. L'étude des oligo-éléments, biomasse, lombrics peut aussi s'avérer très utile. En effet, le rôle joué par le sol en termes d'infiltration, d'épuration par les nouvelles techniques de gestion des eaux pluviales nécessite un sol en bonne santé, poreux, avec une présence de matière organique active, des lombrics et des micro-organismes. Ces présences en biomasse permettent aussi d'assurer une bonne installation du végétal. L'analyse des traces métalliques est indispensable pour des projets qui envisagent des plantations comestibles (fruitiers).

- **prévoir un plan d'amendement adapté au sol en place ET aux plantations envisagées à terme.** En effet, les besoins d'un simple gazon et d'un arbre d'alignement ne sont pas les mêmes et faire avec le sol en place implique d'adapter et de calibrer ces apports au projet de plantation, voire d'adapter le projet de plantation à la qualité du sol en place lorsque celui-ci présente trop de corrections nécessaires. Pour étudier les analyses réalisées et mettre en œuvre un plan d'amendement, le recours à un BE spécialisé avec un agronome peut s'avérer nécessaire.

- **en chantier, prévoir une plateforme de préparation des terres enrichies.** Il est aussi possible de réaliser des contrôles pour vérifier que les objectifs d'amélioration de la qualité aient été atteints.

Les apports extérieurs de terre végétale devront être contrôlés en phase travaux (importance de la provenance) et faire l'objet d'analyses en amont de la livraison sur la santé de ces sols importés. Des amendements éventuels devront être ciblés selon les résultats de ces analyses. Dans tous les cas la terre devra être exempte de racines (renouée, chardons). Il doit être exigé une analyse pour chaque type de terre identifiée, à minima une analyse de référence pour 250 m³.

Aussi dans un souci d'économie circulaire et d'amélioration du bilan carbone, si la commune a sur son territoire une chaufferie bois, il peut être envisagé la réutilisation des cendres humides issues de la combustion de la biomasse pour amender les sols. La réutilisation de ces cendres n'est possible qu'après analyse de celles-ci pour vérifier l'absence de toute toxicité. Si l'analyse révèle la présence d'éléments toxiques, les cendres sont alors envoyées en centre d'enfouissement de classe 2. Si l'analyse ne révèle pas d'éléments toxiques, elles peuvent être intégrées à un plan d'épandage. La commune souhaitant utiliser ces cendres pour fertiliser les terres et espaces verts communaux doit s'intégrer à ce plan d'épandage.

ASTUCES POUR RECONNAÎTRE UN SOL EN BONNE SANTÉ : prendre un échantillon à 20 cm de la surface et étudier :

- ✓ **la couleur** : REGARDER : une couleur foncée révèle une terre riche et fertile. Une terre claire est pauvre et nécessite des amendements de compost. Des zones grises ou rouges ou veinées de bleu sont signe d'une structure asphyxiée.
- ✓ **la texture** : ÉMIETTER : si sensation de rugosité, que la terre s'effrite et difficulté à former une boule : la terre est sableuse et ne retiendra pas beaucoup l'eau. Si au contraire la terre forme une boule collante assez lisse, elle est argileuse.
Ou AJOUTER DE L'EAU : Si l'eau pénètre facilement : la terre est sableuse. Si l'eau reste en flaque, le sol n'est pas drainant et contient trop d'argile.
- ✓ **la structure** : IMMERGER : En mettant la motte de terre prélevée dans un récipient rempli d'eau : si la terre se déstructure c'est qu'elle comprend beaucoup de sable, si elle reste en motte c'est qu'elle est argileuse.
- ✓ **la vie** : Si des vers de terre sont présents dans l'échantillon c'est plutôt bon signe.

Remèdes à une terre sableuse : Ajouter de la matière organique avec du compost en le mélangeant à la terre.

Remèdes à une terre argileuse : Ajouter de la matière organique avec du compost en le mélangeant à la terre puis dans un second temps du sable pour faciliter la circulation de l'eau.

- **Décapage, Transport, Stockage de la terre végétale** :

La terre végétale doit être décapée en horizons de surface. Le décapage ne doit pas excéder 30 cm et doit être réalisé exclusivement à la pelle à chenille. Les horizons doivent être stockés séparément pour isoler les terres de meilleure qualité.

La mise en œuvre des stocks sera réalisée exclusivement avec une pelle mécanique. En cas de transport par camions, ceux-ci ne devront en aucun cas rouler sur les matériaux à charger. Le transport jusqu'au chantier s'effectuera avec des camions ou des semi-remorques. Tous les véhicules de transport devront être systématiquement bâchés pendant le trajet.

La terre végétale ne doit pas être stockée pendant plus de 3 mois sur plus d'un mètre d'épaisseur. Les règles de stockage de la terre végétale doivent être exigées : andains de section triangulaire, de hauteur variable selon la teneur en eau des matériaux (mais d'une hauteur maximale de 3 m), limitée entre 6 à 8 m de large.

Une attention particulière sera portée sur le contrôle de l'humidité des matériaux et la protection des stocks par leur bâchage systématique.

- **Pratiques du sol lors des terrassements généraux ou de la plantation**

Il est important :

- ✓ de travailler le sol uniquement par temps sec et aussi vite que possible,
- ✓ de ne pas laisser les sols à nus car ils sont alors érodés par l'eau et le vent ce qui déstructure le sol,
- ✓ d'éviter tout compactage du sol qui sera planté à terme (pelouse, massifs, arbres...), que ce soit par engins ou par du piétinement en organisant les zones de chantier. En effet, le compactage du sol chasse l'air du sol, créant de l'hydromorphisme (mort des bactéries aérobies et transformation de la matière organique en humus archaïque) et donc un dysfonctionnement de l'écosystème sol,
- ✓ de ne pas déstructurer les horizons du sol et ne pas créer une semelle de labour. Pour cela il faut supprimer l'utilisation des outils lissant le sol en profondeur.

- ✓ de décompacter les sols avant la plantation, ce qui permet d'améliorer la perméabilité du sol, de favoriser le développement du système racinaire, de faciliter la tenue de la terre végétale ou autres substrats, de supprimer le lissage du fond de forme. Ce décompactage doit être réalisé sur chaque espace planté, que ce soit des vivaces, graminées, arbustes ou des arbres. Le décompactage doit se faire sur une épaisseur de 60 cm. Pour les fosses d'arbres, il consiste à décompacter le fond de fosse et à effectuer un griffage des parois,



- ✓ De veiller à un apport de :

- BRF issus des labels FSC et PEFC et broyé en novembre/décembre et épandu aussitôt broyé (sous maximum 1 mois), sur une épaisseur d'environ 7 cm,
- de compost dont le rapport C/N est compris entre 10 et 35, ces éléments doivent être enfouis au rotavator,
- pour les arbres particulièrement, un apport de mycorhizes pourra permettre de faciliter la reprise du végétal en accélérant les connexions de la plante vers les réservoirs d'éléments nutritifs (phosphore notamment). Lors du stress de la plantation, ou des sécheresses ces mycorhizes permettent à la plante de mieux résister et de maintenir un bon taux de croissance.



Source : Actisol

INFO : Un sol compacté en profondeur associé à un faible taux de matière organique favorise la levée de dormance et la croissance de certaines adventices non désirées (liseron, rumex, potentille rampante, chiendent)

3.5 Apport en eau

Lier le végétal et les eaux de voirie est désormais primordial dans la conception de l'aménagement. L'eau ne doit plus être envoyée automatiquement dans les réseaux, mais elle doit profiter aux végétaux composants l'espace public. Se référer au [Livret Technique Pluvial et Ville Perméable](#).

De manière générale, même si les principes de conception ne permettent pas de créer de véritables espaces dédiés à la mise en œuvre de massifs plantés accueillant les eaux pluviales, les eaux de gargouilles de toitures et les eaux de voiries doivent être dirigées vers les végétaux plantés sur l'espace public.



L'intégration paysagère des ouvrages d'assainissement dont l'origine est d'assurer une fonction hydraulique est très importante et peut changer le caractère d'un espace. Veiller à intégrer des éléments harmonieusement (éviter les grandes trappes d'accès par exemple) et recourir à des enrochements, des maçonneries...

Diverses solutions techniques de gestion de ces eaux pluviales sont envisageables selon les contextes, l'espace disponible et la cohérence urbaine du projet : noues, fossés, jardins de pluie... Ces solutions sont présentées au [Livret Technique Pluvial et ville perméable](#) et peuvent même parfois participer à diversifier les fonctions d'un espace (un bassin d'expansion peut accueillir des jeux, un espace de repos...).

Vigilance sur les eaux envoyées vers les pieds de façades : préserver une bande minérale imperméable d'environ 30 cm, comme une bande de propreté permettant d'isoler les façades de la végétation. En cas de massifs infiltrant les eaux de pluie à proximité des façades, prévoir la mise en place d'une membrane étanche protégeant les constructions avoisinantes.

Dans le cas de mise en place de ces systèmes il faudra veiller à adapter la palette végétale des massifs plantés, avec des épisodes humides puis des périodes de sécheresse ([Annexe 3 : Palette végétale indicative selon le sol et l'exposition](#)).

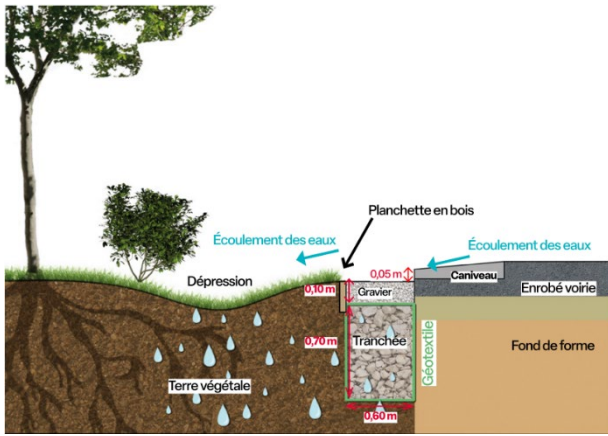
Ces espaces en creux pour collecter les eaux et souvent placés le long des cheminements ne devront pas présenter de hauteur supérieure à 25 cm sans dispositif d'éveil à vigilance (chasse roue). De même, ils devront être protégés des véhicules dès lors qu'ils sont en limite avec les parties circulées.

Dans le cas de mise en place de noues tondues ou fauchées, celles-ci devront être conçues avec des pentes acceptables pour un entretien mécanisé, soit une pente maximale de 1/3.

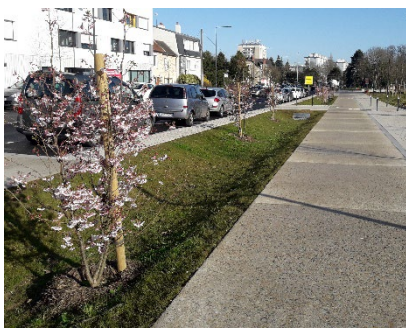
Il est bon de rappeler que le végétal de type vivaces, graminées, ne prend pas la place d'un volume d'eau, au contraire, son système racinaire et les micro-organismes qui l'accompagnent améliorent la porosité du sol et son pouvoir d'infiltration. Cependant, pour les plus gros sujets (cépées, arbustes, arbres) il faut veiller à choisir un type de végétal adapté à l'échelle de l'ouvrage de régulation des eaux pluviales (noues contraintes : éviter des arbres) et penser son implantation (en haut de la pente de la noue) pour ne pas freiner ou faire obstacle à l'écoulement des eaux de pluie. En effet, lors d'évènements pluvieux intenses, des troncs d'arbres ayant pris leur place dans un fond de noue pourraient bloquer l'écoulement de l'eau et générer un débordement.

Lors de l'envoi des eaux pluviales du caniveau vers des massifs végétalisés, veiller à prévoir, soit un paillage adapté (qu'il soit assez lourd du type graviers pour ne pas flotter et partir à la première pluie) ou une hauteur de terre végétale + paillage qui reste en-deçà du niveau de sortie ou un filtre naturel en sortie (plantation de graminées persistantes (ex : Carex).

Lors de la mise en place d'un massif drainant ou puits d'infiltration à proximité des arbres, veiller à implanter celui-ci en amont de la fosse (sinon il jouera le rôle de drainage et asséchera la fosse et les racines de l'arbre). Prévoir un géotextile pour protéger le système drainant du développement racinaire.



En haut de gauche à droite : Noue plantée offrant une double fonction : caractère de promenade plantée et gestion de l'eau, Bd de Vitry, Rennes.
 En haut à droite : Caniveau gargouille à ciel ouvert sur trottoir créant une trame urbaine, Rue Plélo (Rennes)
 En bas à gauche : Large caniveau dont la moitié se dirige vers une noue composée d'enrochements, donnant un esprit jardiné au système, Métro Jules Ferry, Rennes.
 En bas centre : Accès aux logements par des passerelles en bois mettant en valeur le caractère aquatique de cet espace, rue Aurélie Nemours, Rennes.
 À droite : des têtes de buses maçonnées permettant d'intégrer ces ouvrages de gestion de l'eau La Chapelle Thouarault



Pour aller plus loin :

- **Tranchées de Stockholm** (voir détails en Annexe 9 : Tranchée de Stockholm).

Le système de Stockholm est un système adapté aux espaces très minéralisés (type places urbaines). Il s'agit de mettre en place un substrat d'enracinement fondé sur une matrice de pierres de gros calibre où les eaux de ruissellement des surfaces environnantes sont infiltrées. Le système est adapté sur des espaces minéralisés, conçu pour privilégier la qualité de l'échange gazeux et la présence d'une matrice très riche en cavités plutôt que l'apport en terre. Les observations conduites sur les multiples plantations effectuées avec le système de Stockholm suggèrent que le phénomène naturel de décomposition des racines fibreuses (très abondantes dans un substrat bien aéré) combiné à l'apport en minéraux assuré par les eaux de ruissellement suffisent à satisfaire les besoins nutritifs de l'arbre.

3.6 Protection des sols

Il est nécessaire de protéger les sols des variations des conditions climatiques (rayonnement solaire, pluie intense, ruissellement...) et de protéger les plantations des adventices.

Il est donc important dès la conception de prévoir :

- ✓ **la plantation de vivaces et graminées** (en couvre-sols si besoin de faible hauteur) reste la meilleure façon de protéger le sol, car cette solution permet au sol de garder ses fonctions de captation de carbone, de gestion des eaux de pluie... Ces végétaux doivent être protégés à la plantation par un paillage adapté.
Un bon paillage doit avoir un rapport C/N entre 10 et 35 et être mis en œuvre sur environ 7 cm d'épaisseur pour avoir une réelle efficacité avec un réapprovisionnement 1 fois par an au printemps. Les copeaux de bois sont à utiliser uniquement au-dessus d'un apport de BRF (ceci afin d'éviter les problèmes de compactage et de faim d'azote car la lignine a besoin d'azote et de phosphore pour se décomposer). L'usage des seuls copeaux provoque un hydromorphisme et une levée de dormance des plantes des sols compactés. Demander des copeaux issus de bois blancs de massifs forestiers avec un PH neutre. Les copeaux ne doivent pas comporter plus de 10 % de résineux,
- ✓ **il est aussi possible de protéger les zones plantées avec une bâche**, cependant celle-ci doit être réservée à des secteurs contraints, difficiles d'accès tels que les talus par exemple. Dans ce cas la bâche devra être bio-dégradable (type fibres biopolymère PLA (amidon de maïs par exemple...)). Veiller à choisir la toile selon sa densité, son épaisseur pour une longévité de 3 ans le temps d'installation du végétal. Les bâches en polypropylène tissé et les films plastiques sont à bannir, ils nuisent à la pédofaune et à la pédoflore. De plus ils ne sont jamais retirés et recyclés après usage,
- ✓ **dans tous les cas, il est intéressant de réfléchir dès la conception à la réutilisation sur le projet de tout ou partie des déchets verts collectés** lors des opérations de taille et de désherbage. En effet, la végétation déployée sur les espaces publics est un puits à carbone, à condition que les déchets verts soient réutilisés sur place, ce qui nécessite leur recyclage. Les déchets de taille peuvent être réutilisés après broyage en paillage BRF au pied des plantations, des tas de branchages peuvent servir d'abris à la faune...).



De gauche à droite :
BRF, Copeaux et bâche en
polypropylène tissé

3.7 Pied d'arbre

Les pieds d'arbres seront de préférence végétalisés et si possible sur l'ensemble de la tranchée de plantation.

Si impossibilité, il est souhaitable de maintenir une bande de 2 à 3 m tout autour du tronc à minima, soit 4 m² minimum.

Cette végétalisation du pied d'arbre permet d'épargner une partie des racines du compactage, d'assurer un apport en eau direct, d'amener de manière naturelle de la matière organique, de permettre les échanges gazeux nécessaires au système racinaire. Se référer au [Livret Technique "Pluvial et ville perméable"](#).

La végétalisation des pieds d'arbre existants peut se faire avec des plantations de graminées, de vivaces (si besoin en couvre-sol) adaptées à l'ombre et à un sol sec. ([Annexe 3 : Palette végétale indicative selon le sol et l'exposition](#)). Le recours à des bulbes pour réveiller des couvre-sols monospécifiques est une solution qui fait son effet.

Le long des rues comprenant du stationnement longitudinal il est possible de végétaliser une bande continue, mais veiller à prévoir des passe-pied et une bande de propreté sur 2 à 3 rangs de pavés pour le piéton qui sort de sa voiture.



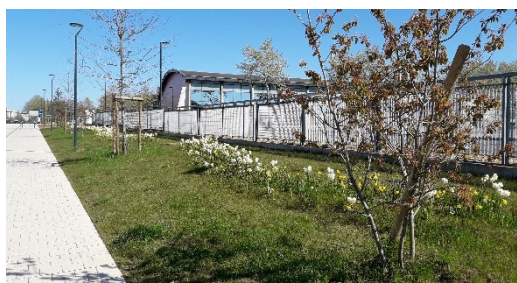
Ne pas considérer l'arbre comme un mobilier : des échanges gazeux de son système racinaire sont nécessaires



Ci-dessus des passages perméables dans les massifs plantés pour relier le cheminement piéton et les stationnements. Rue Louis Barthou et Bd Aristide



*Ci-dessus : 2 à 3 rangs de pavés le long des stationnements pour protéger les plantations. Bd Emmanuel Mounier, Rennes
Ci-contre : des bulbes dans des aplats de vivaces*



De gauche à droite : Rue Lenoir et rue Olivier de

Dans tous les cas, une protection provisoire de ces massifs sera nécessaire les premières années d'installation du végétal (ganivelle d'une hauteur de 50 cm minimum par exemple) et des systèmes définitifs seront souvent nécessaires et doivent être étudiés dès la conception (voir chapitre "Protection des espaces plantés").



De gauche à droite : Rue Louis Barthou et rue des Franc Bourgeois, Rennes

Pour les arbres situés en milieu très dense avec un risque de piétinement accru, une solution végétale peut paraître inadaptée, même avec des protections.

Dans ce cas des pavés joints gazon peuvent être mis en place, solution qui restera moins bénéfique pour l'arbre et les services rendus à la ville. Des systèmes avec de larges caillebotis peut aussi être une solution, car ils permettent d'alimenter l'arbre en eau, de limiter le tassement sans créer de rétrécissement dans la circulation piétonne puisqu'ils peuvent être circulés.

Pour limiter la pousse et l'entretien, le mélange pour le remplissage des joints gazon devra être composé d'un mélange maigre comprenant 80 % sable de rivière + 20 % terreau.



De gauche à droite : Rue Joseph Durocher et rue Adolphe Leray, Rennes

3.8 Pied de façade

Dans le cas de ruelles ou de larges trottoirs, des pieds de façades peuvent accueillir de petites bandes végétales publiques (40 cm environ) permettant de :

- ✓ désimperméabiliser,
- ✓ participer à réguler l'humidité en pied de bâtiment par l'absorption de l'eau du sol par les plantes,
- ✓ réguler la température en limitant le rayonnement solaire, en augmentant l'humidité ambiante et réduisant les pertes thermiques,
- ✓ accueillir la faune et créer un micro-habitat,
- ✓ verdifier les rues de manière assez simple,
- ✓ protéger les murs des pluies battantes et même des tags lorsque qu'elles sont plantées des grimpantes.

La mise en œuvre de ce type d'aménagement fera systématiquement l'objet d'un échange préalable avec la commune.

La végétalisation peut se faire sur la base d'espèces rustiques et assez spontanées (rose trémière, campanule, érigeron, Valériane, ibéris, aubriète...) pour en limiter l'entretien. La végétation peut aussi être composée de plantes grimpantes (chèvrefeuille, passiflore, houblon, hortensia...) permettant de réduire l'accumulation de chaleur par les façades. Cependant ce type de plantation grimpante sur façade ne peut être initiée que par le particulier lui-même (ou par la ville avec accord de celui-ci dans une convention). La gestion de ces bandes plantées peut aussi être confiée aux particuliers (opérations du type Permis de végétaliser lancées par Ville de Rennes par exemple).

Le choix des végétaux veillera à ne pas dégrader les murs (éviter les plantes avec ventouses).

Points de vigilance :

- veiller à conserver un trottoir réglementaire d'1,40 m minimum,
- si nécessaire compte tenu de l'état du mur : alerter le propriétaire de l'absence d'un élément d'étanchéité à sa construction (impermeabilisation des fondations, drainage périphérique) pouvant engendrer des dégâts sur le bâti.
- Possibilité de conserver une bande de propreté en pied de la construction pour écarter le végétal de façade privée.



De gauche à droite : Rue Leray et la dernière rue Alphonse Guérin, Rennes

3.9 Planter les noues

Pour la mise en œuvre de noues se référer au [Livret Technique "Pluvial et ville perméable"](#).

Les noues plantées, grâce aux micro-organismes qui les accompagnent jouent plusieurs rôles (que jouent moins des noues **juste enherbées**) et notamment :

- ✓ **un rôle d'infiltration des eaux pluviales plus important.** En effet, le système racinaire des plantations réalisées dans les noues perfore le sol et permet à l'eau de s'infiltrer plus facilement le long des racines, luttant contre le compactage du sol que peut connaître une noue juste enherbée,
- ✓ **un rôle de filtration des eaux pluviales.** En effet, les eaux de pluie de l'espace public contiennent, si elles sont liées à la voirie, des hydrocarbures, des gaz d'échappement, des poussières, des déchets, mais aussi de la mousse, des particules métalliques lorsqu'elles proviennent des eaux de toitures ou simplement des déjections canines ou des feuilles. Les végétaux jouent un rôle de phyto-remédiation (explicité au chapitre "Les bienfaits du végétal").

Les végétaux préférables pour les noues doivent être adaptés à ces milieux ([Annexe 3 : Palette végétale indicative selon le sol et l'exposition](#)). Pour les noues peu profondes et nécessitant peu d'entretien, une prairie fleurie ([Annexe 5 : Palette végétale Prairie fleurie](#)) ou un espace engazonné complété de bulbes peut jouer un bel effet.

Dans le cas de la plantation de noues, préférer planter des végétaux adaptés à la taille de l'ouvrage de régulation pour ne pas entraver l'écoulement de l'eau, de types vivaces et graminées. Possible de planter arbres et cépées mais seulement sur le haut de la pente des talus pour éviter de gêner l'écoulement naturel des eaux de pluie (notamment lors d'évènements pluvieux intenses), faciliter l'entretien futur et éviter au végétal de subir de grandes amplitudes de disponibilité en eau.

Dans le cas de mise en place de noues tondues ou fauchées, celles-ci devront être conçues avec des pentes acceptables pour un entretien mécanisé, soit une pente maximale de 1/3.

Une communication et de la pédagogie sur le rôle (hydraulique, biodiversité) et l'utilité de ces noues doivent être réalisées pour expliquer leur mode de gestion qui peut parfois se restreindre à 2 fauches par an. Malgré tout, les noues étant en bordure de voie recueillent de nombreux déchets qu'il est nécessaire de collecter assez régulièrement.



Rue Elsa Triolet, Rennes

3.10 Protéger les espaces nouvellement plantés

Il est indispensable de prévoir à l'avance la fréquentation, les usages qui seront faits de l'espace pour adapter les solutions techniques au contexte du projet, sinon des dérives sont observées mettant à mal le végétal du projet.



Veiller à anticiper la fréquentation de l'espace public et adapter le projet pour permettre la protection des plantations.

Quelques exemples qui peuvent être mixés les uns avec les autres :

- ✓ travailler les angles des massifs souvent piétinés avec des pavages joint gazon, voire joints secs infiltrant si forte fréquentation¹⁶,
- ✓ mettre en place de murets aux angles des massifs ou sur des linéaires (pouvant servir d'assise par endroits),
- ✓ créer des bordures hautes autour des massifs (en bois, en acier, en granit ...),
- ✓ intégrer du mobilier d'assise (bancs, chaises, tables...),
- ✓ implanter des barrières espace vert (à proscrire en contact avec les espaces circulés par les voitures),
- ✓ fixer des madriers de bois pour limiter l'accès aux véhicules,
- ✓ positionner des blocs rocheux (sciés sur le dessus, bruts 60/80),
- ✓ pour les arbres d'alignement, de solides tuteurages quadripodes peuvent aider à protéger l'arbre, voire en dernier recours un corset d'arbre.



En haut de gauche à droite : Place Bir Hakeim, carrefour rue de Belleville/Leray, Place Ste Anne, Rennes

En bas de gauche à droite : Square Francis Pellerin et Rue Alphonse Guérin, Rennes



¹⁶ Le pavage joint gazon est déconseillé sur les zones à fort passage (pied d'emplacement vélo par exemple) de par la difficulté d'entretien qu'il en résulte. Un pavage joint sec infiltrant est à privilégier à ces endroits.

4. La co-construction avec les gestionnaires

4.1 Études



- ✓ Pendant la réalisation de l'Avant-Projet, se référer **aux Volets 3 et 4 du Guide d'Aménagement des Espaces publics** puis organiser un point de présentation :
 - aux concessionnaires pour connaître leur projets de renouvellement, de renforcement pour que l'ensemble des projets soient compatibles et cohérents,
 - aux futurs gestionnaires de l'espace public (Direction de la Voirie, Direction de l'assainissement, Services techniques Espaces verts des communes ou Direction des Jardins et de la Biodiversité pour le secteur Rennes...).
- à cette phase le dossier comprend :
 - un plan existant, un plan d'aménagement d'ensemble (faisant apparaître l'ensemble des lots), un plan projet paysage 1/500ème (avec l'implantation des ouvrages, légende et ambiances végétales), un plan de synthèse des réseaux,
 - une (ou des) coupe(s) de principes de l'aménagement,
 - une notice explicative du projet (analyse initiale de l'environnement, déclinaison de la séquence ERC, périmètre, phasage envisagé, objectif de l'aménagement et organisation du chantier (travaux réalisés en régie par la commune ou en marché de travaux ?) ...,
 - le bilan de désimperméabilisation et de végétalisation du projet ([Annexe 10 : Fiche indicateur écologique / Bilan lutte changement climatique et biodiversité](#))
 - une plaquette de présentation de la palette végétale et référence du mobilier, des matériaux,
 - une estimation sommaire.
- ✓ à la validation de l'Avant-Projet, recueillir l'avis écrit des gestionnaires sur le dossier. Faire un retour aux gestionnaires des points qui seront modifiés en phase PRO.
- ✓ dès la phase Projet, un plan de domanialité prévisionnel est fourni (sur un fond de plan d'aménagement comprenant les réseaux et aménagements de surface) permettant d'identifier clairement les gestionnaires de chaque ouvrage du projet : cas des noues, des jardins de pluie, des espaces piétonniers, des arbres d'alignement ...). De même, la liste des végétaux doit leur être soumise.
- ✓ pendant la phase travaux, le gestionnaire (actuel et futur) est en copie des comptes rendus de chantier et est alerté en cas d'atteinte portée au patrimoine arboré existant sur le périmètre du projet.

En phase étude et travaux, contacts et conseils concernant :

- Végétalisation, Paysage et Pluvial, Santé du sol : Unité Paysage de la maîtrise d'œuvre de la DEI // dei-moe-paysage@rennesmetropole.fr
- Biodiversité : Service Maitrise d'ouvrage de la DJB // djb@rennesmetropole.fr

En prenant soin d'y associer les services techniques en charge des espaces verts de la commune concernée.



En phase étude, demande d'avis gestionnaire sur les aménagements :

- Sur le secteur Métropolitain hors Rennes : Services techniques Espaces verts de la commune concernée.
- Sur le secteur Rennes : Service Maitrise d'ouvrage de la DJB // djb@rennesmetropole.fr – qui fait ensuite le lien selon les étapes du projet avec les services gestionnaires (maintenance et unité arbres).

4.2 Réception

Outre la réalisation des plantations et d'engazonnement, les lots espaces verts comprennent bien souvent d'autres ouvrages qui peuvent être assez diversifiés, tels que de la maçonnerie, de la serrurerie, de la pose de mobilier, voire de la création d'aires de jeux. Dans ce cas, la réception peut se faire de manière partielle : par partie d'ouvrage (végétal et inertes), cette particularité doit être inscrite au CCAP.

En effet, les éléments dits inertes (maçonneries, allées, pose de mobilier...) peuvent être réceptionnés dès la fin des travaux. Les plantations faisant l'objet d'une période d'entretien doivent être réceptionnées à la fin des travaux de parachèvement, soit environ 1 an maximum après la fin des travaux.

À la fin des travaux de plantation effectués en période propice (afin d'assurer la bonne pousse des végétaux), un constat de mise en place des végétaux doit être réalisé, il démarre ainsi la période d'entretien (sur une durée allant de 1 à 3 ans).

Cette procédure spécifique aux espaces verts est détaillée en [Annexe 2 : Phases de réception des projets comprenant des espaces verts](#).

Le futur gestionnaire est invité en amont des Opérations Préalables à la Réception afin que le Maître d'œuvre, lors des OPR, exige certaines adaptations auprès de l'entreprise. (Le Maître d'œuvre peut aussi faire le choix d'inviter le gestionnaire aux OPR s'il le souhaite).

Le Dossier des Ouvrages Exécutés doit être remis par l'entreprise lors des OPR et doit comporter les pièces indiquées au CCTP. Une liste indicative des pièces composant le DOE est disponible en [Annexe 4 : Liste non exhaustive des pièces pouvant être exigées](#).

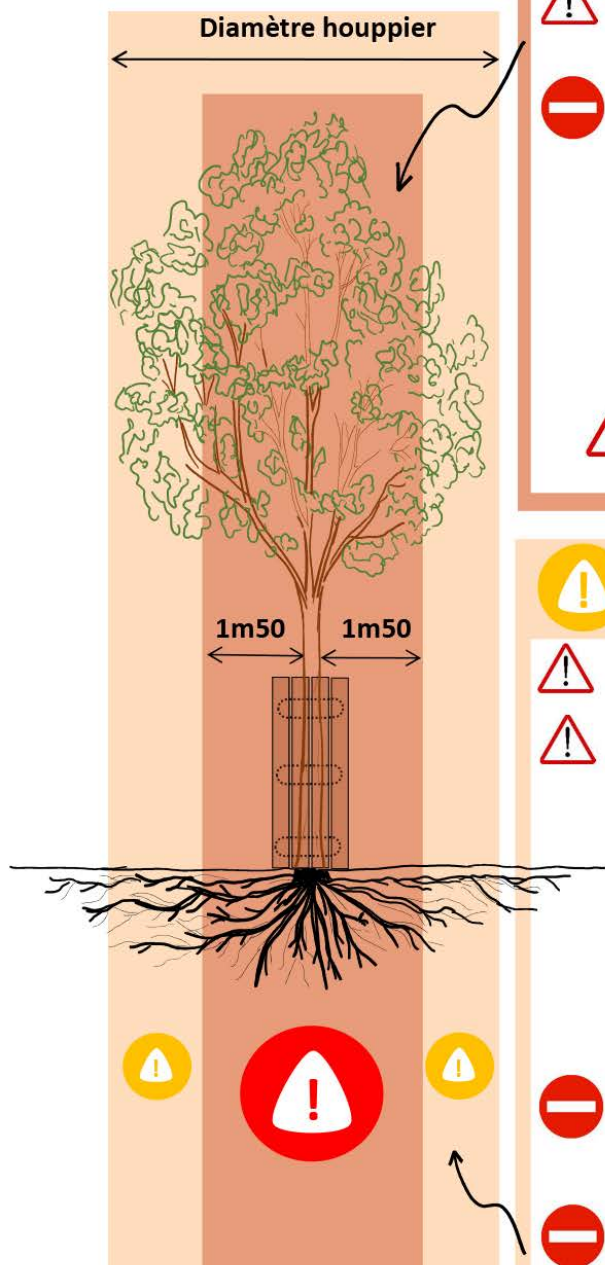


ANNEXES

Annexe 1 : Zones de sécurité autour des arbres existants

Mesures de protection en cas d'intervention à proximité des ARBRES D'ALIGNEMENT (ou ARBRES EN MILIEU CONTRAINT)

Protection arbres = Vigilance sous houppier + interdiction d'intervention à moins de 1.50m autour du tronc (sauf dérogation accordée par l'autorité compétente) et protection du tronc (cf. annexe)



BANDE DE 1,50M AUTOUR DU TRONC



Protéger le tronc conformément à l'annexe « protection des troncs des arbres avant travaux »



Aucune intervention autorisée :

- Aucune intervention sur le houppier, le tronc ou le collet
- Aucun stockage ou dépôt (matériaux /engins/véhicules) même temporaire
- Aucun roulement
- Aucun terrassement (fouilles, tranchées..) Si impératif, soumis à avis de l'autorité compétente:



Suivre le mode opératoire de terrassement en milieu contraint



SOUS LE HOUPPIER (au-delà des 1m50)



Haubaner les branches si nécessaire



Interventions de terrassements limités (de préférence à l'aspiratrice) pour préserver le système racinaire (radicelles et racines d'ancrage). Soumis à avis préalable de l'autorité compétente ET :

- Si racines >4cm rencontrées lors des terrassements : contacter l'autorité compétente
- Si terrassements laisse le système racinaire à découvert + de 5 jours : recouvrir d'une protection provisoire par mise en place de sable humide sur 10 cm d'épaisseur

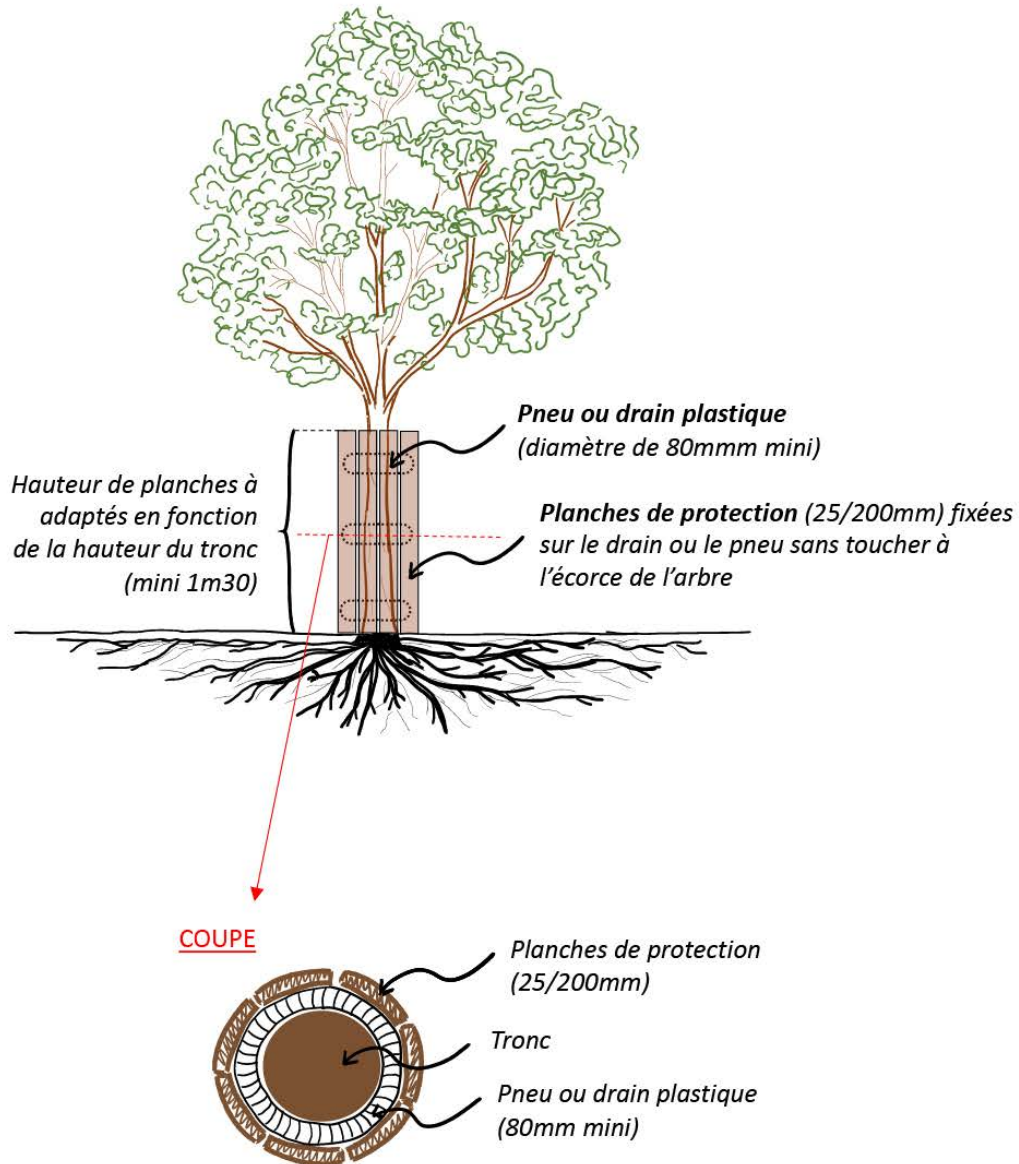


Aucun roulement autorisé dans cette emprise. Si besoin impératif : prévoir sur les zones décaissées des plaques de circulation et/ou du gravier rond sur au minimum 30 cm



Si nécessité de stabiliser le fond de forme : ne pas étendre de chaux ou de ciment à moins de 2m du pied d'arbre

PROTECTION DU TRONC DES ARBRES AVANT TRAVAUX



MODE OPERATOIRE DE TERRASSEMENT A MOINS 1,50M DU PIED D'ARBRE EN MILIEU CONTRAINT



Les terrassements superficiels et profonds type tranchées, fouilles sont interdits dans cette zone sensible. En cas de nécessité pour l'opération et sous réserve de la validation de la collectivité*, les techniques de terrassement doivent être adaptées.

** Contacter l'instructeur du droit des sols dans le cas d'une demande d'autorisation d'urbanisme
Contacter le maître d'œuvre si interne à la collectivité ou à défaut le conducteur d'opération dans le cadre de marché de travaux.*

ETAPE 1 : Décrouitage

Les surfaces dures (enrobé, pavages...) seront enlevées à la minipelle et les lits de pose seront aspirés.

ETAPE 2 : Réalisation du terrassement



Précautions maximales = Zone très sensible pour la survie de l'arbre !

A l'instar des interventions auprès de réseaux sensibles :

Les fouilles devront impérativement débiter à l'aspiration (recours à des aspiratrices équipées de manchons en caoutchouc ou des terrassements réalisés à la pelle à main et marteau pneumatique)

Le recours à la pelle mécanique est possible si aucune racine de plus de 4 cm de diamètre n'est rencontrée.

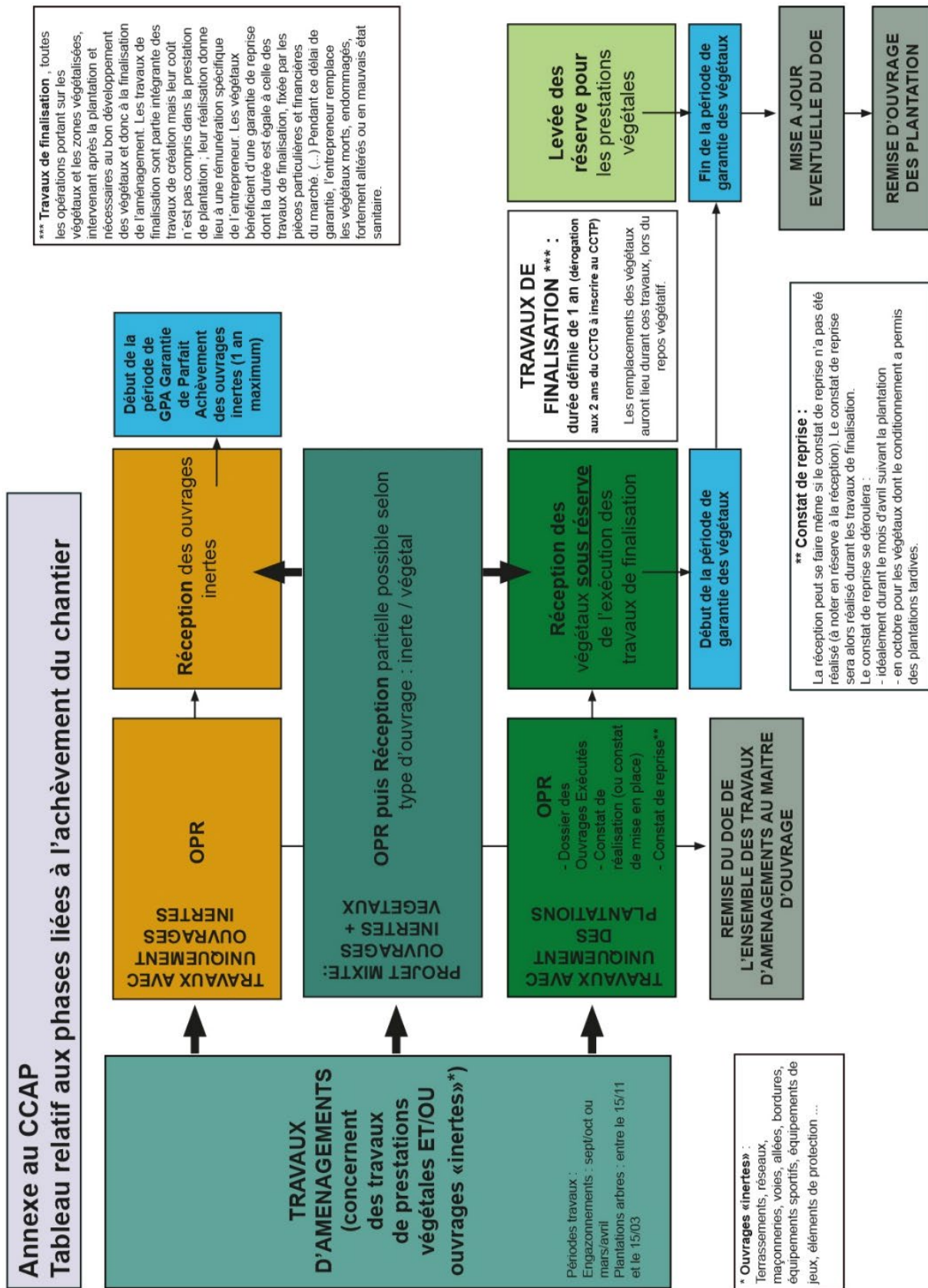


Si racines >4cm rencontrées lors des terrassements : contacter impérativement la collectivité pour définir les mesures à prendre en fonction des dégâts subis par le sujet.

En aucun cas la coupe de ces racines doit être réalisée sans l'avis de la collectivité.

Sous réserve de l'accord de la collectivité, cette intervention peut être réalisée uniquement par du personnel qualifié (élagueur) à l'aide d'outils désinfectés pour éviter la propagation de pathogènes.

Annexe 2 : Phases de réception des projets comprenant des espaces verts



Annexe 3 : Palette végétale indicative selon le sol et l'exposition

Exposition	Hauteur			Arbres
	0 / 30 cm	30 / 80 cm	80 / 130 cm	
Ombagée	Carex morrowii Juncus ensifolius Mentha aquatica	Carex acuta Carex grayi Carex paniculata Geranium palustris	Rodgersia aesculifolia	Alnus cordata Alnus glutinosa Alnus spaethii Fraxinus excelsior Quercus palustris Salix viminalis (à limiter car non adapté au réchauffement climatique) Salix daphnoides Sambucus nigra (fruits) Taxodium disticum
	Juncus, Juncus ensifolius Mentha aquatica	Carex elata "aurea" Carex grayi Geranium palustris Iris sp Ligularia dentata	Butomus umbellatus Cyperus alternifolius Euphorbia palustris Iris pseudocorus, sibirica Lythrum salicaria Phalaris arundinacea	Eupatorium cannabinum Salvia uliginosa
Ensoleillée	Ajuga tenorii "valfredia" Bergenia Carex poensylvanica Epimedium Galium odoratum Pachisandra terminalis Persicaria affinis Primula Persicites fragrans ** Hedera helix "algerian bellecour" Iberis sempervirens Liriope spicata Petasites fragrans ** Pratia Prunus laurocerasus "mount Vernon" Stipa tenuifolia Symphytum grandiflorum Teucrium chamaedrys Vinca minor	Alchemilla mollis Anemone hybrida "Honorine Jobert" Carex sylvatica Euphorbia amygdaloides "Robbiae" Geranium sp Heuchera sanguinea Iris versicolor Lysimachia vulgaris Persicaria Achillea Ballota pseudodictamnus Carex elata "aurea" Carex grayi Carex riparia Chamaemelum nobile Geranium macrorrhizum Geranium sp Liberia formosa Saponaria officinalis alba plena	Dryopteris wallichiana Acanthus mollis Astilbe venus Persicaria Petasites japonicus "giganteus" Rodgersia	Acer davidii "viper" Acer ginnala Acer cordata Alnus cordata Betula papyrifera Rodgersia Castanea sativa (à limiter car non adapté au réchauffement climatique) Cercidiphyllum japonicum (à limiter car non adapté au réchauffement climatique) Deschampsia cespitosa Arunia arbutifolia Caryopteris Heliolanthum salicifolius Hydrangea sp Lysimachia punctata Miscanthus * Viburnum opulus
	Sol drainé, frais (=massifs plantés avec massif drainant à proximité)	Acaena microphylla Bergenia Epimedium Hedera helix "algerian bellecour" Iberis sempervirens Liriope Persicaria affinis Rubus tricolor	Stachys Byzantina Brunnera macrophylla Jack Frost Euphorbia amygdaloides "Robbiae"	Amelanchier canadensis Arunia arbutifolia Caryopteris Heliolanthum salicifolius Hydrangea sp Lysimachia punctata Miscanthus * Viburnum opulus Malus verest perpetu Parrotia persica Prunus cerasus * Prunus padus Quercus afares Quercus canariensis Quercus imbricaria Quercus palustris Sorbus torminalis Sambucus nigra (fruits)
Ombagée	Acaena ovalifolia Achillera crithmifolia Arctostaphylos uva-ursi Campanula muralis Delosperma cooperi Erigeron karvinskianus * Hedera helix "algerian bellecour" Iberis sempervirens Origanum vulgare Rosmarinus officinalis postatus Stipa tenuifolia Veronica repens	Centranthus ruber "coccineus" Chamaemelum nobile Cistus corbariensis Erigeron karvinskianus * Genista lydia Symphoricarpos chenaultii hancock	Abelia grandiflora Gervillaea rosmarinifolia Myrtus chequen Phyllirea angustifolia Rhus tibetanus Verbena bonariensis *	Alnus cordata Alnus spaethii Betula albosinensis Celtis australis Cercis siliquastrum Crataegus monogyna, persimilis Koeleruteria paniculata Morus alba Ostrya carpinifolia Quercus buckleyi
	Sol assez sec (= pied de façades, pieds d'arbres)			

VIGILANCE : Certaines plantes sont référencées comme invasive potentielle ou à surveiller.
 Il n'est pas interdit de les planter, mais veiller à les planter en faible quantité et à observer une surveillance de leur développement.
 * plante invasive à surveiller
 ** plante invasive potentielle

Annexe 4 : Liste non exhaustive des pièces pouvant être exigées dans le DOE

Dans le cadre de la remise d'ouvrage, transmission du DOE définitif composé selon la nature de l'opération de tout ou partie des éléments suivants :

- une notice descriptive des travaux réalisés,
- tous les plans de récolement et tous les plans d'exécution mis à jour en fin de travaux, conformément à la réalisation de l'ensemble des ouvrages exécutés : plan projet, plan surface, plan d'abattage (et plan de compensation si approche DDTM),
- ils seront réalisés à partir des plans (dwg) EXE (ou du D.C.E. le cas échéant), mis à jour avec le relevé des ouvrages réalisés en fonction des adaptations et compléments approuvés lors du chantier,
- tout plan et détail supplémentaire permettant de présenter les modifications apportées au projet initial : plan de plantation à jour suite aux remplacements effectués
- les fiches techniques des végétaux, matériaux, surfaces et matériels utilisés, des fournitures du commerce et mobiliers (nature, caractéristiques, composition, provenance, procédés de mise en œuvre...), avec si possible une liste récapitulative des fournisseurs des matériaux,
- la notice de montage et le guide d'entretien des jeux (en français) ainsi que les vues éclatées et références de chaque pièce du jeu (hormis les jeux sur mesure),
- l'ensemble des éléments assurant la traçabilité des déchets du chantier (bons de mise en décharge, types de matières, quantitatifs, destination, filière de recyclage ...)
- les fiches d'autocontrôles et/ou certificat de conformité,
- les rapports de contrôles techniques éventuels,
- les constats d'huissiers le cas échéant,
- la liste des intervenants pour le présent lot, avec la description de leurs prestations respectives,
- un dossier de photographies (prises pendant le chantier et à l'achèvement),
- les prescriptions de maintenance, notice de fonctionnement, conditions de garantie d'ouvrages spécifiques

Demander au gestionnaire le format de transmission (exemple : 2 exemplaires papier + 1 exemplaire supplémentaire si des arbres d'alignement sont concernés + 1 version numérique).

Annexe 5 : Palette végétale prairie fleurie

Si le caractère fleuri de la prairie est souhaité il faut revenir la refaire mais il est aussi possible de la laisser évoluer naturellement.

Gestion annuelle (Annuelles > vivaces)	Gestion tous les 2 ans	Gestion tous les 2 ans minimum (Vivaces > Annuelles)
Agrostemma githago	Achillea millefolium	Achillea millefolium
Ammi majus	Agrostemma githago	Agrostemma githago
Bidens bur marigold	Ammi majus	Bidens bur marigold
Calendula officinalis	Anthriscus sylvestris	Anthemis tinctoria
Campanula medium	Campanula medium	Centaurea cyanus
Centaurea cyanus	Centaurea cyanus	Godetia grandiflora
Centaurea imperialis	Chrysanthemum leucanthemum	Centaurea moschata
Chrysanthemum segetum	Chrysanthemum segetum	Centranthus ruber
Clarkia unguiculata	Coreopsis lanceolata	Chrysanthemum leucanthemum
Coreopsis tinctoriadwark	Delphinium consolida	Coreopsis lanceolata
Delphinium consolida	Helichrysum bracteatum	Digitalis purpurea
Dimorphotea sinuata	Gypsophila elegans	Echinacea purpurea
Escholtzia californica	Hypericum perforatum	Escholtzia californica
Gilia leptantha	Lathyrus odoratus	Gaillardia pulchella
Godetia grandiflora	Lavatera trimestris	Gypsophila paniculata
Gypsophila elegans	Linum perenne	Hesperis matronalis
Iberis amara	Linum usitatissimum	Linaria maroccana
Lavatera trimestris	Lupinus perennis	Linum grandiflorum
Linaria maroccana	Lupinus annual	Linum perenne
Linum grandiflorum	Malope trifida	Lupinus perennis
Linum usitatissimum	Malva moschata	Lychnis viscaria spendens
Nigella damascena	Myosotis alpestris	Lychnis chalconica
Zinnia elegans	Nigella damascena	Malva moschata
Papaver roheas	Papaver roheas	Oenothera mamarckiana
	Salvia officinalis	Papaver roheas
	Salvia horminum	Rudbeckia hirta
	Trifolium pratense	Salvia horminum

Annexe 6 : Plantes à pollen anémophiles

Plantes aux potentiels allergènes forts et avec une grande volatilité à limiter et à mieux répartir sur le territoire. Échelonner les périodes de pollinisation.

Exemple : Ne pas planter des Cyprès proches d'une aire de jeux car il a un pouvoir allergène fort, est assez peu volatile et en plus à une période de pollinisation étendue sur 2 mois.

Exemple : Le Murier à Papier est extrêmement volatile et va se propager sur une large zone. Cependant son potentiel allergène est peu élevé, donc s'il est planté en nombre son impact allergisant restera faible mais rayonnera plus largement.

POTENTIEL ALLERGÈNE FORT :

- Bouleau sur le mois d'avril (+ volatile)
- Noisetiers sur les mois de février et mars (++ volatile)
- Cyprès de l'Arizona sur les mois de Janvier et février
- Cyprès de Provence sur les mois de Mars et Avril
- Platane sur les mois d'avril et mai (++ volatile)
- Chêne sur les mois d'avril à Juin. (++ volatile)

POTENTIEL ALLERGÈNE MOYEN :

- Aulnes : en février (++ volatile)
- Charmes : en mars jusqu'à début avril
- Frêne commun : En avril et Mai (+ volatile)
- Troènes : En Juin et Juillet
- Olivier : en Mai et Juin. (+ volatile)

POTENTIEL FAIBLE :

- Érables : de Mars à Mai
- Murier à papier : En Mai et Juin (+++ volatile)
- Châtaignier : En Juin (++ volatile)
- Hêtre Commun : En Avril et Mai
- Noyers : En Mai et Juin
- Peupliers : En Avril (+ volatile)
- Saules : en Avril et Mai (++ volatile)
- Tilleuls : En Juin et Juillet
- Ormes : En Mars

Annexe 7 : Plantes invasives

Des plantes exotiques, introduites involontairement (par le déplacement des graines par les animaux) ou volontairement (intégrée dans les jardins pour leur beauté) peuvent devenir envahissantes lorsqu'elles gagnent les milieux naturels au détriment des essences indigènes. Dans ce cas elles génèrent une perte de biodiversité, déséquilibrent l'écosystème en place et augmentent les coûts de gestion (traitement des déchets de fauche, pratiques spécifiques de travaux ...).

Il existe une liste datant de 2020 établie par un centre de ressource des espèces exotiques envahissantes qui suit et met à jour la liste des végétaux envahissants sur le secteur Bretagne (<http://especes-exotiques-envahissantes.fr/base-documentaire/liste-despeces/>).

Lors de l'élaboration des palettes végétales il est nécessaire de vérifier que les essences proposées ne soient pas référencées comme essence invasive avérée. Pour la liste des invasives potentielle ou à surveiller, il faut veiller à limiter le choix de ces essences, limiter leur densité dans les plans de plantation.

Il est à noter que de nombreuses essences communes et classiquement utilisées par les paysagistes sont référencées, c'est pourquoi une partie de la liste (non exhaustive) des plantes invasives en 2020 a été reportée dans cette annexe :

INVASIVES AVÉRÉES EN BRETAGNE et portant atteinte à la biodiversité et/ou aux activités économiques :

Strate arborée et arbustive :

- Baccharis halimifolia – Sénéçon en arbre
- Laurus nobilis – Laurier sauce
- Prunus laurocerasus – Laurier palme
- Rhododendron ponticum – Rhododendron pontique

Strate herbacée :

- Allium triquetrum – Ail à trois angles
- Bidens frondosa – Bident feuillé
- Carpobrotus acinaciformis – Griffes de sorcière
- Cortaderia selloana – Herbe de la Pampa
- Impatiens glandulifera – Balsamine de l'Himalaya
- Lathyrus latifolius – Pois vivace
- Paspalum distichum – Paspale à deux épis
- Polygonum polystachyum – Renouée à nombreux épis
- Reynoutria japonica – Renouée du Japon
- Reynoutria x bohemica – Renouée de Bohême
- Senecio cineraria – Cinéraire maritime

Plante aquatique :

- Azolla filiculoides – Azolla de Caroline
- Crassula helmsii – Crassule de Helms
- Egeria densa – Elodée dense
- Hydrocotyle ranunculoides – Hydrocotyle fausse renoncule
- Lagarosiphon major – Lagarosiphon élevé
- Lemna minuta – Lentille d'eau minuscule
- Ludwigia peploides – Jussie rampante
- Ludwigia uruguayensis – Jussie à grandes fleurs
- Myriophyllum aquaticum - Myriophylle aquatique

INVASIVES POTENTIELLES EN BRETAGNE

(connues pour être des invasives avérées dans d'autres régions ou en voie de naturalisation) et portant atteinte à la biodiversité ou à la santé humaine) :

Strate arborée et arbustive :

- *Acacia dealbata* – Mimosa d'hiver
- *Acer pseudoplatanus* – Erable sycomore
- *Ailanthus altissima* – Ailante glanduleux
- *Buddleja davidii* – Arbre à papillon
- *Cornus sericea* – Cornouiller soyeux
- *Cotoneaster franchetii* – Cotoneaster de Franchet
- *Cotoneaster horizontalis* – Cotoneaster horizontale
- *Cotoneaster simonsii* – Cotoneaster de Simons
- *Cotoneaster x watereri*
- *Elaeagnus angustifolia* – Olivier de Bohême
- *Elaeagnus x submacrophylla* – Chalef de Ebbing
- *Parthenocissus inserta* – Vigne vierge
- *Pyracantha coccinea* – Buisson ardent
- *Robinia pseudoaccacia*
- *Rosa rugosa* – Rosier rugueux
- *Yucca gloriosa* – Yucca glorieux

Strate herbacée :

- *Ambrosia artemisiifolia* – Ambroisie à feuille d'armoise
- *Claytonia perfoliata* – Claytonie de Cuba
- *Cotula coronopifolia* – Cotule pied de corbeau
- *Crocodysmia x crocosmiiflora* – Montbretia
- *Cuscuta australis* – Cuscute australienne
- *Cyperus esculentus* – Souchet comestible
- *Datura stramonium* – Stramoine
- *Epilobium adenocaulon* – Saule frangé
- *Heracleum mantegazzianum* – Berce du caucase
- *Impatiens balfourii* – Balsamine de Balfour
- *Lindernia dubia* – Lindernie fausse-gratiolle
- *Lobularia maritima* – Alysson maritime
- *Petasites fragrans* – Pétasite odorant
- *Petasites hybridus* – Pétasite officinal
- *Senecio inaequidens* – Sénéçon du cap

Plante aquatique :

- *Elodea nuttallii* – Elodée de Nuttall

À SURVEILLER EN BRETAGNE

(problèmes avérés sur la santé humaine, ayant tendance à être envahissantes mais uniquement sur des milieux anthropisés...) : voir liste complète sur le site du centre de ressources.

Ci-dessous un extrait de la liste de certaines plantes couramment utilisées.

Strate arborée et arbustive :

- Acer negundo – Erable negundo
- Aesculus hippocastanum – Marronnier d'Inde
- Berberis – Vinettier de Darwin
- Leycesteria formosa – Arbre aux faisans
- Lonicera japonica – Chèvrefeuille du Japon
- Mahonia aquifolium – Mahonia faux-houx
- Prunus serotina – Cerisier tardif
- Pterocarya fraxinifolia – Noyer ailé du Caucase
- Rhus typhina – Sumac de Virginie
- Symphoricarpos albus – Symphorine à fruits blancs
- ...

Strate herbacée :

- Aster
- Erigeron bonariensis – Vergerette de Buenos Aires
- Erigeron canadensis – Vergerette du Canada
- Erigeron floribundus - Vergerette à fleurs nombreuses
- Erigeron sumatrensis – Vergerette de Sumatra
- Erigeron annuus – Erigéron annuel
- Erigeron karvinskianus – Pâquerette des murailles
- Gunnera tinctoria – Gunnéra du Chili
- Juncus tenuis – Jonc grêle
- Miscanthus sinensis – Miscanthus de Chine
- Nassella tenuissima – Stipe cheveux d'ange
- Oenothera erythrosepala – Onagre à grandes fleurs
- Reynoutria sachalinensis – Renouée Sakhaline
- Symphytum bulbosum – Consoude à bulbes
- Verbena bonariensis – Verveine de Buenos Aires
- ...

Annexe 8 : Plantes toxiques

La toxicité d'une espèce végétale peut s'observer par contact, comme l'euphorbe dont le latex peut être irritant pour les mains et les yeux ; ou par ingestion, comme les baies d'Ifs par exemple. Différentes parties de la plante peuvent être toxiques, il peut s'agir de la feuille, de la fleur, des baies...

Plantes Mortelles :

- Par ingestion :
 - Belladone
 - Colchique
 - If
 - Ricin commun
 - Troènes
 - Morelle noire
 - Laurier rose
- Par ingestion ET par contact :
 - Tamier

Plantes Toxicité aiguë :

- Par ingestion :
 - Arum d'Italie
 - Bryone dioïque
 - Gui
 - Lierres
- Par contact :
 - Berce du Caucase
 - Euphorbes
- Par ingestion ET par contact :
 - Datura officinal

Plantes Toxicité moyenne :

- Par ingestion :
 - Chèvrefeuille
 - Cytise
 - Douce amère
 - Fusain d'Europe
 - Phytolaque
 - Sureau yèbles
 - Laurier cerise

Plantes Toxicité faible :

- Par ingestion :
 - Alocasia
 - Buisson ardent
 - Cotoneaster
 - Marronnier d'inde
 - Pommier d'Amour

Annexe 9 : Tranchée de Stockholm

(Extraits de "Arbres en milieu urbain. Guide de mise en œuvre", Trees & Design Action Group, 2016)

Le système se compose :

- ✓ D'une vaste base constituée d'une matrice de grosses pierres anguleuses (granit, blocs de béton recyclé, etc. de 100 à 150 mm de calibre). C'est dans cette base que la terre est introduite (donc avant l'installation de la couche d'aération) au moyen d'un jet d'eau sous pression, une fois la matrice de grosses pierres installée et compactée. Ce procédé est à mettre en œuvre par couches successives de 300 mm de pierres. La terre employée inclut un engrais à libération lente pour soutenir la croissance de l'arbre durant les deux premières saisons de croissance. La Ville de Stockholm limite la teneur en particules fines (inférieures à 0,02 mm de diamètre) au maximum à 8 % du volume, tandis que la matière organique représente entre 2 % et 4 %.
- ✓ Puis d'une couche dite « d'aération » à base de pierres sèches plus petites (granit lavé de 63 à 90 mm de calibre). La couche d'aération est connectée à la surface au moyen de puits placés à intervalles réguliers assurant, outre l'échange gazeux entre l'atmosphère et le sous-sol, la collecte des eaux de ruissellement. Ces puits sont couverts en surface d'une grille en fonte (comparable à celle des égouts) et équipés de pièges à sable pour permettre un nettoyage périodique. Le bon fonctionnement de l'aération est facilité par la différence de température entre l'atmosphère et le sol. Il ne faut introduire aucun géotextile ou toute autre membrane entre la couche d'aération et la base du substrat ce qui rendrait la couche d'aération inopérante.
- ✓ Et enfin le système est ensuite recouvert du revêtement de surface. Les fondations de cette couche de finition sont installées sur un géotextile reposant directement sur la couche d'aération. Le géotextile a pour fonction d'éviter que des particules fines des couches de fondation ne pénètrent et ne bouchent la couche d'aération.

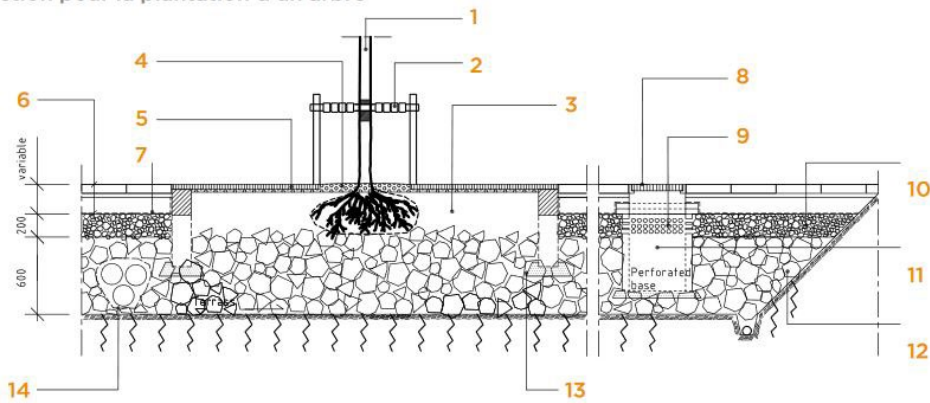
L'apport en eaux de ruissellement dans ce système est indispensable, poussant les gaz présents dans le sol, notamment le CO₂ dont l'accumulation est susceptible d'empoisonner les racines. La couche d'aération facilite également une rétention de l'humidité pendant la saison chaude par condensation sur les pierres.

Les dernières évolutions du système de Stockholm intègrent du biochar (charbon à usage agricole) qui améliore les capacités de rétention d'eau du système et lui confère des propriétés filtrantes intéressantes tout en faisant de l'ensemble un puits de carbone.

Le système n'existe que depuis dix ans, et remet en cause des principes tenus pour « acquis » sur l'importance de l'apport en terre. Les résultats observés en Suède et aux États-Unis sont bons, mais un suivi de plus long terme est nécessaire. Les coûts d'installation sont élevés. Ceci est largement dû au temps nécessaire pour introduire la terre dans la matrice de grosses pierres constituant la base du système et à l'impossibilité de réutiliser les sols existants (surcoût pour leur transport et retraitement).

Le système de Stockholm n'est pas complexe sur un plan technique, mais son installation exige de la rigueur. Comme pour les mélanges terre-pierre classiques, le contrôle de la qualité des spécifications et de leur application sur le chantier est déterminant. Exercer un contrôle étroit sur les conditions d'exécution constitue un facteur de réussite déterminant.

Section pour la plantation d'un arbre



- | | |
|--|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Arbre nouvellement planté - force 20 à 25 mm 2. Lien au tuteurage 3. Terre végétale 4. Mulch minéral de 4 à 8 mm de calibre sur une épaisseur de 50 mm 5. Grille de pied d'arbre (dimensions : 1400 X 2800 mm) 6. Revêtement de surface et ses couches de fondation 7. Géotextile 8. Bouche du puits - Point bas des rigoles de collecte des eaux de pluie | <ol style="list-style-type: none"> 9. Perforations du puits à hauteur de la couche d'aération 10. Couche d'aération 11. Puits pour l'échange gazeux et l'approvisionnement en eau de pluie 12. Mélange terre-pierre installé par couches successives 13. Faible quantité d'engrais intégré à chaque couche du mélange terre-pierre 14. Canalisations intégrées à l'installation entourées d'un géotextile et de graviers |
|--|--|

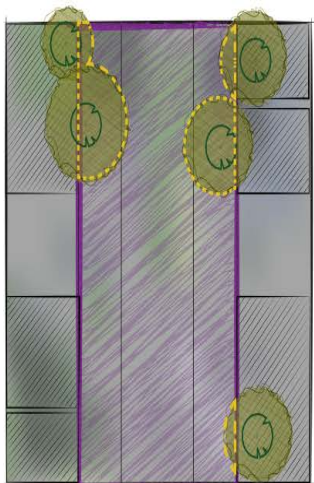
Section d'un nouvel arbre planté à l'aide du système de Stockholm extraite de l'édition 2009 du *Stockholm Handbook*.

Annexe 10 : Fiche indicateur écologique / Bilan lutte changement climatique et biodiversité

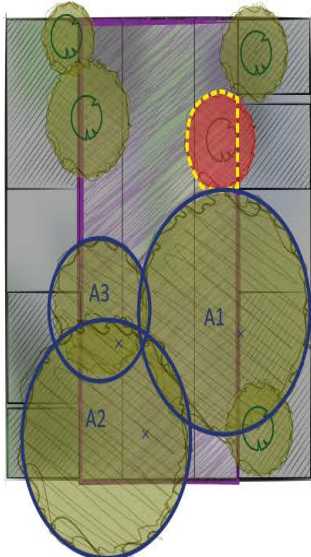
Méthode de calcul de la canopée

METHODE DE CALCUL CANOPEE

① EXISTANT



② PROJET



③ INTEGRATION DES DONNEES A LA FICHE

Bilan lutte changement climatique / biodiversité			
Indicateur nombres d'arbres	Quantité	Stockage carbone des arbres plantés au stade mature en (log CO2) *	
Nombre d'arbres total présents sur l'espace public existant (diam > 15cm) (n)	2	-	-
Nombre d'arbres sur espace public supprimés dans le cadre de l'aménagement (diam > 15cm) (n)	1	-	-
Total Nombre d'arbres plantés sur espace public (n)	3	-	-
Nombre d'arbres feuillus de grand développement plantés sur espace public (n)	1	5,5	-
Nombre d'arbres feuillus de moyen développement plantés sur espace public (n)	1	4,5	-
Nombre d'arbres feuillus de petit développement plantés sur espace public (n)	1	4	-
Nombre de conifères plantés sur espace public (n)	0	0	-
BILAN Total des arbres après aménagement			
	-	-	14

Bilan canopée			
Indicateur canopée	Quantité (m²)	% d'occupation de la canopée sur le périmètre cadastré	Taux de croissance
Canopée présente sur le périmètre opération avant projet (m²)	31,36	15%	100%
Canopée supprimée dans le cadre de l'aménagement (m²)	13	6%	41%
Total canopée Ajouté sur le périmètre opération après projet (m²)	136	64%	434%
Canopée des arbres de grand développement après projet (m²)	78	-	-
Canopée des arbres de moyen développement après projet (m²)	38	-	-
Canopée des arbres de petit développement après projet (m²)	20	-	-
Canopée des conifères après projet (m²)	0	-	-
Canopée Micro Forêt (m²)	0	-	-
BILAN Total canopée après aménagement (m²)			
	134,36	72%	492%

Extrait de la fiche indicateur selon l'exemple ci-contre

Aucun plan ou rendu graphique associé à la fiche de calcul n'est exigé

EXEMPLE DE CALCUL CANOPEE / METHODE DE CALCUL

1 - CALCUL CANOPEE EXISTANTE :

- télécharger la photo aérienne récente
- l'intégrer sous le plan topographique existant
- redessiner les arbres existants avec la taille réelle des houppiers.
- dessiner les contours des houppiers dans l'emprise du projet en appui sur la photo aérienne.

CANOPEE EXISTANTE = 31.36 m²

2 - CALCUL CANOPEE SUPPRIMEE :

- dessin de la canopée supprimée dans l'emprise du projet.

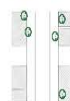
CANOPEE SUPPRIMEE = 13 m²

3 - CALCUL AUTOMATIQUE DE LA CANOPEE PROJETE A + 20 ANS :

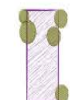
- le nombre d'arbres prévus au projet est ensuite ajouté dans le tableau indicateur écologique selon les 3 tailles d'arbres projetés : A1, A2, A3. Le calcul de la surface canopée se fait ensuite automatiquement.
- CALCUL DU TABLEAU NOUVEAUX = 136 m² (A1 : 78m², A2 : 38m² et A3 : 20m²).**



→ Orthophotographie



→ Plan masse de l'existant (espace public, espace privé, végétation existante)



→ Emprise du projet.
Représentation des arbres existants avec leur couronne réelle



→ Arbre existant supprimé dans le cadre du projet

Dimensionnement non représentatif des houppiers à + 20 ans
(la taille réelle est calculée automatiquement à partir du nombre d'arbres plantés rentrés dans le tableau dans le tableau de calcul)



→ A1 : Arbres grand développement



→ A2 : Arbres moyen développement



→ A3 : Cépées et fruitiers

En AVP, le maître d'œuvre s'engage à compléter le tableau de Bilan.
Tableau disponible sur le site de Rennes Métropole.

Bilan lutte changement climatique / biodiversité : Bilan nombre d'arbres et stockage carbone.

Bilan lutte changement climatique / biodiversité

indicateur nombres d'arbres	Quantité	Stockage carbone des arbres plantés au stade mature en (teq CO2) *
Nombre d'arbres total présents sur l'espace public existant (diam > 15cm) (u)		-
Nombre d'arbres sur espace public supprimés dans le cadre de l'aménagement (diam > 15cm) (u)		-
Total Nombre d'Arbres plantés sur espace public (u)	0	
Nombre d'Arbres feuillus de grand développement plantés sur espace public (u)		0
Nombre d'Arbres feuillus de moyen développement plantés sur espace public (u)		0
Nombre d'Arbres feuillus de petit développement plantés sur espace public (u)		0
Nombre de conifères plantés sur espace public (u)	0	0
BILAN Total des arbres après aménagement	0	-
BILAN CAPTATION DE CARBONE des arbres plantés au stade mature	-	0

Bilan lutte changement climatique / biodiversité : Bilan surface canopée.

Bilan canopée

indicateur canopée	Quantité (m²)	% d'occupation de la canopée sur le périmètre opération	Taux de croissance
Canopée présente sur le périmètre opération avant projet (m²)		0%	
Canopée supprimée dans le cadre de l'aménagement (m²)		0%	
Total canopée Ajouté sur le périmètre opération après projet (m²)	0	0%	
Canopée des arbres de grand développement après projet (m²)	0	-	-
Canopée des arbres de moyen développement après projet (m²)	0	-	-
Canopée des arbres de petit développement après projet (m²)	0	-	-
Canopée des conifères après projet (m²)	0	-	-
Canopée Micro Forêt (m²)	0		
BILAN Total canopée après aménagement (m²)	0	0%	

Pour info, taille des arbres : grand / moyen et petit développement à considérer pour remplir l'indicateur du nombre d'arbres

	Hauteur estimée à 20ans	Diamètre houppier estimé à 20 ans	Surface canopée qui est renseignée automatiquement dans le bilan surface canopée
Arbre grand développement	Plus de 15m	10m	78m²
Arbre moyen développement	Entre 9 et 15 m	7m	38m²
Arbre petit développement et fruitiers	Entre 4 et 8m	5m	20m²

Annexe 11 : Mise en œuvre du mélange terre-pierre

L'objectif général est d'empêcher toute manipulation du mélange terre-pierre lors du chargement et du déchargement dans un camion ainsi que toute ségrégation liée au transport. Compte-tenu de la très forte sensibilité du mélange terre-pierre à la ségrégation, il est préférable d'effectuer le mélange à proximité des fosses avant leur approvisionnement. En cas d'impossibilité, une vigilance particulière doit être apportée aux conditions de transport et de stockage.

- o Conditions météorologiques de mise en œuvre :

Toute pluie supérieure à 5 mm par 24 heures nécessite l'arrêt provisoire de la fabrication et de la mise en œuvre du mélange ainsi que le bâchage des stocks et fosses remplies exposées aux intempéries, sauf si l'entrepreneur envisage de travailler en surface couverte.

Lors de la réalisation du mélange, (ou de sa décompaction), l'humidité de la terre doit être inférieure à 80 %, à sa limite de plasticité.

- o Transport et stockage :

Le transport du lieu de production jusqu'au chantier de plantation s'effectuera avec des camions ou des semi-remorques selon les possibilités de réception du chantier. Tous les véhicules de transport des matériaux devront être systématiquement bâchés pendant le trajet.

Les stocks de terre, les tas de pré-mélanges ainsi que les fosses partiellement remplies de mélange doivent être bâchés à tout arrêt du chantier.

- o Fabrication du mélange :

Dans tous les cas de figure, le mélange terre-pierre se réalise en dehors de la fosse ou de la tranchée.

- 1- la méthode consiste à approvisionner 2 volumes (godets) de pierres sur l'aire en un tas. Sur ce tas, on apporte 1 volume (godet) de terre qui est gerbé en haut du tas. Ce prémélange sert à approvisionner directement les fosses. Le chauffeur de l'engin veillera à charger son godet en pied de tas et à gerber son godet en milieu de fosse. Les 3 godets (2+1) seront remués 2 fois.
- 2- une fois dans la fosse, le mélange est régalé par couche de 35 cm environ (soit 1/3 de l'épaisseur du mélange terre-pierre à apporter dans la fosse), puis compacté par au moins 6 passes de plaque vibrante (PQ4) ou de rouleau (PV3 ou PV4), sous réserve des classes minimales précisées ci-dessous. Si le compactage s'effectue au rouleau, prévoir une rampe d'accès pour les premières couches de mélange terre-pierres. Le rouleau vibrant est conseillé pour les grandes fosses de plantation : fosses importantes ou fosses continues. Tout plombage à l'eau est exclu.
- 3- l'opération se répète afin de constituer les différentes couches successives de mélange terre-pierres, pour atteindre la profondeur voulue du profil, par exemple, pour un profil courant de 1 m en 3 couches le compactage s'effectue en 3 x 6 soit 18 passes.

Le matériel utilisé pour la fabrication du mélange est indiqué dans le tableau ci-dessous à chaque étape de la fabrication. Tout autre engin est exclu.

Engins	Fonction
Chargeur	Prémélange et approvisionnement
Pelle mécanique	Prémélange et réglage
Tractopelle avec godet et bras articulé	Prémélange, approvisionnement et réglage
Plaque vibrante PQ 4	Compactage
Rouleau vibrant PV3 ou PV4	Compactage

NB : il est indispensable de prévoir une surépaisseur de la couche non compactée de mélange terre-pierres de l'ordre de 5 cm (coefficient de foisonnement), laquelle disparaîtra au compactage.

Annexe 12 : Les micro-forêts urbaines et forêts nourricières

I) Les micro-forêts urbaines : De la micro-forêt Miyawaki aux plantations denses

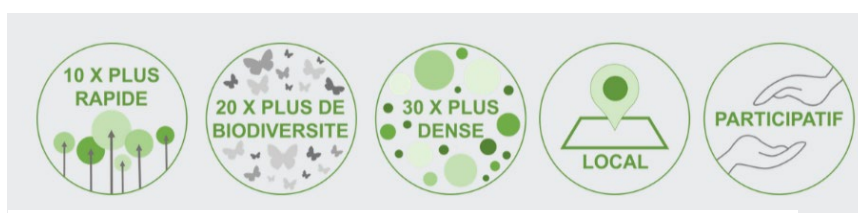
A) Concept et définitions

o La micro-forêt urbaine type Miyawaki

Inspiré du botaniste japonais Akira Miyawaki, une micro-forêt type Miyawaki est présentée comme un petit écosystème forestier à la végétation dense et aux essences indigènes fonctionnant selon les principes d'une forêt naturelle. Cette méthode de plantation est utilisée en général en milieu urbain et sur des petites surfaces pour restaurer ou implanter des forêts à partir d'arbres natifs sur des sols sans humus, très dégradés ou déforestés.

Les invariants d'une micro-forêt type Miyawaki :

- Un cortège d'une trentaine d'essences indigènes (arbres à tailles variées et arbustes)
- Un travail du sol : décompactage et amendement
- Une plantation dense : 3 plants au mètre carré
- Sélection de jeunes plants en racines nues
- Une croissance rapide
- Autonomie rapide du milieu, donnée à environ 3 ans
- Pas d'intervention de gestion si ce n'est sur la strate basse les 3 premières années (désherbage)



Source : <https://urban-forests.com/methode-miyawaki/>

Si cette méthode est adaptée dans certains cas, il est nécessaire d'adopter une approche raisonnée et de réfléchir à la meilleure option la plus adaptée au contexte local. D'autres types de "plantations denses" existent.

Plus d'informations ici : <https://www.mnhn.fr/fr/actualites/forets-miyawaki-comment-bien-adapter-la-methode-japonaise-au-contexte-francais>

o Les plantations denses

Les plantations denses permettent d'adapter la micro-forêt urbaine au contexte local en limitant le travail du sol (qui n'est pas toujours nécessaire) et de maîtriser les coûts.

Les invariants d'une plantation dense :

- Une étude pédoclimatique préalable
- Un cortège d'espèces locales mais aussi d'essences adaptées aux modifications des conditions climatiques, notamment en intégrant 50% d'espèces endomycorhizées qui vont aider les espèces locales (principalement ectomycorhizées) à s'adapter au changement climatique (migration assistée). Il est possible d'intégrer des espèces nourricières, fruitières (pour l'homme et pour la faune locale).
- Limiter le travail du sol à son strict nécessaire en fonction de l'étude pédologique. Éviter le remaniement des horizons. Effectuer le travail très en amont pour laisser la vie du sol s'installer.
- Une plantation moins dense, plus proche d'un sujet par mètre carré.
- Gestion

En somme, il existe beaucoup d'appellations différentes, il n'y a pas de définitions arrêtées et partagées mais ces plantations ont des composantes communes :



Source : Plante & cité : étude sur les plantations urbaines denses

B) Les objectifs

Les plantations denses ou micro-forêts de type miyawaki visent plusieurs objectifs :

- **Social** : La plantation de ces espaces se fait souvent de manière participative ce qui permet de rendre acteurs les citoyens et de les sensibiliser aux enjeux écologiques, de renouer avec le vivant
- **Santé et bien-être** : Créer ces espaces permet d'amener des espaces verts au cœur des quartiers. Ainsi, cela a un impact sur le paysage et le cadre de vie des citoyens.
- **Biodiversité et changement climatique** : Planter de nouveaux espaces verts permet d'améliorer la biodiversité locale notamment en créant de nouveaux habitats pour la faune. Ces plantations pourraient également permettre de rafraîchir très localement les espaces grâce à l'évapotranspiration des végétaux.

C) Conception, mise en œuvre et gestion d'une micro-forêt : différentes méthodes à travers des cas concrets

	Méthode Miyawaki	Plantations denses
Exemple de réalisation	Micro-forêt avenue d'Italie à Rennes	Plantations denses au jardin des vikings à Rennes
Réflexions préliminaires	<ul style="list-style-type: none"> • Observation et inventaire des essences natives • Analyse de sol • Choix des essences et commande 	<ul style="list-style-type: none"> • Une étude pédoclimatique préalable • Choix des essences et commande
Travaux préalables	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Travail du sol :</u> <ul style="list-style-type: none"> ○ Décompacter sur 50 cm ○ Apporter l'amendement naturel (compost, copeaux de bois...), l'enfourir dans les 20 à 30 premiers centimètres du sol. L'idée est ici de recréer un sol forestier artificiel et de booster la reprise des plants. • <u>Implantation :</u> <ul style="list-style-type: none"> ○ Délimiter la surface ○ Poser une clôture pour protéger les plantations les premières années, en particulier en milieu urbain dense ○ Mise en œuvre d'un paillage organique (très en amont de la plantation, début de l'automne, afin d'éviter le phénomène de fin d'azote au moment de la plantation) : Broyat, BRF et paille (facilite la plantation et esthétique) 	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Travail du sol :</u> <ul style="list-style-type: none"> ○ Décompacter sur 50 cm si nécessaire ○ Apporter l'amendement naturel (compost, copeaux de bois, paille...), l'enfourir dans les 20 à 30 premiers centimètres du sol. ○ Éviter le remaniement des horizons ○ Effectuer le travail très en amont pour laisser la vie du sol s'installer. • <u>Implantation :</u> <ul style="list-style-type: none"> ○ Délimiter la surface ○ Poser une clôture pour protéger les plantations les premières années, en particulier en milieu urbain dense • <u>Mise en œuvre d'un paillage organique</u> (très en amont de la plantation, début de l'automne, afin d'éviter le phénomène de fin d'azote au moment de la plantation) : Broyat, BRF et paille (facilite la plantation et esthétique)
Plantation	<ul style="list-style-type: none"> • Planter dense et en aléatoire en essayant de respecter les 3 strates dans un m² • Jeunes plants en racines nues ou godets forestiers, pralinage, plombage et pose d'un filet de protection 	<ul style="list-style-type: none"> • Planter en aléatoire en se rapprochant d'1 plant/m² • Alternier entre les essences de différentes grandeurs • Jeunes plants d'1 an en racines nues ou godets forestiers, pralinage, plombage et pose d'un filet de protection
Gestion	<p>Suivi les 2 à 3 premières années (désherbage et arrosage si nécessaire) puis autonomie.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Arrosage • Désherbage pour éviter la concurrence 	<p>Suivi les 2 à 3 premières années puis autonomie.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Arrosage • Désherbage pour éviter la concurrence • Sélection des arbres au fur et à mesure de leur croissance • Remplacement des sujets morts si le taux de mortalité est élevé

D) Conclusion

La micro-forêt de type Miyawaki est un concept en vogue avec un début de la médiatisation en 2018-2019 et une augmentation croissante au fil des années. Le principal intérêt de ce concept est l'aspect social : ce type de plantation est souvent réalisée de manière participative ce qui permet une mobilisation citoyenne et un levier de sensibilisation.

Toutefois la méthode Miyawaki reste controversée :

- D'abord sur la sémantique "forêt" : pouvons-nous réellement parler d'un écosystème forestier ?
- Puis, il est souvent mis en avant son intérêt incomparable pour la biodiversité. Ces avantages annoncés ne sont pas réellement vérifiés car il n'existe pas ou peu de données scientifiques à ce sujet.

En somme, les micro-forêt de type miyawaki ou les plantations denses constituent des outils de végétalisation des villes parmi d'autres mais elles ne constituent pas la solution principale pour adapter la ville au changement climatique et faire face à la crise écologique. Il est important de planter certes, mais il est aussi essentiel de garder une diversité des milieux (zones humides, prairies permanentes...). Cette diversité offre des services écosystémiques et des aménités au moins aussi intéressantes que les plantations d'arbres.

II) **La forêt comestible** : Nous parlons également de jardin forêt, de forêt nourricière

➤ Conception

Les forêts nourricières cherchent à **imiter la forêt laissée à l'état sauvage** tout en **accélérant la succession végétale**. Une forêt nourricière en milieu tempéré **se rapproche plus d'une jeune forêt qui n'a pas atteint sa maturité**. Il y a suffisamment de **lumière** pour cultiver et récolter un nombre important de fruits, noix, plantes médicinales, légumes pérennes et aromatiques. Mais il s'agit d'un milieu artificiel géré par la main de l'homme (pour empêcher le milieu de se refermer).

Ce type de concept permet d'intégrer de **la pédagogie et de la formation**. En effet, ce concept permet de **faire découvrir la diversité végétale comestible et la diversité des possibilités de transformation culinaire de ces végétaux**. Chaque tradition culturelle peut partager ses connaissances et ainsi créer du lien social et enrichir la diversité végétale. Le partage des récoltes et des recettes de transformation contribuera à dynamiser ces lieux de vie.

- La forêt doit être conçue avec **7 strates ou étages** (supérieur, intermédiaire, inférieur, au-dessus du sol, au niveau du sol, vertical et au-dessous du sol) allant des plantes racines, aux champignons, aux plantes grimpantes jusqu'aux grands arbres (noyer, châtaignier...). Mais attention : le **temps** joue un rôle important : La création d'un jardin forêt relève d'une **stratégie de succession** des végétaux.
- Un jardin forêt peut s'étendre sur quelques mètres carrés à quelques hectares. Il peut comprendre entre **100 et 1500 espèces différentes**. La **diversité est encouragée**. La **stabilité** et la production du système sont étroitement **liées à la diversité** qui le caractérise. Pour sa conception, le **choix de la palette végétale** peut se faire avec la **population**. Cependant, au vu de la diversité végétale, il est bien de **solliciter un expert du jardin forêt**.
- Elle intègre **10% à 30% de plantes fixatrices d'azote** afin que le jardin forêt soit autosuffisant en azote.
- Elle comprend des plantes connues sous le nom **d'accumulateurs dynamiques** (Exemple la consoude). Ces plantes à racines profondes, remontent des profondeurs

les minéraux inaccessibles aux plantes à petites racines et les ramène en surface au travers de leur feuillage.

- **Le positionnement des végétaux** tiendra compte de la **pénétration du soleil** dans le système : Les chemins, lisières et clairières qui le compose permettront de faire rentrer suffisamment de lumière pour optimiser la production.
- **Liste de quelques végétaux** emblématiques de la forêt nourricière :
 - **Les arbres :**
 - Les fixateurs d'azote : Caraganier, Févier d'Amérique, Sophora ...
 - Les fruitiers classiques : Pommier, Poirier, Pruniers, Noyers, Châtaigniers, Kaki, Abricotier, Amandier, Cerisiers, Figuiers, Pêchers, ...
 - Les fruitiers originaux : Asiminier, Cormier, Murier (Morus sp.), Agrumes, ...
 - **Les grimpants :**
 - Les fruitiers classiques : Vignes, kiwi,
 - Les fruitiers originaux : Kiwaï, Holbélie, Akébie, ...
 - **Les arbustes :**
 - Les fixateurs d'azote : Elaeagnus (E. umbellata,...) Indigotier, ...
 - Les fruitiers classiques : groseilles, cassis, framboises, noisetiers, Ronces,
 - Les fruitiers originaux : Aronie, Arbousier, Casseille, Cornouiller de l'Himalaya, Cornouiller mâle, Cognacier de Cathay, Gojy, Baie de mai, Goyavier du Brésil...
 - **Les herbacées :**
 - Ignose de Chine, poire de terre, Occa du Pérou, Glycine tubéreuse, ...

Exemple de forêt nourricière sur Rennes : Forêt créée en 2016 par l'association Jardins(ou)Verts sur le parc du Landry, côté rue de la Poterie sur une surface de 1600 m².

➤ La Mise en œuvre

Sa mise en œuvre se fait bien souvent **avec la population accompagnée par une association compétente ou un expert du jardin forêt.**

- Au démarrage, le sol recevant les plantations sera travaillé et enrichi. Un engrais vert avec des plantes à racines pivotantes peut être semé afin de perforer le sol et lui redonner progressivement sa porosité.
- Ensuite le sol n'est plus retourné. Il sera couvert en permanence par un paillage ou des plantes tapissantes.
- Les massifs, les chemins et clairières qui vont composer la forêt jardin sont dessinés.
- La plantation sous forme de jeunes plants ou de semis est réalisée.

➤ La gestion

- La gestion consiste à **enrichir le milieu aussi bien en espèces qu'en apport de biomasse**. Cela nécessite de la **taille** des **plantes pionnières et fixatrices d'azote et accumulateurs dynamiques**, (recépage, remontée de couronnes, fauchage...). En effet, les faucher ou les tailler fréquemment accélère le retour à l'auto-fertilité.
- Tondre les chemins d'accès, tailler les arbres et arbustes fruitiers
- Contenir les plantes qui se développent par rhizome en supprimant les drageons, désherber tout en maintenant le sol toujours couvert.

INFO : Les **plantes pionnières** implantées au départ finiront par disparaître. Leur vitesse de croissance est élevée. Un **microclimat** va progressivement se créer et favoriser la croissance des végétaux productifs.

Pour aller plus loin : **SITE INTERNET:** [La forêt gourmande](#)

Annexe 13 : Espace canin

À la faveur des conditions de vie des animaux, certaines collectivités ont pour objectif de créer un environnement favorisant la cohabitation humains/animaux. Cet objectif a pour enjeux de réguler les nuisances que peuvent induire « l'usage chien » (déjections, dangerosité, sentiment d'insécurité, dégradation des espaces...) et de mieux accueillir le duo chien/propriétaire dans le respect de tous les usagers.

Les espaces canins sont des espaces permettant aux chiens, lorsqu'ils sont clos, d'évoluer en liberté (non tenu en laisse), de se défouler, de sociabiliser et de faire leurs besoins.

Ce référentiel Ville de Rennes est donné à titre d'exemple et a pour but de donner les caractéristiques principales des espaces canins et ses modalités de mise en œuvre.

I. LES TYPOLOGIES D'ESPACES CANINS Ville de Rennes

1. L'ESPACE CANIN – TYPE 1

Petit espace de quelques m² et jusqu'à 100 m² dont la destination est principalement de permettre aux chiens de faire leurs besoins.

- Les chiens peuvent être non tenus en laisse lorsque l'espace est clôturé, fermé ou non.

OBJECTIF :

- ✓ Les agrandir (existants) quand c'est possible et les supprimer lorsqu'ils ne sont pas utilisés.
- ✓ Cette typologie ne correspond plus aux usages, les créations doivent être évitées.

2. L'ESPACE CANIN LIBRE – TYPE 2

Grand espace de plusieurs centaines de m², parfois de plusieurs milliers de m² pour permettre aux chiens de faire leurs besoins, de se défouler, de sociabiliser.

- L'espace est clos
- Les chiens peuvent ne pas être tenus en laisse

OBJECTIF :

- ✓ Typologie d'espaces canins à privilégier
- ✓ Au moins deux espaces canins libres par quartier, à affiner dans les quartiers à l'habitat dense (Quartiers centre et sud gare).
- ✓ Un maillage équilibré à l'échelle de la ville

3. L'ESPACE CANIN PARTAGÉ –TYPE 3

Très grand espace d'au moins 1 000 m² et parfois plus d'1/2 hectare pour permettre aux chiens de faire leurs besoins, de se défouler, sociabiliser.

- L'espace est clôturé mais n'est pas fermé
- Les chiens peuvent ne pas être tenus en laisse
- Les usagers sans chien sont invités à aller dans ces espaces

OBJECTIF :

- ✓ Deux espaces canins partagés pour la ville

II. AMÉNAGER un espace canin sur Ville de Rennes

1. Déterminer le site, la localisation

La localisation et l'implantation sont à définir avec la Direction des Jardins et de la Biodiversité et les Directions de Quartier.

Les principaux paramètres à prendre en compte pour l'implantation d'un espace canin sont :

- Le besoin, caractérisé par un "usage chien" identifié
- L'environnement immédiat : densité et proximité des habitations
- Le maillage préconisé par le gestionnaire
- L'impact sur les usages et le milieu naturel (faune et flore)

2. Définir la superficie

La superficie est à déterminer avec la Direction des Jardins et de la Biodiversité en fonction des possibilités qu'offre le site et de l'estimation de sa fréquentation.

- Plus l'espace canin est grand plus il garantit un bon fonctionnement
- Au minimum, un espace canin doit faire 1 000 m². Plus il est grand plus il est utilisé et plus l'impact sur le milieu est dilué.
- Il est possible de créer des espaces canins beaucoup plus grands. Plus anecdotiques, ces espaces ne peuvent être implantés que dans les très grands espaces. Exemple : 6 500 m² aux Prairies St Martin.

3. L'équipement selon la typologie

- Une clôture d'1.2 m bien intégrée au paysage (ganivelle, clôture bois...)
- Un portail le cas échéant (type 2)
- Du mobilier (type 2 et 3) : banc, tronc faisant office d'assise
- La signalétique adaptée : terminologie de l'espace, règles de fonctionnement





Ville de
RENNES

ESPACE CANIN PARTAGÉ

Ouvert à tout le monde,
avec ou sans chien

- Autorisé aux chiens avec ou sans laisse mais restant sous la surveillance et la responsabilité des propriétaires
- Ramassage des déjections obligatoire
- Espace interdit aux chiens de première catégorie
- Obligation de museler et de tenir en laisse les chiens de deuxième catégorie

Un espace canin libre et clos est disponible au niveau de la plaine festive.

Ville de
RENNES

ESPACE CANIN LIBRE

ESPACE CANIN LIBRE

LIVRETS TECHNIQUES

AMÉNAGEMENTS CYCLABLES
ÉCLAIRAGE PUBLIC
PLUVIAL ET VILLE PERMÉABLE
SIG ET TOPOGRAPHIE
PAYSAGE ET VÉGÉTALISATION
VOIRIE
DÉCHETS ET PROPRETÉ
SIGNALISATION ET MOBILIER URBAIN
ASSAINISSEMENT



PÔLE INGÉNIÉRIE ET SERVICES URBAINS (PISU)
Hôtel de Rennes Métropole
4 avenue Henri-Fréville CS 93111 - 35031 Rennes Cedex
T. 02 99 86 60 60 • www.metropole.rennes.fr



AGENCE D'URBANISME DE RENNES
3 rue Geneviève de Gaulle-Anthonioz
CS 40716 - 35207 RENNES Cedex 2
T. 02 99 01 86 40 • www.audiar.org

2024-5301-EXT-095