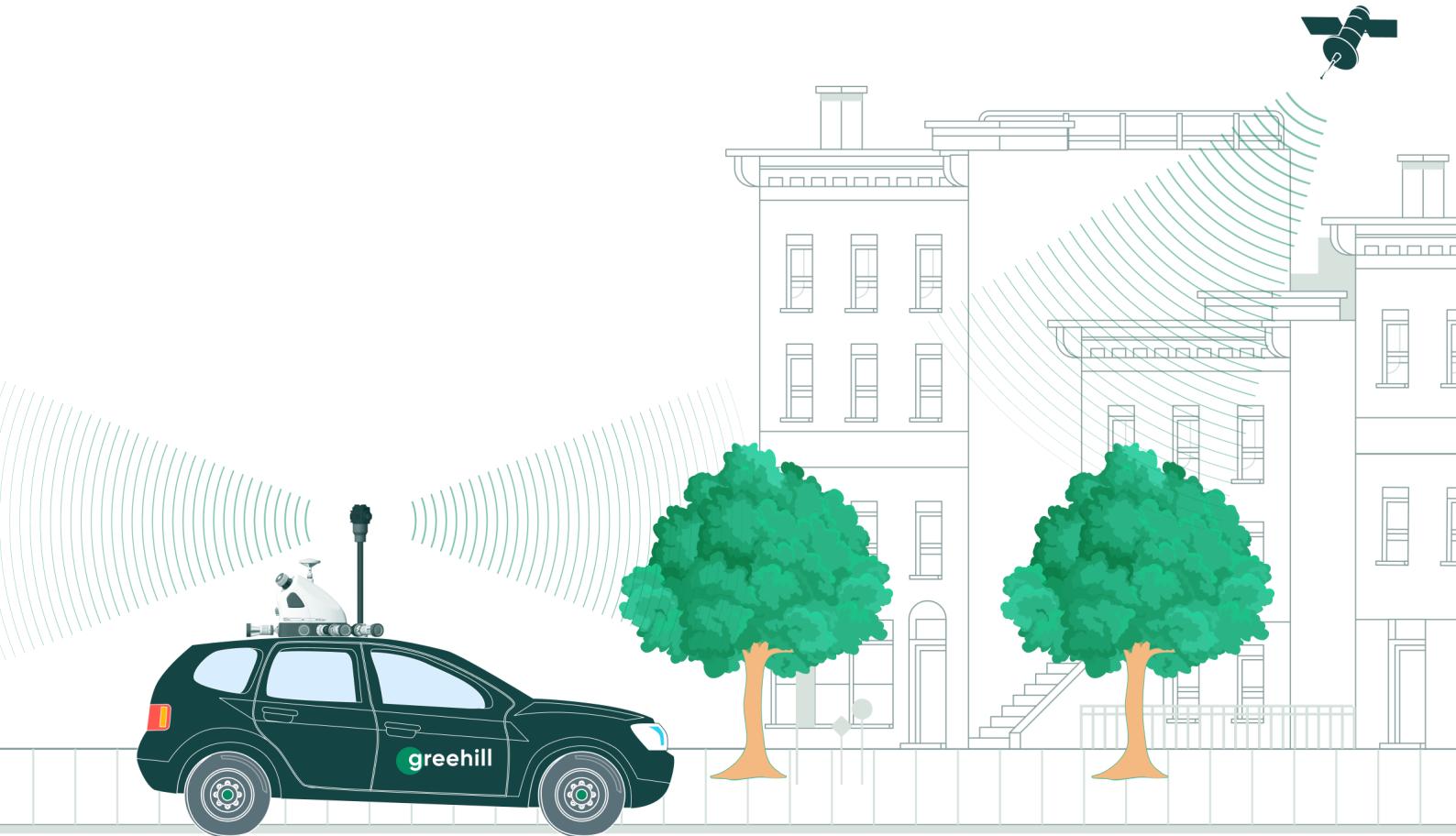




Inventaire Standard des Arbres (TMS)

Tree Monitoring Standard

OCTOBRE 2023



We give your trees a voice!

Berlin | Budapest | Paris | San Francisco | Singapore

greehill.com

Copyright 2023, greehill Pte. Ltd.

Table des matières

Introduction.....	3
Définition d'un arbre	3
Le test de l'arbre	3
Norme de surveillance des arbres greehill	4
Définition de « Arbre »	4
Arrangements de plantation.....	5
Arrangement de plantation symétrique (SPA).....	5
Occlusions	6
Système d'information sur le niveau de greehill	7
Niveaux d'information.....	7
Informations pour chaque lettre d'intention	8
Exemples.....	11
Annexe 1 : Qu'est-ce qu'un arbre ?	12
Tige ligneuse simple.....	12
Forme de couronne définie.....	12
Croissance secondaire	12
Hauteur.....	12
Exceptions.....	13
Arbustes.....	13
Annexe 2 : Dispositions relatives à la plantation	14
Disposition de plantation symétrique.....	14
Aménagement asymétrique des plantations (espaces naturels).....	14

Introduction

Greehill est une entreprise technologique spécialisée dans la surveillance des arbres urbains qui offre une large gamme de services autour de la connaissance et de l'entretien des arbres dans les zones urbaines et suburbaines. Notre « norme d'entreprise » pour la gestion de la foresterie urbaine est un engagement à promouvoir la santé et la résilience des arbres urbains grâce à des pratiques exemplaires et à une gestion durable. En tant qu'entreprise, nous comprenons le rôle essentiel que jouent les arbres dans les écosystèmes urbains, et nous priorisons la santé et la vitalité à long terme des arbres urbains tout en tenant compte de leur impact sur les citoyens.

Définition d'un arbre

Dans notre industrie, il est important d'avoir une définition claire et complète d'un arbre. Bien que la définition botanique soit pertinente, la gestion des arbres urbains doit également tenir compte de deux autres aspects importants :

1. **L'élément humain** – nous pensons que notre définition doit inclure des plantes qui ressemblent à des arbres mais qui ne peuvent pas être classées botaniquement comme telles.
2. **Les autorités** – compte tenu de l'importance de la gestion des arbres pour la sécurité publique, il est essentiel que notre définition d'un arbre tienne compte des plantes qui remplissent une fonction similaire dans l'environnement urbain, mais qui ne peuvent pas être classées botaniquement comme des arbres. De telles plantes peuvent toujours être dangereuses pour les citoyens et les infrastructures, et nous croyons qu'il est de notre responsabilité en tant qu'entreprise de tenir compte de leur impact lors de la gestion des arbres urbains.

Le test de l'arbre

Le « test du canard » est un type de test pour lequel un objet inconnu peut être identifié par ses caractéristiques habituelles. Il est utilisé pour contrer les arguments selon lesquels quelque chose n'est pas ce qu'il semble être. De même, greehill a développé The Tree Test (TTT) pour identifier les plantes qui ne peuvent pas être classées comme des arbres mais qui apparaissent comme telles pour un profane. Cette méthodologie fournit une méthode standardisée pour classer les arbres urbains, assurant un service complet et fiable à nos clients. Des exemples de ces plantes comprennent les palmiers, les bambous, les bananiers et certains arbustes qui ressemblent à des arbres.

Norme de surveillance des arbres greehill

La définition suivante d'un arbre unique selon la norme de surveillance des arbres (TMS) de greehill a été développée en collaboration avec le professeur Steffen Rust.

Définition de « Arbre »

Toute plante répondant à au moins un des critères ci-dessous est considérée comme un arbre :



Hauteur : Toute plante de plus de cinq mètres de haut et ayant une tige ligneuse. Les exceptions à cette règle sont les plantes comme les plantes grimpantes herbacées ou ligneuses qui ne seront pas incluses.



Arbre à tronc unique : Toute plante dont le tronc mesure au moins un mètre de haut ou au moins cinq centimètres de diamètre.



Arbre à troncs multiples : Toute plante avec plusieurs troncs d'au moins un mètre de dégagement par rapport au sol est considérée comme un seul arbre si les troncs sont joints à leur base ou si la distance entre les troncs est inférieure à 0,5 mètre.



Couronne : Toute plante qui a une « couronne surélevée distincte » (DEC).



Arbre en forme de colonne : Tout arbre ayant l'apparence d'une colonne et d'au moins 1 mètre de hauteur, comme les arbres colonnaires, certains feuillus fastigiés, les cyprès, etc.



Palmiers et bananiers : Tous les palmiers et bananiers dont la hauteur du tronc est d'au moins un mètre et le diamètre du tronc d'au moins cinq centimètres sont considérés comme des arbres dans le greehill TMS (même s'ils ne sont pas considérés comme des arbres d'un point de vue botanique).



Piquets : Les tuteurs indiquent qu'une plante est destinée à être cultivée comme un arbre et sera donc incluse dans le TMS greehill, quels que soient la hauteur de la plante et le diamètre de la tige.



Arbres dans des bacs : Bien qu'il s'agisse d'un objet « mobile », toute plante plantée dans un bac est considérée comme un arbre si elle répond à au moins un des critères ci-dessus.

greehill TMS peut également détecter les parties d'arbres, mais avec des informations limitées :



Arbres morts / étêtés : Les arbres morts / étêtés sont également considérés comme des arbres simples s'ils répondent à au moins un des critères ci-dessus.



Souches d'arbres ou autres débris d'arbres : Une fois qu'un arbre a été coupé et abattu, la petite partie restante du tronc est considérée comme un arbre dans le TMS de greehill, si elle mesure plus de 30 cm de hauteur.

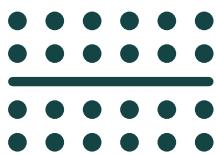
Disposition de plantation

Une disposition de plantation fait référence au modèle ou à la disposition dans laquelle les plantes sont positionnées lorsqu'elles sont plantées dans une zone spécifique. Cela inclut, entre autres facteurs, l'espacement entre les plantes individuelles et l'orientation des plantes.

Il est essentiel de comprendre les différentes dispositions de plantation lorsqu'il s'agit de plusieurs arbres. Ces implantations ont un impact significatif sur la capacité de l'entreprise à identifier et à différencier les arbres individuels les uns des autres et affectent l'exactitude des informations fournies pour chaque arbre.

Dans greehill TMS, nous distinguons deux types de disposition de plantation : symétriques et asymétriques.

Disposition de plantation régulière (SPA)



La disposition de plantation régulière est un modèle de plantation dans lequel les plantes sont disposées de manière régulière, uniformément espacée et uniforme de chaque côté d'un axe central ou le long d'une ligne droite. Dans cette disposition, les plantes sont positionnées à égale distance les unes des autres de part et d'autre de l'axe. Des exemples de telles dispositions comprennent les alignements, les avenues, les grilles, les quinconces, etc.

Espace naturel : Disposition irrégulière des plantations (APA)



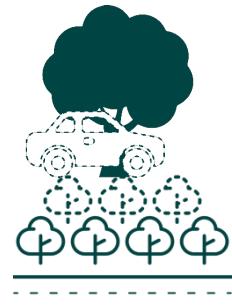
La disposition de plantation irrégulière, qui peut également être identifié comme une **zone naturelle**, est un modèle de plantation dans lequel les plantes sont disposées de manière irrégulière et non uniforme. C'est l'opposé d'une disposition de plantation symétrique et est souvent utilisé pour créer un aspect plus naturel ou organique dans un aménagement paysager. Des exemples de telles dispositions sont les bosquets, les bois, les forêts, etc. Une disposition de plantation est considéré par le TMS de greehill comme une APA à condition qu'au moins un tronc d'au moins un mètre de hauteur soit visible.

Occlusions

Un arbre occlus est un arbre qui est partiellement ou complètement masqué par d'autres objets ou obstructions dans son environnement. Cela peut être causé par la « végétation du sous-étage » ou par des objets physiques devant l'arbre, tels qu'une voiture, une clôture ou un autre arbre.

La « végétation du sous-étage » est la couche de plantes, y compris les arbres, les arbustes et les plantes herbacées, qui pousse entre le sol et la canopée.

Dans le TMS de greehill, une plante est considérée comme « occluse » si une partie importante de celle-ci n'est pas visible. Les arbres dans greehill TMS sont classés en fonction de leur importance d'occlusion, ce qui se traduit par différents niveaux d'information, comme décrit dans la section suivante.



Niveau d'information de greehill

greehill s'engage à aider les villes à gérer leur inventaire d'arbres urbains et nous reconnaissions l'importance de recueillir autant d'informations que possible sur chaque arbre urbain.

Il peut être difficile d'extraire des informations détaillées sur chaque arbre dans l'environnement urbain. Par exemple, une partie d'un arbre peut être masquée par des véhicules ou des clôtures, ou des touffes de végétation denses peuvent contenir une variété de plantes différentes.

Malgré ces défis, nous nous engageons à fournir autant d'informations que possible pour chaque arbre et chaque disposition de plantation. C'est pourquoi nous avons introduit le système de niveau d'information (LOI) de greehill, qui se compose de quatre niveaux d'information et décrit en détail le niveau d'information fourni dans différents scénarios.

Niveaux d'information

Le TMS greehill catégorise les informations en quatre niveaux différents, que nous appelons « niveau d'information » (LOI).

1. **Niveau 0 (L0)** : L0 est appliqué à un seul arbre ou à chaque arbre d'une SPA, à condition qu'au moins **1 mètre de tronc soit visible et que la couronne soit visible**. L0 fournit toutes les informations disponibles avec une grande précision.
2. **Niveau 1 (L1)** : L1 est appliqué à un seul arbre ou à chaque arbre d'une SPA, dans des conditions où moins **de 1 mètre de tronc est visible** en raison de la végétation du sous-étage **et que la couronne est visible**. Dans ce cas, nous fournissons des informations estimées sur le tronc et des informations précises sur la canopée.
3. **Niveau 2 (L2)** : L2 est appliqué à un seul arbre ou à chaque arbre d'une SPA et d'une APA, à condition que **plus de 1 mètre de tronc soit visible et que la couronne ne soit pas visible ou ne puisse être séparée de son environnement**. Dans ce cas, nous fournissons des informations précises sur le tronc et des informations estimées sur la canopée.
Les exceptions sont les arbres morts et les souches, dans ce cas nous ne fournirons pas d'informations sur la canopée et / ou le tronc.
4. **Niveau 3 (L3)** : L3 est appliqué dans les conditions suivantes : une plante mesure **plus de 3 mètres de haut, moins de 1 mètre de tronc est visible et la couronne n'est pas visible**. C'est ce qu'on appelle la « végétation haute ». Dans de tels cas, nous fournissons la position de la végétation haute, sa largeur, sa hauteur et les paramètres estimés des services écosystémiques (ESS).

Informations pour chaque catégorie

La figure suivante résume les informations et les mesures incluses dans chaque catégorie.

Glossaire :

- ST : Arbre unique
- SPA : Disposition de plantation régulière
- APA : Plantation irrégulière (espace naturel)
- DEC : mesure dendrométriques décimales

Precision	Level Definitions		
● Measurements are obtained directly or calculated from the point cloud.	L0	ST & SPA	Trunk + DEC
● Measurements are estimated via allometric calculations	L1	ST & SPA	No Trunk + DEC
● Measurements are obtained via an estimation of the Machine Learning models, without human validation.	L2	ST & SPA & APA	Trunk + No DEC
● Recorded	L3	Vegetation ≥ 3 meters	No Trunk + No DEC
● Not applicable			

Précisions

- Les mesures sont obtenues directement ou calculées dans le nuage de points
- Les mesures sont estimées par des calculs allométriques
- Les mesures sont obtenues par une estimation basée sur des modèles de machine learning, sans validation humaine
- Enregistré
- Non applicable

Définition des niveaux

L0	ST & SPA	Tronc et DEC
L1	ST & SPA	Pas de tronc mais DEC
L2	ST & SPA & APA	Tronc sans DEC
L3	Végétation ≥ 3m	Ni tronc ni DEC

Vegetation Metrics	L0	L1	L2	L3
Vegetation Position				●
Vegetation Height				●
Digital Twin	L0	L1	L2	L3
Tree Point Cloud	●	●	●	●
General	L0	L1	L2	L3
Genus & Species	●	●	●	●
Tree Location (GPS)	●	●	●	●

Dimensions	L0	L1	L2	L3
Tree Height	●	●	●	●
First Bifurcation	●	●	●	●
Crown Height	●	●	●	●
Crown Width	●	●	●	●
Girth	●	●	●	●
DBH	●	●	●	●
Canopy Coverage	●	●	●	●

Safety	L0	L1	L2	L3
Safety Factor	●	●	●	●
Leaning Angle	●	●	●	●
Absolute Weakest Point	●	●	●	●

Health Indication	L0	L1	L2	L3
Leaf Area	●	●	●	●
Leaf Biomass	●	●	●	●
Leaf Area Index	●	●	●	●
Multispect Analytics (NDVI)	●	●	●	●
Tree Health	●	●	●	●
Red Edge	●	●	●	●
Simple Ratio	●	●	●	●
Growth Analytics	●	●	●	●

Ecological Benefits (iTTree)	L0	L1	L2	L3
Carbon Storage	●	●	●	●
Carbon Sequestration	●	●	●	●
NO ₂ Reduction	●	●	●	●
SO ₂ Reduction	●	●	●	●
PM _{2,5} Reduction	●	●	●	●
CO Reduction	●	●	●	●
O ₃ Reduction	●	●	●	●
Potential Evapotranspiration	●	●	●	●
Transpiration	●	●	●	●
O ₂ production	●	●	●	●
Avoided Water Run-off	●	●	●	●
Evaporation	●	●	●	●
Water Intercepted	●	●	●	●
Thermal Comfort	●	●	●	●

Economical Values	L0	L1	L2	L3
Cavat value	●	●	●	●
Koch value	●	●	●	●
Rado value	●	●	●	●

Ce document est la propriété intellectuelle de greehill Pte Ltd. et ne doit pas être partagé avec des tiers ou utilisé à d'autres fins que l'évaluation du TMS greehill sans autorisation écrite préalable.



Imagery	L0	L1	L2	L3
Photos	●	●	●	●
Panorama Image	●	●	●	●

Ce document est la propriété intellectuelle de greehill Pte Ltd. et ne doit pas être partagé avec des tiers ou utilisé à d'autres fins que l'évaluation du TMS greehill sans autorisation écrite préalable.

Exemples

Images	LOI	Explanation
 A  B  C  D  E	L0	<ul style="list-style-type: none"> • A, B: An SPA (row) • C: Trees in boxes as an SPA • D: A single staked tree • E: A columnar tree
 	L1	Understory vegetation but a clear DEC
 	L2	APAs with trees which has a 1 meter visible trunk, but no clear DEC
 A  B  C  D	L3	<ul style="list-style-type: none"> • A: An APA (copse) • B, C: “arborescences” (tree-like) plants which are 3-5 meter high • D: No visible trunk neither DEC due to a high fence

Annexe 1 : Qu'est-ce qu'un arbre ?

D'un point de vue botanique, les arbres sont définis comme des plantes vivaces avec une seule tige ou un seul tronc principal qui possèdent la capacité de produire du bois et de l'écorce, ainsi que de développer une croissance secondaire. Ils sont généralement plus grands que les arbustes et autres plantes non arborescentes, et leur force et leur tenue verticale sont dues à leurs tiges ligneuses et à leurs systèmes racinaires étendus.

Tige ligneuse simple

D'un point de vue botanique, les arbres sont définis comme des plantes vivaces qui possèdent une seule tige ou un seul tronc principal, qui pousse continuellement grâce à l'activité des méristèmes apicaux. Ces méristèmes sont responsables de la production de nouvelles cellules qui se différencient en tissus primaires, tels que les feuilles, les branches et les fleurs. Les arbres se distinguent en outre par leur capacité à produire du bois, qui fournit un soutien structurel et de la stabilité, ainsi que de l'écorce, qui protège les tissus internes des dommages et des maladies.

Forme de couronne définie

Une couronne distincte est un modèle de croissance reconnaissable dans lequel les branches supérieures et le feuillage d'un arbre sont concentrés vers le sommet, ce qui donne une couronne bien définie et surélevée. Ce modèle de croissance est typique de nombreuses espèces d'arbres et constitue une caractéristique déterminante des arbres. Contrairement à de nombreuses plantes, les arbres ont une seule tige principale ou un seul tronc qui se ramifie près du sommet pour former une canopée ou une couronne. La forme de la couronne varie considérablement d'une espèce d'arbre à l'autre et constitue une caractéristique clé utilisée pour leur identification.

Croissance secondaire

Les arbres se caractérisent également par leur croissance secondaire, qui leur permet de croître en diamètre et en hauteur au fil du temps. Ceci est réalisé grâce à l'activité des méristèmes latéraux, qui produisent de nouvelles cellules qui se différencient en tissus secondaires, tels que le bois et l'écorce. Cette croissance secondaire est l'une des caractéristiques les plus distinctives des arbres, les distinguant des autres plantes vivaces.

Hauteur

De plus, les arbres sont généralement plus grands que les arbustes et autres plantes non arborescentes, atteignant souvent des hauteurs de 5 mètres ou plus. Cette capacité à grandir en hauteur et à maintenir leur structure est due à la force et au soutien fournis par leurs tiges et branches ligneuses, ainsi que par leurs systèmes racinaires étendus. Ces caractéristiques font des

arbres un élément essentiel de nombreux écosystèmes, fournissant un habitat à la faune, régulant les cycles de l'eau et contribuant à la qualité de l'air, entre autres services.

Exceptions

Bien que les arbres soient généralement définis comme des plantes vivaces avec une seule tige ou un seul tronc principal et la capacité de produire du bois et de l'écorce, certaines plantes sont communément appelées arbres mais ne correspondent pas à cette définition d'un point de vue botanique. Les palmiers, les bananiers, les fougères arborescentes, les bambous, etc. en sont des exemples. Ces plantes peuvent être confondues avec des arbres en raison de leur hauteur et de leur structure, mais elles diffèrent par leurs modèles de croissance et leur structure interne. En tant qu'entreprise spécialisée dans la gestion des forêts urbaines, il est important de reconnaître ces différences et de s'assurer que nos services sont adaptés de manière appropriée pour englober toute la végétation pertinente dans l'environnement urbain.

Arbustes

Les arbustes sont des plantes ligneuses qui sont généralement plus petites et plus courtes que les arbres et mesurent généralement moins de 3 mètres (10 pieds) de haut. Intermédiaires entre les arbustes et les arbres se trouvent des « arborescences », ou arbustes ressemblant à des arbres, de 3 à 5 mètres de haut. Contrairement aux arbres, les arbustes ont généralement plusieurs tiges qui proviennent de la base de la plante, et elles peuvent avoir une forme plus arrondie ou buissonnante. De plus, bien que les arbustes puissent produire du bois, celui-ci est souvent moins dense et moins important sur le plan structurel que le bois produit par les arbres.

Les arbustes diffèrent également des arbres par leurs habitudes de croissance. Alors que les arbres ont généralement une seule tige ou un seul tronc principal, qui pousse continuellement, les arbustes peuvent développer plusieurs tiges et branches qui peuvent ne pas avoir de dominance apicale claire. Les arbustes ont également tendance à avoir une durée de vie plus courte que les arbres, de nombreuses espèces ne vivant que quelques décennies.

Malgré ces différences, il y a souvent un certain chevauchement entre les arbustes et les arbres en termes de taille et de capacité de croissance. Dans certains cas, une plante peut même être classée comme un petit arbre ou un grand arbuste, en fonction de ses modèles de croissance et de ses caractéristiques.

Annexe 2 : Dispositions relatives à la plantation

Une disposition de plantation fait référence au modèle ou à l'implantation dans laquelle les plantes sont positionnées lorsqu'elles sont plantées dans une zone spécifique. Il s'agit notamment de l'espacement entre les plantes individuelles, de la distance entre les rangées et de l'orientation ou de la direction des rangées, entre autres facteurs.

Il est crucial de comprendre les différentes dispositions de plantation lorsqu'il s'agit d'un groupe d'arbres. Ces dispositions ont un impact significatif sur notre capacité à identifier et à différencier chaque instance d'arbre et affectent également l'exactitude du niveau d'information (LOI) fourni pour chaque arbre.

Disposition de plantation symétrique

Une disposition de plantation régulière (SPA) est un modèle de plantation dans lequel les plantes sont plantées de manière équilibrée, uniformément espacée et uniforme de chaque côté d'un axe central ou le long d'une ligne droite. Dans cette disposition, les plantes sont positionnées à égale distance les unes des autres de part et d'autre de l'axe.

- **Arbres d'avenue :** Arbres plantés en ligne droite des deux côtés le long d'un chemin, d'une rue ou d'une allée pour créer une vue attrayante ou fournir de l'ombre. Les arbres sont généralement plantés **à une distance de 3 à 12 mètres les uns des autres sur une distance minimale de 50 mètres.**
- **Rangées d'arbres :** Arbres plantés en ligne droite, avec un espacement régulier entre eux, d'un côté d'un chemin, d'une rue ou d'une allée. Les arbres sont généralement plantés **à une distance de 3 à 12 mètres les uns des autres sur une distance minimale de 50 mètres.**
- **Grilles :** Arbres plantés selon un motif régulier et régulièrement espacé, formant une grille géométrique.
- **Touffes :** Groupe d'arbres ou d'arbustes plantés à proximité les uns des autres à des fins ornementales ou visuelles. Les touffes sont généralement composées d'une seule espèce et souvent disposées de forme circulaire ou ovale pour créer un point focal visuel.
- **Bosquets :** Groupe d'arbres, généralement de la même espèce, qui poussent à proximité les uns des autres, généralement sans végétation de sous-étage ou de sous-bois. Un bosquet est défini par le nombre d'individus ou la densité des arbres qu'il contient ; ils ne dépassent généralement pas quelques dizaines de m².

Disposition irrégulière des plantations (espaces naturels)

Une disposition irrégulière de plantation (APA) est un modèle de plantation dans lequel les plantes ou les arbres sont disposés de manière irrégulière et non uniforme. C'est l'opposé d'une disposition de plantation symétrique et est souvent utilisé pour créer un aspect plus naturel ou organique dans un aménagement paysager.

- **Haies** : Une ligne d'arbustes, d'arbres ou de buissons plantés étroitement qui sont taillés et formés pour former une barrière ou une limite entre deux zones. Les haies sont généralement utilisées à des fins décoratives ou fonctionnelles telles que l'intimité, la sécurité ou la protection contre le vent. Les haies peuvent être constituées d'une variété d'espèces végétales et peuvent être façonnées sous différentes formes, telles qu'une haie formelle ou informelle. Leur hauteur peut varier de quelques mètres à plusieurs dizaines de mètres, en fonction de leur destination et de la ou les espèces végétales utilisées.
- **Taillis** : Un petit groupe d'arbres ou un fourré d'arbustes poussant à proximité les uns des autres, généralement avec un modèle de croissance dense et enchevêtré. Cela implique souvent un groupe dense d'arbres ou de buissons qui peuvent être trop petits pour être considérés comme une forêt complète. Un bosquet est généralement plus dense et plus enchevêtré qu'un bosquet, avec moins d'espace entre les arbres. Contrairement aux touffes, qui sont généralement taillées et façonnées pour maintenir leur taille et leur forme, un taillis est laissé en pousse naturelle.
- **Bois** : Étendue de terre couverte d'arbres et de broussailles, plus grande qu'un bosquet et plus petite qu'une forêt.
- **Forêts** : Une grande zone d'arbres poussant ensemble, couvrant souvent une partie importante du paysage. Les forêts peuvent être constituées d'une variété d'espèces d'arbres ou plusieurs et peuvent fournir d'importants services écosystémiques, tels que la séquestration du carbone, la protection des bassins versants et la conservation de la biodiversité, en plus de la fourniture de bois qui est leur principale vocation.

Attribute	Copse	Clumps	Groves
Size	Small grouping	Small and circular grouping	Small group of trees with minimal or no undergrowth
Shape	Irregular	Circular or oval shape	Tightly packed or more open, with the trees spaced further
Arrangement	Organic spacing between individuals	Intentional spacing between individuals	Dense growth pattern with both organic and intentional spacing between individuals
Composition	Multiple species of plants growing together	Single species of plant	Single species of plant
Purpose	Occur naturally	Are intentionally planted, mainly for visual purposes	Occur naturally or planted intentionally for a variety of purposes
Growth Pattern	Grow naturally	Pruned and shaped	Usually grow more vertically and have a narrower trunk
Examples			