

# THE IRRIGATION OF TREES: INSTALLATION, SCHEDULING... HOW TO ENCOURAGE ROOT ANCHORAGE? ARROSAGE DES ARBRES : INSTALLATION, PROGRAMMATION... COMMENT FAVORISER L'ANCRAGE RACINAIRE ?

by Michaël Fayaud and Coralie Tavassoli, Urbasense

Trees play a pivotal role in the urban landscape as a symbol and key element of the green infrastructure. Their presence is essential for providing key functions such as cooling and regulating the water cycle, thus contributing towards the sustainability and resilience of the cities.

Les arbres jouent un rôle central dans le paysage urbain en tant que symbole et élément clé de l'infrastructure verte. Leur présence est essentielle pour fournir des services tels que le rafraîchissement et la régulation du cycle de l'eau, contribuant ainsi à la durabilité et à la résilience des villes.

Nevertheless, these roles rely on one crucial factor: the robust and profound anchorage of the roots. So how can an integrated irrigation system contribute towards an optimum development of the roots? What are the unique features of irrigating a tree and root ball? This article offers some feedback on the experience gained after studying thousands of trees within the context of the tensiometric analyses and tests conducted between 2016 and 2023, mainly in France, Switzerland and Belgium.

## TWO TYPES OF IRRIGATION TO BE IDENTIFIED

When considering the irrigation of the tree throughout its whole life, we will see that it is important to understand the intended purpose of the two types of irrigation:

- **Irrigation for plant water security:** this allows the tree to survive the first few years while its rooting system develops. Aim: to support the development of the roots as deep in the soil as possible, and as far as possible from the trunk. In fact, plant security irrigation generally corresponds to the length of the warranty provided for the tree.
- **Irrigating for maintenance or servicing purposes:** this applies when the tree's warranty period expires. Its roots are thus already established at depth. The aim of this irrigation process is to compensate for the limited access to a water resource, either caused by unfavourable weather conditions or because there is a limited soil depth (e.g. plants on a roof terrace).

Néanmoins, ces fonctions reposent toujours sur un point clé : un ancrage racinaire robuste et profond. Comment l'arrosage intégré peut-il contribuer à un développement optimal des racines ? Quelles sont les particularités de l'arrosage d'un arbre en motte ? Cet article propose les retours d'expérience de plusieurs milliers d'arbres étudiés dans le cadre de suivis tensiométriques réalisés entre 2016 et 2023, principalement en France, en Suisse et en Belgique.

## DEUX TYPES D'ARROSAGES À DISTINGUER

Lorsqu'on raisonne l'arrosage à l'échelle de la vie de l'arbre, nous verrons qu'il est important de distinguer l'intention qui se cache derrière deux types d'arrosages.

- **L'arrosage d'investissement :** celui qui permet à l'arbre de survivre les premières années tout en développant son système racinaire. Objectif : accompagner le déploiement de racines les plus profondes possibles, le plus loin possible du tronc. Dans les faits, l'arrosage d'investissement correspond généralement à la durée de la garantie de reprise de l'arbre.
- **L'arrosage d'entretien ou de maintien :** il prend le relais suite à la période de garantie de l'arbre. Ses racines sont alors déjà déployées en profondeur. L'objectif de cet arrosage est de compenser un accès limité à une ressource en eau, soit à cause de conditions climatiques défavorables, soit parce que le sol de prospection est limité (ex. plantations sur toiture terrasse).

The irrigation dosage must be suitable for the development of the rooting system. To apply the correct volume, the irrigation run time will depend on the device used for each tree.

La dose d'arrosage doit être adaptée au développement du système racinaire. Pour apporter le volume utile, le temps d'arrosage doit tenir compte du dispositif utilisé pour chaque arbre.

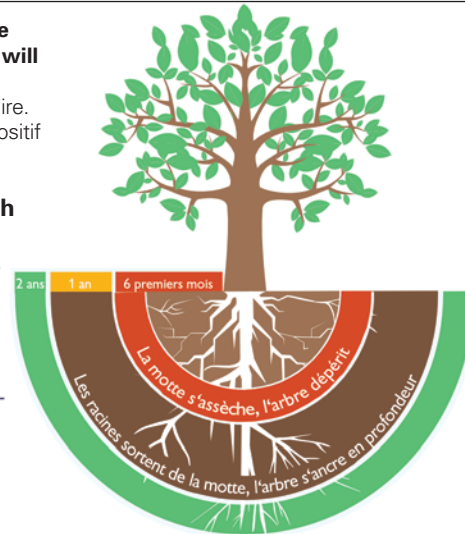
Apply the water in accordance with the level of root growth

Apporter l'eau en fonction du développement racinaire

Example for a tree with a girth of 20/25 Exemple pour un arbre 20/25

60 liters 60 litres

120 liters 120 litres



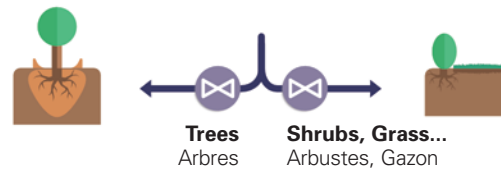
**Arrosage intégré**  
Arrosage intégré



**automatique**  
automatique



**Separate an irrigation sector for trees**  
Dissocier un secteur d'arrosage spécifique aux arbres



**How long to irrigate, depending on the equipment, in order to apply an amount of 60L?**  
Quels temps d'arrosage selon les équipements pour une dose de 60L ?



**4 m of dripline** 4m de goutte-à-goutte 6h  
**3 drippers** 3 goutteurs 4h  
**2 bubblers** 2 bubblers 20min

ACTIVATING THE IRRIGATION SYSTEM EVERY ONE OR TWO WEEKS IS QUITE SUFFICIENT, EVEN IN A MEDITERRANEAN CONTEXT, WITH FEW EXCEPTIONS.

Le déclenchement d'un arrosage toutes les unes à deux semaines est largement suffisant, y compris dans un contexte méditerranéen, à quelques rares exceptions près.

Distinguishing between these two types of irrigation is the key to achieving greater self-sufficiency for the plant, in terms of its water requirements, while, as far as possible, limiting the use of irrigation water once the plant is established.

#### FOUR GOLDEN RULES FOR ENCOURAGING ROOT ANCHORAGE

**Perception: one irrigation zone reserved specifically for the tree, if not two.** It is essential to create one irrigation zone and one schedule specifically for the tree. In fact, the irrigation of the trees is typified by:

- Applying irrigation amounts that are higher than those of the perennials or turfgrass (see below)
- Irrigation frequencies that are lower than those of other crops (see below)

In practice, it could be extremely useful to set up 2 irrigation zones exclusively for the trees. This would allow the grower, at the same time:

- To respond to the tree's essential needs during the first few months by applying, quite frequently,

La distinction entre ces deux types d'arrosage est une clé pour viser la meilleure autonomie hydrique pour le végétal d'une part, tout en limitant autant que possible, la consommation d'eau d'irrigation une fois le végétal installé.

#### QUATRE RÈGLES D'OR POUR FAVORISER L'ANCRAGE RACINAIRE

**Conception: un secteur d'arrosage dédié à l'arbre, sinon deux.** La création d'un secteur d'arrosage et une programmation dédiée à l'arbre est indispensable. En effet l'arrosage des arbres se caractérise par:

- des doses d'arrosage bien plus élevées que les vivaces ou le gazon (cf. infra);
- des fréquences d'arrosage plus faibles que les autres cultures (cf. infra).

Dans la pratique, la mise en place de 2 secteurs d'arrosage dédiés aux arbres peut être d'une grande utilité. Cela permet à la fois de :

- répondre aux besoins essentiels de l'arbre dans les tout premiers mois, à travers des apports localisés tout près du

localised amounts close to the trunk, so as to remoisten the plant's root ball while waiting for the rooting system to develop.

- Following the start of root development, adapt the amounts applied by increasing the dosages, thus allowing for the whole volume of soil penetrated by the roots to be wettened, around the plant's root ball.

**The irrigation amounts applied are considerably higher than those applied to perennials or turf grass.**

For example, 60 litres of water are required to wetten the root ball of a tree with a 20/25 girth, during the first few weeks of growth in its first year. It, therefore, must be an amount applied specifically for the tree, concentrated around the foot of the trunk. Traditionally, the amounts of water applied could then vary between 100 and 250 litres, depending on how the rooting system develops.

**Irrigation frequencies considerably lower than those of other crops.** The key point here is to avoid irrigating in advance: apart from being of no use, they significantly reduce the development of the rooting system. By applying water too frequently, this development is inhibited because the resource becomes too readily available at ground level. Generally speaking, in Europe, activating the irrigation system every one or two weeks is quite sufficient, even in a Mediterranean context, with few exceptions.

**In the event of wilting, the priority is to check the status of the soil.** Over the last few years, we have seen a substantial rise in cases where heat stress is observed, frequently confused with plant water stress, as well as a significant increase in mortality among young plants.

The phenomenon of heat stress is observed in the plants when the air temperature increases unexpectedly (e.g. +20° in 48 h). The wilting observed can strongly resemble that caused by plant water stress. The global climate change tends to increase the frequency of this phenomena.

Applying a large amount of water during heat stress makes the situation significantly worse: the prolonged saturation of the soil with water can lead to root asphyxia and plant mortality.

When wilting is observed on a tree, then it is essential to conduct an analysis of the soil, using a hand auger to at least a depth of 30 centimetres, in order to check the soil moisture status. This is the quickest and most reliable way of differentiating between plant water stress (where there is a need to irrigate) and heat stress (where irrigation can be harmful or even fatal).

#### **ROLE OF THE SENSORS AND DECISION-MAKING**

Since the late nineties, a few applied research projects have allowed for a better understanding of the root development of plants in an urban environment and for an adaptation of the use of sensors for irrigation scheduling purposes.

More specifically for trees, the use of tensiometers

tronc et assez fréquents, essentiellement pour ré-humecter la motte de plantation, en attendant le développement racinaire;

- suite au démarrage du développement racinaire, adapter les apports à travers des volumes plus importants, permettant de réhumecter tout le volume de sol prospecté par les racines, autour de la motte de plantation.

**Des doses d'arrosage bien plus élevées que pour les vivaces ou le gazon.**

Par exemple, 60 litres d'eau sont nécessaires pour réhumecter la motte d'un arbre en 20/25, dans les premières semaines végétatives de sa première année. Il doit donc s'agir d'un apport dédié à l'arbre, concentré à son pied. Classiquement, les quantités d'eau pourront ensuite varier de 100 à 250 litres d'eau, au fur et à mesure que le système racinaire se développera.

**Des fréquences d'arrosage bien plus faibles que pour les autres cultures.**

Ici le point clé est d'éviter les arrosages anticipés: en plus d'être inutiles, ils réduisent considérablement le développement du système racinaire. En apportant de l'eau trop fréquemment, ce développement est inhibé à cause d'une ressource trop facilement disponible en surface. Généralement en Europe, le déclenchement d'un arrosage toutes les unes à deux semaines est largement suffisant, y compris dans un contexte méditerranéen, à quelques rares exceptions près.

**En cas de flétrissement, priorité à l'observation du sol.**

Depuis quelques années, une augmentation importante des cas de stress thermique est observée, entraînant fréquemment une confusion avec le stress hydrique, et une surmortalité importante de jeunes plantations.

Le phénomène de stress thermique est observé sur des végétaux lorsque la température de l'air augmente subitement (ex. + 20° en 48h). Les flétrissements observés ressemblent alors fortement à un stress hydrique. Le dérèglement climatique global tend à augmenter la fréquence de ces phénomènes.

Un apport en eau important sur un arbre en stress thermique aggrave fortement sa situation: la saturation prolongée du sol en eau le conduit à l'asphyxie racinaire, puis à la mort. Lorsqu'un flétrissement est constaté sur un arbre, il devient indispensable de procéder à une observation du sol à la tarière manuelle, à au moins 30 centimètres de profondeur, pour en vérifier l'état d'humidité. C'est le moyen le plus fiable et le plus rapide pour faire la distinction entre un stress hydrique (besoin d'arroser) et un stress thermique (arrosage néfaste voir mortel).

#### **RÔLE DES CAPTEURS ET AIDE À LA DÉCISION**

Depuis la fin des années 90, de nombreux projets de recherche appliquée ont permis de mieux comprendre le développement racinaire des végétaux en milieu urbains, et d'adapter l'usage de capteurs à des fins de pilotage de l'irrigation. Plus spécifiquement pour les arbres, l'utilisation de

and the appropriate processing of their data now makes it possible to locate the root drying front. This information is a determining factor for optimised irrigation: the water is applied, as precisely as possible, to the exact place where the roots are developing and where the soil is drying up, thus enabling the roots subsequently to reach the deepest zones, which are better supplied with water.

**One important point:** it is not only by combining the data received from various sensors that the localisation of the rooting system is possible: it is also a matter of analysing the difference in drying-up between a set of sensors (generally 3 to 6 probes) in order to be able to assess the presence or absence of active roots and the intensity of their activity.



sondes tensiométriques et un traitement adapté de leurs données permettent à présent de localiser précisément le front d'assèchement racinaire. Cette information est déterminante pour un arrosage optimisé: il s'agit alors d'apporter l'eau, le plus précisément possible, là où les racines se développent et assèchent le sol, pour leur permettre d'accéder ensuite à des zones plus profondes, généralement mieux pourvues en eau.

**Point important.** ce n'est qu'en combinant les données de plusieurs capteurs, que la localisation des systèmes racinaires est possible: il s'agit d'analyser la différence d'assèchement entre une série de capteurs (généralement 3 à 6 sondes), pour évaluer la présence ou l'absence de racines actives et l'intensité de leur activité.



**PERSPECTIVES: IRRIGATING THE TREES TO ENHANCE THEIR COOLING CAPABILITY**

Over these last few years, a study conducted by a consortium of researchers in the Lyons-Métropole region investigated the impact of irrigating trees, shrubs and perennials, with respect to their cooling capacity during a heatwave.

**PERSPECTIVES : IRRIGUER LES ARBRES POUR RENFORCER LEUR POUVOIR RAFRAICHISSANT**

Ces dernières années, une étude menée par un consortium de chercheurs sur le territoire de Lyon Métropole a étudié l'impact de l'irrigation d'arbres, d'arbustes et de vivaces, sur leur pouvoir rafraîchissant, en conditions caniculaires.

**THE MICRO-DENDOMETRIC SENSORS CAN NOW BE USED TO COMPLEMENT THE TENSIOLOGICAL ACTIVITY OF THE TREES.**

**Des capteurs micro-dendrométriques peuvent désormais être utilisés en complément des sondes tensiométriques pour étudier finement l'activité physiologique des arbres.**

Thus, it could be demonstrated that maintaining an optimum plant water status enhances the plant's cooling capacity, by delaying the closing of the stomata and allowing the evaporation of an outflow of water, in spite of the hot conditions.

These initial results, which are very encouraging, allow the user to plan for irrigation "scheduling methods" that apply specifically to the cooling of the plants during heatwaves. Of course, there are still a few aspects to be studied before we can consider the widespread distribution of these tools: adaptation of the plant palette, agronomic quality of the soil, source of the irrigation water. Nevertheless, the technique and technological groundwork required for the monitoring and scheduling of these sites has now been completed. ■

Celle-ci a permis de démontrer que le maintien en confort hydrique de la végétation permet de renforcer leur pouvoir rafraîchissant, en retardant la fermeture des stomates et en permettant l'évaporation d'un flux d'eau malgré les conditions de fortes chaleurs.

Ces premiers résultats très encourageants permettent de prévoir des « modes de programmation » de l'irrigation dédiés à renforcer le rafraîchissant des végétaux lors de canicules. Bien sûr plusieurs points restent à l'étude avant une diffusion massive de ces outils : adaptation de la palette végétale, qualité agronomique des sols, origine de l'eau d'irrigation. Néanmoins les bases techniques et technologiques pour le monitoring et le pilotage de ces sites sont d'ores et déjà opérationnelles. ■