

# **L'arbre d'alignement comme moyen innovant pour la maîtrise des eaux pluviales en ville**

## **Résumé**

Le contexte urbain actuel est marqué par des transformations environnementales marquées par l'augmentation des surfaces imperméables et l'intensification des effets du changement climatique. Ces dynamiques induisent une perturbation majeure des processus hydrologiques naturels avec une augmentation du ruissellement, des risques d'inondation et une dégradation des milieux récepteurs. Face aux limites structurelles et fonctionnelles des méthodes classiques d'aménagement urbain, un nouveau paradigme de gestion intégrée des eaux pluviales s'est progressivement imposé. Dans cette optique les ouvrages de gestion à la source des eaux pluviales ou encore les solutions fondées sur la nature concilient les objectifs hydrologiques et écologiques ont vu le jour. L'arbre d'alignement est réhabilité, non plus comme un simple élément ornemental mais comme une composante essentielle de l'infrastructure urbaine, capable de contribuer au confort thermique aux services de régulation hydrologique et à la résilience urbaine. L'arbre de pluie est ainsi un arbre d'alignement conçu pour gérer quantitativement et ou qualitativement les eaux pluviales des surfaces environnantes qui sont collectées tout en favorisant la bonne croissance de l'arbre. La présente thèse vise à comprendre le fonctionnement de ce type de dispositif dans le but d'optimiser sa gestion tout en maintenant voire améliorant son fonctionnement écophysologique.

La première partie a constitué le socle conceptuel visant à définir les facteurs déterminants dans la classification, le dimensionnement et l'efficacité des différents types d'arbres de pluie pour la gestion des eaux pluviales. Ce travail de l'état de l'art a permis de répondre à la nécessité de clarification de ce dispositif émergent et a abouti à l'établissement d'une typologie structurelle et fonctionnelle des arbres de pluie, permettant de mieux appréhender leurs performances. L'analyse a souligné que la réussite d'un projet de conception d'un arbre de pluie dépend essentiellement de l'adéquation entre la conception et les contraintes spécifiques du site.

La deuxième partie, axée sur l'évaluation quantitative du fonctionnement hydrologique, a mobilisé une approche expérimentale à travers le dispositif SenseCity, instrumenté pour quantifier les flux hydriques sous des conditions réelles. Un axe majeur a été la mesure de la transpiration de l'arbre, un processus essentiel pour la gestion des volumes d'eau collectés, avec une étude comparative des différentes méthodes en se focalisant sur l'analyse des flux de sève. Les résultats ont permis de caractériser la dynamique journalière et saisonnière de ces flux, contrôlée par l'évolution de l'évapotranspiration potentielle. L'intégration de ces flux a permis d'établir le bilan hydrologique à différentes échelles temporelles (annuelle, saisonnière, mensuelle), sur le système composé de 3 arbres avec ou sans sa bande enherbée, mettant en évidence la variabilité et les facteurs environnementaux. Ces bilans hydrologiques annuels sont dominés par la transpiration (16 et 32 %) et le drainage (56 et 30% respectivement pour les systèmes sans et avec la bande enherbée). L'effet des arbres dans la gestion des eaux pluviales a été mis en évidence à travers des bilans saisonniers, notamment en période végétative qui ont été largement dominés par la transpiration (28 et 56%). Les performances du dispositif ont été évalué à partir de l'abattement de volume, aussi évalué à différentes échelles. Cet abattement

est évalué à 96% en période végétative contre 66% en période de dormance montrant aussi le rôle des arbres dans le dispositif.

Enfin la troisième partie s'est concentrée sur la réponse des érables boules (*Acer platanoides* *Glabosum*) à des épisodes d'ennoyage, un enjeu important dans la pérennité du dispositif. L'étude a analysé les différents effets de stress long (21 jours) et court (3 jours) sur les paramètres morphologiques et physiologiques de 6 arbres en pots. La méthodologie a reposé sur une analyse multi-paramétrique, combinant des mesures hydrauliques (flux de sève, potentiel hydrique), photosynthétiques (pigments, efficacité du PSII) et de croissance (micro-dendrométrie). Le stress long a été le plus impactant avec la mortalité d'un arbre sur trois ennoyés. L'effet de l'ennoyage s'est traduit par une réduction de plus de 50% des flux de sève ainsi que de réduction des paramètres photosynthétiques comme la conductance stomatique ou la chlorophylle. Contrairement à ces paramètres physiologiques, l'effet de l'ennoyage est marqué par une augmentation de certains paramètres morphologiques comme le diamètre du tronc des arbres. Le stress court n'impact pas significativement la physiologie de l'arbre et montre que des périodes courtes d'ennoyage comme pourraient se produire pendant les événements pluvieux marquant n'engendreront pas des effets sur cet espèce d'arbre en cas d'utilisation comme arbre de pluie.

**Mots clés : Eaux pluviales, arbre d'alignement, arbre de pluie, transpiration, ennoyage, stress hydrique**