

---

# Influence de la distribution racinaire sur les stress hydrique et l'utilisation de l'eau profonde par les arbres

Lucas Mondon<sup>\*1,2</sup>, Nicolas Martin-Stpaul<sup>3</sup>, Gregor Rickert<sup>4</sup>, Arsène Druel<sup>5</sup>, Ilhan Özgen-Xian<sup>4,6</sup>, Hervé Cochard<sup>7</sup>, Marc Pessel<sup>8</sup>, Damien Jougnot<sup>9</sup>, and Simon Carrière<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Milieux Environnementaux, Transferts et Interactions dans les hydrosystèmes et les Sols (METIS) – Ecole Pratique des Hautes Etudes, Institut National des Sciences de l'Univers, Sorbonne Université, Centre National de la Recherche Scientifique – Sorbonne Université, Case courrier 105, 4 place Jussieu, 75005 Paris, France

<sup>2</sup>Hydrosociences Montpellier – Institut de Recherche pour le Développement, Institut National des Sciences de l'Univers, Centre National de la Recherche Scientifique, Université de Montpellier, Institut national des sciences de l'Univers, Institut national des sciences de l'Univers, Institut national des sciences de l'Univers, Institut national des sciences de l'Univers, Institut national des sciences de l'Univers, Institut national des sciences de l'Univers, Institut national des sciences de l'Univers – France

<sup>3</sup>Ecologie des Forêts Méditerranéennes – Institut National de Recherche pour l'Agriculture, l'Alimentation et l'Environnement – France

<sup>4</sup>Theoretical Ecohydrology Lab, Institute of Geoecology, TU Braunschweig, Langer Kamp 19c, 38106 Braunschweig, Germany – Allemagne

<sup>5</sup>Ecologie des Forêts Méditerranéennes (URFM) – INRAE – INRAE Domaine Saint-Paul - Site Agroparc 228 route de l'Aérodrome CS40509 84914 AVIGNON CEDEX 9, France

<sup>6</sup>Earth and Environmental Sciences Area, Lawrence Berkeley National Laboratory, Berkeley, California, USA – États-Unis

<sup>7</sup>Laboratoire de Physique et Physiologie Intégratives de l'Arbre en environnement Fluctuant (PIAF) – Institut National de Recherche pour l'Agriculture, l'Alimentation et l'Environnement, Université Clermont Auvergne – Site INRAE Crouël : 5 Chemin de Beaulieu, 63039 Clermont-Ferrand // Site Clermont : 1 Impasse Amélie Murat, 63178 Aubière, France

<sup>8</sup>Université Paris Saclay (UPSaclay) – Université Paris Saclay – France

<sup>9</sup>Milieux Environnementaux, Transferts et Interactions dans les hydrosystèmes et les Sols (METIS) – Ecole Pratique des Hautes Etudes, Institut National des Sciences de l'Univers, Sorbonne Université, Centre National de la Recherche Scientifique – France

## Résumé

Les communautés scientifiques des hydrologues et des écologues étudient depuis longtemps l'influence des forêts sur la recharge des eaux souterraines. Pourtant, l'importance de la distribution racinaire sur l'utilisation d'eau profonde et la survie des arbres en période de

---

\*Intervenant

sécheresse reste peu étudiée.

Dans notre étude, nous avons utilisé des données temporelles de potentiel hydrique foliaire de base et de contribution de l'eau profonde dans les volumes d'eau transpirés. Cette dernière mesure a été réalisée par traçage isotopique ( $^{18}\text{O}$ ). Trois espèces d'arbres (*Quercus ilex*, *Fagus sylvatica* et *Abies alba*) ont été suivies sur deux sites méditerranéens français durant deux saisons estivales contrastées hydriquement (2014 et 2015). Par la suite, le modèle d'hydraulique de plantes SurEau (modèle mécaniste) a été calibré sur les observations de terrain en faisant varier un paramètre régissant la distribution verticale du système racinaire.

Nous avons obtenu des distributions racinaires qui expliquent de manière satisfaisante les observations de terrain. Selon l'espèce, la corrélation optimale est obtenue entre 0 et 5 % du système racinaire dans la couche profonde. Les modélisations ont permis de quantifier que les arbres ont mobilisé 40 à 66 mm d'eau dans le réservoir profond en 2015. Cela représente 6,5 à 9,5 % des précipitations de l'année. Cette réserve reste minoritaire dans le volume total mobilisé par les arbres car elle contribue au maximum à 35 % de l'évaporation totale. La mobilisation de l'eau profonde se concentre principalement durant les périodes sèches. L'impact de ces prélèvements sur les eaux souterraines reste donc difficile à évaluer car la recharge intervient principalement en période humide.

Par ailleurs, nous avons examiné la sensibilité du modèle au paramètre racinaire et à la réserve en eau profonde pour quantifier l'importance de ces facteurs sur la survie des arbres en cas de sécheresse extrême. Ces analyses ont révélé que le temps de survie était fortement dépendant de ces facteurs et qu'il existe un développement optimal des racines profondes, où la survie de l'arbre est maximisée. Cela illustre l'importance conjointe du développement racinaire et des réserves hydriques pour la survie.

**Mots-Clés:** Ecohydrologie, Isotopie des éléments stables, Développement racinaire, Modélisation