



HAL
open science

Engorgement en eau puis sécheresse affectent différemment la croissance de jeunes chênes pédonculés et sessiles

Thierry Ameglio, Estelle Noyer, Philippe Balandier

► **To cite this version:**

Thierry Ameglio, Estelle Noyer, Philippe Balandier. Engorgement en eau puis sécheresse affectent différemment la croissance de jeunes chênes pédonculés et sessiles. *Rendez-vous Techniques de l'ONF*, 2022, 73, pp.43-47. hal-03684741

HAL Id: hal-03684741

<https://hal.inrae.fr/hal-03684741>

Submitted on 14 Mar 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Engorgement en eau puis sécheresse affectent différemment la croissance de jeunes chênes pédonculés et sessiles

En complément des dispositifs de terrain, l'expérimentation en conditions semi-contrôlées permet d'étudier finement, sur de jeunes plants en pots, les effets de la double contrainte infligée par les sols à nappe temporaire : engorgement et sécheresse. Pas de révélation fracassante, mais une illustration précise des différences de comportement des chênes sessile et pédonculé.

Dans la littérature, le chêne pédonculé (*Quercus robur*) est réputé plus tolérant à l'engorgement en eau du sol que le chêne sessile (*Quercus petraea*) qui, à l'opposé, serait plus tolérant à la sécheresse. En forêt, ces deux espèces sont souvent confrontées à la succession dans le temps de ces deux contraintes, engorgement puis sécheresse, dans la même année. Il nous a semblé important de mieux comprendre et caractériser l'effet de cette succession sur la dynamique de croissance des deux chênes. Pour cela, nous avons essayé de reproduire, en conditions semi-contrôlées, une contrainte édaphique de sécheresse estivale précédée ou non par un épisode d'engorgement printanier sur de jeunes plants en pot.

L'expérimentation

En fin d'hiver 2011, nous avons installé dans des pots de 30 litres, avec un sol riche à pH 6, des plants de chênes pédonculés et sessiles âgés de 2 ans, issus de pépinière. Après le repotage, ils ont été élevés en extérieur dans des conditions optimales de croissance durant un an, avec une irrigation journalière. L'année suivante (2012), la moitié des plants a été élevée dans les mêmes conditions optimales (témoin, T, Fig. 1), pendant que l'autre moitié était soumise à une situation d'hypoxie racinaire constante durant deux mois au printemps (E2, Fig. 1). Cet engorgement a été réalisé en plongeant les pots dans des contai-



Traitement d'engorgement à l'aide d'un système de double pot permettant l'ennoyage à un niveau constant (évacuation du trop-plein au niveau de la flèche).



Traitement de sécheresse : les pots ont été bâchés pour empêcher l'apport d'eau par la pluie et limiter l'évaporation de la surface du sol.



Détail d'un dendromètre LVDT – PépiPIAF pour la mesure en continu des variations de diamètre de tige (ou branche)

ners de 50 litres remplis d'eau de manière à avoir les trois quarts du volume de terre continuellement engorgés de mi-mars à mi-mai. Puis un mois plus tard, à la mi-juin, un arrêt de l'irrigation a été réalisé pour simuler une sécheresse édaphique sur une partie des arbres préalablement engorgés (E2 + S) et sur une partie des arbres jusqu'alors témoins (T+S, Fig. 1).

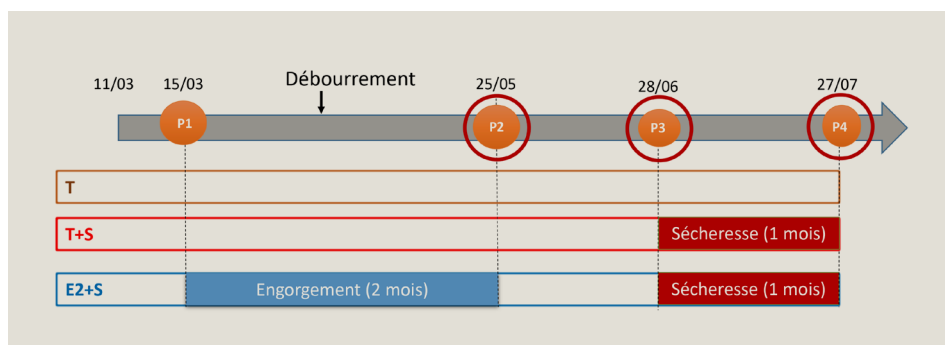
Différentes mesures ont été réalisées dans le but de suivre l'évolution de la croissance des jeunes chênes et leurs réponses spécifiques aux contraintes appliquées : des mesures d'état hydrique (**potentiel hydrique**, Ψ_{min}), de biomasses aérienne et souterraine (Fig. 2), mais aussi des mesures continues de variation du diamètre de la tige (dendromètre PépiPIAF; Capt-Connect, Clermont-Ferrand, France), durant toute l'expérimentation, pour trois plants par traitement. Ce sont ces dernières mesures qui seront principalement présentées ici, car leur suivi en continu intègre à la fois la dynamique de croissance apparente en diamètre de la tige, et la contrainte hydrique (engorgement et manque d'eau) par le suivi de la mobilisation des réserves en eau de l'écorce pour chaque journée (voir plus loin).

Résultats sur la croissance en diamètre des tiges

Nos résultats montrent clairement la sensibilité du chêne sessile à l'engorgement au moment du débourrement et dans le mois post-débourrement. Le chêne sessile manifeste en effet une absence totale de croissance en diamètre de la tige durant les 2 mois d'engorgement (-0,3 % \pm 0,8), alors que le diamètre du chêne pédonculé s'accroît d'environ 12 % durant ces 2 mois (Fig. 3; 12,6 % \pm 3,1).

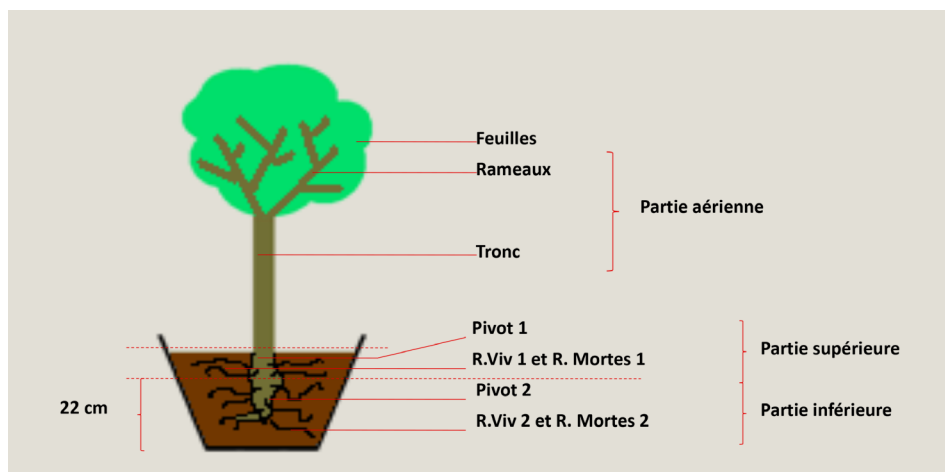
La dynamique de variation de diamètre durant cette période montre également des amplitudes journalières de contraction supérieures pour le chêne sessile, avec une non-récupération chaque jour de l'eau des cellules de l'écorce cédée à la transpiration (Fig. 4). Clairement, le chêne sessile n'est plus, ou pas suffisamment, alimenté en eau par ses racines. Pour le chêne pédonculé, la contrainte hydrique est quasiment absente (plus faible amplitude de contraction journalière) et ces conditions d'engorgement pour les trois quarts du volume de terre semblent même plutôt favorables à la croissance au regard du traitement témoin (9,7 % \pm 0,8, Fig. 3).

Le potentiel hydrique, Ψ , d'un organe correspond aux forces de rétention de l'eau dans la plante. Il exprime donc le travail qu'il faut fournir (la pression) pour extraire l'eau de la plante. C'est donc une valeur négative (une tension). Plus cette valeur est négative et plus l'eau est difficile à extraire, reflétant la force de la contrainte hydrique. Ψ_{min} est la valeur minimale du potentiel hydrique au cours de la journée (c'est-à-dire la valeur de la contrainte hydrique maximale journalière).

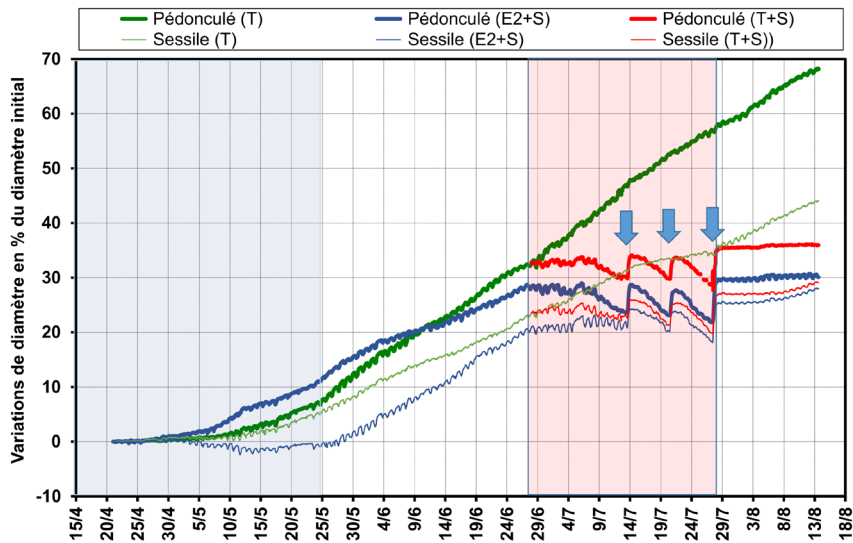


← **Figure 1.** Modalités des différents traitements et prélèvements (P1 à P4) pour les mesures de biomasse.

La biomasse des prélèvements entourés d'un cercle rouge est présentée dans la figure 6.



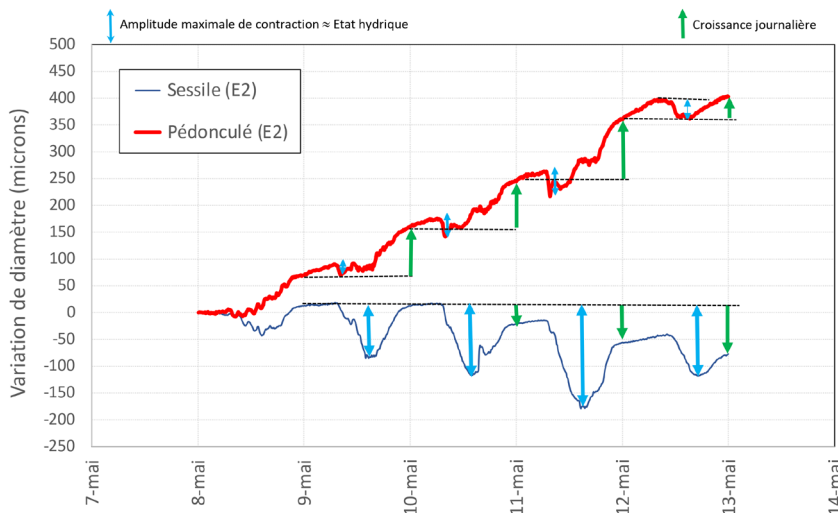
← **Figure 2.** Schéma des différents prélèvements (cf. figure 1) de biomasse (n=5 plants par espèce et par traitement).



← **Figure 3.** Suivi micrométrique et continu des variations de diamètre de tige de chênes sessiles et pédonculés.

Ces chênes ont été soumis à un engorgement printanier de 2 mois, puis à une sécheresse estivale (E2+S) comparés aux témoins (T) et aux chênes ne subissant que la sécheresse estivale (T+S). Les courbes moyennes par traitement (n=3) des variations de diamètre du tronc exprimé en % de variations par rapport au diamètre initial du point de mesure sont présentés pour les 2 espèces de chênes (trait épais pour le chêne pédonculé et trait fin pour le sessile). L'encadré bleu marque la période d'engorgement. L'encadré rouge marque la période de sécheresse édaphique. On peut noter durant la période de sécheresse des irrigations partielles de survie (0,5 l/pot; flèches bleues) lorsque le Ψ_{min} était proche de -4 MPa et qui ont permis une récupération très temporaire du diamètre.

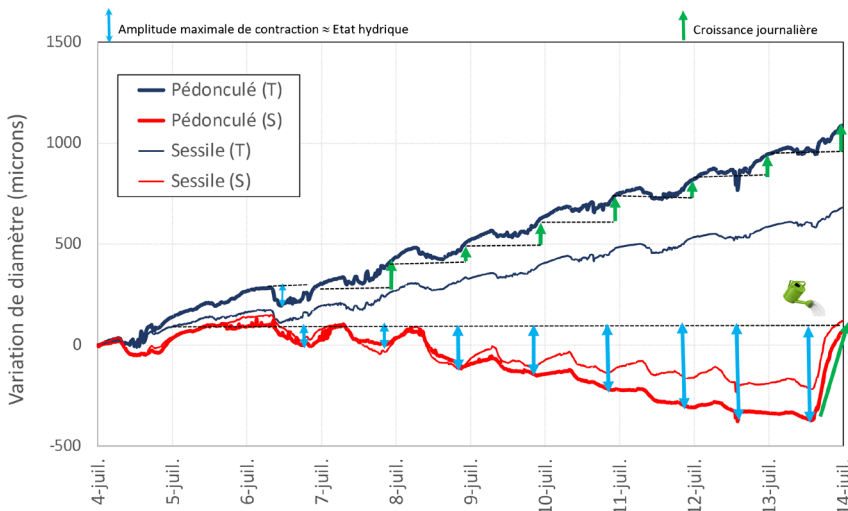
Zoom sur la période d'engorgement



← **Figure 4.** Suivi micrométrique et continu des variations de diamètre de tige de chênes sessiles et pédonculés. Zoom sur 5 journées durant la période d'engorgement.

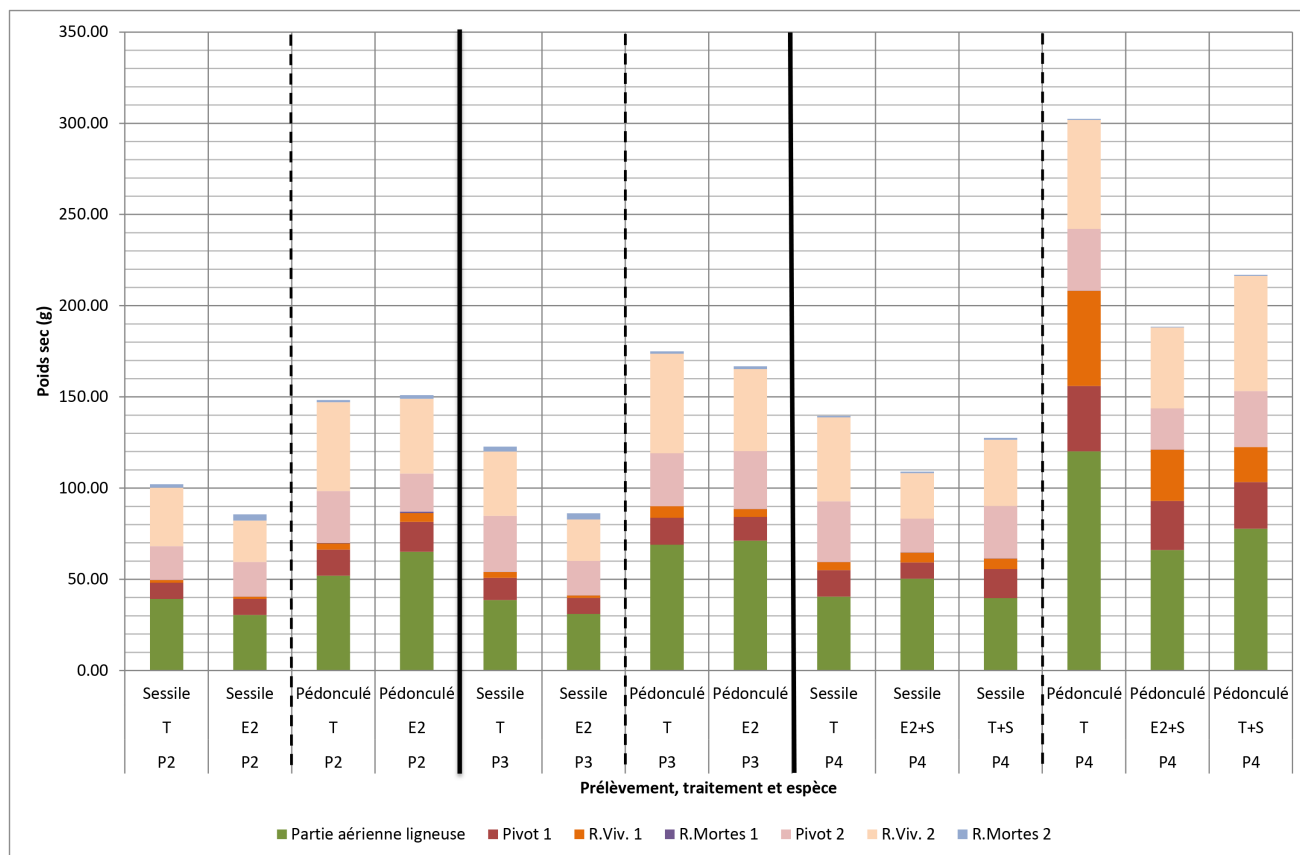
Ces deux espèces de chênes montrent des variations de diamètres contrastées avec près de 400 microns de croissance apparente pour le chêne pédonculé alors que le sessile ne présente pas de croissance durant cette période. On observe même une perte de diamètre d'environ 100 microns, indiquant que les réserves en eau de la tige ont été mise à contribution. Ces dynamiques de croissance permettent aussi de suivre la contrainte hydrique journalière qui se matérialise par une contraction journalière. Ainsi l'amplitude maximale de contraction chez le pédonculé est très faible, moins de 50 microns de contraction, indiquant un arbre peu contraint par l'engorgement et donc une situation favorable à la croissance. Ce n'est pas le cas du chêne sessile où l'amplitude maximale de contraction est forte (mobilisation importantes des réserves en eau de la tige), en particulier le 11 mai avec plus de 150 microns de contraction traduisant un état hydrique contraint, défavorable à la croissance.

Zoom sur la période de sécheresse édaphique



← **Figure 5.** Suivi micrométrique et continu des variations de diamètre de tige de chênes sessiles et pédonculés. Zoom sur 10 journées durant la période de sécheresse édaphique.

Les traitements sécheresse (S) et témoin (T) montrent des variations de diamètres contrastées avec près de 1100 microns de croissance apparente pour le traitement témoin (T) du chêne pédonculé alors que la croissance du sessile sur la même période est de 680 microns. Pour les traitement sécheresse (S), il n'y a pas de croissance durant cette période, seulement une perte de diamètre, qui correspond à la mobilisation des réserves hydriques des cellules de l'écorce. L'irrigation de survie (0,5 litre) le 13 juillet permet de récupérer le diamètre initial et donc de remplir ce « réservoir ». On observe avant cette irrigation, une mobilisation croissante des ces réserves en eau (amplitude maximale de contraction journalière : double flèche bleu clair) avec un diamètre qui démine de jour en jour (-380 microns pour le pédonculé vs. -210 microns pour le sessile).



▲ **Figure 6.** Evolution de la biomasse des plants de chênes sessiles et pédonculés selon les traitements.

Les histogrammes cumulés de la biomasse sèche pour les différents organes (cf. schéma de prélèvement, figure 2) sont présentés pour les 2 espèces de chêne (sessile et pédonculé). Les numéros (P2, P3 et P4) correspondent aux dates de prélèvement de la figure 1.

Les différents traitements sont indiqués : témoins (T) ; engorgement printanier de 2 mois (E2), suivi d'une sécheresse estivale (E2+S) ou ne subissant que la sécheresse estivale (T+S) et pas l'engorgement printanier. La légende reprend la segmentation des différents organes pesés selon le schéma de prélèvement avec Pivot 1 = partie dans le tiers supérieur du pot ; Pivot 2 = partie du pivot dans les deux tiers inférieurs ; R. Viv. 1 = racines vivantes dans le tiers supérieurs ; R. Viv. 2 = racines vivantes dans les deux tiers inférieurs ; R. Mortes 1 = racines mortes dans le tiers supérieurs ; R.Mortes 2 = racines mortes dans les 2 tiers inférieurs.

À l'opposé, la contrainte hydrique édaphique d'une durée d'un mois appliquée fin juin stoppe plus rapidement la croissance en diamètre chez le chêne pédonculé (Fig. 3), avec de très fortes amplitudes maximales de contraction (jusqu'à 5 % du diamètre initial), traduisant une utilisation importante des réserves en eau de la tige (Fig. 5). Cette forte contrainte hydrique n'induit néanmoins pas de perte irréversible du diamètre, mais stoppe la croissance qui ne redémarre pas ou peu après le retour de l'irrigation (Fig. 3), alors qu'elle est encore bien présente pour le traitement témoin de cette espèce (gain de 10 % sur cette même période). Cette contrainte hydrique s'installe plus lentement chez le chêne sessile et semble permettre un redémarrage de la croissance secondaire, une semaine après le retour de l'irrigation, contrairement au chêne pédonculé (Fig. 3).

Nos résultats montrent enfin que la succession des deux contraintes hydriques (E2+S) ne semble pas amplifier le stress hydrique ressenti par les deux espèces et sa répercussion sur la croissance en diamètre, en comparaison des arbres n'ayant subi qu'une sécheresse édaphique (T+S, Fig. 3).

Résultats sur la biomasse

Les réponses globales obtenues sur les variations de diamètre s'observent également sur les biomasses des plants (Fig. 6) et peuvent essentiellement s'expliquer par l'impact des traitements au niveau racinaire et par leurs répercussions sur le développement foliaire. En premier lieu, des mortalités de racines sont observées dans le compartiment inférieur du pot soumis à l'engorgement ; elles sont plus importantes pour le chêne sessile (racines mortes 2, Fig. 6). Ainsi, le système racinaire plus fasciculé pour le chêne pédonculé, avec des racines dans le compartiment supérieur (racines vivantes 1, Fig. 6), permet dans nos conditions (quart supérieur du pot non engorgé) un développement significatif de la partie aérienne au printemps et du diamètre de la tige (+10 %). Paradoxalement, cette meilleure croissance printanière, avec une surface foliaire bien développée, devient problématique en été, face au manque d'eau (plus grande surface de transpiration). Pour le chêne sessile, au système racinaire plus pivotant et peu développé dans le quart supérieur du pot au moment du

débourrement dans nos conditions (racines vivantes 1, Fig. 6), la contrainte d'engorgement freine la croissance aérienne au printemps, en faisant subir une réelle contrainte hydrique à l'arbre, visible par l'amplitude de contraction journalière et la non récupération des réserves en eau des cellules de l'écorce, mais aussi par le faible développement de sa biomasse aérienne et souterraine (Fig. 6). Ainsi, la plus faible surface foliaire s'avère moins pénalisante en période de sécheresse édaphique (moins de surface transpirante), avec une contrainte *in fine* plus courte et une reprise de croissance plus dynamique une semaine après la réhydratation du sol. Au final on peut toutefois observer que c'est pour la combinaison des traitements engorgement puis sécheresse (E2 + S) que la biomasse totale des plants (sessile et pédonculé) est la plus faible à la fin de la saison (prélèvement P4, Fig. 6). Cela est sans doute la conséquence d'un système racinaire plus affecté, comme le montre par exemple le ratio des biomasses racine/tige du sessile, le plus bas (1,2) pour le traitement E2+S en P4 contre 2,5 pour le témoin T.

Conclusions

Cette étude présente l'avantage d'illustrer clairement des comportements bien connus de la littérature concernant ces deux espèces de chêne. Elle permet également de démontrer le rôle du développement racinaire et de son architecture (ex. fasciculé vs. pivotant) dans le développement de la biomasse aérienne en situation d'engorgement majeur (ex. trois quart du volume de terre dans notre étude) puis celui de la biomasse aérienne vis-à-vis des contraintes hydriques de sécheresse. En ce sens, elle rejoint les résultats de Balandier et Améglio (dans ce même numéro) sur les chênes adultes se développant sur des nappes d'eau temporaires plus ou moins proches de la surface du sol. Enfin elle démontre la puissance d'un suivi en continu des variations du diamètre de tige ou de branche pour comprendre la physiologie et les réponses aux contraintes abiotiques des arbres (Améglio et Cruiziat, 1992; Daudet et al. 2004). Le développement de ces outils dendrométriques précis, autonomes et connectés, utilisables aujourd'hui en routine sur le terrain, va nous permettre de suivre en temps réel et à distance des arbres dans leurs milieux (forêt de plaine ou de montagne, foresterie urbaine...) et nous faire progresser rapidement dans la compréhension du fonctionnement des arbres en environnement fluctuant.

Thierry Améglio, Estelle Noyer et Philippe Balandier

UMR PIAF (Université Clermont Auvergne – INRAE), Clermont-Ferrand

RÉFÉRENCES

- Améglio T, Cruiziat P., 1992. Daily variations of stem and branch diameter: Short overview from a developed example. In: Karalis T.K. ed. Mechanics of swelling, NATO ASI Series, Vol. H.64. Springer Verlag, Berlin, (DEU), 193-204.
- Améglio T., Dusotoit-Coucaud A., Coste D., Adam B., 2010. PepiPIAF: A new generation of biosensors for stress detections in perennial plants. ISHS 2010 - S15: ClimWater 2010. Lisboa (Portugal), 22-27 août 2010.
- Daudet F.A., Améglio T., Cochard H., Archilla O., Lacoite A., 2005. Experimental analysis of the role of water and carbon in tree stem diameter variations. Journal of Experimental Botany vol. 56(409) pp. 135-144
- Noyer E., 2012. Réponses morphologiques et physiologiques de *Quercus robur* et de *Quercus petraea* à la sécheresse précédée ou non d'une période d'engorgement. Rapport de Master 1-EGPV, UBP Clermont-Ferrand, 54 p.

