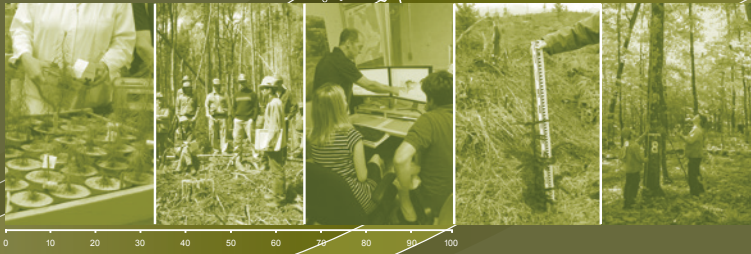


$$P'(t) = \frac{r}{k} P(t)(b - P(t))$$

$$V_{AE,B} = \beta, dhp_k^b H_k^b + \hat{\epsilon}_{2,t}$$



Les balances autonomes : un outil pour gérer efficacement l'irrigation des plants en récipients

Par Daniel Girard, techn. for. et Jean Gagnon, ing.f., M. Sc.



Il est essentiel de bien connaître la teneur en eau du substrat pour gérer adéquatement l'irrigation des plants en récipients. Depuis 2001, dans les pépinières forestières du Québec, la gestion de l'irrigation de ce type de culture est assistée par des pesées manuelles d'un récipient à la fois. Pour automatiser ces mesures, un réseau sans fil de balances, alimenté par des piles, a été conçu pour mesurer, en temps réel, les teneurs en eau volumétrique (% v/v) du substrat, le tout dans une perspective de réduction des coûts et de protection accrue de la qualité des eaux souterraines.

Sur les 128 millions de plants produits en 2017 dans les 19 pépinières forestières du Québec (6 publiques et 13 privées), la majorité (96 %) était des plants en récipients. Tous doivent répondre à des normes de qualité très strictes sur le plan sanitaire et morfo-physiologique.

Dans ces pépinières, les cultures en récipients sont produites dans un substrat léger à base de mousse de sphaigne qui offre une très bonne capacité de rétention d'eau, mais peu de capacité réelle de rétention des minéraux (adsorption), du fait de sa faible densité (0,08 à 0,12 g/cm³). Ainsi, dès que la capacité de rétention d'eau est atteinte, il en résulte une importante perte par lessivage des engrais solubles utilisés pour ces productions. Souvent, cette perte dépasse 50 % des fertilisants appliqués, d'où l'importance de bien contrôler les apports en eau par irrigation, par une connaissance précise de la teneur volumétrique (% v/v) en eau du substrat. Pour ce faire, un système de balances autonomes a été conçu et testé en conditions réelles de terrain à la pépinière de Grandes-Piles.

Le saviez-vous ?

- Un excès d'irrigation peut non seulement entraîner un lessivage important des fertilisants sous les cultures en récipients, mais aussi causer des problèmes d'insuffisance racinaire dus à un manque d'oxygénation des racines causé par un substrat trop saturé en eau.
- Chaque balance autonome permet de peser à la fois de 450 à 670 plants conventionnels (10 récipients 45-110 ou 67-50) ou 150 plants de fortes dimensions (PFD) (ex. : 6 récipients 25-310).

Pourquoi automatiser les mesures de teneurs en eau du substrat ?

- Réduire les coûts du suivi.
- Augmenter l'efficacité et la qualité du suivi par des mesures en temps réel.
- Augmenter la précision statistique des pesées grâce à un échantillonnage élevé.
- Offrir des possibilités de développement : des mesures, en temps réel, de teneurs en eau du substrat dans des dispositifs expérimentaux ont permis, par exemple, de mieux gérer l'irrigation et de diminuer les quantités d'eau appliquées. Cela a conduit à une réduction du lessivage des fertilisants et à une augmentation du taux d'utilisation des fertilisants appliqués (75 % au lieu de 50 %).

Le matériel et le logiciel

Dans un petit marché comme celui de la production de plants forestiers destinés au reboisement, il faut faire preuve de créativité. La technologie libre « Arduino » offre des possibilités de développement qui permettent de répondre, à faible coût, aux besoins des pépiniéristes. Cette technologie libre, combinée à la technologie sans fil « ZigBee », a permis de développer un système avec lequel des balances transmettent leurs données de masses à partir du terrain.

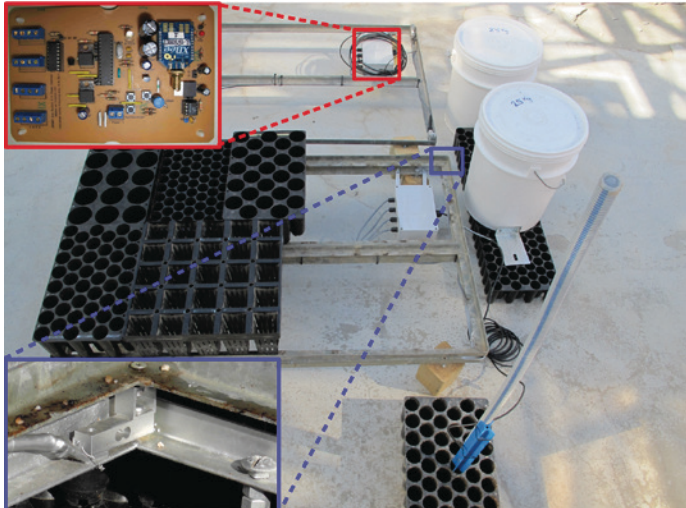


Figure 1. Une balance avec quelques-uns des récipients utilisés dans les pépinières forestières du Québec. Au premier plan, l'antenne du radio; à droite, les poids validés de 25 kg utilisés pour l'étalonnage et, en arrière-plan, une balance sans son plateau supérieur. Dans le médaillon rouge, le circuit de contrôle. Dans le bleu, un des quatre capteurs de masse (photo : D. Girard, DRF).

Des balances à faible consommation électrique (alimentées avec des piles domestiques) envoient leurs données (masses) à des routeurs toujours à l'écoute (alimentés par des panneaux solaires). Les routeurs relaient les données de chaque balance du réseau jusqu'à un récepteur, situé au bureau de la pépinière. Le récepteur est relié à un ordinateur qui affiche les masses en temps réel et les convertit en teneurs en eau volumétriques (% v/v) du substrat pour afficher le tout sous forme graphique, à l'aide de logiciels libres.

L'ensemble est un réseau de balances pouvant couvrir toute la superficie d'une pépinière sans utiliser de câbles électriques coûteux.

La fabrication et les coûts

Un tel outil n'existe pas sur le marché. Il faut donc le fabriquer ou le faire fabriquer. Des plans et un guide de fabrication sont disponibles en licence libre; il suffit de communiquer avec la Direction de la recherche forestière (recherche.forestiere@mffp.gouv.qc) pour en faire la demande.

En 2018, le coût de fabrication s'élève à environ 325 \$ CAN par balance (pièces, main-d'œuvre et routeurs inclus). À cela s'ajoutent l'étalonnage et l'installation sur le terrain (environ 15 minutes par balance au printemps) et l'entretien et le remisage hivernal (un autre 15 minutes à l'automne).

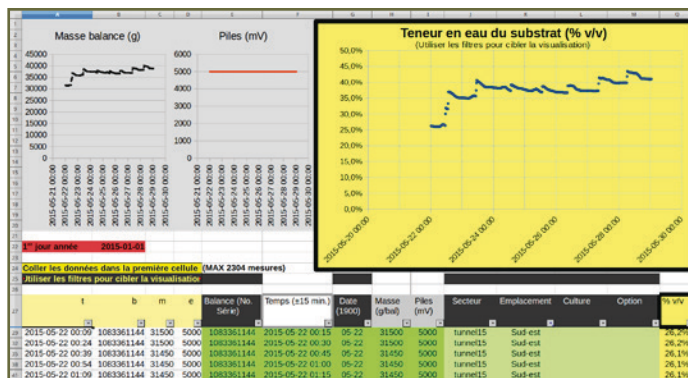


Figure 2. Le logiciel est paramétré pour afficher les résultats de teneurs en eau volumétriques du substrat en % v/v à partir des masses des récipients.

Conclusion

Puisque les balances autonomes permettent de mesurer, en temps réel, les teneurs en eau du substrat, elles s'avèrent un outil efficace pour aider les pépiniéristes à gérer de façon optimale l'irrigation de leurs cultures en récipients et d'éviter ainsi d'irriguer en excès (économie d'eau). Cela aura aussi pour effet de diminuer les pertes de fertilisants par lessivage sous les récipients et d'assurer une protection accrue de la qualité des eaux souterraines en pépinière forestière.

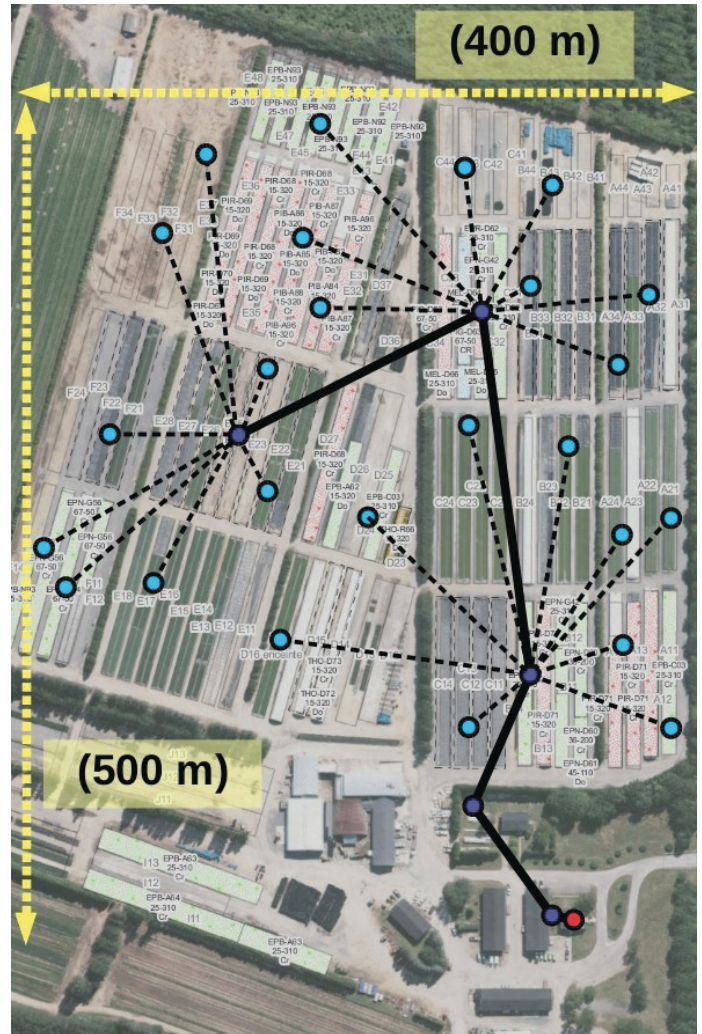


Figure 3. Exemple d'un petit réseau de 24 balances sur le terrain de la pépinière de Grandes-Piles. En bleu pâle : les balances. En bleu foncé : les routeurs. En rouge : le récepteur (extrait de ArcGIS par Chantal Pelletier, Pépinière de Grandes-Piles).

Pour en savoir plus

Girard, D., et J. Gagnon, 2016. *Wireless network of electronic scales to monitor the substrate volumetric water content for managing irrigation of containerized seedlings produced in forest nurseries*. Tree Planters' Notes 59 (2): 9-19.

Girard, D., J. Gagnon et M. Lamhamedi, 2010. *IRREC : Un logiciel de calcul des besoins en irrigation des plants produits en pépinière forestière*. Gouvernement du Québec, ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de la recherche forestière. Mémoire de recherche forestière n° 162. 54 p.

Les liens Internet de ce document étaient fonctionnels au moment de son édition.

Pour plus de renseignements, veuillez communiquer avec :

Direction de la recherche forestière
Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
2700, rue Einstein, Québec (Québec) G1P 3W8

Téléphone : 418 643-7994
Télocopieur : 418 643-2165

Courriel : recherche.forestiere@mffp.gouv.qc.ca
Internet : www.mffp.gouv.qc.ca/forets/connaissances/recherche

ISSN : 1715-0795

Forêts, Faune
et Parcs

Québec