



**Programme Agri-innovation – Volet B**

**Rapport annuel de performance 2017-18**

**Irrigation de précision en pépinière par l'utilisation de tensiomètres sans fil**

Nom du bénéficiaire : Alliance canadienne de l'horticulture ornementale	
Titre du projet : Grappe de recherche et d'innovation de l'Alliance canadienne de l'horticulture ornementale	
Numéro du projet : AIP-CL20	Période envisagée par le rapport : 01-04-2017 à 31-03-2018
N° de l'activité : COHA 02 Nom de l'activité : Irrigation de précision en pépinière par l'utilisation de tensiomètres sans fil	Chercheur principal : Charles Goulet, Université Laval

**1. Mesures de performance.** Voir l'explication de chacune des mesures à l'annexe A.

Éléments d'innovation	Résultats atteints	Fournir une description (2-3 paragraphes) pour chacun des éléments produits et décrire son importance pour le groupe ou le secteur cibles. Expliquer toute variation entre les résultats atteints et les cibles. Utiliser un langage clair.
Nombre de pratiques nouvelles / améliorées	1	<p>L'irrigation est un des principaux facteurs déterminants pour la rentabilité d'une pépinière, car elle intervient à la fois sur la qualité des plants et sur les coûts de production. La production en pépinière requiert un approvisionnement important en eau, surtout dans le cas de la culture en contenants (souvent plus de 200 000 L/ha par jour). Malheureusement, les techniques habituelles d'irrigation entraînent d'importantes pertes d'eau, d'une part parce qu'une partie de l'eau n'atteint jamais la plante et d'autre part en raison de l'arrosage excessif consécutif à une mauvaise évaluation des besoins. Pour parvenir à une meilleure gestion de la ressource et pour réduire l'impact sur l'environnement, il est essentiel de faire appel à l'agriculture de précision.</p> <p>Dans ce projet, nous avons évalué un tensiomètre sans fil de nouvelle génération qui mesure l'humidité disponible pour la plante et permet de contrôler l'irrigation avec précision. Nous avons établi les meilleures pratiques de regroupement fondé sur les besoins en eau de diverses espèces. Nous avons aussi évalué les meilleures stratégies d'irrigation dans un contexte commercial et avons démontré qu'il est possible de réduire la quantité d'eau utilisée tout en conservant une croissance optimale. Globalement, nous proposons de meilleures pratiques de gestion de l'eau en pépinière. Ces résultats pourront aider les producteurs à travers le pays, et nous nous attendons à une adoption rapide par l'industrie.</p>



Éléments d'information	Résultats atteints	Fournir la citation complète pour chaque élément. Des exemples sont présentés à l'annexe A.
Nombre d'activités d'information	2	1. Goulet, C. <i>Precision irrigation in nursery using wireless tensiometers</i> (Irrigation de précision en pépinière par l'utilisation de tensiomètres sans fil), Webinaires ACHO, 14/02/2018.  2. Goulet, C. <i>Irrigation de précision en pépinière avec tensiomètres sans fil</i> , Salon de la FIHOQ, 16/11/2017.
		<b>Indiquer le nombre de participants</b>
Nombre de personnes participant aux activités d'information	55	1. 15 participants ~ 40 participants
		<b>Indiquer le nombre de participants qui ont l'intention d'adopter une nouvelle information ou technologie</b>
Nombre de personnes participant aux activités d'information qui ont l'intention d'adopter une nouvelle innovation	13	1. 3 participants (à la suite d'une discussion après la présentation) 2. 10 participants (à la suite d'une discussion après la présentation)
		2.
		3.



## 2. Sommaire

### Éléments clés -

La gestion de l'eau est un des éléments les plus déterminants en production en pépinière. Fournir suffisamment d'eau aux plantes est indispensable pour maintenir une croissance optimale et a un effet direct sur l'apparence des plantes ainsi que sur la durée du cycle de production. Quoi qu'il en soit, il est souvent difficile de décider quand irriguer, et l'irrigation excessive peut avoir des effets nuisibles à la fois pour l'environnement et pour la rentabilité de la production.

Le production en pépinière exige un grand volume d'eau (jusqu'à 200 000 litres/ha/jour) de sorte que l'optimisation de la ressource peut avoir un effet significatif sur la quantité nécessaire chaque jour. Afin d'optimiser l'utilisation de l'eau et d'aider à la prise de décision, nous évaluons un tensiomètre sans fil de nouvelle génération qui mesure l'humidité disponible pour la plante et permet de contrôler l'irrigation avec précision.

À partir d'une interface Web, nous avons été en mesure de suivre l'évolution de la disponibilité de l'eau pour les plantes, en temps réel. Cela a permis le contrôle et l'évaluation précis du seuil d'irrigation idéal pour différentes espèces. Sur la foi de ces résultats, nous avons comparé quatre stratégies d'irrigation dans une pépinière commerciale en utilisant notamment des tensiomètres sans fil, avec ou sans matelas capillaire. L'utilisation de l'eau et la croissance végétale ont été mesurées afin de déterminer l'impact de chaque stratégie, ce qui a généré de l'information utile pour l'évaluation des tensiomètres sans fil. Parallèlement, nous avons essayé d'effectuer les meilleurs regroupements possible pour un large éventail de végétaux en les jumelant à un référentiel d'espèces contrôlées à l'aide de tensiomètres sans fil. Une des difficultés propres à la production en pépinière est le grand nombre d'espèces cultivées ensemble. Chacune a des besoins en eau différents et il serait trop coûteux ou compliqué de les surveiller individuellement avec des tensiomètres. En sachant quelles espèces il est possible de regrouper, nous espérons établir des lignes directrices visant à utiliser l'eau plus efficacement dans les pépinières.

### Expérience réussie

La grande variabilité du seuil optimal d'irrigation observée entre les espèces figure au nombre des résultats les plus intéressants tirés de la première année du projet. Parmi les cinq vivaces et les cinq arbustes testés, certains ont présenté une meilleure croissance quand le sol a été irrigué pendant qu'il était encore humide, tandis que d'autres n'ont aucunement souffert d'un seuil d'irrigation plus sec. Cela montre que certaines espèces peuvent maintenir une croissance optimale avec moins d'eau et que, par conséquent, il serait possible de réduire la quantité d'eau utilisée pour les cultiver en pépinière. Une autre observation intéressante concerne la différence de volume d'eau total utilisé d'une espèce à l'autre indépendamment de leur seuil optimal. Par exemple, *Hosta* a utilisé environ sept fois moins d'eau qu'*Astilbe*, même s'il présente une croissance idéale au même seuil d'irrigation. Cette différence, laquelle s'explique en partie par le taux de croissance différent de chaque espèce, illustre la nécessité de créer des groupes selon les besoins en eau au cours d'une saison en général. Pour être en mesure de fournir davantage d'information à ce sujet aux producteurs, nous avons testé différents groupes d'espèces durant les deuxième et troisième années du projet. Nous avons observé avec intérêt que la plupart des espèces se comportent bien avec plusieurs de nos espèces de référence. Par exemple, *Potentilla* a produit des résultats semblables lorsque groupée avec sept des dix espèces de référence. Cela signifie également que les plantes peuvent parfois produire des résultats similaires avec beaucoup moins d'eau, donnant ainsi aux producteurs l'occasion



d'économiser de l'eau.

Dans la seconde partie du projet, nous avons également été en mesure de tester les tensiomètres sans fil dans un contexte de production commerciale. Les tensiomètres sans fil ont généré des données fiables qui devraient faciliter le processus décisionnel des producteurs qui les utilisent. Le principal avantage des tensiomètres sans fil est qu'ils permettent d'accéder à l'information de n'importe où (soit en utilisant l'interface Web ou par le biais d'alertes envoyées à un téléphone cellulaire). Cette technologie a donné de la souplesse aux opérations d'exploitation de la pépinière et a permis d'éviter les oublis. Après quelques modifications apportées durant les deuxième et troisième années, nous avons été capables de réduire de près de la moitié la quantité d'eau utilisée dans le contexte commercial, sans diminuer la croissance des plantes. Ce résultat a été obtenu en combinant les tensiomètres sans fil et le matelas capillaire. Ces résultats montrent comment il est possible de réduire l'utilisation de l'eau en optimisant sa gestion dans les pépinières.

### **3. Objectifs / résultats (un langage technique est acceptable pour cette section)**

L'irrigation est un des principaux facteurs déterminants pour la rentabilité d'une pépinière, car elle intervient à la fois sur la qualité des plants et sur les coûts de production. La production en pépinière requiert un approvisionnement important en eau, surtout dans le cas de la culture en contenants. Malgré l'importance de l'irrigation, la gestion de l'eau en pépinière semble reposer d'abord et avant tout sur le jugement personnel des producteurs, plutôt que sur des mesures. Près de trois producteurs sur quatre fondent leurs décisions d'irrigation sur l'apparence visuelle ou le poids des pots. Le manque d'eau peut retarder la croissance des plantes et réduire leur qualité, tandis qu'un arrosage excessif peut être très préjudiciable à l'environnement et peut entraîner, du moins chez certaines espèces, de graves troubles de croissance. De plus, l'arrosage excessif accroît les coûts de production en augmentant les dépenses liées au traitement de l'eau, à l'entretien du système d'irrigation, au pompage, au coût d'acquisition et à la main-d'œuvre.

En procurant la bonne quantité d'eau, au bon moment et à la bonne plante, l'irrigation de précision offre une façon d'optimiser la gestion de l'eau. Dans le cadre du projet, nous avons évalué la façon de mettre en œuvre l'irrigation de précision dans une pépinière au moyen de tensiomètres sans fil. Les tensiomètres sans fil mesurent la quantité d'eau à laquelle une plante a accès et envoient l'information par signal cellulaire, permettant un suivi en temps réel et une irrigation précise. Plus spécifiquement, les objectifs du projet étaient les suivants :

- Déterminer, à l'aide de tensiomètres sans fil, les seuils d'irrigation (potentiel hydrique du sol) de plantes cultivées en contenants afin d'optimiser la croissance et l'utilisation de l'eau.
- Établir les meilleures pratiques de regroupement pour un large éventail d'espèces végétales d'après leurs besoins en eau.
- Comparer les pratiques habituelles d'arrosage utilisées dans une pépinière commerciale à l'irrigation automatique contrôlée par tensiomètres, avec ou sans matelas capillaire.

Les réalisations associées au projet étaient les suivantes :

2015 –2016 :

- Identification du seuil d'irrigation de dix espèces végétales de référence cultivées en pépinière avec tensiomètres.



2016 – 2017 :

- Identification des meilleures pratiques de regroupement pour un ensemble d'espèces végétales cultivées en pépinière à partir des dix espèces végétales de référence et de leur seuil d'irrigation.
- Évaluation de l'utilisation de l'eau et de la croissance des plantes avec quatre stratégies d'irrigation de précision dans une pépinière commerciale.

2017 – 2018:

- Identification des meilleures pratiques de regroupement pour un ensemble d'espèces végétales cultivées en pépinière à partir des dix espèces végétales de référence et de leur seuil d'irrigation (groupe d'espèces différent de celui de 2016).
- Évaluation de l'utilisation de l'eau et de la croissance des plantes avec quatre stratégies d'irrigation de précision dans une pépinière commerciale, en combinaison avec le regroupement de deux espèces.

### **Établissement des seuils d'irrigation**

Au cours de la première année du projet, nous avons évalué le seuil d'irrigation optimal pour dix espèces de référence (tableau 1), choisies pour leur importance dans la production en pépinière et pour leurs besoins en eau différents. Quatre seuils d'irrigation ont été choisis, soit de -3 kPa (quantité d'eau abondante disponible pour la plante) à -12 kPa (très peu d'eau disponible). Les plants ont été cultivés en pots de 2 gallons dans la pépinière de l'Université Laval, de juin à septembre, sous un tunnel afin de contrôler l'irrigation. Des compteurs d'eau ont été utilisés pour mesurer le volume d'eau associé à chaque traitement. Les paramètres de croissance végétale ont été mesurés durant toute la saison de croissance et le rendement en biomasse (poids sec) a été mesuré à la fin de la saison. L'expérience pour chaque espèce de référence a été réalisée comme suit : 4 traitements (seuil de tension hydrique), 12 répétitions biologiques, pour un total de 480 plants.

Après analyse des résultats, un seuil d'irrigation a été attribué à chaque espèce d'après le traitement le plus sec ayant permis une croissance optimale. D'importantes différences ont été enregistrées en ce qui a trait au volume d'eau total utilisé par les espèces, indépendamment de leur seuil optimal. Par exemple, *Hosta* a utilisé environ sept fois moins d'eau qu'*Astilbe* même s'il présente une croissance idéale au même seuil d'irrigation. Cette différence, laquelle s'explique en partie par le taux de croissance différent de chaque espèce, illustre la nécessité de créer des groupes selon les besoins en eau au cours d'une saison en général.



*Hydrangea paniculata* 'Phantom'; évaluation de différents seuils d'irrigation.



*Sedum spectabile* 'Autumn fire'; évaluation de différents seuils d'irrigation, compteurs d'eau, rampes d'irrigation avec microperseurs. Station tensiométrique sans fil avec capteur de tensiomètre. Dispositif expérimental de 2015.



Tableau 1. Seuil d'irrigation optimal pour les dix espèces de référence utilisées dans le projet et quantité totale d'eau utilisée pour chaque espèce à leur seuil optimal respectif en 2015.

Espèce	Seuil d'irrigation optimal	Quantité d'eau utilisée (L/plant)
<b>Vivaces</b>		
<i>Sedum spectabile</i> 'Autumn Fire'	-3 kPa	35,7
<i>Echinacea purpurea</i> 'White Swan'	-6 kPa	43,1
<i>Astilbe arendsii</i> 'Diamant'	-6 kPa	77,2
<i>Hosta</i> 'Golden Tiara'	-6 kPa	11,1
<i>Hemerocallis</i> 'Stella de Oro'	-12 kPa	26,7
<b>Arbustes</b>		
<i>Thuja occidentalis</i> 'Nigra'	-3 kPa	29,6
<i>Spiraea japonica</i> 'Gold Mound'	-6 kPa	39,2
<i>Euonymus alatus</i> 'Compactus'	-9 kPa	11,8
<i>Physocarpus opulifolius</i> 'Diabolo'	-9 kPa	72,2
<i>Hydrangea paniculata</i> 'Phantom'*	-9 kPa	66,8

\*Le cultivar Phantom n'étant pas disponible en 2016 et 2017, il a été remplacé par Mega Mindy.

Il est important de souligner que la quantité d'eau utilisée durant une saison peut varier d'une année à l'autre. Par exemple, l'été de 2016 a été plus chaud et plus ensoleillé que celui de 2015 (l'effet est accentué par le tunnel) et les plantes ont poussé davantage (et ont utilisé plus d'eau). Elle peut aussi varier considérablement selon la taille et la qualité des mottes utilisées. Par exemple, les *Astilbe* que nous avons eues en 2015 étaient très vigoureuses dès le départ, alors que les plants de 2016 étaient de moindre qualité. Ces plants ont donc utilisé moins d'eau (alors que toutes les autres espèces en ont utilisée davantage). Par conséquent, avant de regrouper les espèces ou les cultivars, il est important d'évaluer la vigueur des plants.

### Comparaison de différentes stratégies d'irrigation

D'après les résultats de 2015, nous avons évalué en 2016 et 2017 l'efficacité des tensiomètres sans fil dans un contexte de production commerciale. Nous avons comparé quatre stratégies d'irrigation, soit l'irrigation habituelle par le producteur, l'irrigation par le producteur avec matelas capillaire, l'irrigation automatique contrôlée par tensiomètres sans fil et l'irrigation automatique contrôlée par tensiomètres sans fil en combinaison avec matelas capillaire. La quantité d'eau utilisée et la croissance des plantes ont été mesurées afin d'évaluer l'impact de chacune des stratégies. En 2016, *Physocarpus opulifolius* 'Diabolo' a été utilisé comme espèce de référence pour l'expérience. L'irrigation automatique avec tensiomètres sans fil (avec asperseurs ou matelas capillaire) a donné des plants de la même taille et de la même qualité que pour les plants irrigués par le producteur expérimenté. Elle n'a cependant pas permis de réduire la quantité d'eau utilisée. Cela s'explique principalement par le fait que le producteur évitait d'arroser tout juste avant une pluie annoncée ou quand le vent fort risquait d'emporter les gouttes des asperseurs, alors que l'automatisation n'a pas permis un tel degré de raffinement dans la prise de décision. Il existe des systèmes d'automatisation plus complets jumelés à des stations météo (des compagnies Hortau et autres), mais ils n'ont pas été testés dans notre expérience. Ces stations météo permettraient sûrement de diminuer la quantité d'eau utilisée par un système complètement automatisé et nous avons l'intention d'explorer ces





options dans le cadre de projets futurs. Quoiqu'il en soit, les tensiomètres sans fil ont fourni des données fiables durant tout l'été, ce qui facilitera certainement la prise de décision par les producteurs qui l'utiliseront. Le principal avantage des tensiomètres sans fil est qu'ils offrent la possibilité d'accéder à l'information d'où que vous soyez (soit en utilisant l'interface Web ou par le biais d'alertes envoyées à un téléphone cellulaire). Cette technologie a donné de la souplesse aux opérations d'exploitation de la pépinière et a permis d'éviter les oublis.



Évaluation de différentes stratégies d'irrigation à l'aide de matelas capillaires, asperseurs et tensiomètres sans fil.

Compte tenu des résultats de 2016, certains changements ont été apportés aux installations en 2017. Les quatre stratégies d'irrigation étaient les suivantes : irrigation habituelle par le producteur (à l'aide d'asperseurs), irrigation par le producteur avec matelas capillaire, irrigation contrôlée par tensiomètres sans fil (avec asperseurs) et irrigation contrôlée par tensiomètres sans fil en combinaison avec matelas capillaire. Au lieu de recourir à une irrigation complètement automatisée, nous avons opté pour une approche hybride dans laquelle la décision finale d'irriguer était prise par l'équipe. Les données étaient envoyées par les tensiomètres et l'irrigation était démarrée uniquement quand les conditions météo le justifiait. Autrement dit, on retardait l'irrigation par asperseurs s'il ventait trop ou si la pluie était imminente. Puisque le vent ne nuit pas à l'efficacité du matelas capillaire, cela n'a eu que peu d'effet sur le programme d'irrigation du traitement par matelas capillaire avec tensiomètres. Toutefois, il n'en a pas été de même pour le programme d'irrigation avec tensiomètres et asperseurs, car il ventait fort sur le site et les gouttelettes étaient petites. Par conséquent, l'irrigation par asperseurs contrôlée par la tension hydrique a souvent été effectuée le matin ou la nuit. Un autre changement apporté en 2017 concerne la préparation du sol pour recevoir le matelas capillaire. En 2016, la pente du sol était un peu trop prononcée, ce qui a nui à l'efficacité du matelas capillaire. Afin d'éliminer l'effet de la pente, le sol a été retravaillé au printemps 2017.

L'expérience de 2017 a été réalisée avec *Spiraea japonica* 'Gold Mound' et *Potentilla fruticosa* 'Goldstar'. L'irrigation a été contrôlée uniquement à partir de la tension hydrique des espèces de référence. *Potentilla* a été groupée avec *Spiraea* d'après les résultats de regroupement de 2016 qui indiquent que les deux espèces ont des besoins en eau similaires. Pour *Spiraea*, l'irrigation avec les tensiomètres sans fil (avec asperseurs ou avec matelas capillaire) a produit des plants de taille et de qualité identiques à celles des plants irrigués par le producteur expérimenté (figure 1A). Cependant, la quantité d'eau utilisée avec les matelas capillaires et les tensiomètres était nettement moindre qu'avec les trois autres stratégies d'irrigation. En fait, la quantité d'eau a été réduite de près de la moitié ( $2,50 \text{ m}^3/\text{lit}$  pour les matelas capillaires avec tensiomètres contre  $4,64 \text{ m}^3/\text{lit}$  pour les asperseurs avec tensiomètres), sans diminution de la qualité des plants (figure 1B).

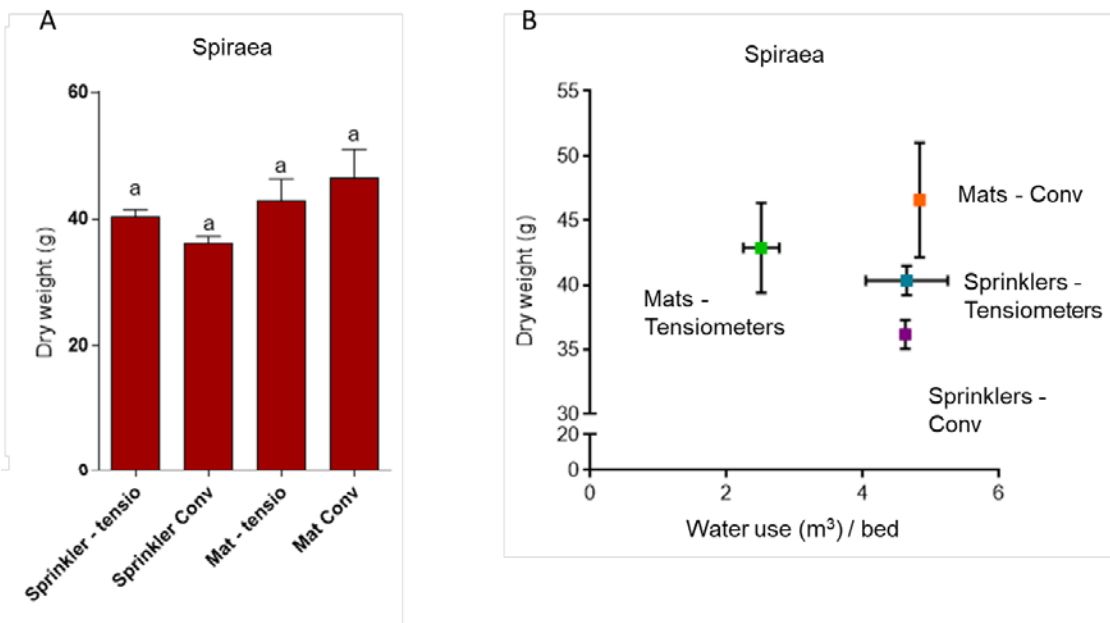


Figure 1. Effet des stratégies d'irrigation sur la croissance de *Spiraea japonica* 'Gold Mound' dans un contexte commercial. A) Poids sec des plants traités par irrigation contrôlée par tensiomètres sans fil (avec asperseurs), irrigation habituelle par le producteur (avec asperseurs), irrigation contrôlée par tensiomètres sans fil en combinaison avec un matelas capillaire et irrigation par le producteur avec un matelas capillaire. B) Quantité d'eau consommée associée aux quatre stratégies d'irrigation.  $\pm$  erreur-type.

A

Dry weight (g) = Poids sec (g)

Sprinkler-tensio = Asperseur – tensio

Sprinkler Conv = Asperseur classique

Mat – tensio = Matelas – tensio

Mat Conv = Matelas classique

B

Dry weight (g) = Poids sec (g)

Sprinklers-tensiometers = Asperseurs – tensiomètres

Sprinklers Conv = Asperseurs classiques

Mats – tensiometers = Matelas – tensiomètres

Mats Conv = Matelas classiques

Water use (m<sup>3</sup>)/bed = Eau consommée (m<sup>3</sup>)/lit

Puisque l'irrigation de *Potentilla* a été effectuée en considérant les besoins de *Spiraea*, la même importante réduction de consommation d'eau a été observée avec *Potentilla* (figure 2B). Contrairement à *Spiraea*, *Potentilla* a présenté de légères différences dans le poids sec des plants pour chaque traitement (figure 2B). Dans les deux traitements avec matelas capillaire, la biomasse était plus importante à la fin de la saison. Ce résultat est particulièrement intéressant compte tenu que le traitement avec matelas capillaire et tensiomètres a enregistré la plus faible consommation d'eau de tous les traitements. Pour les plants irrigués par asperseurs, l'utilisation de tensiomètres a produit plus de biomasse que l'irrigation par le producteur expérimenté. Cela signifie que la précision des tensiomètres peut permettre à la fois d'optimiser la croissance des plants et de réduire ou maintenir la quantité d'eau utilisée. Les résultats obtenus avec *Potentilla* montrent également les avantages du regroupement des espèces basé sur les besoins en eau, particulièrement lorsque de nouvelles technologies, comme les tensiomètres sans fil et les matelas



capillaires, sont utilisées.

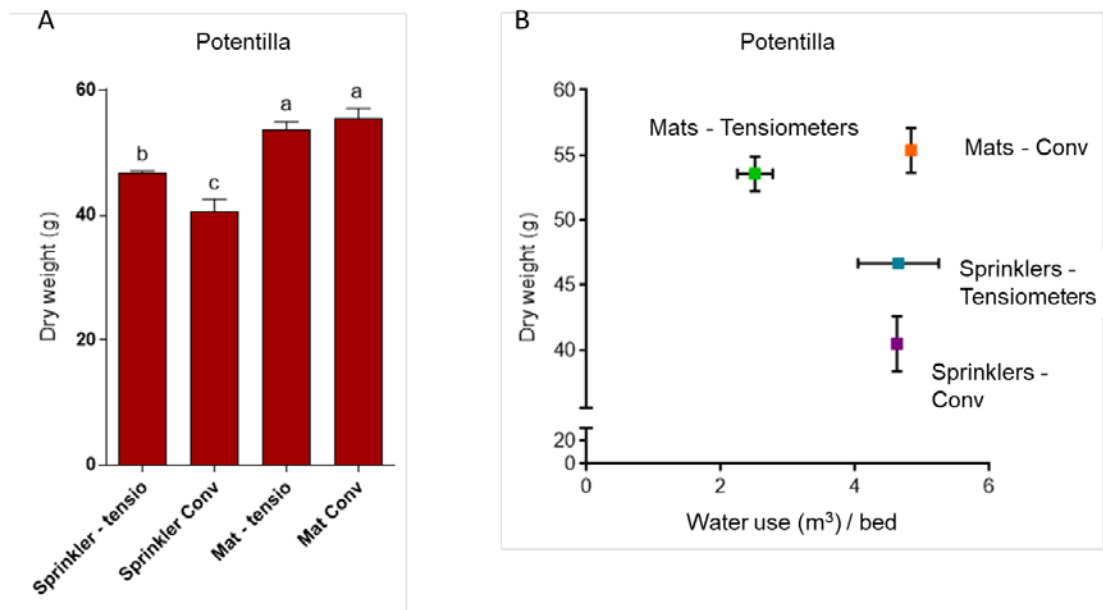


Figure 2. Effet des stratégies d'irrigation sur la croissance de *Potentilla fruticosa* 'Goldstar' dans un contexte commercial. A) Poids sec des plants traités par irrigation contrôlée par tensiomètres sans fil (avec asperseurs), irrigation habituelle par le producteur (avec asperseurs), irrigation contrôlée par tensiomètres sans fil en combinaison avec un matelas capillaire et irrigation par le producteur avec un matelas capillaire. B) Quantité d'eau consommée associée aux quatre stratégies d'irrigation. ± erreur-type.

A

Dry weight (g) = Poids sec (g)

Sprinkler-tensio = Asperseur – tensio

Sprinkler Conv = Asperseur classique

Mat – tensio = Matelas – tensio

Mat Conv = Matelas classique

B

Dry weight (g) = Poids sec (g)

Sprinklers-tensiometers = Asperseurs – tensiomètres

Sprinklers Conv = Asperseurs classiques

Mats – tensiometers = Matelas – tensiomètres

Mats Conv = Matelas classiques

Water use (m<sup>3</sup>)/bed = Eau consommée (m<sup>3</sup>)/lit

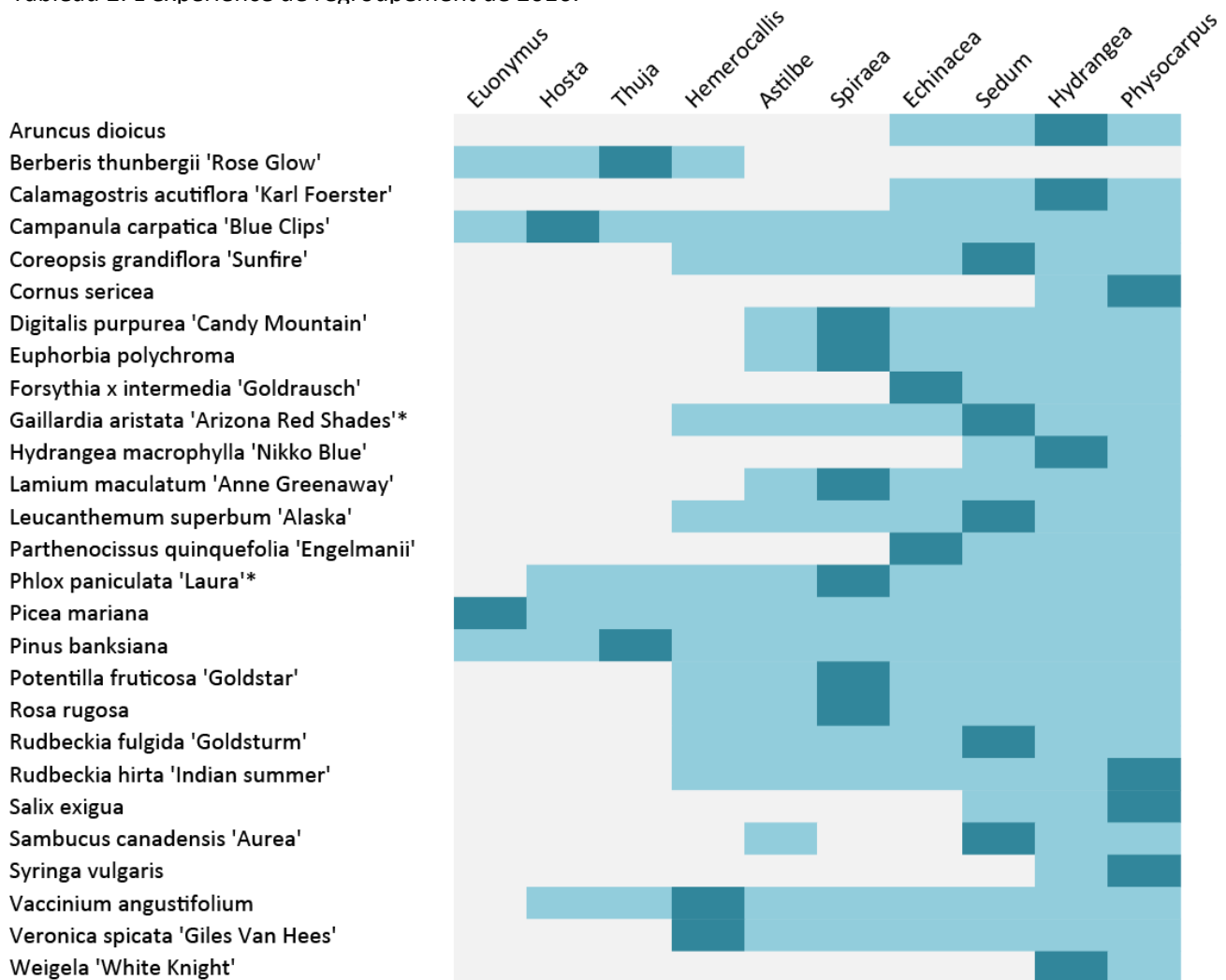
### Faits saillants de l'expérience de regroupement

Le deuxième objectif de ce projet était de trouver les meilleures pratiques de regroupement pour un large éventail d'espèces en les combinant à dix espèces de référence contrôlées par des tensiomètres sans fil. Chaque année, nous avons testé 29 nouvelles espèces à leur seuil optimal en combinaison avec les dix références. Les expériences pour cette partie du projet ont été réalisées dans la pépinière de l'Université Laval.



Tout comme dans l'expérience de 2015, les espèces de référence ont eu des besoins en eau différents. Cela signifie que, à titre d'exemple, *Weigela* associée à *Euonymus* n'a reçu que 15 % de l'eau qu'a obtenue *Weigela* associée à *Physocarpus*. Cet écart important nous a permis d'établir pour chaque espèce l'association qui favorise une croissance optimale. Il est intéressant de constater que la plupart des espèces se comportent bien avec plusieurs des espèces de référence. Par exemple, *Potentilla* a produit des résultats similaires lorsque combinée avec sept des dix espèces de référence. Cela signifie également qu'elles peuvent parfois donner des résultats similaires avec beaucoup moins d'eau. Dans le cadre de notre expérience, *Potentilla* jumelée à *Hemerocallis* a présenté la même croissance que jumelée à *Physocarpus*, mais avec 70 % moins d'eau. Dans le cas d'autres espèces, telles que *Cornus*, seul le regroupement avec les espèces les plus exigeantes en eau a donné de bons résultats. Une liste des espèces utilisées en 2016 et 2017 et des meilleurs regroupements pour chacune est présentée aux tableaux 2 et 3.

Tableau 2. L'expérience de regroupement de 2016.



suggere pour optimiser la croissance et la consommation d'eau.

\*Espèces pour lesquelles l'identification des meilleurs regroupements a été rendue difficile en raison de la mortalité des plants. *Aquilegia canadensis* 'Little Lanterns' et *Prunus cistena* ont également été écartés de l'expérience de regroupement en raison de maladies.



Expérience de regroupement.

Tableau 3. L'expérience de regroupement de 2017.

	Euonymus	Hosta	Thuja	Hemerocallis	Spiraea	Echinacea	Hydrangea	Sedum	Physocarpus	Astilbe
Achillea millefolium										
Aconitum napellus										
Alchemilla mollis										
Amelanchier canadensis										
Aster lateriflorus										
Baptisia australis										
Buddleia davidii 'Black Knight'										
Caragana arborecens										
Chaenomeles x superba 'Crimson Gold'										
Chelone glabra										
Dianthus 'Kahori'										
Festuca glauca 'Elijah Blue'										
Geranium sanguineum										
Heuchera micrantha 'Palace Purple'										
Ilex verticillata										
Iris sibirica 'Ruffled Velvet'										
Lavandula angustifolia 'Hidcote Superior'										
Liatris spicata 'Floristan Blanc'										
Ligularia przewalskii*										
Lonicera x xylosteoides 'Clavey's dwarf'										
Philadelphus virginialis										
Rhododendron 'Mandarin Lights'										
Rhus typhina										
Rubus odoratus										
Scabiosa columbaria 'Blue note'										
Sorbaria sorbifolia										
Spirea x arguta										
Spirea x vanhouttei 'Renaissance'										
Viburnum dentatum 'Autumn Jazz'										

En gris : regroupement non suggéré; en bleu : regroupement possible; en bleu foncé : regroupement suggéré pour optimiser la croissance et la consommation d'eau.

\*Espèces pour lesquelles l'identification des meilleurs regroupements a été rendue difficile en raison de la



mortalité des plants.

La relation entre la consommation d'eau et le gain de biomasse est illustrée à la figure 3. Si l'eau est fournie en quantité insuffisante, la plante meurt tout simplement. Cette situation s'est présentée pour quelques espèces (exemple : *Potentilla*) associée à *Euonymus* qui ne requiert que peu d'eau pour se développer. Passé ce seuil, les plants gagnent de la biomasse avec l'augmentation de la quantité d'eau, jusqu'à ce qu'ils atteignent un plateau à partir duquel donner plus d'eau ne se traduit par aucun gain de biomasse. Si trop d'eau est fournie, la biomasse commence à diminuer. Pour réduire la quantité d'eau utilisée tout en maintenant une croissance optimale, il est important de viser le début du plateau. Les résultats de l'expérience de regroupement montrent bien comment y parvenir en associant les plantes. La figure 4 indique que nous n'avons pas encore atteint le plateau avec *Cornus* (il nous faudrait une espèce de référence qui a besoin d'encore plus d'eau), mais que nous l'avons atteint avec *Hydrangea macrophylla* et *Potentilla*.

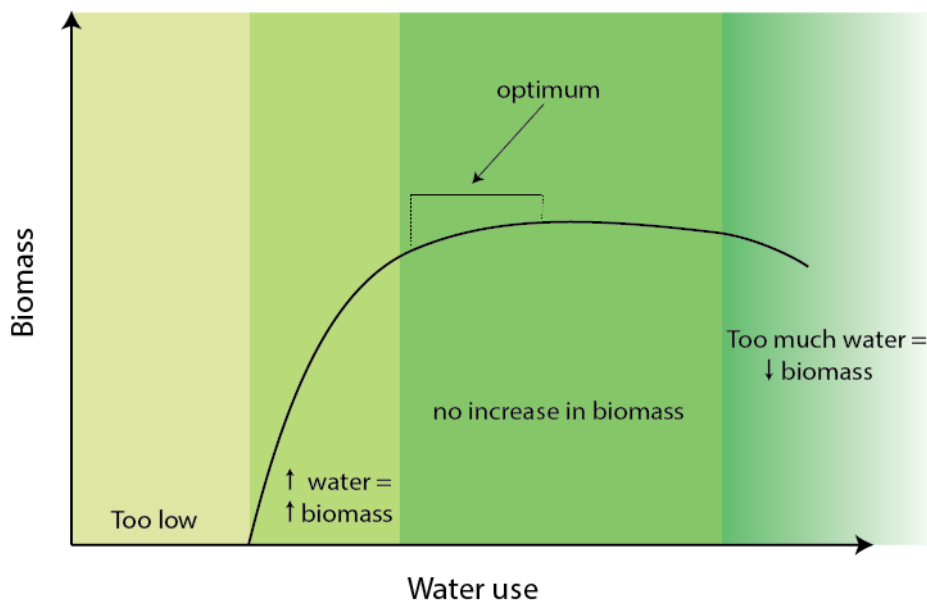


Figure 3. Relation entre l'eau utilisée et la biomasse dans le contexte de la production en pépinière.

Biomass = Biomasse

optimum = optimum

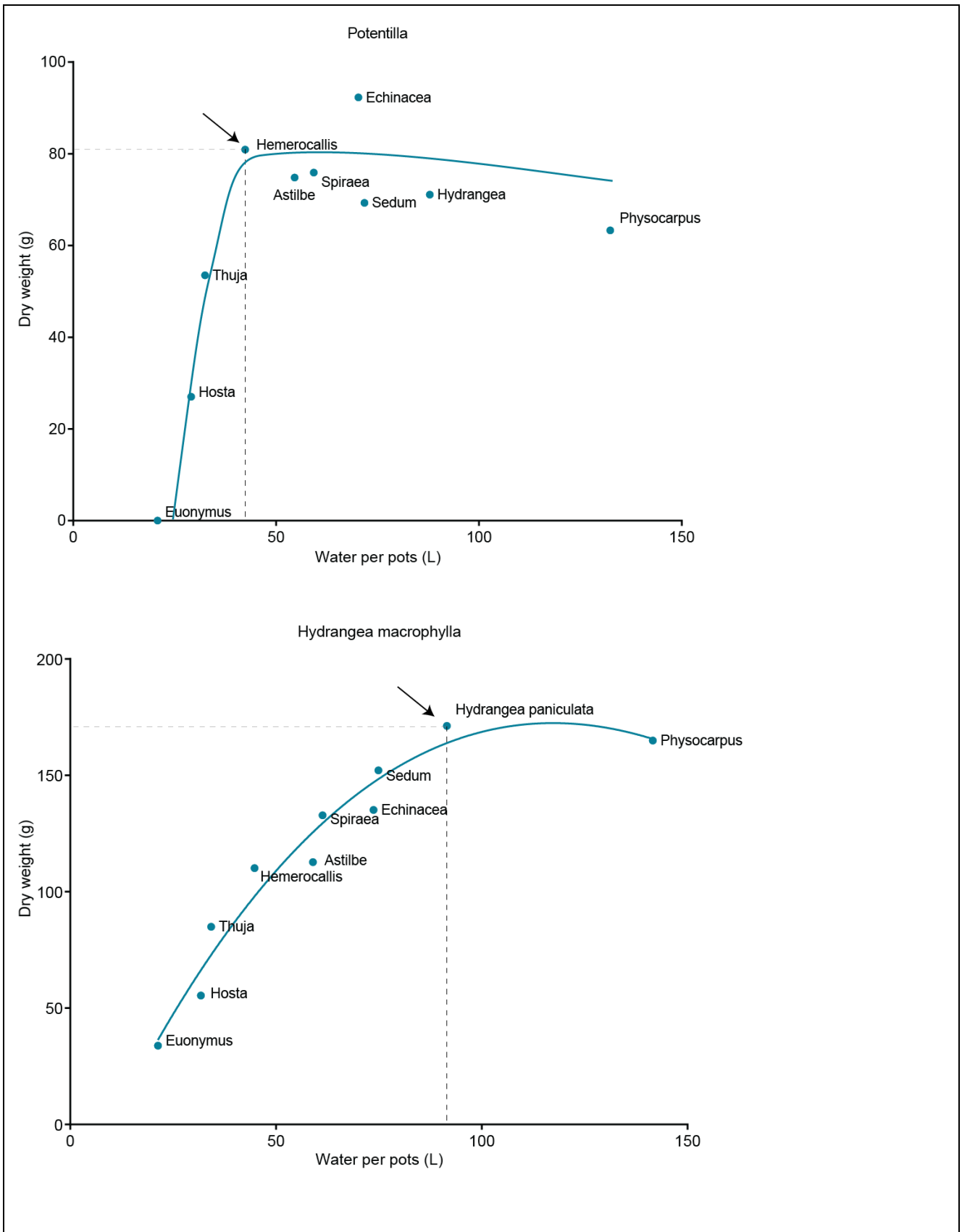
water = eau

biomass = biomasse

no increase in biomass = aucune augmentation de biomasse

Too much water = Trop d'eau

biomass = biomasse





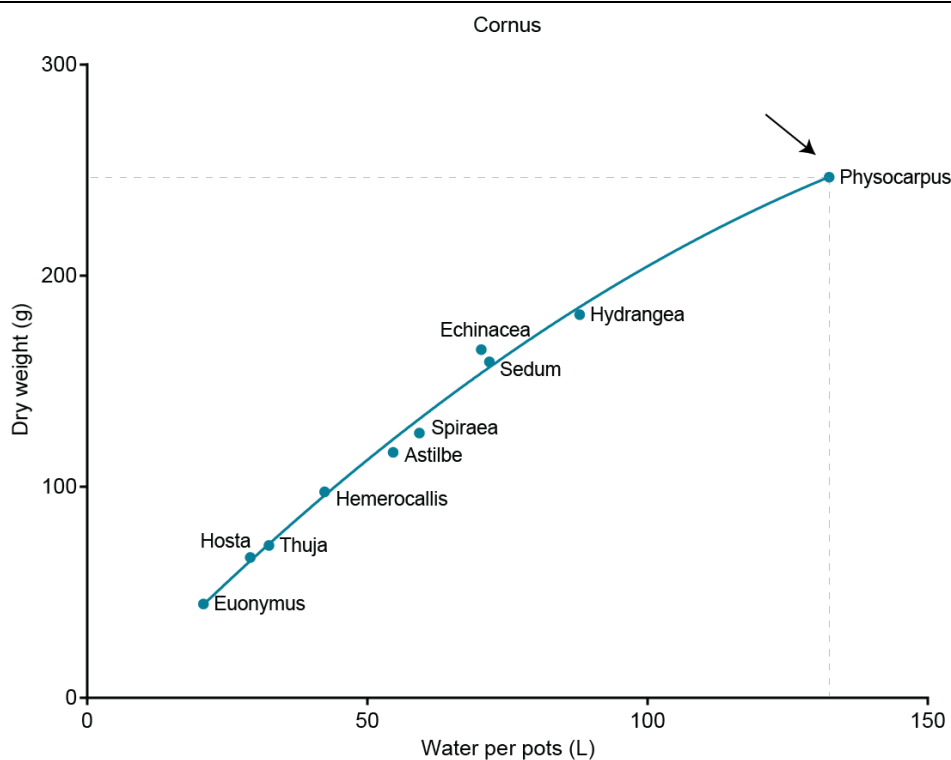


Figure 4. Résultats de regroupement pour trois espèces.

Dry weight = Poids sec (g)

Water per pots = Eau par pot (L)

Il est important de souligner que le premier mois qui suit la transplantation peut être vraiment déterminant et que, considérant la vitesse variable à laquelle les espèces s'établissent généralement, il est essentiel de surveiller chaque espèce individuellement au début. Cette mise en garde est particulièrement importante pour une espèce comme *Physocarpus* qui, bien qu'ayant besoin de beaucoup d'eau plus tard dans la saison, prend du temps à s'établir au départ. C'est la raison pour laquelle l'irrigation basée sur le regroupement n'a été mise en place qu'après l'établissement.

Aux figures 5 et 6, nous pouvons observer des exemples de résultats de regroupement opposés. *Scabiosa columbaria* a réagi conformément à la courbe typique associée à une augmentation de la disponibilité en eau (figure 5A). Les plantes associées à *Hosta* ou *Euonymus* étaient nettement plus petites et avaient produit moins de fleurs et de feuilles. Une augmentation de l'irrigation a permis d'améliorer la qualité des plantes, jusqu'à un point où un arrosage accru ne s'est pas traduit par une augmentation de la biomasse. Pour *Scabiosa*, le jumelage idéal serait avec *Sedum*, puisque ce regroupement entraîne la production de plants de haute qualité avec près de 60 % moins d'eau que si le jumelage est fait avec *Astilbe*. Pour *Dianthus*, tous les regroupements ont donné des résultats semblables (figure 6). L'absence de différence indique que tous les traitements ont fourni suffisamment d'eau à *Dianthus* et que nous pouvons facilement économiser de l'eau en regroupant l'espèce avec *Hosta* ou *Thuja*, par exemple.

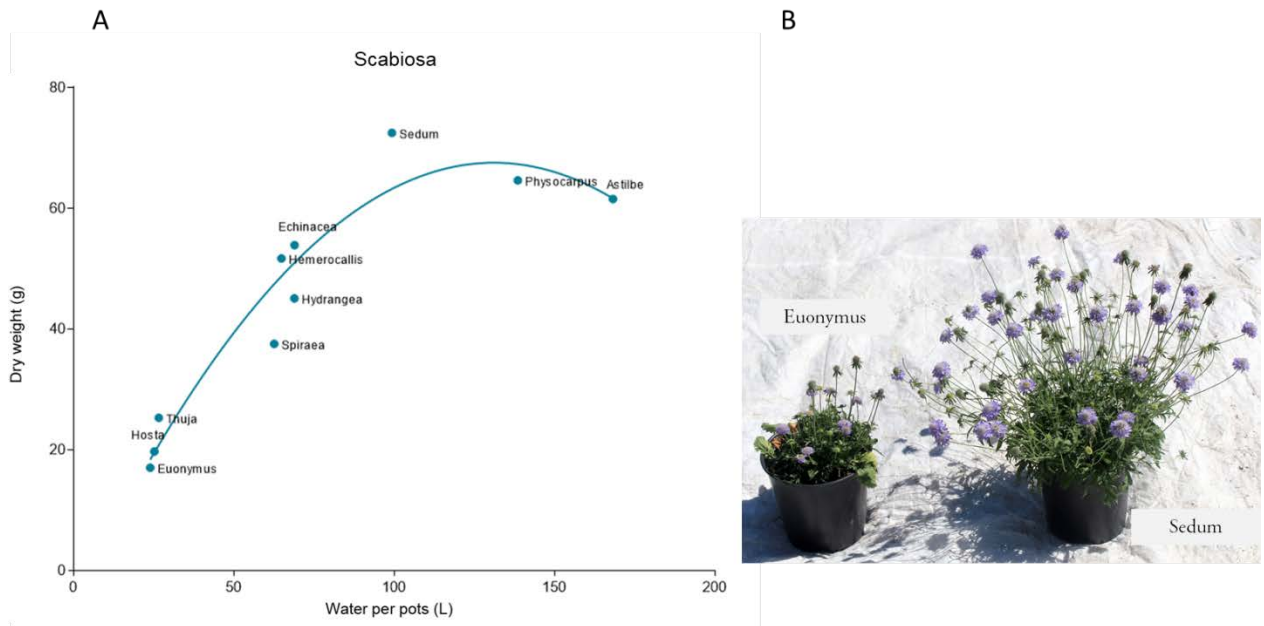


Figure 5. Résultats de regroupement pour *Scabiosa columbaria* 'Blue note'. A) Poids sec à la fin de la saison. B) Différences de croissance entre les plants jumelés à *Euonymus* et à *Sedum* au début du mois d'août.

Dry weight = Poids sec (g)

Water per pots = Eau par pot (L)

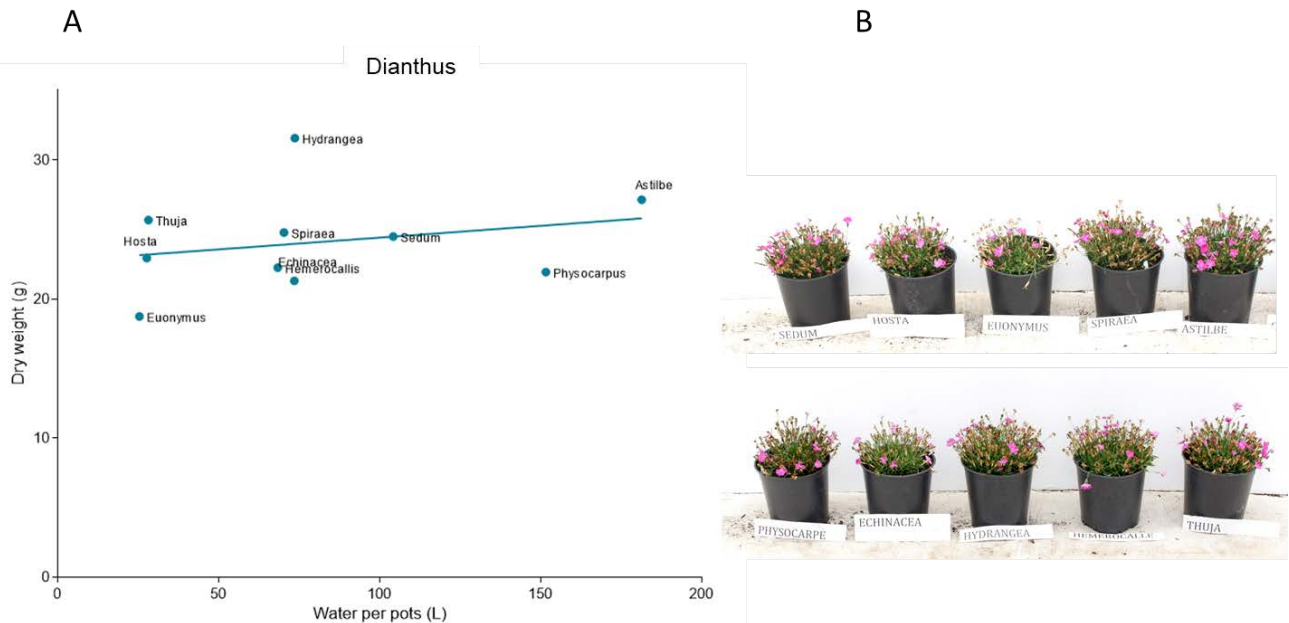


Figure 6. Résultats de regroupement pour *Dianthus* 'Kahori'. A) Poids sec à la fin de la saison. B) Absence de différence de croissance entre les différents regroupements.

Dry weight = Poids sec (g)

Water per pots = Eau par pot (L)

Les données de regroupement montrent également la grande plasticité de la plupart des espèces. Cette plasticité signifie que les producteurs pourraient délibérément réduire la croissance végétale en diminuant l'apport en eau, tout en évitant les dommages susceptibles de nuire à la vente. Dans les deux prochains exemples, nous pouvons observer la différence entre viser la croissance optimale ou accepter une diminution de biomasse pour économiser de l'eau. La figure 7 montre l'effet du regroupement de *Calamagrostis* avec cinq différentes espèces. Aucun dommage évident n'est observé quelle que soit l'espèce à laquelle la plante est jumelée, même celles qui requièrent beaucoup moins d'eau, comme *Thuja*. On constate toutefois de bonnes différences quant à la croissance, et le regroupement optimal serait avec *Hydrangea*, *Echinacea* ou *Physocarpus*. Un regroupement avec *Hydrangea* ou *Echinacea* plutôt qu'avec *Physocarpus* permettrait de réduire la consommation d'eau de près de 50 % sans perte de rendement. Si l'eau est vraiment limitée, un producteur pourrait regrouper *Calamagrostis* avec *Hemerocallis*. Cette technique réduirait de moitié la croissance, comparativement à un regroupement avec *Echinacea*, mais elle permettrait aussi de réduire la consommation d'eau de près de 50 %. Cette situation est similaire avec le lilas (*Syringa vulgaris*) (figure 8). Le regroupement optimal se fait avec *Physocarpus*, mais il est possible de réduire de moitié la quantité d'eau nécessaire en le jumelant à *Hydrangea*, sans causer de dommages visuels. Cette diminution de la consommation d'eau réduit cependant la biomasse de près de 20 %. L'exemple du lilas illustre également les limites de la plasticité, car le regroupement avec *Euonymus* a entraîné des dommages aux feuilles et un arrêt de croissance.



Figure 7. Effet du regroupement de *Calamagrostis* avec cinq différentes espèces.



Figure 8. Différences de croissance associées au regroupement de *Syringa vulgaris* avec *Physocarpus*, *Hydrangea* ou *Euonymus*.



### **Conclusion**

Les différentes expériences nous ont permis d'atteindre les objectifs de ce projet, soit i) déterminer les seuils d'irrigation idéaux de plantes cultivées en contenant afin d'optimiser la croissance et l'utilisation de l'eau, ii) établir les meilleures pratiques de regroupement pour un large éventail d'espèces végétales selon leurs besoins en eau et iii) évaluer différentes stratégies d'irrigation d'après les principes de l'irrigation de précision dans un contexte de production commerciale. Les résultats de nos expériences montrent qu'il est possible de réduire la consommation d'eau en adoptant de nouvelles pratiques qui reposent sur des mesures précises associées à des tensiomètres sans fil. De plus, nos données fournissent des orientations pour optimiser la gestion de l'eau en regroupant les plants selon leurs besoins en eau. Dans l'ensemble, le projet révèle le potentiel qu'offre l'irrigation de précision pour améliorer la gestion de l'eau dans les pépinières.

### **4. Leçons retenues :**

Décrire les principales leçons acquises à la suite de la réalisation du projet (p. ex., une approche plus efficace pour effectuer une tâche spécifique pour l'activité ou le projet).

L'irrigation de précision offre la possibilité de réduire significativement la consommation d'eau en production en pépinière. Notre projet montre que les tensiomètres sans fil fournissent des données fiables qui peuvent être utilisées pour décider précisément quand irriguer. De plus, ils accroissent la souplesse opérationnelle en donnant au producteur accès aux données où qu'il se trouve. Nos travaux révèlent également que les diverses espèces végétales ont des besoins en eau très différents et qu'il est possible de réduire la consommation d'eau en regroupant les espèces de manière efficace.

### **5. Possibilités connexes futures :**

Les résultats du projet en cours ont montré que l'irrigation de précision pourrait potentiellement contribuer à diminuer la consommation d'eau dans les pépinières. Les stratégies explorées fourniront des lignes directrices aux producteurs, et un fort potentiel d'adoption par l'industrie est attendu. Nous croyons que les producteurs pourront utiliser nos données pour prendre des décisions mieux éclairées. Cependant, nous croyons être en mesure d'aller plus loin et d'optimiser davantage la gestion de l'irrigation, notamment en développant encore plus l'automatisation.

En ce qui concerne les perspectives à long terme pour la recherche sur l'irrigation de précision en pépinière, on constate qu'il serait nécessaire d'acquérir de meilleures connaissances sur les besoins spécifiques de chaque espèce. Compte tenu du large éventail d'espèces cultivées dans l'industrie et des nouveautés qui font leur entrée sur le marché chaque année, il est fort probable que ce champ de recherche demeurera pertinent pendant longtemps. La mise au point de nouveaux outils pour acquérir des données et une meilleure intégration des résultats pour gérer l'irrigation permettront sans aucun doute de diminuer la consommation d'eau dans l'industrie et de favoriser sa pérennité. Plus la valeur de l'eau augmentera (que ce soit parce que la ressource se raréfie ou que les coûts d'irrigation augmentent), plus la recherche sera nécessaire pour améliorer la gestion de l'irrigation.



**NOTE AU LECTEUR : Ce rapport a été adapté de l'original à des fins de présentation seulement. Aucune modification n'a été apportée à l'information fournie par le chercheur. Le présent texte est une traduction du texte original en anglais.**