

PÉPINIÈRE ORNEMENTALE

BILAN DES EXPÉRIMENTATIONS 2023 ET 2024

Les principaux résultats des expérimentations réalisées au Caté en 2023 et 2024 pour la filière ornementale sont présentés dans cet article. Différentes thématiques sont abordées telles que la multiplication des arbustes, les méthodes alternatives de protection des cultures, les productions écoresponsables, la fertilisation et l'adaptation aux modifications climatiques.

Ce qu'il faut retenir !

Les nouvelles méthodes de multiplication des arbustes étudiées à la station du Caté permettent d'envisager des modifications des itinéraires techniques et notamment un raccourcissement significatif de la durée des cultures pour certaines espèces. L'optimisation des irrigations et de la fertilisation par un pilotage adapté améliore encore la performance de ces itinéraires de culture. Dans le domaine des méthodes alternatives de protection des cultures, il a été possible d'obtenir en 2023 et en 2024, des IFT relativement faibles tout en conservant un état sanitaire des cultures satisfaisant. L'utilisation de plantes de services pour accroître la biodiversité fonctionnelle dans les cultures montre un intérêt croissant et facilite la mise en œuvre de la lutte biologique dans les abris non chauffés. Les études sur les itinéraires écoresponsables (substrat sans tourbe, limitation du lessivage des nitrates, optimisation des irrigations, diminution des plastiques) se poursuivent.

Auteur

• Laurent Mary
Caté

Multiplication et itinéraires de culture

Atteindre le niveau de qualité des végétaux exigé par les acheteurs tout en maîtrisant les coûts de production constitue un enjeu capital pour assurer la rentabilité en production. La conception des itinéraires de culture fait partie des leviers à mobiliser pour répondre à ces enjeux. Les schémas de multiplication et les types de jeunes plants utilisés participent à cette réflexion.

Multiplication et production de C7L en cycles courts

Le schéma de culture traditionnel pour produire des arbustes en conteneur de 7 litres passe par le repotage d'un conteneur intermédiaire dans le conteneur définitif après une phase de multiplication et d'élevage des plantes en godets (alvéoles → godets → C2I → C7L). Ce schéma prend au moins 2 ans entre le bouturage et la commercialisation finale. Suite aux travaux réalisés par le Caté, un nouveau schéma est proposé pour raccourcir les cycles de culture et diminuer le nombre d'interventions culturales. Il s'agit de repoter 3 petits jeunes plants en alvéoles (Ø 3 cm x 5 cm) directement dans les conteneurs définitifs de 7 litres, après une phase de multiplication accélérée car réalisée au printemps ou en été. Ce schéma a été validé sur *Choisya ternata* et *Viburnum tinus* (de 2015 à 2017), *Euonymus japonicus* (de 2018 à 2020), *Leptospermum scoparium* (de 2019 à 2020) et sur *Myrtus communis* (de 2018 à 2023). Il en a résulté une durée de culture entre le bouturage et la vente de 13 à 18 mois selon les espèces. La qualité finale des plantes produites était excellente.

En 2023, sur *Myrtus communis*, nous sommes allés plus loin en intégrant une optimisation plus poussée du

pilotage des irrigations et de la fertilisation. Pour l'irrigation, une balance connectée à l'ordinateur d'irrigation a été utilisée pour déclencher les arrosages. Le pilotage de la fertilisation a été fait à partir de la mesure de la concentration en nitrates du substrat par la méthode des percolats provoqués et des bandelettes Nitrachek. Les boutures repiquées le 06/03/23 en mottes Fertiss Ø 3 cm x 5 cm ont été repotées en C7L le 15/05/23. En septembre 2023, les plantes avaient atteint un volume et une qualité permettant leur commercialisation qui a eu lieu en novembre 2023. D'une durée de culture de 13-14 mois entre le bouturage et la commercialisation lorsqu'on modifie le système de multiplication et le type de jeune plant de cette espèce, nous sommes passés à une durée de culture de 9 mois grâce à une optimisation plus complète de la conduite. La réduction du cycle atteint donc 60 % de la durée par rapport à l'itinéraire de référence. Des simulations économiques nous laissent penser que le coût de production a pu être diminué de 10 à 20 % en tenant compte de la réduction du nombre des opérations culturales. La surface occupée est en revanche supérieure puisqu'on utilise directement les conteneurs de la taille finale. Mais, la diminution de la durée de culture permet d'occuper l'espace libéré par la mise en œuvre d'un nouveau cycle plus rapidement après la fin de la première culture.

Depuis 2023, ces résultats sont appliqués à d'autres espèces ornementales, notamment des arbustes comme *Pittosporum*, *Phyllirea* et *Osmanthus* qui sont connus pour leur croissance plus lente que les espèces expérimentées jusqu'à présent. L'application du



Photo n°1 : *Phyllirea angustifolia* en C7L, le 06/02/24 juste après l'empotage de 3 boutures enracinées en 3 alvéoles de Ø 3 cm / Ctr.

principe "3 jeunes plants en alvéoles repotés directement en C7L" sous abri non chauffé a bien fonctionné sur *Pittosporum* et *Phyllirea*. Pour l'instant, la durée de culture entre le bouturage et la commercialisation a été de 18 à 24 mois pour ces espèces alors que le schéma traditionnel prend généralement au moins 2,5 ans. La qualité obtenue est également très intéressante, avec des plantes très ramifiées, bien garnies à la base et un feuillage très dense. La multiplication de ces

espèces a également été travaillée pour améliorer le taux de réussite et la vitesse d'enracinement des boutures à d'autres périodes de l'année.

En 2024, une optimisation plus poussée de la fertilisation et des irrigations a également débuté sur une culture de *Phyllirea* en C7L à partir de 3 petites alvéoles en espérant diminuer encore la durée de la culture, à l'image de ce qui a été fait sur *Myrtus* l'année précédente. Les apports d'eau ont été

établis grâce à l'utilisation d'une balance connectée à l'ordinateur d'irrigation. La mesure régulière de la quantité de nitrate disponible dans le substrat a également permis d'adapter au mieux les surfaçages pour répondre aux besoins spécifiques de la plante. Après un repotage sous abri non chauffé de 3 alvéoles Ø 3 cm /conteneur de 7 litres le 05/02/24 (Photo 1), les plantes se sont très bien comportées pendant toute la saison de croissance, arrivant à un volume très intéressant à la fin de l'été 2024. Cependant, le développement d'un nouveau ravageur, le Phytopte, un micro-acarien difficilement visible à l'œil nu et encore jamais observé à la station, a bloqué brutalement les plantes à cette période. Après son éradication et une taille, le cours normal de la culture a pu reprendre. Une dernière phase de croissance a débuté fin mars 2025, permettant d'atteindre le niveau de qualité requis à la mi-avril 2025, soit après 15 mois de culture (Photo 2).

Pour *Osmanthus* dont la croissance est nettement plus lente, il se pose encore la question de savoir si le raccourcissement du cycle permis par le nouvel itinéraire de culture sera suffisamment significatif ou s'il sera préférable de rester avec un itinéraire conventionnel de repotages successifs dans des conteneurs de taille croissante. Par ailleurs, des essais ont été réalisés en 2022 et 2023 avec le nouvel itinéraire pour produire des végétaux en conteneurs de 10 litres. En 2023, des *Leptospermum scoparium* "Red Damask" ont été bouturés le 27/03/23 en motte Fertiss Ø 2x4 puis repotés sous abri non chauffé en C10L le 11/05/23 avec 5 petites alvéoles par conteneurs. En septembre 2023, le volume et la qualité des plantes étaient déjà très satisfaisants. Les plantes ont été commercialisées en fleurs de mars à mai 2024, soit 14 mois après le bouturage, avec un bon niveau de floribondité et un volume par plante très intéressant (Photo 3). Ces cultures sont réalisées sous abri plastique non chauffé avec un substrat bien aéré.



Photo n°2 : *Phyllirea angustifolia* en C7L, le 28/04/25, après 15 mois de culture.



Photo n°3 : *Leptospermum scoparium* Red Damask en C10L, le 10/05/24, soit 14 mois après le bouturage. Repotage direct de 5 alvéoles de Ø 2cm / Ctr.





Photo n°4 : prototype de bouturage par aéroponie mis en place au Caté dans le cadre du projet Racin'Air. Au premier plan, unité de stockage et de traitement de l'eau. Au second plan, table de bouturage. Le dispositif est isolé pour limiter les déperditions énergétiques.

Bouturage des arbustes récalcitrants au bouturage

Des essais de bouturage ont été poursuivis sur différentes espèces pour améliorer la réussite et la qualité de l'enracinement. L'utilisation de mottes de cultures industrielles est généralisée. Les facteurs étudiés pour chaque espèce sont la période de bouturage, le type et le degré de lignification des boutures, le type de mottes et l'utilisation d'hormone de bouturage. Le choix du type de motte de culture est fait en fonction des espèces selon l'aération, la réserve en eau, la fertilisation ou non des mottes et du pH. Pour certaines espèces où un stade plus ligneux des boutures est privilégié, le wounding améliore significativement l'enracinement. Le bouturage est réalisé depuis 2024 dans un compartiment de serre mieux adapté qu'avant, avec moins de déperditions d'énergie, des tablettes et un écran thermique. La serre est doublée avec un film PE 100 μ pour garder plus d'hygrométrie et de chaleur. Un fog permet d'augmenter le % d'hygrométrie selon la météorologie. La consommation d'énergie pour le chauffage de cette serre a été de 104 kWh/m²/an en 2024 (soit un coût de 6,50 €/m²/an) pour un chauffage d'ambiance de 17 °C de septembre à mai. Le chauffage basse température sous les tablettes

est prioritaire et la température de l'eau chaude circulante est limitée pour diminuer la consommation de gaz.

Bouturage des arbustes par aéroponie

Le bouturage en aéroponie fait également l'objet d'études. Ce procédé innovant supprime l'utilisation de substrat : les boutures sont installées sur un support spécifique, et leurs racines se forment dans l'air ambiant, stimulées par un brouillard nutritif régulièrement diffusé. Ce système élimine le risque d'asphyxie racinaire, souvent responsable d'un enracinement limité. Nous avons observé l'intérêt de ce procédé de 2020 à 2022 mais seulement sur des dispositifs expérimentaux ne permettant pas une production à grande échelle. Pour développer ce procédé en production, il a été nécessaire de mettre au point un dispositif adapté à une manipulation rapide des boutures afin d'obtenir un rendement de travail équivalent à celui du bouturage en plaques. Cette mise au point, réalisée dans le cadre du Projet RACIN'AIR qui a débuté en 2023, s'achève cette année (Photo 4 et 5). Le module de traitement de l'eau et de régulation servant à la brumisation des racines fonctionne bien. La table de bouturage dispose d'une ergono-

mie satisfaisante. Une question essentielle portait sur le dispositif destiné à supporter les boutures qui doit être adapté à des manipulations rapides pour insérer ou récolter les boutures. Les solutions testées en 2023 et 2024 se sont révélées inappropriées. Une dernière solution vient d'être mise au point et semble convenir (photo n° 6). La mise en place des boutures et leur récolte après enracinement sont ra-



Photo n°5 : bouture de théier enracinée en aéroponie.

pides, les boutures sont bien maintenues, le support est résistant et aucun brouillard ne passe du compartiment racinaire vers les parties aériennes. Le comportement d'enracinement de différents arbustes va pouvoir ainsi être mieux étudié.

Méthodes alternatives de protection des cultures et biocontrôle

Protection biologique intégrée contre les pucerons

Les expérimentations réalisées en 2023 et 2024 dans le cadre du Projet MAPUCE ont permis d'améliorer la gestion des pucerons en PBI grâce à une approche plus complète que par le passé. Pour les cultures qui passent l'hiver sous abri, l'application de produit de biocontrôle à cette période permet d'éliminer des formes de conservation (œufs et adultes) capables de persister en climat doux. Les attaques du printemps sont alors retardées. À la sortie de l'hiver, par températures limitées, les premiers foyers peuvent être maîtrisés par des apports de chrysope et/ou des applications de produits de biocontrôle en localisé (savon noir). Les premiers apports de parasitoïdes (des *Aphidius* notamment, qui produisent des momies) au début du printemps peuvent être faits sous forme de mix à acheter dans le commerce, car ils ont l'avantage de s'attaquer à une diversité d'espèces de pucerons. Plus tard en saison, si une espèce de pucerons devient prédominante, il est préférable



Photo n°6 : dernière version du dispositif d'insertion des boutures pour le bouturage par aéroponie à grande échelle.

d'apporter le parasitoïde le plus adapté. À partir du printemps, il est intéressant de compléter l'action des parasitoïdes par des apports de prédateurs sur les foyers (chrysope si T° fraîches, *Aphidoletes* si T° plus douces). En cas de contrôle insuffisant des pucerons par les auxiliaires, des traitements de rattrapage devront être appliqués. Une approche graduelle est maintenant utilisée dans les essais : dans un premier temps traitements localisés sur les foyers avec un produit de biocontrôle avant de passer à un traitement généralisé toujours avec un produit de biocontrôle si cela ne suffit pas. L'application d'un insecticide de synthèse n'est réalisée qu'en dernier recours si

les solutions précédentes sont insuffisantes. Cette démarche permet de mieux protéger les auxiliaires.

Les essais de lutte biologique contre les pucerons montrent que l'utilisation de plantes de services facilite l'activité des auxiliaires, surtout les années où la pression de pucerons est forte. Les plantes de services utilisées qui sont des plantes fleuries produisant du nectar et du pollen pour nourrir



Photo n°7 : plantes de services cultivées en balconnière pour les essais PBI de lutte contre les pucerons.



Photo n°8 : syrpe adulte venu s'alimenter sur une plante de service. Les larves de cet auxiliaire jouent un rôle majeur dans la lutte biologique contre les pucerons.

certaines auxiliaires ont démontré leurs intérêts contre les pucerons (Photos 7 et 8). Ainsi, entre 2018 et 2024, les plantes de services ont permis d'avoir un bon contrôle des pucerons par la PBI dans 8 cultures sur 9. À l'inverse, en l'absence de plantes de services, une bonne maîtrise des pucerons par la PBI n'a été obtenue que dans 3 cultures sur 10. Ces pratiques ont permis de diminuer fortement l'utilisation d'aphicides de synthèse (4 applications de ce type de produit au total sur 7 années dans ces 19 cultures).

Démarche écophyto et PBI en pépinière

La démarche Ecophyto de réduction de l'utilisation des produits phytosanitaires de synthèse est maintenant appliquée à l'ensemble de la pépinière expérimentale. On cherche à n'appliquer ces produits qu'en dernier recours lorsque les autres méthodes de lutte sont dépassées et qu'il existe un risque de perte de qualité. Pour cela, différents leviers sont mobilisés : la prophylaxie, l'optimisation des irrigations, l'aération des abris, la multiplication à partir de pieds mères sains, les apports d'auxiliaires d'élevage, l'utilisation de produits de biocontrôle et de biostimulants. De plus, on cherche à protéger et favoriser la microfaune auxiliaire spontanée qui joue un rôle non négligeable pour les cultures extérieures (par des abords végétalisés et l'abandon des traitements avec des insecticides à large spectre). En culture sous abri, l'apport

d'auxiliaires d'élevage est indispensable car les ravageurs se développent trop vite. L'utilisation des plantes de services contre les pucerons constitue un levier intéressant. Il sera toutefois nécessaire à l'avenir de trouver des plantes de services accueillant des auxiliaires généralistes qui luttent contre un cortège plus large de ravageurs. Pour les cultures sensibles au dépérissement, le type de conteneur, le substrat, la fertilisation et le type de jeunes plants sont à adapter pour diminuer les risques de maladies. Par ailleurs, aucun désherbant chimique n'a été utilisé à la station depuis 2023, y compris pour les chemins et abords.

La mise en œuvre de ces pratiques sur l'ensemble de la pépinière expérimentale a permis de diminuer l'Indice de Fréquence de Traitement (IFT) pour les produits phytosanitaires de synthèse de 6,5 en 2013 à un niveau situé entre 0,5 et 1,3 entre 2018 et 2024, tout en conservant un bon état sanitaire des cultures.

Lutte contre les ravageurs émergents ou ré-émergents

Avec la réduction des traitements chimiques en production et le commerce des végétaux, certains ravageurs autrefois secondaires (cochenilles, tordeuses, *Heliothrips*, cicadelles, phytoptes...) prennent de plus en plus d'importance. Pour conforter les démarches Ecophyto établies pour les ravageurs principaux (pucerons, acariens, thrips, chenilles), des

essais ont débuté à la station en 2023 pour définir des stratégies alternatives pour ces ravageurs émergents. En l'absence d'auxiliaires spécialisés indigènes ou issus du commerce pour la plupart de ces ravageurs, l'efficacité de produits de biocontrôle a été testée. SPRUZIT apparaît comme le produit de biocontrôle le plus efficace contre les *Heliothrips* et cicadelles. En complément, nous avons observé une très bonne efficacité des plaques engluées vertes pour la détection et le piégeage de masse des cicadelles (Photos 9 et 10).

En général, des traitements aux huiles (OVIPHYT, SPRUZIT) appliqués en période hivernale constituent un levier intéressant pour limiter les pullulations de ces ravageurs secondaires en cours d'année. Cela s'applique notamment aux cochenilles farineuses, pour lesquelles la stratégie adoptée repose sur trois actions complémentaires : des applications d'huiles sur les cultures sensibles durant l'hiver, l'introduction de chrysopes sur les foyers à la sortie de l'hiver, puis, au printemps et en été, des lâchers curatifs de la coccinelle prédatrice *Cryptolemus montrouzieri*, fournie localement par Entomovision.



Photo n°9 : les cicadelles sont devenues des ravageurs problématiques sur certains arbustes sensibles (*Phlomis*, *Romarin*, *Lavande*...).



Productions écoresponsables

Contenants biodégradables en production de jeunes plants

Dans le cadre d'essais réalisés à la station en 2022 et 2023, on a observé que la production de jeunes plants dans des godets et des pré-conteneurs biodégradables en remplacement des godets et pré-conteneurs en plastique ne posait pas de problème technique. Lors du rempotage de ces jeunes plants dans les conteneurs définitifs, il n'a pas été observé de difficulté d'enracinement et de reprise. La qualité finale des végétaux a été identique. Toutefois, du fait de la durée de vie limitée des conteneurs biodégradables (6 mois maxi), nous avons préféré réaliser la production des jeunes plants en cycle court, sans les laisser vieillir exagérément dans les godets ou pré-conteneurs (par un rempotage juste à temps) de sorte que les racines ne s'abîment pas. L'utilisation de plaques de distancing permet aussi de limiter leur dégradation. La consommation en eau est toutefois plus élevée de 10 à 20 %.

En 2024, on a cherché à produire des végétaux en conteneurs biodégradables jusqu'à la phase de commercialisation. L'essai a été conduit en C3L. La tactique retenue pour éviter une dégradation excessive des pots au moment de la mise en vente a été de raccourcir le cycle de culture par le

rempotage de 3 boutures enracinées en petites alvéoles et de placer les conteneurs dans des cache-pots (C3L en plastique réutilisables) pour éviter le verdissement et permettre de les surélever. Pour une espèce à croissance rapide comme le *Caryopteris*, l'objectif de qualité des végétaux a été atteint tout en gardant une intégrité des conteneurs biodégradables satisfaisante au moment de la vente. Pour ce type d'espèce, le passage par un rempotage intermédiaire (pré-conteneur pour diminuer la durée de culture dans le conteneur définitif de 3 litres) est moins intéressant que le rempotage direct de 3 alvéoles par conteneur. En revanche, pour une espèce à croissance plus lente comme le fusain, l'objectif n'a pas été atteint car le volume de plantes obtenu en 6 mois qui correspond à la durée de vie du pot, n'est pas suffisant. Ces essais seront renouvelés sur des cultures en C2L qui est un segment important du marché du paysage.

Contenants en plastique recyclable

Le recyclage des conteneurs en plastique noir utilisés par les particuliers étant actuellement impossible dans les centres de tri, la filière souhaite encourager l'utilisation de conteneurs colorés pour la production de végétaux en pépinière. Les essais menés en 2023, comme en 2022, ont mis en évidence l'influence significative de la couleur des pots sur la croissance et la qualité des arbustes. En effet, la couleur du conteneur influe sur la température du substrat, ce qui conditionne le rythme de libération des engrais à libération programmée.

Les conteneurs de couleur claire, qui se réchauffent plus lentement au printemps, induisent un démarrage plus tardif des plantes. À l'inverse, les pots de couleur sombre emmagasinent davantage de chaleur, favorisant parfois la croissance mais peuvent également entraîner des effets négatifs en cas de surchauffe. Parmi les couleurs testées, les pots violets ou couleur mûre ont donné les plantes les plus ramifiées et les plus volumineuses.

En 2024, sur *Griselinia*, un pilotage précis de la fertilisation a été mis en place pour compenser les effets liés à la couleur des pots sur la libération des engrais. Ainsi, en adaptant la date

du premier surfaçage en fonction de la teinte des conteneurs et de la teneur en nitrates du substrat, des résultats équivalents en termes de qualité et de croissance ont été obtenus, quel que soit le type de pot (noir, gris, violet ou terre cuite). Les dates de surfaçage ont été ajustées comme suit : le 16/05/2024 pour les pots noirs, le 31/05/2024 pour les pots gris et terre cuite, et le 06/06/2024 pour les pots violets.

Substrats sans tourbe

Depuis deux ans, un substrat sans tourbe de La Florentaise a été testé sur *Choisya*, *Griselinia* et *Lavandula*. Les essais ont permis de mieux caractériser les pratiques d'irrigation et de fertilisation spécifiques à ce type de substrat. Du fait des optimisations réalisées, la qualité finale des végétaux produits a été quasiment identique à celle des végétaux cultivés dans un substrat possédant 56 % de tourbe. En lavande, un léger retard de développement a été observé en fin de culture, en lien avec l'absence de surfaçage supplémentaire.

Les substrats sans tourbe, à réserve en eau plus faible, nécessitent des arrosages plus fréquents mais plus courts. Les ajustements proposés par le fournisseur ont permis de retrouver une capacité de rétention et de ré-humectation satisfaisante. Un apport d'azote complémentaire a été nécessaire, le substrat ayant une tendance à en consommer. Sa structure physique est restée stable jusqu'à l'automne en conservant une bonne aération sans apparition de lissage en fond de pot et sans effondrement. En hiver, la tenue a été meilleure en 2024 (extérieur) qu'en 2023 (sous abri). Ces résultats encourageants méritent d'être confirmés sur un plus large éventail d'itinéraires culturaux.

Gestion de l'eau pour l'irrigation

Un pilotage optimisé des irrigations en cultures en conteneurs est essentiel pour assurer une qualité de production de haut niveau. Les capteurs (tensiomètres, capteurs capacitifs) testés à la station depuis plusieurs années pour mesurer l'humidité du substrat présentent plusieurs limites : manque de précision pour les capteurs capacitifs, risques de désamorçage en conditions sèches pour les



tensiomètres, mesures sur une seule plante pas toujours représentative de la plantation, nécessité d'avoir plusieurs capteurs /parcelle. Aussi, en 2023, avec la société Premel Cabic (29430), nous avons développé un nouvel outil pour cet usage. Il s'agit d'une balance qui pèse plusieurs conteneurs (6 à 8 C7L) et qui est connectée à l'ordinateur d'irrigation (Photo 11). Dans nos essais, la balance mesure l'humidité des conteneurs mais sert aussi à déclencher automatiquement les arrosages quand les conteneurs sont trop secs. La courbe de mesure s'affiche également sur l'écran de l'ordinateur. Les premiers résultats de ce procédé sont très concluants. L'optimisation des irrigations a été significative et a permis de diminuer la durée des cultures sur *Myrtus* et *Phyllirea* (cf. paragraphe précédent) tout en améliorant la qualité et l'homogénéité des végétaux produits. Utilisé au départ sous abri pour une culture irriguée par aspersion, un 2^e prototype a été installé en 2024 pour une culture extérieure au goutte-à-goutte. Le fonctionnement a aussi été très intéressant mais, à l'extérieur, le plateau de la balance doit être équipé d'une grille qui évite la verse des plantes par le vent.

Fertilisation et limitation du lessivage

Maîtrise du lessivage des nitrates en pépinière hors-sol

L'effet des pratiques de surfaçages sur le lessivage des nitrates n'est pas à négliger. Le fractionnement de la dose de surfaçage en plusieurs apports et la modulation de la dose en fonction de la croissance des plantes ont permis dans l'expérimentation menée en 2024 d'aboutir à une qualité légèrement supérieure (100 % de plantes commer-

cialisables) au surfaçage de référence tout en limitant de 29 % le lessivage des nitrates au cours de la culture et cela, sans dépasser un lessivage de 0,6 g de NO₃ par plante et par an. Pour obtenir un effet de modulation des doses lors du premier surfaçage, on utilise un mélange d'engrais à libération de 8-9 mois (50 %) avec un engrais de surfaçage plus réactif (50 %). Mais, il se pose la question des dates de réalisation des surfaçages pour optimiser la croissance tout en diminuant le risque de lessivage. Pour cela, différents indicateurs de cultures ont été mesurés régulièrement : la concentration en NO₃ du substrat, la vitesse de croissance des plantes et la concentration en azote des parties aériennes. Grâce à cela, la concentration en nitrates du substrat a été plus régulière dans le temps et d'un niveau suffisant pour alimenter une croissance soutenue mais, sans être excessive pour ne pas accroître le risque de lessivage. Dans la modalité de référence où un seul surfaçage a été réalisé, on observe un pic de présence de nitrates plus prononcé en juin qui accroît le risque de lessivage.

Du biochar ou de la zeolithe pour limiter le lessivage des nitrates

Dans un essai réalisé en 2024, l'incorporation de biochar (un charbon d'origine végétale obtenu par pyrolyse) ou de zéolithe (un minéral proche de l'argile) dans le substrat d'une culture en conteneurs a diminué de 23 % le lessivage des nitrates entre février et octobre. Toutefois, la zéolithe et le biochar n'ont pas tout à fait la même efficacité et il existe des effets de dose qui sont encore à confirmer. Le rapport coût – bénéfice de cette technique est aussi à préciser. Dans l'ensemble, l'utilisation de ces pièges à nitrates a permis d'améliorer la qualité des végétaux produits et la coloration de leur feuillage. Toutefois, les effets de la zéolithe sur la qualité, la croissance et la coloration du feuillage semblent un peu plus intéressants. Les nitrates qui ne sont pas lessivés restent probablement plus facilement disponibles pour les plantes avec la zéolithe qu'avec le biochar. Pour le biochar, il a également été montré que l'incorporation du produit en mélange dans le substrat avait la même efficacité que de positionner le produit à la base des conteneurs. La dose de biochar reste à affiner. Cela facilitera les possibilités de mise en œuvre de cette technique (Photo 12).

Optimisation des surfaçages en C7L en cycle court

Pour produire des plantes en C7L en cycle court, les jeunes plants cultivés en alvéoles sont directement rempotés dans leurs conteneurs définitifs. Afin de favoriser une bonne reprise, la fertilisation au moment du repotage est volontairement limitée à 3 kg/m³ d'engrais à libération lente (12-14 mois). Dans ce contexte, le pilotage du planing de surfaçage devient un levier stratégique pour optimiser la croissance. Un premier essai a été mené en 2023 sur *Myrtus communis*, une espèce à croissance rapide lorsque les conditions culturales sont bien maîtrisées. Les résultats ont montré une très bonne qualité des plants en un temps de culture réduit. L'objectif de l'expérimentation 2024 était de valider la technique de pilotage des surfaçages pour un arbuste possédant une croissance nettement plus lente, *Phyllirea angustifolia*. À l'automne 2024, soit 10 à 11 mois après le repotage, les plantes de *Phyllirea* obtenues possédaient déjà une belle présentation, une forte ramification et un port équilibré. Toutefois, une croissance supplémentaire restait nécessaire pour atteindre le stade de commercialisation, prévu au début du printemps 2025. Plusieurs indicateurs ont été suivis pour ajuster la fertilisation au cours de la culture : la concentration en nitrates dans le substrat, la vitesse de croissance des plants, et leur teneur en azote foliaire.

Les besoins en azote se sont révélés modérés durant la phase d'installation. Malgré une faible teneur initiale en azote des jeunes plants (12 à 15 g/kg de matière sèche), les concentrations en nitrates du substrat (100 à 300 mg NO₃/L) étaient suffisantes, rendant inutile un surfaçage précoce, contrairement aux espèces plus exigeantes.

Le premier surfaçage a été réalisé entre le 5^e et le 6^e mois, en réponse à la baisse des niveaux nitrates dans le substrat et d'azote dans les parties aériennes, ainsi qu'au ralentissement de la croissance. Une croissance soutenue (>1 g/plant/jour) de juin à mi-septembre a permis d'obtenir des plants de qualité tout en réduisant la durée du cycle par rapport à un itinéraire classique. L'irrigation de cette culture conduite sous abri était pilotée par une balance connectée à l'ordinateur d'irrigation et dans ces conditions, le risque de lessivage a été relativement maîtrisé.



Photo n°11 : balance connectée permettant le pilotage de l'irrigation.



Photo n°12 : essai de maîtrise du lessivage des plantes en conteneurs. Au premier plan, dispositif de mesure du lessivage des nitrates.

Adaptation aux modifications climatiques

Résilience aux stress hydriques par l'endurcissement

Pour endurcir les végétaux dans l'espoir qu'ils résistent mieux aux stress hydriques et climatiques. Le projet CLIMATVEG, achevé en 2023, visait à évaluer cette technique sur des cultures d'*Hydrangea macrophylla*, à la fois sur des pieds-mères en gros conteneurs et sur des plants en C2L à C4L issus de ces mêmes pieds-mères.

L'application prolongée de restrictions hydriques entraîne une réduction de croissance, variable selon les modalités. Sur les pieds-mères, une réduction de 42 % des apports en eau (seuil d'irrigation entre 160 et 250 hPa contre 80 hPa en conduite standard) a provoqué une baisse de 33 % de la production de boutures. Toutefois, en été, des brûlures foliaires importantes sont apparues et les tensiomètres se sont désamorçés à plusieurs reprises.

Pour les plants en C2L à C4L, les restrictions hydriques continues ont conduit à une baisse de 21 % du taux de plantes commercialisables (manque de volume, de ramifications, feuillage trop marqué), une réduction de 25 % de la biomasse aérienne, pour une économie d'eau de 20 %.

Une des principales difficultés liées à la restriction hydrique est l'hétérogénéité de l'humidité dans le substrat, qui engendre un développement inégal des plants. Ce facteur oblige à remouiller le substrat par des irrigations soutenues. Cette difficulté est liée à la faible capacité de ré-humectation des tourbes qui doit être améliorée.

Les restrictions ne doivent être mises en place qu'une fois l'enracinement et la base de la ramification bien établis. Dans ces conditions, les impacts négatifs sur la qualité peuvent être limités. Une restriction modérée à ce stade peut permettre de réduire la surface foliaire et la longueur des dernières ramifications. Cependant, le niveau des restrictions à appliquer reste à préciser pour limiter leurs effets négatifs.

Par ailleurs, dans 73 % des cas observés, l'endurcissement préalable par restriction hydrique n'a pas amélioré la tolérance des plantes à un arrêt brutal de l'irrigation. La réserve en eau des conteneurs étant limitée, les plantes finissent toujours par flétrir lorsque cette réserve est épuisée, qu'elles aient été endurcies ou non. Si les plantes endurcies peuvent mieux tolérer certaines situations, l'irrigation reste indispensable dès que la réserve hydrique du conteneur est vidée.

Adapter les végétaux aux stress climatiques

Les cultures en conteneurs sont bien adaptées à la distribution moderne des végétaux. Mais, du fait du faible volume disponible pour l'enracinement, les risques associés au réchauffement estival et au manque d'eau constituent de sérieuses menaces pour l'avenir. Le projet RENF'HORT, démarré fin 2023, a pour objectif de faciliter l'adaptation de la production des végétaux en conteneurs aux modifications climatiques. Deux stratégies sont étudiées :

1. Maintenir les plantes dans un état de confort hydrique et thermique satisfaisant par des conduites adaptées comme l'utilisation d'ombrières, l'optimisation des irrigations ou l'utilisation de conteneurs de couleur claire.
2. Endurcir les végétaux par des techniques appropriées telle que l'utilisation de restrictions hydriques.





Photo n°13 : combrière installée au Caté en 2024 dans le cadre du projet Renf'Hort pour comparer différents filets d'ombrages (se différenciant par leur coefficient d'ombrage).

En 2024, une ombrière avec 3 types de filet vert correspondant à 3 coefficients d'ombrage (25, 40 et 65 %) a donc été installée à la station (Photo 13). 2 espèces y ont été cultivées ainsi qu'à l'extérieur: *Hydrangea paniculata* et *Pittosporum*. L'effet de l'ombrage a été très important dans cet essai. La floraison des *H. paniculata* diminue proportionnellement à l'augmentation de l'ombrage et devient très faible avec un ombrage de 65 % alors qu'elle est maximum à l'extérieur. Pour les *Pittosporum*, le pourcentage maximum de plantes commercialisables (94 à 97 %) est obtenu avec les ombrages de 25 et 40 %. Les 3 ombrières ont permis d'aboutir à des économies d'eau de

respectivement 10, 30 et 39 % par rapport à l'extérieur. Les effets sur la température et le rayonnement ont été mesurés. Dans cet essai, les irrigations au goutte-à-goutte ont été pilotées en situation de confort grâce à une balance connectée.

L'endurcissement des végétaux a également été expérimenté sur *Physocarpus opulifolius*. Les résultats n'ont pas été concluants bien que l'endurcissement ait débuté seulement après la formation initiale des plantes. Mais, assez rapidement, en augmentant le seuil de déclenchement des tensiomètres (de 120 à 180 hPa) pour provoquer des restrictions, des problèmes d'hétéro-

généité entre les plantes sont apparus avec des brûlures sur le feuillage. Il semble qu'il pourrait être préférable de provoquer ces restrictions hydriques en diminuant les doses d'eau à chaque arrosage sans modifier le seuil de potentiel matriciel du substrat pour le déclenchement des irrigations plutôt que d'augmenter ce seuil et de travailler à dose d'eau par irrigation constante comme nous l'avons fait dans cet essai. Cette hypothèse sera testée dans un prochain essai. De plus, il se pourrait que certains végétaux, comme certaines plantes méditerranéennes, du fait de la sélection naturelle, soient plus aptes à être endurcis que d'autres. □

Conclusion

Les avancées techniques décrites dans cet article sont disponibles pour les pépiniéristes et les horticulteurs. Celles obtenues sur un certain nombre de thématiques comme la multiplication des arbustes et les itinéraires de cultures, les méthodes de protection alternatives, la gestion de l'eau ou la gestion de la fertilisation permettent d'envisager d'ores et déjà, une amélioration de la durabilité des systèmes de cultures horticoles. Mais, les effets de ces techniques doivent être observés sur un nombre plus large d'espèces ornementales et dans des conditions de cultures plus variées. Des expérimentations intégrant l'ensemble de ces paramètres dans un même itinéraire de culture, ont commencé à être mises en place de façon à apporter des réponses globales aux questions économiques et environnementales qui sont posées.