

ATELIER SUR LES ÉQUIPEMENTS SERVANT AU BOUTURAGE

par Gilbert BILODEAU, agr, M.Sc.

Le bouturage est certainement la méthode de multiplication utilisée par le plus grand nombre de pépinières produisant des plantes ornementales. C'est une méthode de multiplication simple, rapide, peu coûteuse et qui permet de conserver les caractères génétiques des plants-mères. Lorsque les droits de multiplication émis par l'obtenteur le permettent, le bouturage chez le producteur est une technique de multiplication des plus avantageuses.

Cet atelier porte sur les différents équipements pouvant servir au bouturage et est destiné à ceux d'entre-vous qui ont choisi d'utiliser cette méthode de multiplication.

Avant d'aller plus loin, il est important de noter que, peu importe l'équipement utilisé, la réussite de la multiplication par bouturage dépend d'abord de l'état physiologique du plant-mère et de la façon dont sont manipulées les boutures. Des boutures d'espèces ou cultivars possédant un pouvoir rhizogénique faible, qui sont mal préparées, exposées à des conditions stressantes, provenant de plants-mères trop vieux, trop faibles ou malades ou mises à enracer au mauvais moment ne s'enracineront pas, même si elles sont placées sous les meilleures conditions. Avec plusieurs espèces faciles à bouturer, l'enracinement peut se produire même lorsque les conditions ne sont pas optimales. Par contre, les boutures produites sous de mauvaises conditions s'épuisent avant et pendant l'enracinement, s'enracinent lentement et ont une reprise moins vigoureuse suite à l'empotage. Ceci cause un allongement du cycle de production, une augmentation des coûts et des risques accrus d'échec.

Des boutures d'excellente qualité peuvent être produites avec une multitude de systèmes, des plus rudimentaires aux plus sophistiqués. Le secret de la réussite réside dans la bonne gestion de ces systèmes.

1. Quels sont les principaux rôles des équipements de bouturage ?

Simplement de contrôler l'environnement afin de placer les boutures dans des conditions optimales d'enracinement. Parmi les principaux paramètres à contrôler, on retrouve:

- l'humidité, tant au niveau des parties aériennes qu'au niveau du substrat;
- la température du substrat et de l'air ambiant;
- la lumière.

Plusieurs installations permettent de régir ces paramètres.

2. Quelles sont les méthodes de contrôle de l'humidité ?

La bouture n'ayant pas de racines, elle ne peut puiser son eau dans le substrat de façon suffisante. Pour limiter le dessèchement et réduire au minimum les pertes d'eau du feuillage, il faut maintenir l'humidité autour de la bouture (et non dans le substrat) à un niveau le plus élevé possible (d'au moins 80 et, idéalement, jusqu'à 100 % d'humidité relative). Deux méthodes peuvent être utilisées:

- la mise à l'étouffée;
- la brumisation ou la micro-brumisation.

Une combinaison de ces deux méthodes est également possible (soit l'utilisation de brumisation ou micro-brumisation sous une tente).

2.1 Installations pour multiplication à l'étouffée (sous couverture flottante ou tente)

Le bouturage à l'étouffée est la méthode qui demande le système le plus simple. Elle consiste à placer les boutures sous un matériau plus ou moins étanche qui conserve et maintient une humidité élevée près des boutures.

Deux systèmes sont possibles:

- film de polyéthylène clair ou blanc, mince (1 à 3 mil) ou autre matériau léger (Agryl, Agrinet ou Rotop, par exemple) placé directement sur les plantes.

Avantages:

- peu coûteux;
- simple d'installation;
- permet également l'enracinement directement dans le contenant final (espace peu coûteux).

Désavantages:

- condensation importante sur le feuillage pouvant causer des maladies;
- accumulation de chaleur importante, spécialement sous plastique;
- manque de ventilation.

- tente: structure quelconque recouverte d'un film de polyéthylène mince (1 à 3 mil). Ce film peut être clair ou blanc. On favorise un polyéthylène clair en période de faible luminosité alors que le blanc permet d'éviter une surchauffe des boutures en période de forte intensité lumineuse (le film blanc ne doit pas bloquer plus de 70 % de la lumière).

Avantages:

- permet de créer un microclimat au niveau des boutures (température et humidité mieux contrôlées);
- réduit les turbulences causées par les systèmes de ventilation;
- uniformise l'environnement sur l'ensemble de la table de multiplication;
- simple d'installation;
- peu dispendieux.

Désavantages:

- accumulation de chaleur importante si le système est clos (besoin d'ombrage, donc luminosité inférieure à l'optimum);
- dessèchement des boutures lorsque le système est ouvert et nécessite alors un système de brumisation;
- doit être amovible pour pouvoir récupérer l'espace de culture lorsque le bouturage est terminé.

Lorsque l'air chaud doit être évacué de la tente et que celle-ci demeure ouverte, des systèmes de nébulisation ou de brouillard sont préféablement utilisés afin d'éviter le flétrissement des boutures. Les systèmes de brumisation permettent de plus de refroidir l'air autour des plants.

Plusieurs producteurs utilisent une structure de polyéthylène totalement ouverte sur le dessus en combinaison avec un système de nébulisation. Cet abri protège des courants d'air et réduit la transpiration. Ce système élimine les inconvénients d'une table ouverte avec mist (mauvaise uniformité en raison des courants d'air) et d'une tente complètement fermée (qui peut surchauffer).

2.2 Installations pour multiplication sous nébulisation (mist) ou brouillard (fog)

Ces équipements ont pour fonction d'apporter une humidité constante près des boutures. Ils peuvent être utilisés avec 2 types d'installations:

- avec tente;
- sans tente.

Lorsque les installations pour multiplication n'occupent qu'une partie de la serre, les systèmes avec tente sont à favoriser car ils permettent une meilleure uniformité de l'environnement. Lorsque la serre entière est utilisée à des fins de multiplication, il est plus facile de fournir un environnement acceptable dans la serre sans avoir recours aux tentes.

2.2.1 Systèmes de nébulisation

Les boutures sont maintenues turgescentes par à un système de nébulisation (brumisation ou "mist") qui produit de fines gouttelettes qui recouvrent le feuillage d'un mince film d'eau, sans toutefois mouiller de façon importante le substrat.

Ces systèmes sont composés d'une ligne d'eau sur laquelle des buses sont fixées à intervalles. Un contrôleur donne le signal à une vanne électrique pour la mise en marche et l'arrêt de l'arrosage. Cet arrosage est habituellement de courte durée (moins de 30 secondes, variable selon le débit des buses utilisées) et sa fréquence est ajustée en fonction des conditions environnementales.

La principale cause d'échec rencontrée chez les producteurs est un surplus d'eau au niveau du substrat. Il est donc essentiel d'intégrer tous les systèmes afin d'éviter l'asphyxie des boutures. Le contrôle du mist (fréquence et durée d'opération) doit être adapté au type de buses, au substrat utilisé et à l'environnement retrouvé dans la serre ou la tente.

Les buses utilisées pour la nébulisation

Les buses utilisées doivent répondre à certains critères afin d'être efficaces. Les critères suivants sont habituellement recherchés d'une buse de nébulisation:

- gouttelettes entre 50 et 100 microns;
- bonne uniformité de distribution sur la table;
- aucun dégouttement;
- prix abordable;
- facilité d'entretien (facile à déboucher);
- facile à utiliser (installation et ajustement);
- débit d'eau faible mais suffisant (éviter les débits élevés qui mouillent inutilement le substrat, chercher des débits entre 15 et 30 litres à l'heure).

On retrouve sur le marché de nombreux types de buses provenant de différents manufacturiers. Les buses en métal (habituellement en laiton) sont très résistantes mais aussi plus dispendieuses que les buses en plastique. Ces dernières ont l'avantage de ne pas rouiller. Elles sont faciles à entretenir et certaines ne requièrent aucun outil pour leur entretien.

Les buses utilisées sont de trois types:

- à enclume (le jet d'eau provenant de l'orifice est projeté sur une surface plane causant la formation des gouttelettes);
- à aiguille (le jet d'eau sortant de l'orifice frappe un déflecteur retenu par une aiguille);
- à orifice restreint. Certains producteurs utilisent des buses de pulvérisateurs (à jets coniques dirigés vers le bas) installées sur une ligne d'eau. Ces buses donnent un excellent patron d'arrosage mais sont plutôt dispendieuses.

Le choix de la buse dépend des critères précédemment mentionnés, de la largeur des tables ainsi que du débit nécessaire.

La disposition des buses sur la ligne

- Préférer une disposition des buses fixées en dessous de la ligne, plutôt qu'au-dessus, afin d'éviter l'accumulation de gouttes sur la ligne. La tombée de ces gouttes favorise une humidité trop élevée du substrat ce qui fait pourrir les boutures. Il est possible d'installer sous la ligne une gouttière (elle doit être étroite de manière à ne pas interférer avec la brumisation) afin d'empêcher l'eau de dégouetter de la ligne au substrat. Lorsque les buses sont placées sous la ligne, des vannes de retenue sont nécessaires afin d'éviter que la ligne se vide par gravité après la fermeture de la vanne principale.
- Il est fortement suggéré de faire appel à des spécialistes pour la conception du système de brumisation afin de s'assurer de l'uniformité de la distribution des gouttelettes sur la table.

Le contrôle des systèmes de nébulisation

Afin de libérer le producteur des contraintes des irrigations manuelles très fréquentes des boutures, les systèmes de nébulisation sont pourvus d'une vanne électrique dont l'ouverture peut être contrôlée de différentes façons:

- par minuteries

2 minuteries nécessaires -> une de cycle long (contrôle les heures de départ et d'arrêt du système) et une autre de cycle court (contrôle la durée de brumisation ainsi que la fréquence).

- exemple de programmation des minuteries:

Minuterie 1: mise en marche du système de 9h00 à 18h00;

Minuterie 2: brumisation de 15 secondes à toutes les 30 minutes.

Avantage:

- le système le moins dispendieux.

Désavantage:

- les minuteries doivent être ajustées fréquemment de façon manuelle pour tenir compte des conditions environnementales (soleil, ventilation, etc.).
- par une feuille électrique (Aquamonitor®)

L'humidité provenant du nébuliseur est captée par deux électrodes qui actionnent la fermeture de la valve électrique.

Avantage:

- réagit aux conditions environnementales d'humidité.

Désavantage:

- une eau dure forme des dépôts sur la feuille électrique et peut altérer son fonctionnement.
- par système à balancier (Mist-A-Matic®)

Le poids de l'eau provenant du nébuliseur fait basculer une grille, ce qui arrête la brumisation.

Avantage:

- réagit aux conditions environnementales d'humidité.

Désavantages:

- peut être affecté par les courants d'air;
- le système doit être nettoyé périodiquement pour éviter toute accumulation de dépôts (ex. sels calcaires);
- peut être difficile à ajuster.

- par une cellule photoélectrique

Ce système utilise la relation qui existe de façon générale entre l'irradiation et la transpiration (une forte irradiation causant une transpiration élevée). Une cellule photoélectrique produit un courant électrique en fonction de l'intensité de la lumière. Ce courant est accumulé jusqu'à une certaine valeur, définie à l'avance par l'opérateur. Lorsque cette consigne est atteinte, le système déclenche l'ouverture de la vanne électrique. Donc, plus l'ensoleillement est important, plus la brumisation est mise en marche fréquemment.

Avantage:

- réagit aux conditions d'ensoleillement donc, normalement de dessèchement.

Désavantages:

- ne tient pas compte de l'humidité atmosphérique;
- ne tient pas compte de la ventilation.

- par un appareil de mesure de déficit de pression de vapeur (DPV)

Le déficit de pression de vapeur est directement relié à l'évaporation de l'eau sur le feuillage. C'est en somme une mesure de la vitesse d'évaporation de l'eau.

Le système consiste en une boîte de contrôle munie d'une sonde qui mesure la température du feuillage, celle de l'air ambiant, le taux d'humidité relative et l'intensité lumineuse.

Avantage:

- Mesure de façon précise les conditions d'humidité.

Désavantages:

- coût élevé;
- système relativement nouveau avec peu de données d'expérimentation disponibles.

2.2.2 Systèmes de brouillard (fog)

L'humidité relative de l'air autour des boutures peut être maintenue à près de 100 % à l'aide d'un système de brouillard (gouttelettes de 10 à 80 microns), empêchant ainsi le dessèchement des boutures. Ces systèmes sont habituellement installés pour humidifier l'ensemble d'une serre destinée à la multiplication mais peuvent également servir à l'humidification sous une tente. Afin de conserver le niveau d'humidité élevé dans la serre, la ventilation (extracteurs d'air mécaniques) doit être réduite ou absente lors de l'utilisation de systèmes de brouillard dans la serre. Il en résulte une élévation de la température qui peut devenir dommageable pour les boutures lors de journées très ensoleillées. Différentes méthodes pour réduire la température dans la serre peuvent être utilisées dont le blanchiment du recouvrement ou l'utilisation d'ombrière placée à l'extérieur.

Ce brouillard peut être obtenu de plusieurs façons:

- Brouillard généré par haute pression d'eau

L'eau dans la ligne est portée à très haute pression (750 PSI et plus) par une pompe. Cette pompe est habituellement placée à l'extérieur de la serre (dans une pièce fermée) afin de diminuer le bruit qu'elle produit. Des buses placées sur la ligne atomisent l'eau et produisent de très fines gouttelettes. La qualité d'un système de brouillard est évaluée en fonction de la dimension des gouttelettes produites. Le diamètre maximum des gouttelettes doit être d'environ $40 \mu\text{m}$ afin qu'elles demeurent en suspension dans l'air et qu'elles ne retombent pas sur le feuillage. Les systèmes de brouillard ont comme caractéristiques d'abaisser la température ambiante en plus d'augmenter l'humidité.

La distribution du brouillard avec systèmes à haute pression peut se faire de 2 façons:

- ligne de brouillard (communément nommée ligne "fog")

La distribution dans l'ensemble de la serre est très uniforme avec ce type d'installation mais l'entretien est difficile (la ligne placée au-dessus des cultures peut être difficile à atteindre lors de son nettoyage). La ligne de fog peut être installée sous une tente.

- ventilateur muni de buses haute pression

Les buses sont placées devant un ventilateur tournant à haute vitesse. La source du brouillard étant très localisée, le niveau d'humidité peut diminuer à mesure que

l'on s'éloigne du ventilateur. L'entretien est simplifié car les buses sont toutes au même endroit (un ventilateur est habituellement équipé de plusieurs buses). Le bruit généré par le ventilateur est assez important et peut être incommodant. Ce type de système de brouillard ne doit pas être installé sous une tente en raison de la forte turbulence qu'il génère. Il peut servir pour humidifier localement une partie de serre en créant un compartiment séparé avec un polyéthylène.

Avec les systèmes de brouillard produit par haute pression, l'eau utilisée doit être d'excellente qualité afin d'éviter le colmatage des buses. Des filtres (de 30, 10, 5 et 1 µm) installés en série préviennent le colmatage (pour une eau de qualité acceptable) mais nécessitent un entretien régulier et un changement fréquent des cartouches. Lorsque possible, il est préférable d'utiliser l'eau de l'aqueduc municipal pour alimenter ces systèmes afin d'éviter un entretien trop intensif.

- Brouillard généré par faible pression d'eau

Ces systèmes fonctionnent avec une pression d'eau de 40 à 60 PSI, soit ce qui est normalement disponible à la sortie du robinet. L'orifice des buses de ces systèmes est de dimension supérieure à celle de l'orifice des buses utilisées pour le système précédent et a donc moins tendance à colmater. Ces systèmes demandent donc habituellement moins d'entretien que le brouillard haute pression.

Deux systèmes utilisent l'eau sous basse pression pour générer un brouillard:

- ventilateur de type Humidifan

L'eau est amenée sur les pales du ventilateur qui tourne à haute révolution. L'eau est ainsi atomisée et dispersée sur une distance d'environ 10 m. La dimension des gouttelettes ainsi produites est suffisamment petite pour produire un fin brouillard.

Ce système a l'avantage d'être facile à installer (il se connecte à un boyau d'arrosage ordinaire) et de requérir peu d'entretien. Son principal inconvénient provient du fait qu'il est passablement bruyant. De plus, il humidifie de façon locale et d'uniformité variable. Ce système ne s'utilise pas sous tente.

- système air comprimé-eau

La buse spéciale de ce système utilise l'air comprimé et l'eau (la buse est raccordée à la fois à une ligne d'eau et à une ligne d'air). Plusieurs buses peuvent être installées sur chaque ligne. L'eau est propulsée et atomisée par l'air lors de son passage dans la buse. La dimension des gouttelettes et le débit (de 1,7 à 5,8 gph) varient en fonction de la pression d'eau (qui peut aller de 20 à 100 PSI) et de la pression d'air (variant de 10 à 80 PSI). L'orifice de la buse, de 0,020" de diamètre, est suffisamment grand pour réduire le colmatage. Ce système est bien adapté aux petites installations (dont les tentes). En raison du débit d'air élevé nécessaire pour générer le brouillard, il peut être difficile à opérer sur de grandes surfaces (le compresseur nécessaire devient alors hors proportion).

Les systèmes de micro-brumisation, qu'ils soient à haute ou à basse pression, peuvent être contrôlés manuellement ou par des minuteries. Parce que ces systèmes peuvent également servir à refroidir la serre, leur contrôle peut aussi se faire avec des thermostats. Mais, pour obtenir une humidité constante et uniforme dans l'aire de multiplication, il est nécessaire de contrôler les systèmes de brouillard avec des humidistats.

3. Contrôle de la température

Au cours de l'enracinement, il est important de contrôler la température:

- de l'air ambiant;
- du substrat.

Des températures ambiantes élevées durant l'enracinement favorisent l'étiollement et la croissance de la partie aérienne au détriment du développement radiculaire. Un feuillage maintenu trop chaud perd plus d'eau et tend à utiliser l'énergie de la bouture pour son propre développement. Des températures ambiantes de jour de 21 à 27 °C et de 15 °C la nuit sont généralement recommandées.

Il est facile de maintenir les températures ambiantes à un degré acceptable au cours de l'enracinement de boutures de bois dur avec un système de chauffage bien adapté aux serres. En été, il est par contre plus difficile de maintenir la température ambiante à un niveau optimal et des températures trop élevées sont souvent rencontrées. Les méthodes les plus

couramment utilisées pour abaisser la température des serres sont la ventilation et l'application de produits ombrageant sur la serre. L'utilisation d'un système de brouillard permet également d'abaisser la température ambiante.

La ventilation, qu'elle soit naturelle ou forcée, a le principal inconvénient d'interférer avec le système de brumisation. Les courants d'air déforment en effet le patron d'irrigation des systèmes de brumisation et obligent d'utiliser des structures protectrices (tentes ou autres). Lorsqu'un brouillard est utilisé comme source d'humidité pour les boutures, il est difficile de maintenir l'humidité relative à près de 100% quand la ventilation est actionnée. L'installation de buses produisant le brouillard aux entrées d'air (en plus de la ligne au faîte) permet de charger d'humidité l'air qui pénètre dans la serre et de maintenir une humidité plus élevée.

Afin de réduire les besoins en ventilation (et non de les éliminer car, sous nos conditions, en été, la ventilation devient à tout moment obligatoire), il est possible de diminuer la pénétration de la lumière dans la serre par différents moyens. L'installation d'ombrières à l'extérieur, par-dessus le recouvrement de la serre, permet de réduire la luminosité mais pas toujours la température. En effet, ces ombrières sont généralement de couleur noire et absorbent la chaleur pour la transmettre à l'intérieur de la serre lorsqu'elles sont directement en contact avec le recouvrement. Une zone d'air, servant de tampon entre l'ombrière et le recouvrement de la serre, permet d'éliminer ce phénomène.

Le chaulage ou blanchiment du recouvrement de la serre est une méthode efficace pour réduire la température intérieure. Différents produits sont disponibles et leur durée d'efficacité est variable. En jouant avec la concentration du produit, il est possible d'obtenir un blocage plus ou moins important des rayons du soleil.

Une activité cellulaire maximale est recherchée là où les racines vont émerger, soit au niveau du substrat. C'est pourquoi, règle générale, on recommande une température du substrat de 2 °C à 4 °C supérieure à celle de l'air.

La température optimale généralement recommandée pour le substrat varie de 18 à 32 °C, selon les espèces multipliées. Une température du substrat de 18 à 25 °C donne des résultats satisfaisants pour l'ensemble des espèces produites en pépinière. Sur une base journalière, la température du substrat doit demeurer constante. Le chauffage du substrat est surtout recommandé lors de l'enracinement des boutures de bois dur et plusieurs producteurs ne l'utilisent tout simplement pas au cours de l'enracinement de boutures semi-herbacées alors que les températures ambiantes sont passablement élevées.

Différents systèmes de chauffage peuvent être utilisés pour le substrat:

- systèmes à air chaud ou eau chaude placés sous la table;
- câbles chauffants électriques;
- câbles chauffants à l'eau;
- tapis chauffants;
- couvertures chauffantes.

3.1 Systèmes à air chaud ou eau chaude (ou vapeur) placés sous la table

Ces systèmes sont les moins dispendieux à utiliser lorsqu'ils servent déjà au chauffage de la serre. Les systèmes à eau chaude ou à vapeur sont, dans la plupart des cas, déjà situés sous les tables. Le tuyau de distribution de la chaleur peut être équipé ou non d'ailettes d'aluminium pour une meilleure diffusion de la chaleur. Le chauffage de toute la serre peut se faire avec ce système. Pour le chauffage du substrat, il s'agit de placer le thermostat au niveau du substrat pour obtenir la température désirée. Pour ce faire, il est préférable de créer une zone supplémentaire indépendante du reste de la serre (c'est-à-dire, un deuxième thermostat s'ajoute à celui qui contrôle la température de l'air ambiant). Les côtés de la table doivent être fermés par des films de polyéthylène afin d'emprisonner la chaleur sous la table. Le dessus de la table doit également être couvert afin d'éviter que la chaleur ne s'y échappe. Un matériau perméable à l'eau mais peu perméable à l'air doit être utilisé. Les géotextiles en polypropylène tissé sont ceux habituellement utilisés.

Pour les systèmes de chauffage à air chaud, le tube perforé servant à la distribution de la chaleur est placé sous la table, en prenant soin de ne pas diriger les ouvertures du tube vers le dessus de la table. Il s'agit, comme précédemment, de fermer les côtés de la table afin de conserver la chaleur. Comme pour les systèmes à eau chaude, un thermostat doit alors être placé au niveau du substrat.

3.2 Câbles chauffants électriques

Les câbles chauffants sont de fils électriques conducteurs à haute résistance. Ils sont placés sur la table, parallèlement les uns aux autres, espacés d'environ 10 cm. Un bulbe captant la

température et relié à un thermostat est inséré dans le substrat afin d'obtenir la température désirée.

Ces câbles sont souvent enfouis dans un substrat quelconque (sable, vermiculite ou autre) afin de fournir une réserve de chaleur. Un film de polyéthylène micro perforé recouvre ce substrat afin de prévenir le développement d'algues et d'empêcher que les racines ne s'y développent. L'utilisation de substrat comme réserve de chaleur présente des inconvénients. Ils sont encombrants lors du démantèlement du système en fin de saison et doivent être désinfectés car ils deviennent rapidement une source de sciarides et de mouches du rivage.

Plutôt que d'enfouir les câbles chauffants dans du substrat, plusieurs producteurs utilisent des plateaux renversés (ou autre système pour éloigner les boutures des câbles) afin de créer un tampon d'air entre le substrat et les câbles ainsi que d'assurer une certaine distribution de la chaleur. Ce système de chauffage de fond est largement utilisé pour les installations de petites dimensions en raison de sa facilité d'installation.

3.3 Câbles chauffants à l'eau chaude

Les systèmes à eau chaude offrent une meilleure utilisation de l'énergie et sont plus économiques à faire fonctionner que les systèmes précédents. Ils demandent par contre un investissement plus important, un chauffe-eau étant nécessaire. Ils sont donc plus appropriés pour les grandes surfaces. L'eau chaude provenant du chauffe-eau circule en circuit fermé à faible débit dans des tubes ou des tuyaux.

Le système de distribution de la chaleur est placé directement sur le dessus de la table de production. Les tubes sont espacés parallèlement de 40 à 50 mm. Ce type de chauffage ne doit pas servir à chauffer l'ensemble de la serre. La température ambiante dans la serre doit être réglée à un minimum de 10 à 12 °C. Celle dans le substrat peut alors être réglée au niveau désiré.

3.4 Tapis chauffants

Certains manufacturiers offrent des câbles chauffants insérés dans un tapis fait de caoutchouc. Le tapis est placé directement sur la table et les plateaux sont disposés par-dessus. L'uniformité du chauffage obtenu de ces tapis est élevée. Ces tapis ont le

désavantage d'être imperméables. L'aération est faible sous les plateaux. De plus, ils doivent être placés sur des tables bien planes afin d'éviter les accumulations d'eau.

3.5 Couvertures électriques chauffantes

Ces couvertures (Agritape, Flexwatt, ou autres) sont énergétiquement plus économiques à faire fonctionner que les câbles chauffants électriques. Elles sont fabriquées de fils de cuivre insérés dans un textile résistant, de type Mylar ou polyester. Les couvertures ont 25 à 60 cm de largeur et sont disponibles en différentes longueurs jusqu'à 8 m. Un fin grillage d'aluminium (comme une moustiquaire) doit recouvrir la couverture afin de fournir la mise à la terre et d'obtenir une bonne distribution de la chaleur. On recommande de placer sous la couverture chauffante un panneau d'isolant mousse (Styrofoam) afin d'obtenir une meilleure efficacité et une plus grande protection de la couverture ainsi qu'un meilleur rendement énergétique.

4. Contrôle de la lumière

En été, on limite la luminosité sur les boutures non pas pour diminuer son action sur la photosynthèse mais plutôt pour éviter une augmentation excessive de la température. Il faut maintenir un minimum de 1 000 à 1 500 pieds chandelles au niveau des boutures.

En hiver, en période de faible luminosité, il peut être avantageux pour plusieurs espèces de pratiquer un éclairage d'appoint afin de réduire le temps d'enracinement. Pour ce faire, un éclairage HPS ou fluorescent peut être installé au-dessus de la table de bouturage pour un supplément d'environ 400 pieds chandelles.

Espèces demandant une croissance végétative suite à l'enracinement

Certaines espèces multipliées par boutures de bois dur profitent d'une reprise de la croissance végétative suite à l'apparition des racines. Certaines espèces d'*Azalea* et d'*Acer* font partie de ce groupe. Pour induire un débourrement, les boutures nouvellement enracinées sont placées sous jours longs de façon artificielle. Ceci est possible en fournissant un éclairage léger aux plantes durant la nuit ou en fin en journée. Le tableau suivant nous indique le nombre de lampes incandescentes (ampoules ordinaires) qu'il faut suspendre au-dessus des boutures pour créer des conditions de jours longs. Le moment de l'éclairage est habituellement de 22:00 à 2:00 du matin.

WATTS	Hauteur (cm)	Distance (cm) entre les lampes	Surfaces éclairées (m ²)
25	60	90	1,0
40	80	120	1,5
60	100	150	2,25
75	120	180	3,25
100	140	210	4,5

5. Substrat d'enracinement

Bien qu'il ne soit pas vraiment considéré comme un équipement, le substrat dans lequel les boutures sont placées dépend étroitement de l'environnement obtenu ou créé par l'équipement utilisé.

Les substrats peuvent être classés en deux grandes catégories:

- les substrats en blocs;

- les substrats en vrac.

Les substrats en blocs sont achetés prêts à l'usage. On en retrouve de nombreux sur le marché dont les principaux sont:

- les cubes Oasis®;
- les cubes de laine de roche;
- les pastilles Jiffy®;
- les Root Sponge®.

Les composantes des substrats en vrac sont achetées individuellement ou pré-mélangées. Les principaux matériaux utilisés pour les substrats d'enracinement sont:

- la mousse de tourbe à fibres grossières;
- la perlite;
- la vermiculite;
- le sable;
- la laine de roche déchiquetée;
- l'argile expansée;
- les billes de Styrofoam;
- etc.

Les mélanges d'enracinement comprennent habituellement 2 de ces matériaux. Un mélange fréquemment utilisé est composé de 75 % de perlite et de 25 % de mousse de tourbe.

Les substrats d'enracinement doivent être choisis selon la régie de l'eau utilisée. Les substrats retenant beaucoup d'eau (les pastilles Jiffy®, par exemple) seront utilisés avec un système qui apporte moins d'eau (à l'étouffée ou avec un micro-brumisateur, par exemple).

En conclusion, il faut se rappeler que, peu importe les équipements de bouturage utilisés, c'est la régie de l'environnement qui fera la différence entre la réussite et l'échec. Il est important de retenir également que l'enracinement éventuel des boutures n'est pas le seul but recherché. Il faut viser un enracinement rapide et abondant pour une reprise optimale suite au repiquage. Un bon équipement, bien régit, donnant les conditions optimales d'enracinement permet d'obtenir des boutures qui donneront plus rapidement des plants vendables d'excellente qualité.