



**HAL**  
open science

## Itinéraire technique en pépinière pour le Douglas de type 1+1 mycorhizé par *Laccaria bicolor* S 238 N.

Benoît Généré, Daniel Bouchard, Jean-Michel Amirault

### ► To cite this version:

Benoît Généré, Daniel Bouchard, Jean-Michel Amirault. Itinéraire technique en pépinière pour le Douglas de type 1+1 mycorhizé par *Laccaria bicolor* S 238 N.. *Revue forestière française*, 1997, 49 (Spécial), pp.155-162. 10.4267/2042/5665 . hal-03443956

**HAL Id: hal-03443956**

**<https://hal.science/hal-03443956v1>**

Submitted on 23 Nov 2021

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

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



# ITINÉRAIRE TECHNIQUE EN PÉPINIÈRE POUR LE DOUGLAS DE TYPE 1 + 1 MYCORHIZÉ PAR *LACCARIA BICOLOR* S 238 N

B. GÉNÉRÉ - D. BOUCHARD - J.-M. AMIRAULT

L'utilisation de champignons spécifiques ectomycorhiziens peut améliorer la performance en plantation de certaines espèces forestières dans différentes conditions stationnelles. Ce thème a été très étudié aux États-Unis pendant vingt ans avec des résultats positifs fréquents (Marx et Cordell, 1988). Cela a débouché sur une activité commerciale (Marx *et al.*, 1982 ; Marx *et al.*, 1984) avec, depuis 1982, différentes combinaisons "arbre-champignon" proposées, dont l'association entre *Pisolithus tinctorius* et les Pins du Sud des États-Unis.

En France, les premiers résultats en plantation (Le Tacon *et al.*, 1988) ont révélé l'efficacité de la symbiose entre *Laccaria bicolor* S 238 N et le Douglas vert [*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco] sur deux sites différents. Ces résultats ont été confirmés sur un autre site par Villeneuve *et al.* (1991). C'est pourquoi, en 1992, quatre pépiniéristes ont créé le Groupement d'Intérêt économique (GIE) "Forêt Mycorhizes" pour produire, en partenariat avec l'INRA et à échelle commerciale, des plants de Douglas mycorhizés par *Laccaria bicolor* S 238 N.

L'objectif de cette production est de fournir aux reboiseurs des plants de Douglas de grande qualité globale à un prix compétitif. Pour ce faire, les plants sont produits en pleine terre, de manière accélérée (en 2 ans au lieu de 3 habituellement) avec un repiquage en fin de première année d'élevage (plants de type 1 + 1). Ce mode de production a finalement été retenu au regard des performances obtenues en jeune plantation (Génééré, 1995).

Les enjeux de cette nouvelle production, jusqu'alors limitée à 100 000 plants par an, sont importants, car le Douglas est une des principales espèces utilisées en reboisement en France, avec de 11 à 15 millions de plants produits par an dont 95 % sont élevés en pleine terre.

Le présent article définit, à l'intention des pépiniéristes et des reboiseurs, un itinéraire technique complet permettant de disposer de plants de Douglas mycorhizés par *Laccaria bicolor* S 238 N, de type 1 + 1, de grande qualité globale et à un coût maîtrisé.

## MATÉRIELS ET MÉTHODE

### Le matériel végétal et sa qualité globale

Conventionnellement, les plants de Douglas mycorhizés au semis par *Laccaria bicolor* S 238 N seront appelés "Douglas mycorhizés par S 238 N", les plants témoins étant appelés "Douglas mycorhizés naturellement".

En production commerciale comme en expérimentation, la qualité globale des plants s'apprécie à quatre niveaux : origine génétique, statut mycorhizien, qualités extérieures et état physiologique. L'origine génétique des plants, choisie parmi des provenances recommandées, est garantie sur les documents d'accompagnement réglementaires. Le statut mycorhizien des lots de plants est certifié par un label INRA qui atteste qu'au moins 30 % des racines courtes sont effectivement mycorhizées par le symbiote fongique introduit en pépinière. Par ailleurs, les plants produits doivent répondre individuellement aux normes de qualités extérieures du Fonds forestier national (FFN). Enfin, on cherche à maximiser la qualité physiologique des plants, aux niveaux de leur état hydrique et de leur état de dormance, afin qu'ils résistent mieux aux stress climatiques pouvant intervenir après plantation.

### Le matériel fongique et l'inoculum

La souche S 238 d'origine a été isolée en 1976 par Molina et Trappe à partir d'un carpophore récolté sous *Tsuga mertensiana* en Oregon (États-Unis). Selon les auteurs, elle appartient à l'espèce *Laccaria laccata* ou *Laccaria bicolor*, qui sont en fait très proches. La souche fongique utilisée en France, S 238 N, a été cultivée par l'INRA à Nancy depuis 1980 et est maintenant légèrement différente de la souche américaine d'origine (Di Battista *et al.*, 1996).

L'inoculum est toujours obtenu par culture pure de mycélium. Il est maintenant produit en fermenteur et encapsulé dans des billes d'alginate de calcium (Le Tacon *et al.*, 1985). À terme, la qualité de l'inoculum devrait pouvoir être contrôlée avant utilisation en planche de semis.

### Le réseau de référence et les mesures effectuées

Afin de définir un itinéraire technique approprié à la production et à la conservation du Douglas à racines nues mycorhizé par *Laccaria bicolor* S 238 N, le Cemagref a conduit 30 essais en pépinière de 1987 à 1996, essentiellement à Peyrat-le-Château (Haute-Vienne) et Nogent-sur-Vernisson (Loiret). Parallèlement, des dispositifs sur les inoculum et des tests de validation chez les pépiniéristes privés ont été suivis par l'INRA. Enfin, une dizaine de plantations permettent de juger de l'importance de différents traitements en pépinière sur la performance du Douglas mycorhizé par S 238 N.

Tous les dispositifs expérimentaux ont été installés en blocs complets randomisés <sup>(1)</sup> et leurs données ont été analysées statistiquement afin de mettre en évidence d'éventuelles différences entre traitements au seuil de 5 %. Les mesures portent principalement sur la hauteur, le diamètre au collet, la survie et le statut mycorhizien en fin de chaque phase d'élevage, semis et repiquage, ainsi que sur la croissance et la survie après plantation.

Grâce à l'ensemble des travaux de recherche et de développement déjà engagés, l'itinéraire technique ici proposé est maintenant validé sur différentes pépinières et en jeune plantation. Il s'applique à des sols de pépinière habituels pour la culture des résineux, ayant une texture à dominante sableuse, une teneur en matière organique d'au moins 1,5 % et un pH compris entre 4,5 et 6,5.

(1) Blocs complets randomisés : dans chaque bloc homogène, tous les traitements sont présents ; leur emplacement a été tiré au hasard.

### La méthode d'analyse

Les conséquences de l'utilisation de techniques courantes de culture et de conservation des plants de Douglas ont été analysées étape par étape, de la préparation des planches de semis à la possible conservation au froid avant plantation. L'aspect économique a été abordé par une approche des différences de coût liées à la mycorhization contrôlée.

Photo 1

**Planche de production commerciale de Douglas mycorhizés par *Laccaria bicolor* S 238 N et de type 1 + 1, sur la pépinière Naudet d'Autun (Saône-et-Loire)**



Photo 2

**Pépinière de Peyrat-le-Château. Production de Douglas 1 + 1. À gauche, plants issus de semis inoculés par *Laccaria* S 238 N. À droite, plants issus de semis naturellement mycorhizés.**



Photos B. GÉNÈRE

## RÉSULTATS

### Phase de semis en pépinière

Le semis doit être généralement effectué vers la mi-mai. Une fumure de correction et d'entretien peut être apportée environ un mois avant semis, mais son efficacité est généralement faible, voire nulle en première année sur des sols bien pourvus en matière organique (3 % ou plus).

Les planches doivent ensuite être impérativement désinfectées, habituellement 2 à 3 semaines avant semis, avec du bromure de méthyle (dose de 80 g/m<sup>2</sup>). Cependant, ce produit étant susceptible d'être interdit d'utilisation dans quelques années, des produits de substitution sont actuellement testés. À Peyrat-le-Château, les planches de semis désinfectées au dazomet (70 g/m<sup>2</sup>) durant l'automne précédant le semis, puis protégées par bâche plastique jusqu'au semis, ont donné des résultats comparables à ceux obtenus avec le bromure de méthyle.

L'inoculum est apporté juste avant le semis, à la dose d'un litre de billes par m<sup>2</sup>, et enfoui sur 10 cm de profondeur ; cette opération est effectuée manuellement ou mécaniquement. D'autre part, la concentration en mycélium sec dans les billes a pu être réduite à 0,1 g par litre de bille, ce qui permet de limiter le prix de revient de l'inoculum pour le pépiniériste (coût projeté : 40 F/m<sup>2</sup> de planche, application comprise). Après inoculation du sol, le semis est fait à densité forte (1 600 graines viables par m<sup>2</sup>, voire légèrement plus) selon les techniques habituelles. Les planches de semis sont ensuite ombrées (à 50 %) et normalement irriguées ; en cas de besoin, elles peuvent être fertilisées en surface, notamment avec de l'ammonitrate ou du patentkali, mais le gain sur la croissance est généralement faible. Le développement des pathogènes du sol est freiné à la fois par la désinfection du sol et par la mycorhization par la souche S 238 N (Sampangi *et al.*, 1985). Néanmoins, des traitements fongicides à base de bénomyl ou de propamocarbe ont déjà été utilisés et n'ont pas modifié les taux de mycorhization par *Laccaria bicolor* S 238 N.

Au début du mois de septembre, la hauteur des jeunes semis est généralement de 10 à 14 cm et la mycorhization par la souche S 238 N concerne 60 à 90 % des racines courtes. La densité finale d'élevage peut atteindre 1 200 plants par m<sup>2</sup>, lorsque le semis recouvre complètement le sol ; plus de 1 000 plants par m<sup>2</sup> de planche de semis sont ensuite repiqués.

Un gain sur le rendement du semis (5-30 %) et sur la croissance des plants 1-0 (10-80 %) est très généralement observé par rapport à des Douglas semés classiquement sur sol non désinfecté puis naturellement mycorhizés par la flore fongique locale. La part explicative de la désinfection préalable du sol et de la mycorhization contrôlée varie selon le site et les conditions d'élevage en pépinière (Généreé et Amirault, 1991).

Tableau I

**Effets de la désinfection des planches de repiquage  
sur l'état mycorhizien et la hauteur des plants en fin d'élevage,  
et sur leur hauteur 2 ans après plantation**

Traitement de repiquage	Sol non désinfecté	Sol désinfecté
Taux de mycorhization global . . . . .	36 %	47 %
Taux de mycorhization par <i>Laccaria bicolor</i> . . . . .	10 %	46 %
Hauteur en fin d'élevage . . . . .	20 cm	32 cm
Hauteur 2 ans après plantation . . . . .	76 cm	93 cm

NB : Toutes les différences sont significatives au seuil de 5 % (test du Khi2 sur les taux de mycorhization, analyse de variance et test de Tukey sur les hauteurs). Le repiquage a été fait le 29 septembre 1993 à Peyrat-le-Château et la plantation le 29 mars 1995 à Luthenay-Uxeloup (Nièvre) sur un sol alluvial de la vallée de la Loire.

### Phase de repiquage en pépinière

Les planches de repiquage doivent être désinfectées en été ou en automne de l'année du semis : cela permet d'améliorer la croissance des plants en pépinière, voire après plantation, et de garantir une bonne mycorhization par la souche S 238 N, en réduisant fortement le risque de développement des contaminants fongiques (tableau I, p. 158). Le bromure de méthyle peut être avantageusement remplacé par le dazomet, moins coûteux, à condition de laisser les bâches en place jusqu'au repiquage. Une fumure de fond et de correction normale doit également être apportée. En effet, même sur les Douglas mycorhizés par S 238 N, une déficience nutritionnelle peut apparaître après repiquage et conduire à une réduction de performance des plants en pépinière comme en plantation. Le repiquage est effectué de préférence vers la mi-septembre, ce qui permettra aux plants de régénérer des racines avant l'hiver, limitant ainsi le risque de déchaussement en cours d'hiver. Sur les pépinières où ce dernier risque est important, une protection des planches de repiquage par une toile déroulée ou par des claies est nécessaire, à moins de différer le repiquage en fin d'hiver, ce qui risque alors de réduire la croissance des plants. Le repiquage est fait mécaniquement sur 5 rangs et à une densité de 80 à 100 plants par m<sup>2</sup>. Les plants sont irrigués et fertilisés en surface l'année du repiquage ; la meilleure efficacité a été obtenue avec des apports fractionnés d'azote (4 apports mensuels d'ammonitrate de 25 unités d'azote chacun, de mai à août). On a pu vérifier que le développement des mycorhizes de *Laccaria bicolor* S 238 N n'est pas affecté par de forts niveaux de fertilisation azotée ou phosphatée, conformément aux résultats obtenus par Molina et Chamard (1983).

En cas d'apparition de mauvaises herbes sur les planches de pépinière désinfectées, l'utilisation des désherbants classiques ne pose pas de problème particulier aux doses habituelles. C'est ce que révèlent les essais conduits par l'INRA en culture mycélienne pure (N'Zala, 1985) et par le Cemagref en pépinière de Peyrat-le-Château. Deux matières actives, propyzamide et neburon, semblent même favoriser le développement de la souche S 238 N.

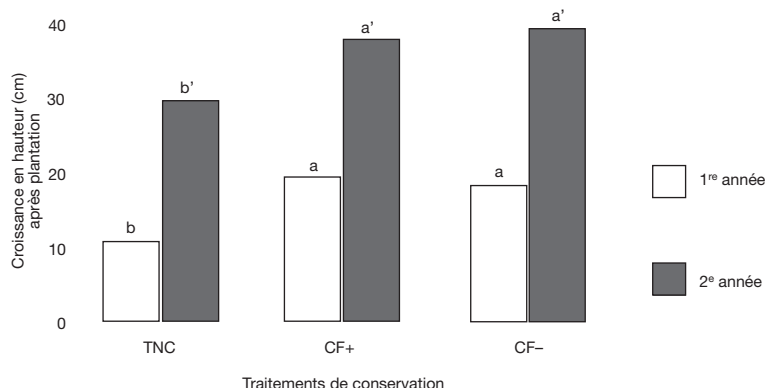
Avec cet itinéraire cultural, la hauteur finale des plants varie de 30 à 40 cm avec, en moyenne, 40 à 50 plants par m<sup>2</sup> répondant aux normes du FFN. En septembre, mois le plus propice à l'observation des mycorhizes du genre *Laccaria*, les taux de mycorhization varient généralement de 35 à 65 % des racines courtes et sont alors contrôlés par des spécialistes, selon un protocole d'échantillonnage par lot de plants inoculés.

Le gain de hauteur par rapport à un témoin mycorhizé naturellement, repiqué sur sol non désinfecté et fertilisé est de 10 à 15 cm, permettant, en conditions habituelles, de produire les plants en 2 ans au lieu de 3. Néanmoins, le gain de croissance obtenu est principalement lié à la désinfection des planches de repiquage et à la conduite culturale intensive après repiquage.

### Arrachage et conservation des plants

D'une manière générale, les systèmes racinaires et les mycorhizes sont particulièrement sensibles aux conditions d'arrachage puis aux traitements des plants jusqu'à la plantation. Afin de livrer les plants avec des mycorhizes de *Laccaria bicolor* S 238 N intacts, ils sont généralement arrachés moins de 24 heures avant expédition et sont mis en sacs de conservation fermés juste après le tri. Néanmoins, pour les plantations de printemps, une conservation au froid, de - 1 à + 2 °C, et en sac est possible : elle permet d'arracher les plants en hiver, alors que leur tolérance aux stress est meilleure, et de disposer de plants souvent plus performants que des plants fraîchement arrachés (figure 1, p. 160). Durant une conservation au froid de 2 mois à + 2 °C, on a pu montrer, comme pour le genre *Pisolithus* (Marx, 1979), que les mycorhizes du genre *Laccaria* se maintiennent parfaitement, alors que des contaminants fongiques comme *Rhizopogon* sp. sont progressivement altérés par la conservation.

Figure 1 **EFFETS DE DEUX MODES DE CONSERVATION AU FROID PENDANT 15 JOURS SUR LA CROISSANCE DE DOUGLAS MYCORHIZÉS PAR *LACCARIA BICOLOR* S 238 N AU PRINTEMPS**



Plantation à Siran (Cantal) le 24-3-1992 sur un sol brun acide formé sur micaschiste, après élevage à Peyrat-le-Château. Les 3 traitements sont le témoin non conservé (TNC) et les stockages au froid en sacs fermés à + 2 °C (CF+) ou à - 1 °C (CF-). Par année, des lettres différentes entre traitements indiquent des différences significatives au seuil de 5 % (analyse de variance et test de Tukey).

## DISCUSSION ET CONCLUSIONS

L'itinéraire technique type proposé permet de garantir une grande qualité globale des plants de Douglas issus des variétés homologuées, en intégrant non seulement les aspects mycorhiziens, mais aussi des aspects morphologiques (plants repiqués suffisamment trapus pour répondre aux normes du FFN) et physiologiques (qualité hydrique optimale, conservation au froid en lien avec la tolérance aux stress).

Le prix de l'inoculation des planches de semis, évalué à 40 F par m<sup>2</sup> pour l'inoculum et sa pose, se traduit par un surcoût de l'ordre de 8 centimes sur le plant mycorhizé par S 238 N, dès lors que l'on atteint l'objectif de 500 plants produits aux normes FFN, à partir d'un m<sup>2</sup> de planche inoculé au semis. En réalité, ce surcoût est généralement moindre dans la mesure où la désinfection des planches de semis améliore le rendement graine-plant et que la désinfection des planches de repiquage permet de raccourcir d'un an la durée d'élevage, et ce, même si nous prenons en compte le coût propre de ces désinfections (2 à 5 F par m<sup>2</sup>). Il reste néanmoins des frais spécifiques d'accompagnement visant à garantir et promouvoir la qualité globale des plants mycorhizés par S 238 N (frais liés à l'ensachage, à la conservation éventuelle au froid et au transport des plants en sacs ; frais de contrôle et de redevance liés au label INRA attribué ; frais de commercialisation et de promotion).

Le développement futur des plantations de Douglas mycorhizés par S 238 N étant conditionné en partie par le supplément de prix payé par le reboiseur, une réduction de l'écart actuel, qui est de l'ordre d'un franc hors taxes, apparaît à la fois possible et souhaitable.

D'autre part, ce développement suppose que l'on identifie les conditions stationnelles favorables à un bon maintien de la souche introduite et à son expression sur l'amélioration de la survie ou de la croissance des plants. Des recherches à ce sujet sont en cours à l'INRA et au Cemagref et ont été

## Les possibilités d'application en vue de l'amélioration de la production forestière

étendues à des partenaires de l'Union européenne. Néanmoins, on sait maintenant que les sites favorables sont fréquents dans le Massif Central et dans le Morvan qui sont deux zones importantes de reboisement en Douglas.

B. GÉNÉRÉ - J.-M. AMIRAULT  
Division Ressources génétiques  
et Plants forestiers  
CEMAGREF  
Domaine des Barres  
F-45290 NOGENT-SUR-VERNISSON

D. BOUCHARD  
Équipe de Microbiologie forestière  
INRA - Centre de Recherches de Nancy  
F-54280 CHAMPENOUX

### Remerciements

Les auteurs remercient le "Fonds forestier national" pour sa participation au financement de la pépinière de Peyrat-le-Château qui est très impliquée dans ces recherches, ainsi que les pépiniéristes forestiers du GIE "Forêt Mycorhizes" pour leur contribution à la mise au point et au développement de cette nouvelle technique.

### BIBLIOGRAPHIE

- DI BATTISTA (C.), SELOSSE (M.-A.), BOUCHARD (D.), STENSTRÖM (E.), LE TACON (F.). — Variations in symbiotic efficiency, phenotypic characters and ploidy level among different isolates of the ectomycorrhizal basidiomycete *Laccaria bicolor* strain S 238. — *Mycol. Res.*, vol. 100, n° 11, 1996, pp. 1315-1324.
- GÉNÉRÉ (B.). — Évaluation en jeune plantation de 2 types de plants de Douglas mycorhizés artificiellement par *Laccaria laccata* S 238 N. — *Annales des Sciences forestières*, vol. 52, 1995, pp. 375-384.
- GÉNÉRÉ (B.), AMIRAULT (J.-M.). — L'Élevage du Douglas mycorhizé au semis : influence de la pépinière et du type de plants. — *Études Forêt du CEMAGREF*, n° 6 (annales 1990), 1991, pp. 186-200.
- LE TACON (F.), JUNG (G.), MUGNIER (P.), MICHELOT (P.), MAUPERIN (C.). — Efficiency in a forest nursery of an ectomycorrhizal fungus inoculum produced in a fermentor and entrapped in polymeric gels. — *Canadian Journal of Botany*, vol. 63, 1985, pp. 1664-1668.
- LE TACON (F.), GARBAYE (J.), BOUCHARD (D.), CHEVALIER (G.), OLIVIER (J.-M.), GUINBERTEAU (J.), POITOU (N.), FROCHOT (H.). — Field results from ectomycorrhizal inoculation in France. *In* : Proceedings of the Canadian Workshop on Mycorrhizae in Forestry, 1-4 May 1988 / M. Lalonde, Y. Piché Eds. — Québec : Université Laval, 1988. — pp. 51-74.
- MARX (D.H.). — *Pisolithus* ectomycorrhizae survive cold storage on shortleaf pine seedlings. — US Forest Service. Research Note SE-281, 1979.
- MARX (D.H.), CORDELL (C.E.). — Specific ectomycorrhizae improve reforestation and reclamation in the eastern United States. *In* : Proceedings of the Canadian Workshop on Mycorrhizae in Forestry, 1-4 May 1988 / M. Lalonde, Y. Piché Eds. — Québec : Université Laval, 1988. — pp. 75-86.



- MARX (D.H.), CORDELL (C.E.), KENNEY (D.S.), MEXAL (J.G.), ARTMAN (J.D.), RIFFLE (J.W.), MOLINA (R.J.). — Commercial vegetative inoculum of *Pisolithus tinctorius* and inoculation techniques for development of ectomycorrhizae on bare-root tree seedlings. — *Forest Science Monograph*, vol. 25, 1984, 101 p.
- MARX (D.H.), RUEHLE (J.L.), KENNEY (D.S.), CORDELL (C.E.), RIFFLE (J.W.), MOLINA (R.J.), PAWUK (W.H.), NAVRATIL (S.), TINUS (R.W.), GOODWIN (O.C.). — Commercial vegetative inoculum of *Pisolithus tinctorius* and inoculation techniques for development of ectomycorrhizae on container-grown tree seedlings. — *Forest Science*, vol. 28, 1982, pp. 373-400.
- MOLINA (R.), CHAMARD (J.). — Use of the ectomycorrhizal fungus *Laccaria laccata* in forestry. II. Effects of fertilizer forms and levels on ectomycorrhizal development and growth of container-grown Douglas-fir and ponderosa pine seedlings. — *Canadian Journal of Forest Research*, vol. 13, 1983, pp. 89-95.
- N'ZALA (D.). — Interaction des traitements herbicides et des symbioses mycorrhiziennes sur la croissance des plants forestiers. — Nancy : Université de Nancy I, 1985. — 170 p. + annexes (Thèse en Biologie et Physiologie végétales).
- SAMPANGI (R.), PERRIN (R.), LE TACON (F.). — Disease suppression and growth promotion of Norway spruce and Douglas-fir seedlings by the ectomycorrhizal fungus *Laccaria laccata* in forest nurseries. In : Physiological and genetical aspects of mycorrhizae (Proceedings of the 1st European Symposium on Mycorrhizae, Dijon, 1-5 July 1985) / V. et S. Gianinazzi Eds. — Paris : INRA, 1986. — pp. 799-806.
- VILLENEUVE (N.), LE TACON (F.), BOUCHARD (D.). — Survival of inoculated *Laccaria bicolor* in competition with native ectomycorrhizal fungi and effect on the growth of outplanted Douglas fir seedlings. — *Plant and Soil*, vol. 135, 1991, pp. 97-107.

---

**ITINÉRAIRE TECHNIQUE EN PÉPINIÈRE POUR LE DOUGLAS DE TYPE 1+1 MYCORHIZÉ PAR *LACCARIA BICOLOR* S 238 N (Résumé)**

L'itinéraire technique proposé permet de fournir au reboisement des plants de Douglas bien mycorhizés par *Laccaria bicolor* S 238 N, de qualités extérieures aux normes du Fonds forestier national et en bon état physiologique. Les coûts de production sont maîtrisés à un niveau comparable à ceux d'une production classique grâce à l'utilisation d'un inoculum à faible concentration mycélienne, à un semis à forte densité et à une production accélérée en 2 ans, au lieu de 3 habituellement, obtenue avec un repiquage de fin d'été sur sol désinfecté. Enfin, le symbiote étudié supporte bien une conduite culturale intensive et une conservation au froid en sac fermé.

**NURSERY PRACTICES FOR 1+1 PLANT TYPE DOUGLAS-FIR SEEDLINGS INOCULATED WITH *LACCARIA BICOLOR* S 238 N (Abstract)**

The proposed nursery practices can produce physiologically healthy, properly mycorrhized Douglas fir seedlings inoculated with *Laccaria bicolor* S 238 N that meet FFN outplanting standards for afforestation purposes. Production costs are kept down to a level comparable to conventional techniques by using a low-concentration inoculum, high density sowing and an accelerated production cycle over two instead of the usual 3 years obtained by late summer transplanting in fumigated soil. In addition, the symbiont under scrutiny behaves well with respect to intensive cultivation techniques and cold storage in sealed bags.

---