

LA REPRISE DES PLANTS, AU CŒUR DES PRÉOCCUPATIONS DES PÉPINIÈRES ROBIN DEPUIS 75 ANS

NATHALIE JAUPART-CHOURROUT

À l'heure des inquiétudes sur l'avenir de la forêt, menacée par le réchauffement climatique, et d'une mobilisation des pouvoirs publics autour sans précédent depuis de très nombreuses années, le renouvellement forestier est à l'ordre du jour pour reconstituer les peuplements décimés par les attaques parasitaires et les adapter au nouveau contexte climatique en plantant de nouvelles essences plus résistantes à la sécheresse. Dans ce contexte, le rôle des pépinières forestières est essentiel et la question de savoir si elles seront capables de faire face à la demande de plants et à leur diversification est venue à l'esprit de tous les forestiers.

Pour les Pépinières Robin, l'un des grands producteurs de plants forestiers en France, la réponse est clairement oui. À l'occasion de la célébration de ses 75 ans les 5 et 6 octobre derniers, l'entreprise a fait la démonstration de sa capacité de production en quantité et en qualité. Au cours des deux journées, visites de ses sites de production (Valernes-Fombeton dans les Hautes-Alpes et St Laurent du Cros dans les Alpes de Haute-Provence) et conférences ont alterné, illustrant le lien qu'elle assure entre les recherches scientifiques d'amélioration des plants et les expériences de terrain des gestionnaires. Un rôle qu'elle joue depuis 75 ans, l'esprit

Les Pépinières
Robin,
une histoire de
famille;
de gauche
à droite :
Christine,
Bruno,
Alexandra,
Cécile Robin.
Photo: M.-A. Bourgeois



de créativité et d'amélioration s'étant transmis de génération en génération, de Max Robin fondateur en 1948, à ses enfants Bruno, Christine et Cécile, qui ont accompagné le développement et la diversification de l'entreprise, et à sa petite fille Alexandra qui vient de les rejoindre. Les pépinières Robin, qui produisent aujourd'hui 2 millions de plants forestiers par an, sont prêtes pour retrouver le niveau de production de 4 millions de plants par an qui était le leur dans les années 1990 [1].

D'une démarche expérimentale à une démarche scientifique

Max Robin a créé les pépinières en 1948 à St Laurent du Cros (altitude entre 1 000 et 1 300 m), pour approvisionner les opérations de Restauration des terrains de montagne (RTM). Confronté à des échecs de reprise des plants, il chercha des solutions, et c'est ainsi qu'il imagina dès 1955 de remplacer les plants à racines nues utilisés jusque-là par des plants en godets, qui cernent les racines et évitent ainsi la formation de « *chignons* » qui bloquent l'expansion des racines après la

Le site de Valernes-Fombeton ouvert en 1980 (30 ha) étend la production des pépinières Robin aux plants méditerranéens et de plaine. Il s'ajoute aux 70 ha du site de St Laurent-du-Cros.
Photo: Pépinières Robin



Les pépinières Robin proposent leurs plants soit en godets individuels (20 % des plants), avec plusieurs tailles de godets, 430 ml ou 600 ml pour les plants d'un an, 1,5 l pour les plants de 2 ans, 3 l pour ceux de 3 ans, soit dans des caisses en polystyrène (80 % des plants) qui regroupent un plus grand nombre de plants et facilitent le transport, et la manutention sur les chantiers.

Photo: N. Jaupart-Chourout



Les serres de production des jeunes plants. *Photo: Pépinières Robin*

plantation. Ils permettent ainsi d'allonger la période de plantation et d'améliorer le taux de reprise. Le modèle de godet anti-chignon mis au point par Max Robin est déposé et breveté en 1980.

C'est à partir de l'observation faite par des chercheurs autrichiens venus en visite avec des chercheurs du Cemagref de Grenoble (ce qui en dit long sur l'ambiance de l'époque...), que commence en 1968 la collaboration qui aboutira à la production des plants mycorhizés, dont la supériorité en termes de reprise et de croissance s'imposera. Ayant remarqué des zones de couleurs différentes autour des plants de Pins cembro que Max Robin et son fils Bruno Robin faisaient pousser, les chercheurs du Cemagref mettent en évidence le rôle des mycorhizes. Ils leur fournissent alors de l'inoculum pour faire des essais. Par la suite, Max et Bruno font leur propre production d'inoculum mycorhizien en allant chercher de l'humus en forêt.

Mais c'est la rencontre en 1982 avec Robert Perrin, chercheur à l'Inra d'Avignon, qui est décisive. Ils sélectionnent ensemble des champignons qu'ils multiplient et inoculent sur les semis de conifères. Bruno décide d'installer un laboratoire à St Laurent du Cros, soutenu par Robert Perrin qui assure la formation d'une chercheuse et enseigne aux techniciens comment produire un inoculum mycorhizien en milieu stérile [2]. La collaboration est lancée, les premiers résultats obtenus sur des plants de Douglas avec des souches de *Laccaria bicolor*



Les plants sont transportés de la pépinière au chantier par la flotte de camions internes de la société, ce qui permet de contrôler les délais et les conditions de transport (et la qualité des plants à l'arrivée). Les camions récupèrent les godets et les caisses après la plantation, qui sont ensuite lavés et réutilisés pour de nouvelles productions.

Photo: Pépinières Robin

rapportées des États-Unis par Bruno sont probants, le taux de survie des plants après plantation est de 85 à 95 %, en comparaison avec les taux de reprise des plants en racines nues qui pouvaient être inférieurs à 50 % sur les terrains pauvres, voire proche de zéro en cas de sécheresse. Bruno fait une première communication dans un congrès de chercheurs et la réputation de la « *Pépinière scientifique* » commence. Il recrute Pierre Cammalletti qui assurera la direction du laboratoire. Depuis l'équipe a été renforcée et 4 personnes y travaillent aujourd'hui.

En 1998, les travaux de recherche et développement sur la mycorhization contrôlée des Pépinières Robin sont récompensés du Prix des sciences de la vie.

Les travaux du laboratoire Robin portent sur la sélection des ectomycorhizes les plus utiles en fonction des essences visées, sur le meilleur couple « *arbre-champignon* », sur la préparation de l'inoculum (du mycélium dans un substrat facilitant son inoculation), sur les conditions d'inoculation, et d'une manière générale sur l'optimisation de

tous les paramètres de la culture des mycorhizes, et de leur survie jusqu'à la plantation. Le laboratoire dispose d'une mycothèque importante et fait sans cesse de nouvelles recherches de nouveaux champignons pouvant être associés aux plants.

Au fil du temps, les travaux du laboratoire Robin se sont étendus : production de plants pour des sols dégradés (végétalisation d'anciennes carrières, etc.), production de plants pour dépolluer des sites naturels (utilisés notamment pour la dessalinisation des plaines hongroises), ou industriels (élimination des métaux lourds) dans le cadre du programme européen Mycorem, et enfin production de plants associés à des champignons comestibles [3], truffes (noires et blanches),



La mycorhization contrôlée permet de garantir une meilleure reprise des plants grâce à plusieurs facteurs, explique Pierre Cammalletti : plus grande robustesse des plants grâce à une meilleure nutrition minérale et hydrique, plus grande résistance à différents stress et aux agents pathogènes du sol, stimulation de la croissance (les mycorhizes stimulent la croissance de la plante seule et non celle de la végétation concurrente), d'où leur nom de « *Plants haute performance* ».

Ces effets durent pendant les premières années après la plantation, puis « *la nature reprend sa dynamique naturelle, il n'y a pas de « pollution* » » précise Pierre Cammalletti. Photos: N. Jaupart-Chourrou

bolets, etc. Le laboratoire collabore dans le cadre de programme de recherche avec de nombreux partenaires de tous les pays européens : Inrae, Cemagref, CNRS de Nancy, Université de Diepenbeck (Belgique), Université de Cologne (Allemagne), Université de Cracovie (Pologne), Université de Kiev (Ukraine), Université de Budapest (Hongrie), IPLA (Institut de la Région Piémont Italie). « *Désormais, on vient nous chercher* », précise non sans fierté Pierre Cammalletti.

La collaboration avec Inrae et sa filiale de valorisation des résultats de recherche d'Inrae Transfert reste toutefois centrale. Les licences de commercialisation (« *licences de savoir-faire* ») attribuées par Inrae Transfert pour des plants mycorhizés par des

inoculum mis au point dans le laboratoire Robin font partie des plus anciennes licences de la filiale. Lors de l'après-midi du 6 octobre, Alix Malatray, chargée de valorisation à Inrae Transfert, a rappelé les grandes étapes de ces 41 années de collaboration : première licence en 1992 pour la mycorhization des racines de jeunes plants de douglas vert à partir d'inoculum de *Laccaria bicolor*, deuxième licence pour la mycorhization de pins maritimes par 4 champignons mis au point par Inrae ; troisième pour la mycorhization avec la truffe noire (*Tuber melanosporum*) en 1997, dépôt d'un brevet par Inrae sur un procédé de production de mycélium de la truffe blanche (*Tuber magnatum*) et dernier contrat de licence en 2013 pour la commercialisation de plants mycorhizés avec la truffe blanche...

Le laboratoire a également son propre programme de recherches, mené par deux ingénieurs et deux techniciens, qui sélectionnent eux-mêmes les mycorhizes et établissent la formulation des inoculum (souches « *Sélection Robin* »).

Les plants truffiers pour l'installation de vergers à truffes sont devenus l'une des spécialités des Pépinières Robin. Les truffes sont le plus souvent associées à des chênes, mais elles peuvent aussi s'installer sur d'autres essences, le facteur déterminant étant celui du pH du sol (les truffes aiment les terrains calcaires). Les pépinières Robin proposent ainsi des plants truffiers de noisetiers, cèdres, charmes, tilleuls, pins noirs ou



Les plants mycorhizés contrôlés « Haute performance » sont contrôlés dans le laboratoire avant leur livraison pour vérifier le bon niveau de mycorhization et l'absence de contaminant.

Photo: N. Jaupart-Chourrou

d'Autriche, cistes...

Le laboratoire travaille aussi sur les bactéries fixatrices de l'azote de l'air qui en formant des nodosités sur les racines, transmettent à l'arbre de l'azote assimilable par l'arbre (à l'instar de ce qui se passe avec les plantes légumineuses, trèfle, luzerne...).

De la mycorhization naturelle à la mycorhization contrôlée

Les journées de l'anniversaire des pépinières Robin comprenaient une session de conférences associant chercheurs de l'Inrae et professionnels, reflétant la démarche à la fois scientifique et appliquée de l'équipe Robin.

Une symbiose remarquable

Claude Murat (qui remplaçait Aurélie Deveau, chargée de recherches Inrae) a expliqué les caractéristiques de cette symbiose remarquable et complexe dont la découverte se fait progressivement dans la seconde moitié du XIX^e siècle, les interprétations de la présence de filaments mycéliens sur les racines oscillant tout d'abord entre parasitisme

et cohabitation. La synthèse des observations revient à Albert Bernhard Frank (1839-1900), qui démontre le caractère obligatoire et bénéfique pour la plante de la cohabitation avec des champignons et invente le terme de mycorhize [4].

La mycorhization est une alliance qui date d'environ 400 millions d'années et concerne toutes les essences d'arbres (et plus généralement la majorité des plantes terrestres).

Il existe deux sortes de symbioses mycorhiziennes chez les arbres : les endomycorhizes (le champignon se développe à l'intérieur des cellules des racines) et les ectomycorhizes (le champignon se développe à l'extérieur des cellules des racines).

La symbiose endomycorhizienne est la forme la plus ancienne et la plus répandue puisqu'elle concerne plus de 90 % des plantes terrestres. Dominante chez les arbres tropicaux, elle n'est présente que dans quelques espèces forestières des forêts tempérées, boréales et méditerranéennes, telles que le frêne (*Fraxinus*), l'érable (*Acer*), le noyer (*Juglans*) ou bien encore les espèces de *prunus* et *malus*. La symbiose ectomycorhizienne qui ne concerne que 3 à 5 % de l'ensemble des espèces végétales terrestres, est par contre dominante sur la plupart des essences de toutes les forêts de montagne et de plaine de l'hémisphère nord, et présente donc une importance considérable pour nos écosystèmes forestiers : Pinacées (pins, sapins, épicéas,

mélèzes, douglas..) Fagacées (chênes, hêtres, châtaigniers..) Bétulacées (bouleaux, charmes, aulnes, noisetiers..) Salicacées (saules, peupliers) Tiliacées (tilleuls) Myrtacées (eucalyptus)... Chez certains arbres, comme les peupliers et les eucalyptus, endomycorhizes et ectomycorhizes peuvent coexister, mais le plus souvent elles se succèdent dans le temps (par exemple les endomycorhizes sont plus présentes au stade juvénile de l'arbre) ou l'espace, selon la profondeur du sol. Par ailleurs, les champignons ectomycorhiziens se succèdent aussi sur un même arbre au cours de sa croissance, les espèces présentes aux premiers stades peuvent ainsi laisser la place à d'autres lorsque l'arbre vieillit.

Cette symbiose champignon-arbre est une collaboration gagnant-gagnant (contrairement au parasitisme) : le champignon se nourrit du sucre synthétisé par l'arbre grâce à la photosynthèse, et l'arbre bénéficie en retour de l'eau et des éléments minéraux (notamment azote et phosphore) extraits du sol par les nombreux filaments du champignon. La longueur des filaments mycéliens permet d'augmenter considérablement la surface d'échange entre le sol et les partenaires de la symbiose, contribuant ainsi à une meilleure nutrition de l'arbre. Cette extension racinaire permet également d'aller chercher de l'eau plus loin, et dans des pores du sol plus petits, améliorant ainsi l'hydratation du plant. Cette propriété sera fondamentale dans les années à venir, quand on sait

que le taux de mortalité des plants est en augmentation (38 %) avec pour principale cause (59 %) la sécheresse [5].

La collaboration des arbres avec les champignons, et plus largement avec le microbiote (incluant d'autres microorganismes dont les bactéries), n'est pas un mode de fonctionnement spécifique des arbres ni des plantes, il concerne tous les êtres vivants, notamment l'espèce humaine dont « *le microbiote intestinal abrite près d'1kg de bactéries actives (pour une personne de 80 kg) et 150 fois plus de gènes que ce que possède le génome humain, soit 3,3 millions de gènes* » a rappelé Aurélie Deveau dans son exposé présenté par Claude Murat (c'est le thème de l'ouvrage *Jamais seul* de Marc André Sélosse, éd. Actes Sud). L'importance de ces cohabitations qui résultent d'une longue coévolution est de plus en plus explorée par les scientifiques ainsi que leur impact dans la gestion forestière qui n'a pu être qu'évoqué au cours de cette journée. En tout état de cause, le maintien de leur diversité dans le sol est essentiel.

Les atouts de la mycorhization contrôlée

Si les mycorhizes existent dans le sol à l'état naturel, quel est alors l'intérêt de produire des plants mycorhizés ? C'était le sujet de l'exposé de Cyrille Bach (Inrae) que Claude Murat a présenté en son absence : une graine ou un plant peuvent mettre un certain temps à se développer s'ils ne trouvent pas tout de suite, et en quantité, les champignons mycorhiziens qui sont leurs alliés. La

Les multiples contributions des mycorhizes

Le rôle des champignons symbiotiques ne s'arrête pas à l'apport d'éléments minéraux (phosphore, azote...) : ils produisent également des auxines, hormones de croissance qui bénéficient à l'arbre, des molécules qui régulent l'ouverture des stomates de la plante en fonction de l'humidité (d'où leur rôle essentiel en période de sécheresse) et des toxines pour lutter contre les pathogènes (in *Jamais seul*, de Marc André Sélosse, éd. Actes Sud).

Ils ont aussi un rôle dans la lutte contre les agents pathogènes : leur présence fait que « *la place est déjà occupée* », et ils peuvent aussi sécréter des substances antibiotiques agissant sur le pathogène, ou induire la sécrétion par l'arbre de substances toxiques pour le pathogène (in *La symbiose mycorhizienne* de Jean Garbaye, Ed. Quae)

production par le pépiniériste de l'inoculum et son utilisation en conditions contrôlées permettent d'assurer un haut niveau de mycorhization qui garantit un meilleur taux de reprise et un effet positif rapide sur la croissance du plant, favorisant son installation dans le milieu forestier. On en verra la confirmation lors des exposés des gestionnaires (voir plus loin).

Elle peut aussi être utilisée pour aider l'arbre à lutter contre la sécheresse, grâce au contrôle de l'ouverture des stomates (voir encart plus haut) et en renforçant l'alimentation de l'arbre en eau et en éléments minéraux, précise l'exposé de Cyrille Bach. Des essais ont été menés sur les terrasses de la Moselle avec des chênes inoculés avec *Paxillus involutus*, montrant leur meilleure résistance en périodes de sécheresses estivales.

Dans certains cas, cette mycorhization contrôlée est même indispensable, comme dans les

sols artificialisés qui sont devenus stériles (pollution industrielle, anciennes carrières, etc...) et qu'il est nécessaire de restaurer. Pour les autres cas, les espèces introduites par la mycorhization contrôlée s'ajoutent aux autres champignons ectomycorhiziens et aux microorganismes déjà présents dans le sol, avec lesquels elles cohabitent. Il se produit une compétition entre les champignons, « *une guerre !* » a expliqué Claude Murat, reprenant le vocabulaire utilisé par Bernard Boullard dans ses nombreux articles pour La Forêt Privée dans les années 1970 à 90... Les arbres produisent en continu de nouveaux apex racinaires, lieu sur lequel les mycorhizes se forment. L'espèce de champignon introduite avec le plant peut survivre, se répandre sur le système racinaire tout en cohabitant avec les champignons ectomycorhiziens naturellement présents. Il est aussi possible que ces champignons autochtones prennent le dessus et fassent disparaître à terme l'espèce introduite. Dans tous les cas, il y a un renouvellement continu des associations mycorhiziennes au cours de la vie d'une plante, voire au cours des saisons.

La mycorhization contrôlée a aussi prouvé son efficacité dans le cas du sapin de Douglas (*Pseudotsuga menziesii*) importé d'Amérique du Nord, pour lequel un champignon de son aire de distribution naturelle s'est montré plus efficace à promouvoir sa croissance que les champignons des sols européens (in La symbiose mycorhizienne de Jean Garbaye, Ed. Quae). D'où l'importance des travaux de

mycorhization contrôlée sapin de Douglas/*Laccaria bicolor* menés par l'Inrae en collaboration avec 4 pépiniéristes privés dont Robin, aboutissant à la production commerciale de ces plants. À l'heure actuelle, 1 000 000 de ces plants ont été vendus, preuve de leur efficacité.

Il reste quelques questions en suspens concernant la mycorhization et son contrôle, notamment dans le cadre de la préoccupation actuelle d'adaptation des forêts au changement climatique, évoquées par Aurélie Deveau dans sa conclusion :

Quelle est l'importance du maintien du microbiote lors la migration assistée, d'une région à l'autre et surtout en cas d'introduction d'une essence « *exotique* » ? Les microbes ont une réponse adaptative rapide (en particulier les bactéries), mais est-ce suffisant pour supporter voire accompagner l'adaptation des plantes ? La mycorhization contrôlée a un avantage à court terme (tolérance à la sécheresse), mais on connaît moins ses effets à moyen terme : l'avantage est-il maintenu sur le long terme alors que la composition des cortèges fongiques évolue naturellement avec le vieillissement des arbres ?

Du laboratoire au terrain

Plusieurs gestionnaires sont venus témoigner des effets bénéfiques des plants mycorhizés, constatés.

Stephane Coomans, gestionnaire de sa propre forêt de 60 ha dans les Ardennes belges et pour le compte d'autres propriétaires, s'est converti en 2008 aux plants

en godets Robin anti-chignon®, avec lesquels il a un taux de reprise de 90 à 99 %, là où, avec les plants en racines nues, il avait un taux d'échec allant jusqu'à 50 %. Peu après, il a adopté les plants mycorhizés Robin pour les douglas, son essence principale qu'il associe à des mélèzes (hybride et Europe), des cèdres de l'Atlas et des épicéas (mais de moins en moins). Pour lui, la supériorité des plants mycorhizés se manifeste surtout en termes de croissance plus forte au début, et en résilience en cas d'attaque parasitaire. C'est le cas pour l'épidémie de cécidomyie qui fait des ravages sur les douglas en Belgique (les premières atteintes sont apparues en France depuis 2015 dans le nord-est) – les plants mycorhizés se flétrissent en partie mais repartent ensuite, alors que les plants non mycorhizés ont beaucoup de mal à s'en sortir. Il a convaincu les propriétaires des forêts qu'il gère, et même

quelques autres, ce qui lui permet de regrouper les commandes et de se faire livrer chaque année un camion de plants mycorhizés Robin.

Michel Chavet, expert forestier, est lui aussi convaincu de la supériorité des plants mycorhizés, contrôlés et élevés en godet Robin anti-chignon®. Il a commandé, dans le cadre du plan de relance, plus de 380 000 plants qui ont été plantés ou qui restent à planter dans plusieurs forêts dans les départements de Haute-Saône, Moselle, Haute-Marne, Seine-et-Marne, Côte d'or, Jura, Marne, Eure-et-Loir (parmi d'autres). Sur tous ces chantiers il a constaté une très bonne croissance quelques mois après la plantation, comme le montrent les photos qu'il a présentées (chênes rouges, douglas et chênes pubescents).

Pour lui, les avantages de ces plants par rapport à des plants à racines nues sont la très bonne



Attaque de cécidomyie en mai 2017 sur douglas mycorhizés. Photo : S.Coomans



Résilience de ces douglas en juillet 2017.

Photo : S.Coomans



reprise des plants et, par conséquent, l'absence ou quasi absence de regarnis nécessaires. Sa seule réserve concerne l'éventuel manque de disponibilité en plants d'essences variées, dont certaines relativement rares, compte tenu du coût élevé de leur production qui ne peut être investi que pour de grosses commandes. Il aimerait par exemple, plutôt que des chênes pubescents, planter des chênes de Hongrie qui seraient mieux adaptés au climat futur, et qui ont servi au XVII^e siècle à faire les parquets du château de Versailles.

Mais, pour lui, le bilan est largement positif : la mycorhization contrôlée permet une meilleure résistance des plants vis-à-vis des aléas climatiques et procure une



Plant de chêne pubescent mycorhizé planté en mai dernier. Le bâton que l'on voit sur la photo à proximité du plant sert à repérer plus vite le plant lors des entretiens ultérieurs. Jusqu'à maintenant, nous mettons un bâton tous les 3 plants. Aujourd'hui nous mettons un bâton à chaque plant feuillu. Ce n'est pas nécessaire pour les résineux sauf s'ils sont très petits.

Photo : M. Chavet

Plant de douglas mycorhizé, contrôlé et élevé en godet Robin anti-chignon® planté en mai dernier.

Photo : M. Chavet

meilleure croissance, sans avoir à repasser tous les ans ou toutes les « *x années* » comme lorsque l'on utilise des engrais, qui ont par ailleurs l'inconvénient de « *brûler* » les sols (l'ajout répété d'engrais se traduit en effet par la disparition des mycorhizes naturelles du sol). Et dans le nouveau contexte climatique, avec une mauvaise distribution des pluies, la meilleure résistance à la sécheresse des plants mycorhizés est un atout indéniable. Et pour finir, il déplore qu'il n'y ait pas plus de propriétaires convaincus de l'intérêt des plants mycorhizés, et qu'ils reculent devant le surcoût de ces plants alors que leur meilleure reprise et leur plus grande croissance (donc moins de dégagements) viennent largement compenser ce surcoût.

Représentée par Amaury Janny, directeur de l'agence Centre, la Société Forestière de la Caisse des Dépôts, qui gère 300 000 hectares et plante actuellement 3 millions d'arbres par an, a témoigné elle aussi de son intérêt pour les plants mycorhizés, ce qui l'a conduite à établir un partenariat privilégié avec les Pépinières Robin. Pour elle également, le surcoût des plants mycorhizés est compensé par la non-nécessité de regarnir ensuite, ainsi que par leur croissance plus rapide qui permet d'éviter un dégagement. Afin d'abaisser les coûts, elle préconise de mixer les plants, avec seulement 40 % de plants mycorhizés, et de compléter avec des essences d'accompagnement dont une partie sera prélevée en première éclaircie. Amaury Janny a rappelé en conclusion que « *Commander des plants avec deux*

Quelques conseils pour la plantation

Pour bien planter, il faut que les trous de plantation aient au minimum 3 cm de plus en profondeur que les godets, de manière à laisser un espace entre le haut de la motte et le sol. Ces 3 cm sont comblés par de la terre pour éviter qu'en cas de sécheresse prononcée le substrat du godet subisse un « *effet mèche ou effet buvard* ».

Il faut éviter aussi de créer des poches d'air dans le sous-sol lors du travail à la pioche au risque d'entraîner le dessèchement du plant. Pour éviter cela, après la mise en place des godets, il faut bien tasser le sol tout autour. Si ce n'est pas bien fait, en cas de gel, dégel, ou sécheresse, le substrat et les racines peuvent se dessécher et le godet peut également être déchaussé. Auparavant, le substrat dans les godets doit être copieusement arrosé. D'ailleurs, dès l'arrivée sur le chantier, la motte doit rester humide. Contrairement à de la terre, le substrat doit avoir le maximum de porosité, afin de favoriser le développement racinaire pendant la culture en pépinière mais, à la plantation, il faut veiller à bien recouvrir le haut du godet de 2 à 3 cm de terre, pour éviter le risque « *d'effet mèche* ».

Pour obtenir un système racinaire bien ancré dans le sol au printemps à venir, il est conseillé de planter le plus tôt possible en automne, bien entendu si le sol n'est pas dur « *comme du béton* », comme c'est le cas malheureusement de plus en plus souvent. L'avantage est que, si la température du sol reste supérieure à 10 °C, les racines continuent de se développer.

Concernant la technique de plantation, le terrain à planter peut faire l'objet d'un sous-solage. Dans ce cas, il est impératif d'éviter de planter les godets (ou les plants sans godets) à moins de 8 à 10 cm de la raie du sous-solage. En effet, en cas de période sèche, cette raie s'écarte comme des lèvres, mettant à l'air les racines qui se dessèchent alors.

Il ne faut pas broyer toute la végétation, mais le faire seulement sur les lignes de plantation, ce qui permet aux plants de profiter de l'ombre ainsi préservée (veiller aussi à l'orientation par rapport au soleil, notamment l'après-midi). Le fraissage peut être très avantageux (mais plus cher que le sous-solage), notamment sur des terres lourdes et pas trop humides, en ce sens qu'il fait un malaxage doux du sous-sol, ce qui permet aux racines de prendre plus facilement leur place et de devenir rapidement opérationnelles. Le fraissage ne descend pas en dessous de 30 cm de la surface du sol. Si le sol est trop humide, le fraissage n'est pas conseillé. Remarque : il faut bannir les douglas provenant d'un verger à graines où leur provenance est trop branchue, ce qui conduit à des coûts d'élagage élevés ou à des bois de qualité médiocre du fait des nœuds laissés par les branches. Nos remerciements vont à Christine Robin auprès de qui nous avons beaucoup appris.

Michel Chavet

ans d'avance – c'est possible mais surtout nécessaire ! ».

La réussite des plans de renouvellement de la forêt programmés pour les dix années à venir (« *un milliard de plants* » pour renouveler 10 % de la forêt a annoncé le gouvernement) passera incontestablement par la qualité des plants, et le rôle des pépinières sera donc déterminant. La collaboration entre pépinières, scientifiques et gestionnaires telle qu'elle est pratiquée par les pépinières Robin est certainement une des voies à adopter pour faire face aux enjeux de taille auxquels est confrontée la forêt. ◆

- [1] La production totale de plants forestiers en France était en 2022 de 64 millions de plants, et hors pin maritime de 43 millions de plants, pour environ 110 millions de plants (hors pin maritime) en 1992. (Source ministère agriculture)
- [2] Le risque de contamination avec d'autres mycorhizes non souhaitées est important dans une pépinière, où les salariés manipulent de la terre en permanence.
- [3] La partie comestible de ces champignons ectomycorhiziens correspond à l'organe reproducteur.
- [4] Du grec *mukes* qui signifie champignon et *rhiza* qui signifie racine.
- [5] Source : Bulletin DSF, chiffres 2022.