

LES EXPÉRIENCES SUR LA REPRODUCTION VÉGÉTATIVE DES ARBRES FORESTIERS à l'Arboretum de Hörsholm (Danemark)

INDICE BIBLIOGRAPHIQUE: 12, 11, 22, 23, 27, 1 (489)

A l'Arboretum de Hörsholm, annexe de la Station de Recherches Forestières de Copenhague, le Dr SYRACH LARSEN et Mr. C. MUHLE LARSEN ont entrepris, depuis une dizaine d'années, de nombreuses expériences qui ont pour but de démontrer que les espèces forestières qui se reproduisent habituellement par graines sont également susceptibles de se multiplier par voie végétative.

Au cours de mon voyage d'études au Danemark en 1947, je n'ai pu consacrer que peu de temps à la visite de l'Arboretum, sous la conduite de Mr. C. MUHLE LARSEN. Si je ne suis pas à même de donner un compte rendu très détaillé de tous ces travaux, j'ai pu toutefois en constater l'étendue et la variété, et apprécier l'importance des résultats obtenus. Toutes les évaluations numériques, et aussi l'exposé de certaines expériences que je n'ai pu, faute de temps, constater personnellement, sont tirés de l'ouvrage de Mr. C. MUHLE LARSEN: « *experiments with softwood cuttings of forest trees* » que l'auteur a bien voulu me communiquer.

INTÉRÊT DE LA REPRODUCTION VÉGÉTATIVE DES ARBRES FORESTIERS

Il me semble inutile d'insister sur ce point: l'intérêt d'obtenir des clones, parfaitement fixés provenant d'arbres présentant les plus grandes qualités morphologiques et physiologiques, est évident. Outre qu'il permettrait la multiplication rapide des meilleurs sujets des espèces présentant de grandes variations individuelles et des individus ou des races résistant aux maladies cryptogamiques, ce procédé apporterait une solution au problème de la descendance des hybrides instables en fixant immédiatement par la multiplication végétative les caractères fugaces de la première génération d'hybrides; l'opération délicate de l'hybridation ne pouvant porter que sur un nombre d'individus restreint, les produits pourraient être multipliés, dès les premières années de leur vie, à un très grand nombre d'exemplaires. En somme, un gain de temps consi-

dérable dans la propagation des meilleurs produits de la sélection et de l'hybridation.

L'intérêt particulier que les forestiers danois portent à ces expériences se justifie pour deux raisons :

1° Le hêtre, arbre national danois, compte tenu du fait que l'éclaircie forte pratiquée au Danemark amène un développement plus important de la couronne, a en général une forme moins bonne que dans nos forêts de l'Est : les arbres fourchus, ou présentant un tronc court ou flexueux sont loin d'être rares. Cette particularité peut s'expliquer par la pratique ancienne d'une sorte de sélection à rebours : les hêtres bas branchus, à cime large, produisant beaucoup de fâines, étaient réservés dans les forêts où l'on pratiquait le panage. La préférence se portant aujourd'hui, au contraire, sur les arbres à tronc rectiligne et à découpe placée aussi haut que possible, les forestiers danois se trouvent devant un problème de sélection auquel la multiplication végétative de sujets de choix apporterait une solution aussi sûre que rapide.

2° L'adaptation des résineux exotiques variés, utilisés sur une grande échelle pour le reboisement des landes du Jutland, notamment, est rendue assez délicate par les attaques fréquentes et graves de maladies cryptogamiques dont la propagation est facilitée par l'état hygrométrique élevé. Là encore, la reproduction végétative serait d'un précieux secours, en permettant une multiplication rapides des individus ou des races, hybrides ou non, les plus résistants.

Les expériences ont porté sur les deux procédés principaux de multiplication végétative utilisés en horticulture et en arboriculture fruitière : la greffe et le bouturage. Le premier procédé, qui a fait l'objet de recherches plus anciennes, est déjà utilisé pratiquement dans les placettes de la Station de Recherches, disséminées dans les forêts danoises. Au cours de ma visite à l'Arboretum, j'ai vu surtout les résultats des expériences de bouturage, et c'est sur ces dernières que M. MUHLE LARSEN m'a donné le plus de détails. Aussi, j'exposerai assez brièvement ce que j'ai pu voir du premier procédé, sans pouvoir juger l'ensemble des résultats obtenus, alors que je traiterai un peu plus longuement les travaux portant sur les boutures d'arbres forestiers.

LA GREFFE DES ARBRES FORESTIERS

Quoique ce procédé ait été expérimenté avec succès depuis assez longtemps, nous n'avons pas connaissance, au Danemark, de peuplements forestiers composés d'arbres greffés, alors qu'on envisage d'en constituer avec des boutures. Peut-être faut-il voir là la crainte que les réactions mal connues du greffon et du porte-greffon ne compromettent l'avenir des arbres. Toujours est-il que, si cette

méthode est employée couramment à la Station de Recherches, c'est avant tout pour la faculté qu'ont les arbres greffés de fructifier beaucoup plus tôt que les sujets francs de pied. Il est inutile d'insister sur les avantages multiples qu'offre cette propriété, tant pour le sélectionneur que pour l'hybrideur.

Le procédé généralement employé est la greffe en fente anglaise, quelquefois la fente ordinaire quand le porte-greffe est assez fort, rarement la greffe en écusson. Les méthodes de l'arboriculture fruitière sont applicables en tous points.

De très nombreuses espèces d'arbres sont susceptibles d'être greffées. Je citerai celles que j'ai vues à l'Arboretum de Hørsholm.

Pins sylvestres: greffés en 1936, ils ont fructifié en 1940-41. Ils ont maintenant 3 m. 50 de haut en moyenne, et chaque arbre fournit 200 cônes par an. Ce procédé permet donc d'obtenir rapidement et en grande quantité des graines des meilleures races de pins sylvestres.

Mélèzes: On greffe en général une branche, prise sur un arbre de 10 ans, sur un plant de 2 ans. On obtient la première fructification 7 ou 8 ans après. Les expériences du Dr. SYRACH LARSEN sur les races de mélèzes et leurs hybrides ont pu ainsi être conduites très rapidement.

A l'Arboretum, on pratique la pollinisation artificielle des sujets greffés. Les hybrides peuvent être distingués des races pures dès la première année de semis.

Dans les places d'expérience, on utilise la pollinisation naturelle croisée. Dans la forêt de Kongsöre, district d'Odsherred, j'ai visité un peuplement de *Larix europoea* (origine: Sudètes). Les arbres ont 10 ans, une hauteur moyenne de 6 m. et 12 cm. de diamètre moyen. Il y a trois ans, on a voulu obtenir des hybrides de ces arbres avec *Larix leptolepis*. On a recépé à 40 cm. une rangée sur deux, et on a greffé des branches de *Larix leptolepis*. L'opération a parfaitement réussi; cependant quelques-uns des arbres greffés ont un aspect buissonnant, ce qui ne présente pas un inconvénient majeur, étant donné le but recherché. Lorsque les arbres fructifieront, on obtiendra ainsi une forte proportion de graines qui donneront des hybrides. On pense que les *Larix leptolepis* greffés fructifieront à peu près en même temps que les *Larix europoea* francs de pied.

En forêt de Pamhule, district de Haderslev, on obtient en un temps très court une quantité importante de graines d'un petit lot d'épicéas de forme tout à fait exceptionnelle en prélevant un certain nombre de branches qu'on greffe sur de jeunes plants d'épicéas groupés en placettes.

Chênes: Les scions sont pris en général sur de jeunes arbres, mais l'opération peut réussir avec des branches d'arbres âgés. La

fructification s'établit 5 à 8 ans après la greffe. On pratique alors la pollinisation artificielle.

Pour le *hêtre*, on utilise comme porte-greffe le hêtre pourpre : on peut ainsi, dès la première année, reconnaître d'après la couleur du feuillage, si la greffe a réussi.

On a remarqué que chez les *frênes*, les arbres mâles ont une meilleure forme que les arbres femelles. La présence en forêt d'arbres femelles de bonne forme améliorerait certainement la qualité de la descendance. Les rares arbres femelles de très bonne forme sont donc multipliés par greffe (souvent on emploie la greffe en écusson).

Ce procédé de multiplication végétative est déjà employé pratiquement, mais son utilisation ne dépasse pas le cadre de la Station des Recherches. Au contraire, si les expériences sur le bouturage des jeunes pousses d'arbres forestiers sont beaucoup moins avancées, ce procédé semble devoir prendre dans l'avenir un développement pratique beaucoup plus étendu.

LE BOUTURAGE DES ARBRES FORESTIERS

Mr. C. MUHLE LARSEN a voulu prouver que les jeunes pousses non aotées de la plupart des arbres forestiers, convenablement choisies possèdent une certaine faculté d'enracinement qui leur permet, lorsqu'elles sont placées dans des conditions convenables, de reproduire un nouvel individu, génétiquement identique à l'arbre-mère.

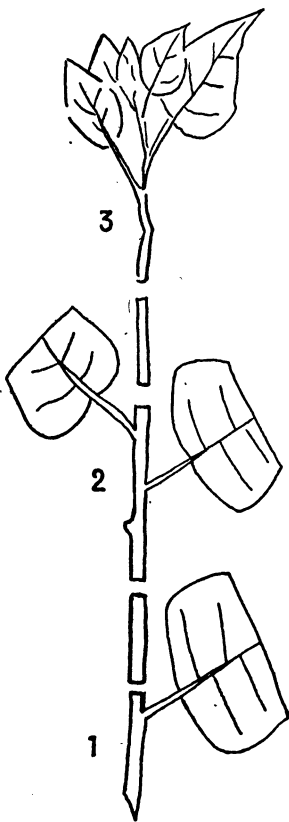
Ses expériences portent sur un très grand nombre d'espèces de résineux et de feuillus. L'action de la température sur l'enracinement et l'action des hormones de croissance ont été étudiées avec un soin particulier.

Afin d'éliminer autant que possible l'action des variations individuelles sur les résultats, on a employé, pour les expériences de base, un matériel homogène au point de vue génétique ; un clone de peuplier de Henry (*Populus vernirubens*) multiplié par boutures depuis 1937.

I. — *Le matériel employé*

1) *Les arbres-mères.* — Ce sont, en général, de jeunes plants de 1 à 2 ans. Cependant, des boutures d'épicéa prises sur des arbres adultes ont donné de très bons résultats, surtout celles prises sur les branches basses. Il est à souhaiter que l'on puisse étendre aux autres espèces cette propriété jusqu'ici particulière à l'épicéa ; en effet, le grand intérêt des boutures est la reproduction exacte à un grand nombre d'exemplaires, des arbres présentant les plus hautes qualités morphologiques et physiologiques, qualités qu'il est impossible de discerner sur un très jeune plant. La production de

ces plants par des graines récoltées sur les meilleurs arbres n'offre pas une garantie absolue, surtout pour les espèces à fécondation croisée, en ce qui concerne l'excellence de leur forme et leur qualités physiologiques, lorsqu'ils auront atteint leur plein développement.



Pousse de Peuplier de Henry avec les trois types de bouture

Des rejets de bouleau et de hêtre ont fourni un matériel de bouturage qui a donné de bons résultats.

2) *Récolte des boutures.* — Époque de la récolte : en règle générale, les boutures doivent être récoltées aussitôt que possible afin qu'elles puissent développer au maximum leur système racinaire avant la fin de la saison de végétation, et donner au cours de l'été

une pousse suffisamment forte. Pour les résineux, l'époque de la récolte n'a pas une importance primordiale, d'autant plus qu'on peut utiliser, en plus des pousses de l'année, les pousses de l'année précédente, récoltées à la fin de l'hiver (février-mars); il n'en est pas de même pour les feuillus et surtout pour le hêtre: on n'obtient en effet de bons résultats qu'avec des boutures coupées de fin mai, à mi-juin. L'utilisation pratique du bouturage du hêtre est jusqu'ici limitée par cette particularité; les boutures récoltées à cette époque n'ont pas un départ assez rapide pour pouvoir produire leur pousse d'été avant l'hiver suivant. Une autre difficulté dans les expériences faites sur le hêtre, réside dans le fait que la période où les boutures peuvent s'enraciner est relativement courte. Il en est d'ailleurs de même pour le chêne, et on a pensé établir un rapport avec le fait que la période d'élongation de ces essences est courte: les substances du groupe des « bios » nécessaires au départ de l'enracinement, ne se trouveraient en quantité suffisante dans les boutures que pendant la période d'élongation (1).

3) *Types de boutures.* — On peut distinguer 3 types de boutures, suivant que l'on prend la partie basale de la pousse de l'année, la partie médiane ou le sommet. En général, les pièces de la base sont seules employées. Cependant, pour le peuplier de Henry, et peut-être aussi pour d'autres feuillus, les boutures médianes fournissent un plus grand pourcentage de plants racinés. En réalité, le choix de la bouture sur la pousse dépend de la longueur de celle-ci et de son caractère plus ou moins herbacé.

Pour les pousses trop courtes pour qu'on puisse distinguer ces 3 types, une autre question se pose: doit-on les utiliser dans toute leur longueur ou les éciméer? Pour le hêtre ou le chêne, on obtient de meilleurs résultats avec des boutures non écimées, alors que pour l'aune, les boutures privées de leur bout herbacé s'enracinent plus sûrement. Le tableau ci-dessous donne les résultats d'une expérience poursuivie du 20 mai au 16 août 1941 et qui montre l'avantage des boutures de hêtre non écimées.

11 BOUTURES PLANTÉES DANS CHAQUE LOT	NON ECIMÉES		ÉCIMÉES (avant écimage : 9-12 cm)
	9-12 cm	7-8 cm	
Nombre de boutures racinées . . .	6	4	3
Nombre de boutures sans racines.	4	5	8
Nombre de boutures avec nouvelle pousse	4	1	0
Nombre total de racines	21	4	7

(1) Les « bios » peuvent être considérés comme des facteurs vitaminiques agissant sur le développement en longueur des éléments jeunes des végétaux.

En général, les boutures non écimées donnent les meilleurs résultats, et on a pensé à l'action sur l'enracinement des substances du groupe des bios, produites en plus grande quantité par les tissus jeunes du sommet des pousses. Mais lorsque les boutures seront placées dans des conditions extérieures sensiblement différentes de leur optimum, ce qui aura presque toujours lieu dans la pratique, il y a tout lieu de penser que ces bouts herbacés seront rapidement détruits et seront une cause d'affaiblissement pour la bouture et une voie d'entrée pour les divers parasites. Il semble donc que les boutures écimées donneront dans la pratique de meilleurs résultats.

Les pousses sont coupées au couteau, la base étant taillée en biseau d'un ou deux coups de couteau. L'arrachage de la bouture avec un lambeau de bois de l'année précédente, paré ensuite au couteau, ne donne pas de meilleurs résultats.

La longueur des boutures varie en général de 8 à 12 cm., parfois 15 ou 20 pour les boutures de pousses courtes non écimées. Pour les boutures de pièces basales et médianes, on laisse en général une ou deux feuilles; on supprime une partie du limbe d'un coup de ciseau, afin de diminuer l'évaporation. Pour les boutures en résineux, on laisse toutes les aiguilles.

En général, ce sont les boutures prises sur des pousses herbacées, à tissus peu lignifiés contenant une grande proportion d'eau (pousses ayant cru à l'ombre), qui réussissent le mieux; mais pour un même degré de lignification des tissus, ce sont les boutures les plus fortes qui donnent les meilleurs résultats.

II. — *Pratique du bouturage*

A tout moment, jusqu'à leur mise en place, les boutures doivent être préservées contre le dessèchement. Dès la récolte, les pousses sont mises dans un seau d'eau. Les boutures sont ensuite taillées et préparées comme il a été indiqué plus haut.

Après leur préparation, les boutures sont plongées jusqu'à mi-hauteur dans un récipient contenant de l'eau ou une solution d'hormones de croissance — nous étudierons leur action en détail — ou une solution nutritive. On les laisse ainsi pendant vingt-quatre heures avant la mise en place.

1) Application de substances nutritives. — Les solutions de substances nutritives sont utilisées dans certains cas soit dans le traitement préliminaire, soit par arrosage des boutures en place. Des solutions de glucose ont été employées sur des boutures d'épicéa sans résultat concluant. L'utilisation de solutions minérales complexes à la concentration de 2 % ou 4 % a donné, dans les mêmes expériences, un pourcentage d'enracinement plus élevé. L'idée de

faire absorber aux boutures par trempage, avant qu'elles aient développé leur système racinaire, les substances minérales que les jeunes plants absorbent par leurs racines, paraît pleinement justifiée. Pourtant, Mr. MUHLE LARSEN pense que, dans des conditions normales, les boutures contiennent dans leurs tissus de réserve assez de substances nutritives pour assurer la vie jusqu'à ce que les racines puissent les leur fournir. Mais si l'emploi de solutions nutritives, dans les conditions ordinaires, ne donne pas un nombre supérieur de boutures racinées, il accélère souvent cet enracinement, propriété qui peut être précieuse pour les boutures mises en place assez tard.

2) *Mise en place des boutures. Le sol.* — Les expériences ont été faites en plaçant les boutures soit dans des couches chaudes sous châssis, soit en pépinière ou en forêt, dans des châssis vitrés ordinaires contenant du terrain rapporté, soit encore en serre.

Les couches chaudes sont constituées par une couche de fumier séparé des boutures par une couche de terre et tourbe épaisse d'au moins 5 cm. afin d'éviter la contamination des boutures par les germes putréfiants contenus dans le fumier.

Le milieu généralement employé pour les expériences est constitué par un mélange en parties égales de gravier, de terre et de tourbe, recouvert d'une couche mince de gravier pur.

Mais depuis quelque temps, on s'est aperçu que les boutures poussaient aussi bien dans du gravier pur, lavé, et c'est maintenant ce milieu qui est de loin le plus employé. Il nécessite des arrosages plus fréquents que les milieux composés de terre et tourbe (la fourniture de substances nutritives n'est pas indispensable) mais il présente sur eux l'énorme avantage de réduire presque à néant les risques de putréfaction des boutures, qui sont très souvent une cause d'échec, surtout lorsqu'un temps assez long s'écoule entre la mise en place et le début de l'enracinement.

Le pH des sols composés de terre, gravier et tourbe varie de 6 à 7; celui du gravier pur de 7 à 8. Des variations légères de pH autour de la neutralité ne paraissent pas avoir une grande influence sur l'enracinement.

Il est très important de préserver les boutures contre le dessèchement. Il faut entretenir, sous les châssis, par des arrosages fréquents un degré hygrométrique élevé jusqu'à ce que la pousse des racines leur permette d'utiliser l'eau du sol. Pour les protéger contre une insolation trop vive, on peut passer les verres au lait de chaux ou employer des claies.

En résumé, tout le problème du bouturage revient à maintenir en vie jusqu'à ce que l'enracinement se déclenche, un organisme végétal sans racines (puisque notre action sur les facteurs qui déclenchent cet enracinement est encore très limité). Toutes les

fonctions restent en activité, sauf l'absorption d'eau et de matières nutritives. Ces dernières sont généralement en quantité suffisante dans les tissus de réserve; il est donc de première importance de diminuer la transpiration, en réduisant la surface foliaire et en maintenant un degré hygrométrique élevé. Les tissus de protection présentant une solution de continuité, il faut protéger les boutures contre toute infection par les champignons, d'autant plus dangereuse que l'humidité est élevée.

3) *Action de la température.* — De nombreuses expériences ont prouvé qu'une température légèrement supérieure à l'optimum écologique de l'espèce accélère l'enracinement. L'emploi de couches chaudes ou de serres, où la température est maintenue aux environs de 20° est indispensable pour certaines espèces à enracinement difficile, comme le frêne et le chêne. Des expériences ont été faites avec deux lots de boutures de peuplier de Henry, l'un placé en couche chaude (minimum de température : 15 à 18°), l'autre dans des châssis ordinaires (minimum : 10 à 14°). Le premier lot a donné deux fois plus de boutures racinées que le deuxième. Mais si une température plus élevée accélère l'enracinement, elle a une action identique sur la croissance en longueur des pousses, ce qui oblige à ouvrir les châssis plus tôt. Il est donc indispensable d'utiliser un matériel homogène, afin que toutes les boutures s'enracinent à peu près au même moment. En effet, lorsqu'on ouvre les châssis, les boutures qui n'ont pas encore pris racine sont irrémédiablement perdues.

L'action de la température illustre l'idée de M. MUHLE LARSEN sur l'influence des facteurs externes: il pense que les pousses de tous les arbres forestiers peuvent s'enraciner, mais que cet enracinement ne peut se produire que sous les conditions naturelles normales de température, d'humidité, de sol, etc... « C'est le jeu des facteurs externes défavorables qui, dans la nature, nous masque les possibilités de reproduction végétative des arbres forestiers ».

III. — *Les substances de croissance*

On est encore assez mal fixé sur les effets rhizogènes des substances de croissance. Existe-t-il une substance spécifiquement rhizogène ? La rhizocaline de BOUILLENNE et WENT paraît avoir cette seule propriété. Mais les substances de croissance mieux définies n'ont-elles pas, dans certaines conditions, outre leur action sur l'élongation ou le métabolisme cellulaire, une action rhizogène ?

Les expériences de Mr. MUHLE LARSEN ont porté sur l'action d'une substance de croissance bien connue, l'*acide indol 3 acétique* du groupe des auxines. Son action principale porte sur l'élonga-

tion des cellules, mais on a montré que l'application de solutions un peu plus concentrées déterminait des réactions que l'on peut qualifier de pathologiques, telles que la croissance isodiamétrique des cellules et, notamment, le déclenchement et, plus souvent, l'accélération du processus d'enracinement.

Le traitement est appliqué immédiatement après la récolte et la préparation des boutures. L'acide indol 3 acétique est dilué d'abord dans quelques centimètres cubes d'alcool, de façon à ce que la concentration de l'alcool dans la solution aqueuse n'excède pas 1/100. Les boutures sont plongées dans cette solution pendant vingt-quatre heures, la base des boutures étant seule immergée; les boutures sont ensuite mises en place, après rinçage à l'eau.

Les concentrations employées ont été le plus souvent 1/10.000 et 1/20.000. Cependant, M. MUHLE LARSEN pense que pour la plupart de nos arbres feuillus, les meilleurs résultats seraient obtenus par des concentrations de 1/5.000 et 1/10.000. Les concentrations plus fortes ont un effet toxique très net.

Le tableau ci-dessous résume une expérience faite en 1942 avec des boutures d'aune hybride, plantées en couche chaude.

Acide indol 3 acétique concentration	NOMBRE DE BOUTURES PLANTÉES	BOUTURES AVEC RACINES	
		Nombre	% des boutures plantées
0	200	17	8,5
1/20000	100	28	28
1/10000	100	41	41
1/5000	100	59	59
1/2000	100	37	37

Il me semble que l'étude de l'action des diverses concentrations aurait dû être complétée par des expériences où on aurait fait varier la durée d'application de la solution. En effet, la quantité de substance de croissance absorbée en fonction du temps se traduit vraisemblablement par une courbe normale de saturation, et il est possible que cette saturation ne soit pas atteinte dans tous les cas au bout de vingt-quatre heures de traitement.

Les résultats des expériences entreprises sur diverses espèces d'arbres feuillus (peuplier de Henry, aune hybride S. 225, alnus subcordata, hêtre, drageons de tremble) montrent que l'application des substances de croissance améliore et régularise l'enracinement à un triple point de vue :

- 1° La période d'attente, entre la mise en place et le début de l'enracinement, est écourtée.
- 2° Le pourcentage des boutures racinées est plus grand.

3° Les racines sont plus nombreuses, plus longues et plus fortes.

Pour les résineux, les résultats sont beaucoup moins nets. Des expériences sur l'épicéa (cf. tableau, page 19) et un hybride *Larix leptolepis* × *europaea* ont donné des résultats positifs, tandis que des expériences sur le sapin pectiné et l'if semblent indiquer une action néfaste des substances de croissance sur le pourcentage de boutures racinées, surtout dans le cas où l'enracinement ne se produit que l'année suivant la mise en place. L'action des substances de croissance sur la formation des racines est indéniable, mais il est certain que les résultats de toutes ces expériences seraient beaucoup plus clairs, si nous connaissions exactement la variation au cours de l'année de la quantité des substances de croissance produites par les plantes ; le traitement à l'acide indol 3 acétique peut en effet être considéré comme un appoint de substances de croissance ; ce traitement aura un effet favorable si, à l'époque de la récolte des boutures, les substances de croissance sont en quantité insuffisante pour avoir une action sur l'enracinement ; si, au contraire, les boutures sont récoltées au moment où la quantité de substances de croissance présente un maximum, il est probable que l'apport d'acide indol 3 acétique sera superflu et produira un effet toxique.

Les hormones du groupe des bios et notamment l'aneurine (vitamine B¹) ont également une action sur l'enracinement. Cette substance existe toujours dans les végétaux supérieurs en quantité non négligeable, comme l'a montré BOYSEN-JENSEN, et paraît produite par les tissus très jeunes du sommet des pousses. Cela expliquerait peut-être les résultats médiocres obtenus pour quelques espèces (hêtre, chêne) avec des boutures écimées.

IV. — *Les résultats obtenus avec les différentes espèces d'arbres forestiers*

Je rendrai compte seulement de quelques-uns des résultats obtenus en ce qui concerne les principales essences forestières, laissant de côté les espèces d'un moindre intérêt pratique, comme le peuplier de Henry ou l'aune hybride S. 225 ; les boutures de ces espèces provenant exclusivement de clones constitués à l'arboretum, ont servi surtout à orienter les recherches.

Hêtre. — Le matériel utilisé pour les expériences provenait d'arbres de 30 à 60 ans, de jeunes plants ou de rejets de souches.

Le hêtre est une essence « difficile », et, comme nous l'avons vu, aucun procédé pratique de propagation par boutures n'a pu encore être mis au point, en raison de la période très courte pendant laquelle la bouture peut s'enraciner et du trop faible développement de la pousse feuillue avant l'hiver. Les expériences entreprises avec des boutures coupées au début mai au lieu de la

mi-juin ont donné de bons résultats dès le mois de juillet, mais ont porté sur un nombre de boutures trop petit pour qu'on puisse en tirer des conclusions très nettes. La culture en serre peut donc seule donner des résultats positifs, mais elle est inapplicable à la production de boutures en très grand nombre.

DATE de RÉCOLTE des BOUTURES	ORIGINE	Mise en place	Nombre de boutures utilisées	Concentration en substances de croissance	Date de l'arrachage des boutures	Pourcentage de boutures racinées		
						vivantes %	mortes %	Total %
29-5-40	arbre	serre	60	»	25-4-41	13	15	28
29-5-40	—	—	60	»	25-4-41	32	26	58
2-6-40	—	—	50	»	30-9-41	6	0	6
8-5-41	jeunes plants	—	36	»	19-6-41	0	0	0
8-5-41	—	—	36	1/10000	19-6-41	50	0	50
9-6-41	—	chassis	50	1/10000	13-6-42	4	24	28
9-6-41	—	—	50	1/20000	13-6-42	2	14	16
9-6-41	—	—	150	»	13-6-42	6	15	21
10-6-39	—	serre	150	1/10000	22-8-39	45	6	51
13-6-39	—	chassis	250	1/10000	8-6-40	0	86	86
19-6-39	—	—	625	1/10000	11-6-40	0	0	0
19-6-39	rejets de souche	—	53	1/10000	11-6-40	8	17	25

Chêne. — C'est également une essence « difficile » à période d'enracinement courte, et l'extension pratique des résultats obtenus ne peut encore être envisagée. Le matériel employé porte sur les espèces *Q. robur* et *Q. borealis*, et comprend des boutures prises sur des arbres adultes et sur de jeunes plants, les dernières donnant seules des résultats positifs.

ESPÈCE	DATE de récolte des boutures	ORIGINE	Mise en place	Nombre de boutures utilisées	Substances de croissance concentration	DATE de l'arrachage des boutures	Pourcentage de boutures vivantes racinées
Q. robur	10-6-42	plants 3 ans bouture avec talon	couche chaude	100	1/20000	11-9-42	16
Q. robur	10-6-42	plants 3 ans bouture sans talon	couche chaude	40	1/20000	11-9-42	45
Q. robur	24-6-42	—	—	60	1/20000	11-9-42	7
Q. borealis	13-6-42	—	—	26	»	11-9-42	12
Q. robur	18-4-42	plants forcés en serre	serre	4	1/20000	15-7-42	50
Q. robur	18-4-42	—	—	10	»	15-7-42	20
Q. robur	9-6-43	chêne 40 ans	—	20	1/10000	17-10-43	0
Q. robur	9-6-43	plants 2 ans	—	20	1/10000	17-10-43	65
Q. robur	14-6-44	chêne 40 ans	—	120	1/10000	22-3-45	0
Q. robur	14-6-44	plants 2 ans	—	40	1/10000	22-3-45	82

Frêne. — Des résultats encourageants ont été obtenus en utilisant des boutures prises sur des plants de 5 à 6 ans. Contrairement à ce qui se produit pour la plupart des autres espèces, les boutures courtes (4 à 8 cm.) et minces fournissent les meilleurs résultats; de même les boutures récoltées sur des plants ayant crû à l'ombre s'enracinent plus facilement que celles provenant de plants ayant crû au soleil.

Peupliers blancs (*P. alba*, *P. tremula*, *P. tremuloïdes*, *P. canescens*). — Le bouturage de ces espèces ne peut se faire comme pour les autres peupliers. Des résultats assez intéressants ont été obtenus avec des boutures de pousses de l'année, de tremble et de peuplier grisard; d'autre part, des boutures ordinaires, de bois âgé, de *P. alba*, traitées à l'acide indol 3 acétique, ont fourni 92 % de sujets racinés.

Mais les dragons des peupliers blancs, extraits et repiqués, fournissent un excellent matériel de reproduction végétative; ce procédé très simple et sûr est assez couramment employé.

Epicéa. — Les résultats obtenus sont si encourageants que M. MUHLE LARSEN envisage déjà leur utilisation pratique. En effet, pour cette essence, il est possible d'utiliser des boutures provenant de jeunes plants ou d'arbres adultes. D'autre part, la pos-

sibilité d'utiliser des pousses de l'année précédente, récoltées en février-mars, permet d'obtenir un enracinement plus rapide, ce qui est particulièrement important, car pour les résineux, la croissance hivernale des racines est très réduite.

Le tableau ci-dessous résume une expérience portant sur 900 boutures de pousses latérales et terminales prises sur un épicéa de 10 ans, divisées en plusieurs lots, chacun de ceux-ci ayant subi un traitement différent, par trempage des boutures ou arrosage. Les boutures, récoltées le 29 juin 1943, ont été plantées dans du gravier pur, et placées en serre. Un premier examen a eu lieu le 9 septembre 1943 : les boutures non racinées ont été remises en serre tandis que les boutures racinées étaient placées sous châssis. Deux nouveaux examens eurent lieu le 10 octobre et le 4 novembre 1943. A cette époque, 86 % des boutures étaient enracinées.

Traitement préliminaire par trempage	Pourcentage de boutures racinées dans les groupes arrosés avec :								
	Eau			Solution nutritive à 0,2 %			Solution nutritive à 0,4 %		
	1 ^{er} examen	2 ^e examen	3 ^e examen	1 ^{er} examen	2 ^e examen	3 ^e examen	1 ^{er} examen	2 ^e examen	3 ^e examen
Eau	50	78	80	83	88	88	50	70	73
Solutions de glu- cose (2,5 % et 10 %)	60	83	90	83	93	93	40	70	75
Solution nutritive (0,2 et 0,4 %) ..	75	97	97	90	98	98	70	87	90
Acide indol buty- rique (1/10000 et 1/20000)	25	55	67	58	77	78	43	77	77
Acide indol acéti- que (1/10000 et 1/20000)	57	90	95	80	97	97	50	87	92

Le trempage préliminaire a été effectué, pour moitié des boutures de chaque lot avec une solution faiblement concentrée et pour moitié avec une solution plus fortement concentrée. Mais le résultat ayant été à peu près le même pour les deux solutions, un seul chiffre est donné pour chaque traitement préliminaire.

Cette expérience n'a pas été faite dans les conditions d'utilisation pratique dont nous avons parlé, mais elle donne une idée, par les hauts pourcentages de boutures racinées, même pour les lots n'ayant subi aucun traitement spécial, du pouvoir d'enracinement élevé de l'épicéa. Elle montre aussi que les arrosages avec des solutions nutritives peuvent accélérer l'enracinement.

L'intérêt de l'utilisation des boutures d'épicéa est considérable-

ment accru par l'observation qu'on a faite qu'elles résistaient beaucoup mieux que les plants issus de graines à l'infection par *Ungulina annosa*. On a montré, en effet, que l'infection se fait presque toujours par la racine principale pivotante des plants, alors que les racines secondaires, traçantes, résistent beaucoup mieux au parasite. L'enracinement exclusivement traçant des boutures leur assure donc une protection efficace.

Autres résineux. — Les expériences entreprises sur le sapin pectiné, le sapin de Douglas, le pin sylvestre et les mélèzes ont été trop peu importantes pour qu'on puisse en tirer des conclusions précises. Il est certain que ces espèces s'enracinent beaucoup plus difficilement que l'épicéa, mais le fait que l'enracinement n'ait commencé que l'année suivant la plantation est peut-être dû aux conditions extérieures particulièrement défavorables pour ces expériences. La moyenne des boutures racinées au bout d'une année a été de 20 % environ pour le sapin, moins de 10 % pour le Douglas et le pin sylvestre et 70 % pour le mélèze (*Larix leptolepis* × *Larix Europæa*).

Si l'intérêt théorique de ces travaux me paraît assez grand, il faut bien convenir que, pour la presque totalité des espèces envisagées, aucun procédé de bouturage n'a été mis au point qui soit susceptible d'application pratique sur une vaste échelle. Les méthodes d'expérience sont encore fort éloignées des conditions de la pratique, le principal obstacle étant d'une part, l'obligation de récolter les boutures presque toujours sur de jeunes plants, et, d'autre part, le temps trop long qui s'écoule entre la plantation et le début de l'enracinement, ce qui impose des conditions de culture assez complexes : utilisation des serres d'un milieu exempt de germes putréfiants, entretien d'un état hygrométrique élevé. Il faut noter également que les résultats sont influencés, surtout pour les expériences portant sur un matériel peu nombreux, par les variations individuelles des parents et par le manque d'homogénéité des conditions extérieures.

Mais ces expériences nous donnent une indication sur le sens dans lequel les travaux sur le bouturage des arbres forestiers peuvent être poursuivis en vue d'une utilisation pratique. Il me semble que ces travaux peuvent s'orienter, soit vers les solutions chimiques, soit vers les solutions biologiques : Le premier problème consiste en effet à isoler, comme on l'a fait pour les arbres fruitiers, des substances de croissance ou des produits de synthèse non spécifiques qui, appliqués à un matériel très varié, permettent l'enracinement rapide des boutures placées dans des conditions écologiques très différentes ; le second à déterminer pour chaque espèce, par des études physiologiques précises, le matériel convenable et l'époque de plantation qui donneront les meilleurs résultats.

BOUVAREL.