

# INFLUENCE DE QUELQUES FACTEURS SUR LE BOUTURAGE HERBACE DU PEUPLIER BLANC (*POPULUS ALBA* L.). 1 : EFFETS FACTORIELS PRINCIPAUX

A. HARFOUCHE (1), (2), N. BAOUNE (1), H. MERAZGA (1)

(1) - INRF, Réseau de recherches en Génétique et Amélioration des Arbres Forestiers

(2) - Pour correspondance.

## RÉSUMÉ

Le bouturage à bois dormant, utilisé pour multiplier le peuplier blanc, ne permet pas un taux de multiplication élevé en raison des dimensions importantes des boutures. D'où l'intérêt de trouver des techniques alternatives. Le présent travail vise à mettre au point une méthode efficace de multiplication de l'espèce par bouturage herbacé. Parmi les facteurs du bouturage, le type de substrat exerce une influence significative sur l'intensité et la vigueur de l'enracinement des boutures mais n'a que peu d'effet sur le pourcentage d'enracinement. Le gravier semble un milieu plus favorable que ne l'est le sable fin. Les résultats montrent également que les drageons et les boutures de 1ère génération sont globalement supérieurs aux rejets ou aux rameaux de réitération, et que les boutures sans apex, prélevées à la base ou au milieu des pousses, donnent de meilleurs résultats que les boutures avec apex, prélevées au sommet des pousses. La période la plus favorable au bouturage herbacé du peuplier blanc se situerait entre mai et juillet. Enfin, les traitements hormonaux ne semblent pas avoir un effet déterminant sur le pourcentage d'enracinement et la croissance des racines, mais les doses de 2000 ou 6000 ppm améliorent le nombre de racines émises par bouture.

*Mots Clés* : Peuplier blanc, Bouturage herbacé, Substrat, Période, Traitement hormonal.

## SUMMARY

In Algeria, hardwood cutting is currently the only technique used to propagate white poplar. This technique does not allow substantial multiplication rates because of the big size of the cuttings ; hence alternative techniques are looked for. The present work aimed to develop an efficient method of softwood cutting for the species. Among the factors investigated, the substrate was found having a significant effect on the number of roots emitted per cutting and the growth of adventitious roots of cuttings, but a little one on the frequency of rooted cuttings; gravel seemed to be superior to fine sand. Results also showed that root suckers and stecklings are a material more reactive than are coppice and reiteration shoots, and that cuttings without apex, i. e. collected from the base or the middle of shoots, are a material more recommendable than are cuttings with apex, i. e. taken from the top of shoots. The best period for softwood cutting white poplar is between May and July. Hormonal (IBA) applications at the base of cuttings do not improve the rooting percentage and the growth of roots but increase the number of adventitious roots emitted per cutting.

*Key Words* : White poplar, Softwood cutting, Substrate, Period, Hormonal application.

## INTRODUCTION

Les peupliers occupent une position stratégique dans le marché du bois en fournissant une quantité importante de matière ligneuse par unité de temps. Ces essences, de par leur rapidité de croissance et du fait des débouchés variés de leur bois (déroulage, sciage, pâte à papier), ont depuis longtemps suscité l'intérêt des forestiers et constituent aujourd'hui l'un des éléments principaux de la foresterie clonale. Leur culture est, dans la plupart des cas, conduite de manière intensive et s'apparente aux cultures agricoles. Cette véritable ligniculture, dans un souci de rentabilité maximale, a dû s'accompagner de l'utilisation de matériel génétique hautement sélectionné pour divers critères de forme, de croissance et de qualité du bois. Il s'agissait alors de mettre au point des techniques de multiplication végétative des peupliers à la fois rapides et économiques et seules en mesure de valoriser la totalité de la valeur génotypique des clones sélectionnés. Le bouturage est la technique la plus utilisée pour ces espèces afin de reproduire à l'identique les génotypes désirables.

Cependant, la propagation en masse des formes sélectionnées est souvent plus ou moins problématique en raison des difficultés d'enracinement des boutures de tiges comme c'est le cas chez quelques espèces de la section *Leuce*, dont le peuplier blanc (WRIGHT, 1976 ; ABDELDAYEM, 2000). Chez le peuplier blanc, la multiplication de phénotypes remarquables a, jusqu'à un passé récent, surtout fait appel au bouturage de racines pour la production de dragons dont le potentiel d'enracinement des boutures est élevé (FAO, 1980). Néanmoins cette méthode ne permettait pas de satisfaire à la demande en plants racinés, car les coûts engendrés par l'opération de prélèvement des racines était onéreux (CHRISTIE, 1978 in BESSAFA, 1991).

En Algérie, la multiplication du peuplier blanc utilise essentiellement le bouturage ligneux à bois dormant ; cette technique ne permet pas un taux de multiplication élevé en raison des dimensions importantes des boutures. D'où l'intérêt de mettre au point de nouvelles techniques de propagation de l'espèce. Dans cette optique, le bouturage herbacé peut présenter une alternative intéressante puisque, selon la FAO (1980), cette méthode a permis d'améliorer considérablement le bouturage des peupliers de la section *Leuce*. BESSAFA (1991) a entamé des recherches dans ce domaine ; il souligne l'intérêt de cette technique pour la multiplication du peuplier blanc. L'aptitude à l'enracinement des boutures herbacées des plantes ligneuses est influencée par un certain nombre de facteurs dont le génotype (HUSEN, 2004), la position de la bouture sur l'arbre (HARTMANN *et al.*, 1997 ; ZALESNY *et al.*, 2003), la période de récolte (FAVREAU, 1980 ; THOMPSON, 1992) et le substrat de culture (FAVREAU, 1980 ; RAUTER, 1983).

Le présent travail sur le bouturage herbacé du peuplier blanc vise à explorer et analyser (1) les effets principaux de quelques facteurs physiques et biologiques, objet de ce premier article ; (2) les interactions entre ces facteurs, objet d'un deuxième article et (3) les effets de la station de récolte et de l'individu dans la station, objet d'un troisième article.

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

### MATERIEL VEGETAL

#### Stations de récolte

Le matériel végétal utilisé dans ce travail provient de peupliers blancs de la région algéroise. C'est au total quatre stations qui ont été retenues : (1) Oued Béni Messous, à hauteur de la station NAFTAL de Chéraga, (2) Oued Bougandoura, au lieu-dit «le Marabout», dans la région de la réserve de chasse de

Zéralda-Mahelma, (3) Domaine Abziou, au nord de la ville de Douéra, et (4) Oued El Harrach, à hauteur de l'autopont de Gué de Constantine. La peupleraie de l'oued Beni Messous est le principal lieu de récolte pour les divers essais factoriels.

#### **Obtention de rejets : recépage d'individus (O. Béni Messous)**

Des arbres adultes d'une trentaine d'années, ont été recépés, en peupleraie de Béni Messous, dans un but de réjuvenilisation physiologique. La coupe a été effectuée en hiver (janvier), alors que les sujets étaient en repos végétatif. La hauteur de coupe était de 40 cm, conformément aux recommandations de la FAO (1980).

#### **Récolte et préparation des boutures**

La date de récolte des rejets a été fixée en appréciant de visu l'état de développement des brins. Le prélèvement de matériel de bouturage, de quelque origine que ce soit, drageons, rejets ou rameaux de réitération, a été réalisé sur des pousses herbacées ou semi-ligneuses dont les feuilles présentaient une expansion maximale. Les pousses ainsi récoltées sont immédiatement plongées pendant quelques secondes dans un bain fongicide à 1 g/l de Benomyl (Benlate) ; elles sont ensuite placées dans une glacière pour le transport à Baïnem, lieu de bouturage.

#### **Débitage des pousses et préparation des boutures**

Les pousses récoltées sont extraites de la glacière et débitées en boutures de 10 à 15 cm de long. Quand les feuilles sont trop développées, le limbe est réduit de moitié afin d'éviter un encombrement excessif des tables de bouturage et la chute précoce des feuilles par un effet de pesanteur. Une fois les boutures ainsi préparées, elles sont placées en milieu de bouturage selon des dispositifs expérimentaux adaptés à l'objet de recherche. Des pots plastiques en tronc de cône au fond perforé (6.5 cm x 10 cm x 8 cm) ont été employés comme conteneurs.

#### **Dispositif de bouturage**

L'équipement destiné au bouturage herbacé est constitué d'une serre plastique (6 m x 8 m) dotée d'un système de brumisation (Réserve d'eau, rampe, sur-presseur, temporisateurs + minuterie) permettant le maintien d'une humidité relative élevée. Le programme de brumisation alterne une période de marche de 08 h à 20 h (un jet de 30 secondes toutes les 20 minutes) et une période d'arrêt de 20 h à 08 h.

#### **Facteurs et traitements étudiés**

La démarche retenue est de type factoriel par laquelle l'effet des différents facteurs est individualisé et testé statistiquement. Plusieurs essais ont été mis en place pour l'étude de ces facteurs, soit d'une manière conjointe soit individuellement. En plus de l'estimation et du test de leurs effets propres respectifs, ce type d'approche expérimentale permet d'estimer et de tester les effets d'interaction entre les facteurs.

*Type de substrat.* Deux types de substrat ont été testés : (i) Sable fin de rivière (0.2 mm) et (2) Gravier (3-5 mm). Ces substrats sont lavés et stérilisés (eau de javel + benomyl 1 g/l) afin d'éliminer la matière fine (limon et argiles) et les débris organiques, d'une part, et d'éventuelles spores cryptogamiques ou des germes bactériens, d'autre part. On a employé 150 répétitions par type de substrat. Des pots plastiques en tronc de cône au fond perforé (6.5 cm x 10 cm x 8 cm) ont été employés comme conteneurs.

*Origine des boutures.* Quatre types de boutures ont été utilisés : (i) Boutures issues de drageons (pousses émises par les racines), (ii) boutures de rameaux de réitération (formés à partir de branches tronquées), (iii) boutures de rejets de souche (obtenus par recépage d'arbres adultes), (iv) boutures de deuxième génération provenant de boutures racinées de première génération âgées d'un an (bouturage en cascade). On a employé 100 boutures par type de bouture.

**Type de bouture.** Deux types de boutures ont été distingués : (i) Boutures à apex, prélevées au sommet des pousses. (ii) Boutures sans apex, c'est-à-dire limitées par deux sections, prélevées à la base ou au milieu des pousses. Des boutures de drageons ont été utilisées à raison de 100 répétitions par modalité ; le substrat employé est le gravier.

**Période de bouturage.** Les périodes suivantes ont été testées : (i) Printemps, (ii) Été, (iii) Automne. Des boutures de drageons ont été utilisées à raison de 100 boutures par modalité de période.

**Traitement hormonal.** La substance utilisée est l'acide indole butyrique (AIB), auxine de synthèse, aux concentrations de (i) 0.000 ppm (Témoin sans AIB), (ii) 1000 ppm, (iii) 1500 ppm, (iv) 2000 ppm, (v) 6000 ppm.

L'AIB est appliquée à la base des boutures sous la forme d'une préparation poudreuse (Talc + AIB). Le nombre de répétitions par modalité de traitement est de 80.

#### Variables mesurées

L'aptitude au bouturage herbacé est appréciée par la mesure des variables suivantes : (i) le pourcentage de boutures racinées, (ii) le nombre de racines émises par bouture, (iii) la longueur de la plus grande racine en mm.

#### Analyses statistiques

Les comparaisons de fréquences (% d'enracinement) ont été effectuées par des tests d'homogénéité comme suit :

$$\chi^2 = \sum \frac{(f_o - f_i)^2}{f_i}$$

où  $f_o$  est la fréquence d'enracinement observée et  $f_i$ , la fréquence théorique correspondante.

La variation des caractères quantitatifs (nombre de racines par bouture, longueur de la plus

grande racine) a été analysée selon les deux modèles ci-dessous :

$$X_{ijkl} = \mu + sb_i + or_j + ht_k + (sb * or)_{ij} + (sb * ht)_{ik} + (or * ht)_{jk} + (sb * or * ht)_{ijk} + e_{ijkl}$$

et,

$$X_{ijkl} = \mu + pe_i + or_j + ht_k + (pe * or)_{ij} + (pe * ht)_{ik} + (or * ht)_{jk} + (pe * or * ht)_{ijk} + e_{ijkl}$$

où  $X_{ijkl}$  est la mesure effectuée sur la  $l^{\text{ème}}$  bouture,  $\mu$  la moyenne générale,  $sb_i$  l'effet (fixe) du  $i^{\text{ème}}$  substrat,  $pe_i$  l'effet (fixe) de la  $i^{\text{ème}}$  période,  $or_j$  l'effet (fixe) de la  $j^{\text{ème}}$  origine des boutures,  $ht_k$  l'effet (aléatoire) du  $k^{\text{ème}}$  traitement hormonal, entre parenthèses les interactions (d'ordre 2 et 3) entre les trois facteurs, et  $e_{ijkl}$  le résidu aléatoire.

La variable "Nombre de racines/bouture" a été transformé en racine carrée afin d'améliorer la normalité de la distribution des résidus et de stabiliser la variance d'erreur.

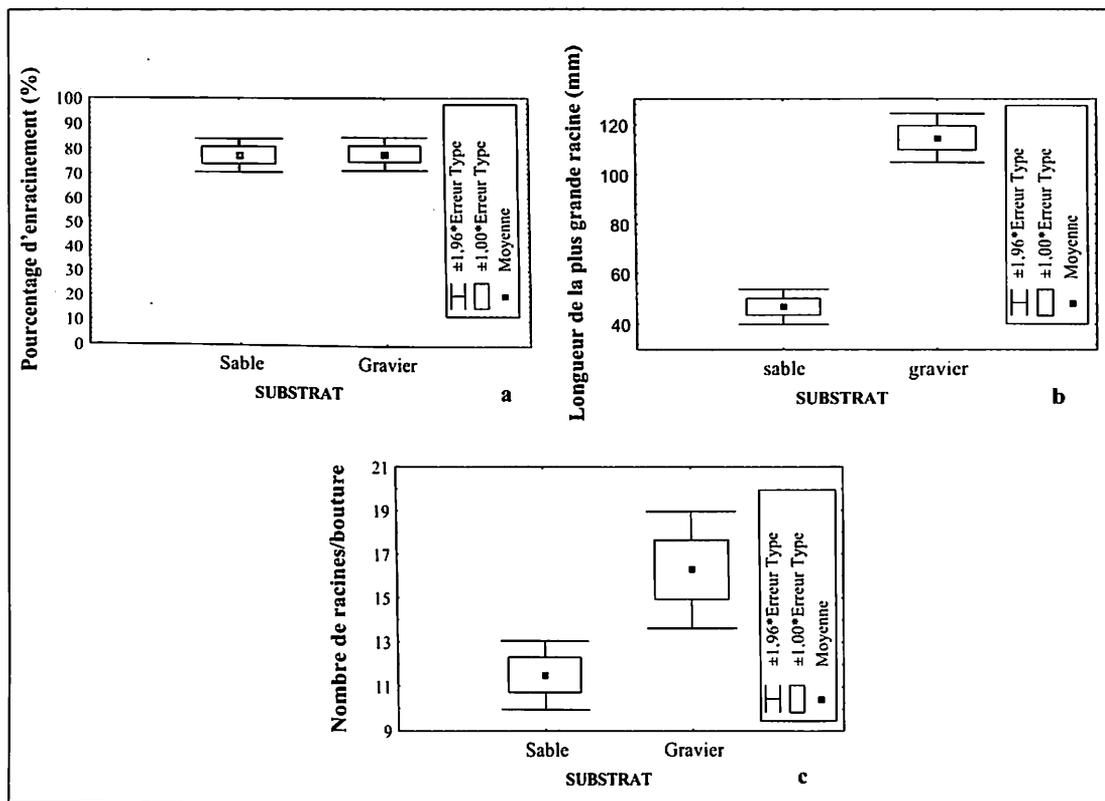
## RÉSULTATS

#### Effet du type de substrat

On n'a pas enregistré une différence significative entre les deux modalités de substrat au seuil de 5% en ce qui concerne le pourcentage d'enracinement (78.0% d'enracinement sur gravier contre 77.3% sur sable ;  $\chi^2 = 0.00$ ,  $p = 0.96$  ; Figure 1). Par contre, la différence est significative au seuil de 5% pour le nombre de racines/bouture (16.3 sur gravier contre 11.5 sur sable ;  $F = 4.17$ ,  $p < 0.04$  ; Figure 1), ainsi que pour la longueur de la racine (114.4 mm sur gravier contre 46.7 mm sur sable ;  $F = 118.9$ ,  $p < 10^{-6}$  ; Figure 1).

#### Effet de l'origine des boutures

L'origine des boutures joue un rôle important dans la réactivité des boutures herbacées : ce facteur induit, en effet, des différences significatives au seuil de 5 % quant au pourcentage



**Figure 1 :** Boite à moustaches (Boxplot) montrant l'effet du type de substrat sur (a) le pourcentage d'enracinement (b) le nombre de racines/bouture (c) la longueur de la plus grande racine.

d'enracinement ( $\chi^2 = 11.1$ ,  $p = 0.01$ ) et au nombre de racines/boutures ( $F = 31.20$ ,  $p < 10^{-6}$ ). Les données ne sont pas disponibles pour la longueur de la plus grande racine. Les boutures issues de drageons présentent le pourcentage d'enracinement le plus élevé (97 %), suivies des boutures de deuxième génération (96 %) et des boutures de rejets de souche (91 %) ; les boutures de rameaux de réitération semblent moins réactives (86 % d'enracinement) (Figure 2). Les boutures de drageons produisent nettement plus de racines par bouture (33.9) que les boutures des autres modalités (Figure 2).

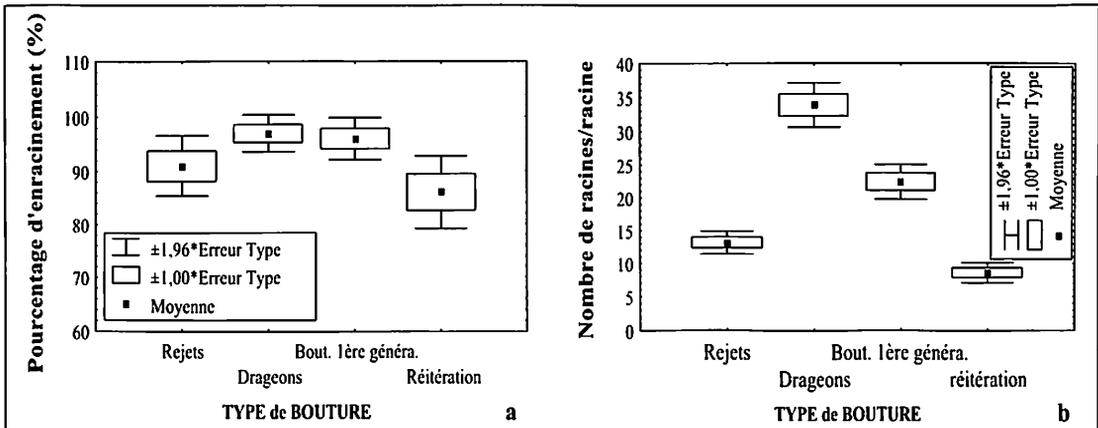
#### Effet du type de bouture

Le type de bouture exerce un effet significatif au seuil de 5 % aussi bien sur le pourcentage

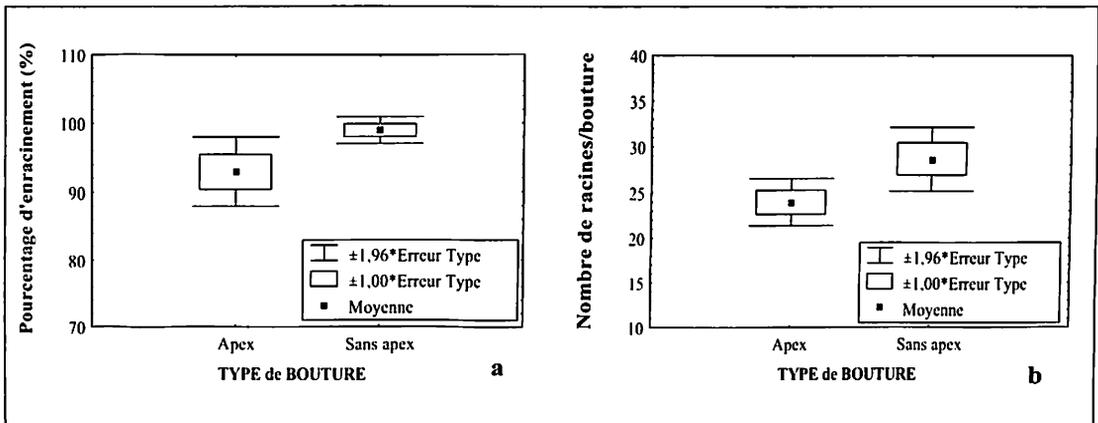
d'enracinement ( $\chi^2 = 4.69$ ,  $p = 0.03$ ) que sur le nombre de racines émises par bouture ( $F = 4.43$ ,  $p = 0.03$ ). Des mesures de longueur racinaire n'ont pu être réalisées. Globalement, les boutures sans apex semblent donner de meilleurs résultats que les boutures avec apex, les premières racinant à 99 % et donnant 28.6 racines/bouture en moyenne, les secondes racinant à 93 % et développant 23.9 racines/bouture (Figure 3).

#### Effet de la période de bouturage

La variation due à la période de bouturage est significative au seuil de 5 % aussi bien en ce qui concerne le pourcentage d'enracinement ( $\chi^2 = 87.7$ ,  $p < 10^{-4}$ ) que le nombre de racines/boutures



**Figure 2 :** Boîte à moustaches (Boxplot) montrant l'effet de l'origine de la bouture sur a) le pourcentage d'enracinement (b) le nombre de racines/bouture.



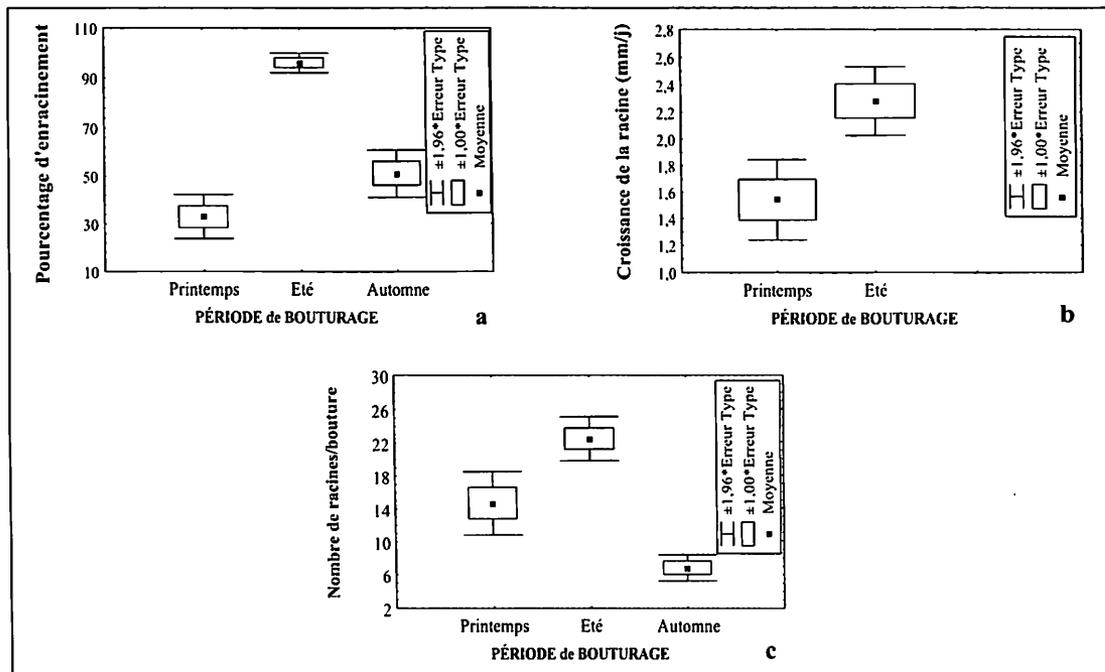
**Figure 3 :** Boîte à moustaches (Boxplot) montrant l'effet du type de bouture sur a) le pourcentage d'enracinement (b) le nombre de racines/bouture.

( $F = 32.6, p < 10^{-6}$ ) et la croissance en longueur de la plus grande racine ( $F = 9.35, p = 0.003$ ). Le bouturage d'été donne un pourcentage d'enracinement (96 %) nettement plus élevé que les bouturages d'automne (51 %) et de printemps (33%) (Figure 4) ; il se révèle également supérieur quant au nombre de racines/bouture (22.4, 14.7 et 6.8 racines/boutures, respectivement pour le bouturage d'été, de printemps et d'automne, Figure 4). La croissance en longueur de la plus grande racine n'a pu être mesurée qu'en

bouturages de printemps et d'été, ce dernier (2.3 mm/jour) s'avérant supérieur au premier (1.5 mm/jour) comme l'illustre la figure 4.

**Effet du traitement hormonal**

Le pourcentage d'enracinement varie de 70 % pour le témoin sans traitement hormonal à 85 % pour le traitement à 1500 ppm (Fig. 5), mais les différences entre les modalités de traitement ne sont pas significatives au seuil de 5 % ( $\chi^2 = 1.34, p = 0.36$ ). Il en est de même pour la longueur de



**Figure 4 :** Boite à moustaches (Boxplot) montrant l'effet de la période de bouturage sur (a) le pourcentage d'enracinement (b) le nombre de racines/bouture (c) la croissance en longueur de la plus grande racine.

a plus grande racine ( $F = 0.88$ ,  $p = 0.48$ ) dont l'étendue de variation va de 73.3 mm pour le traitement à 1500 ppm à 93.7 mm, pour le traitement à 2000 ppm (Figure 5). L'effet du traitement hormonal est, par contre, globalement significatif au seuil de 5 % en ce qui concerne le nombre de racines/boutures ( $F = 2.53$ ,  $p = 0.04$ ), qui varie de 10.9 pour le témoin à 17.3 pour le traitement 6000 ppm (Figure 5).

## DISCUSSION

### Effet du type de substrat

Il ressort de nos essais que la granulométrie du substrat exerce une influence assez grande sur l'intensité et la vigueur de l'enracinement (nombre de racines/bouture, longueur des racines) mais a peu d'effet sur le pourcentage

d'enracinement des boutures. Le gravier semble, globalement, un milieu plus favorable à l'enracinement de boutures herbacées de peuplier blanc que ne l'est le sable fin ; ceci probablement en raison de la structure physique de ce type de substrat qui se caractérise par une plus grande perméabilité et une meilleure aération du milieu, conditions plus propices à l'enracinement des boutures. De plus, ce substrat présente, par rapport au sable, l'avantage de ne pas être entraîné par l'eau de gravité. Ces résultats sont assez généraux chez les espèces forestières et de nombreux travaux sur le bouturage herbacé des eucalyptus ont montré que l'enracinement de boutures herbacées d'eucalyptus était de meilleure qualité dans les cas où les substrats utilisés assuraient une bonne aération et un drainage convenable du milieu (CHAPERON & QUILLET, 1977 ; FAVREAU, 1980). Chez l'épicéa,

des boutures herbacées piquées sur du sable ont développé un système racinaire peu ramifié et fragile (RAUTER, 1983). Des études sur les propriétés physiques des substrats d'enracinement n'ont pas réussi à expliquer pourquoi certains substrats étaient supérieurs aux autres (LOACH, 1985 ; THOMPSON, 1992).

### Effet de l'origine des boutures

Les résultats de nos essais suggèrent que les drageons, les boutures de 1ère génération ou les rejets de souche réagissent bien au bouturage herbacé en termes de pourcentage d'enracinement. Les drageons, et dans une moindre mesure les boutures de 1ère génération, produisent des boutures au chevelu racinaire bien développé, bien supérieur à celui des boutures de rejets ou de réitération. Des effets physiologiques dus à la topophysis (existence de gradients de juvénilité physiologique dans l'arbre) peuvent être invoqués pour expliquer la supériorité de boutures de drageons, qui sont des pousses se développant directement sur les racines, pôle de juvénilité physiologique important de l'arbre (WRIGHT, 1976). Les boutures de rejets ainsi que les boutures de deuxième génération ont subi des processus de réjuvenilisation physiologique, par le recépage, pour les premières, par le bouturage en cascade, pour les secondes. Ces deux pratiques sont d'ailleurs largement utilisées pour améliorer l'aptitude au bouturage d'arbres âgés ou d'espèces forestières réputées difficiles à bouturer (RAUTER, 1983 ; THOMPSON, 1992 ; HAAPALA, 2004).

### Effet du type de bouture

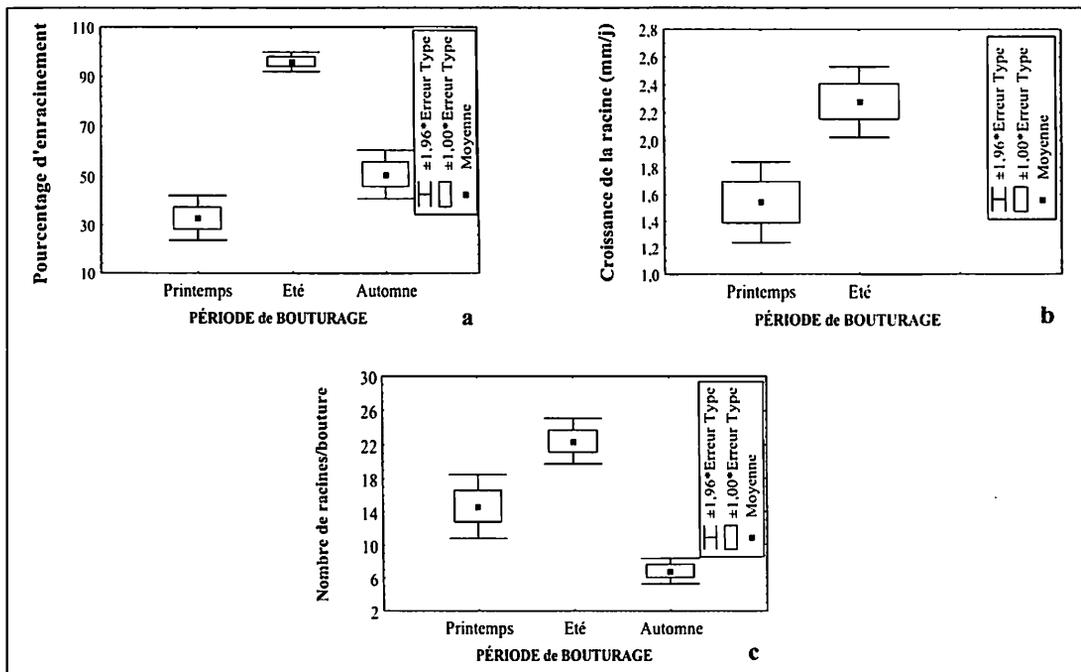
Il ressort de ce travail que les boutures sans apex présentent une aptitude à l'enracinement plus élevée que les boutures avec apex. Ce résultat est, probablement, en rapport avec l'état physiologique des boutures ; les boutures sans apex, situées à la base ou au milieu des pousses, sont généralement pourvues de feuilles bien développées et à la pigmentation chlorophyllienne dense, permettant une synthèse

active de substances hydrocarbonées mobilisables pour une rhizogénèse ; les boutures avec apex, situées à l'extrémité des pousses, sont plus herbacées, avec des feuilles généralement moins matures et moins pigmentées, donc moins aptes à la synthèse de substances mobilisables. Ces résultats rejoignent, dans une certaine mesure, ceux de FRANCKET (1970) sur l'eucalyptus, qui a trouvé que les boutures dépourvues de feuilles bien pigmentées s'enracinaient difficilement ou dépérissaient. La concentration en chlorophylle et le poids spécifique des feuilles joueraient également un rôle important dans l'enracinement de boutures herbacées de mélèze ou de lierre grimpant (GREENWOOD, 1992).

### Effet de la période de bouturage

Les résultats obtenus montrent que l'aptitude à la rhizogénèse des boutures herbacées de peuplier blanc dépend étroitement de l'époque de prélèvement des pousses et, par voie de conséquence, de l'état physiologique des arbres donneurs. La période la plus favorable chez le peuplier blanc semble se situer entre mai et juillet. Par contre, HALL *et al.*, (1989) ont trouvé que la meilleure époque pour bouturer le peuplier tremble était le printemps et le début de l'été. Dans une revue sur le bouturage herbacé des ligneux en général, FAVREAU (1980) souligne une aptitude à l'enracinement des boutures souvent plus faible en automne et en hiver que pendant la période allant de mai à juillet. La période la plus propice pour la pratique de ce type de bouturage peut varier avec l'espèce mais il semble exister un optimum du milieu à la fin de l'été ; la plupart des espèces feuillues, notamment, se bouturent mieux en plein été (THOMPSON, 1992).

Des phénomènes physiologiques et histo-chimiques semblent intervenir dans la faible aptitude à la rhizogénèse des boutures de pousses d'automne ou de printemps. La faible aptitude au bouturage des drageons prélevés au début du printemps est probablement liée à une persistance



**Figure 4** : Boite à moustaches (Boxplot) montrant l'effet de la période de bouturage sur (a) le pourcentage d'enracinement (b) le nombre de racines/bouture (c) la croissance en longueur de la plus grande racine.

a plus grande racine ( $F = 0.88$ ,  $p = 0.48$ ) dont l'étendue de variation va de 73.3 mm pour le traitement à 1500 ppm à 93.7 mm, pour le traitement à 2000 ppm (Figure 5). L'effet du traitement hormonal est, par contre, globalement significatif au seuil de 5 % en ce qui concerne le nombre de racines/boutures ( $F = 2.53$ ,  $p = 0.04$ ), qui varie de 10.9 pour le témoin à 17.3 pour le traitement 6000 ppm (Figure 5).

## DISCUSSION

### Effet du type de substrat

Il ressort de nos essais que la granulométrie du substrat exerce une influence assez grande sur l'intensité et la vigueur de l'enracinement (nombre de racines/bouture, longueur des racines) mais a peu d'effet sur le pourcentage

d'enracinement des boutures. Le gravier semble, globalement, un milieu plus favorable à l'enracinement de boutures herbacées de peuplier blanc que ne l'est le sable fin ; ceci probablement en raison de la structure physique de ce type de substrat qui se caractérise par une plus grande perméabilité et une meilleure aération du milieu, conditions plus propices à l'enracinement des boutures. De plus, ce substrat présente, par rapport au sable, l'avantage de ne pas être entraîné par l'eau de gravité. Ces résultats sont assez généraux chez les espèces forestières et de nombreux travaux sur le bouturage herbacé des eucalyptus ont montré que l'enracinement de boutures herbacées d'eucalyptus était de meilleure qualité dans les cas où les substrats utilisés assuraient une bonne aération et un drainage convenable du milieu (CHAPERON & QUILLET, 1977 ; FAVREAU, 1980). Chez l'épicéa,

des boutures herbacées piquées sur du sable ont développé un système racinaire peu ramifié et fragile (RAUTER, 1983). Des études sur les propriétés physiques des substrats d'enracinement n'ont pas réussi à expliquer pourquoi certains substrats étaient supérieurs aux autres (LOACH, 1985 ; THOMPSON, 1992).

#### **Effet de l'origine des boutures**

Les résultats de nos essais suggèrent que les drageons, les boutures de 1ère génération ou les rejets de souche réagissent bien au bouturage herbacé en termes de pourcentage d'enracinement. Les drageons, et dans une moindre mesure les boutures de 1ère génération, produisent des boutures au chevelu racinaire bien développé, bien supérieur à celui des boutures de rejets ou de réitération. Des effets physiologiques dus à la topophys (existence de gradients de juvénilité physiologique dans l'arbre) peuvent être invoqués pour expliquer la supériorité de boutures de drageons, qui sont des pousses se développant directement sur les racines, pôle de juvénilité physiologique important de l'arbre (WRIGHT, 1976). Les boutures de rejets ainsi que les boutures de deuxième génération ont subi des processus de réjuvenilisation physiologique, par le recépage, pour les premières, par le bouturage en cascade, pour les secondes. Ces deux pratiques sont d'ailleurs largement utilisées pour améliorer l'aptitude au bouturage d'arbres âgés ou d'espèces forestières réputées difficiles à bouturer (RAUTER, 1983 ; THOMPSON, 1992 ; HAAPALA, 2004).

#### **Effet du type de bouture**

Il ressort de ce travail que les boutures sans apex présentent une aptitude à l'enracinement plus élevée que les boutures avec apex. Ce résultat est, probablement, en rapport avec l'état physiologique des boutures ; les boutures sans apex, situées à la base ou au milieu des pousses, sont généralement pourvues de feuilles bien développées et à la pigmentation chlorophyllienne dense, permettant une synthèse

active de substances hydrocarbonées mobilisables pour une rhizogénèse ; les boutures avec apex, situées à l'extrémité des pousses, sont plus herbacées, avec des feuilles généralement moins matures et moins pigmentées, donc moins aptes à la synthèse de substances mobilisables. Ces résultats rejoignent, dans une certaine mesure, ceux de FRANCKET (1970) sur l'eucalyptus, qui a trouvé que les boutures dépourvues de feuilles bien pigmentées s'enracinaient difficilement ou dépérissaient. La concentration en chlorophylle et le poids spécifique des feuilles joueraient également un rôle important dans l'enracinement de boutures herbacées de mélèze ou de lierre grim pant (GREENWOOD, 1992).

#### **Effet de la période de bouturage**

Les résultats obtenus montrent que l'aptitude à la rhizogénèse des boutures herbacées de peuplier blanc dépend étroitement de l'époque de prélèvement des pousses et, par voie de conséquence, de l'état physiologique des arbres donneurs. La période la plus favorable chez le peuplier blanc semble se situer entre mai et juillet. Par contre, HALL *et al.*, (1989) ont trouvé que la meilleure époque pour bouturer le peuplier tremble était le printemps et le début de l'été. Dans une revue sur le bouturage herbacé des ligneux en général, FAVREAU (1980) souligne une aptitude à l'enracinement des boutures souvent plus faible en automne et en hiver que pendant la période allant de mai à juillet. La période la plus propice pour la pratique de ce type de bouturage peut varier avec l'espèce mais il semble exister un optimum du milieu à la fin de l'été ; la plupart des espèces feuillues, notamment, se bouturent mieux en plein été (THOMPSON, 1992).

Des phénomènes physiologiques et histo-chimiques semblent intervenir dans la faible aptitude à la rhizogénèse des boutures de pousses d'automne ou de printemps. La faible aptitude au bouturage des drageons prélevés au début du printemps est probablement liée à une persistance

d'effets de dormance et à une rareté des substances hydrocarbonées dans les feuilles et les tiges, encore incomplètement matures. En automne, les effets de dormance commencent à être forts par ajustement de la balance hormonale en faveur des substances inhibitrices. On a, chez les chênes, invoqué un début de lignification des rameaux et une prolifération des tissus de soutien (sclérenchyme), observés à la fin de la saison de végétation, pour expliquer la faible réactivité de boutures de rameaux prélevés en automne (KAZANDJIAN, 1977).

### Effet du traitement hormonal

Nous n'avons pas trouvé, dans le cadre des essais effectués, un effet stimulant net des traitements auxiniques sur le pourcentage d'enracinement et la croissance des racines des boutures herbacées de peuplier blanc. Le nombre de racines émises par bouture s'est trouvé, par contre, significativement amélioré par des apports d'auxine aux doses de 2000 et 6000 ppm. Des essais antérieurs effectués par BESSAFA (1991) sur des boutures dormantes de peuplier blanc ont montré que l'application d'auxine à la base des boutures donnait dans une large mesure de bons résultats. HAAPALA (2004), pour sa part, a montré que les boutures herbacées de peuplier tremble obtenues par micropropagation ne nécessitaient pas d'apport hormonal pour leur plein enracinement, alors que FRANCLÉ (1970), MARTIN & QUILLET (1974) et Jacquin (1985) ont souligné l'effet important des traitements par l'AIB sur la réussite au bouturage des eucalyptus. A la suite de ses travaux sur le bouturage herbacé d'espèces forestières, HAISSIG (1974) conclut que les auxines agiraient sur des primordiums de racines préexistant en accélérant leur développement mais n'interviendraient pas dans l'initiation de ces dernières ; les auxines n'induiraient pas la rhizogénèse. Ce résultat ne semble toutefois pas général ; l'augmentation du nombre de racines émises par bouture, donc l'induction d'une néo-rhizogénèse, telle observée dans nos essais sur le peuplier blanc ne vient pas en

appui d'une telle conclusion. Le même auteur a d'ailleurs lui-même trouvé, quelques années plus tard (HAISSIG, 1982), qu'un ester synthétique d'AIB avait la capacité de provoquer l'initiation de racines chez des boutures de pin de Banks.

Des résultats, en apparence, contradictoires voire incohérents dans le domaine de l'utilisation des traitements auxiniques pour le bouturage herbacé des arbres forestiers ne sont pas rares (RAUTER, 1983 ; THOMPSON, 1992). La raison en est probablement que l'action de ces régulateurs n'est pas indépendante de celles des nombreux autres facteurs qui agissent sur la rhizogénèse des boutures, dont certains liés à l'état physiologique des arbres à la récolte des boutures, d'autres au génotype et d'autres encore au milieu (WILSON & VAN STADEN, 1990). Des recherches sur l'importance des interactions entre ces divers facteurs sont encore requises pour faire toute la lumière quant à la part des traitements appliqués dans les résultats observés.

### Références bibliographiques

- ABD-EL-DAYEM, A.M., 2000. Evaluation and genetic identification of some *Populus* species by using polyacrylamide gel electrophoresis separation of total soluble proteins. In: Poplar and willow culture: "meeting the needs of society and the environment". 21st session of the International Poplar Commission (IPC 2000), Isebrands J. G. & Richardson J Compilers. p. 1.
- BESSAFA, B., 1991. Recherches sur l'amélioration des techniques de multiplication végétative du peuplier blanc (*Populus alba* L.). Thèse de Magister INA El-Harrach, Alger. 179 p.
- CHAPERON, H., QUILLET, G., 1977. Résultats des travaux sur le bouturage des eucalyptus au Congo-Brazzaville. Ed. CTFT Congo, 88 p.
- FAO, 1980. Peupliers et saules dans la production du bois et l'utilisation des terres. Rome, 343 p.

FAVREAU, J., 1980. Aspects pratiques de multiplication des ligneux par bouturage sous abri. INA Paris, Ed. Bordas, pp. 259-277.

FRANCELET, A., 1970. Techniques de bouturage de l'eucalyptus *camaldulensis*. Note technique FAO, 51 p.

GREENWOOD, M.S., 1992. Theoretical aspects of juvenility and maturation. In the proceedings of the 1992-symposium of Bordeaux: Mass production technology for genetically improved fast growing forest tree species. Ed. AFOCEL, pp. 19-25.

HAAPALA, T., 2004. Establishment and use of juvenility for propagation in sterile and non-sterile conditions. Academic dissertation, University of Helsinki, Dept of Applied Biology, Publication n° 21, 53 p.

HAISSIG, B.E., 1974. Influence of auxin and auxin synergists on adventitious root primordium initiation and development. New Zeal. J. For. Sci. 4: 311-323.

HAISSIG, B.E., 1982. Influence of aryl esters of indole-3-acetic and indole-3-butyric acids on adventitious primordium initiation and development. *Physiol. Plant.* 47: pp. 29-33.

HALL, R.B., COLLETTI, J.P., SCHULTZ, R.C., FALTONSON, R.R., KOLISON JR., S.H., HANNA, R.D., HILLSON, T.D., MORRISON, J.W., 1989. Commercial-scale vegetative propagation of aspen. In the proceedings of aspen symposium 25-27 July, Duluth MN., pp. 211-219.

HARTMANN, H.T., KESTER, D.E., DAVIES, F.T. JR & GENEVE, R.L., 1997. Plant propagation : principles practices. 6th ed. Prentice-Hall of India Private Limited, New Delhi, pp. 1-770.

HUSEN, A., 2004. Clonal propagation of *Dalbergia sissoo* Roxb. By softwood nodal cut-

tings: Effects of genotypes, Application of IBA and Position of cuttings on shoots. *Silvae Genetica* 53 (2) : 50-55.

JACQUIN, D., 1985. Multiplication végétative de l'eucalyptus. Mémoire d'ingénieur ENITAH, Angers, 112 p.

KAZANDJIAN, B., 1977. La multiplication végétative du chêne par bouturage. Mémoire ENITTEF, Nogent/Vernisson, 75 p.

LOACH, K., 1985. Rooting of cuttings in relation to the propagation medium. *Int. Plant Prop.* 35: pp. 472-485.

MARTIN, B., QUILLET, H., 1974. Bouturage des arbres forestiers au Congo. Ed. CTFT, 124 p.

RAUTER, R.M., 1983. Current status of macro-propagation. In : Clonal forestry : its impact on tree improvement and our future forests. Proceedings of the 9th meeting of CTIA, Toronto, part 2. pp. 58-74.

THOMPSON, D.G., 1992. Current state-of-the-art of rooting cuttings and a view to the future. In the proceedings of the 1992-symposium of Bordeaux : Mass production technology for genetically improved fast growing forest tree species. Ed. AFOCEL, pp. 333-349.

WILSON, P.J., VAN STADEN, J., 1990. Rhizocaline, rooting co-factors, and the concept of promoters and inhibitors of adventitious rooting- A review. *Ann. Bot.* 66: pp. 479-490.

WRIGHT, J.W., 1976. Introduction to Forest Genetics. Academic Press, New York, 463 pp.

ZALESNY, R.S., JR., HALL, R.B., BAUER, E.O., RIEMENSCHNEIDER, D.E., 2003. Shoot position affects root initiation and growth of dormant unrooted cuttings of *Populus*. *Silvae genetica* 52(8-6) : pp. 273-279.