Aptitude à la multiplication végétative par bouturage du mélèze hybride et de ses parents

Vegetative propagation ability of hybrid larch and its parents

M. VERGER

UR Amélioration, Génétique et Physiologie Forestières,
Avenue de la Pomme de Pin, BP 20619, Ardon, 45166 Olivet Cedex
Tél : 02 38 41 78 00 • Fax : 02 38 41 78 79 • Email : michel.verger@orleans.inra.fr

Résumé : L'aptitude à la multiplication végétative (pourcentages d'enracinement et de boutures bien enracinées) de 16 familles de mélèze issues d'un plan de croisement entre mélèze d'Europe et mélèze du Japon a été évaluée plusieurs années consécutives. Un effet familial significatif apparaît presque systématiquement. Le mélèze hybride est toujours supérieur ou égal aux espèces parentales. On n'a observé qu'une seule fois une différence significative entre les deux types d'hybride (Européen x Japonais et Japonais x Européen) de même qu'un effet de l'origine maternelle au profit de la mère mélèze du Japon.

Mots clés : mélèze, multiplication végétative, hybridation

Abstract : *Vegetative propagation ability (rooting and well rooted cuttings percentages) of 16 families of larch resulting from a mating design between European and Japanese larches has been evaluated several consecutive years. Significant family effect appears almost systematically and hybrid larch is ever equal or superior to the parental species. A significant difference between the two types of hybrid (European X Japanese and Japanese X European) was only noticed once as a maternal origin effect to the profit of the Japanese larch.*

Keywords : *larch, vegetative propagation, hybridization*

1 Introduction

Le mélèze hybride est issu du croisement entre le mélèze d'Europe (*Larix decidua*) et celui du Japon (*Larix kaempferi*). De chacun de ses parents, le mélèze hybride a hérité des caractères sylvicoles importants : par exemple meilleure rectitude du tronc du mélèze d'Europe et faible sensibilité au chancre (*Lachnellula willkommii*) du mélèze du Japon. Par ailleurs, on peut attendre un effet d'hétérosis[1] (Pâques, 1989) pour d'autres critères comme la croissance juvénile.

[1] Supériorité de l'hybride par rapport à la moyenne des parents ou par rapport au meilleur parent

Actuellement, deux voies de diffusion en masse du matériel forestier de reproduction sont envisageables pour cette espèce : la reproduction sexuée en verger à graines d'hybridation et la multiplication végétative en vrac de familles élites (Verger et Pâques, 1993 ; Le Pichon *et al.*, 2001).

L'objet de cette étude est de comparer l'aptitude à la multiplication végétative par bouturage du mélèze hybride à celle de ses parents. Cette étude est justifiée par le fait qu'il est possible de réaliser deux types d'hybride (mère Européenne x père Japonais et réciproque) et que ces deux types de mélèzes pourraient *a priori* avoir des aptitudes à la multiplication végétative différentes. Les graines hybrides à amplifier par multiplication végétative en vrac peuvent aussi parfois se trouver en mélange avec des graines provenant des espèces pures quand la pollinisation se fait librement. Si ces espèces (pures et hybrides) ont une aptitude à la multiplication végétative très différente, une dérive importante dans le matériel multiplié peut en résulter, notamment si on procède à du bouturage en cascade[2]. Par ailleurs, les données bibliographiques concernant l'aptitude au bouturage des mélèzes sont extrêmement contradictoires et il nous semblait intéressant, compte tenu du travail déjà réalisé sur la multiplication végétative du mélèze par notre équipe, d'apporter notre propre éclairage sur la question.

2 Matériel et méthodes

2.1 Matériel végétal

On a comparé l'aptitude à la multiplication végétative par bouturage de 16 familles de pleins-frères de mélèze issues de 6 clones de mélèze d'Europe et de 6 clones du mélèze du Japon. Les familles utilisées (4 de mélèze d'Europe, 4 de mélèze du Japon, 4 hybrides Européen x Japonais[3] et 4 hybrides Japonais x Européen) sont issues d'un plan de croisement présenté à la figure n°1.

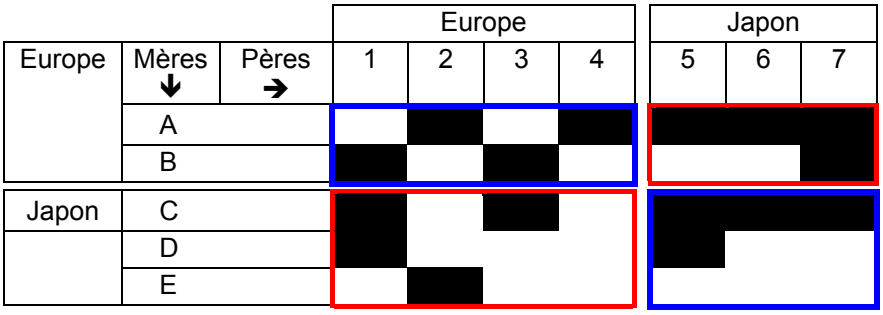

Figure 1 : Plan de croisement utilisé pour obtenir les familles testées en bouturage (en noir les 16 familles qui ont été bouturées ; espèces pures et hybrides)

Toutes ces familles ont été produites par croisements contrôlés à l'INRA d'Orléans entre 1987 et 1994. Les graines ont été semées en mai 1995. Les plants ont été repiqués en mars 1996 en pépinière à l'INRA d'Orléans puis arrachés en février 1997 pour constituer un parc à pieds-mères conduit en pleine terre. On disposait de 15 à 20 plants par famille. Après chaque récolte de boutures, les pieds-mères ont été taillés selon le protocole suivant : l'axe principal a été rabattu à 50 cm de hauteur et les ramifications ramenées à 3-4 cm du tronc.

2.2 Techniques de bouturage

[2] Technique consistant à récolter des boutures sur des plants issus eux-mêmes de multiplication végétative
[3] Le sens du croisement donné dans cet article sera toujours le suivant : mère x père

Les boutures ont été récoltées en 1997, 1998, 1999 et 2000 (cf Tableau n°1) au stade ligneux débourré (cf Photo n°1) et/ou au stade herbacé (cf Photo n°2).

Année de bouturage	Stade de prélèvement des boutures	Ambiance de bouturage	Dispositif expérimental
1997	ligneux débourré	Mist	3 blocs, p.u.[4] de 60 boutures
1998	herbacé	Fog	3 blocs, p.u. de 60 boutures
1999	ligneux débourré	Mist	3 blocs, p.u. de 30 boutures
	herbacé	Fog	3 blocs, p.u. de 60 boutures
2000	ligneux débourré	Mist	3 blocs, p.u. de 60 boutures
		étouffé + subirrigation	3 blocs, p.u. de 20 boutures

Tableau n°1 : Conditions d'expérimentation

Le premier stade correspond au démarrage de la végétation lorsque les nouvelles rosettes d'aiguilles s'étalent et mesurent en moyenne 5 mm (généralement au courant de la première quinzaine d'avril à Orléans). Les boutures herbacées sont récoltées plus tard en saison (courant juin) et sont constituées

Photo n°1 : Boutures ligneuses de mélèze (photo M.Verger)

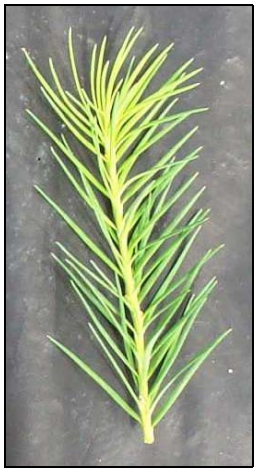

Photo n°2 : Bouture herbacée de mélèze (photo M.Verger)

uniquement de la pousse de l'année. Ces deux types de boutures comportent toutes un bourgeon terminal, mesurent de 8 à 10 cm de long et ont un diamètre de 2 à 3 mm pour les boutures récoltées au stade ligneux débourré et 3 à 4 mm pour les boutures herbacées. Les boutures sont récoltées et insérées dans le substrat le même jour avec uniquement un passage de quelques heures en chambre froide dans des sacs plastiques hermétiquement fermés. Avant l'insertion, la base des boutures est traitée à l'aide de talc contenant 0.1% d'AIB (Acide Indol Butyrique). Les boutures sont insérées à la densité de 250/m² dans des caisses remplies d'un substrat de bouturage commercial (cf Photo n°3). Les caisses sont installées dans des ambiances de bouturage où l'hygrométrie (entre 80 et 90%) est contrôlée par un arrosage intermittent (mist) ou un brouillard artificiel (fog).

[4] p.u. : parcelle unitaire

Photo n°3 : Insertion de boutures de mélèze (photo M.Verger)

Dans un essai, les boutures ont été placées dans une ambiance à l'étouffé avec subirrigation (Le Pichon *et al.*, 2000 et Le Pichon et Bourlon dans cet ouvrage pour une description plus précise de cette ambiance). Durant la phase d'enracinement, les boutures sont régulièrement traitées à l'aide de fongicides utilisés en alternance afin de lutter principalement contre le *Botrytis*. L'hygrométrie est diminuée progressivement au bout de deux mois. Au bout de deux autres mois, les boutures sont sorties sous ombrière pour être complètement sevrées.

2.3 Dispositifs expérimentaux, mesures et analyses statistiques

Pour chaque famille de mélèze, une même quantité de boutures a été récoltée sur chaque pied-mère (cf Tableau n°1) en fonction du nombre de pieds-mères vivants et du nombre de boutures à insérer. Ces boutures ont été mélangées par famille puis insérées selon un dispositif à 3 blocs. Aucune mortalité des pieds-mères n'a été enregistrée tout le long des 4 campagnes de bouturage.

Après sevrage sous ombrière et arrêt de croissance (courant octobre), les boutures sont extraites pour déterminer les pourcentages d'enracinement et de boutures bien enracinées. Une bouture est considérée comme enracinée si elle présente au moins une racine de 2 mm de longueur, et elle sera considérée comme bien enracinée si elle présente au moins 3 racines réparties dans au moins 2 quartiers de cercle. Le pourcentage de boutures bien enracinées est calculé par rapport au nombre de boutures insérées.

L'analyse statistique a été réalisée avec le logiciel Statgraphics. Elle consiste en une analyse de la variance multifacteurs en modèle fixe avec contrôle de l'hétérogénéité du milieu par des blocs. Les modèles d'analyse de la variance sont donnés dans les tableaux n°2, 3 et 4. Lorsqu'il y avait des différences significatives entre modalités, le test de comparaison de moyenne de Tukey au seuil d'erreur de 5% a été utilisé.

3 Résultats

Le pourcentage moyen d'enracinement varie selon les années entre 91.1 et 33.3% et le pourcentage de boutures bien enracinées entre 78.7 et 17.4% (cf Tableau n°2). Il faut remarquer que les pourcentages d'enracinement et de boutures bien enracinées chutent fortement entre 1998 et 1999. Cette chute est certainement due aux conditions expérimentales car ils retrouvent un niveau élevé dès l'année suivante.

3.1 Effet familial

On observe des différences significatives entre les 16 familles sauf pour les pourcentages d'enracinement et de boutures bien enracinées obtenues en 1999 avec les boutures herbacées (cf Tableau n°2).

		Pourcentage d'enracinement		Pourcentage de boutures bien enracinées	
		F	Signification	F	Signification
1997 Ligneux Débourré	A : familles	2.6	*	2.9	**
	B : blocs	12.8	***	12.8	***
Mist	Moyenne mini-max	58.6 34.4-82.8		50.2 33.9-75.6	
1998 Herbacé	A : familles	4.4	***	5.0	***
	B : blocs	3.0	NS	3.7	*
Fog	Moyenne mini-max	91.1 71.1-99.4		78.7 54.4-93.9	
1999 Ligneux Débourré	A : familles	2.8	**	2.5	*
	B : blocs	4.0	*	4.5	*
Mist	Moyenne mini-max	33.3 8.9-68.9		25.2 5.6-55.6	
1999 Herbacé	A : familles	1.3	NS	1.3	NS
	B : blocs	10.6	***	6.2	**
Fog	Moyenne mini-max	36.9 8.9-63.3		22.7 3.3-47.2	
2000 Ligneux Débourré	A : familles	3.4	**	3.3	**
	B : blocs	0.2	NS	0.4	NS
Mist	**Moyenne mini-max**	**60.6 22.8-90.5**		**34.3 0.7-61.7**	
2000 Ligneux Débourré	A : familles	9.0	***	8.5	***
	B : blocs	0.5	NS	0.2	NS
Etouffé+ subirrigation	Moyenne mini-max	49.6 8.3-78.3		17.4 0-48.3	
	Modèle d'analyse de la variance : moyenne + A + B + résiduelle				

Tableau n°2 : Pourcentages moyens d'enracinement et de boutures bien enracinées selon les conditions de bouturage (maximum en rouge et minimum en bleu) et effet familial sur l'aptitude au bouturage
, **, * : significatif respectivement au seuil d'erreur de 5%, 1% et 1% ; NS : non significatif*

3.2 Effet du type de croisement

On a comparé l'aptitude au bouturage des 4 types de croisements (cf Tableau n° 3). On note 1- que le mélèze du Japon est toujours supérieur ou égal au mélèze d'Europe, 2- que l'hybride Européen x Japonais est toujours supérieur au mélèze d'Europe et supérieur ou égal au mélèze du Japon et 3- que l'hybride Japonais x Européen n'est jamais différent du mélèze du Japon et est toujours supérieur ou égal au mélèze d'Europe. Enfin on a observé seulement une fois une différence significative entre les deux types d'hybrides (pourcentage d'enracinement des boutures ligneuses débourrées en 2000).

		Pourcentage d'enracinement			Pourcentage de boutures bien enracinées		
		F	Signification	Moyenne	F	Signification	Moyenne
1997 Ligneux débourré	type de croisement	0.8	NS		1.9	NS	
Mist	Intra Européens			55.6			42.8
	Intra Japonais			54.0			45.6
	Mère Européenne x père Japonais			61.4			56.5
	Mère Japonaise x père Européen			63.5			56.0
	Blocs	7.4	**		7.4	**	
	Interaction	0.2	NS		0.1	NS	
1998 Herbacé	A : type de croisement	2.2	NS		1.7	NS	
Fog	Intra Européens			93.9			79.0
	Intra Japonais			86.5			71.9
	Mère Européenne x père Japonais			88.8			78.9
	Mère Japonaise x père Européen			95.1			85.0
	B : blocs	1.5	NS		1.5	NS	
	Interaction AB	0.8	NS		0.3	NS	
1999 Ligneux débourré	type de croisement	2.3	NS		3.7	*	
Mist	Intra Européens			23.3			12.5 a
	Intra Japonais			30.6			25.8 ab
	Mère Européenne x père Japonais			44.4			33.6 b
	Mère Japonaise x père Européen			34.7			28.9 ab
	Blocs	2.9	NS		4.0	*	
	interaction AB	1.4	NS		2.1	NS	
1999 Herbacé	type de croisement	4.5	**		4.1	*	
Fog	Intra Européens			23.1 a			9.6 a
	Intra Japonais			27.9 ab			19.2 ab
	Mère Européenne x père Japonais			48.9 b			31.9 b
	Mère Japonaise x père Européen			47.9 b			30.0 b
	Blocs	13.0	***		7.4	**	
	Interaction AB	2.1	NS		1.9	NS	
2000 Ligneux débourré	type de croisement	6.9	***		6.1	**	
Mist	Intra Européens			36.0 a			14.7 a
	Intra Japonais			70.0 b			43.6 b
	Mère Européenne x père Japonais			68.3 b			39.3 b
	Mère Japonaise x père Européen			67.9 b			39.6 b
	Blocs	0.1	NS		0.3	NS	
	interaction AB	0.2	NS		0.5	NS	
2000 Ligneux débourré	type de croisement	8.9	***		5.7	**	
Etouffé + subirrigation	Intra Européens			20.0 a			7.1 a
	Intra Japonais			27.9 a			13.3 a
	Mère Européenne x père Japonais			58.8 b			32.9 b
	Mère Japonaise x père Européen			30.8 a			16.3 ab
	Blocs	0.2	NS		0.1	NS	
	interaction AB	0.6	NS		0.3	NS	
	modèle d'analyse de la variance : moyenne + A + B + AB + résiduelle						

Tableau n°3 : Effets du type de croisement sur l'aptitude au bouturage
, **, * : significatif respectivement au seuil d'erreur de 5%, 1% et 0.1% ; NS : non significatif*
Les modalités suivies par la même lettre (on non suivies de lettre) ne sont pas significativement différentes au seuil d'erreur de 5% d'après le test de comparaison de moyennes de Tukey

3.3 Effet de l'origine spécifique parentale

			Pourcentage d'enracinement			Pourcentage de boutures bien enracinées		
			F	Signification	Moyenne	F	Signification	Moyenne
1997 Ligneux débourré	A : origine mère		0.003	NS		0.1	NS	
	Europe				58.5			49.7
Mist	Japon				58.8			50.8
	B : origine père		0.1	NS		0.1	NS	
	Europe				59.5			49.4
	Japon				57.7			51.0
	C : blocs		7.4	**		7.4	**	
	interactions	AB	2.3	NS		5.6	*	
		AC	0.05	NS		0.02	NS	
		BC	0.6	NS		0.4	NS	
		ABC	0.04	NS		0.01	NS	
1998 Herbacé	A : origine mère		0.03	NS		0.01	NS	
	Europe				91.3			79.0
Fog	Japon				90.8			78.5
	B : origine père		6.1	*		2.6	NS	
	Europe				94.5 a			82.0
	Japon				87.6 b			75.4
	C : blocs		1.5	NS		1.5	NS	
	interactions	AB	0.4	NS		2.5	NS	
		AC	1.3	NS		0.5	NS	
		BC	0.8	NS		0.4	NS	
		ABC	0.3	NS		0.1	NS	
1999 Ligneux débourré	A : origine mère		0.05	NS		0.8	NS	
	Europe				33.9			23.1
Mist	Japon				32.6			27.4
	B : origine père		2.2	NS		3.7	NS	
	Europe				29.0			20.7
	Japon				37.5			29.7
	C : blocs		2.9	NS		4.0	*	
	interactions	AB	4.8	*		6.6	*	
		AC	3.1	NS		5.1	*	
		BC	0.2	NS		0.4	NS	
		ABC	0.9	NS		0.7	NS	

Tableau n°4 : Effets de l'origine spécifique parentale sur l'aptitude au bouturage
, **, * : significatif respectivement au seuil d'erreur de 5%, 1% et 0.1% ; NS : non significatif*
Les modalités suivies par la même lettre (on non suivies de lettre) ne sont pas significativement différentes au seuil d'erreur de 5% d'après le test de comparaison de moyennes de Tukey

			Pourcentage d'enracinement			Pourcentage de boutures bien enracinées		
			F	Signification	Moyenne	F	Signification	Moyenne
1999 Herbacé	A : origine mère		0.09	NS		0.6	NS	
	Europe				36.0			20.8
Fog	Japon				37.9			24.6
	B : origine père		0.2	NS		1.3	NS	
	Europe				35.5			19.8
	Japon				38.4			25.6
	C : blocs		13.0	***		7.4	**	
	interactions	AB	13.1	***		10.5	**	
		AC	1.2	NS		1.3	NS	
		BC	0.008	NS		0.2	NS	
		ABC	5.0	*		4.4	*	
2000 Ligneux débourré	A : origine mère		7.2	*		7.5	**	
	Europe				52.2 a			27.0 a
Mist	Japon				69.0 b			41.6 b
	B : origine père		7.6	**		7.2	*	
	Europe				51.9 a			27.2 a
	Japon				69.2 b			41.5 b
	C : blocs		0.1	NS		0.3	NS	
	interactions	AB	5.9	*		3.7	NS	
		AC	0.09	NS		0.5	NS	
		BC	0.1	NS		0.6	NS	
		ABC	0.5	NS		0.2	NS	
2000 Ligneux débourré	A : origine mère		3.1	NS		1.3	NS	
	Europe				39.3			20.0
Etouffé	Japon				29.3			14.8
+ subirrigation	B : origine père		10.1	**		6.2	*	
	Europe				25.4			11.7 a
	Japon				43.3			23.1 b
	C : blocs		0.2	NS		0.1	NS	
	interactions	AB	13.6	***		9.8	**	
		AC	0.8	NS		0.3	NS	
		BC	0.6	NS		0.01	NS	
		ABC	0.4	NS		0.4	NS	
	modèle d'analyse de la variance : moyenne + A + B + AB + AC + BC + ABC + résiduelle							

Tableau n°4 (suite) : Effets de l'origine spécifique parentale sur l'aptitude au bouturage
, **, * : significatif respectivement au seuil d'erreur de 5%, 1% et 0.1% ; NS : non significatif*
Les modalités suivies par la même lettre (on non suivies de lettre) ne sont pas significativement différentes au seuil d'erreur de 5% d'après le test de comparaison de moyennes de Tukey

On observe en 2000 pour la modalité bouturage ligneux débourré sous mist (pourcentages d'enracinement et de boutures bien enracinées, cf Tableau n°4) un effet principal maternel significatif. Dans ce cas la mère Japonaise est supérieure à la mère Européenne.

Pour les conditions bouturage herbacé sous fog en 1998 (pourcentage d'enracinement) et bouturage ligneux débourré sous mist en 2000 (pourcentages d'enracinement et de boutures bien enracinées), un effet principal paternel significatif est lui aussi observé. Mais dans un cas c'est le père Européen qui est supérieur au père Japonais et dans l'autre cas c'est l'inverse.

4 Discussion

Les effets familiaux vis-à-vis de l'aptitude à la multiplication végétative par bouturage observés au cours de cette étude ont déjà été signalés par d'autres auteurs chez le mélèze hybride (Verger et Pâques, 1993) et d'autres conifères comme le Sapin de Douglas (Schermann *et al.*, 1996). Ils sont aussi classiquement observés pour d'autres paramètres : croissance en hauteur ou en diamètre, forme, débourrement végétatif, etc.

La seule étude qui, à notre connaissance, ait porté simultanément sur le mélèze d'Europe, du Japon et l'hybride (Chandler, 1960) ne permet pas de conclure sur l'aptitude à l'enracinement du mélèze hybride par rapport à ses parents : techniques de bouturage imparfaites et absence de relation génétique entre les génotypes de mélèze. De même si de nombreuses études ont porté sur l'aptitude au bouturage du mélèze hybride (John, 1979 ; Mason, 1984 et 1989 ; Jacques et Nanson, 1989 ; Verger et Pâques, 1993 ; Le Pichon *et al.*, 2001), du mélèze d'Europe (Matras, 1988) et du mélèze du Japon (Wunder, 1974), les résultats contradictoires publiés sont là encore la conséquence de conditions techniques et de type de matériel végétal peu comparables d'une étude à l'autre.

5 Conclusion

Un certain nombre de tendances émerge de cette étude.
1- L'effet familial sur l'aptitude au bouturage est incontestable. Il pourrait être exploité dans le cadre d'une sélection pour l'aptitude au bouturage.
2- Le mélèze hybride ou plutôt les mélèzes hybrides sont toujours apparus supérieurs ou égaux aux espèces parentales ou corollairement ne se sont jamais montrés inférieurs. Cette supériorité des hybrides peut vraisemblablement être interprétée comme un effet d'hétérosis.
3- Les mélèzes n'ont pas toujours le même comportement d'une année sur l'autre ou pour une même année selon les conditions expérimentales (mais avec le même matériel végétal !). Cette tendance explique certainement toutes les contradictions déjà notées dans la littérature sur la multiplication végétative non seulement du mélèze mais aussi des autres essences forestières. Cette instabilité s'explique certainement par des interactions non contrôlées entre le matériel végétal et les conditions expérimentales et/ou de milieu (Verger, 1998).

Remerciements

Cette étude a pu être réalisée grâce à l'équipe « Multiplication végétative » de l'INRA d'Orléans, en particulier Henri Miteul, Dominique Piermant et Marcel Masson.
Merci également à L.E.Pâques pour la fourniture du matériel végétal.

Bibliographie

Chandler C., 1960, The propagation of *Larix* from softwood cuttings, *Proc 7th Northeast For Tree Improv Conf*, 32-39

Jacques D., Nanson A., 1989, *Essais de bouturage du Mélèze Hybride en Belgique*, Stat Rech For Hydrobiol Groenendaal, Trav Sér E n°7, 51 p

John A., 1979, Propagation of Hybrid Larch by summer and winter cuttings. *Silvae Gen*, 10, 10-20

Le Pichon C., Pellicer V., Bourlon V., 2000, Bouturage à l'étouffée de ligneux forestiers avec irrigation par capillarité, in : Seconde rencontre du groupe de la Sainte Catherine, *Multiplication végétative des ligneux forestiers, fruitiers et ornementaux.*, Antibes 24/11-25/11-26/11/1998, Cord. Verger *et al.*, Astredhor, 25-34

Le Pichon C., Verger M., Brando J., Le Bouler H., 2001, Itinéraires techniques pour la multiplication végétative en vrac du Mélèze hybride (*Larix x eurolepis* Henry), *Revue forestière Française*, 2, 111-124

Mason W.L., 1984, *Vegetative propagation of conifers using stem cuttings. II Hybrid Larch*, For Comm, Res Inf Note 91/84/SILN, 3 p

Mason W.L., 1989, Vegetative propagation of Hybrid Larch (*Larix x eurolepis* Henry) using winter cuttings, For Suppl 62, 189-198

Matras J., 1988, Influence of light on root formation in Larch cuttings, *Prace Instytutu Badawczego Lesnictwa*, 658, 31-51 (en polonais)

Pâques L.E., 1989, A critical review of larch hybridization and its incidence on breeding strategies, *Ann Scie For*, 46, 141-153

Schermann N., Verger M., Bastien J.C., 1996, Sélection de familles de Douglas (*Pseudostuga menziessii*) pour leur aptitude au bouturage : conséquences pour la diffusion de variétés améliorées, *Ann Sci For*, 53, 1113-1126

Verger M., Pâques L.E., 1993, Multiplication végétative du mélèze hybride (*Larix x eurolepis* Henry) par bouturage en vrac, *Ann Sci For*, 50, 205-215

Verger M., 1998, Souvent clone interagit avec les paramètres contrôlant la réussite de la multiplication végétative, in : Première rencontre du groupe de la Sainte Catherine, *Multiplication végétative des ligneux forestiers, fruitiers et ornementaux.*, Angers, Cord. Verger *et al.*, Actes de colloque, Cemagref Editions, 193-208

Wunder W.G., 1974, Vegetative propagation of Japanese Larch, *New Zealand J.For.Sci*, 4, 161-166