



HAL
open science

Evaluation en jeunes plantations de lots mélangés de chênes sessile (*Quercus petraea*) et pédonculé (*Quercus robur*).

Monique Guibert, Benoît Généré

► To cite this version:

Monique Guibert, Benoît Généré. Evaluation en jeunes plantations de lots mélangés de chênes sessile (*Quercus petraea*) et pédonculé (*Quercus robur*).. *Revue forestière française*, 2000, 52 (4), pp.303-315. 10.4267/2042/5364 . hal-03443601

HAL Id: hal-03443601

<https://hal.science/hal-03443601v1>

Submitted on 23 Nov 2021

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

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

biologie et forêt

ÉVALUATION EN JEUNES PLANTATIONS DE LOTS MÉLANGÉS DE CHÊNES SESSILE (*Quercus petraea*) ET PÉDONCULÉ (*Quercus robur*)

M. GUIBERT - B. GÉNÉRÉ

Le Chêne sessile (*Quercus petraea*) et le Chêne pédonculé (*Quercus robur*) sont les deux principaux chênes indigènes en France où ils occupent près du tiers de la surface forestière. Les deux espèces ont une aire de répartition qui présente de larges zones communes, où elles se rencontrent fréquemment en mélange. L'existence de flux géniques importants entre les deux espèces est avérée (Ducousso *et al.*, 1993) et, dans un peuplement mélangé, jusqu'à 40 % des descendants des Chênes pédonculés peuvent être des hybrides (Bacilieri *et al.*, 1993).

Cependant, les exigences stationnelles et sylvicoles des deux espèces divergent (Becker et Lévy, 1990). Le Chêne pédonculé est une espèce exigeante sur le plan de l'alimentation en eau et de la richesse minérale du sol ; il trouve son optimum écologique en terrain alluvial (Grandjean et Sigaud, 1987). Il peut tolérer des excès d'eau mais se montre sensible à la sécheresse. Il présente en outre la particularité d'être une essence pionnière, héliophile, capable de se développer sur une gamme de stations beaucoup plus large s'il est soumis à une faible concurrence (Rameau, 1990). À l'état adulte, il demande toujours un fort éclaircissement et risque alors de souffrir des concurrences inter et intra-spécifiques qui ont pu s'établir. Une mauvaise adéquation de l'espèce à la station a été la cause de dépérissements spectaculaires, comme en forêt de Tronçais (Becker et Lévy, 1983). Le Chêne sessile est, au contraire, une espèce plus rustique à l'âge adulte, pouvant se développer sur des sols pauvres, supportant mieux la sécheresse et la concurrence. Il trouve son optimum en milieu acidocline.

Pour ces raisons, une séparation totale des essences au sein des plantations est préconisée en France. La législation y impose que les peuplements porte-graines et les lots de glands récoltés soient spécifiquement purs. Dans ce but, les peuplements porte-graines de Chêne sont progressi-

vement révisés par le Cemagref depuis 1990 (Fernandez, 1993). Cette révision n'étant pas terminée, certains lots de glands commercialisés en France peuvent encore présenter une proportion variable de Chênes sessile et pédonculé. Par ailleurs, d'autres pays européens, comme l'Allemagne, commercialisent à grande échelle ces lots de chênes mélangés. Dans ces conditions, une compétition entre les deux espèces est possible.

En parallèle à la révision des peuplements porte-graines de chênes et pour confirmer l'importance de la séparation des deux espèces, le Cemagref a installé à partir de 1993 des dispositifs expérimentaux de suivi en pépinière (Génére et Le Bouler, 1996), puis en plantation, de lots mélangés des deux chênes. Leur survie et leur croissance ont été observées au sein de mélanges connus (7 taux de mélange). L'objectif principal de ces essais est d'identifier les risques de modification de la composition initiale des mélanges entre les deux chênes. Les performances ont été analysées par lot de mélange ainsi que par espèce, globalement en pépinière et au sein de chaque lot mélangé après plantation. À ce dernier stade, la compétition entre les deux espèces a été appréciée sur différentes stations.

Suite au bilan de la phase d'élevage en pépinière (Génére et Le Bouler, 1996) et pour les mêmes lots de plants, cet article présente les résultats obtenus en jeunes plantations, pendant les quatre premières années et pour trois essais.

MATÉRIELS ET MÉTHODES

Origine et traitement des plants jusqu'à leur plantation

Les glands utilisés ont été récoltés en octobre 1993 sur deux peuplements classés, considérés purs et ayant bien fructifié. Il s'agit des peuplements de Bercé dans la Sarthe (provenance "Secteur ligérien") pour le Chêne sessile, et de Talmay en vallée de la Saône (provenance "Bourgogne") pour le Chêne pédonculé. La pureté spécifique des lots de glands a été confirmée par l'analyse morphologique des glands, selon la méthode définie par Dupouey et Le Bouler (Dupouey et Le Bouler, 1989) pour des peuplements de l'Ouest de la France (discrimination spécifique faite à partir des mesures du diamètre maximal et de la longueur du gland).

Les plants, élevés en un an, ont été dépivotés en septembre 1994 à 15 cm de profondeur. Chaque plant a été repéré individuellement selon un système de coordonnées et étiqueté. Après arrachage, les plants ont été conservés en jauge dans du sable jusqu'à ce qu'ils soient plantés en fente, à la pioche.

Origine et constitution des lots mélangés

Lors du semis en pépinière, 7 lots de glands, correspondant à des taux progressifs de mélange entre Chênes sessile et pédonculé, ont été constitués, en fonction des taux de germes vivants par lot de glands et par espèce : 100 %/0 %, 95 %/5 %, 65 %/35 %, 50 %/50 %, 35 %/65 %, 5 %/95 % et 0 %/100 %. Dans cet article, la composition des mélanges est désignée par "M" suivi du pourcentage de Chêne sessile dans le mélange initial des lots de glands : par exemple, M35 correspond à un mélange de 35 % de sessile et de 65 % de pédonculé.

Pour constituer les lots de plants, deux échantillons de 40 plants ont été pris à l'automne 1994, sans aucun tri intermédiaire. Chaque plant a fait l'objet d'une identification spécifique, reposant sur la morphologie d'une de ses feuilles ayant un des plus longs pétioles. Un plant a été considéré d'espèce Chêne pédonculé à la double condition que la feuille choisie ait un pétiole de moins de 5 mm de long et qu'elle présente une ondulation à la base du limbe. Si cette double condition n'était pas satisfaite, le plant a été considéré comme d'espèce Chêne sessile. La reproductibilité de

cette méthode avait été testée et validée au préalable, sur la base de trois prélèvements successifs de feuilles sur un sous-échantillon de 300 plants comprenant des taux de mélanges variés.

Dispositifs expérimentaux en plantation

Trois dispositifs en blocs complets randomisés ont été installés à Guémené-Penfao (Loire-Atlantique, France), pour deux d'entre eux, et à Peyrat-le-Château (Haute-Vienne, France) pour le dernier. Les 7 modalités initiales ont été réparties entre les deux sites : les deux essais de Guémené-Penfao comparent les lots sans mélange et le mélange initialement équilibré (M100, M50 et M0), alors que l'essai de Peyrat-le-Château compare les mélanges intermédiaires (M95, M65, M35 et M5). Les principales caractéristiques des trois dispositifs expérimentaux sont présentées en tableau I.

Tableau I **Caractéristiques des trois dispositifs expérimentaux**

Site de plantation	Dispositif expérimental	Caractéristiques des plantations	Antécédent cultural	Préparation du sol
Dispositif 1 Guémené-Penfao	960 plants 3 modalités de mélange (M100, M50 et M0) 80 plants/modalité et par bloc 4 blocs densité globale : 6 700/ha	Arrachage janvier 1995 plantation avril 1995	Culture de chênes	Labour cultivateur
Dispositif 2 Guémené-Penfao	960 plants 3 modalités de mélange (M100, M50 et M0) 80 plants/modalité et par bloc 4 blocs densité globale : 8 300/ha	Arrachage janvier 1995 plantation avril 1995	Peupliers	Labour cultivateur disques
Dispositif 3 Peyrat-le-Château	2 560 plants 4 modalités de mélange (M95, M65, M35 et M5) 160 plants par modalité et par bloc 4 blocs densité globale : 6 670/ha	Arrachage janvier 1995 plantation mars 1995	Culture de résineux	Labour

À la plantation, on a reproduit exactement les parcelles unitaires de pépinière, mais avec un écartement plus important entre plants, afin de pouvoir suivre l'évolution du statut des plants (dominant/dominé) en fonction de leur appartenance spécifique. Ce type d'installation a conduit à des densités de plantation plus élevées qu'habituellement en forêt et a permis également de hâter l'entrée en concurrence entre plants et entre espèces.

Caractéristiques des sites de plantation

• *Caractéristiques climatiques*

À Guémené-Penfao (altitude 40 à 60 m), le climat est de type océanique, avec une température moyenne annuelle de 11,9 °C et une pluviométrie de 750 mm par an. Les quatre saisons de végétation sont caractérisées au niveau hydrique dans le tableau II (p. 306). Les années 1995 et 1996 ont été particulièrement sèches entre juin et août. L'année 1997 a connu une période sèche précoce, au début du printemps. En 1998, la pluviométrie a été relativement favorable.

À Peyrat-le-Château (altitude 580 m), le climat est de type océanique modifié par l'altitude, avec une température moyenne annuelle de 9 °C et une pluviométrie de 1 300 mm par an. Au cours de la saison de végétation, on remarque, dans le tableau II, que les années 1995 et 1998 ont été relativement sèches en juillet et août, contrairement aux années 1996 et 1997 où les pluies ont été suffisamment régulières et abondantes.

M. GUIBERT - B. GÉNÉRÉ

Tableau II **Pluviométrie en mm par mois, durant chaque saison de croissance et déficit climatique mensuel (Pluies – ETP Penman < 0)**

Année	Variable	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Total
Guémené-Penfao								
1995	Pluies	22	57	6	54	34	96	269
	Déficit climatique	39	42	105	81	98	0	365
1996	Pluies	40	67	12	17	45	28	209
	Déficit climatique	27	0	113	121	79	61	374
1997	Pluies	8	19	84	11	83	6	211
	Déficit climatique	82	94	7	113	36	85	417
1998	Pluies	202	24	43	58	1	122	450
	Déficit climatique	0	84	57	31	127	0	299
Peyrat-le-Château								
1995	Pluies	78	87	23	65	24	171	448
	Déficit climatique	0	2	73	52	68	0	195
1996	Pluies	69	126	45	66	96	133	535
	Déficit climatique	0	0	69	42	0	0	111
1997	Pluies	1	187	38	105	91	51	473
	Déficit climatique	73	0	41	0	2	10	73
1998	Pluies	310	60	99	45	45	144	703
	Déficit climatique	0	55	16	72	85	0	229

• *Caractéristiques des sols*

Les deux dispositifs de Guémené-Penfao ont volontairement été installés sur des sols différents. Le dispositif 1, en légère pente de 7 % orientée au nord, est planté sur un sol formé sur schistes rouges, profond de 60 à 80 cm. Ce sol présente des traces d'hydromorphie entre 40 et 80 cm. En surface, sa texture est sablo-limono-argileuse (respectivement 40-42-18 %). Son pH est neutre en surface (7), mais acide à 50 cm de profondeur (4,6). Une caractérisation plus complète du sol est présentée dans le tableau III (ci-dessous). Le dispositif 1 apparaît favorable au Chêne sessile, alors que le Chêne pédonculé peut y craindre des sécheresses estivales.

Le dispositif 2 est installé sur un terrain plat, dont le sol profond (1 m) s'est formé sur des alluvions fluviales. La nappe phréatique peut remonter en hiver à 50 cm de la surface. Le sol est un limon

Tableau III **Caractéristiques chimiques des sols de plantation**

Site de plantation	Matières organiques totales (%)	pH eau	Capacité d'échange cationique (méq/100 g)	Taux de saturation %	Cations échangeables (méq/100 g de terre fine)					P ₂ O ₅ Dyer (%)
					Ca	P	Mg	K	Al	
Dispositif 1	1,7	4,6	5	100	5,4	0,5	0,26	-	-	0,25
Dispositif 2	4,9	5,4	7	45	2,1	0,56	0,44	-	-	0,20
Dispositif 3	8	5,7	30,6	64	16,1	-	2,2	1,1	6,2	0,26

argilo-sableux (respectivement 48-27-25 %), non battant, riche en matière organique. La station du dispositif 2 convient mieux au Chêne pédonculé, qui prospère généralement dans les sols alluviaux pouvant être temporairement engorgés.

Le dispositif 3, en légère pente, est installé sur un sol formé sur arène granitique. Il s'agit d'un sol brun acide assez profond (épaisseur variant de 80 à 150 cm) et perméable. Sa texture est sablo-limoneuse (71 %-18 %) à sablo-argileuse. La plantation de chêne dans les conditions stationnelles du dispositif 3 est peu fréquente, mais cette station, grâce à la pluviométrie élevée, à la profondeur importante du sol et à sa texture, semble convenir aux deux espèces.

• Mesures effectuées et analyse statistique

Les plants des trois dispositifs ont été mesurés en sortie de pépinière, après leur identification spécifique, puis chaque hiver (hauteur, survie) pendant quatre années.

Les résultats ont été traités à l'aide du logiciel "Statgraphics Plus", à partir des valeurs individuelles. Les taux de survie ont été analysés par le test du Chi², sur tableaux de contingence. Les hauteurs totales et les accroissements ont été étudiés, soit par analyse de variance à un facteur (effet du taux de mélange ou de l'essence) lorsque celle-ci était valide (normalité de la distribution, homogénéité et indépendance des résidus), soit à l'aide du test non-paramétrique de Kruskal-Wallis dans le cas contraire. Quel que soit le type d'analyse, le seuil de signification choisi était de 5 %.

RÉSULTATS

Composition des lots mélangés de plants

Lors de l'arrachage en pépinière, les plants ont été l'objet d'une identification spécifique. Celle-ci a permis l'analyse des dispositifs par espèce et l'appréciation des éventuelles dérives dans l'équilibre interspécifique de chaque mélange (tableau IV, p. 308). Les différences entre le taux de mélange des plants produits et celui des glands semés sont toujours inférieures à 10 %. Dans les mélanges M0 et M5, on trouve 4 à 6 % de Chêne sessile en plus. Dans les lots intermédiaires, M35 à M65, on obtient de 8 à 9 % de Chêne sessile en moins sur le dispositif 1 (M50) et sur le dispositif 3 (M35).

Performances par lot mélangé

La mortalité reste faible sur les trois dispositifs (tableau V, p. 308) et intervient surtout les deux premières années. Les taux les plus forts sont observés sur le dispositif 1, qui se situe sur la station la plus sèche en été. De plus, la mortalité affecte les mélanges selon un gradient croissant de M0 à M100, y compris sur le dispositif 1. Enfin, sur les deux dispositifs de Guémené-Penfao, on note que le taux de mortalité du mélange M50 est inférieur à la moyenne de mortalité des deux lots monospécifiques M0 et M100.

Les cinétiques de croissance des différents mélanges suivent une tendance similaire. Après une année (dispositif de Peyrat-le-Château) ou deux années de faible croissance, les accroissements augmentent très fortement en 3^e année, puis diminuent en 4^e année (tableau VI, p. 309). De plus, des variations de croissance existent entre les différents mélanges, mais elles diffèrent entre les années et les dispositifs. Quatre ans après la plantation, les accroissements les plus importants par dispositif sont observés pour les lots fortement mélangés et les lots de Chêne sessile purs ou presque purs. Sur le dispositif 1, dans des conditions d'environnement *a priori* plus favorables au Chêne sessile, la performance des deux lots monospécifiques est identique et inférieure à celle du lot mélangé.

Tableau IV Taux de mélange constatés à la plantation

Taux de Chêne sessile dans le mélange lors du semis	M100	M95	M65	M50	M35	M5	M0
Taux de Chêne sessile dans le mélange à la plantation	-	-	-	-	-	-	-
Pourcentage de plants non identifiés							
Dispositif 1	99,4			49,4			3,6
Dispositif 2	99,4			41,1			5,8
Dispositif 3		93,0	64,9		26,3	11,5	

Tableau V Taux de mortalité en fonction du taux de mélange après 4 années de plantation

Mélange	M100	M95	M65	M50	M35	M5	M0
Dispositif 1 (sec)	11,4 b			5,7 a			3,5 a
Dispositif 2 (engorgé) .	3,5 b			1,3 b			0 a
Dispositif 3		2,9 b	2,2 b		0,8 a	0,7 a	

Pour chaque ligne, les valeurs suivies de lettres différentes sont significativement différentes au seuil de 5 % (test du Chi2).

Sur le dispositif 2 avec sol alluvial, les résultats, bien que non significatifs au seuil de 5 %, montrent de meilleurs accroissements à la fois pour le lot mélangé M50 et pour le lot monospécifique de Chêne sessile par rapport au lot pur de Chêne pédonculé. À Peyrat-le-Château, seule la croissance du lot M5, qui est presque un lot pur de Chêne pédonculé, est significativement inférieure à la croissance des autres lots.

Performances par espèce, au sein des différents lots mélangés

• Mortalité et croissance en hauteur

La figure 1 (p. 309) montre l'évolution des taux de mortalité par essence dans les mélanges pour chacun des dispositifs au cours des quatre premières années de la plantation. La mortalité du Chêne sessile apparaît systématiquement plus importante que celle du Chêne pédonculé. Les différences de mortalité entre les deux essences dans les mélanges M35 à M65 tendent à s'atténuer. Elles sont exceptionnellement significatives, alors que celles entre lots purs ou presque purs l'étaient (tableau V, ci-dessus). On observe également que la mortalité du Chêne pédonculé se stabilise plus rapidement (dès la 2^e ou 3^e année de végétation) que celle du Chêne sessile, particulièrement à Peyrat-le-Château.

La cinétique de croissance du Chêne sessile, au cours des quatre premières années en plantation, se révèle indépendante de son taux de mélange, quel que soit le dispositif (figure 2, p. 310). Par contre, celle du Chêne pédonculé varie selon qu'il pousse seul ou à différents taux de mélange : la divergence des courbes de croissance s'observe à partir de la 2^e année à Peyrat-le-Château et de la 3^e année à Guéméné-Penfao. La croissance du Chêne pédonculé est significativement améliorée par un mélange important avec du Chêne sessile (M35, M50 et M65).

Tableau VI **Hauteur moyenne à la plantation, accroissement annuel moyen, hauteur moyenne après 4 ans de plantation et accroissement total moyen par taux de mélange**

Mélange	M100	M95	M65	M50	M35	M5	M0
Dispositif 1							
Effectif mesuré	266			292			290
Hauteur avant plantation	28 c			38 b			42 a
Accroissement année 1	2 B			4 A			3 A
Accroissement année 2	15 A			11 B			11 B
Accroissement année 3	42 B			53 A			47 B
Accroissement année 4	26 a			27 a			24 a
Hauteur année 4	114 B			133 A			127 A
Accroissement/4 ans . .	85 B			95 A			85 B
Dispositif 2							
Effectif mesuré	293			301			305
Hauteur avant plantation	25 C			36 B			39 A
Accroissement année 1	6 b			7 a			7 a
Accroissement année 2	14 A			9 B			8 B
Accroissement année 3	52 A			50 A			44 B
Accroissement année 4	19 b			24 a			26 a
Hauteur année 4	116 b			126 a			124 a
Accroissement/4 ans . .	90 a			91 a			85 a
Dispositif 3							
Effectif mesuré		605	611		611	607	
Hauteur avant plantation		28 D	33 C		36 B	41 A	
Accroissement année 1		7 C	9 B		10 A	10 B	
Accroissement année 2		31 a	29 ab		28 bc	23 c	
Accroissement année 3		37 a	35 ab		32 b	27 c	
Accroissement année 4		16 c	19 b		21 a	17 bc	
Hauteur année 4		120 b	125 ab		127 a	118 b	
Accroissement/4 ans . .		92 a	92 a		91 a	77 b	

Pour chaque ligne, les valeurs suivies de lettres différentes sont significativement différentes au seuil de 5%, en lettre minuscule au test de l'analyse de variance (test de Tukey), en majuscule au test de rang (test de Kruskal-Wallis).

Figure 1 **ÉVOLUTION ANNUELLE DU TAUX DE MORTALITÉ CUMULÉ EN FONCTION DE L'ESSENCE ET DU TAUX DE MÉLANGE POUR CHACUN DES TROIS DISPOSITIFS**

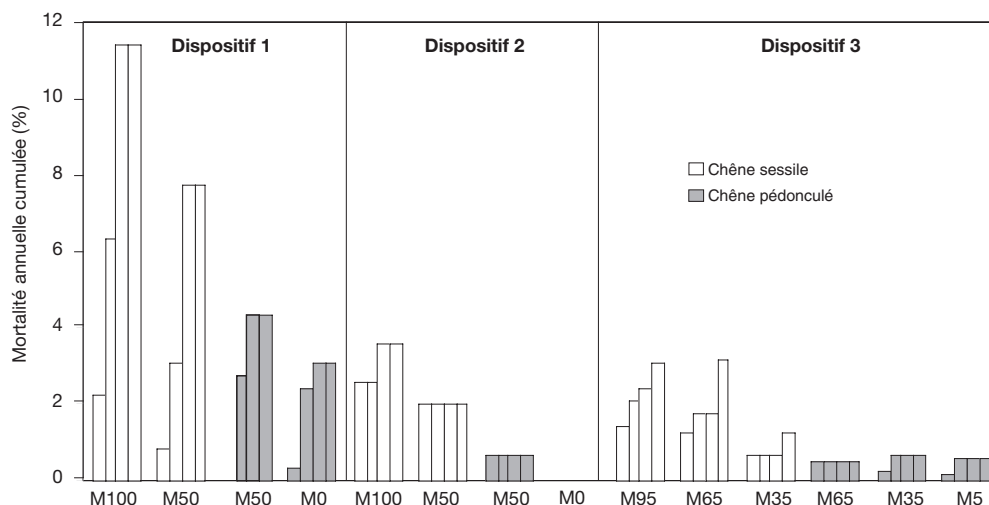
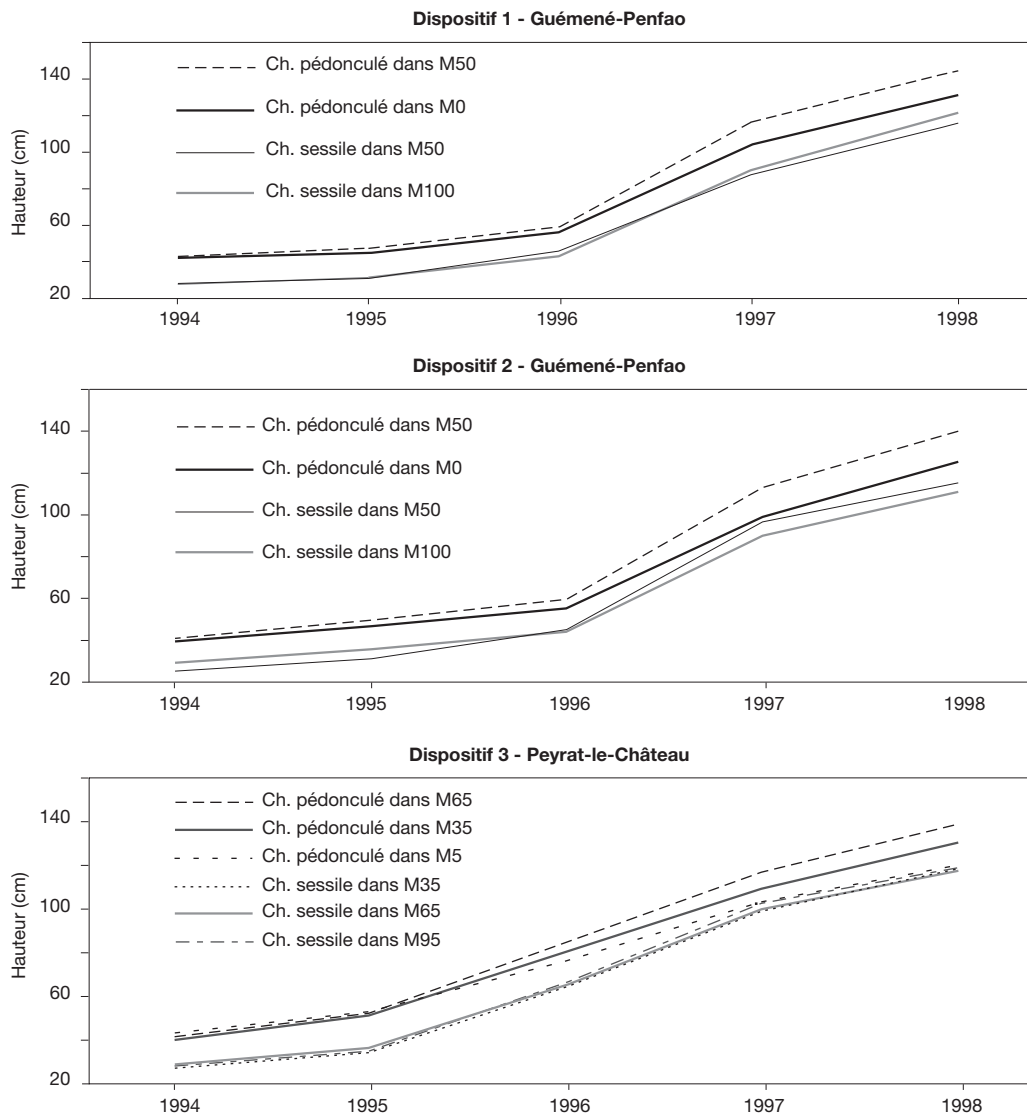


Figure 2

**CROISSANCE EN HAUTEUR EN FONCTION DE L'ESPÈCE ET DU TAUX DE MÉLANGE
SUR LES TROIS DISPOSITIFS**
(intervalle de confiance au seuil de 5 %)

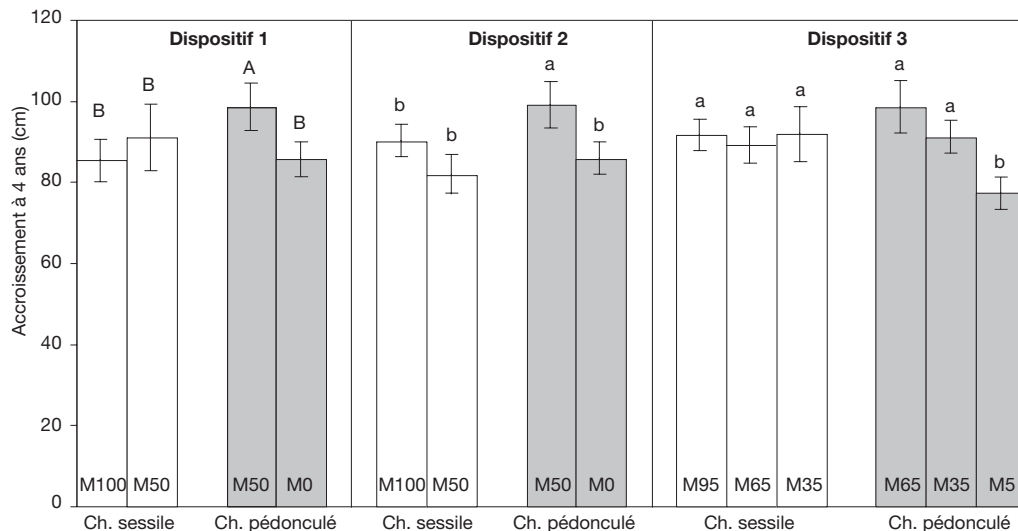


L'accroissement moyen du Chêne sessile après quatre ans de plantation ne dépend pas du taux de mélange. En effet, sur les trois dispositifs, aucune différence significative n'est observée (figure 3, p. 311). Par contre, l'accroissement du Chêne pédonculé est significativement différent, selon qu'il pousse seul (ou presque seul dans M5) ou en mélange important avec du sessile (M35, M50 et M65). À Guémené-Penfao, sur les deux tests, l'accroissement du Chêne pédonculé en mélange équilibré M50 est significativement plus important que celui des lots purs de Chêne pédonculé et Chêne sessile. À Peyrat-le-Château où les mélanges sont plus progressifs, l'accroissement du Chêne pédonculé en mélange important (M65 ou M35) est significativement plus élevé que celui du lot presque pur (M5). Par contre, il n'y a pas de différence significative avec le Chêne sessile. Sur

les trois dispositifs, on note donc que le Chêne pédonculé a une croissance améliorée lorsqu'il est en mélange important avec le sessile. Ainsi, les bons résultats obtenus avec les lots mélangés sont uniquement la conséquence d'une meilleure croissance du Chêne pédonculé au sein du mélange.

Figure 3 **ACCROISSEMENT À 4 ANS EN FONCTION DE L'ESPÈCE ET DU TAUX DE MÉLANGE SUR LES TROIS DISPOSITIFS**
(intervalle de confiance au seuil de 5 %)

Pour chaque dispositif, les barres surmontées de lettres différentes sont significativement différentes au seuil de 5 %, en lettre minuscule au test de l'analyse de variance (test de Tukey), en majuscule au test de rang (test de Kruskal-Wallis)

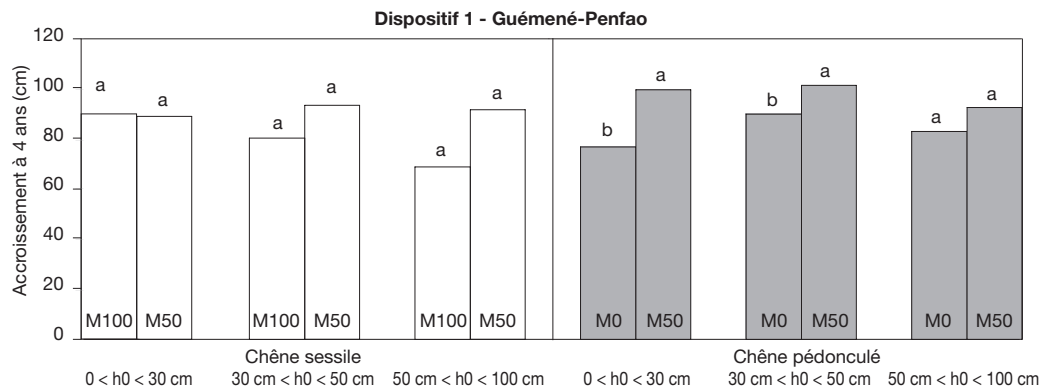


• Rôle de la hauteur initiale sur l'accroissement en hauteur sur 4 ans

La hauteur initiale moyenne des plants de Chêne pédonculé dépassait de 14 cm celle des Chênes sessiles (tableau VI, p. 309). Quatre ans après plantation, sur les trois dispositifs et pour trois classes de hauteur à la plantation, les accroissements des deux chênes sont comparés, selon qu'ils ont ou non poussé en mélange. La figure 4 (ci-dessous) montre les résultats relatifs au dispositif 1, ceux des dispositifs 2 et 3, non présentés, étant semblables.

Figure 4 **ACCROISSEMENT À 4 ANS EN FONCTION DE L'ESPÈCE, DU TAUX DE MÉLANGE ET DE LA CLASSE DE HAUTEUR INITIALE À LA PLANTATION**

Les barres surmontées de lettres différentes sont significativement différentes au seuil de 5 % au test de l'analyse de variance (test de Tukey)



L'accroissement en hauteur du Chêne pédonculé est plus important lorsqu'il croît en mélange, d'autant plus que la hauteur initiale des plants était faible. Ce phénomène n'apparaît nullement pour le Chêne sessile (aucune différence significative).

DISCUSSION

Dans un essai antérieur en pépinière (Génére et Le Bouler, 1996), préalable aux essais en plantation, le suivi de lots mélangés de Chênes sessile et pédonculé depuis le semis, dans des proportions connues, a permis d'identifier différents facteurs qui, de manière cumulative, risquent d'augmenter le pourcentage de Chêne pédonculé au détriment du sessile. Dans cet essai, la faculté germinative, le taux de levée par gland viable, la croissance en hauteur des plants étaient plus élevés pour le Chêne pédonculé que pour le sessile. Ce résultat semble en partie attribuable au poids plus élevé des glands de Chêne pédonculé. Si un tri dimensionnel des plants intervient préalablement à la commercialisation, il favorise également le Chêne pédonculé. Un autre essai de suivi de lots mélangés, homologue au précédent (non publié) mais conduit en deux ans avec dépivotage, donne des résultats similaires. Néanmoins, la différence de hauteur moyenne par espèce en sortie de pépinière étant atténuée, les risques de ségrégation par espèce lors du tri sont alors plus limités. Par ailleurs, il apparaît que, dans les deux essais en pépinière, le taux de mélange n'a eu aucune incidence sur la taille finale des plants de chaque espèce.

Les trois plantations étudiées dans cet article ont utilisé les plants de pépinière produits en un an (Génére et Le Bouler, 1996), sans aucun tri préalable. L'identification spécifique faite en sortie de pépinière indique une légère évolution entre les taux de mélange des glands semés et ceux des plants, en fin d'élevage en pépinière. Cette évolution est modérée en raison de l'absence de tri dimensionnel. Par ailleurs, le pourcentage d'erreur lié à l'identification spécifique est également faible, en raison de la reproductibilité testée et avérée de la méthode développée. Enfin, la mortalité des quatre premières années de plantation reste faible sur les trois dispositifs (inférieure à 10 %). Pour toutes ces raisons, les pourcentages initiaux de mélange n'ont pas été fortement modifiés, quatre ans après plantation.

En plantation, la proportion de Chêne pédonculé au sein des mélanges a également tendance à augmenter. En effet, cette espèce présente un taux de reprise et une croissance juvénile supérieurs à ceux de Chêne sessile, lorsqu'elle se trouve en situation de compétition interspécifique.

Sa survie est meilleure que celle du Chêne sessile, y compris sur des stations qui lui sont *a priori* moins favorables. Sur une station comme celle du dispositif 1 de Guéméné-Penfao, le Chêne pédonculé souffrirait des sécheresses estivales à l'âge adulte. Néanmoins, lors de la reprise en plantation, il paraît plus plastique et résiste mieux au stress hydrique que le Chêne sessile, en dépit du handicap d'une hauteur moyenne plus importante.

La cinétique de croissance des deux chênes est sensiblement la même sur les trois dispositifs. Les deux premières années, la croissance est très faible en raison de la crise de transplantation : cette dernière est plus longue et plus marquée à Guéméné-Penfao, où le déficit hydrique en saison de végétation est beaucoup plus important qu'à Peyrat-le-Château. Ensuite, la croissance en 3^e année est soutenue, puis plus faible en 4^e année. La sécheresse au cours de la période de croissance ayant été moins prononcée en 1998 qu'en 1997, c'est probablement la concurrence accrue entre les plants, liée à leur forte densité d'installation, qui devient le facteur limitant de la croissance des plants en 4^e année. Progressivement, le Chêne sessile (pur ou en mélange), dont les plants étaient plus petits à la plantation, rattrape et même dépasse le Chêne pédonculé, uniquement lorsque ce dernier pousse en peuplement pur ou presque pur (M0 ou M5). Ce résultat s'explique par une croissance annuelle moyenne plus soutenue, quels que soient le site et la station de plantation. Il faut

signaler que, dans les tests INRA de comparaison de provenances de Chêne sessile, l'origine Bercé se classe parmi les plus vigoureuses à 4 ans (Ducouso *et al.*, 1997).

Par contre, contrairement aux résultats de pépinière, une fois passée la crise de transplantation, la croissance du Chêne pédonculé n'est plus indépendante du taux de mélange. En mélange, elle est significativement supérieure à celle obtenue en lot pur, et même supérieure ou égale à celle du Chêne sessile à Guémené-Penfao. Nous avons vérifié que cette différence de cinétique de croissance n'était pas une conséquence de la différence de hauteur à la plantation entre les deux chênes. La figure 4 montre que, quelle que soit la classe de hauteur initiale des semis, les accroissements de Chêne pédonculé sont supérieurs dans le mélange. Dans nos conditions expérimentales, la croissance du Chêne pédonculé paraît donc optimale lorsqu'il est mélangé dans une proportion variant de 35 à 65 %. La croissance du Chêne sessile n'est, par contre, jamais modifiée de manière significative par le mélange. Il n'y a donc pas non plus de persistance d'une dominance entre les deux espèces établie lors de la première année de pépinière.

Cette différence de croissance du Chêne pédonculé en fonction du mélange est directement à l'origine des meilleures performances de croissance des lots mélangés (M35 à M65). Comme pour la survie, cette aptitude à être stimulée par le mélange avec le Chêne sessile s'exprime également sur des stations qui conviennent peu au Chêne pédonculé adulte. En effet, à l'âge adulte, celui-ci perd cette plasticité, devenant à la fois plus sensible à la sécheresse et à la concurrence que le sessile. Une telle différence de comportement des deux chênes entre le stade juvénile et le stade adulte a déjà été soulignée relativement à la résistance à l'ennoyage (Lévy *et al.*, 1986). Cette plasticité est probablement à relier au caractère pionnier du Chêne pédonculé, qui est cependant réputé ne s'exprimer qu'en situation de faible concurrence (Rameau, 1990) ; le Chêne pédonculé démontre aussi dans ces trois essais une bonne aptitude à la compétition interspécifique à un stade juvénile.

Le comportement des deux lots presque purs du dispositif de Peyrat-le-Château (M95 et M5) paraît assez proche du comportement des espèces pures, mais l'absence sur cet essai des lots purs ne permet cependant pas de l'affirmer. Un faible taux de mélange des deux chênes aurait alors des conséquences très limitées.

Ces trois plantations expérimentales mettent également en évidence le comportement original des lots mélangés, qui ne correspond pas à un comportement intermédiaire de celui des deux espèces de Chêne, pondéré par le taux de mélange. La survie moyenne des lots étudiés n'est pas égale à la moyenne de la survie des deux espèces en lots purs ; elle est globalement meilleure. Au sein des mélanges, la différence de taux de mortalité entre les deux essences est atténuée. De plus, la croissance en hauteur des lots mélangés est plus soutenue, car la croissance du Chêne pédonculé y est stimulée. Passée la crise de transplantation, leur croissance atteint ou dépasse celle des lots purs de Chêne sessile.

Cependant, ces résultats à 4 ans sont précoces. Ainsi, on peut se demander si cette stimulation de la croissance du Chêne pédonculé poussant en mélange, y compris sur des stations qui conviennent peu aux exigences du Chêne pédonculé adulte, sera durable. Si tel est le cas, il est probable que les premiers nettoisements, dépressages et les premières interventions sylvicoles tendront également à conserver proportionnellement plus de Chêne pédonculé que de Chêne sessile. Ce dernier aspect devra être approfondi ultérieurement.

CONCLUSIONS

La présence fréquente de quelques individus d'une espèce de Chêne dans une parcelle de l'autre espèce peut entraîner un léger mélange des deux, aussi bien dans les lots de glands récoltés, que dans les régénérations naturelles. En pépinière, la proportion relative de Chêne pédonculé dans un

M. GUIBERT - B. GÉNÉRÉ

lot de Chêne sessile a tendance à augmenter. L'analyse de ces trois plantations expérimentales révèle une tendance identique, dont les effets se cumulent aux précédents : le Chêne pédonculé démontre une meilleure aptitude à la reprise, qu'il associe à une croissance d'autant plus soutenue qu'il pousse mélangé à du Chêne sessile, y compris sur des stations qui lui conviendront peu à l'âge adulte. Ces essais montrent que le Chêne pédonculé trouve son optimum de croissance lorsqu'il est mélangé dans des proportions variant de 35 % à 65 %, ce qui correspond à des degrés importants de mélange ; ceux-ci sont vraisemblablement peu fréquents en plantation, compte tenu des précautions prises actuellement par les gestionnaires, lors des récoltes de glands en France.

Si l'on souhaite cultiver séparément les deux grands chênes indigènes, il convient donc d'être particulièrement attentif. Il est plus facile d'agir en amont que de gérer ensuite une régénération ou une plantation mélangée, particulièrement sur des stations qui ne conviennent pas à la culture du Chêne pédonculé adulte. Pour cela, le sylviculteur dispose de différentes techniques ; il peut éliminer une des deux espèces lors des éclaircies, pratiquer des régénérations plus progressives en Chêne sessile, pour limiter le pédonculé plus héliophile et il doit bien sûr sélectionner très rigoureusement les peuplements porte-graines. En pépinière, les tris dimensionnels devraient également être supprimés s'ils ne s'accompagnent pas d'une vérification des identités spécifiques.

Monique GUIBERT
Unité de Recherches
Ressources génétiques et Plants forestiers
CEMAGREF
Domaine des Barres
F-45290 NOGENT-SUR-VERNISSON

Benoît GÉNÉRÉ
DIRECTION RÉGIONALE
DE L'AGRICULTURE ET DE LA FORÊT
Cité administrative
F-76032 ROUEN CEDEX

Remerciements

Ces travaux ont été financés grâce au GIS "Variétés forestières améliorées". Nos remerciements iront tout particulièrement à Monsieur H. Le Bouler, responsable de la pépinière de Guéméné-Penfao, ainsi qu'à tout le personnel des deux pépinières expérimentales de Guéméné-Penfao et de Peyrat-le-Château, grâce auxquels ces dispositifs ont pu être installés, entretenus et mesurés.

BIBLIOGRAPHIE

- BACILIERI (R.), ROUSSEL (G.), DUCOUSSO (A.). — Hybridization and mating system in a mixed stand of sessile and pedunculate oak. — *Annales des Sciences forestières*, vol. 50, suppl. 1, 1993, pp. 122s-127s.
- BECKER (M.), LÉVY (G.). — Le Dépérissement du Chêne. Les causes écologiques. Exemple de la forêt de Tronçais et premières conclusions. — *Revue forestière française*, vol. XXXV, n° 5, 1983, pp. 341-356.
- BECKER (M.), LÉVY (G.). — Le Point sur l'écologie comparée du Chêne sessile et pédonculé. — *Revue forestière française*, vol. XLII, n° 2 spécial "Chêne sessile, Chêne pédonculé et Chêne rouge d'Amérique en forêt française", 1990, pp. 148-154.
- DUCOUSSO (A.), MICHAUD (H.), LUMARET (R.). — Reproduction and gene flow in the genus *Quercus* L.. — *Annales des Sciences forestières*, vol. 50, suppl. 1, 1993, pp. 91s-106s.
- DUCOUSSO (A.), BACILIERI (R.), DEMESURE (B.), DUMOLIN-LAPÈGUE (S.), KREMER (A.), PETIT (R.), ZANETTO (A.). — Structuration géographique de la diversité génétique chez les chênes à feuilles caduques européens. — *Bulletin technique de l'ONF*, n° 33, 1997, pp. 7-18.
- DUPOUEY (J.-L.), LE BOULER (H.). — Discrimination morphologique des glands de Chênes sessile (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.) et pédonculé (*Quercus robur* L.). — *Annales des Sciences forestières*, vol. 46, 1989, pp. 187-194.

- FERNANDEZ (R.). — Forest reproductive material of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) and sessile oak (*Quercus petraea* Matt. Liebl.) in France : problems and results. — *Annales des Sciences forestières*, vol. 50, suppl. 1, 1993, pp. 435s-438s.
- GÉNÉRÉ (B.), LE BOULER (H.). — Étude des performances en pépinière de lots de glands constitués d'un mélange variable en Chênes sessile et pédonculé. — *Revue forestière française*, vol. XLVIII, n° 1, 1996, pp. 21-30.
- GRANDJEAN (G.), SIGAUD (P.). — Contribution à la taxonomie et à l'écologie des chênes du Berry. — *Annales des Sciences forestières*, vol. 44, 1987, pp. 35-66.
- LÉVY (G.), BECKER (M.), GARREAU (B.). — Comportement expérimental de semis de Chêne pédonculé, Chêne sessile et Hêtre en présence d'une nappe d'eau dans le sol. — *Annales des Sciences forestières*, vol. 43, 1986, pp. 131-146.
- RAMEAU (J.-C.). — Comportement dynamique du Chêne pédonculé et du Chêne sessile dans les successions forestières. — *Revue forestière française*, vol. XLII, n° 2 spécial "Chêne sessile, Chêne pédonculé et Chêne rouge d'Amérique en forêt française", 1990, pp. 155-164.

ÉVALUATION EN JEUNES PLANTATIONS DE LOTS MÉLANGÉS DE CHÊNES SESSILE (*Quercus petraea*) ET PÉDONCULÉ (*Quercus robur*) (Résumé)

En France, la plantation séparée des Chênes pédonculé et sessile est recommandée ; ces deux espèces n'ont pas les mêmes exigences stationnelles et des sylvicultures différentes leur sont appliquées. Cependant, elles se rencontrent fréquemment en mélange et peuvent s'hybrider. À l'automne 1993, le Cemagref a réalisé des lots mélangés des deux espèces, en proportions connues, pour étudier l'évolution de leur composition spécifique en pépinière puis après plantation. Les résultats obtenus quatre ans après plantation sur trois sites sont analysés. Comme en pépinière, la proportion relative de Chêne pédonculé tend à augmenter au sein des mélanges au détriment du Chêne sessile. Le Chêne pédonculé allie un meilleur taux de survie à la reprise à une croissance stimulée par le mélange interspécifique. Ces résultats sont obtenus sur les trois stations étudiées, même en présence de sécheresse estivale.

EARLY ASSESSMENT OF MIXED SESSILE AND PEDUNCULATE STANDS AT 3 PLANTATION SITES IN FRANCE (Abstract)

In France, complete separation of *Quercus robur* and *Quercus petraea* is highly recommended ; their ecological needs are different and they are cultivated under distinct silvicultural systems. However, they often grow together and can even hybridise. Seed lots of one species may contain acorns of the other. In autumn 1993, Cemagref made up different mixed seed batches of the 2 species in known proportions to study the development of the combinations at the nursery stage and following plantation. The results 4 years after plantation on 3 sites are presented. Like in the nursery phase, the proportion of *Quercus robur* tends to increase in young stands. *Quercus robur* has a higher survival rate after replanting than *Quercus petraea* and its growth is enhanced when mixed with *Quercus petraea*. These results were obtained on all 3 sites, even at the site best suited to *Quercus petraea*, especially in the case of severe summer draught.
