

## Elevage de chênes greffés en conteneur pour un programme de croisements contrôlés

Guy Roussel<sup>1</sup>

« Le regard du jardinier, l'observation, bien qu'empirique, restent toujours d'actualité »

**Résumé :** *La pratique du greffage d'arbres forestiers sur le site Inra de Pierroton est une technique ancienne; elle date des années soixante sur le pin maritime. Nous avons réalisé des essais sur de nouvelles espèces étudiées en profitant du savoir-faire des équipes des centres Inra de Nancy et d'Orléans et nous avons déterminé les conditions favorables pour élaborer la technique décrite ci-dessous. A partir d'observations de la floraison sur des greffes de chênes nous avons mis au point une technique de croisement en conditions optimisées qui s'affranchit des contraintes telles que le travail avec un équipement lourd, une nacelle sur des arbres adultes (photo 1) ou les conditions météo défavorables etc. Nous présentons ici, la technique de greffage sur chêne, la technique d'élevage en conteneur, la technique de croisement.*

**Mots clefs :** chênes, croisements contrôlés, élevage en conteneurs, greffes, expression de la floraison



**Photo 1 :** *croisements avec nacelle  
(1990)*



**Photo 2 :** *Le parc de greffes en conteneur*

<sup>1</sup> UMR Biodiversité, gènes et communautés BIOGECO, Inra-Université Bordeaux I, Domaine de l'Hermitage  
69 route d'Arcachon 33612 CESTAS Cedex ✉ [Guy.Roussel@pierroton.inra.fr](mailto:Guy.Roussel@pierroton.inra.fr) ☎ 05 57 12 28 41  
✉ [Antoine.Kremer@pierroton.inra.fr](mailto:Antoine.Kremer@pierroton.inra.fr) ☎ 05 57 12 28 32

## Introduction

Au début des années 80, les croisements étaient réalisés sur des chênes adultes choisis pour leur accessibilité, leur fertilité, leur précocité. Par la suite, dans un but de conservation, nous avons réalisé des copies greffées de ces arbres. C'est à la suite d'observations de la floraison sur ces greffes que l'idée d'aller plus loin a germé ; en effet, au bout de 1 ou 2 ans de greffage, les greffes fleurissaient et produisaient des glands. Cela nous a décidé à poursuivre le suivi de cette expérience. En quelques années nous débutons le projet de mettre en place un parc à greffes en conteneur pour la réalisation de croisements contrôlés.

Depuis 1985 nous avons démarré au laboratoire d'amélioration et de génétique des arbres forestiers un programme de recherche sur les chênes blancs européens. Nous n'avons pas trop d'expérience sur les croisements contrôlés, sinon celle développée sur le pin maritime, au début des recherches forestières<sup>2</sup>. Nous nous sommes inspirés des techniques pratiquées sur d'autres espèces dans les équipes de recherche françaises des centres Inra d'Orléans, et de Nancy, aussi bien que dans des équipes étrangères en Allemagne et au Danemark. Nous présentons ici notre technique d'élevage en conteneur de chênes sous forme de greffes qui s'avère efficace et originale. En effet cette façon de procéder est innovante du moins pour le chêne et elle permet de réaliser des croisements contrôlés dans des conditions très favorables. Nous aborderons :

- la technique de greffage sur chênes
- la technique d'élevage en conteneur
- la technique de croisement

## 1. Matériel et méthodes

Le greffage consiste à récolter des rameaux de l'arbre que l'on veut cloner et à réaliser un tronçon de rameau pour le mettre en contact avec le cambium<sup>3</sup> d'un porte-greffe compatible. Après cicatrisation, le greffon démarre. Lors du démarrage de la végétation au printemps suivant, on supprime la partie aérienne, concurrente du greffon d'un porte-greffe. La greffe démarre alors une vie propre (cf. §1.3).

### 1.1. La période de greffage

Nous avons réalisé des greffes sur chênes aussi bien en période printanière qu'automnale. La période automnale semble plus favorable du fait, que l'on laisse probablement plus de temps aux deux individus (le greffon et le porte-greffe) de cicatriser durant l'automne et l'hiver. Habituellement la greffe se pratique fin septembre avant la chute des feuilles.

---

<sup>2</sup> Les techniques de croisement de greffage sur pin maritime ont été élaborées au début des recherches forestières en Aquitaine par les précurseurs Guinaudeau, Illy, Maugé puis Castaing J 1973, Vergeron P 1975.

<sup>3</sup> cambium : assise génératrice interne en voie de division, entre bois et liber

## 1.2. Le type de matériel végétal utilisé

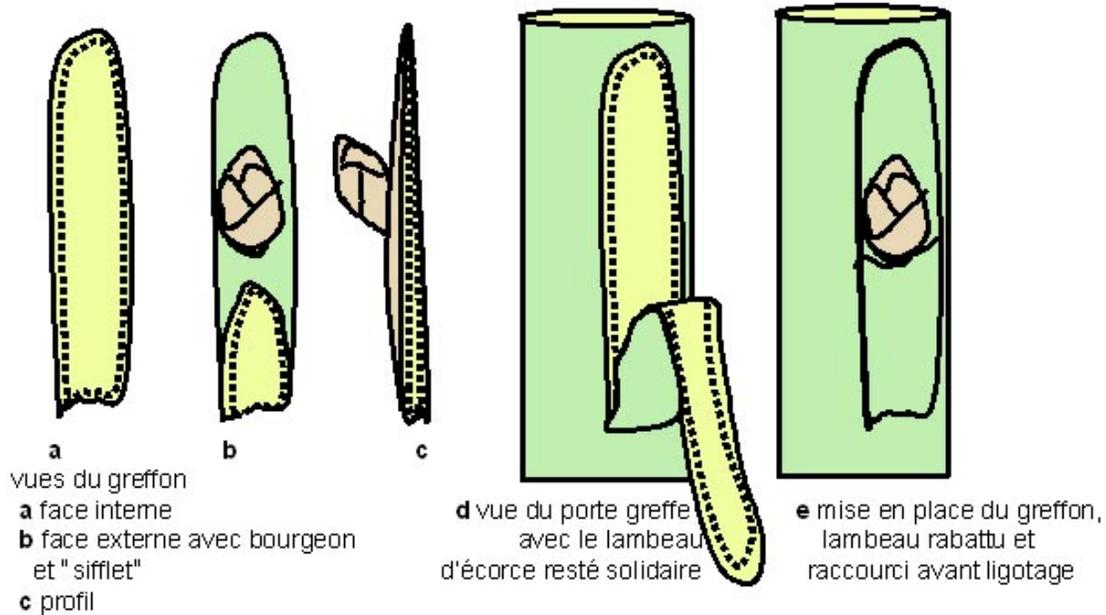
Le principe consiste à préparer tout d'abord des plants, futurs porte-greffes. Nous greffons aussi bien du chêne pédonculé que sessile, pubescent ou tauzin<sup>4</sup>, sur des porte-greffes<sup>5</sup> pédonculés vraisemblablement plus adaptés au milieu landais. Quelques jours avant le greffage nous récoltons les greffons en collectant des rameaux allongés l'année écoulée, sain et vigoureux. La difficulté est d'atteindre ce type de matériel sur des arbres de grande taille pour avoir un choix optimum ; cette récolte se fait au fusil ou à la fronde.

Les greffons sont récoltés le plus près possible de la période de greffage ; si le greffage n'est pas immédiat les greffons sont conservés à + 4° C et nous utilisons des sacs de confinement ou le paraffinage<sup>6</sup> pour en éviter le dessèchement.

## 1.3. La technique de greffage

Depuis les années 80, nous avons pratiqué sur des feuillus deux types de greffage :

- **oméga** : le greffon et le porte-grefe sont découpés au niveau du tronc à l'aide d'un couteau de forme oméga, puis embouti. Ces greffes ont posé beaucoup de problèmes, celui du rejet du greffon en particulier ; elles ont été abandonnées.
- **en sifflet** : traditionnellement pratiquée sur le pin, cette technique s'avère la plus adaptée. Elle est décrite ci-dessous et les coupes correspondantes reprises en **figure 1**.



**Figure 1 : Coupes réalisées dans le cas du greffage en sifflet**

<sup>4</sup> chêne pédonculé (*Quercus robur*), sessile (*Q. petraea*), pubescent (*Q. pubescens*), tauzin (*Q. pyrenaica*) : principaux chênes blancs européens

<sup>5</sup> porte-grefe : le porte-grefe assure la nutrition hydrique et minérale du greffon, c'est son système racinaire.

<sup>6</sup> paraffinage : les coupes des rameaux mis en conservation sont enduites de paraffine à chaud.

Le porte-greffe est élevé en pot de 4 litres dans des conditions de pépinière. Le diamètre de son tronc doit être compatible avec la taille des greffons. Le travail de greffage s'effectue à hauteur des yeux (sur un plan de travail adéquat). Le porte-greffe est préparé en dégageant les rameaux, les feuilles, les débris gênants de la zone choisie pour le greffage, et en réduisant la partie terminale du houppier. On laisse quelques rameaux du porte greffe appelés "tire-sève".

On "tire"<sup>7</sup> le greffon du rameau préalablement récolté à l'aide d'un greffoir bien aiguisé pour obtenir des coupes franches (sans arrachement) pour ne pas compromettre le "collage"<sup>8</sup>. Le tronçon du greffon, de 3 à 5 cm environ, comprend au minimum un bourgeon formé et sa coupe en sifflet<sup>9</sup>, tout cela est coupé d'un seul trait pour chaque face (**photos 3, 4**).

De la même manière, on procède à la coupe du porte-greffe en fonction des dimensions du greffon, le lambeau, découpé du haut vers le bas est laissé solidaire du tronc (**photos 5, 6**). Le greffon est appliqué sur la découpe mettant ainsi les zones cambiales (greffon porte-greffe) en contact. Le lambeau solidaire est rabattu sur le greffon sur la face externe du sifflet. Le tout est ligoté avec un lien en caoutchouc naturel, en élongation (**photo 7**). Le lien est fixé en coinçant son extrémité sous la dernière spire du ligotage. Chaque greffe est étiquetée. La zone de greffage est enduite de paraffine liquide à 50°C environ, au pinceau, pour réduire un dessèchement pendant la période de collage (**photo 8**).



**Photo 3**



**Photo 4**



**Photo 5**



**Photo 6**

*tirage du greffon*

*coupe sur porte greffe*

---

<sup>7</sup> tirer un greffon : découper à l'aide d'un greffoir le greffon en faisant courir la lame sur le rameau photos 3 et 4.

<sup>8</sup> le "collage" est la cicatrisation des tissus en contact réalisant la réussite du greffage.

<sup>9</sup> la coupe en sifflet : la base du greffon est coupé sur les deux faces ( figure 1 ) ; mise au point sur chêne par E. Bertocchi , Inra Pierroton.



**Photo 7 : Ligotage du greffon**



**Photo 8 : paraffinage**

### 1.5 Suivi du matériel greffé

- en entrant les greffes en serre froide durant l'hiver,
- en surveillant l'arrosage des pots,
- en assurant le sevrage<sup>10</sup> après débourrement<sup>11</sup> des greffons au printemps suivant (**photo 9**). Le sevrage est adapté en fonction de la vigueur du greffon, il sera plus ou moins rapide pour laisser au greffon le temps de prendre de la vigueur sans que les pousses du porte-greffe ne prennent le dessus.

La réussite du greffage pour certains clones demande parfois plusieurs campagnes.

### 1.6 Installation sur le terrain

En parallèle à l'élevage en conteneur, nous avons installé des greffes au champ dans un but conservatoire.



**Photo 9 : débournement du greffon au printemps**



**Photo 10 : cicatrice du greffage sur clone de 3 à 5 ans**

<sup>10</sup> sevrage : une fois que le greffon se développe, le sevrage consiste à favoriser son développement par l'élimination progressive des rameaux du porte-greffe.

<sup>11</sup> débournement : ouverture des bourgeons au printemps sur les espèces à feuilles caduques

## 2. Constitution d'un parc de greffes en conteneur

Lorsque nous avons commencé l'élevage des greffes en conteneur, nous ne pouvions pas préjuger des résultats, cette technique était en effet nouvelle. Nous avons rapidement fait appel à un expert de l'élevage en conteneur<sup>12</sup>, ainsi qu'un expert en arboriculture<sup>13</sup>.

La fructification sur une greffe en conteneur se met en place plus rapidement que sur un arbre ordinaire ; cette période peut être assez longue. Environ 20 ans sont généralement nécessaires pour que des arbres forestiers fructifient. Nous avons observé quelques glands à partir 5, 6 ans sur les descendants des croisements contrôlés, mais ceci n'est ni systématique, ni régulier. La greffe et le porte-greffe doivent être suffisamment développés pour assurer une bonne floraison et surtout pour alimenter la production de glands. Les greffes qui produisent aujourd'hui ont été greffées à partir de 1994 et mises en conteneur à partir de 1997. La mise à fruit régulière est fonction entre autres de l'espèce, de l'individu. En moyenne, la production a été significative 4 ans après greffage sur des greffes de chênes pédonculés et plus tard sur des greffes de chênes sessiles. L'élevage d'arbre en conteneur est délicat et demande beaucoup d'attention. Notre expérience nous permet de dégager quatre éléments particulièrement important pour cet élevage.

- Le délai de mise à fruit doit pouvoir être écourté en élevant la greffe dans des conditions de croissance et de fertilisation optimales le plus tôt possible, dès la prise de la greffe.
- Les greffes sont haubanées<sup>14</sup> dès qu'elles développent des branches vigoureuses pour éviter les tiges hautes qui ne sont pas favorables à la fructification, en particulier chez le chêne sessile.
- La surveillance de l'arrosage et de l'humidité du conteneur est essentielle, surtout en période printanières et estivale, la greffe peut être très rapidement en état de stress.

Une pratique reste à améliorer, au bout de 8 à 10 ans, les greffes sont à l'étroit dans les conteneurs et il faut pratiquer une fertilisation pour permettre la fructification tout en gardant une croissance limitée.



**Photo 11** : parc à greffes en conteneurs (Pierroton)



**photo 12** : rempotage d'une greffe

<sup>12</sup> François Beaugeard du centre Inra d'Angers

<sup>13</sup> Jean Marie Lespinasse du centre Inra de Bordeaux

<sup>14</sup> Le haubanage consiste à rabattre les branches les plus vigoureuses vers le sol à l'aide de cordon, de lest ou en les attachant entre elles, de manière à favoriser une croissance ramassée.

Chronologiquement les greffes installées en pot de 4 litres sont rempotées durant leur croissance dans des pots de 10 litres puis de 60 litres (**photos 11 et 12**). Chaque automne nous complétons la collection pour que chaque clone soit représenté sous forme de 2 à 4 copies soit autant de greffes. Nous fertilisons et arrosons tout au long de la saison de végétation les greffes installées à l'extérieur. Les greffes en conteneur ne sont rentrées en serre que durant la période de floraison pour la réalisation des plants de croisement.

Un des inconvénients de l'élevage en conteneur est l'instabilité de l'installation lors de coups de vent. Pour cela nous avons dû concevoir un système d'ancrage qui consiste à amarrer les greffes à environ 1,20 mètre du sol sur des câbles tendus entre des poteaux solidement scellés dans le sol.

## 2.1 Milieu d'élevage, engrais

Nous donnons dans les 2 tableaux suivants les composants du milieu d'élevage utilisé dans les conteneurs ainsi que le type d'engrais apporté durant la saison de végétation.

écorce	57%
terre	14%
tourbe	28%
pour 100 litre de milieu	30 cl de magnésie
	270 g de 3 x 15 (N,P,K)

**Tableau 1 :** *Composition du milieu d'élevage en conteneur*

16% d'azote (N), dont	2,1 nitrique	
	7,9 ammoniacal	
	6,0 de synthèse organique de l'isobutylidène diurée, dont	0,3 soluble à 20°C
		5,5 insoluble à 20°C mais soluble à 100°C
		0,2 insoluble à 100°C
7% d'anhydride phosphorique (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) soluble dans le citrate d'ammonium neutre, dont 5,0 soluble dans l'eau		
15% d'oxyde de potassium (K <sub>2</sub> O) soluble dans l'eau		
22% d'anhydride sulfurique (SO <sub>3</sub> ) total, dont 18 soluble dans l'eau		

**Tableau 2 :** *Engrais NFU 42001 NPK contenant de l'isobutylidène diurée et du soufre,*

Actuellement nous faisons un apport de 3 fois 35 grammes d'engrais par conteneur durant la saison de végétation. Nous allons essayer de limiter l'apport d'azote dans le but de limiter la croissance végétative, sans limiter la fructification sur les conseils de François Beaujard.

## 2.2 Rythme d'arrosage

Nous avons installé dans chaque conteneur un asperseur qui délivre deux arrosages de 5 mn par jour, en période de végétation et dont le débit est d'environ 12 litres /heures. En hiver, les conteneurs ne sont pas arrosés mais soumis à la pluviométrie. L'inconvénient prévisible du conteneur est qu'avec le développement racinaire le milieu ne retient plus l'eau ou fait mèche. En 2007 nous avons complété l'installation par des coupelles de rétention pour pallier à cet inconvénient, alors que les étés précédents nous devions saturer les pots en eau au jet.

### 3. Techniques de croisement

Grâce aux mises au point techniques présentées plus haut, nous avons obtenu au bout de quelques années des fructifications régulières et abondantes. De plus cette stratégie a apporté des avantages techniques très appréciables dans la pratique des croisements :

- Sur le plan de l'ergonomie et des conditions de travail : le travail s'effectue à hauteur d'homme, nous économisons des heures de nacelle (d'où l'autonomie du manipulateur). Nous évitons les déplacements dans les différents sites (Arcachon, Orléans, Lesparre, Cestas...).

- Le travail s'effectue en serre en période de floraison, d'où une optimisation des conditions de floraison. Nous savons que l'isolement des rameaux lors de l'empochage sur adultes permet la préservation de la floraison, lors de printemps aux conditions météo défavorables. Avec le passage en serre, les conditions sont proches de l'idéal. L'expression de la floraison se fait sans risque de chute brutale de la température, de pluie continue, de vent...

- Pour réaliser les croisements nous empochons<sup>15</sup> la totalité de la greffe avec du polyester non-tissé<sup>16</sup> horticole lors de l'entrée en serre (**photos 13, 14**). Les sacs réalisés par agrafage occupent environ de 1 à 3 mètres cube chacun. L'isolateur de polyester permet la canalisation, la dispersion du flux de pollen injecté à l'aide du système à deux voies (Roussel 1999) sur la greffe. C'est aussi une barrière suffisante au flux éventuel de pollen exogène. Ceci est vérifié par les analyses des glands issus des croisements par la technique de biologie moléculaire des microsatellites<sup>17</sup>.

- L'autonomie du manipulateur et l'économie du pollen permettent la multiplication des injections, nous sommes passés de 2 à 3 injections de pollen à 4 à 7 injections en repassant tous les 2 jours.

- La surveillance sanitaire donne des productions de meilleure qualité que celles d'arbres adultes en forêt (nous effectuons des traitements printaniers et estivaux contre le puceron, le balanin<sup>18</sup>).

Depuis 2001 nous réalisons des croisements sur les greffes obtenues à partir des arbres adultes sélectionnés de 1991 à aujourd'hui et conservés, au fur et à mesure des récoltes de greffons en parc à greffe. Ceci concerne au total une cinquantaine de clones représentés par 2 à 5 copies en conteneurs pour les croisements, et au champ dans un but conservatoire.

NB. Nous utilisons aussi les greffes au champ pour les croisements. En 2007 elles ont été très utiles pour la production de pollen.

### 4. Suivi de la fructification durant l'été, récolte des glands

Aujourd'hui avec l'élevage en conteneur, nous contrôlons mieux la nutrition des greffes (arrosage, fertilisation). Nous nous sommes aperçus que le balanin<sup>18</sup> et le ciboria<sup>19</sup> peuvent condamner une campagne en infestant massivement les glands. Nous ne pouvons pas laisser les

---

<sup>15</sup> empocher : on isole l'ensemble de la greffe à l'aide d'un sac réalisé sur place aux dimensions de la greffe.

<sup>16</sup> Lutrasil 30g 10x2 m voile non tissé, établissement Puteaux.

<sup>17</sup> microsatellites : technique de biologie moléculaire utilisant des séquences répétées du le génome permettant de ségréger les individus dans une descendance. Cette dernière technique est plus performante que les isozymes anciennement pratiquée dans le laboratoire de génétique ( Zanetto 1989, Bacilieri 1993, Zanetto 1994)

<sup>18</sup> balanin : coléoptère parasite du gland (Balachoswsky, 1963).

<sup>19</sup> ciboria : champignon pouvant infester le gland, la cueillette sur l'arbre des glands semble retarder son infestation (Delatour C. et Morelet M., 1979. « La pourriture noire des glands », Claudine Muller et Marc Bonnet-Masimbert 1984)

greffes empochées. En 2003, nous avons fait des traitements préventifs avec un insecticide (alphaméthrine) qui ont donné une récolte sans attaque de balanin, alors qu'autour pour une glandée exceptionnelle nous observions des infestations massives (supérieure à 50 %).

La récolte est faite en fonction de la maturité des glands fin septembre, octobre. Le but est de récolter avant que les glands ne se détachent de la cupule tout en étant suffisamment matures.

Les comptages effectués dans les poches récoltées avant 2002 (sur arbre adulte où l'empochage reste en place jusqu'à la récolte) nous ont permis d'observer que de nombreuses inflorescences avortent, aussi bien en période printanière qu'en période de développement du gland.



**Photo 13 :** greffes empochées en serre (2004)



**Photo 14 :** manipulation d'une greffe empochée

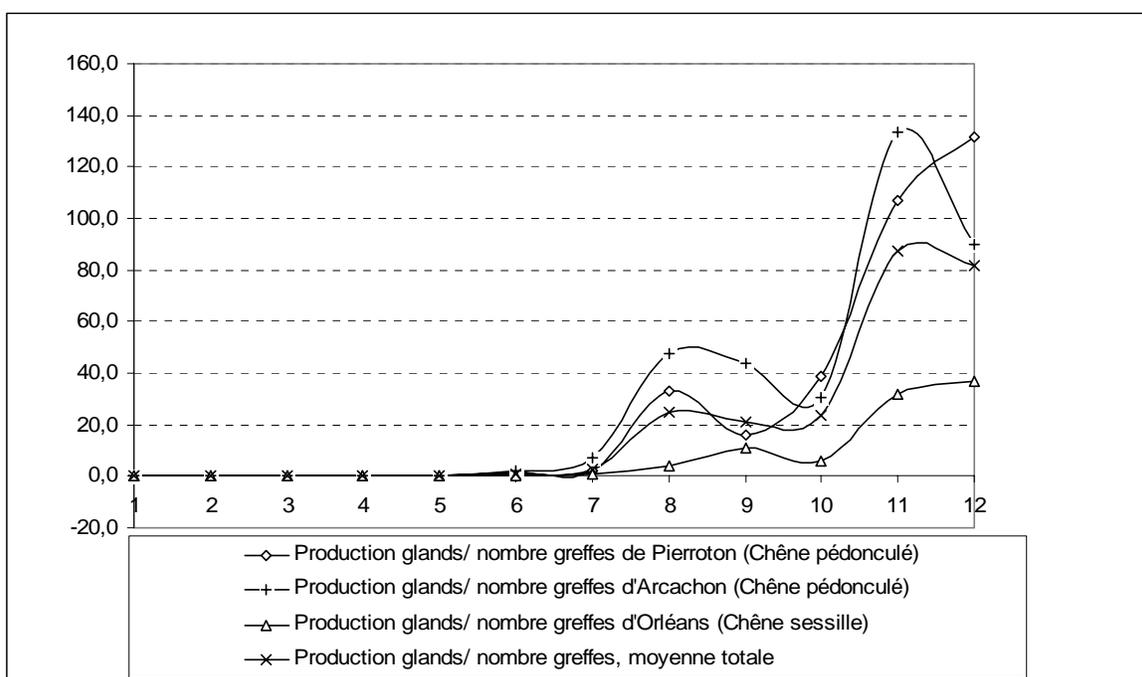
## 5. Présentation des productions de glands

Dans les **tableaux 3, 4, 5** et le **graphique 1** ci-dessous nous reprenons la plupart des productions obtenues lors des croisements sur arbres adultes ainsi que dans le parc à greffes. La totalité de la production des greffes, qui ne rivalise pas évidemment avec celle d'un arbre adulte, conduit à un rapport volume houppier/production étonnamment favorable. Cette production est très appréciable du fait de la souplesse et de l'autonomie que permet cette technique. Nous constatons également que la production des croisements semble à la traîne, nous l'expliquons par deux observations. L'effectif des greffes utilisées pour les croisements est faible. Nous pratiquons actuellement en grande partie des croisements entre espèces différentes, moins efficaces du fait de possibles incompatibilités entre espèces.

Les effectifs nécessaires aux études génétiques, écologiques, ... de l'unité sont atteints grâce au cumul des années de croisements.

années de comptage	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	moyenne	2003	2004	2005	2006	moyenne
<b>glands/ nombre greffes</b>	sur toutes les greffes du parc (les greffes non croisées ont recus le pollen extérieur)									sur les greffes des croisements contrôlés				
site d'origine, espèce														
Pierroton, Chêne pédonculé	1,6	2,2	32,8	15,9	38,8	106,8	131,7	<b>47,1</b>		39,0	23,0	105,8	116,4	<b>71,1</b>
Arcachon, Chêne pédonculé	0,3	2,1	6,9	47,6	43,5	30,5	133,3	89,7	<b>44,3</b>	22,6	26,8	87,3	40,3	<b>44,2</b>
Orléans, Chênes sessiles	0,2	0,7	4,0	11,2	5,8	31,9	36,7	<b>12,9</b>		5,8	6,2	13,9	13,1	<b>9,7</b>
moyenne année	0,1	1,0	2,8	24,9	20,8	23,3	87,5	81,8	<b>30,3</b>	15,4	15,0	40,3	36,5	<b>26,8</b>

**Tableau 3 :** Production de glands sur le nombre de greffe en conteneur, sur toutes les greffes du parc, sur les greffes des croisements contrôlés. Les greffes sont regroupées par site d'origine



**Graphique 1 :** Relevé des productions de glands des greffes en conteneur sur la période 1995-2006. (Les courbes ne tiennent pas compte de l'âge des greffes qui entrent dans le parc au fur et à mesure de leur réussite).

type de croisement, chênes blancs européens		1987	1988	1989	1990	1991	1992	1994	1995	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	
intra	pédonculé	705		463	87		2920								516	270	183	272	21	
	pubescent				11															
	sessille				102								339	75	65	40	96	277	247	
	tauzin	714																60	1	
inter	pédonculé x pubescent	265			46		1													
	pédonculé x sessille				145			234	33	394	293	544					300	712	9	
	pédonculé x tauzin				222															
	pubescent x pédonculé	24			3															
	pubescent x tauzin				5														67	
	sessille x pubescent	113			91															
	sessille x pédonculé	25			23								5	54	192				25	
	sessille x tauzin				12															
	tauzin x pubescent	425																		
	tauzin x pédonculé	466																	103	
tauzin x sessille	128																	68		
<b>polycross, mélange</b>																			1338	
cumul annuel glands intra		1419		463	200		2920						339	75	581	310	279	609	269	
cumul annuel glands inter		1446			547		1	234	33	394	293	544	5	54	192		300	975	14	
journée de nacelle		?	castration	?	?	12	12	12	12	12	12	12	6	6	1	1	1	3.5	4.5	
nbre journée en serre														3	6	6	6	4	4.5	

**Tableau 4 :** Cumul de la production annuelle de glands en fonction du type de croisement et évaluation a posteriori des heures utilisées en nacelle ou en travaux de serre. Lors des premiers croisements nous pratiquions la castration<sup>20</sup> des inflorescences mâles, ce qui allongeait le temps passé dans la nacelle.

	nombre	heures	glands obtenus	volume	volume /
année	glands	du chantier	par heure de travail	ensaché	temps de travail litre / heure
1997	394	122	3	23 250 litres	191
2003	310	29	10	13 200 litres	455

chiffrage a posteriori = approximatif

**Tableau 5** Comparatif du rendement des croisements sur arbre adulte et sur greffe en serre

## Conclusion

Lorsque nous avons commencé cette démarche nous n'imaginions pas mettre sur pied un système cohérent de production de graines. Ce parc permet pourtant aujourd'hui la production précoce de glands à partir de collections de clones. Le processus de fructification a été optimisé et cela dans un délai raisonnable pour peu que l'objectif justifie l'investissement nécessaire. Nous pensons que cette démarche, moyennant des adaptations, est applicable à d'autres espèces dont la multiplication sexuelle est récalcitrante ou très tardive.

Nous ne savons pas comment ce parc va se comporter sur les 10 années à venir et surtout au-delà, mais il a rempli son objectif et les collections de greffes sont dupliquées au champ.

<sup>20</sup> La castration consiste au moment de l'ouverture du bourgeon, à couper les inflorescences mâles qui se déploient en premier lors de l'ouverture du bourgeon. Cette intervention est tardive et longue à pratiquer, nous l'avons abandonnée car nous constatons de nombreuses pollutions polliniques (Zanetto A, 1998).

## Remerciements

Cette mise au point n'aurait pas pu être réalisée sans le soutien et l'encouragement d'Antoine Kremer, directeur du laboratoire de génétique, sans les conseils avisés d'experts toujours présents de l'élevage en conteneur et de la conduite de verger, François Beugeard et Jean-Marie Lespinasse, sans l'expérience de greffeurs confirmés Mimi Bertocchi, Jean-Marc Louvet, sans le suivi et la technicité de l'unité expérimentale de la station de Pierroton et plus spécialement des pépiniéristes Bernard Montoussé, Laurent Salera et Olivier Lagardère, sans compter les nombreux « coups de main » des collègues et stagiaires lors des campagnes de croisements.

## Bibliographie

- Bacilieri R, Roussel G, an Ducouso A, 1993. Hybridization and mating system in a mixed stand of sessile and pedunculate oak. *Ann Sci For* 50:122s-127s.
- Balachoswsky, 1963. Traité d'Entomologie t. 1, vol. 2. Phytophagoidea curculionidae
- Beaujard F., Galopin G., 1999. Nouvelles perspectives en multiplication végétative : formation et exploitation de micropieds-mères. *PHM /revue horticole/*, 400, 64-69.
- Beaujard F., Haricot S., Rasamison V., Guisnel R., 2001. Rationalisation de la production des microboutures chez /*Forsythia*/ x /*intermedia*/ (Oléacées) : Conduite et nutrition minérale des pieds-mères ; évaluation des plants produits à l'issue d'une saison de végétation. Comptendu du Groupe de la Ste Catherine - Orleans - 1999, Ed.M.Verger, /(Texte intégral - CD-rom/)
- Beaujard F., Sigogne M., 2002. Variation du débourrement et de la production des boutures chez les micropieds mère de *Forsythia* selon les nutritions minérales appliquées en automne et au printemps. Séminaire "Biologie hivernale". Groupe d'Etude de l'Arbre, mars 2002.
- Lespinasse, J.M., 1977. INVUFLEC Institut National de Vulgarisation pour les Fruits, Légumes et Champignons, Paris (FRA) La conduite du pommier
- Lespinasse, J.M., 1980. CTIFL Centre Technique Interprofessionnel des Fruits et Légumes, Paris (FRA) La conduite du pommier. 2ème partie
- Lespinasse, Y. (pres.) ISHS International Society for Horticultural Science, 21. International Horticultural Congress. Section fruits; Hamburg (DEU); 1982/08/29-1982/09/04 Wageningen (NLD)
- Lespinasse, J.M., Leterme, E., 2005. Inra Bordeaux De la taille à la conduite des arbres fruitiers, *Editions du Rouergue, Rodez (FRA)*
- Muller C. et Bonnet Masimbert M., 1984. « La conservation des glands, bilan des essais menés entre 1976 et 1982 »
- Roussel G., 1999. Injecteur de pollen à deux voies et à air reconstitué, *Le cahier des techniques de l'Inra (42) : 3-8.*
- Roussel G., 2002 Cahier technique pollinisation chênes européens, (<http://www.pierroton.inra.fr/biogeneco/genetique/documents/pollinisation.pdf>)

Roussel G., 2004. Validation des techniques de croisements contrôlés mises au point, à l'aide des microsattellites (document interne)

Roussel G., 2005. \*Bouturage chênes \*Conservation du pollen de chêne \* Croisements contrôlés chez les chênes \* Germination et viabilité du pollen de chêne \* Récolte pollen chêne \* Suivi fructification et récolte des glands croisements chênes \* Techniques de greffage chez les chênes \* Traitement des glands issus de récolte massive en forêt \* Production et conservation du pollen de pin, préparation isolateurs et injecteurs \* Germination du pollen de pin maritime (*document Assurance Qualité Recherche*)

Vergeron P, 1975 Dispersion du pollen de pin maritime dans le massif forestier landais thèse université de Bordeaux

Zanetto A, Kremer A, and Labbé T, 1993. Difference, genetic variation based on isozymes of primary and secondary metabolism in *Quercus petraea*. *Ann Sci* . 50:245s-252s.

Zanetto A, Roussel G, and Kremer A, 1994. Geograp variation of interspecific differentiation between *Qercus robur* L. and *Quercus petraea* (Matt.) Liebl. *For G et I*:111-123.

Zanetto A, 1989. Polymorphisme enzymatique du chêne sessile (*Quercus petraea* (Matt.) Llebl.) en France. France: Mémoire de DEA, Université de Pau et des Pays de l'Adour.

Zanetto A, 1998. Structuration de la diversité allozymique dans le complexe des chênes blancs européens : *Quercus petraea* (Matt.) Liebl. et *Quercus robur* L. Université de Paris XI, Orsay, 122 pages



**Photo 15** : belle glandée sur greffe de chêne sessile en conteneur (2007)

