

Régénérer la suberaie des Maures ?

par Louis AMANDIER

La suberaie des Maures dans le Var (France) est une forêt vieillissante et peu productive. La question de sa régénération est une préoccupation majeure pour les forestiers qui souhaitent maintenir des suberaies dans ce massif, voire en tirer une ressource économique sur le long terme, grâce à la récolte de liège. Malgré les difficultés de régénération par semis, l'expérience acquise par le Centre régional de la propriété forestière avec l'aide de ses partenaires locaux, permet de proposer d'autres itinéraires techniques assez efficaces.

Un diagnostic bien posé : la suberaie vieillit, la régénération est insuffisante

Les suberaies varoises présentent un déséquilibre démographique par rapport au modèle théorique de la futaie jardinée, et notamment une carence en jeunes arbres (moins de 40 ans) pour le moins inquiétante (IFN, 1999).

Se pose donc avec acuité la question de savoir comment régénérer ces suberaies : régénération naturelle ou plantation ? Chaque méthode comporte ses avantages et ses inconvénients (Cf. Tab. I).

Le CRPF (Centre régional de la propriété forestière) et ses partenaires locaux (ASL «Suberaie Varoise», SIVOM...) se préoccupent du devenir des suberaies, et notamment de leur régénération, depuis plus de 20 ans.

Quelques essais ont été installés dans les Maures (Cf. Fig. 1) avec la collaboration de propriétaires forestiers volontaires en fonction des opportunités de financement. L'ancienneté de certains sites permet aujourd'hui d'obtenir quelques résultats transférables, pour orienter la gestion des espaces favorables à la suberaie.

	Avantages	Inconvénients
Régé. naturelle	<ul style="list-style-type: none"> Moindre coût (si intégré dans une réhabilitation). Facilité d'obtention suite à des travaux ou incendies. Rapidité de croissance des rejets. 	<ul style="list-style-type: none"> Reproduit à l'identique les génotypes des arbres souches par rejets ou drageons. <p>(NB. Pas ou très peu de régénération naturelle par semis dans les Maures → pas de « brassage génétique »).</p>
Plantation	<ul style="list-style-type: none"> Contrôle de la densité. Possibilité d'augmenter la variabilité génétique (meilleure adaptation aux changements environnementaux par introduction de MFR de provenances « méridionales »). 	<ul style="list-style-type: none"> Coût élevé. Contraintes de topographie et de sols. Danger de la concurrence des herbacées et du maquis. Plagiotropie mal maîtrisée.

Tab. I :
Régénération naturelle
ou plantations :
avantages
et inconvénients.

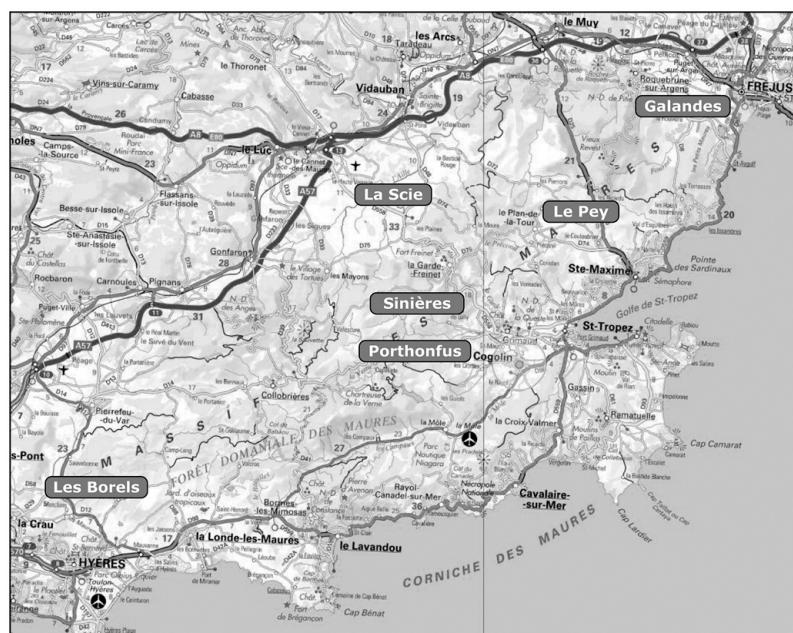
La régénération assistée par plantation

Bilan des plantations antérieures

Le CRPF avec l'aide d'une stagiaire (Amandine DURAND, 2002) avait effectué un bilan des quelques essais récents menés dans les Maures par divers techniciens (SIVOM, ASL, etc.).

Ces plantations récentes (2002) montrent une mauvaise croissance, se manifestant par un port rampant, une difficulté d'établissement de la dominance apicale (plagiotropie)... et, corrélativement, une

Fig. 1 :
Situation des placettes
CRPF Chêne-liège dans
les Maures.



forte mortalité liée à la concurrence du maquis qui parvient aisément à surcimer ces plants rampants. Il a alors été décidé d'étudier sur des essais dédiés, les facteurs influençant la reprise et la croissance, ainsi que le problème de la plagiotropie juvénile.

Liste des modalités expérimentées

Diverses modalités ont été expérimentées sur différents sites, au gré des disponibilités de financement (Cf. Tab. II), avec une qualité de réalisation inégale (voir plus bas) :

– Le MFR (matériel forestier de reproduction) : semis ou plantation ; origines génétiques ; types de plants (nature et volume de conteneurs...) ; mycorhization.

– La préparation des potets et la plantation sensu stricto : intensité du travail du sol ; fertilisation ; mulch, compost, BRF (bois raméal fragmenté) ; collet enterré.

– Les accessoires de plantation : paillages ; tubes, gaines, ombrières.

– L'accompagnement par une essence associée.

Toutes les mesures effectuées sont stockées dans la base « placettes » du CRPF sur 4D™. Les données quantitatives sont traitées par ANOVA dans un logiciel spécialisé (XLSTAT), selon des test de comparaison de moyennes très « classiques ». En revanche, pour la reprise des plants et son corollaire, la mortalité, nous avons préféré utiliser un calcul direct de probabilité à partir de tableaux de contingence (test exact de Fisher), calcul qui a été programmé dans la base de données.

Résultats obtenus

Semis ou plantation ?

Les (rares) essais du CRPF dans ce domaine ont été des échecs quasi complets, malgré la protection locale par grillages anti-rongeurs et le choix de glands « tardifs » (les précoces étant réputés stériles).

Remarque : les glands utilisés n'étaient pas « pré-germés ». Un modeste essai de semis de glands pré-germés avait été entrepris en Corse (Sartenais) dans les années 1980 (AMANDIER et JOLICLERCQ) avec un bon succès... mais très rapidement les sangliers ont complètement détruit ce petit boisement non protégé.

La question des provenances

Il est de la plus haute importance, compte tenu des évolutions climatiques en cours, d'anticiper les difficultés dans l'adaptation des essences à ces nouvelles conditions. Le choix de provenances « méridionales », du sud de l'aire de répartition du chêne-liège pourrait apporter une solution.

Dans les années 1990, un programme européen dit EUFORGEN, a permis l'installation de plantations comparatives de provenances dans divers pays. Pour la France, l'essai a été installé dans la vallée de la Môle. Il est suivi par l'Office national des forêts (ONF). Les gestionnaires sont dans l'attente des résultats de la recherche.

Les essais du CRPF dans ce domaine sont très limités et doivent être relativisés. La légère supériorité statistique des plants de Catalogne à Galandes ne peut être ainsi raisonnablement validée, car les plants ne bénéficiaient pas de conditions d'élevage homogènes.

Types de plants à La Scie

Les conteneurs antichignons MW (issus de la collaboration entre l'Institut méditerranéen du liège de Vivès et la pépinière des Milles) et les plants jeunes montrent leur supériorité, tant pour la reprise — les plus gros godets étant les plus performants — que pour le résultat de la croissance au bout de 19 ans (Cf. Tab. III).

Mycorhization avec pisolithes aux Sinières

La mycorhization par des pisolithes (*Pisolithus tinctorius*) est connue pour ses bons résultats en pépinière. Voyons si cet avantage perdure sur le terrain (Cf. Tab. IV).

Ci-contre, de haut en bas :

Tab. III :

La Scie : présentation synthétique des résultats de mortalité et de croissance.

Tab. IV :

Les Sinières : présentation synthétique des résultats de mortalité et de croissance.

Tab. V :

Porthonfus : mortalité et croissance / techniques de plantation.

Tab. VI :

Galandes : mortalité et croissance / techniques de plantation.

Sites	Objectifs	Installation
Le-Cannet-des-Maures (<i>La Scie</i>)	Accessoires de plantation Types de plants Accompagnement	1996
Cogolin (<i>Porthonfus</i>)	Travail du sol Accessoires de plantation Plagiotropie	2005
La-Garde-Freinet (<i>Les Sinières</i>)	Origines des plants, inoculation Pisolithes	2004
Roquebrune-sur-Argens (<i>Galandes</i>)	Travail du sol Accessoires de plantation Accompagnement Plagiotropie	2006

On note un léger avantage pour les plants inoculés des Pyrénées-Orientales ; pas de différences significatives sur la croissance au bout de 7 ans.

Tab. II :
Régénération assistée par plantation : sites expérimentaux du CRPF PACA.

Techniques de plantation à Porthonfus

Le tableau V montre qu'il n'y pas de différences significatives sur la reprise, malgré des modalités assez « contrastées ».

Pour la croissance : supériorité des collets enterrés et des très gros potets. Attention la modalité « arrosage » n'a pas été vraiment mise en œuvre (—> = témoin).

Modalités / 19 ans	Survie	Groupes stat.	Hauteur m	Groupes stat.
Conteneur MW 800 cc IML	93%	A	5,19	A
Conteneur MW 600 cc IML	76%	B	4,98	A
Clémendot 1 an (témoin)	73%	B	4,01	B
Clémendot 2 ans	53%	C	3,97	B

Modalités / 7 ans	Survie	Groupes stat.	Hauteur m	Groupes stat.
Chêne-liège Var témoin	98%	A	2,01	A
Chêne-liège Var + pisolithe	99%	A	1,97	A
Chêne-liège PO + pisolithe	97%	A	2,03	A
Chêne-liège PO témoin	82%	B	2,21	A

Modalités / 8 ans	Survie	Groupes stat.	Hauteur m	Groupes stat.
Collets enterrés 10 cm à la plantation	61%	A	1,26	A
Très gros potets pelle mécanique	69%	A	0,95	B
Fertilisation PK 100 u + Chaulage	60%	A	0,75	B
Fertilisation PK 100 unités	69%	A	0,90	B
Témoin riprage croisé	70%	A	0,58	C
Un arrosage pendant l'été	70%	A	0,54	C

Modalités / 5 ans	Survie	Groupes stat.	Hauteur m	Groupes stat.
Plants Maures fertilisation Ca PK	94%	A	0,79	A
Plants Maures potet compost	81%	B	0,75	B
Plants Maures témoin	86%	B	0,65	C
Plants Maures paillage BRF	63%	C	0,60	B
Plants Maures sur très gros potets	64%	C	0,56	C

Modalités / 8 ans	Survie	Groupes stat.			Hauteur m	Groupes stat.		
Paillage par mulch de compost	68%		B	C	0,86	A		
Abri-serre Tubex™ de 60 cm	73%		B	C	0,84	A		
Grillage grosse maille anti-lapin 60 cm	86%	A			0,77	A	B	
Gaine-abri climatic™ 120 cm	85%	A			0,73	A	B	C
Paillage par dalle isoplant 50x50	65%			C	0,63	B	C	
Témoin	68%			C	0,58	C		
Gaine-abri climatic™ 60 cm	78%	A	B		0,55	C		
Ombrières côté sud	75%		B	C	0,35			D

Modalités / 5 ans	Survie	Groupes stat.			Hauteur m	Groupes stat.		
Plants Maures avec tubex 120	87%		B	C	1,22	A		
Plants Maures avec gaine souple 60	94%	A	B		1,10	A	B	
Plants Maures avec tubex 60	96%	A			1,07	B		
Plants Maures avec gaine-abri 120	98%	A			1,05	B		
Plants Maures avec ombrière	96%	A			0,97	B		
Plants Maures avec paillage biodalle	83%		B	C	0,82	C		
Plants Maures témoin	86%		B	C	0,65		D	

Tab. VII (en haut) :

Porthonfus : mortalité et croissance / accessoires de plantation.

Tab. VIII (ci-dessus) :

Galandes : mortalité et croissance / accessoires de plantation.

Techniques de plantation à Galandes

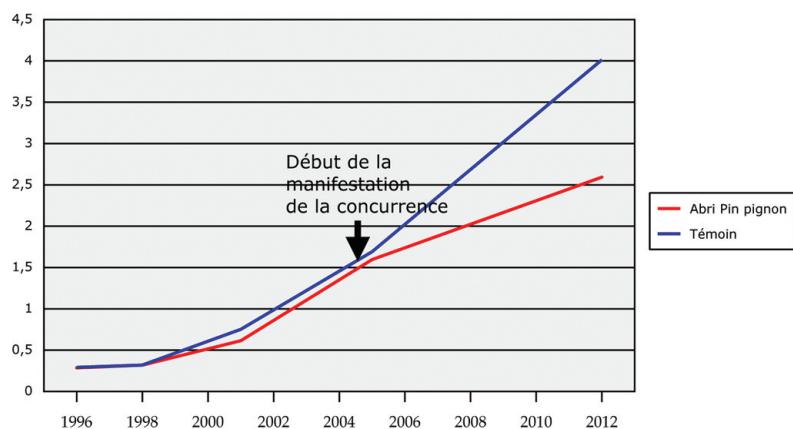
Les modalités avec fertilisation modérée et compost montrent ici une légère supériorité pour la croissance et même pour la reprise (Cf. Tab. VI)... Attention cependant aux nombreux regarnis qui peuvent perturber cette statistique.

Accessoires de plantation à Porthonfus

A Porthonfus, les ombrières disposées au sud des plants n'ont pas eu d'effet favorable. Gaines de 60 cm et dalles isoplant™ n'ont rien apporté par rapport aux témoins (Cf. Tab. VII). Il en est de même des gaines climatic™ de 120 cm, bien qu'elles produisent des performances voisines de celles des simples gaines anti-lapin de 60 cm. Les accessoires les plus performants sont ici les tubex™ de 120 cm, mais ils ne se distinguent que très peu des gaines climatic™ de 120 cm et des gaines anti-lapin.

Fig. 2 :

Effet d'une plantation d'accompagnement sur chêne-liège à La Scie.



Accessoires de plantation à Galandes

A Galandes, quatre grands groupes de résultats (Cf. Tab. VIII) :

– le témoin est inférieur aux autres modalités,

– le paillage biodalle™ lui est significativement supérieur,

– les ombrières, gaines-abris climatic™ de 120, tubex™ de 60 cm et gaines souples de 60 cm forment un autre groupe homogène aux performances supérieures aux précédentes,

– les tubex™ de 120 cm donnent la meilleure performance, supérieure aux autres.

Essence d'accompagnement sur les sites de La Scie et de Galandes

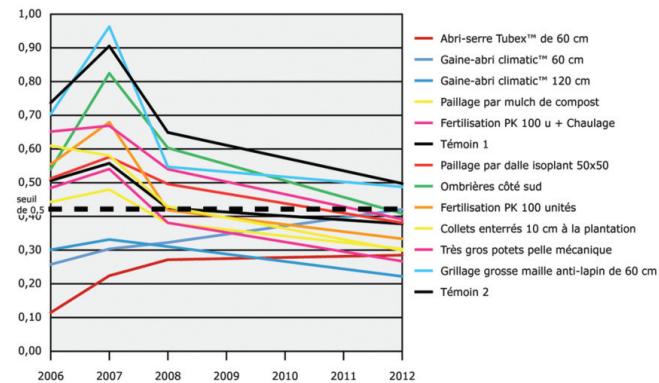
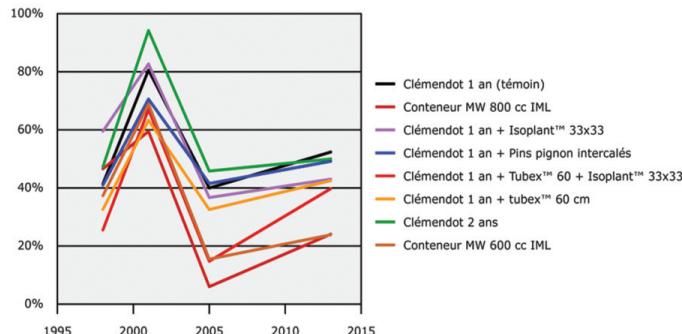
Dans les deux cas, les chênes-lièges avec accompagnement de pin pignon ou d'eucalyptus, ont significativement moins poussé que les témoins, et ce, depuis le début de l'expérimentation.

À La Scie, actuellement, les pins dominent largement les chênes en sous-étage, ce qui n'est pas le cas à Galandes où les eucalyptus sont encore petits et éloignés (densité plus faible).

A la Scie, les arbres d'accompagnement (pins pignons) ont été plantés bien plus proches des chênes, au milieu de la bande de 4 m séparant les lignes de ces derniers. Il est vrai qu'au départ, les chênes et les pins sont plantés en même temps et que, vu leur petite taille, l'influence réciproque n'a pas dû jouer pendant quelques années... Ensuite, on pourrait penser que l'abri latéral eut pu être bénéfique tant que les pins n'ont pas surcimé les chênes dont la croissance est plus lente. A partir de cette phase-là, l'effet est vraisemblablement devenu négatif, comme observé actuellement (les pins sont très hauts et vigoureux). En fait, cette hypothèse ne s'est pas vérifiée ici ; aucun effet positif ne s'est jamais manifesté... comme en témoignent les courbes de la figure 2.

Étude spécifique de la plagiotropie

Pour mesurer ce paramètre, nous avons défini un indice de plagiotropie (Ip) qui est le rapport entre le rayon (R) et la hauteur



totale (Ht) de la touffe de chêne-liège :

$$Ip = R/Ht$$

Nous avons considéré qu'un plant est plagiotope si $Ip > 0,5$, c'est-à-dire si le diamètre de son houppier est supérieur à sa hauteur. Le plant est alors plus large que haut, nonobstant les défauts de symétrie. Bien entendu, cet indice ne vaut que pour des plants de petite taille. Lorsqu'ils dépassent deux mètres et qu'ils sont devenus des arbres, le problème ne se pose plus.

La plagiotropie à La Scie

Pendant les six premières années, la plupart des plants sont plagiotropes, avec un « pic » à 3 ans (Cf. Fig. 3). Bien évidemment, les accessoires tubulaires favorisent la croissance verticale des plants et réduisent la plagiotropie. Attention aux mailles trop grosses qui laissent passer les bourgeons petits et pointus du chêne-liège et produisent des branches latérales. Les tubex™ ne présentent pas cet inconvénient.

L'étude de la proportion de plants qui sont plagiotropes ($Ip > 0,5$), en regroupant les types de plants par catégories homogènes offre une vision plus claire du phénomène. Sur la figure 3, il apparaît qu'en 2001, trois ans après la plantation, plus de 60 % des plants sont plagiotropes ; six ans plus tard, il y en a moins de 40 %. Le phénomène est semblable pour toutes les modalités, malgré les décalages observés.

La plagiotropie à Porthonfus

Bien que le recul temporel soit plus faible que pour La Scie, on observe le même phénomène mais manifestant un pic un peu plus précocement, à 1 ou 2 ans d'âge seulement. Par ailleurs, au bout de 6 ans, la proportion

de plants plagiotropes demeure très élevée : effet probablement stationnel car la croissance des chênes-lièges est faible sur ce terrain un peu trop argileux (Cf. Fig. 4).

Comparaison des courbes de croissance

La figure 5 montre l'aspect de ces courbes, dessinées aux mêmes échelles de temps et de hauteur — avec un décalage pour éviter la superposition. Une tendance se dégage, indépendamment des différentes modalités. Il semblerait que les faisceaux de courbes de croissance suivent dans les premières années, des trajectoires assez voisines.

Site des Sinières

Aux Sinières, les plants âgés de 3 ans et ceux de 9 ans ne sont pas, en moyenne, plagiotropes, bien que certains individus le soient certainement.

L'indice de plagiotropie se différencie statistiquement assez bien selon les modalités à 3 ans, mais à 9 ans les différences s'atténuent et l'ensemble devient très homogène. Il est vrai que les conditions écologiques aux Sinières, à moyenne altitude, sont beaucoup

Fig. 3 et 4 :
Evolution de la proportion de plants plagiotropes à La Scie (à gauche) et à Porthonfus (à droite).

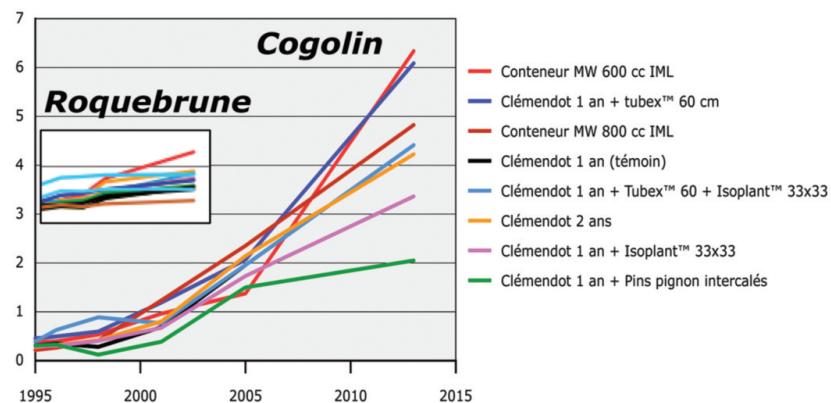


Fig. 5 :
Courbes de croissance comparées La Scie vs Porthonfus.

Années de mesure Modalité	Bloc	Nbr	2006		2012	
			Moyenne	Nbr	Moyenne	Nbr
Chêne-liège PO	1	30	0,23	A	30	0,23
Ch-liège PO pisolithe	1	45	0,31	B	45	0,36
Chêne-liège PO	2	30	0,34	BC	30	0,32
Ch-liège Var + pisolithe	2	45	0,34	BC	45	0,39
Ch-liège PO pisolithe	2	45	0,37	BCD	45	0,42
Chêne-liège Var	1	30	0,40	CD	30	0,33
Ch-liège Var + pisolithe	1	45	0,40	CD	45	0,38
Chêne-liège Var	2	27	0,45	D	27	0,37

Tab. IX :
Evolution
de la plagiotropie
aux Sinières

plus favorables que celles de Porthonfus (argile assez proche) ou à Galandes (argile, climat plus chaud). Ici le sol est profond et de texture légère, bien travaillé par un bon labour, optimal pour réussir toute plantation (Cf. Tab. IX).

Site de Galandes

La plupart des plants sont plagiotropes à l'âge de 5 ans mais l'absence de mesures antérieures ne permet pas de dégager de tendance évolutive.

Synthèse sur la régénération artificielle

La réussite d'une plantation n'est pas chose facile dans les conditions climatiques méditerranéennes. Pour augmenter les chances de succès, il apparaît nécessaire d'utiliser des plants jeunes, de bonne qualité et vigoureux, obtenus en pépinière par élevage dans des conteneurs anti-chignon d'assez gros volume. Profiter aussi des plantations pour introduire des génotypes bien adaptés.

On pourrait déduire des observations précédentes que la plagiotropie juvénile observée sur les plantations de chêne-liège est « normale », au moins pour les populations des Maures. Sa disparition par établissement d'une dominance apicale demande quelques années, le temps peut-être, que le plant réussisse à installer un système racinaire performant. C'est une période sensible où les jeunes chênes nécessitent un entretien pour ne pas se faire concurrencer et éliminer par le maquis.

Les accessoires tubulaires : tubex™ et gaines climatic™, peuvent réduire les risques liés à cette phase sensible, mais à la sortie des tubes, les plants reprennent leur comportement normal. Ces accessoires facilitent aussi la reprise des plants. Par ailleurs, ils sont très utiles pour repérer les plants au

sein de repousses de maquis. Une hauteur de 60 cm semble suffisante.

Les autres modalités testées semblent moins efficaces, à l'exception des « collets enterrés », une modalité intéressante car peu coûteuse, à valider par d'autres essais, de même que certains types de paillages peu ou mal expérimentés ici : broyat de chêne-liège, BRF...

La régénération naturelle par glands

Les questions posées par les gestionnaires

Le chêne-liège peut-il se régénérer par semis de glands ?

La réponse n'est pas évidente. Tout comme le chêne pubescent, le chêne-liège ne se régénère pas — ou très difficilement — sous lui-même, dans les peuplements existants, même à la faveur de fortes coupes, de débroussaillements ou d'incendies. Tout comme le chêne pubescent, il peut aisément coloniser les friches avoisinantes, avec l'aide des geais, des écureuils, etc. Nous ignorons si ce parallèle procède des mêmes causes, mais nous espérons que des chercheurs voudront bien se pencher sur ce problème qui préoccupe beaucoup de gestionnaires forestiers méditerranéens.

Quels résultats pour des essais de semis ?

Les tentatives anciennes des SIVOM, etc. n'ont pas donné de résultats significatifs : levée irrégulière, forte prédatation par les sangliers et les rongeurs, plagiotropie des survivants.

Le CRPF a introduit cette modalité dans l'essai de Galandes avec un échec quasi complet, malgré l'emploi d'écrans grillagés anti-rongeurs gracieusement fournis par le Cemagref, et en dépit du choix de glands « tardifs » récoltés en novembre-décembre.

Il est difficile de conclure avec si peu de références, aussi pensons-nous qu'une expérimentation devra être poursuivie sur les semis : modalités de stratification des glands, vernalisation, etc. Des savoir-faire anciens se sont vraisemblablement perdus ; il conviendrait de fouiller dans la littérature forestière ancienne pour tenter de les retrouver.

Le chêne-liège peut-il se régénérer végétativement ?

La réponse est oui, mais avec certains inconvénients. A la faveur de travaux de débroussaillement, l'intervention d'engins en suberaie provoque un écrasement ou une blessure des racines superficielles qui se traduit par l'émission de nombreux drageons. Une fois sélectionnés et éduqués, ces drageons peuvent renouveler à terme le peuplement, mais ce mode de régénération présente un inconvénient majeur d'ordre génétique. En effet, cette multiplication végétative ne produit que des clones des arbres « parents ». On ne peut donc en attendre l'effet bénéfique d'un brassage génétique qui laisserait s'exprimer la variabilité intraspécifique locale, cette dernière permettant l'émergence et à terme, la sélection d'individus plus adaptés, notamment au changement climatique...

Comment compenser cet inconvénient à défaut de maîtriser la régénération par semis ? En introduisant, forcément par plantation, des génotypes différents, issus de zones climatiques plus sèches et plus chaudes de l'aire de répartition du chêne-liège (Péninsule ibérique, Maghreb) — avec tous les problèmes réglementaires qu'il faudra alors régler ! Le croisement de ces provenances méridionales avec les chênes-lièges locaux ne pourrait qu'améliorer leurs performances génétiques. Voir problématique abordée au chapitre des plantations.

La régénération végétative doit-elle être aidée ?

Sauf exception, cette régénération par rejets ou drageons est relativement facile à obtenir à la faveur de travaux de rénovation des suberaies ou après un incendie. Pour assurer le renouvellement de la forêt, il importe de savoir si cette régénération se maintient et parvient à survivre à la concurrence du maquis.

Le dispositif expérimental des Borels

C'est cette régénération naturelle du chêne-liège après incendie que le CRPF a étudiée aux Borels, sur la commune d'Hyères. Le site est occupé par une suberaie dégradée, incendiée en 1986, une vingtaine d'années avant l'intervention. Sur une partie de la propriété, l'ASL Suberaie varoise avait réalisé une opération de restauration, et

signalé au CRPF que le peuplement initial était très clair et qu'une régénération était indispensable. Après un premier gyro-broyage de maquis réalisé en 2003, cette régénération est apparue en abondance, ce qui a stimulé notre optimisme et incité le CRPF à installer, avec l'accord du propriétaire, une placette expérimentale à cet endroit.

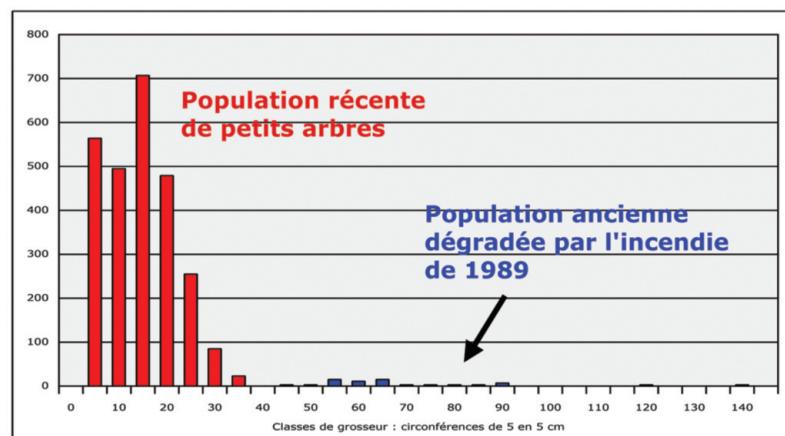
Sur une partie voisine de la zone traitée par l'ASL, trois modalités ont été expérimentées : un plateau gyrobrocé mécaniquement, reproduisant l'opération ASL, un plateau traité manuellement en se contentant de débroussailler seulement au voisinage des régénéérations et un plateau témoin du maquis âgé de 20 ans. Un autre plateau a été installé dans la zone gyrobrocée en 2003, pour bénéficier d'un recul de trois ans.

Des inventaires en plein ont été effectués après les travaux. Ils ont été particulièrement difficiles à réaliser du fait de l'embroussaillement et ont mobilisé beaucoup de personnels car le CRPF a implanté des plateaux de grande surface pour pallier l'hétérogénéité de la répartition des chênes-lièges. Pour le témoin, quelques layons très étroits ont été réalisés à la débroussailleuse pour permettre aux observateurs de pénétrer. Ces inventaires ont porté sur le peuplement résiduel de chênes-lièges adultes, mais aussi sur l'abondante régénération issue de l'incendie de 1986 qui végétait sous le maquis.

Les évolutions du peuplement mesurées sur cinq ans

Le peuplement initial étant à peu près homogène, nous regroupons tous les plateaux inventoriés avant intervention pour

Fig. 6 :
Peuplement initial de chêne-liège aux Borels.



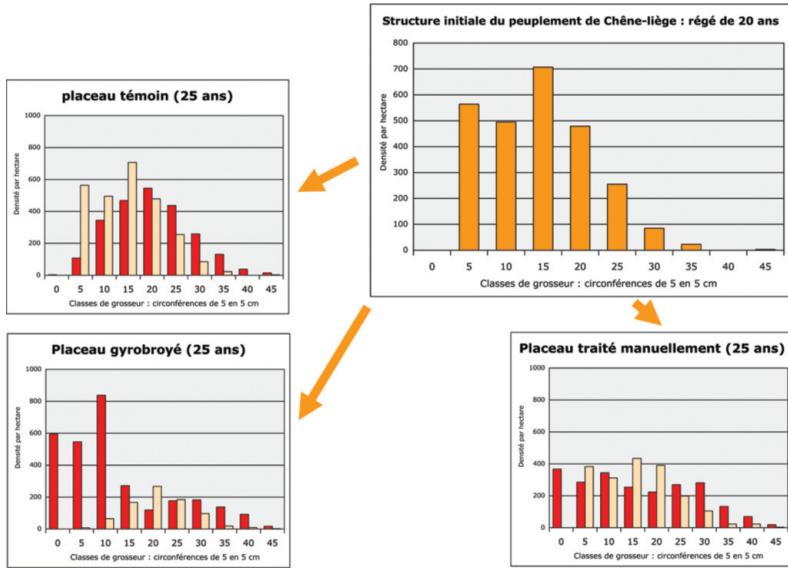


Fig. 7 :

Evolution du peuplement cinq ans après les travaux.

1 DEPORTES E. 2004. Typologie des suberaies varoises. Doc. Institut Méditerranéen du Liège. 214 p.

Fig. 8 (à gauche) :
Représentation simplifiée de l'évolution du peuplement.

Fig. 9 (à droite) :

Aux Borels après travaux : comparaison avec une suberaie de structure optimale.

obtenir une image représentative. L'examen de l'histogramme de la figure 6 suggère l'existence de deux populations d'arbres, les gros-anciens, survivants du feu de 1986 (et très dégradés), en faible densité, ici 69 arbres/ha, et les petits-récents, issus de la régénération post-incendie, ici à 1609 arbres/ha.

La comparaison fine des histogrammes, placeau par placeau (Cf. Fig. 7) montre que le témoin poursuit sa croissance sans perturbation (courbe en cloche assez caractéristique) alors que sur les zones traitées, le décalage de l'histogramme sur la droite s'accompagne de l'apparition d'une autre génération de brins, très abondants sur la partie gauche des graphes.

La zone gyrobroyée connaît une forte stimulation des régénérations, supérieure à celle traitée manuellement sur une partie

seulement de la surface. Elle pourrait s'expliquer par l'émergence d'un plus grand nombre de drageons suite au passage du tracteur gyrobroyeur.

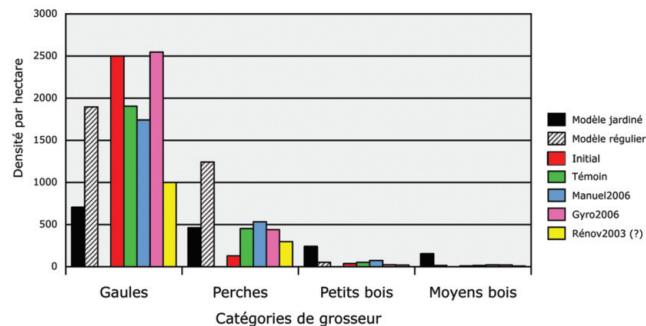
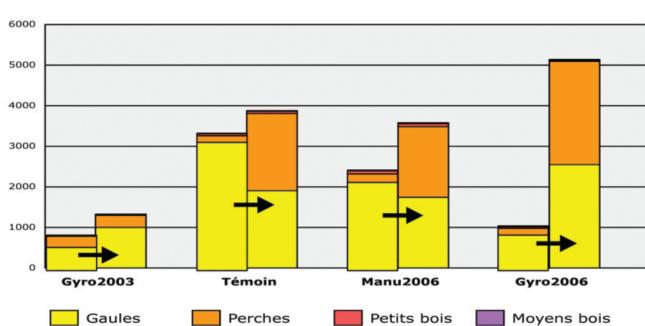
En regroupant les grosseurs par grandes catégories, celles proposées par Emilie DEPORTES¹ dans son étude sur la typologie des suberaies des Maures, on obtient une vision plus synthétique et une représentation graphique plus aisée (Cf. Fig. 8).

Là encore, le rôle favorable du gyrobroyage apparaît. Une bonne croissance a entraîné beaucoup de gaules dans la catégorie des perches ; d'autres gaules sont apparues suite aux travaux. Nous remarquons aussi que l'évolution du témoin est plutôt satisfaisante.

Remarque importante : pour le placeau « rénovation 2003 » un incident regrettable limite fortement l'interprétation des inventaires. Environ un tiers du placeau, situé sous la piste DFCI, a été débroussaillé et fortement éclairci pour établir une BDS (bande de sécurité). La propriétaire, non prévenue de l'intervention, n'a pu effectuer aucune démarche pour que l'essai scientifique soit épargné. L'inventaire 2012 n'a donc été réalisé que sur 64 % de la surface initiale. La règle de trois qui donne à présent la densité par hectare est donc sujette à caution car rien ne garantit l'homogénéité parfaite du peuplement...

La rénénération est-elle satisfaisante ?

La structure optimale des suberaies est une futaie jardinée où chaque catégorie de grosseur occupe la même proportion du couvert total optimal, ici de 70%. Le peuplement « régularisé » par l'incendie s'éloigne beaucoup trop du modèle théorique de la futaie jardinée optimale. Il convient alors d'adopter



Catégories	effectif optimal	effectif "réaliste"	état initial	témoin	manuel 2006	gyro 2006	rénov 2003
Gaules	707	1 896	2500	1905	1742	2547	1000
Perches	463	1 242	129	453	533	440	298
Petits bois	242	52	38	52	74	24	20
Moyens bois	155	16	10	16	22	21	9
Σ	860	1 310	177	521	629	485	327

Tab. X :
Récapitulatif
des structures observées
et théoriques en 2012.

un objectif plus réaliste en visant un peuplement s'approchant d'une futaie régulière. Pour obtenir le couvert recherché, il faudrait alors disposer de 1242 perches, ce qui est loin d'être encore le cas. Néanmoins, le grand nombre de gaules autorise un certain optimisme (Cf. Tab. X et Fig. 9).

Il apparaît aussi que le peuplement devra encore bénéficier de travaux de sylviculture pour éclaircir les secteurs trop denses en chêne-liège, puis, dans un avenir plus lointain, viser à mieux équilibrer les diverses catégories pour se rapprocher un peu du modèle optimal...

Le résultat obtenu par les travaux est donc globalement satisfaisant mais il convient de remarquer que le témoin poursuit son évolution naturelle de façon favorable. On peut alors s'interroger sur l'intérêt d'avoir réalisé des travaux coûteux dans une telle situation. En effet, dans ce maquis exposé plein sud, la concurrence pour la lumière n'a pu complètement étouffer la régénération provoquée par l'incendie de 1989. Cette situation particulière n'est hélas pas représentative de toutes les suberaies incendiées.

Une étude particulière de la structure des régénérations naturelles de chêne-liège

En sus de l'inventaire en plein des tiges précomptables, c'est-à-dire dépassant la hauteur totale de 1,30 m, le CRPF a effectué aux Borels en 2007, quelques mois après les travaux, un inventaire complet de toutes les régénérations de dimensions inférieures, en notant leur origine : drageons, rejets au pied d'arbres morts, rejets au pied d'arbres vivants, ainsi que le nombre de brins par souches, en distinguant des souches mono-brins, à 2-4 brins, à 5-9 brins, à 10 brins et plus.

L'étude de la répartition des origines montre des différences assez marquées entre les modalités. Le gyrobroyage est l'opération qui a produit le maximum de régénérations. Beaucoup de touffes classées en rejets, sont ainsi issues du recépage mécanique de régé-

nérations antérieures vieilles d'une vingtaine d'années, datant du feu de 1986.

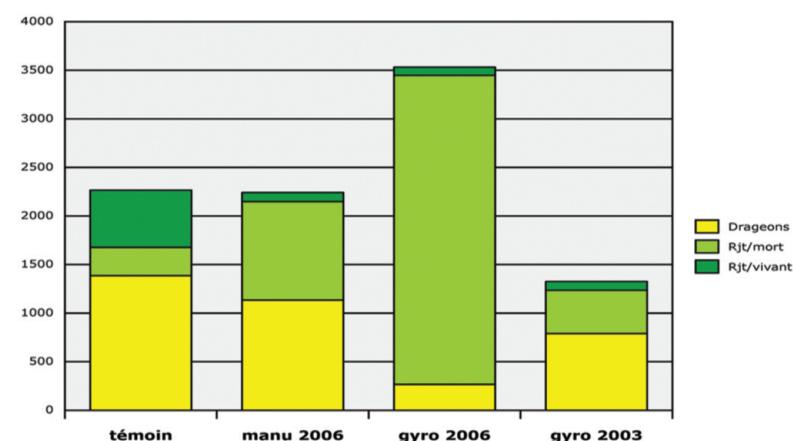
Les régénérations ont été aussi comptées dans la parcelle gyrobroyée en 2003, quatre ans plus tôt. Il est vraisemblable qu'une grande partie de celles qui ont été broyées en 2003 sont déjà passées dans la catégorie pré-comptable et sont donc absentes du présent inventaire.

L'examen de la structure des touffes très jeunes (un an environ, issus de travaux de 2006) montre que les drageons sont majoritairement à 2, 3 ou 4 brins. Les rejets issus du recépage manuel ou mécanique forment des touffes de 5 à 9 brins en majorité. Les rejets au pied d'arbres vifs sont nombreux dans le témoin, mais il s'agit souvent de très petits brins souffreteux. De façon générale, les rejets au pied d'arbres vifs sont amenés généralement à régresser et disparaître si l'arbre « parent » parvient à reprendre de la vigueur.

Parmi toutes ces régénérations, un échantillonnage a été implanté en 2008, pour suivre finement l'évolution et la croissance d'une trentaine de brins par modalité.

Le développement d'une touffe de régénération se traduit par l'élimination progressive de brins dominés, par un accroissement de la hauteur de brins dominants, par la formation de liège par taches discontinues au pied du brin dominant et par l'élargissement du collet, ce dernier prenant une forme conique.

Fig. 10 :
Aux Borels après travaux :
densité/ha des touffes
de régénération.



2008	Hauteur tot m	Ø collet cm	R houppier m	Nbr brins	Brins liés
Témoin 2006	0,980	B	2,203	0,695	A
Manuel 2006	0,709	A	1,186	0,757	A
Gyrobroyage 2006	0,771	A	1,363	0,781	A
Rénovation 2003	1,211	C	2,203	0,723	A
2009	Hauteur tot m	Ø collet cm	R houppier m	Nbr brins	Brins liés
Témoin 2006	0,890	A	1,847	0,685	A
Manuel2 006	0,881	A	1,623	0,796	A
Gyrobroyage 2006	0,959	A	1,843	0,794	A
Rénov2003 témoin	1,873	B	2,977	1,040	B
Rénov2003 taille	2,354	C	4,291	1,169	B
2012	Hauteur tot m	Ø collet cm	R houppier m	Nbr brins	Brins liés
Témoin2006	0,867	A	non mesuré	0,623	AB
Manuel2006	1,005	A	non mesuré	0,517	A
Gyrobroyage 2006	1,126	A	non mesuré	0,660	AB
Rénov2003 témoin	2,059	B	4,720	0,742	B
Rénov2003 taille	2,545	C	6,500	1,050	C

Tab. XI :

Mesures de l'échantillon des touffes de régénération.

Les mesures effectuées sur l'échantillon de touffes ne permettront pas forcément d'illustrer toutes ces facettes, compte tenu de la brièveté de l'expérimentation, ici de 2008 à 2012, mais il convient néanmoins de tirer les premiers enseignements des mesures effectuées (Cf. Tab. XI).

Est-il efficace d'intervenir sur les touffes par des sélections de brins ?

L'intérêt du placeau installé dans la partie traitée en 2003 est de bénéficier d'un décalage d'âge entre les touffes, ici d'environ trois ans, fort intéressant dans le cas de la problématique de la régénération en général et, plus particulièrement, de l'opportunité des interventions de taille de formation sur cette dernière. En effet, en 2009, sur le placeau « 2003 », un second échantillon d'une trentaine de touffes a été installé à côté du premier. Une taille a été effectuée en sélectionnant un brin dominant bien vertical, par coupe ras de terre au sécateur des autres brins. Un élagage léger a été aussi pratiqué sur le brin réservé.

Pour les hauteurs, sans surprise, les touffes plus âgées de trois ans sont significativement plus hautes que les autres ; les rayons du houppier sont assez homogènes au départ, se différencient en 2009 puis redeviennent plus homogènes en 2012 pour la

Tab. XII :

Influence de l'origine rejet ou drageon sur la croissance des brins.

Populations	Origine	Hauteur tot m	Ø collet cm	R houppier m	Nbr brins	Brins liés
Jeunes	Drageons	0,748	A	1,517	A	0,653
Jeunes	Rejets	0,866	A	1,583	A	0,821
+ âgés 3ans	Drageons	1,281	A	2,325	A	0,738
+ âgés 3ans	Rejets	1,186	A	2,161	A	0,717

population la plus jeune tandis que les régénérations les plus âgées se différencient par un rayon supérieur du houppier, probablement induit par l'effet de la taille. De même, les brins taillés ont un collet sensiblement plus large. Le nombre de brins diminue un peu avec l'âge mais surtout suite à la sélection pratiquée, bien évidemment. La proportion de brins portant du liège, traduisant le début d'une mise en place de la dominance apicale, semble plus faible dans le témoin que dans les modalités travaillées.

Pour l'essai de sélection de brins (Cf. Tab. XI) sur la modalité « Rénov2003 » une différence significative apparaît. L'intervention semble bien efficace sur la croissance en hauteur, le diamètre du collet et le rayon du houppier.

L'origine rejet ou drageons a-t-elle une importance ?

Non. (Cf. Tab. XII) L'analyse de variance selon ces critères montre seulement une petite différence sur les rayons de houppiers et le nombre de brins, supérieurs dans le cas de rejets, mais toutes les autres différences observées ne sont pas significatives et s'estompent rapidement avec le temps. Ici les régénérations plus âgées de trois ans ne montrent aucune différences significatives entre rejets et drageons.

Le dispositif expérimental du Vallon du Pey à Sainte-Maxime

Le site du Vallon du Pey est situé à proximité immédiate du pare-feu de Catalogno, sur la commune de Sainte-Maxime. Le CRPF a profité de travaux réalisés par l'ASL Suberaie varoise dans le cadre du programme INCENDI, financé par l'Union européenne et la Région Provence-Alpes-Côte d'Azur, pour installer un dispositif expérimental portant principalement sur l'amélioration de la résilience des suberaies vis-à-vis des incendies et, dans ce cadre, la régénération de la suberaie. Cette question se pose en effet avec acuité dans ce petit secteur qui a brûlé quatre fois en cinquante ans d'après une enquête menée par le Cemagref (aujourd'hui Irstea). Un petit témoin laissé en l'état est associé à une zone expérimentale : bandes de 5 m dénudées, séparant des bandes de 15 m traitées en sylviculture

(éclaircie sanitaire, sélection de brins...). Les bandes de 5 m ont été labourées au *merry-crusher*, grosse fraise actionnée par un tracteur, permettant de réaliser des sursemis pastoraux destinés à améliorer l'offre fourragère de la parcelle.

Les évolutions du peuplement en six ans

L'histogramme de la figure 11 donne une assez bonne image d'un peuplement façonné par les feux successifs. Le chêne-liège est une essence qui résiste extraordinairement bien à ce régime, toutefois le peuplement est très affaibli et, surtout, le sol est très érodé, formé d'arène granitique presque pure, quasiment dépourvue de matière organique.

Les deux histogrammes jumeaux (Cf Fig. 12) montrent l'évolution constatée sur les deux placeaux².

Inventaire des petites touffes de régénération

Les touffes de petite dimension, non pré-comptables car de hauteur généralement inférieure à 1,30 m, ont été inventoriées sur le plateau témoin et sur le plateau traité en « RTI », soit avec ouverture de bandes et éclaircie sanitaire dans les interbandes. Cet inventaire réalisé un an environ après les travaux, montre déjà un effet significatif de ces derniers, avec une beaucoup plus grande densité de touffes sur la zone traitée (Cf. Fig. 13).

La répartition des origines des touffes et la structure des touffes selon le nombre de brins sont très homogènes entre les deux plateaux, du fait d'une origine commune et unique : l'incendie de 2003.

Ci-contre, de haut en bas :

Fig. 11 :

Structure initiale du peuplement de chêne-liège du Vallon du Pey.

Fig. 12 :

Evolution du peuplement de chêne-liège du Vallon du Pey en 6 ans.

Fig. 13 :

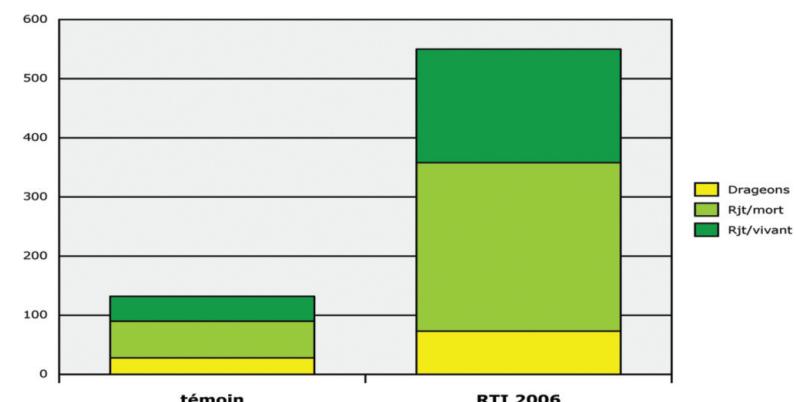
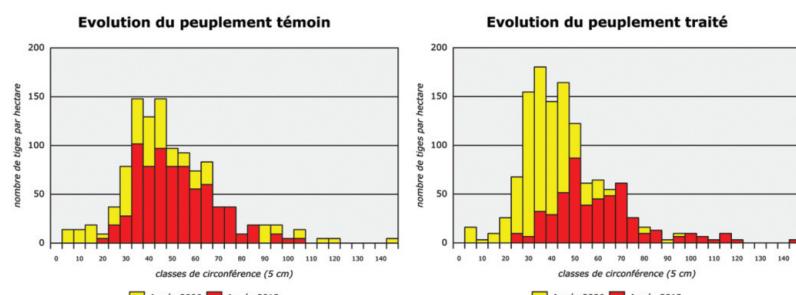
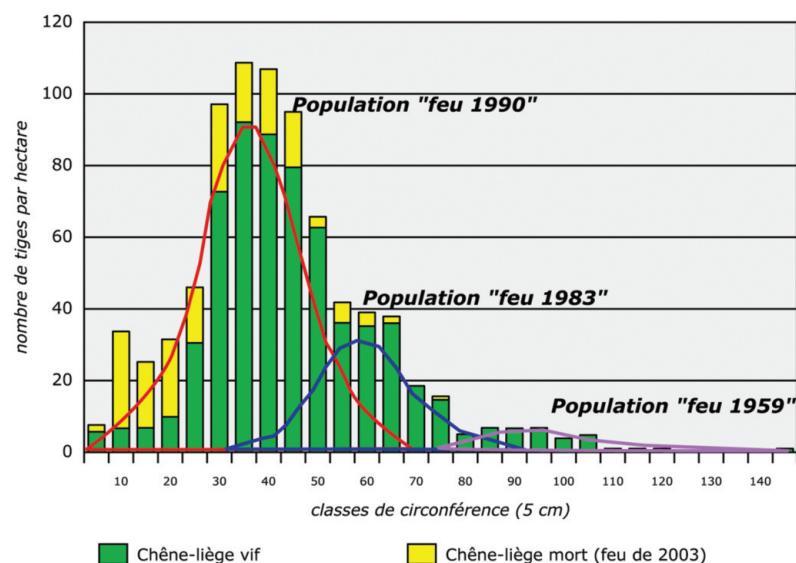
Densité de la régénération sur le site du Vallon du Pey, en 2012.

La régénération est-elle satisfaisante ?

Le calcul de la structure optimale est réalisé avec la même méthode et les mêmes paramètres allométriques que pour la plante des Borels.

Le déficit en moyens bois est bien réel, tandis que celui des gaules est lié à leur oubli dans le dernier inventaire. Cependant l'in-

2 - Attention ! En 2012, le technicien qui a réalisé l'inventaire n'a pas cru bon de recenser les tiges de diamètre inférieur à 7,5 cm... ce qui nous prive de l'information sur la densité des gaules.



Tab. XIII :
Peuplements actuel
du Pey comparés
à un peuplement
de structure optimale.

Catégories	effectif optimal	effectif "réaliste"	RTI initial	RTI 2012	Témoin 1	Témoin 2012
Gaules	707	1 352	216	10	92	23
Perches	463	886	271	245	683	462
Petits bois	242	203	180	203	245	217
Moyens bois	155	39	32	39	65	19
Σ	860	1 127	483	486	993	698

ventaire des petites touffes en 2007, peut apporter certaines informations.

Cf. Tab. XIII et Fig. 14.

Pour ces touffes, les drageons et les rejets sur tiges mortes ou recépées devraient survivre. C'est moins certain pour les rejets au pied d'arbres vivants qui risquent fort de dépérisse si ces derniers reprennent de la vigueur. Le résultat de cette estimation serait de 90 gaules « en devenir » pour le témoin et de 360 pour la zone traitée.

Même en considérant cet apport en jeunes tiges, il apparaît sur l'histogramme qu'il sera bien difficile de s'approcher de la structure jardinée optimale ou même de la structure régulière dite « réaliste ». Globalement, la régénération est donc très déficitaire dans ce peuplement considérablement dégradé par des incendies répétés.

Comment améliorer cette situation, dans l'hypothèse (peu vraisemblable) où l'on tienne à rétablir une suberaie productive à cet endroit, selon les règles de la subericulture ?

Le recours à la plantation d'enrichissement serait alors inévitable. Attention, cette technique demande à être validée expérimentalement. En effet, il n'est pas évident (expérience personnelle) de réussir l'introduction de plants lorsque des arbres sont déjà présents et que leurs racines occupent le terrain.

Fig. 14 :
Structure actuelle
comparée à la structure
optimale.

On peut aussi raisonnablement envisager une transformation du peuplement par plantation d'arbres pionniers moins exigeants que le chêne-liège : pin pignon, pin maritime (provenance tolérant la cochenille), pin brutia, etc. Attention cependant au risque d'incendie qui demeure très élevé dans ce secteur, les jeunes plantations résineuses ne possédant hélas pas la capacité de résilience du chêne-liège !

Etude d'un échantillon de touffes de régénération et de l'effet d'une sélection de brins

Un échantillonnage de touffes de régénération a été réalisé en 2008 avec une trentaine d'individus pour le plateau témoin et autant pour le plateau sylvicole. En 2009, une trentaine d'individus ont été ajoutés sur le plateau sylvicole pour étudier l'intérêt de réaliser une taille de sélection de brins.

Le degré de brûlure des arbres parents, estimé par observation de la position et de la vigueur des rejets épicormiques, a-t-il une influence sur la croissance des rejets ?

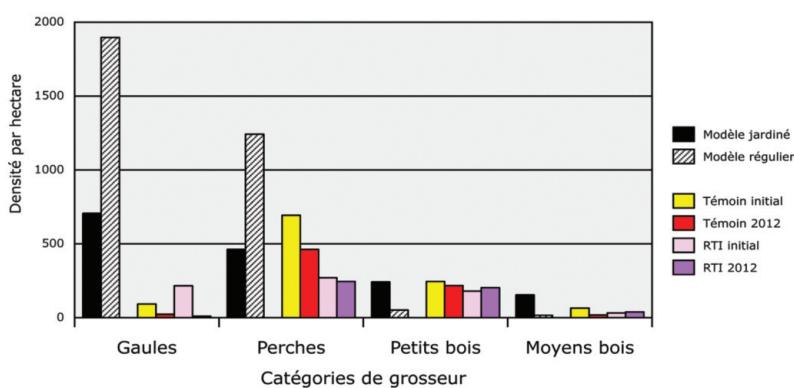
La réponse est non. Pas de différences significatives dans l'analyse de variance. Cette croissance doit davantage dépendre des réserves accumulées dans les souches, de leur âge, etc.

Le diamètre du tronc (souche) des arbres parents a-t-il une influence ?

La réponse est non. Le R² de la régression est beaucoup trop faible (0,04).

La sélection de brins pratiquée en avril 2008 sur des touffes de rejets âgées de quatre années de pousse après le feu de l'été 2003 présente-t-elle une efficacité sur la croissance ?

Un seul brin par touffe a été sélectionné en recépant les autres au sécateur. L'échantillon ainsi traité est comparé à un échantillon témoin situé dans les mêmes conditions de peuplement environnant et de station. Signaler de fortes attaques de boudragues (*Epiphiger sp*) un gros criquet qui a



pullulé dans le secteur et qui a consommé beaucoup de feuilles sur toutes les touffes de régénération, au moins pendant deux années successives. Les touffes n'ont pas beaucoup poussé !

Aucune différence significative n'est apparue ni pour la hauteur totale en 2009, 2010 et 2012, ni pour le rayon des houppiers.

Les enseignements d'un ancien essai à Siouvette (La Môle)

Une fois obtenue la régénération par drageons, ou par rejets si des arbres ont été coupés, faut-il intervenir pour assurer la pérennité de ce résultat ?

Dès 1991-93, le CRPF avait abordé ce thème en installant un petit « essai » relativement sommaire à Siouvette près de La Môle.

Après un débroussaillage par gyro-broyage, qui a suscité des rejets et drageons, une sélection de brins très précoce a été entreprise selon trois modalités comportant chacune, une quarantaine d'échantillons de touffes :

- touffe coupée ras-de-terre au sécateur, un seul brin vertical étant conservé au centre ;
- touffe rabattue à mi hauteur en conservant un seul brin central ;
- témoin intact.

Aucune différence statistiquement significative n'est apparue lors des mesures effectuées les années suivantes. Une intervention trop précoce, ici à deux ans d'âge, semble donc totalement inutile.

Que conclure sur la régénération naturelle ?

Comment fonctionne la régénération naturelle de la suberaie ?

Le chêne-liège, dans les Maures ne se régénérant pas par semis sous lui-même, c'est la régénération végétative qui, en l'absence d'introductions artificielles, peut y suppléer, avec les inconvénients génétiques qui ont été cités.

Cette régénération végétative se produit soit par le passage d'un incendie, soit par des travaux mécanisés. On obtient des rejets et des drageons. Les rejets semblent plus vigoureux au départ que les drageons, mais les

Paramètre >	Moyenne hauteur totale des régénérations (en m)			Ray. houppier en m
Période d'observation >	deux ans après	trois ans après	cinq ans après	cinq ans après
Sélection de brin	1,426 1,488	A A	1,342 1,390	A A
Evolution naturelle			1,351 1,427	A A

Résultats expérimentaux montrent que rapidement cette différence s'estompe.

La régénération obtenue suffit-elle pour restaurer la suberaie ?

La réponse est en général positive. L'état de départ des peuplements, souvent régularisés et fortement éclaircis par les incendies successifs ne permet pas d'obtenir immédiatement une suberaie en futaie jardinée, avec un bon équilibre des classes d'âge. A défaut, il faut se contenter d'une futaie plus ou moins régulière car les quantités de perches et de gaules paraissent acceptables pour obtenir, à terme, un couvert de peuplement se rapprochant de l'optimum de 70 %. Plus tard, d'autres opérations de sylviculture devront être pratiquées pour limiter des surdensités locales et aussi, s'il y a débroussaillage, pour relancer une autre génération de rejets et drageons.

Dans les zones incendiées, nous avons vu aux Borels, que beaucoup de régénérations sont présentes dans le maquis et que, même en l'absence de travaux, un bon nombre ont réussi à survivre et devraient régénérer le peuplement. Attention, cette observation ne peut pas, à notre avis, être généralisée à toutes les suberaies incendiées des Maures. La situation locale d'adret de basse altitude expose le versant à un très fort ensoleillement qui a relativement bien « pénétré » le maquis où un certain nombre de touffes de chêne-liège ont pu survivre et même continuer à pousser. Il est très vraisemblable qu'en situation d'ubac, la vigueur supérieure du maquis et le déficit d'ensoleillement, auraient entraîné une forte mortalité des régénérations de chênes, ou du moins leur stagnation. A vérifier par des essais en d'autres conditions.

Est-il efficace d'intervenir précoce-ment sur les touffes par des sélections de brins ?

Les essais ont été réalisés à des âges échelonnés de un an (Siouvette), de quatre ans (Vallon du Pey) et de six ans (Les Borels).

D'après les résultats obtenus, l'intervention précoce, avant 5-6 ans ne sert à rien.

L'intervention plus tardive aux Borels a donné de bons résultats.

Tab. XIV :

Effet de la taille précoce sur les touffes de régénération, site du Pey.

Louis AMANDIER
A l'époque ingénieur
au CRPF PACA
Mél :
louis@amandier.org

Conclusion générale

La suberaie des Maures est globalement vieillissante, avec un très fort déficit en gaules et en perches. Sa régénération devrait donc être une préoccupation majeure pour les forestiers ou les aménageurs du territoire, qui souhaitent maintenir des suberaies dans ce massif et même, pour les plus optimistes, en tirer une ressource économique sur le long terme, grâce à la récolte de liège.

La quasi impossibilité d'obtenir des semis viables au sein des suberaies existantes prive cette forêt des Maures du brassage génétique lié à la reproduction sexuée. C'est un inconvénient majeur vis-à-vis de son adaptation au changement climatique en cours.

La plantation de génotypes appropriés, qui seront conseillés par les chercheurs, est un moyen d'y remédier. Toutefois, cette technique est onéreuse et très contrainte par l'accessibilité et la topographie ; elle sera forcément d'application limitée.

L'expérience acquise par le CRPF avec l'aide de ses partenaires locaux, permet néanmoins de proposer des itinéraires techniques assez efficaces : utilisation de plants

jeunes élevés en gros godets anti-chignon, usage d'auxiliaires de plantation tels que les gaines-abris ou les petits tubex™ ... D'autres idées mériteraient d'être expérimentées plus efficacement qu'elles ne l'ont été dans nos essais : par exemple l'usage du BRF ou encore la plantation « à collet enterré » préconisée par nos collègues portugais.

A défaut de plantation, la régénération naturelle végétative peut assurer, dans beaucoup de cas, une certaine pérennité de la forêt, notamment après le passage d'incendies à faible fréquence, ou encore lorsque sont réalisés des travaux de débroussaillage et/ou de rénovation. Attention cependant au cas de suberaies soumises à des incendies trop fréquents ; leur dégradation peut atteindre des seuils d'irréversibilité. Le chêne-liège, en dépit de sa grande résilience, ne pourra assurer seul le rétablissement d'une forêt productive. On peut penser à des plantations d'enrichissement mais la transformation par une forêt pionnière plus « frugale », à base de pins serait peut-être un meilleure voie — en attendant que les chênes reviennent naturellement sous leur couvert.

L.A.

Résumé

La suberaie des Maures est vieillissante. Les jeunes arbres font défaut et la régénération est apparemment problématique, ce qui a fortement motivé les forestiers pour installer quelques essais de régénération artificielle et naturelle. De nombreux itinéraires techniques (modalités de plantation, accessoires, etc.) ont été expérimentés pour les plantations de chêne-liège, et pour notamment limiter le phénomène de plagiotropie juvénile les affectant sur les moins bonnes stations.

La régénération naturelle par semis de glands est déficiente pour diverses raisons mal élucidées. En revanche, la multiplication végétative par rejets et drageons est stimulée par des incendies peu fréquents, ou encore par des travaux de recépage ou gyrobroyage. L'inconvénient est l'absence d'un brassage génétique qui serait précieux pour exprimer la variabilité de la population et garantir une meilleure adaptation au changement climatique.

Quelques solutions techniques apparaissent pertinentes mais le champ d'expérimentation reste ouvert pour confirmer leur intérêt ou explorer des idées nouvelles.

Summary

Regenerating the cork oak forests in the Maures (S.-E. France)

The cork oaks in the Maures mountain region of Eastern Provence are ageing: there is a lack of young trees and difficulties with renewal. This has motivated foresters there to set up trials for natural and artificial regeneration. Various techniques have been tried out (method of planting, accessories...) in stands of cork oak, particularly with a view to limiting bent or leaning growth at less favourable sites. Natural regeneration by seeding acorns has proved inadequate for a number of reasons as yet unclear. On the other hand, non-sexual reproduction from offshoots and suckers has been stimulated by the occasional wildfire or by such work as cutting back to stools or flaying the undergrowth. The drawback here is the absence of genetic mixing which will be crucial for the stands to achieve the variability needed for their better adaptation to climate change. Some solutions seem promising but there remains much scope for experiment and tests to confirm their interest or produce new ideas