

# Le Sylvetum de Clos-Gaillard

par Pierre RUTTEN \*

## Historique

Nous étions quelques amis préoccupés par le sort fait à la garrigue nîmoise, le tiers de la surface du département du Gard, friche de chêne vert (*Quercus ilex* L.) abandonnée et livrée aux feux. Leur fréquence et leur caractère inéluctable, ou du moins perçu comme tel, sont, avec la nature des sols souvent rocheux et toujours superficiels, considérés comme des obstacles incontournables à toute perspective de remise en production.

Denis Coste et l'auteur de l'article purent participer, en septembre 1988, à un voyage d'étude dans l'Ouest des Etats-Unis organisé par le Centre régional de la propriété forestière de Toulouse. Il nous apparut au fil des jours que les incomparables forêts de cette vaste région, de la frontière canadienne au sud de la Californie, étaient périodiquement confrontées aux ravages du feu et en conservaient les stigmates.

Des arbres morts carbonisés dominent les forêts de résineux des monts Olympiques, en limite nord-est de l'état de Washington. Des cavernes charbonneuses sont ouvertes dans le pied des pins à bois lourd (*Pinus ponderosa* Laws.) du piémont des Rocheuses, ou des Séquoias (*Sequoia sempervirens* (D. Don) Endl.), millé-

naires et bien vivants, de la Grande Vallée (Californie). Les chênes des collines d'Oregon ou de Californie présentent des charpentes façon chêne liège (*Quercus suber* L.). Comme chez ces derniers, une classe intermédiaire de grosseur manque aux rameaux. Les témoignages de la permanence et de la généralité du fléau sont partout apparents.

Les forêts sont pourtant là, immenses, magnifiques, éternelles ; l'idée s'est imposée qu'elles n'auraient jamais existé, du moins auraient depuis longtemps disparu si ces systèmes n'étaient tolérants au feu, «fire tolerant» disent les forestiers américains.

De retour, la question s'est transposée au contexte local : ne peut-on établir aussi, dans nos garrigues, une forêt tolérante au feu, autrement dit, au plus près de la définition du Petit Robert, «apte à supporter l'action du feu sans manifester de symptômes morbides» ?

## Les garrigues : morphologie, climat et sols

Les garrigues se situent en piémont, entre les Cévennes et la plaine littorale du Languedoc sur les sédiments, calcaires marneux et calcaires durs, de la mer secondaire. Elles ont été façonnées, au cours du miocène, par un très rigoureux épisode d'aplanissement. Les reliefs ont été arasés, les dépressions comblées ; en résultent, malgré quelques modestes bouleversements

Véronique Bombal, adjointe au Maire de Nîmes, déléguée à l'environnement - cette fonction est assumée depuis 1996 par Joseph Alcon - , Jacques Grellu, directeur du Service départemental du Gard de l'Office national des forêts, Christiane Chabert, présidente de la section Garrigues du Groupement gardois pour le développement forestier, ont, d'emblée, manifesté intérêt ou enthousiasme pour le projet ; un terrain de quatre hectares a été choisi sur un site incendié en 1984, puis à nouveau en 1989, dans le vaste domaine municipal du Clos-Gaillard, en cours d'aménagement dans le cadre de l'opération «Regard de Garrigue» : le Sylvetum était né.

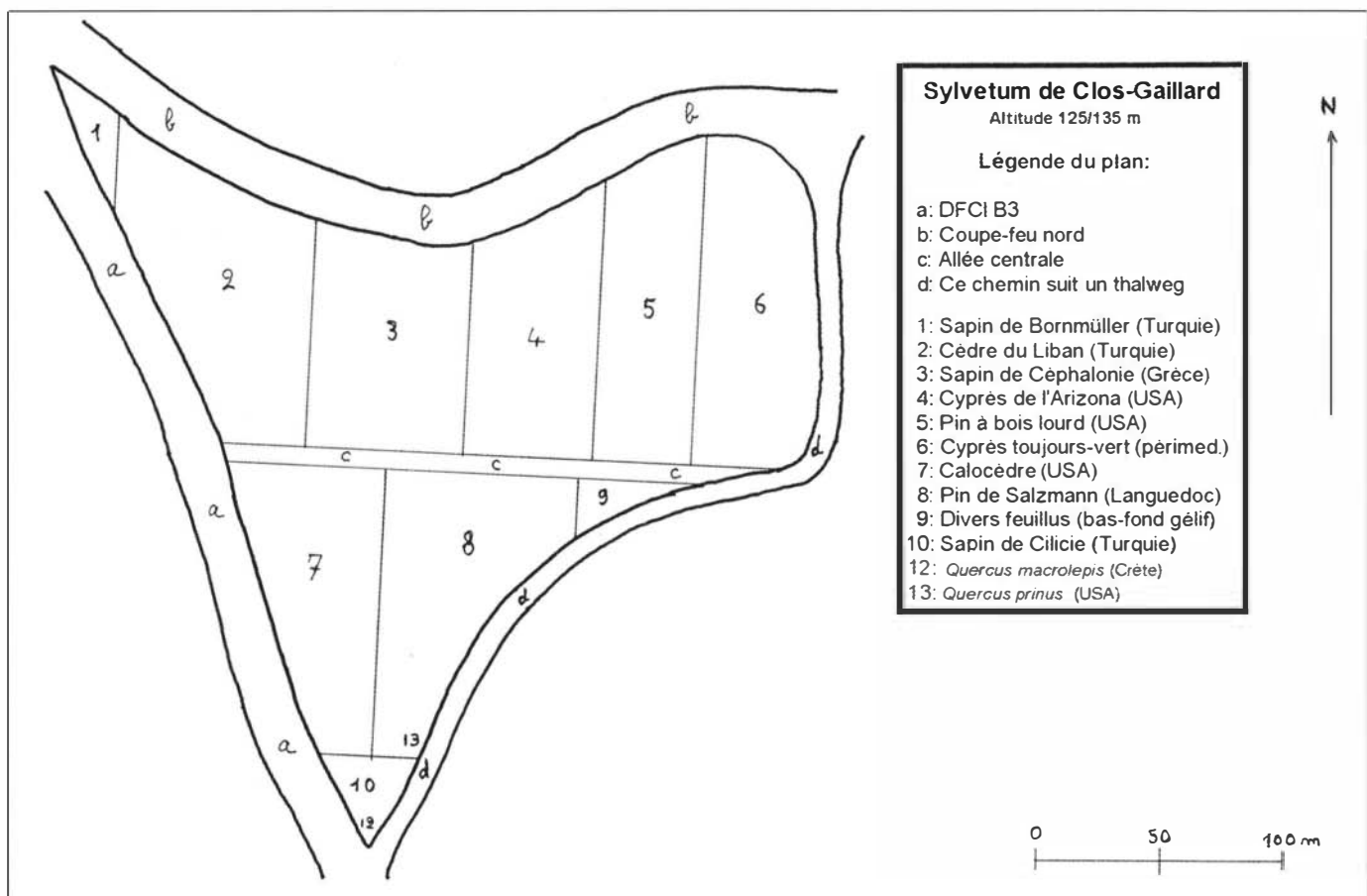
Sans le dévouement permanent de Denis Coste et de Christiane Chabert, auxquels se joignit bientôt Michel Panine, et le concours d'un groupe d'assistants bénévoles, dont, faute de pouvoir les nommer tous, nous n'en devons citer aucun, le Sylvetum ne serait pas allé plus loin.

tectoniques, des horizons tendus caractéristiques. Cette pénélaine a été disséquée pendant les épisodes froids du quaternaire par l'érosion périglaciaire, plus active sur marnes, calcaires marneux, calcaires tendres que sur calcaires récifaux, durs et peu gélifs. Les masses marneuses ont été évacuées laissant des cuvettes résiduelles aujourd'hui occupées par des

\* Pédologue

Groupement gardois pour le développement forestier

5 Corniche de l'Hermitage 30900 Nîmes



cultures autour desquelles se concentrent les villages. En résulte un paysage où contrastent d'une part de vastes étendues à faible pente, témoins peu altérés de la surface miocène, pavées de dalles calcaires fissurées, et délimitées par des corniches rocheuses —c'est le domaine principal d'infiltration du karst—, d'autre part des collines arrondies, à pentes plus vigoureuses, que forment les calcaires tendres ou à intercalation de lits marneux dont les colluvions ont alimenté les vastes glacis soliflués qui font transition avec la plaine littorale. Avant l'expansion des sociétés humaines, ce paysage était occupé par une forêt où dominait le chêne pubescent ; depuis la civilisation du bronze, sol et végétation ont été profondément dégradés par plus de quatre mille ans d'essartage et de pâturage extensif, systèmes d'exploitation qui reposent sur l'emploi du feu. L'extension du chêne vert, sinon du chêne kermès (*Quercus coccifera* L.), essences éminemment combustibles, a perpétué le règne du feu. Les sols ont été emportés par l'érosion, toujours active (en témoignent les torrents de boue que déclenchent les orages). La roche est mise à nu sur de vastes étendues. Les gar-

rigues sont aujourd'hui considérées comme un espace improductif, au mieux comme un espace de loisir. Notre ambition est de les présenter comme un potentiel inexploité.

Le climat de nos garrigues est caractérisé par des précipitations relativement généreuses mais irrégulièrement réparties. Le tableau I présente les précipitations mensuelles des trente dernières années classées par quintiles en fonction des totaux annuels ; cette présentation permet d'en apprécier d'un coup d'œil la distribution statistique. L'évapotranspiration potentielle (ETP Penmann), dont les variations interannuelles sont faibles, y est donnée sous forme de moyennes.

La médiocrité et le caractère aléatoire des pluies de printemps, période pendant laquelle s'effectue, ou tout au moins s'initie, pour la plupart des espèces, l'essentiel du développement végétatif annuel, apparaît clairement. Le potentiel de production est ici conditionné par la capacité utile du sol pour l'eau qui, si elle est assez élevée, assure le report d'une part importante des excédents pluviométriques sur les périodes de disette. En effet, les excédents des hauteurs mensuelles des pré-

cipitations sur l'évapotranspiration potentielle (P-ETP) ne concernent que la période d'octobre à février, pour un total de 246 mm. A défaut d'une simulation au jour le jour il est possible d'estimer, sur la base de ces simples données, qu'un sol présentant une forte capacité utile pour l'eau peut en retenir et transférer la moitié.

A défaut de terre fine, cette fonction peut être assurée par la roche calcaire, dont la porosité se situe entre cinq et quinze pour cent de son volume, de celle d'un sable à celle d'un limon.

Toutefois, alors que l'eau retenue dans un sol meuble constitué d'éléments fins est directement accessible aux racines des végétaux qui peuvent en occuper tout le volume, l'eau stockée dans une pierre, à l'intérieur de laquelle les racines ne peuvent pénétrer, n'est accessible que par sa périphérie. Elle doit migrer par capillarité de la profondeur de la pierre vers sa surface, avant d'être absorbée. Ce déplacement de l'eau retenue dans les pierres ne se fait, avec un débit suffisant pour intervenir utilement dans l'alimentation de la couverture végétale, que sur des distances de l'ordre du décimètre. Par ailleurs, l'eau est de

Météo France - Mas de Ponge - Pluviométries mensuelles de 1967 à 1996														
An	Quintiles	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Totaux
1969		45.1	22.3	48.7	75.4	1.0	3.7	4.4	12.5	71.2	85.0	72.9	28.1	470,3
1967		31.0	94.8	27.9	16.8	60.4	6.6	6.1	17.1	40.1	73.0	91.6	7.2	472,6
1965	Pre-	14.6	27.1	79.5	24.6	80.8	27.7	25.7	61.1	1.1	46.4	20.4	118.9	527,9
1960	mier	32.3	15.4	78.2	84.2	83.7	26.0	14.7	65.0	21.0	40.0	92.6	14.3	567,4
1961		27.9	11.7	81.1	29.0	84.5	43.4	12.6	5.2	43.4	99.5	1.0	150.3	589,6
1963		0.4	65.5	77.1	70.3	42.8	55.8	1.0	68.4	22.5	104.7	18.7	63.5	590,7
1970		117.6	7.7	52.3	34.0	45.8	7.5	14.6	62.5	52.1	81.0	63.7	63.0	601,8
1962		25.2	46.2	23.2	18.2	72.5	137.4	36.6	40.2	113.2	80.4	12.2	31.8	637,1
1973	Deux-	84.2	28.9	64.7	11.2	10.4	67.5	31.0	9.8	28.9	159.3	39.6	124.1	659,6
1961	ième	18.8	31.8	88.2	49.3	36.1	43.4	140.3	37.7	83.1	124.7	17.6	4.1	675,1
1965		56.2	26.4	5.4	112.0	31.4	1.6	22.3	29.9	22.5	177.0	118.0	79.5	682,2
1962		18.0	38.8	37.2	10.4	3.4	63.8	133.1	61.2	62.5	93.5	145.2	38.0	705,1
1975		47.6	82.6	97.2	14.0	83.4	34.6	23.3	65.7	126.6	19.4	40.7	94.2	729,3
1976		161.7	106.0	48.6	85.8	107.3	21.8	19.3	28.5	4.6	7.1	17.0	129.7	737,4
1968	Trois-	1.5	21.8	36.0	157.8	40.8	34.6	37.8	19.7	151.4	103.7	124.6	17.9	747,6
1979	ième	147.1	33.6	50.4	18.6	47.5	11.2	5.0	9.6	27.3	379.7	8.0	43.8	781,8
1964		70.7	39.0	67.2	5.2	101.6	36.9	18.0	90.5	38.9	28.2	203.5	103.7	803,4
1968		1.0	108.1	13.8	84.9	108.1	84.7	3.3	72.5	119.6	75.1	102.5	34.0	807,6
1960		45.3	40.7	12.1	80.4	63.4	20.6	21.6	49.2	32.6	362.4	38.3	54.8	821,4
1974		86.9	181.0	108.7	84.6	76.1	49.8	14.0	108.6	85.2	11.8	55.8	1.1	863,6
1971	Qua-	137.5	0.6	107.5	183.9	110.9	56.3	42.9	20.9	47.3	63.8	59.1	47.5	878,2
1967	trième	60.0	160.5	50.8	50.3	37.5	32.1	51.2	73.8	25.1	208.5	130.5	77.2	957,5
1966		130.6	123.8	30.7	135.5	18.8	8.7	13.7	33.6	120.6	160.2	102.2	79.5	957,9
1969		111.7	105.7	97.7	57.5	57.6	51.4	19.4	40.5	160.6	140.8	75.8	57.7	976,4
1994		70.1	132.1	8.7	66.5	51.8	40.5	9.8	28.5	286.3	286.6	105.4	11.9	1098,2
1976		43.4	101.6	41.1	102.7	41.1	1.0	28.1	93.5	159.0	331.8	93.4	97.9	1134,6
1969	Cinq-	188.7	32.8	15.7	116.0	84.9	31.2	5.8	67.7	40.8	535.4	47.6	13.2	1179,8
1977	ième	123.8	47.4	92.5	24.9	180.1	90.6	54.9	32.3	26.5	312.9	81.2	129.8	1196,9
1966		250.3	85.2	73.6	117.6	20.3	40.8	36.9	74.8	88.3	50.6	187.8	221.7	1247,9
1972		228.0	210.0	100.2	44.3	51.8	137.7	23.9	48.6	118.9	162.0	37.8	101.9	1265,1
Moy. 67/96		79.2	67.6	57.2	65.5	61.2	42.3	29.0	47.6	74.0	146.8	73.5	68.0	812,1
ETP moy. 61 / 90		29.8	39.0	75.7	106.1	139.5	171.9	202.1	167.7	107.2	60.1	31.8	28.3	1159,2
Pluies-ETP		49	29								87	42	40	246

Tab. I : Pluviométries mensuelles de 1967 à 1996. Météo France - Mas de Ponge

plus en plus fortement retenue par le substrat à mesure de l'épuisement de la réserve. La vitesse de la migration capillaire diminue progressivement, ainsi que l'alimentation en eau du végétal. Cette progressivité laisse aux mécanismes physiologiques d'adaptation à la sécheresse, particulièrement efficaces dans ce contexte, le temps d'entrer en action.

Le même schéma s'applique au mouvement inverse, en période humide, pour la pénétration et la mise en réserve de l'eau dans les fragments de roche ; celle-ci s'effectue, de plus en plus difficilement, de leur périphérie vers l'intérieur. Il s'ensuit que la division des blocs en éléments plus petits - pierres, graviers, sables - améliore à la fois le volume d'eau mis en réserve et sa disponibilité ultérieure.

Un sous-solage croisé sur un mètre de profondeur a été réalisé sur la parcelle selon une maille de quatre mètres sur quatre. Cette opération assure la fractalisation profonde de la roche (terme adopté en tectonique pour décrire la génération, au voisinage des

failles, de fragments de roche distribués dans une large gamme de dimensions) autour du passage de la dent ainsi que la dislocation des massifs délimités par les raies de sous-solage ; ceux-ci deviennent ainsi pénétrables aux racines et à l'eau. La dynamique de l'eau sur la parcelle en est massivement améliorée ; en témoigne l'explosion de la végétation spontanée dès l'année suivant l'opération.

## Le choix des essences

### Productives :

Il a été considéré qu'ainsi optimisé, le potentiel des conditions de milieu autorisait, sous réserve d'un choix judicieux des essences, la mise en place d'un projet de forêt productive de bois d'œuvre, et observé par ailleurs que les contraintes sont les mêmes, qu'il s'agisse de promouvoir

la qualité du bois, ou d'optimiser la tolérance au feu de la forêt : contrôle de la strate arbustive, éclaircissage par enlèvement précoce des sujets en sur-nombre, élagage des branches basses, fermeture précoce du couvert.

Par ailleurs, l'établissement d'une forêt productive au sein d'une forêt consacrée aux activités de loisirs, dimension à laquelle on est parfois tenté de réduire la forêt méditerranéenne, ne peut qu'en augmenter la diversité, et nourrir de nouveaux arguments en faveur de sa protection. Moyennant quelques simples dispositions, une forêt productive peut assurer parfaitement les deux fonctions.

### Tolérantes au feu :

Dans ce domaine, proprement dit, cinq facteurs ont été pris en compte :

**La vitesse du développement initial :** en effet, une croissance rapide assure une fermeture précoce du couvert et avance la période favorable à l'élagage des branches basses. La prévention des feux est aussi une lutte contre le temps.

**La capacité à fermer le couvert :** cette propriété favorise l'auto-élagage et s'oppose au développement des strates arbustive et herbacée, principaux vecteurs du feu.

**L'épaisseur de l'écorce :** L'écorce est un élément essentiel dans la tolérance au feu. Une écorce épaisse et isolante protège les tissus conducteurs de sève, qui sont exposés directement à la périphérie du tronc. La structure de l'écorce peut jouer un rôle important : l'écorce du pin parasol ou celle du pin à bois lourd, divisée en minces plaquettes superposées, rejette la flamme en s'exfoliant sous l'effet de la chaleur.

**La combustibilité de la frondaison :** elle-même sous la dépendance de plusieurs facteurs (teneur en eau et densité du feuillage, nature de la cuticule...).

**Le potentiel de croissance en hauteur :** la frondaison des grands arbres est hors de portée des flammes d'un feu courant.

Il semble que l'espèce idéale n'existe pas. Parmi les sept essences retenues, aucune ne satisfait à ces cinq critères ; pour chacune d'elles, le choix a été le résultat d'un compromis.

Quatre espèces d'origine méditerranéennes :

Le **cèdre** (*Cedrus libani* A. Rich.) peut couramment dépasser trente mètres de haut, bien que sa croissance initiale soit lente. Il ferme bien le couvert, ses tissus conducteurs de sève sont protégés par une écorce épaisse et peu combustible, sous laquelle survivent, après l'incendie, de nombreux bourgeons latents capables de repartir en végétation, même après un feu de cime et destruction complète du feuillage. Il produit un bois d'œuvre de qualité reconnue. L'origine turque a été préférée à celle de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) en raison de sa réputation de meilleure résistance à la sécheresse estivale et malgré sa sensibilité plus grande au gel. Toutefois, à la demande de Christine Marsteau (Ingénieur O.N.F.), deux rangées ont été plantées pour comparaison, au milieu de la placette, en cèdre de l'Atlas.

Le bois du **sapin de Céphalonie** (*Abies cephalonica* Loud.), originaire du sud de la Grèce, un grand arbre qui peut dépasser trente mètres de haut, au moins aussi rustique que le Cèdre. Son bois est utilisé, comme celui du sapin commun, pour les usages du bâtiment : charpente, menuiserie... Sous sa dense végétation, peu combustible, privées de lumière, herbes et broussailles dépérissent. Il est, comme la plupart des sapins, difficile à planter sans un couvert préalable, lui-même difficile à gérer ; sa croissance est lente pendant ses premières années, mais s'accélère par la suite. Il se régénère bien en garrigue par semis naturel. Quelques sujets isolés, parfois de grande taille, sont connus en garrigue nîmoise.

Le **pin de Salzmänn** (*Pinus clusiana* Clem.), grâce à son écorce épaisse et isolante, résiste depuis des siècles à des incendies répétés sur les dolomies de Saint-Guilhem-le-Désert, dans un milieu proche de nos garrigues à bien des égards, et au moins aussi ingrat qu'elles. Il est, en Espagne, le plus apprécié des pins noirs, à la fois pour son port, sa régularité de croissance en milieu difficile et la qualité de son bois. Essence de lumière, il ferme mal le couvert, mais peut être entretenu à moindres frais par la pratique des feux contrôlés.



Photo 1 : Sylvetum de Clos-Gaillard - Cyprés méditerranéens, forme étalée, plantation octobre 1993  
Photo P.R.

Le **cyprés méditerranéen** (*Cupressus sempervirens* L.), forme étalée, a été retenu, malgré la médiocre épaisseur de son écorce et la forte combustibilité de sa frondaison. Ces caractères défavorables sont en partie balancés par sa grande résistance à la sécheresse, sa croissance initiale rapide qui assure une fermeture précoce du couvert, et la qualité exceptionnelle de son bois résistant, durable, lisse et odorant, largement utilisé dans le passé pour les productions artisanales, l'ébénisterie, le bâtiment et la construction navale, inexplicablement négligé aujourd'hui. Sa croissance se ralentit avec l'entrée en fructification, période à partir de laquelle une part importante des fruits de la photosynthèse est orientée vers une production massive de cônes et de semences. La sélection de lignées moins prodigues améliorerait la compétitivité de cette belle espèce.

Trois espèces originaire de l'ouest des Etats Unis :

Le **cyprés de l'Arizona** (*Cupressus arizonica* Greene) partage la plupart des caractères de son cousin méditerranéen, moins la qualité de son bois, proche toutefois de celle du cèdre. Il supporte mieux les grands froids, et serait plus tolérant à la sécheresse.

Le **pin à bois lourd** (*Pinus ponderosa* Laws.) ; il peut atteindre cin-

quante mètres de haut dans son aire d'origine, les piémonts des montagnes rocheuses, où il prospère sous des précipitations annuelles de l'ordre de 500 mm par an, très inférieures à ce qui lui est assuré sur le Clos-Gaillard. Il se contente de sols médiocres, tels les Bad Lands du parc national de Yellowstone. Il possède une écorce épaisse, qui s'exfolie sous l'effet de la chaleur comme celle de notre pin parasol (sa structure aurait servi de modèle pour la protection externe des capsules spatiales Gemini). Il est soumis dans son aire d'origine à des feux de périodicité trentenaire, sans grands dommages. S'il ne ferme pas le couvert, il supporte bien le régime des feux contrôlés. Son bois est, aux Etats Unis, un des plus appréciés pour la construction et la menuiserie. Bref, presque le parti rêvé. Un handicap de poids cependant : son comportement en garrigue n'a pas, à ce jour, été observé. On peut en voir, en Cévennes, un sujet monumental dans l'arboretum d'Alzon.

Le **calocèdre** (*Libocedrus decurrens* Torr.), (plutôt que libocèdre, ce nom étant source de confusion pour le profane avec «cèdre du Liban»), un arbre de la famille des cupressinés qui peut atteindre quarante mètres de haut ; son écorce épaisse et spongieuse protège parfaitement du feu les vaisseaux conducteurs de sève ; son bois est léger, stable, presque imputrescible ;

ses usages vont du crayon à la traverse de chemin de fer. Il serait moins résistant à la sécheresse que les cyprès, méditerranéen ou de l'Arizona ; sa frondaison serait toutefois très inflammable.

Cet arbre peut être observé un peu partout dans le Gard, dans des parcs ou des cimetières, ou encore, disséminé sur les pentes des vallées cévenoles. Il est présent sur les Costières de Nîmes dans le cadre d'un essai de l'Association forêt-cellulose (AFO-CEL), et en garrigue, à la Blaquière, près de Montpellier, sur la propriété de Laurent et Anne-Marie Casal. Une jeune plantation, sur le plateau karstique de Médières-Montaren, proche d'Uzès, a été détruite en grande partie par le feu. On ne connaît, en garrigue, ni plantation, ni même d'arbre isolé ayant atteint le stade de maturité. Cette essence précieuse mériterait de nouvelles tentatives d'introduction.

Deux sapins d'origine turque ont été introduits sur des pointes restées innocupées : le **sapin de Cilicie** (*Abies cilicica* (Ant et kotschi) Carr.), sur les exigences écologiques duquel les avis des spécialistes faisant autorité divergent, et, suite à une erreur d'identification, le **sapin de Bornmüller** (*Abies bornmuelleriana* Mattf.). Soixante plants de chacune des deux espèces ont été mis en place sur respectivement environ mille mètres carrés.

Les lisières, ou les emplacements gélifs impropres à recevoir des rési-

neux, ont été complantés en feuillus indigènes ou provenant de régions proches (cerisiers Sainte-Lucie (*Prunus mahaleb* L.), charmes-houblons (*Ostrya carpinifolia* Scop.), érables de Montpellier (*Acer monspesulanum* L.), érables champêtres (*Acer campestre* L.), érables à feuille d'Obier (*Acer opalus* L.), chênes pubescents (*Quercus pubescens* Willd.), chênes velani (*Quercus ithaburensis* ssp *macrolepis* Kotschy), Chênes zéen (*Quercus mirbeckii* Du Rieu), frênes à fleurs (*Fraxinus ornus* L.), sorbiers domestiques (*Sorbus domestica* L.), alisiers (*Sorbus torminalis* (L.) Crantz), voire exotiques : California black oaks (*Quercus kelloggii* Newb.), chestnut oaks (*Quercus montana* Willd.), Gambel oaks (*Quercus gambellii* Nutt.),

## Le dispositif

Chacune des sept espèces principales a été plantée sur une surface d'environ un demi-hectare, selon la maille du sous-solage, soit un espace de quatre mètres sur quatre, un peu plus de trois cents arbres par parcelle, pour obtenir en fin de cycle une centaine de sujets avec une densité d'environ deux cents arbres par hectare : le plus petit modèle de forêt envisageable pour observer son comportement après un éventuel passage du feu.

Cette densité a été doublée sur la parcelle consacrée au cyprès méditerranéen, de façon à permettre, si nécessaire, l'élimination de trop nombreux sujets de forme fastigiée.

La plantation et la pose de manchons protecteurs ont été réalisées du 23 novembre au 20 décembre 1992 ; les regarnis ont été mis en place fin octobre les années suivantes, au plus tard début décembre.

## Le mode de conduite

La plantation sera conduite jusqu'au stade futaie ; les troncs seront élagués précocement et progressivement sur au moins quatre mètres de hauteur, de manière à optimiser à la fois la tolérance au feu du peuplement et la qualité de la production. La végétation spontanée est périodiquement contrôlée par débroussaillage mécanique ou manuel.

## Observations et premiers enseignements

L'installation, à découvert, du sapin de Céphalonie, ne s'est pas faite sans difficultés. La mortalité a été massive : 42 % la première année, 59 % en 1994. Il a été observé fin juillet 1994 que les dessèchements se manifestaient brutalement, en quelques jours entre deux visites ; il ne pouvait s'agir de sécheresse, dont les effets sont toujours étalés dans le temps, mais plus probablement, d'échaudage. La chronologie de l'accident coïncidait en effet avec une pointe de température (36°8 le 26 juillet 1994 à Nîmes-Courbessac). Il a été par ailleurs observé que les sujets installés sur les zones les plus rocheuses étaient relativement épargnés, et, ceci expliquant cela, que la température superficielle du sol, estimée à la main, était plus élevée sur la terre fine, rouge, que sur la roche calcaire, blanche. Depuis cette observation, les cuvettes ont été

**Le pin parasol** aurait pu trouver place sur le Sylvetum en raison de sa rapidité de croissance, de la structure en plaquettes de son épaisse écorce qui s'exfolie sous l'effet de la chaleur et rejette le feu à l'écart du tronc, de la densité de son houppier, où s'étouffent les flammes ; qui plus est, ses cimes s'interpénètrent et forment un couvert continu sous lequel s'étiolent branches basses, broussailles et la végétation herbacée. Ne subsiste au sol qu'un tapis d'aiguilles qui ne peut alimenter qu'un maigre feu courant facile à maîtriser. La seule réserve concernerait la qualité du bois qui ne trouve d'autre débouché que la papeterie.

Bien conduit, un peuplement de pin parasol est un rempart contre le feu. Cette essence a vocation pour la constitution de coupe-feu arborés, autrement efficaces que les coupures traditionnelles trop souvent envahies par les herbes sèches et les broussailles, boulevards grand ouverts pour les flammes

Le pin parasol est déjà très largement représenté sur le Clos-Gaillard, et la place manquait sur la parcelle affectée au Sylvetum. Il a été considéré, tout compte fait, qu'en matière de tolérance au feu, cette essence n'avait plus rien à démontrer.

remplies de pierres, et les mortalités massives ont pris fin.

Il ne s'agit pas d'une découverte ; de nombreux praticiens nous ont confirmé que cette manière de faire était, et est encore appliquée, en particulier sur les Causses, où, comme en garrigue, les pierres sont blanches et réfléchissent le rayonnement solaire. Il nous a été rapporté par ailleurs qu'en Péloponnèse, sur ses stations d'origine, le sapin de Céphalonie se régénérerait abondamment par semis spontané dans les fissures du karst, jusque fort loin des géniteurs, en plein découvert, sans autre abri que les parois immaculées de la fissure.

Ce sujet mérite un développement. En technique forestière, l'usage est assez répandu d'aménager une cuvette autour des jeunes plants. L'eau de pluie se rassemble au fond de la cuvette, ce qui améliore l'alimentation en eau des jeunes sujets, et leurs chances de reprise. Les petites pluies, qui se concentrent au fond de la cuvette, au voisinage du plant, sont ainsi mieux valorisées que sur sol plat.

Les fortes pluies, par contre, détruisent la structure des agrégats et entraînent les particules vers le fond de la cuvette. Ce dépôt, stratifié au rythme du régime des précipitations, est à la fois compact et imperméable. Il en résulte un double effet défavorable : l'enfouissement du collet et la formation de flaques persistantes. Ces deux facteurs se conjuguent pour provoquer l'asphyxie des racines : les cèdres y sont particulièrement sensibles. Ce dépôt durcit en séchant ; il exerce alors une contrainte mécanique au niveau du collet. Par ailleurs, les graines des adventices sont entraînées au fond de la cuvette où les conditions sont favorables à leur germination, à proximité immédiate des jeunes plants.

L'empierrement atténue ces inconvé-

nients et amplifie les effets favorables de la cuvette. Les pierres encaissent le choc des gouttes de pluie, ce qui supprime les effets de battance et permet ainsi la conservation d'une structure superficielle du sol perméable à l'air et à l'eau. Elles font écran au rayonnement solaire, la température du sol est moins élevée, ce qui supprime les risques d'échaudage et diminue l'évaporation superficielle. De nombreux petits animaux trouvent abri sous les pierres, leur activité fousseuse entretient une porosité favorable à l'infiltration de l'eau ainsi qu'aux échanges gazeux.

Les pierres, moins perméables que la terre fine, ne retiennent à la surface du sol que la quantité de pluie nécessaire à les mouiller superficiellement, le reste s'infiltrerait rapidement, à l'abri du rayonnement solaire direct ; ainsi sont mieux valorisées les faibles pluies d'été.

Au contraire, tombant sur une terre nue, l'eau est absorbée en surface et s'évapore immédiatement, sans participer au bilan du couvert végétal.

Enfin, un masque de pierres contrarie le développement de la végétation adventice et allège d'autant les travaux de dégagement.

## Mensurations

Des mesures de hauteur ont été réalisées, à partir de l'automne 1994, pendant la période d'arrêt de végétation, sur chacune des sept essences principales du Sylvetum. Les valeurs relevées fin 1996 sont données dans le tableau II dans lequel les espèces sont classées selon leur développement relatif.

Il apparaît clairement que la croissance des cyprès ou apparentés a été,

pendant ces premières années, largement supérieure à celle des cèdres, pins ou sapins. Ces derniers ne font, en effet, qu'une croissance principale de printemps, une timide reprise automnale ne semblant avoir d'autre effet que le rajeunissement des bourgeons. Les Cyprès, ou apparentés, plus opportunistes, peuvent poursuivre, ou reprendre leur croissance, sans véritable interruption — ils ne fabriquent pas de bourgeon terminal —, pourvu que les conditions de disponibilité de l'eau, de température et d'ensoleillement soient favorables. La croissance annuelle des cèdres, pins et sapins, est ainsi sévèrement affectée par une sécheresse de printemps même suivie de pluies d'été, qui au contraire épargne celle des cyprès et apparentés.

Les hauteurs relevées sur les sapins de Céphalonie doivent être interprétées avec réserve ; en effet, leurs valeurs sont affectées par une proportion élevée de regarnis, conséquence de la forte mortalité intervenue pendant les trois premières années. L'avenir dira si une meilleure technique de mise en place des plants, mise en œuvre depuis, permettra, ou non, d'obtenir de meilleurs résultats.

Il est apparu, par ailleurs que les jeunes plants de sapins encore mal enracinés, peuvent être très vulnérables à une sécheresse de printemps, se manifestant au moment de l'ouverture des bourgeons. Un arrosage, aussi modeste soit-il permet de passer un cap difficile ; les besoins en eau sont en effet minimes à ce stade de développement. Dans un contexte voisin, Alexandre Seigue invoque « l'eau transportée à dos d'âne et déversée à raison de 1/2 à 1 litre par pied ». Peut-être faut-il accepter que l'établissement des essences les plus difficiles, puisse, au départ, nécessiter quelques arrosages.

12/1996 - Le Sylvetum du Clos-Gaillard - Hauteurs en cm, mesurées après 3 et 4 années de végétation																
Essence Rangs Années	Cyp. médit.		Cyp. Arizona		Calocèdre		Pin de Salz.		Cèdre Liban		Pin pond.		Cèdre Atlas		Sapin de C.	
	3 et 5 (W)		3 et 5 (W)		5 et 8 (E)		5 et 7 (E)		4 et 8 (E)		3 et 7 (E)		5 et 6 (E)		6 et 12 (E)	
	1995	1996	1995	1996	1995	1996	1995	1996	1995	1996	1995	1996	1995	1996	1995	1996
Nombre de sujets mesurés	113	113	47	47	48	48	71	36	51	51	73	65	45	42	40	37
Moyenne générale	130	170	132	171	46,6	66	56,4	76	35,9	51	35,4	47	27,1	39	18,2	26
Haut.Moy. du tiers dominant	161	214	161	209	63,5	89	72,4	90	49,1	70	49,7	65	35,8	51	24,9	36
Hauteur du sujet dominant	308		275		133		103		102		92		69		57	

Lire : (E) : rangs comptés sur l'allée centrale à partir de l'Est ; (W) comptés à partir de l'Ouest

Tab. II : Hauteurs en cm, mesurées après 3 et 4 années de végétation - Sylvetum de Clos-Gaillard - 12/96

# Développements

Le Sylvetum est, depuis deux ans, doté d'un prolongement sous forme d'une chênaie regroupant sur un même site 28 parcelles abritant différents chênes méditerranéens, ou d'affinité méditerranéenne, à feuillage caduc ou semi-persistant (quelques chênes à feuillage persistant figurent cependant au titre d'espèces d'accompagnement), de potentiel de développement comparable à celui du chêne pubescent, et présumés assez rustiques pour se satisfaire des conditions de la garrigue.

Une place particulière a été faite aux

taxons méditerranéens apparentés au chêne pubescent, mais aussi aux avatars méditerranéens des chênes, sessiles ou pédonculés.

A ce jour, 37 taxons de différents niveaux, espèces ou origines, sont en place ou en pépinière ; les plantations devraient être achevées fin 98.

## P.R.

### Itinéraire d'accès

A la sortie de Nîmes, en direction d'Alès, prendre la route de Lédignan (D 907) et la suivre sur 4,9 km, jusqu'au Mas de Vallongue. Tourner à droite, suivre le chemin (DFCI B2/B3/B4) sur 900 mètres, jusqu'à un carrefour de quatre chemins. Prendre le plus à gauche (DFCI B3), sur 800 mètres, jusqu'au Sylvetum.

# Petite bibliographie

ARNO Stephen F., HAMMERLY Ramona P., 1977 - Northwest trees, The Mountainers, 306-2nd Avenue West, Seattle Washington 98119.

FRANKLIN Jerry F., DYRNESS C.T. 1975 - Natural Vegetation of Oregon and Washington, Oregon State University press.

GRAS Raymond, 1994 - Sols caillouteux et production végétale, I.N.R.A., 147 rue de l'Université - 75007 Paris.

RUIZ de la Torre Juan, 1979, Arboles y Arbustos de la Espana peninsular, Escuela Tecnica Superior de Ingenieros de Montes.

RUTTEN Pierre, 1993, Propositions pour la garrigue, Groupement Gardois pour le Développement Forestier, Mas Chabert, 30190 Bourdic

SEIGUE Alexandre, 1985, La forêt circumméditerranéenne et ses problèmes, Maisonneuve et Larose.

TRABAUD Louis, 1989 - Les feux de forêts, France-Sélection, 9 à 13, rue de la Nouvelle-France, 93303 Aubervilliers

## Résumé

Le Sylvetum de Clos-Gaillard a pour objet l'établissement, en garrigue nîmoise, un milieu périodiquement ravagé par les incendies, d'une forêt tolérante au feu.

Sept essences (calocèdres, cèdres du Liban, cyprès de l'Arizona, cyprès méditerranéens, pins à bois lourd, pins de Salzman, sapins de Céphalonie) ont été sélectionnées, chacune d'elles présentant, à des degrés divers, des caractères (vitesse du développement initial, capacité à fermer le couvert, épaisseur de l'écorce, combustibilité de la frondaison, potentiel de croissance en hauteur) lui conférant une plus ou moins grande tolérance au feu.

Le Sylvetum, régulièrement débroussaillé, sera conduit jusqu'au stade futaie. Les troncs seront progressivement élagués jusqu'à au moins quatre mètres de haut.

## Summary

Our purpose, with the Sylvetum at Clos-Gaillard, is to install a fire-tolerant forest in the garrigue of Nîmes, an area which is periodically damaged by fires.

Seven species (Abies cephalonica, Calocedrus decurrens, Cedrus libani, Cupressus arizonica, Cupressus sempervirens, Pinus clusiana, Pinus ponderosa) have been selected, because each of them, to different degrees, possesses characteristics which make them more or less fire-tolerant (speed of their initial growth, ability to close the canopy, thickness of their bark, combustibility of their foliage, potential for vertical growth).

Regularly cleared, the Sylvetum will be tented to the stage of standing mature timber, all trunks being progressively pruned up to at least 4 m high.

## Resumen

El Sylvetum (tratamiento silvo-forestal) de Clos-Gaillard tiene como principal objetivo establecer un bosque tolerante al fuego, justamente en un territorio, la garriga de Nîmes, que está sometido periódicamente a la acción de los incendios.

Se han seleccionado siete especies arbóreas (Abies cephalonica, Calocedrus decurrens, Cedrus libani, Cupressus arizonica, Cupressus sempervirens, Pinus clusiana, Pinus ponderosa), presentando cada una de ellas, en diversos grados, algunos caracteres que les confieren una mayor o menor tolerancia al fuego, tales como: velocidad de desarrollo inicial, capacidad de las copas para formar un dosel arbóreo tupido, combustibilidad de la fronda, potencialidad de crecimiento en altura.

Este Sylvetum, será desbrozado con regularidad hasta obtener una arboleda (bosque maderable). Los troncos serán deschuponados o mondados de forma progresiva hasta al menos los cuatro metros de altura.