

Le Calocèdre

Essais de provenances en climat méditerranéen : premiers résultats

par Thierry FAUCONNIER

La publication de cet article participera, nous l'espérons, à une meilleure connaissance et, pourquoi pas, à une relance efficace de l'utilisation du Calocèdre dans la région méditerranéenne. En effet, les résultats des essais menés sur cette espèce, montrent que les origines californiennes sont adaptées aux sites méditerranéens. Il serait bon que cette étude puisse ouvrir le champ à l'expérimentation d'autres espèces, qui, dans le cadre du changement climatique actuel, pourraient répondre aux besoins des forestiers méditerranéens.

Dans l'état actuel des connaissances scientifiques et en tenant compte des changements climatiques annoncés, il semble possible d'accorder aujourd'hui plus d'importance à une espèce dont la rusticité et la résistance aux aléas climatiques se sont avérées particulièrement intéressantes dans le sud de la France.

L'objectif de l'étude est de faire le point sur les provenances de calocèdre introduites sur les différents sites expérimentaux méditerranéens.

Présentation générale

Le cèdre à encens ou calocèdre (*Calocedrus decurrens*) est un conifère de la famille des Cupressacées. Le genre *Calocedrus* est représenté par une espèce d'Amérique du Nord (*C. decurrens*) et deux espèces asiatiques (*C. macrolepis* et *C. formosana*).

Son nom vient du grec *callos* (beau) et du latin *kedros* (cèdre), pour sa ressemblance avec les cèdres.

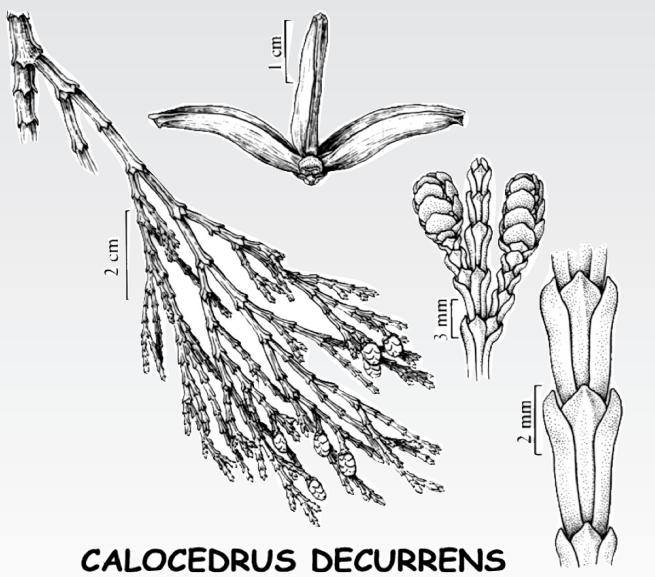
Originaire des USA, le calocèdre est connu en France depuis le XIX^e siècle. L'Afocel (désormais FCBA¹) s'est intéressé à cette essence pour sa vigueur et sa rusticité sur les terrains calcaires, où il fut installé en essai de comparaison d'espèces à la fin des années 1970. Les bons résultats obtenus ont permis de le retenir pour occuper les terrains secs et calcaires du sud de la France (BAILLY et BARNEOUD 1984).

Avant de recevoir son nom officiel actuel de *Calocedrus decurrens* Florin, cette espèce s'est appelée *Libocedrus decurrens* Torr et *Heyderia decurrens* K. Koch. Les pépiniéristes du Midi de la France l'assimilent souvent au *Thuya*, ce qui risque d'introduire une confusion avec *Thuya plicata*, espèce qui ne donne pas de bons résultats dans le sud de la France.

1 - L'Afocel (Association Forêt Cellulose) et le CTBA (Centre technique du bois et de l'ameublement) ont fusionné le 1^{er} juin 2007 pour donner naissance à FCBA, l'Institut technologique Forêt Cellulose Bois - construction Ameublement.

Description de l'espèce

Dans son aire naturelle, c'est un arbre de grande taille qui peut dépasser 60 m pour 3,6 m de diamètre. Les jeunes arbres ont un rhytidome écailleux vert à rouge, qui devient fibreux avec de profondes crevasses vers 5 à 7 ans. La cime est conique et étroite dans la jeunesse. Les ramifications des tiges sont dans un même plan et l'angle de ramification aigu, les rameaux sont aplatis. Les feuilles adultes sont squamiformes, plus longues que larges, insérées sur 4 rangs. C'est en automne et au début de l'hiver qu'il est le plus facile de le distinguer : il est alors couvert de chatons mâles (globuleux et jaunâtres) qui donnent à la cime une couleur mordorée. Les cônes femelles constitués de trois paires d'écaillles minces mucronés sont en position terminale des ramules. La maturation des graines est annuelle. Une fois les graines mûres, les cônes s'ouvrent et les lâchent dans le vent ; quand les graines sont dispersées, les cônes caduques tombent au pied des arbres. Les graines sont très allongées, avec une cicatrice basale blanchâtre et deux ailes latérales.



CALOCEDRUS DECURRENS

Extrait : Flora of North America www.efloras.org

Intérêt du calocèdre

Ses exigences sont faibles : c'est l'arbre des sites exposés et des sols rocheux riches en calcaire actif. Il sait tirer le meilleur profit des sols pauvres et dégradés, ne craint pas le froid et se comporte relativement bien sur les sols acides (POWERS, ROBERT 1981). Globalement, il s'accommode de la plupart des roches-mères, pourvu que le sol soit bien drainé.

Grâce à sa rusticité et à sa faculté d'adaptation dans les sites difficiles, son utilisation sur sol calcaire donne de très bons résultats. Il se montre très tolérant au stress hydrique et, quand il trouve de bonnes conditions de croissance, il fait preuve d'une forte productivité (FRANCLET, MARQUESTAUT 1983).

Les caractéristiques de cette espèce dans son aire d'origine

Son aire se situe sur la côte Ouest des USA, le long de la façade pacifique dans les états d'Oregon et de Californie (GRIFFIN *et al* 1972). Cette espèce se développe sur une grande variété de roches-mères : du grès au schiste, en passant par le basalte, le calcaire et le granit. On le trouve sur un gradient altitudinal de 50 m à 2000 m. Aux altitudes élevées et sur sites particulièrement secs et exposés, le calocèdre est très longévif. Les grands arbres ont souvent plus de 500 ans. L'âge le plus ancien enregistré est 542 ans pour 50 cm de diamètre. Le plus grand arbre inventorié aux Etats-Unis faisait 69 m de haut pour 1,2 m de diamètre (DOLPH, LEROY).

Une fois établi, le calocèdre est généralement sub-dominant, mais on peut le trouver en mélange avec d'autres espèces : pin, douglas, sapin, cyprès (SCHUBERT, 1965).

Bien plus que les pins et les sapins, sa véritable prédisposition à la sécheresse vient de sa capacité à utiliser la rosée. Dans une expérience (STONE et EDWARD 1957), l'application de rosée artificielle a permis de doubler la période de survie des jeunes plants de calocèdre développés dans un sol asséché au point de flétrissement. Il tolère la sécheresse, mieux que les pins, eux aussi associés à cette expérience.

Le calocèdre est peu sensible aux effets de l'ozone (MILLER *et al* 1983). Ce constituant principal de la pollution atmosphérique, blesse le feuillage de beaucoup de résineux. Cette prédisposition le place avec succès dans les zones affectées par cette pollution.

La longévité élevée du duramen donne aux produits sciés une durabilité exceptionnelle. Il reste idéal pour les menuiseries extérieures, car il est stable face à l'humidité. Il résiste bien à la courbure et à l'affaissement du bois de charpente. Cette grande richesse contenue dans le bois se retrouve aussi dans la fabrication exclusive des crayons. Le grain droit et doux est facilement taillé au couteau. La plus grande partie du bois est destinée à la charpente (MC DONALD, PHILIP 1973). Par ailleurs, son utilisation papetière en pâte Kraft est facile.

A l'état adulte, son écorce devient une protection efficace contre le feu, très fréquent dans son aire d'origine. Il est assez peu sensible aux maladies. Cependant, une pourriture du bois peut causer d'importants dégâts en pénétrant par les plaies de tailles ou les

dégâts de feu. Des pourritures des racines ont également été observées en vallée de Yosemite (USA) (SRAGO *et al* 1978).

L'expérimentation du calocèdre à l'Afocel

L'étude de cette espèce répond à un besoin d'étoffer les choix proposés aux reboiseurs méditerranéens.

Après une première récolte de graines aux Etats-Unis en 1981 (mission Franclet), le programme Afocel débute en 1982. En 1985, une deuxième récolte de graines est réalisée (mission Destremau). Une bonne partie de l'aire naturelle est ainsi échantillonnée suivant deux transects : est-ouest et nord-sud (FRANCLET, MARQUESTAUT 1983). C'est en tout plus de 250 lots qui sont récoltés.

Le matériel végétal testé

Les graines d'origine californienne

Les graines rapportées des missions sont semées en pépinière pour constituer les futurs essais de descendance. Des graines du commerce sont fournies par le Pacific Forest Seeds (Californie).

Les origines françaises

Une seconde voie est mise en place pour constituer une base de matériel d'origine française. Les arbres remarquables introduits dans les parcs ou les collections privées représentaient une source de matériel intéressant à mobiliser.

Des prospections ont permis de sélectionner ces beaux arbres âgés et de les cloner. Ce matériel végétal a été mis en comparaison dans les essais à partir de 1983.

Les origines italiennes

Ce sont les origines disponibles dans le commerce. Elles ont constitué le matériel servant de référence aux premières parcelles de démonstration.

Dimension du réseau expérimental

La zone expérimentale

La situation géographique des parcelles expérimentales de calocèdre est représentée dans la figure 1.

Les essais sont installés dans des sites présentant les conditions courantes rencontrées dans le sud de la France.



Fig. 1 :
Situation géographique
des parcelles
expérimentales
de calocèdre.

Essais	Effectif	Surface en ha
Essais d'amélioration	17	10,13
Essais cultureaux	8	4,81
Parcelle de démonstration	7	19,7
Total	32	34,64 ha

Tab. I :
Thème des essais

Thème des essais

Cf. Tab. I, ci-dessus.

Quarante-sept essais sont ainsi mis en place. Quinze essais ont été détruits par des conditions stationnelles trop mauvaises : sol argileux très lourd, compact et mouilleux, ainsi que des causes externes : feux, intoxication aux effluents de distillerie, excès de salinité près des étangs, gibier...

Photo 1 :

Calocèdre de 13 ans,
origine Forest-Seeds,
à Pinsaguel
(Haute-Garonne)



Il reste 32 essais exploitables, dont 27 sont retenus en zone méditerranéenne (Cf. annexes, pp. 29-30).

Le réseau multi-sites comporte assez d'essais pour représenter la variabilité des conditions climatiques et pédologiques que l'on rencontre dans le Bassin méditerranéen.

Bilan global des mesures

Les mesures des essais se sont échelonnées de 2005 à 2006. Les premiers résultats montrent que le calocèdre s'adapte facilement aux zones calcaires et acides soumises à de faibles précipitations et à une sécheresse estivale marquée.

A l'issue de ces mesures, il est constaté que l'origine du matériel génétique se distingue nettement dans la réussite du boisement. Sur le terrain, il est très vite observé des différences importantes.

Grâce aux essais cultureaux, les mesures ont également permis l'acquisition de données sur l'élevage en conteneur, ainsi que la meilleure période de plantation. Ces premières pistes démontrent la supériorité des conteneurs à parois poreuses (motte Fertiss, motte Melfert) sur la reprise et la croissance. Il ressort également qu'une plantation de printemps associée à des plants d'un an donne de meilleurs résultats. La mycorhisation n'a pas fait l'objet d'études particulières.

Dans ce bilan, nous nous intéresserons essentiellement aux différentes provenances testées.

L'intérêt des bonnes provenances

Les origines italiennes Vilmorin et Versepuy

Ces origines ont été utilisées dans les parcelles de démonstration. Ces lots sont suivis, mais pas mesurés régulièrement.

Ce sont des plantations sans dispositif statistique.

Les placettes de sondage ont montré que ces origines ont une croissance très faible.

Les cinq origines américaines Forest-Seeds

Ce sont : 916003 *Camino*, 926005 *Kirkwood Iron mountain*, 916002 *USA-*

Burney et 926004 Burney, 926002 Klamath-red mountain.

Les cinq provenances américaines figurent dans tous les essais culturaux et les parcelles de démonstration. Elles sont vigoureuses et leur croissance est assez similaire.

Elles sont très supérieures aux origines italiennes et françaises. Leur absence dans les essais d'amélioration ne permet pas de les situer par rapport au matériel rapporté de mission en 1981 et 1985.

Les origines françaises "arbres remarquables"

Dans les essais d'amélioration, elles se retrouvent en fin de classement. Leur faible représentativité ne permet pas de conclure définitivement.

Référence extérieure

A l'automne 1991, l'Office national des forêts a installé sur les Causses du Larzac un essai avec quatre provenances du commerce : *Burney* et *Camino*, origine USA et *Bologne* et *Modera*, origine Italie. Les deux origines italiennes ne poussent pas et restent groupées bien en dessous des deux lots américains.



Les meilleures provenances

Sur 17 essais d'amélioration, 3 disposent de 12 provenances communes regroupant 31 descendance avec au moins 10 arbres mesurés par lot (récolte Destremau en 1985). A noter que trois lots français sont aussi représentés sur les trois essais. Les autres essais d'amélioration ne possèdent pas assez de lots communs pour être retenus et fournir des résultats exploitables.

Ces trois essais sont installés dans trois milieux très différents :

– à Banne en Ardèche à 300 m d'altitude sur sol schisteux et acide (pH 5,1), c'est la zone typique du pin maritime cévenol. Sol hétérogène compact et humide sur la moitié de la zone avec sur l'autre versant, le remblai d'une ancienne mine de fer qui constitue une zone beaucoup plus poussante. Les zones remaniées donnent une croissance plus importante ;

– à Barrême dans les Alpes-de-Haute-Provence à 1200 m d'altitude sur site très

basique (pH 8,4) : marnes grises et gros bloc de calcaire. Le Pin noir est dominant. Sol très superficiel où les températures deviennent extrêmes en été comme en hiver. La croissance générale est lente et difficile, voire nulle sur les zones marneuses ;

– à Vauvert dans le Gard à 20 m d'altitude sur terre agricole dans les costières du Gard (pH 7,5). Sol homogène et profond sur substrat neutre. Forte croissance et bon comportement des arbres.

Photo 2 :
Descendance Mc Cloud,
calocèdre de 19 ans,
à Banne (Ardèche)

Classement des provenances sur la hauteur moyenne

La hauteur moyenne des provenances est obtenue en calculant la moyenne en hauteur de tous ses lots dans les trois essais. Chaque



Photo 3 :

Descendance Mc Cloud, calocèdre de 20 ans à Barrême (Alpes-de-Haute-Provence)

provenance comprend de 1 à 4 lots. On retiendra les provenances dont la moyenne est établie sur au moins trois lots (Cf. Fig. 2).

Dans ce classement, deux provenances ont des caractéristiques de croissance intéressantes :

- N. of Mc Cloud Town,
- Lake Briton.

Les autres peuvent aussi présenter un intérêt dans le cadre d'un deuxième choix :

- Mc Cloud River Falls, Prospect et Somes Bar.

Les trois lots d'origine française se retrouvent en fin de classement.

Production en volume : première référence

Dans les essais d'amélioration, trois anciens essais (tests clonaux) peuvent livrer des références moyennes en matière d'exploitation forestière (sans dépresso et sans première éclaircie), Cf. Tab. II.

Quelques éléments d'autoécologie

Adaptation sur terrain calcaire ou acide ?

Les performances ne varient pas sensiblement selon que le sol soit calcaire ou acide. La croissance est satisfaisante dans les deux milieux. Les substrats fissurés et/ou filtrants lui sont nécessaires. Il est beaucoup plus vigoureux dans les substrats aérés et montrera des difficultés d'adaptation sur sols lourds ou mal drainés.

Aspect des calocèdres installés sur une mauvaise station

Un sol humide, non drainé ou très tassé provoque le jaunissement et le dessèchement des parties terminales (feuilles et rameaux). L'arbre ne pousse plus et végète durant de nombreuses années.

La canicule de 2003

Sur cette période, pour l'ensemble des sites, il n'y a pas d'augmentation de la mortalité.

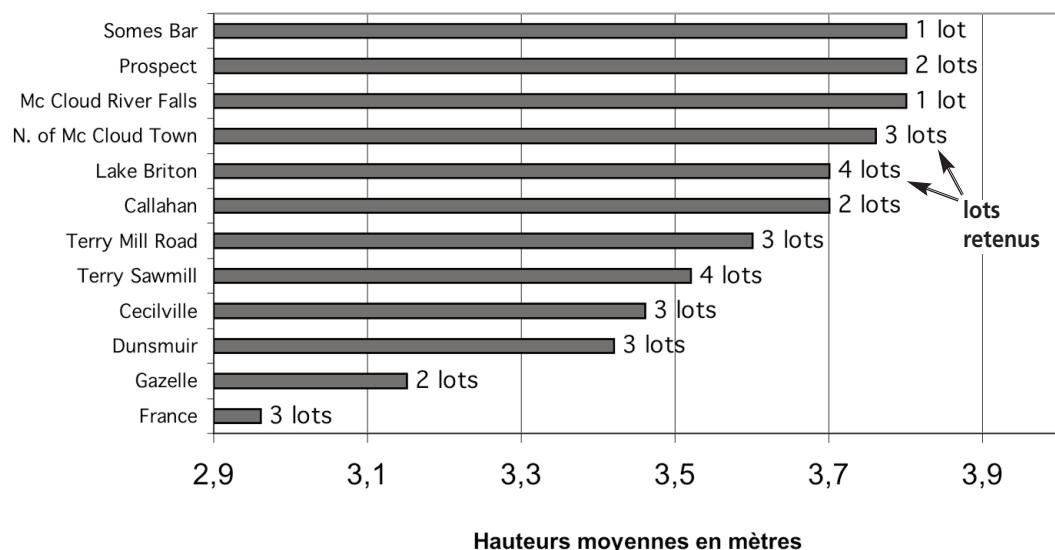


Fig. 2 :
Classement des provenances sur la hauteur moyenne en mètre

Impact sur l'environnement

Cette espèce a une consommation d'eau potentiellement très faible. Elle règle sa croissance en fonction de l'eau disponible.

C'est une espèce très peu invasive qui se régénère sous nos latitudes. Il n'est pas remarqué « d'essaimage » sur les parcelles voisines ou dans le voisinage immédiat des arbres adultes.

Conclusion

Cette étude révèle l'arc méditerranéen comme une zone d'accueil très favorable pour le calocèdre, dont la rusticité et la résistance aux aléas climatiques se sont avérées particulièrement intéressantes sur de nombreux sites testés.

Les principaux acquis

Les origines italiennes sont à éviter.

Les origines françaises sont déclassées lorsqu'elles sont comparées aux origines américaines.

Les origines californiennes de Forest-
Seeds sont de bonnes provenances.

Les provenances rapportées en 1985 : N. of
Mc Cloud Town et Lake Briton sont particulièremment intéressantes.

Des pistes sont ouvertes pour l'élevage en conteneur, la période de plantation et la nutrition.

Perspectives et enjeux à venir

Les origines californiennes de la mission Destremau en 1985 ont démontré leur réelle supériorité. Elles donnent des perspectives significatives d'amélioration en matière d'adaptation et de production de biomasse.

La transformation des essais en vergers à graines (repérage des meilleures origines) ne peut pas être exclue pour résoudre le problème de l'approvisionnement en graines.

Cette espèce peu connue des forestiers est positionnée favorablement face au réchauffement climatique.

La qualité du bois (très appréciée aux USA) reste également un enjeu à prendre en compte.

T.F.

La production des plants de Calocèdre

Pour tous les essais d'amélioration, l'élevage des plants en pépinière et la préparation du sol de chaque essai étaient identiques :

– Semis des différents lots en caisse et repiquage en motte Melfert (motte que l'on roule) au bout d'une quinzaine de jours après germination. Elevage des plants en une saison de végétation pour une plantation d'automne (généralement en octobre). A cet âge la taille des plants (suivant la vitalité des lots) est de 15 à 25 cm. Un tri sommaire élimine les plants présentant des tares (fourches, couleur et taille anormale, faible grossoeur du collet).

– Le substrat : 30 % tourbe blonde + 30 % d'écorce + 30 % de vermiculite (composition des mottes Melfert).

– La fertilisation : une fois le plant durci après le repiquage (environ 15 jours à 3 semaines), les plants sont sortis à l'extérieur sur l'aire d'élevage. Une fertilisation (une fois par semaine au Plantprod 0-15-40) est appliquée à l'arrosoir.

– La préparation du sol : le standard est le sous-solage à 1 ou 3 dents à 50/60 cm de profondeur après un léger décapage du sol.

– La densité : le respect de l'espacement est assuré par un câble étalonné tendu sur le sol.

– La plantation : toujours manuelle, planté à la pioche dans un potet travaillé sur la ligne de sous-solage.

– Le suivi : pas d'entretien et pas d'engrais. Mesure à l'installation et à intervalle régulier (3, 5 et 7 ans) à l'aide d'un pige graduée en centimètre.

Essais	Age	Surface	Vol arbre moyen	Vol essai	Vol/ha/an
11130	20 ans	1 ha	0,13 m ³	131 m ³	6 m ³ /ha/an
13005	23 ans	0,4 ha	0,13 m ³	40 m ³	4,3 m ³ /ha/an
26015	21 ans	0,4 ha	0,15 m ³	60 m ³	7,1 m ³ /ha/an

Cette étude a été réalisée avec le soutien financier de la DRAF du Languedoc-Roussillon, la DRAF de Provence-Alpes-Côte d'Azur et le Conseil régional de Provence-Alpes-Côte-d'Azur.

Tab. II :

Volume moyen sur pieds à la découpe 7 cm de diamètre (bois fort).
Tarif de cubage utilisé par l'Afocel pour le Sequoia sempervirens dont la forme est proche de celle du calocèdre.

Thierry FAUCONNIER
Technicien forestier
Institut technologique
FCBA
Domaine
de Saint-Clément
34270 Saint-Clément-
de-Rivière
Mél : Thierry.
FAUCONNIER@fcba.fr



Photo 4 :
A Coussergues (Hérault),
calocèdre de 15 ans

Bibliographie

- Bailly A ; Barneoud C. 1984. Essence pouvant croître rapidement en zone méditerranéenne *Forêt Méditerranéenne*, 6 (2), pp. 96-97.
- Bailly A. 1993. Le réseau de plantations comparatives de l'Afocel. *Forêt Méditerranéenne*, XIV (1), pp. 15-16.
- Dolph, K. Leroy. Data on file. Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station, Redding, CA.
- Franclet A. ; Marquestaut J 1983. Le Calocèdre. *Informations-Forêt*, N° 3 (Fasc. 230), pp. 249-260.
- Franclet A. 1982. A propos d'une récolte de graines de séquoia et de calocèdre. *Annales de Recherches Sylvicoles* 1981, pp. 327-380.
- Griffin, James R, and William B. Critchfield. 1972. The distribution of forest trees in California. USDA Forest Service, Research Paper PSW-82 (reprinted with supplement, 1976). Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station, Berkeley, CA. 118p.
- Mc Donald, Philip M. 1973. Incense-cedar... an Americain wood. USDA Forest Service, FS-226. Washington, DC. 7p.
- Miller, P.R., G.H. Longbotham, and C.R. Longbotham. 1983. Sensibility of selected western conifers to ozone. *Plant Disease* 67 (10): 1113-1115.
- Powers, Robert F. 1981. Nutritional ecology of ponderosa pine (*Pinus ponderosa* Laws.) and associated species. Thesis (Ph. D), University of California, Berkeley. 234 p.
- Robert F. Poxers and William. Olivier – Incense-Cedar (Silvics of forest trees).
- Stone, Edward C. 1957. Dew as an ecological factor. II. The effect of artificial dew on the survival of ponderosa pine and associated species. *Ecology* 38 (3) : 414-422.
- Schubert, G.H. 1965. Incense-cedar. In *Silvics of forest trees of the USA* p. 243-247. H.A. Fowells, comp. U.S. Departement of Agriculture, Agriculture Handbook 271. Washington. DC.
- Srago, Michel, John R. Parmeter, Jr, Jay Johnson, and Lorne West. 1978. Determinig early failure of root diseased incense-cedar in Yosemite Valley. USDA Forest Service and Interior National Park Service, Washington, DC. 36p.
- Vançon S. 1994. Le calocèdre, arbre d'ornement ou arbre forestier ? *PHM*, 345, pp. 16-18.
- Vançon S. 1992. Rapport 1991, pépinière Malissard. AFOCEL, 47 p.
- Wilcox, Hugh. 1962. Growth studies of the root of incense-cedar. Morphological features of the root system and growth behavior. *American Journal of Botany* 49 (3) : 237-245.

Résumé

Originaire des Etats-Unis, le Calocèdre (*Calocedrus decurrens*) est introduit en France par les explorateurs au cours du XIX^e siècle. L'Afocel s'est intéressée à cette espèce à la fin des années 1970, pour sa vigueur et sa rusticité sur les terrains calcaires. Après deux missions de récolte de graines dans l'aire d'origine, une série d'essais fut installée en région méditerranéenne. Très vite, les premières expérimentations posent la question du choix des provenances dans la réussite des plantations. L'Afocel apporte les résultats de ces essais d'amélioration. Dans ces résultats, l'origine du matériel génétique se distingue nettement dans la réussite du boisement : les graines d'origine californienne sont supérieures aux origines du commerce. Les essais menés en région méditerranéenne concluent que le reboiseur peut utiliser avec confiance les origines californiennes sur sol calcaire ou acide, où elles donnent de très bons résultats.

Summary

Incense Cedar –Provenance trials : first results

Coming from the United States, Incense Cedar (*Calocedrus decurrens*) was introduced in France in the XIXth century. Afocel (now called FCBA), has been studying this species since the 70s because Incense Cedar appears to be productive as well as hardy, even in limestone regions.

After two seed-harvesting expeditions in its original habitats, trials were set up in the French Mediterranean region. During the first years, results for mortality and productivity varied widely. The article presents the results for different seed provenances.

The Californian seeds proved superior to the seeds usually traded in France, both on alcaline and acid soils. So for forest owners, Incense Cedar can be considered as a solution for afforesting areas displaying difficult agronomic conditions.

Riassunto

Il calocedro – prove di provenienze : primi risultati

Originario degli Stati-Uniti, il calocedro (*Calocedrus decurrens*) è introdotto in Francia dagli esploratori nel corso del XIX° secolo. L'Afocel si è interessato a questa specie alla fine degli anni 1970, per il suo vigore e la sua rusticità sui terreni calcarei. Dopo due missioni di raccolte di semi nell'area di origine, una serie di prove fu installata in regione mediterranea.

Prestissimo, le prime sperimentazioni pongono il problema della provenienza nella riuscita delle piantagioni. L'Afocel da i risultati di queste prove di miglioramento.

In questi risultati, l'origine del materiale genetico si ditingue nettamente nella riuscita dell'imboschimento : i semi di origine californiana sono superiori a quelle di origine del commercio.

Le prove condotte in regione mediterranea concludono che quelli che fa il rimboschimento può utilizzare con fiducia le origini californiane su suolo calcareo o acido, dove danno ottimi risultati.

Annexe 1 - Les essais mesurés en 2006

N	Essais	Commune	Thème	Date Installation	Age 2006	Hauteur moyenne	Surface (ha)	Matériel végétal
1	04007	Barrême	Amélioration	1986	20 ans	1,4 m	1.5	USA 1985
2	07012	St Jean	Amélioration	1986	20 ans	3,4 m	0.4	USA 1985/France
3	07014	Banne	Amélioration	1987	19 ans	1.5 m	0.34	Clone USA 1985
4	07015	Banne	Amélioration	1987	19 ans	1,7 m	2.57	USA 1985
5	07016	Banne	Amélioration	1987	19 ans	1.6 m	0.27	USA 1985
6	07019	Mercuer	Amélioration	1990	16 ans	2.8 m	0.14	Clone France/Italie
7	11000	Raissac	Démonstration	1989	17 ans	5.5 m	3.7	Italie
8	11130	Gaja	Amélioration	1986	20 ans	8.0 m	1.0	Clone USA 1985
9	111505	St Gaudéric	Démonstration	1992	14 ans	1,5 m	1.5	USA commerce/Italie
10	13005	Tarascon	Amélioration	1983	23 ans	8.7 m	0.4	USA 1981/France
11	23033	Trois Fonds	Amélioration	1993	13 ans	4.8 m	0.04	USA commerce
12	26014	Saou	Amélioration	1985	21 ans	5.9 m	1.5	France
13	26015	Saou	Amélioration	1985	21 ans	9.1 m	0.4	USA 1981/France
14	30015	Aujargues	Amélioration	1986	22 ans	6.2 m	0.14	France
15	30022	Vauvert	Amélioration	1987	20 ans	6.4 m	0.54	USA 1985
16	30043f	St Victor	Cultural	1991	15 ans	4.7 m	0.32	USA commerce/Vilmorin
17	30044b	Collias	Reboisement	1991	15 ans	4.6 m	0.74	Italie
18	30044c	Collias	Cultural	1991	15 ans	4.1 m	0.38	USA commerce
19	30045e	St Victor	Reboisement	1993	13 ans	6.4 m	0.68	USA commerce
20	31602	St Jory	Démonstration	1992	14 ans	6.5 m	2.0	USA commerce
21	31603	Pinsaguel	Démonstration	1993	13 ans	5.5 m	1.0	USA commerce
22	34502	Servian	Démonstration	1992	14 ans	3.9 m	2.0	Italie
23	34504	Coussergues	Démonstration	1991	15 ans	1,5 m	5.6	USA commerce
24	36202	Lange II	Comparaison	1993	13 ans	3.0 m	0.04	USA commerce
25	44601	Chappelle glain	Démonstration	1988	18 ans	3.0 m	3.9	Italie
26	48100	Bacon	Amélioration	1984	22 ans	2.8 m	0.11	France/Italie
27	72020	St Jean d'Asse	Amélioration	1983	23 ans	4.1 m	0.16	USA 1981
28	83006	Mazaugues	Comparaison	1984	22 ans	4.0 m	1.0	France
29	83014	Mazaugues	Amélioration	1985	21 ans	2.4 m	0.19	France
30	83029	Brignoles	Cultural	1990	16 ans	2.5 m	0.29	Italie
31	83031a	Mons	Amélioration	1993	13 ans	3.3 m	0.58	USA commerce/Italie
32	86010	Persac	Comparaison	1990	16 ans	2.3 m	1.5	Italie

Annexe 2 - Descriptif environnemental des essais

N	Essais	Commune	Altitude	Pluv. moy.	Temp. moy.	Texture	pH eau	Type de sol
1	04007	Barrême	1100 m	950 mm	9,8	A	8.4	Rendzine calcaire, marne grise
2	07012	St Jean	370 m	1085 mm	12,3	AL	8.2	Rendzine calcaire
3	07014	Banne	300 m	1240 mm	13,2	ALS	5.1	Brun eutrophe, schiste
4	07015	Banne	300 m	1240 mm	13,2	ALS	5.1	Brun eutrophe, schiste
5	07016	Banne	300 m	1240 mm	13,2	ALS	5.1	Brun eutrophe, schiste
6	07019	Mercuer	400 m	1085 mm	12,3	LAS	5.0	Brun acide, granit
7	11000	Raissac	150 m	730 mm	13,5	SL	6.0	Sol brun carbonaté
8	11130	Gaja	300 m	791 mm	11,8	ALS	5,6	Sol brun acide
9	11505	St Gaudéric	15 m	791 mm	11,8	AL	8.2	Rendzine calcaire et marnes
10	13005	Tarascon	10 m	679 mm	13,3	ALS	8.2	Alluvions du Rhône, calcaire
11	23033	Trois Fonds	390 m	798 mm	10,3	LS	6.3	Lessivé hydromorphe
12	26014	Saou	350 m	866 mm	13,0	SL	8.4	Rendzine profond
13	26015	Saou	350 m	866 mm	13,0	SL	8.4	Rendzine profond
14	30015	Aujargues	80 m	743 mm	14,3	AL	8.3	Sol brun carbonaté, marneux
15	30022	Vauvert	20 m	743 mm	14,3	LAS	7,5	Costières alluvions anciennes
16	30043f	St Victor	130 m	819 mm	13,8	LAS	7.7	Alluvions de la Cèze
17	30044b	Collias	200 m	743 mm	14,3	LSA	8.2	Rendzine calcaire
18	30044c	Collias	200 m	743 mm	14,3	LSA	8.2	Rendzine calcaire
19	30045E	St Victor	130 m	819 mm	13,8	LAS	7.7	Alluvions de la Cèze
20	31602	St Jory	100 m	656 mm	13,0	LSA	8.2	Alluvions de la Garonne
21	31603	Pinsaguel	150 m	656 mm	13,0	LA	6.5	Alluvions de la Garonne
22	34502	Servian	50 m	602 mm	14,2	ALS	8.6	Sol brun carbonaté
23	34504	Coussergues	25 m	602 mm	14,2	SL	6.5	Alluvions de l'Orb
24	36202	Lange II	150 m	678 mm	10,9	LA	5	Argile à silex
25	44601	Chappelle glain	60 m	712 mm	10,6	LAS	6,4	Argile et schiste, sol lourd
26	48100	Bacon	1000 m	840 mm	6,5	SL	5.0	Brun acide
27	72020	St Jean d'Asse	100 m	769 mm	10,9	SL	4,8	Grès, sableux en surface
28	83006	Mazaugues	700 m	979 mm	13,4	AL	8.1	Rendzine calcaire
29	83014	Mazaugues	700 m	979 mm	13,4	AL	8.1	Rendzine calcaire
30	83029	Brignoles	250 m	979 mm	13,4	AL	8.3	Sol brun carbonaté
31	83030a	Mons	640 m	945 mm	14,3	ALS	7.9	Rendzine calcaire
32	86010	Persac	100 m	763 mm	11,6	LSA	5,5	Grès, sol à pseudogley

La température (en °C) et la pluviométrie moyenne correspondent au poste météo le plus proche.

Annexe 3 - Origine des lots communs aux trois essais

Lots	Provenances	Réf eco	Réf géographique	Coord-géographiques
1	860593	Les Ecureuils Antrenas (48)	Peuplement 5 individus	Alt 950 m C. continental
2	860589	Château de Sainte Foy (Var)	Peuplement de 12 arbres	Haut. 16,5 m Cir. 2,03 m
3	860585	Arb. d'Amance (INRA-CNRF)	Origine mère : Oregon	Haut. 26,2 m Cir. 2,33 m
4	851083	Somes Bar	Lot11 Arbre N° 6	Alt. 2300' Lat. 41°23'
5	851076	Cecilville	Lot10 Arbre N° 9	Alt. 2300' Lat. 41° 9'
6	851071	Cecilville	Lot10 Arbre N° 4	Alt. 2300' Lat. 41° 9'
7	851069	Cecilville	Lot10 Arbre N° 2	Alt. 2300' Lat. 41° 9'
8	851066	Callahan	Lot 9 Arbre N° 9	Alt. 3200' Lat. 41°19'
9	851059	Callahan	Lot 9 Arbre N° 2	Alt. 3200' Lat. 41°19'
10	851053	Gazelle	Lot 8 Arbre N° 6	Alt. 3000' Lat. 41°28'
11	851051	Gazelle	Lot 8 Arbre N° 4	Alt. 3000' Lat. 41°28'
12	851045	Dunsmuir	Lot 7 Arbre N° 8	Alt. 2500' Lat. 41°15'
13	851044	Dunsmuir	Lot 7 Arbre N° 7	Alt. 2500' Lat. 41°15'
14	851042	Dunsmuir	Lot 7 Arbre N° 5	Alt. 2500' Lat. 41°15'
15	851032	N. of Mc Cloud Town	Lot 6 Arbre N° 5	Alt. 3000' Lat. 41°15'
16	851031	N. of Mc Cloud Town	Lot 6 Arbre N° 4	Alt. 3000' Lat. 41°15'
17	851030	N. of Mc Cloud Town	Lot 6 Arbre N° 3	Alt. 3000' Lat. 41°15'
18	851018	Mc Cloud River Falls	Lot 5 Arbre N° 1	Alt. 3000' Lat. 41°14'
19	851016	Lake Briton	Lot 4 Arbre N° 9	Alt. 3000' Lat. 41° 2'
20	851014	Lake Briton	Lot 4 Arbre N° 7	Alt. 3000' Lat. 41° 2'
21	851013	Lake Briton	Lot 4 Arbre N° 6	Alt. 3000' Lat. 41° 2'
22	851008	Lake Briton	Lot 4 Arbre N° 1	Alt. 3000' Lat. 41° 2'
23	851005	Terry Sawmill	Lot 3 Arbre N° 8	Alt. 4000' Lat. 40°48'
24	851004	Terry Sawmill	Lot 3 Arbre N° 7	Alt. 4000' Lat. 40°48'
25	851002	Terry Sawmill	Lot 3 Arbre N° 5	Alt. 4000' Lat. 40°48'
26	850998	Terry Sawmill	Lot 3 Arbre N° 1	Alt. 4000' Lat. 40°48'
27	850994	Terry Mill Road	Lot 2 Arbre N° 7	Alt. 3000' Lat. 40°49'
28	850992	Terry Mill Road	Lot 2 Arbre N° 5	Alt. 3000' Lat. 40°49'
29	850991	Terry Mill Road	Lot 2 Arbre N° 4	Alt. 3000' Lat. 40°49'
30	850963	Prospect	N° 38	Long. 121° 51' 34N 1E
31	850951	Prospect Est	N° 26	Long. 121° 52' 34N 1E