

## les cyprès

*Class. Oxford 174 : (44)*



*C. arizonica*  
: dimorphisme foliaire  
(feuilles squamiformes  
→ feuilles aciculaires)

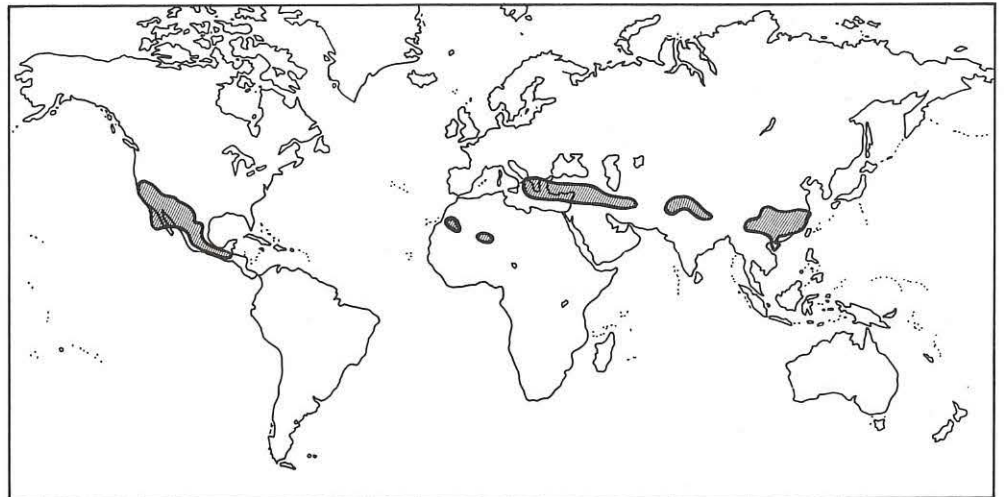
*(photo Monteuuis)*

### 1 – GÉNÉRALITÉS

Les cyprès sont des conifères de taille moyenne représentant, à travers une vingtaine d'espèces, le genre *Cupressus*, affilié à la famille des Cupressacées et à l'ordre des Cupressales. Leurs feuilles persistantes peuvent présenter un dimorphisme morphologique contrasté au cours du développement : feuilles aciculaires durant la phase juvénile, plus réduites, squamiformes, dans les formes adultes. La fructification relativement précoce de ces végétaux monoïques permet, après deux ans de maturation des graines, leur régénération sexuée. Le nombre de cotylédons par plantule varie de deux à quatre.

L'origine ancestrale du cyprès toujours vert se perd dans la nuit des temps et on le trouve abondamment cité dans les récits mythologiques, peut-être à cause de la valeur symbolique qu'on lui prête volontiers. Il incarne, en effet, à la fois la rusticité et la longévité, ou tout simplement la vie dans des contrées désertiques particulièrement défavorisées, à l'exemple du cyprès de Duprez aux fins fonds du Sahara. Cette impression d'immortalité se perpétue à travers ses vestiges, le bois de cyprès étant imputrescible, comme celui des Taxodiacées, famille associée apparentée également à l'ordre des Cupressales.

C'est un fait reconnu que les cyprès sont des essences ubiquistes qui s'accommodent des situations écologiques les plus ingrates. Sécheresse, sols marneux ou caillouteux, incultes, sont les caractéristiques communes des aires d'origine actuelles, dispersées entre 20° et 40° de latitude nord dans le bassin méditerranéen, l'Afrique du Nord, l'Amérique Centrale, voire l'Extrême Orient (cf. carte de la végétation géographique des aires d'origine du genre *Cupressus*). Mais leur adaptation xérophile ne les rend pas insensibles pour autant aux bienfaits des sols profonds, riches et frais des climats de type océanique, auxquels certaines espèces sont plus spécialement destinées par leur origine (ex. *C. macrocarpa*). Dans la majorité des cas, les températures trop basses sont le principal obstacle à l'extension de leur répartition géographique, déjà vaste.



Répartition géographique actuelle des aires d'origine du genre *Cupressus*

## 2 – PARTICULARITÉS SPÉCIFIQUES

Au sein du genre *Cupressus*, quatre espèces méritent en France une attention plus particulière, du fait de leur utilisation préférentielle par l'Homme : il s'agit du *Cupressus sempervirens*, *C. arizonica*, *C. macrocarpa* et *C. dupreziana*.

### 21 – CUPRESSUS SEMPERVIRENS

C'est le cyprès vert commun d'Italie ou de Provence, très répandu dans l'ensemble du midi méditerranéen. L'espèce, originaire de l'est du bassin méditerranéen, se distingue par une diversité morphologique importante, illustrée par la coexistence de formes fastigiées et étalées. Cet éventail de ports a favorisé la création de cultivars, prisés en horticulture ornementale : «Pyramidalis», «Stricta»... Un appareil racinaire pivotant leur confère une bonne résistance au vent, surtout pour les formes fastigiées, et permet ainsi leur utilisation en haies brise-vent, sans concurrence pour les cultures voisines protégées. Outre sa longévité pouvant atteindre 500 ans, le principal atout du cyprès de Provence réside dans sa faculté à croître sur des sols pierreux, secs et alcalins. Il craint les froids prononcés, surtout à l'état jeune, bien que PLAISANCE signale qu'il supporte des températures de  $-10^{\circ}\text{C}$  dans des stations semi-arides du Maroc (il s'agit alors de *C. atlantica*). Malheureusement, la sensibilité de cette essence au chancre cortical, *Coryneum cardinale*, compromet actuellement son avenir. La vigilance, l'amélioration de certaines techniques culturales (blessures négligées, déformations racinaires : chignons, fumure azotée excessive, densité de plantation) et, bien sûr, la sélection sur la résistance génétique, pourraient limiter les dégâts de ce fléau.



Essai Afocel de Pignan (Hérault)

## 22 – CUPRESSUS ARIZONICA

Le cyprès de l'Arizona est une essence spontanée du sud des États-Unis (Arizona, Nouveau-Mexique, Californie, Texas) et du nord du Mexique, où on la trouve dans des zones montagneuses arides de moyenne altitude, entre 1000 et 2000 m. En fait, l'espèce regroupe deux variétés naturelles : *C. arizonica* var. *glabra*, localisée essentiellement au centre de l'état d'Arizona et *C. arizonica* var. *arizonica*, plus largement répandue. La variété *glabra* se distingue de la variété *arizonica* par sa silhouette colonnaire plus petite, un fin rhytidome qui, en s'exfoliant, laisse apparaître une écorce lisse, et la présence sur les feuilles de nombreuses ponctuations résinifères responsables d'une coloration générale plus bleutée, d'où son utilisation préférentielle pour la décoration.

*Cupressus arizonica* est apprécié en raison de sa vigueur et, surtout, de sa très grande rusticité, tant sur le plan édaphique que climatique, puisqu'il ne craint pas des températures de  $-20^{\circ}\text{C}$ . On le trouve effectivement en France très bien acclimaté dans des stations sèches à pH élevé du Midi, comme dans certaines régions montagneuses à climat rude (Massif Central). Ajoutez à cela sa résistance à *Coryneum cardinale* et on ne s'étonnera pas de l'engouement actuel pour cette espèce, utilisée aussi bien comme écran brise-vent, élément de décoration, ou essence forestière.

## 23 – CUPRESSUS MACROCARPA

L'aire naturelle du cyprès de Lambert (*C. macrocarpa*) se limite à la baie de Monterey, en Californie, d'où son autre dénomination de cyprès de Monterey. Mais cette espèce a été disséminée tout au long de la côte ouest des États-Unis et elle est actuellement abondamment représentée jusqu'à Vancouver. Dans ces régions soumises au climat océanique, le cyprès de Lambert se remarque par sa croissance rapide (1 m par an) susceptible de lui faire atteindre des hauteurs de 30 à 40 m. Bien que plus résistant au froid que *Cupressus sempervirens*, *Cupressus macrocarpa* ne supporte pas les températures trop basses (inférieures à  $-15^{\circ}\text{C}$ ), mais se montre peu exigeant quant à la nature du sol. Ces diverses raisons font qu'il est répandu dans l'ouest et le sud de la France, et plus spécialement sur le littoral puisqu'il supporte très bien les embruns. En horticulture, l'espèce est utilisée en ornementation, mais également, du fait de sa vigueur, en tant que porte-greffe. Ses particularités avantageuses se retrouvent dans l'hybride intergénérique  $\times$  *Cupressocyparis leylandii*, dont *Cupressus macrocarpa* est à l'origine avec, rappelons-le, *Chamaecyparis nootkatensis*. Sa sensibilité au *Coryneum cardinale*, moindre il est vrai que celle de *C. sempervirens*, peut néanmoins lui porter préjudice.

## 24 – CUPRESSUS DUPREZIANA

Les quelques spécimens de cyprès de Duprez, ou encore cyprès des Ajjers, découverts en 1925 dans les monts Tassili au Sahara, sont considérés comme les derniers représentants de cette espèce en voie d'extinction. A en croire GAUSSEN, *Cupressus dupreziana* pourrait tenir son origine de *Cupressus sempervirens*, dont il serait dérivé, au même titre que *C. atlantica*. Cette hypothèse expliquerait les analogies troublantes entre ces trois espèces, *C. dupreziana* se distinguant de *C. sempervirens* par des cônes plus petits et un port caractéristique en « candélabre ». Les renseignements recueillis sur leur reliquat d'aire d'origine indiquent que l'espèce doit être particulièrement résistante à un environnement hostile. Implantés entre 1500 et 1800 m d'altitude, avec une pluviométrie annuelle très inégalement répartie parfois inférieure à 20 mm, certains individus atteignent un âge estimé à 2000 ans environ,

C. arizonica

semis →



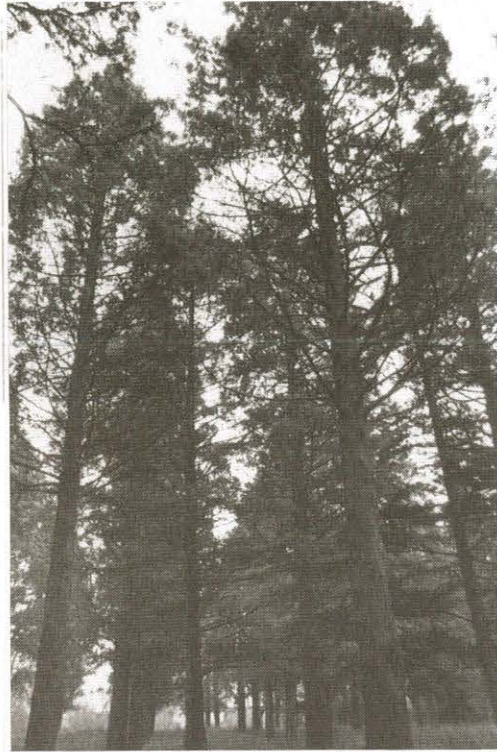
enracinement en laine de roche



↑ bouture enracinée du clone 03 (en Grodan)

← barquette garnie de boutures enracinées

(photos Monteuuis)



↑ *C. arizonica* (l'espèce est assez réticente à l'élagage naturel).



*C. arizonica* et *Cedrus atlantica* ↓

*C. arizonica* →

(photos Monteuis)



ce qui illustre la longévité exceptionnelle de l'espèce. Dans ce contexte écologique défavorable, impropre à la régénération naturelle, des sujets de 20 m de haut et de 3 m de diamètre ont été signalés. Ultérieurement, des essais d'introduction dans différentes stations ont confirmé la tolérance du cyprès de Duprez pour des zones particulièrement arides, et une meilleure résistance au froid que le cyprès de Provence ( $-15^{\circ}\text{C}$ ), pour une vigueur légèrement inférieure. *Cupressus dupreziana* serait, d'autre part, peu sensible à *Coryneum cardinale* (tout au moins dans sa phase « adulte », transmise par greffage). Ces remarques incitent à considérer les cyprès de Duprez non seulement comme une curiosité phyllogénétique, mais également comme une espèce digne d'un intérêt utilitaire certain.

### 3 – VOCATION SYLVICOLE

#### 31 – DONNÉES ACTUELLES

Le bois de cyprès est réputé pour sa qualité : assez dur, mais facile à travailler, résistant et dense, d'odeur agréable, joliment coloré, imputrescible et naturellement résistant aux insectes. Ces caractéristiques expliquent son utilisation prisée en menuiserie et ébénisterie.

En plantation, le cyprès assure un couvert végétal, évitant ainsi le développement des strates herbacées et arbustives vectrices des incendies que lui-même craint peu. C'est également un moyen naturel d'améliorer progressivement par humification la nature physico-chimique des sols particulièrement détériorés, pour permettre par la suite l'implantation d'autres espèces plus exigeantes. C'est en cela que certains considèrent le cyprès comme une essence pionnière.

Le mode de sylviculture est relativement souple :

- culture monospécifique ou en association avec d'autres espèces, telles que le pin d'Alep (veiller à la qualité des systèmes racinaires et éviter les chignons);
- la densité peut être relativement élevée à l'implantation (2 x 2 m - 2500 plants/ha) afin d'éviter une croissance trop forte des branches latérales pour arriver, par des éclaircies successives (4 x 4 m), à 1250 ou 625 arbres/ha, en fonction de la croissance des sujets;
- l'âge d'exploitabilité retenu pour *C. sempervirens* serait de 100 ans, si on se réfère aux peuplements existants (Salgues, Var). Dans les meilleurs des cas (Fontvieille, Bouches-du-Rhône), la production moyenne est de 5 m<sup>3</sup>/ha/an. TOTH, considérant le peuplement de cyprès de l'Arizona de Valbonne (Gard), prétend que cette essence est comparable, en ce qui concerne l'accroissement, à une bonne station de pin d'Alep en Provence calcaire.

Peuplement de *Cupressus sempervirens* âgé de 43 ans  
à Fontvieille (Bouches-du-Rhône) - 10 km au nord-est d'Alès

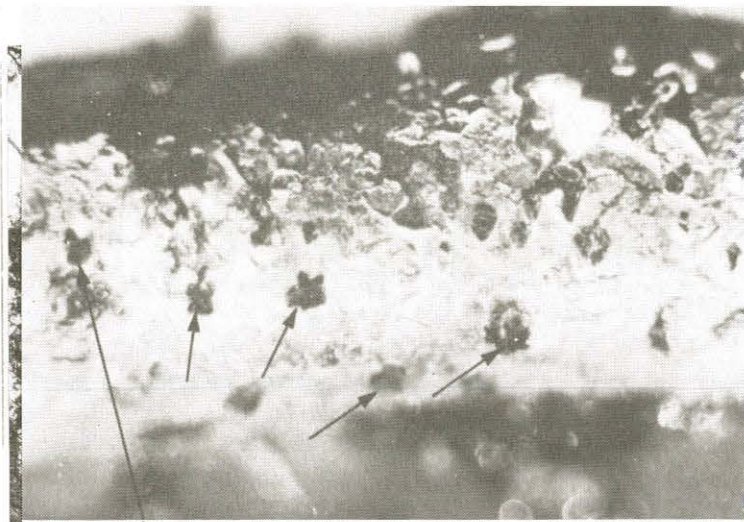
- Hauteur . . . . .	8,75 m à 15,75 m	- Volume bois fort . . . . .	215 m <sup>3</sup> /ha
- Diamètre à 1,30 m . . . . .	9 à 27 cm	- Production moyenne . . . . .	5,05 m <sup>3</sup> /ha
- Densité . . . . .	1750 tiges/ha	- Produc. moy. bois fort . . . . .	4,88 m <sup>3</sup> /ha
- Volume total . . . . .	222 m <sup>3</sup> /ha	- Surface terrière moyenne	43,1 m <sup>3</sup> /ha

(d'après Bouvet)

#### 32 – PERSPECTIVES

Toutes les espèces de cyprès présentent une grande variabilité génétique, qui s'extériorise notamment par une diversité phénotypique importante au sein d'un même peuplement. Cette hétérogénéité s'exprime également sous d'autres aspects tels que résistance au froid, aux agents pathogènes (*Coryneum cardinale*) ou encore aptitude au bouturage. A l'heure actuelle, le programme d'amélioration génétique mis en œuvre en France regroupe deux thèmes de recherche :

- création de variétés synthétiques et de clones répondant aux besoins des utilisateurs en horticulture ou en foresterie. Dans ce dernier domaine, la sélection tient compte des critères habituels, qualité des bois, productivité en fonction de l'environnement écologique... L'accent est mis sur l'obtention de formes forestières : « port étalé » à angle de branchaison ouvert, branches fines, par opposition aux formes fastigiées destinées aux haies brise-vent.



*Coryneum cardinale* sur  
*Cupressus sempervirens*  
au mois de mai.

Source : «Le cyprès» de  
R. Hames - Station de Recher-  
ches Forestières I.N.R.A.  
d'Avignon.

Acervules



Écoulements  
de gomme

• résistance génétique à *Coryneum cardinale* :  
des clones de *Cupressus dupreziana* de la  
collection AFOCEL ont été fournis au ser-  
vice de pathologie végétale de l'INRA  
d'Antibes (M. J. Ponchet) pour tester leur  
résistance à la maladie.

En ce qui concerne l'utilisation des cyprès  
dans la foresterie française, l'intérêt suscité  
à juste titre par *Cupressus arizonica* ne doit  
pas écarter pour autant les possibilités offer-  
tes par les espèces voisines, valorisées et  
mises à profit dans d'autres pays (Nouvelle-  
Zélande, par exemple).

L'ensemble constitue un énorme réservoir  
de ressources génétiques potentielles, dont  
l'exploitation sous forme de croisements  
au sein d'une espèce donnée, ou d'hybrida-  
tions interspécifiques, voire intergénétiques  
paraît prometteuse. Les exemples des hybri-  
des *C. lusitanica* x *C. macrocarpa* au Kenya  
ou sous nos latitudes x *Cupressocyparis ley-  
landii* l'attestent.

Le clonage devrait permettre de tirer profit  
du matériel de choix issu de l'amélioration  
par voie sexuée. Pour ce faire, il importe de  
maîtriser le mieux possible la reproduction

végétative par bouturage des individus sélectionnés. La relative inertie des cyprès  
à l'enracinement, nuancée malgré tout en fonction des géotypes, justifie l'opti-  
misation des conditions de bouturage, sous peine d'éliminer sur le seul critère  
d'aptitude à la rhizogenèse bon nombre de clones par ailleurs performants. Les



études menées jusqu'à présent confirment, dans le cas des cyprès, les observations établies pour d'autres résineux; à savoir, que l'état physiologique de la bouture au moment du prélèvement est primordial. Les résultats sont d'autant plus satisfaisants que le matériel revêt des caractères de formes juvéniles, feuilles aciculaires par exemple. Par ailleurs, GOURDAIN constate sur *Cupressus arizonica* une influence saisonnière au profit des mois de novembre et décembre et une aptitude moindre des clones résinifères quant à l'enracinement.

L'analyse des conditions extrinsèques montre que le substrat de rhizogenèse joue un rôle prépondérant, aussi bien sur le plan quantitatif que sur l'aspect de l'appareil racinaire néoformé, responsable dans une grande mesure du devenir des boutures. En ce sens, nous optons actuellement dans la serre de multiplication AFOCEL de Marvejols pour des substrats synthétiques à base de laine de roche.

#### 4 — CONCLUSION

Par comparaison à d'autres espèces, il serait erroné de prôner la vigueur végétative des cyprès et de préconiser leur utilisation dans un système de sylviculture intensive. Ce n'est certainement pas là leur vocation, bien que les notations réalisées dans les conditions favorables de pépinière laissent présager une croissance surprenante dans des stations à sols fertiles, correctement pourvues en eau et sous climat tempéré. Faute de références sérieuses dans de tels sites, contentons-nous des observations réalisées dans des situations écologiques particulièrement défavorisées, comme il en existe un grand nombre dans les régions méditerranéennes. Le cyprès est une des rares essences à se satisfaire de ces conditions ingrates pour valoriser, en produisant un bois d'excellente qualité, des terrains incultes qui ne pourraient se prêter à d'autres emplois. Ne serait-ce que pour cette fonction de « passe-partout » que lui confère sa rusticité naturelle, la vocation forestière des cyprès mérite d'être développée.

Souhaitons tout de même que son emploi ne se limite pas uniquement à des stations écologiquement désespérées, où il serait dommage de le cantonner, sous peine de ne pas profiter pleinement des nombreuses ressources de ce genre accommodant.

## BIBLIOGRAPHIE

- ASKEW G.R., SCHOENIKE R.E. (1982)  
« Identification of characteristic Traits of two varieties of Arizona Cypress »  
*Silvae Genetica*, n° 31, pp. 158-160
- BIROT Y. (1979)  
« Stratégie d'amélioration génétique des cyprès en France »  
*Compte rendu du séminaire de la Communauté Économique Européenne, Firenze*  
22-24 novembre 1979, 7 p.
- BOUVET J.Y. (1982)  
« Le cyprès vert (*Cupressus sempervirens*) en zone méditerranéenne française : étude  
écologique et perspectives d'utilisation »  
*ENITEF, mémoire de 3ème année, 90 p.*
- CALLEN G. (1976)  
« Les conifères cultivés en Europe (I) »  
*Édition J.B. Baillière, Paris, 427 p.*
- DEBAZAC E.F. (1977)  
« Manuel des conifères »  
*ENGREF Nancy, 172 p.*
- FRANCLLET A.  
- 1967 :  
« Une méthode de greffage du *C. dupreziana* sur *C. sempervirens* »  
*Revue forestière Française* n° 5, pp. 338-342  
- 1969 :  
« Vers une production en masse de cyprès de forme contrôlée »  
*Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, 10 p.*
- GAUSSEN H. (1961)  
« A propos du Cyprès des Ajjers : son intérêt forestier »  
*Revue Forestière Française*, n° 21, pp. 98-102
- GOGGANS J.F., MEIER R.J. (1973)  
« Heritabilities of growth and crown characteristics of Arizona Cypress »  
*Silvae genetica*, n° 22, pp. 162-164
- GOURDAIN M. (1978)  
« Étude des facteurs d'enracinement d'un conifère ornemental *Cupressus arizonica* »  
*ENITH, mémoire de 3ème année*
- HAMES R. (1980)  
« Le cyprès »  
*INRA - Station de Recherches Forestières d'Avignon, 81 p.*
- HOCKING G.H. (1971)  
« The role of exotic genera other than pinus in new Zealand forestry »  
*New Zealand forest service. Forest research institut symposium, n° 10, pp. 34-38*
- LEFEVRE H. (1980)  
« Le cyprès méditerranéen (*Cupressus sempervirens*); aspects dendrologiques, écologi-  
ques, génétiques : utilisation en reboisement, intérêts divers »  
*E.I.C.F., Thème personnel d'étude, 2ème année*
- PLAISANCE G. (1979)  
« Le cyprès méditerranéen »  
*La Forêt Privée*, n° 128, p. 59-69
- SIMONNEAU P., DEBAZAC E.F. (1961)  
« Les cyprès des Ajjers »  
*Revue Forestière Française*, n° 2, p. 90-97
- STEWARTS P.J. (1976)  
« *Cupressus dupreziana*: information sur les ressources génétiques forestières »  
*Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, 5, pp. 22-24*

TOTH J. (1976)

« Les possibilités offertes par le cyprès de l'Arizona en région méditerranéenne »  
*Revue Forestière Française*, n° 28, pp. 35-39

WESTON G.C. (1971)

« The rôle of exotic genera other than pinus in New Zealand Forestry »  
*New Zealand Forest Service*, 258 p.

## Annexe 1

### Origines géographiques des différentes espèces de cyprès

Espèces	Aires d'origine
<i>Cupressus sempervirens</i> <i>Cupressus atlantica</i> <i>Cupressus dupreziana</i>	Iran, Syrie, Chypre, Tunisie, Tripolitaine, Maroc Tassili (Sahara)
<i>Cupressus cashmeriana</i> <i>Cupressus torulosa</i>	Inde Himalaya, Ouest-Chine
<i>Cupressus funebris</i> <i>Cupressus duclouxiana</i>	Chine Sud-Ouest Chine
<i>Cupressus arizonica</i> <i>Cupressus glabra</i> <i>Cupressus nevadensis</i> <i>Cupressus stephensonii</i> <i>Cupressus montana</i>	Arizona, New Mexico, Texas, Mexique Arizona Californie Californie Californie Mexique
<i>Cupressus goveniana</i> <i>Cupressus abramsiana</i> <i>Cupressus pygmaea</i>	Californie (2 stations dans la Péninsule de Monterey) Californie Californie
<i>Cupressus guadalupensis</i> <i>Cupressus forbesii</i>	Mexique (Baja California) Californie
<i>Cupressus lusitanica</i> <i>Cupressus benthami</i> <i>Cupressus lindleyi</i>	Mexique Mexique Mexique
<i>Cupressus macrocarpa</i>	Californie
<i>Cupressus sargentii</i>	Californie
<i>Cupressus macnabiana</i>	Californie
<i>Cupressus bakeri</i>	Californie

(d'après H. Lefèvre - 1980)

## Annexe 2

## Caractères comparés des principales espèces de cyprès (1)

Espèces	Rhytidome	Ramification	Ramule	Feuille	Cône
<i>Cupressus sempervirens</i> . . . . .	fibreux, ne s'exfoliant pas.	non distique, port fastigié ou étalé.	subcylindrique, 1 mm. non rude.	verte, étroitement appliquée, glande peu visible.	subglobuleux, 8 à 14 écailles, 20-35 mm, vert puis gris ou brun.
<i>C. macrocarpa</i> . . . . .	fibreux, ne s'exfoliant pas.	non distique, branches étalées redressées.	subcylindr. 1,5-2 mm, non rude.	verte, étroitement appliquée, glande dorsale peu visible.	subglob., 8-14 écailles, 25-35 mm.
<i>C. arizonica</i> . . . . .	d'abord écailleux puis fibreux, ne s'exfoliant pas sur l'arbre âgé.	non distique, port fastigié ou étalé.	subcylindrique, rude.	d'un vert grisâtre ou bleuté, glande dorsale irrégulièrement active.	subglob. souvent groupés, 6-8 éc., 20-25 mm, glauque puis brunâtre clair ou rougeâtre.
<i>C. glabra</i> . . . . .	écailleux, s'exfoliant même sur l'arbre âgé.	non distique, port fastigié.	subcylindrique, rude.	vert grisâtre, glande dorsale très active.	subglob., 6-10 éc., 20-30 mm.
<i>C. lusitanica</i> ( <i>C. lindleyi</i> ) . . . . .	fibreux, ne s'exfoliant pas.	non distique.	subcyl., 1 à 1,5 mm, rude.	verte ou bleutée, glande dorsale non active.	subglob., 6-10 écailles, glauque, puis brun, 10-15 mm.
<i>C. benthami</i> . . . . .	fibreux, ne s'exfoliant pas.	distique.	subcylindrique, rude.	verte plus ou moins bleutée,	subglob., glauque, puis brun, 4-6 écailles, 10-15 mm.
<i>C. torulosa</i> . . . . .	fibreux, ne s'exfoliant pas.	distique.	subcylindr., non rude.	verte, glande dorsale peu visible.	verdâtre, puis brun-rougeâtre, écailles souvent groupées, 15-20 mm.
<i>C. funebris</i> . . . . .	fibreux, ne s'exfoliant pas.	distique, rameaux pendants, cime étroite.	aplatis, rude.	verte, glande dorsale peu visible.	verdâtre puis brun, subglob. 6-3 éc., 8-15 mm.
<i>C. cashmeriana</i> . . . . .	fibreux, ne s'exfoliant pas.	distique, rameaux pendants.	aplatis, rude.	vert glauque.	verdâtre puis brun foncé, 8-12 écailles, 12-15 mm.

(1) *Note explicative.* Les caractères suivants ont été retenus .

(d'après E.F. Debazac - 1977)

*Le rhytidome* peut être écailleux et s'exfolier, ou fibreux et alors plus ou moins crevassé. - La ramification des ramules peut être *distique*, c'est-à-dire dans un même plan, ou non distique. - Les paires de feuilles dorso-ventrales et latérales peuvent être soit sensiblement semblables, le rameau est alors quadrangulaire subcylindrique, ou nettement différentes et le rameau est alors aplati. Lorsque les pointes des feuilles sont écartées du rameau, le rameau est rude au toucher. Chaque feuille porte sur la partie dorsale une glande, mais cette glande peut être invisible et marquée simplement par une légère dépression, ou très active et alors laisser exsuder une petite gouttelette blanchâtre de résine. La couleur du cône à la fin de la première année est verdâtre ou glauque, toujours différente de la couleur du cône mûr, à la fin de la deuxième année. Le nombre des écailles et les dimensions extrêmes du cône sont précisées.