

ROBERT NASI  
CIRAD-Forêt

YVES EHRHART  
CIRAD-Forêt

# LE SANTAL UN PARFUM DE PROSPÉRITÉ

## 1<sup>ÈRE</sup> PARTIE - UNE LONGUE HISTOIRE

Cet article fait la synthèse des connaissances générales sur le genre *Santalum* et familiarise le lecteur avec la plante et son contexte. Il sera suivi d'un second article « Les plantations de santal », plus technique.



*Santalum yasi*, rameau florifère et fruit mûr.  
*Santalum yasi*, flower-bearing branch and ripe fruit.

Les divers arbres et arbustes du genre *Santalum* L., communément appelés santals ou bois de santal, sont d'une grande importance économique et socio-culturelle pour de nombreux pays de l'Asie et du Pacifique. Pour beaucoup, ce nom « santal » est lié à l'Orient et évoque des images de bois précieux, de parfum envoûtant, de temples chinois ou indous noyés dans les vapeurs d'encens... Or, le santal ne pousse pas en Extrême-Orient mais dans la région indo-Pacifique et son utilisation intensive par des pays qui n'en possédaient pas, telle la Chine, fut pour une grande part à l'origine de la prospection systématique de l'océan Pacifique par les trafiquants européens, ouvrant ainsi la voie de la colonisation.

Le bois de santal fut probablement l'une des plus anciennes denrées échangées dès que les sociétés humaines se hiérarchisèrent et que furent établis des rites suffisamment élaborés pour donner à leurs élites le goût du luxe et les moyens d'acquérir un produit dont l'origine lointaine rendait la valeur énorme. L'histoire de sa commercialisation peut être retracée de façon quasi ininterrompue depuis plus de 3 000 ans. Sa valeur, médicinale ou en parfumerie, était déjà connue dans l'Antiquité : il est cité dans la Bible, dans de nombreux ouvrages de littérature indienne (dont l'épopée du Ramayana), dans les Contes des Mille et Une Nuits, etc. Ce commerce millénaire a malheureusement prélevé un lourd tribut sur les peuplements naturels de santal, en particulier ceux des îles du Pacifique, et certaines espèces abondantes au XIX<sup>e</sup> siècle sont éteintes ou menacées de nos jours.

Le CIRAD-Forêt de Nouvelle-Calédonie travaille depuis longtemps sur les problèmes posés par la diminution des ressources du Territoire en santal et par la nature hémiparasitique de la plante qui rend difficile

son usage en plantation. Les résultats de ces recherches ont, entre autres, rendu possible la réalisation de plantations de l'espèce néo-calédonienne. Par ailleurs, dans la région Pacifique, des recherches poussées sont aussi menées avec succès par l'Australie et l'Indonésie (Timor). L'état des recherches et des besoins futurs a été exposé lors de deux colloques tenus en 1990 et 1991 à Hawaii. Il paraissait intéressant de faire une sorte de bilan, cinq ans après, des connaissances actuelles et surtout d'organiser le nécessaire transfert de technologie

vers certains pays du Pacifique, qui possèdent du santal mais ne savent pas trop comment gérer ou régénérer leur ressource.

Un atelier régional sur le santal a donc été organisé conjointement par le CIRAD-Forêt et le « South Pacific Forestry Development Programme » (S.P.F.D.P.) à Nouméa en août 1994 (cf. encadré-ci-dessous). Les actes de cet atelier seront édités en anglais, mais il nous semblait important de restituer l'essentiel des résultats en français, sous une forme synthétique mais exhaustive, ce qui constitue l'objet du présent travail.

### ATELIER INTERNATIONAL SUR LE SANTAL (*SANTALUM* SPP.)

Un atelier international sur le Santal s'est tenu à Nouméa du 1<sup>er</sup> au 11 août 1994. Organisé conjointement par le CIRAD-Forêt de Nouvelle-Calédonie et le South Pacific Forestry Development Programme (S.P.F.D.P.) basé à Fiji, il n'aurait pu voir le jour sans l'appui financier et logistique de l'Australian Centre for International Agricultural Research (ACIAR), la Commission du Pacifique Sud, la Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (G.T.Z.), le Gouvernement français, ainsi que les Provinces Sud et les îles de Nouvelle-Calédonie.

Le principal objectif en était la présentation et le transfert aux participants des derniers développements en matière de multiplication et techniques sylvicoles mis au point en Australie, Indonésie et Nouvelle-Calédonie pour ce genre hémiparasite. Les participants venaient de sept pays de la région Pacifique (Etats fédérés de Micronésie, Fiji, Iles Cook, Iles Salomon, Samoa occidentales, Tonga et Vanuatu) ; les principales contributions techniques et scientifiques furent apportées par des chercheurs d'Australie occidentale et du CIRAD-Forêt, assistés dans certains domaines par des représentants du Timor occidental (Indonésie) et du Vanuatu.

Cet atelier comportait une forte composante pratique et les participants eurent tout loisir de partager leurs expériences et connaissances respectives avec celles des chercheurs de Nouvelle-Calédonie et des propriétaires coutumiers de plantations de santal lors des nombreuses visites de terrain.

Les actes de cet atelier ont été publiés en 1995 sous la forme d'un Field Document édité par le S.P.F.D.P.

## TAXONOMIE ET DISTRIBUTION

La famille des Santalacées, à laquelle appartient le genre *Santalum* L., compte 37 genres largement répartis dans les zones tropicales et tempérées, qui possèdent la particularité d'être presque tous des parasites.

Le traitement taxonomique du genre *Santalum* L. n'est pas encore définitif, aucune révision au niveau mondial n'ayant été effectuée. Les travaux systématiques les plus récents reconnaissent 16 espèces plus ou moins variables. Certaines de ces espèces ont été séparées en de nombreuses variétés (*S. insulare* Bertero, par exemple, 9 variétés) ; d'autres, tel *S. lanceolatum*, ont été traitées comme un unique taxon morphologiquement très variable.

Il semble que l'on soit en présence dans certaines parties de l'aire de distribution, en particulier les archipels, d'un phénomène de radiation adaptative relativement récent. L'existence de conditions écologiques légèrement différentes d'une île à l'autre et l'absence de continuum physique, du fait du contexte insulaire, auraient ainsi permis la différenciation à partir d'un ancêtre commun de plusieurs espèces ou variétés. Ce phénomène est sûrement accentué par l'aspect psychologique de la discontinuité insulaire, qui incite à trouver des particularités dans chaque île ou groupe d'îles, alors que, dans le cas d'une aire de répartition limitée à une seule masse continentale (Australie, par exemple), les divers travaux taxonomiques ne reconnaissent pas de différenciation infraspécifique car il est toujours possible de trouver des formes intermédiaires liant les variétés précédemment reconnues.

Le tableau I, p. 8, donne la liste des espèces et variétés actuellement reconnues ainsi que leur distribution géographique. Il n'est toutefois pas

exclu que le nombre total d'espèces ou de variétés change si une révision de la famille et du genre à l'échelle mondiale est enfin menée à bien.

L'aire de distribution de *Santalum* s'étend sur une superficie immense (fig. 1, p. 9), depuis l'Inde péninsulaire à l'ouest jusqu'aux îles Juan Fernandez à l'est. Elle couvre la quasi-totalité de l'océan Pacifique et toutes les espèces connues du genre sont, ou étaient, présentes dans le Pacifique.

A l'ouest, *S. album* pousse en Inde (Mysore, Andrah Pradesh et Madras), en Indonésie (Petites îles de la Sonde : Flores, Sumba, Timor...) et dans une région très limitée du nord de l'Australie (autour de Darwin). Il existe un vide de près de 4 000 km entre les peuplements de l'Inde et ceux d'Indonésie/Australie. Du fait de l'existence d'un centre de diversité spécifique assez net dans le Pacifique, certains auteurs considèrent que *S. album* a été introduit en Inde où il serait devenu subspontané (FISCHER in : SPRAGUE, SUMMERHAYES, 1927 ; VIART, 1963). Son introduction aurait été le fait de commerçants importateurs de bois de santal qui, constatant les similarités entre les conditions climatiques des régions d'origine (en l'occurrence la partie indonésienne de l'aire) et celles de l'Inde péninsulaire, auraient essayé d'acclimater l'espèce afin de s'affranchir de leur dépendance vis-à-vis des régions productrices.

A l'est, *S. fernandezianum* est séparé de l'espèce géographiquement la plus proche, *S. insulare hendersonense*, par près de 5 000 km d'océan. Les seules terres émergées entre les deux, îles de Pâques et Sala-y-Gomez, ne portent pas de peuplement de santal connu, du moins en ce qui concerne la période historique.

*S. boninense*, des îles Ogasawara (ou Bonin), marque la limite nord de

l'aire du genre. Comme il n'existe pas de santal aux îles Mariannes et en Micronésie, cette espèce endémique et menacée, est séparée par près de 3 000 km du plus proche représentant du genre, *S. macgregorii* de Papouasie-Nouvelle-Guinée.

*Santalum* est donc un genre largement distribué dans le Pacifique. Répandu sur de grandes distances, depuis un centre de dispersion que l'on peut situer entre 0-30° S et 120-170° E (îles de la Sonde, Australie, Nouvelle-Guinée, Nouvelle-Calédonie et Vanuatu) jusqu'à des parties excessivement isolées du Pacifique (îles Ogasawara, Hawaii, Juan Fernandez). Il est pourtant absent de nombreuses terres émergées incluses dans l'enveloppe de son aire de distribution.

Cette distribution disjointe est-elle le résultat du hasard ou bien d'un éventuel impact des populations qui ont colonisé le Pacifique à l'époque préhistorique ? Il n'est, bien entendu, pas possible de répondre à coup sûr. Cependant, la valeur du bois (connue des populations polynésiennes), son caractère hémiparasite, son adaptation aux milieux secs et/ou rocheux pourraient bien être l'explication de la distribution actuelle. BRENNAN et MERLIN (1992) notent ainsi l'impact significatif de l'homme préhistorique sur certains écosystèmes forestiers des îles tropicales du Pacifique, tout particulièrement dans les milieux les plus xériques, où de larges pans de la végétation originelle ont été convertis, généralement par brûlis, en formations herbacées de savanes.

## ÉCOLOGIE

Compte tenu de l'immensité et de l'aspect morcelé de l'aire de distribution, il faut s'attendre à ce que les espèces du genre *Santalum* prospèrent dans des conditions écologiques très variées.

**TABLEAU I**  
**TAXONOMIE DU GENRE *Santalum L.***

Espèce	Variété	Distribution
<i>S. acuminatum</i> (R. Br.) A. DC.		Sud de l'Australie
<i>S. album</i> Linn.	<i>album</i> <i>largifolium</i>	Inde, Indonésie (Timor, Sumba Flores), Australie (Northern Territory)
<i>S. austrocaledonicum</i> Vieillard	<i>austrocaledonicum</i> Hallé  <i>minutum</i> Hallé <i>pilosulum</i> Hallé	Nouvelle-Calédonie (Grande Terre et Loyauté), Vanuatu Nouvelle-Calédonie (Grande Terre) Nouvelle-Calédonie (Grande Terre)
<i>S. boninense</i> (Nakai) Tuyama		Iles Ogasawara (Japon)
<i>S. ellipticum</i> Gaudichaud		Iles Hawaii
<i>S. fernandezianum</i> F. Philippi		Iles Juan Fernandez (Chili)
<i>S. freycinetianum</i> Gaudichaud	<i>freycinetianum</i> Gaudichaud <i>lanaiense</i> Rock <i>pyrularium</i> (Gray) Stemmerman	Moloka'i et O'ahu (Hawaii) Lana'i et Maui (Hawaii) Kaua'i (Hawaii)
<i>S. haleakalae</i> Hillebrand		Maui (Hawaii)
<i>S. insulare</i> Bertero	<i>insulare</i> Bertero <i>alticola</i> Fosberg & Sachet <i>deckeri</i> Fosberg & Sachet <i>hendersonense</i> (F. Brown) Fosb. & Sachet <i>marchionense</i> (Skotts.) Skottsberg <i>margaretae</i> (F. Brown) Skottsberg <i>mitiari</i> Sykes <i>raiateense</i> (J. W. Moore) Fosb. & Sachet <i>raivavense</i> F. Brown	Tahiti Tahiti Iles Marquises Ile Henderson  Iles Australes  Mitiaro (Iles Cook)  Raiatée (Iles de la Société) Iles Australes
<i>S. lanceolatum</i> R. Br.		Australie
<i>S. macgregorii</i> F.v. Mueller		Papouasie-Nouvelle-Guinée
<i>S. murrayanum</i> (Mitchell) C. Gardn.		Australie du Sud
<i>S. obtusifolium</i> R. Br.		Nouvelles-Galles du Sud (Australie)
<i>S. paniculatum</i> A. Gray	<i>paniculatum</i> Gray <i>pilgeri</i> (Rock) Stemmerman	Ile Hawaii Ile Hawaii
<i>S. spicatum</i> (R. Br.) A. DC.		Australie de l'Ouest et du Sud
<i>S. yasi</i> Seeman		Fiji et Tonga

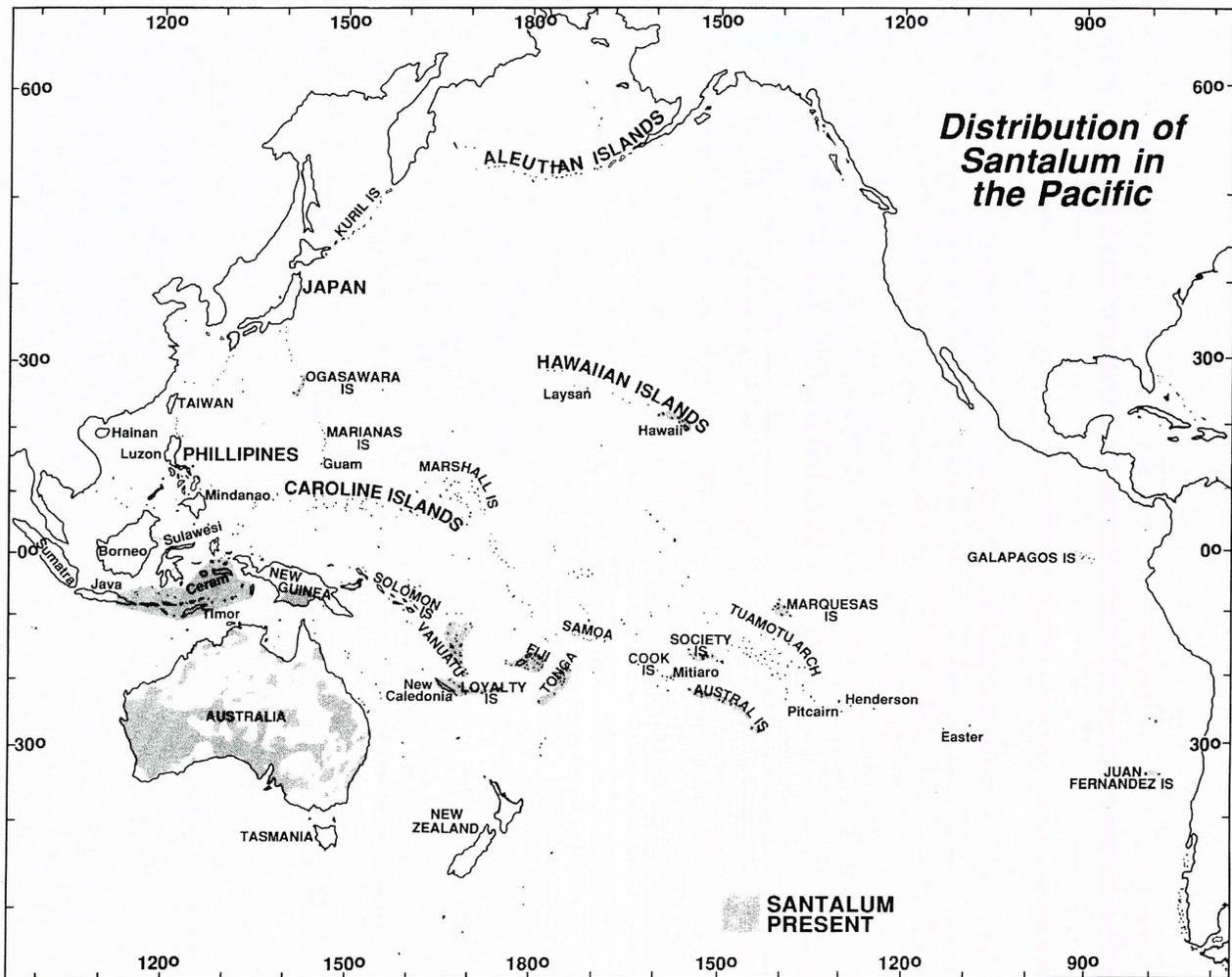


Figure 1. Distribution du genre *Santalum* dans le Pacifique (modifié par BRENNAN, MERLIN, 1993). Doc. ACIAR proceedings n° 49. *Distribution of genus Santalum in the Pacific (modified by BRENNAN, MERLIN, 1993).*

L'examen des pluviosités (de 200 à 3 800 mm/an) et altitudes (de 0 à 2 600 m) dans lesquelles on le trouve confirme le côté éclectique du genre. Il est donc difficile de trouver des « points communs » à l'ensemble des espèces ; ce qui est vrai au niveau du genre l'est aussi au niveau des espèces, et bon nombre de celles-ci croissent dans une large gamme de pluviosité et d'altitude (tableau II, p. 10).

De la même manière, les sols sur lesquels les plants de santal sont sus-

ceptibles de croître sont des plus variés. Ils vont des sols peu évolués d'érosion aux sols ferrallitiques en passant par des rankers sur calcaire récifal, de pH nettement acides (5-6) à nettement alcalins (8-9) et dans une gamme de textures allant des sables grossiers aux argiles limoneuses ; le seul point commun de tous ces sols est le drainage : les santals ne poussent jamais sur des sols mal drainés et/ou inondés.

Il semble, par ailleurs, que les santals soient absents des forêts denses

humides de basse et moyenne altitude. Les taxons poussant naturellement dans des conditions de pluviosité élevée (> 2 000 mm/an) sont des orophiles marqués (*S. haleakalae*, *S. insulare alticola*) et en possèdent les caractéristiques morphologiques : port rabougri, feuilles coriaces, inflorescences nettement plus courtes que chez les espèces similaires de basse altitude, etc.

Les santals sont généralement des composants, parfois discrets, de formations végétales à caractère xé-

**TABLEAU II**  
**QUELQUES EXEMPLES DE CONDITIONS ÉCOLOGIQUES**

Taxon	Pluviosité (mm)	Altitude (m)	Type de végétation
<i>S. album</i>	500-2 000	300-600	Forêts sèches
<i>S. austrocaledonicum</i>	900-1 700	0-300	Forêts sclérophylles, fourrés à <i>Acacia spirorbis</i>
<i>S. freycinetianum</i>	500-3 800	0-1 200	variable
<i>S. insulare</i>	900-3 500	0-2 000	variable
<i>S. lanceolatum</i>	300-1 300	0-700	variable
<i>S. paniculatum</i>	400-2 500	50-2100	Savanes boisées à <i>Acacia melaleuca</i> variable
<i>S. spicatum</i>	200-600	0-300	Steppes à <i>Acacia aneura</i>



*Santalum austrocaledonicum*, feuilles et jeunes inflorescences.  
*Santalum austrocaledonicum*, leaves and young inflorescences.

rique ou orophile (forêt ou fourré sclérophylle en Nouvelle-Calédonie et au Vanuatu, steppes ou savanes arbustives à *Acacia-Melaleuca* en Australie, savanes en Papouasie-Nouvelle-Guinée, forêts à *Acacia koa* à Hawaii, fourrés sur calcaire corallien aux îles Cook...). Ces formations sont souvent dégradées et on retrouve régulièrement le santal dans les faciès secondarisés, parfois en quantités plus grandes que

dans les formations originelles (tableau III), ce qui laisserait supposer un tempérament pionnier, toujours intéressant pour le reboisement.

Le principal point commun entre toutes les espèces est leur caractère d'hémiparasite : bien que pourvus de chlorophylle, les santals sont des parasites racinaires obligatoires d'autres végétaux. Si, pendant de nombreuses années, cer-

tains auteurs ont mis en doute le côté obligatoire du parasitisme chez le santal, les nombreuses expériences (et échecs) de production de plants ont clairement démontré qu'une plante-hôte était absolument nécessaire pour la survie des plantules.

Les santals montrent un éclectisme certain vis-à-vis du choix de leur hôte. Ainsi, au moins 300 espèces

TABLEAU III

RÉPARTITION DE *S. AUSTROCALEDONICUM* À L'ÎLE DES PINS  
(d'après FRIOU *et al.*, 1994)

Forêt sempervirente sur calcaire	5 340	1,0
Savanes à <i>Melaleuca quinquenervia</i>	160	0,6
Fourrés sur sols ultrabasiques	560	9,5
Formations secondaires sur calcaire	2 880	23,9
Ensemble	8 940	11,0



*Santalum austrocaledonicum*, forme buissonnante sur maquis et roche basaltique (île des Pins).

*Santalum austrocaledonicum*, growing in bush form on maquis and basaltic rock (Ile des Pins).

hôtes, ligneuses ou herbacées, ont-elles été recensées pour *S. album* en Inde (RAI, 1990) et des essais de plantation de *S. austrocaledonicum* sur terrains ultrabasiques portant une végétation très spécifique ont montré que les santals étaient capables de parasiter même les touffes de Cypéracées endémiques (QUEMIN, 1988). Il ne semble donc

pas qu'il y ait de véritables hôtes spécifiques ; cependant un bon nombre d'espèces de santal semblent affectionner les plantes-hôtes fixatrices d'azote : *Acacia*, *Casuarina*, *Gymnostoma*, *Dalbergia*, *Pterocarpus*, etc. (cf. 2<sup>e</sup> partie, discussion sur le choix de l'hôte secondaire, dans le prochain numéro de B.F.T.).

## USAGES, UTILISATION ET COMMERCE

Le bois de santal est utilisé par les hommes depuis l'époque préhistorique et a donné lieu à des échanges commerciaux dont les plus anciennes traces écrites remontent à 300-400 av. J.-C. (commerce entre l'Inde et les îles de la Sonde).

### UTILISATION TRADITIONNELLE

En Inde, le santal possède de nombreuses utilisations traditionnelles, la plus importante étant la distillation du bois pour en extraire l'huile essentielle largement utilisée dans les cosmétiques et la pharmacopée. Cette distillation traditionnelle est réalisée depuis l'antiquité sur la côte ouest, dans le Mysore et dans le nord (Kannuj) par de petites unités familiales. Le bois, réduit en poudre fine, est distillé à la vapeur dans des alambics de cuivre. L'huile ainsi obtenue est censée être de meilleure qualité que celle produite dans les grandes unités industrielles (Collectif, 1990). Le bois a aussi été largement utilisé pour la sculpture, la crémation (généralement réservée aux individus des plus hautes castes compte tenu de son prix)\* et la fabrication d'encens. Le bois et l'huile sont réputés pour leurs vertus antiseptiques, calmantes, diaphorétiques et diurétiques. L'huile a longtemps fait partie des médicaments officiels contre les gonorrhées (on notera que cette utilisation était aussi consacrée en Europe à la même époque) avant l'apparition des antibiotiques.

Dans le Pacifique, la distillation n'était pas connue avant l'arrivée des Européens. Cependant le bois

\* A titre anecdotique, quatre tonnes de *S. album* australien auraient été utilisées durant les funérailles de Gandhi (STATHAM, 1990).

avait de nombreux usages (essentiellement sous forme de poudre) et possédait une grande valeur. Un morceau de bois de santal était souvent synonyme de présent royal. Son prestige était si grand qu'il était à la base de la plupart des échanges entre communautés insulaires et son usage était largement répandu même sur les îles où il ne poussait pas (Samoa, Wallis et Futana...).

Son utilisation de loin la plus fréquente (BRENNAN, MERLIN, 1992) était celle d'un adjuvant parfumé pour l'huile de noix de coco. Cette utilisation a été rapportée aux îles Loyauté, Tonga, Samoa, Tahiti, Australes, Marquises et Hawaïi. Le bois était réduit en sciure par frottement contre une peau de requin ou un bloc de corail avant d'être mélangé à l'huile de coco. Cette huile parfumée était utilisée pour oindre le corps ou les cheveux ou bien pour imperméabiliser les vêtements en écorces.

Les usages médicaux étaient aussi très nombreux et variés, depuis le traitement des affections cutanées jusqu'à celui des inflammations pulmonaires en passant par l'éléphantiasis, les problèmes des voies urinaires, les pathologies ou soins préventifs liés à l'accouchement, etc. Les propriétés de base semblent être les mêmes que celles reconnues en Inde : calmant, antiseptique, diurétique.

Bon nombre d'autres utilisations ont aussi été rapportées : fruits comestibles (*S. acuminatum* et *S. lanceolatum*) consommés par les aborigènes australiens, fumée produite par la combustion du bois sensée chasser les esprits mauvais (Marquises) ou, plus prosaïquement, repousser les insectes (Nouvelle-Calédonie), etc.

### COMMERCE DU SANTAL AU XIX<sup>e</sup> ET DÉBUT DU XX<sup>e</sup> SIÈCLE

Les Chinois ont, de tout temps, été les plus gros importateurs de bois de santal ; celui-ci constitue le matériau

de base des bâtonnets d'encens brûlés dans les temples bouddhistes. L'Inde, plus gros producteur mondial mais aussi grande consommatrice de santal dans les rituels indouistes, décida, vers la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle, de réduire fortement ses exportations de bois. Il se créa alors une situation de pénurie, l'offre ne suffisait plus à satisfaire la demande sur le marché international. Bien entendu, la Chine se mit aussitôt à la recherche de nouvelles sources d'approvisionnement, qui étaient des plus restreintes puisque les seuls peuplements connus étaient, jusqu'à 1700 environ, ceux de l'Inde et d'Indonésie.

En 1779, le capitaine COOK trouvait la mort dans la baie de Kealakekua aux îles Sandwich (Hawaïi aujourd'hui) mais son équipage continua vers le nord-ouest du Pacifique où les marins achetèrent, pour presque rien, des fourrures d'otaries afin de se protéger du froid. Plus tard, ils atteignirent la Chine et s'aperçurent avec stupéfaction que les commerçants étaient prêts à payer ces fourrures jusqu'à cent fois leur prix d'achat. La nouvelle se répandit rapidement et, dès 1785, des navires anglais furent affrétés dans le but d'acheter des peaux de phoque ou d'otarie à fourrure dans le nord-ouest du Pacifique et de les vendre en Chine dans le port de Canton. En 1787, les Américains entrant dans ce marché, les îles Hawaïi devinrent une escale des plus commodes pour renouveler leurs réserves d'eau douce, de bois de feu et de produits frais.

Au cours de l'un de ces voyages, un bateau américain découvrit que ces îles Hawaïi recelaient du bois de santal en grandes quantités. Cette découverte causa une vive animation sur le port de Canton d'autant que, comme nous l'avons vu, à peu près à la même période il était devenu difficile de se procurer du santal indien.

Ce fut alors le début d'un commerce international de grande envergure qui se poursuit encore de nos jours et dont l'histoire est émaillée de nombreux drames.

Le santal des îles Hawaïi devint rapidement la principale source d'approvisionnement du marché chinois et, pour les commerçants, le nom de cet archipel éloigné devint « Tahn Heung Sahn » (les Montagnes de Santal). L'exploitation sur les îles Hawaïi dura de 1790 à 1840 et fut à l'origine de nombreux bouleversements sociaux. Le santal, propriété royale de par la décision de Kamehameha le Grand, premier roi de l'archipel, était récolté par ses sujets au prix de grands efforts physiques. Comme le résume parfaitement LYDGATE, 1916 in : MERLIN, VAN RAVENSWAAY, 1993 : « Nature produced it (sandalwood), the common people collected and delivered it and the king stood by to receive the money ». Le contact avec les Européens, la possibilité d'acquérir des biens de luxe par la vente d'un produit qui ne coûtait rien, la facilité à acquérir ces biens par une simple signature sur une promesse de livraison... poussèrent Kamehameha le Grand et ses héritiers à réduire leur peuple en quasi-esclavage pour récolter toujours plus de santal. Les gens mouraient d'épuisement lors de la récolte et pendant le transport du bois (qui se trouve souvent en altitude dans des régions humides et froides), et la famine frappa l'archipel car tous les bras valides étaient occupés à ramasser le santal et les ressources furent sévèrement appauvries, au point qu'il n'y avait virtuellement plus d'arbres de taille suffisante pour être récoltés en 1840.

De l'autre côté du Pacifique, vers 1800, les commerçants de Sydney cherchaient ce qu'ils pourraient proposer aux Chinois en échange de leur thé, pour lequel même les bagnards avaient développé un goût immodéré. Les négociants chinois

n'acceptaient alors que des paiements en numéraire et un petit nombre de marchandises, dont les fourrures et le santal. Le santal ne poussant pas dans l'est de l'Australie, les commerçants australiens durent le chercher où il se trouvait, en l'occurrence à Fiji dont la carte et la localisation exacte avaient été publiées à Londres par le capitaine BLIGH.

L'exploitation du santal de Fiji dura jusqu'en 1816, puis le commerce se ralentit fortement pour diverses raisons : rareté de la ressource, troubles en Chine, etc. En 1842, la fin des guerres de l'opium et la réouverture des marchés chinois incitèrent les commerçants de Sydney à reprendre leurs activités au-delà de Fiji, dont les peuplements étaient épuisés, vers les Marquises et la partie sud de l'arc mélanésien, Nouvelle-Calédonie et Nouvelles-Hébrides (Vanuatu aujourd'hui). Ils se trouvèrent alors en concurrence avec les commerçants anglais et américains à la recherche de nouveaux peuplements, l'approvisionnement s'étant tari aux îles Hawaii.

Le santal fut découvert aux Hébrides vers 1830 sur l'île d'Erromango, puis vers 1840 en Nouvelle-Calédonie sur l'île des Pins. Cette dernière découverte fut le fait d'un dénommé Edouard FOXHALL du CAMDEN qui, lors d'un chargement de bois de feu sur ce navire, remarqua que plusieurs bûches étaient en fait du bois de santal. Il vendit l'information aux commerçants de Sydney qui affrêtèrent immédiatement deux navires, le Diana et l'Orwell, dont les destinations officielles étaient respectivement la Nouvelle-Guinée et le Kamchatka, et qui chargèrent 150 tonnes de santal à l'île des Pins en 1841. La nouvelle filtra tout de même et ce fut la ruée vers la Nouvelle-Calédonie, qui dura jusqu'en 1865 environ.

Vers 1860-1865, la quasi-totalité des îles du Pacifique avaient été écu-

mées, le santal de l'Inde était toujours aussi inaccessible et la demande chinoise toujours aussi forte. Les colons d'Australie de l'Ouest réalisèrent alors qu'ils dormaient sur une véritable mine d'or : un peuplement de santal (*S. spicatum* et, dans une moindre mesure, *S. lanceolatum*) s'étendant sur près de 420 000 km<sup>2</sup>. Ce fut le début de l'âge d'or du santal australien, qui durera de 1844 à 1939. Durant ces 95 ans, l'Australie, et plus particulièrement les états d'Australie de l'Ouest et du Sud, exporteront près de 450 000 tonnes de santal à destination quasi exclusive de la Chine. Le bois de santal était devenu, avec la laine et l'or, l'une des principales exportations australiennes. Les quantités exportées et leur valeur marchande variaient énormément du fait de la particularité de ce marché à un seul client ; qu'il y ait des troubles en Chine, comme ce fut le cas dans les années 30, et le marché s'effondrait mettant l'économie australienne en péril. Ces crises économiques entraînaient bon nombre de problèmes sociaux et forcèrent le Gouvernement australien à exercer un strict contrôle sur le commerce du santal dès 1929. Après la seconde guerre mondiale, il y eut reprise des exportations mais les quantités commercialisées furent nettement plus faibles que celles de l'avant-guerre, du fait de la législation plus contraignante et d'une crainte légitime de surexploitation de la ressource.

Au plan social, le commerce du santal a été la source de bouleversements profonds des sociétés polynésiennes et mélanésiennes traditionnelles. La population d'Hawaii, nous l'avons vu, a virtuellement été réduite à la famine et à l'esclavage afin que ses rois puissent s'acheter des biens de luxe venant de l'Occident. D'autres, en Nouvelle-Calédonie et au Vanuatu, ont vécu une véritable révolution technologique du fait de l'échange du bois de santal

contre des biens d'utilisation courante en Europe mais inconnus pour elles (hameçons métalliques, outils en fer, tissu, pots en fer, bouteilles en verre, perles de verre, etc.).

## UTILISATION ET MARCHÉS ACTUELS

De nos jours l'utilisation en pharmacopée n'existe plus, du moins en Europe, l'huile de santal ayant été remplacée par les antibiotiques. Le bois de santal possède trois principales utilisations industrielles : la sculpture, la fabrication d'encens, l'huile essentielle.

### □ Sculpture

Seule, la meilleure qualité de bois de santal est utilisée par les sculpteurs. Les produits finis vont de la grande statue représentant des déités diverses aux petits objets artisanaux. En général, les plus belles sculptures sont réalisées dans le bois de *S. album* mais l'Inde interdit toute exportation de grumes de cette espèce et utilise toute sa production. Les principaux exportateurs de grumes de qualité sont (ou étaient) Hawaii, Fiji, Timor et l'Australie. Les principaux acheteurs de bois à sculpter sont Hong Kong et Taiwan qui exportent ensuite le produit fini vers la Chine, le Japon et Singapour.

A titre indicatif, les prix de vente des billes de la meilleure qualité étaient en 1990 (Collectif, 1990) de :

Inde, *S. album*, « A-grade log » 10 000 US\$ la tonne.

Hawaii, *S. ellipticum*, « grade A » 10 000 US\$ la tonne.

Australie, *S. spicatum*, « single grade » 4 260 \$ la tonne.

On notera aussi une petite activité de sculpture artisanale pour le tourisme qui semble se développer en Nouvelle-Calédonie et Polynésie française. Les quantités utilisées et les sommes en jeu sont marginales par rapport à celles du marché asia-

tique mais pourraient être une source non négligeable de revenus si cette activité était bien gérée.

#### □ Encens

Les bâtonnets d'encens en santal sont une composante essentielle des rituels indouistes et bouddhistes. La demande est énorme et en constante augmentation. Les deux principaux intervenants sont Singapour et Taïwan. Le bois est réduit en poudre ; celle-ci est ensuite fixée sur des bâtonnets de bambous ou simplement compactée. Ce marché de l'encens utilise essentiellement du bois de qualité inférieure, impropre à l'utilisation en sculpture ; la matière est épuisée après distillation. Le principal exportateur de bois est l'Australie occidentale (*S. spicatum*), l'Inde n'autorisant l'exportation que de quantités minimales de poudre ou de copeaux. Les prix de vente varient entre 2 300 US\$ la tonne, pour du bois vendu en poudre ou copeaux, jusqu'à 7 000 US\$ la tonne pour des racines entières de *S. album* ou *S. spicatum* qui contiennent une proportion d'huile essentielle plus élevée que celle du tronc.

#### □ Huile

L'huile de santal obtenue par distillation du bois de cœur est l'une des huiles essentielles les plus chères du monde. La qualité d'une huile est directement liée à sa proportion d'alcools ( $\alpha$ -santalol et  $\beta$ -santalol), les huiles de grande qualité contenant plus de 90 % de ces dérivés sesquiterpéniques. Le procédé classiquement utilisé est une distillation par la vapeur, l'utilisation de solvants étant possible mais ne donnant pas des produits d'aussi bonne qualité.

De nos jours l'Inde produit près de 90 % de l'huile mise sur le marché international, le reste provenant de Timor et de Nouvelle-Calédonie. La plus grande partie de l'huile indienne est produite dans quatre grandes unités gouvernementales. Chacune de ces unités utilise 1,5 tonne de

bois et produit environ 90 kg d'huile par jour. Le prix de vente plancher à l'exportation de cette huile est de 1 500 US\$/kg mais peut nettement grimper selon la qualité du produit. La Nouvelle-Calédonie produit aussi une huile de bonne qualité mais les faibles quantités et l'irrégularité de la production ne permettent pas de fidéliser les acheteurs ou de donner une image de marque au produit, et donc de prétendre à des prix de vente aussi élevés que ceux obtenus par l'Inde ; l'huile néo-calédonienne se négocie (lorsqu'il y en a) aux alentours de 200 US\$/kg.

Cette huile essentielle est surtout utilisée en parfumerie de luxe où elle est très appréciée du fait de sa composition constante, de ses capacités fixatrices et de sa fragrance tenace à la fois douce, chaude et épicée. Les plus gros acheteurs sont basés en France et à New York.

## GESTION DES PEUPEMENTS NATURELS

### CONSERVATION

Le fractionnement de l'aire de distribution, l'exploitation séculaire intensive et la destruction pour cause de changement de vocation des terres ont eu un impact important sur les populations naturelles de santal. Cet impact, variable dans son étendue et son intensité, nous permet de classer les taxons menacés en deux grandes catégories.

#### □ Les taxons disparus ou menacés à court terme

Parmi les espèces du tableau 1, *S. fernandezianum* (découverte en 1624) est considérée comme éteinte. Les derniers individus vivants ont disparu au siècle dernier pour des raisons encore obscures. Pour certains auteurs (SPRAGUE, SUMMERHAYES,

1927), il s'agirait d'une maladie qui aurait décimé les populations en moins d'un an ; pour d'autres (SKOTTSBERG, 1956), cette disparition ne serait que le résultat d'une surexploitation incontrôlée entre 1835 et 1972. Les deux hypothèses ne sont d'ailleurs pas contradictoires, les quelques rescapés de l'exploitation ayant fort bien pu disparaître suite à une épidémie du type maladie de l'épi (qui a décimé certaines populations de *S. album* en Inde).

*S. freycinetianum lanaiense* n'est plus connu que par un peuplement de moins de 50 individus qui ne semblent pas se reproduire. Cette incapacité à se reproduire existe aussi chez *S. insulare mitiario* dont la population est relativement importante en nombre mais dans laquelle aucun fruit ou jeune plant n'a jamais été recensé.

*S. boninense*, *S. austrocaledonicum minutum* et *S. haleakalae* sont cantonnés dans des stations relictuelles sous la forme de peuplements peu étendus. Leur raréfaction est le fait non de l'exploitation mais de la destruction de leur biotope ou de l'introduction dans celui-ci de prédateurs nouveaux (bétail, rongeurs).

Pour tous ces taxons, il convient d'envisager des méthodes actives de protection/conservation. Il est nécessaire mais non suffisant de classer les populations survivantes en espèces ou aires protégées. Il faut aussi promouvoir la régénération de ces taxons dans leur aire naturelle et, éventuellement, créer des peuplements conservatoires *ex situ*.

#### □ Les taxons (sur-)exploités

*S. freycinetianum*, *S. insulare*, *S. macgregorii*, *S. paniculatum* et *S. yasi* ont été largement surexploités au XIX<sup>e</sup> siècle, à tel point qu'à l'heure actuelle leur aire de répartition est fortement réduite. Les peuplements les plus étendus et/ou les plus accessibles ont été totalement

épuisés et la faiblesse de la ressource subsistante ne permet pas la reprise d'une exploitation, même à petite échelle.

*S. album*, *S. austrocaledonicum austrocaledonicum*, *S. spicatum* et, sporadiquement, *S. ellipticum* sont les seuls taxons encore exploités « industriellement ». Ils ne sont pas menacés d'extinction à moyen ou long terme. Cependant, il semble que l'exploitation ait résulté en une sélection en faveur du caractère « peu de bois de cœur ». Ce phénomène atteint des proportions importantes en Inde et à Timor pour *S. album* dont l'exploitation est multimillénaire et, de nos jours, des populations entières de cette espèce ne possèdent plus qu'une très faible proportion d'huile essentielle. Le même problème existe, à une échelle moindre, pour *S. austrocaledonicum austrocaledonicum* dont les peuplements des îles Loyauté présentent des taux d'huile essentielle nettement inférieurs à ceux de l'île des Pins (2,5 % contre 4,5 à 6 %) qui ont été moins intensément exploités. En Australie (APPLEGATE, MC KINNELL, 1993), les peuplements de *S. spicatum* seront totalement épuisés dans 60 ans si le rythme actuel de prélèvement (2 000 t/an) est maintenu. Néanmoins, l'espèce existant dans de nombreuses aires protégées, on peut considérer qu'elle ne court pas un risque majeur.

Tous ces taxons, au contraire des précédents, ne sont pas menacés d'extinction mais plutôt d'une réduction de leur diversité génétique si aucune mesure n'est prise en leur faveur. Pour contrer l'appauvrissement du génome de ces espèces économiquement importantes, il faut là où cela n'existe pas déjà :

- établir des règles strictes de contrôle de l'exploitation (Hawaïi, Vanuatu) ;

- créer des aires de conservation *in situ* (Nouvelle-Calédonie, Timor) ;
- créer des peuplements conservatoires et/ou grainiers *ex situ* (Fiji, Vanuatu, etc.).

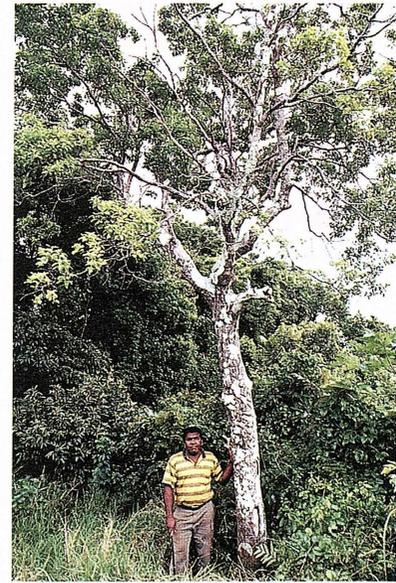
## EXPLOITATION - AMÉNAGEMENT

### □ Estimations, connaissance de la ressource

Le niveau de connaissance de la ressource est très inégal. Certains pays ne possédant aucune donnée quantitative (Papouasie-Nouvelle-Guinée, PAUL, 1990), ils ne peuvent en aucun cas gérer de façon durable celle-ci. A Fiji, la ressource effectivement disponible dans la région de Bua et l'île de Ono-i-Lau a été estimée à environ 1 000 tonnes de bois de cœur (JKO, 1993). Comme il semble que la quasi-totalité des arbres de valeur marchande ait été exploitée entre 1984 (date de l'estimation) et 1990, les données disponibles sont maintenant incomplètes et dépassées. A Hawaïi, les peuplements encore susceptibles d'exploitation sont limités à la seule île Hawaïi. Il ne semble pas qu'il existe de données fiables concernant les quantités disponibles et leur qualité. La plupart des peuplements connus semblent cependant vieillissants et la majorité des individus atteints de pourriture du cœur (« ... there isn't a good stand of sandalwood anywhere on the island », HARADA, STONE *in* : MERLIN, VAN RAENSWAAY, 1993).

Le Vanuatu qui vient de terminer son inventaire forestier national (données non encore disponibles) devrait posséder à terme une assez bonne estimation de sa ressource, le santal ayant dû être l'objet de procédures spécifiques d'inventaire.

En Nouvelle-Calédonie, un inventaire statistique complet a été réalisé sur les îles Loyauté et l'île des Pins (QUEMIN, 1988). Cet inventaire couplé à des mesures dendrométriques a permis de définir un niveau de



*Santalum austrocaledonicum*, individu de taille remarquable dans un fourré secondaire (Lifou, îles Loyauté). *Santalum austrocaledonicum*, individual of outstanding size in a secondary thicket (Lifou, Loyalty Islands).

coupe acceptable pour chaque île. Depuis, aucune exploitation n'a eu lieu aux Loyauté et 400 tonnes ont été récoltées entre 1989 et 1990 sur l'île des Pins. Afin d'estimer l'impact de cette exploitation, un nouvel inventaire a été réalisé en 1994 (FRIOU *et al.*, 1994) permettant de constater :

- qu'un tel niveau de prélèvement (130 t/an) n'était pas durable ;
- qu'il était, par contre, possible de prélever durablement entre 30 et 45 tonnes/an sur l'île.

En Indonésie (Nusa Tenggara Timur), la ressource est parfaitement connue : un comptage individuel de tous les pieds de santal susceptibles d'être exploités est effectué tous les cinq ans. Cette connaissance devrait permettre de définir des quotas de coupe acceptables et d'assurer une bonne gestion des populations.

Malheureusement, le but recherché est de faire durer la ressource le plus longtemps possible tout en maintenant l'activité des unités locales de distillation (HARISSETJONO, SURIAMI-HARDJA, 1991). Ceci se traduit par une exploitation moyenne de 550 tonnes/an pour une production estimée inférieure à 150 tonnes/an (KOMANG *et al.*, 1994) et ne paraît pas compatible avec une gestion durable des peuplements.

#### □ Critères d'exploitabilité

La définition de critères d'exploitabilité pour le santal est loin d'être simple. En effet, l'exploitabilité est définie par le poids de bois de cœur récoltable. Malheureusement ce paramètre ne peut pas être mesuré ou même estimé de façon simple et directe.

Certains pays n'ont pas de règles bien définies, la maturité des santals étant une affaire d'estimation personnelle par le récolteur (Hawaii, Fiji, Papouasie-Nouvelle-Guinée, Polynésie française). D'autres possèdent des règles précises :

- Queensland (*S. lanceolatum*) : tout arbre coupé doit avoir un diamètre à 1,30 m supérieur à 12 cm ou bien être mort ou dépérissant. Il est interdit de récolter les racines ou la souche et celle-ci doit mesurer au moins 10 cm de haut après coupe afin de favoriser l'émission de rejets.
- Australie de l'Ouest (*S. spicatum*) : pour être récolté, un arbre doit posséder une circonférence à 15 cm supérieure à 40 cm ou être mort. La souche et les racines sont aussi récoltées.
- Nusa Tenggara Timur (*S. album*) : l'exploitation est limitée aux arbres vivants ayant un diamètre de bois de cœur à 1,30 m supérieur à 10 cm et une épaisseur d'aubier inférieure à 2,5 cm. Les arbres morts sont récoltés quelles que soient leurs dimensions.

- Nouvelle-Calédonie, Province Sud (*S. austrocaledonicum austrocaledonicum*) : sont exploitables tous les « vrais » santals (formes monocaules érigées) dont la circonférence à 20 cm est supérieure à 70 cm et l'épaisseur d'aubier inférieure à 3 cm ou dont la circonférence à 20 cm est supérieure à 100 cm. Les « rampants » (formes multicaules plus ou moins prostrées) sont exploitables quelle que soit la circonférence si l'épaisseur d'aubier est inférieure à 2 cm. Les arbres morts ou dépérissants sont toujours exploitables. Les souches et racines peuvent être prélevées.

A notre connaissance, seuls les critères utilisés en Nouvelle-Calédonie ont été bâtis sur un échantillon conséquent (150 arbres environ, coupés et pesés). Des recherches récentes à Timor (FOX *et al.*, 1994b) ont montré que, sur un échantillon de 174 arbres, la proportion de bois de cœur à 1,30 m (estimée par carottage) est un bon critère de sélection, mais il n'est pas officiellement utilisé par l'administration forestière.

Il est bon de noter que si les critères retenus à Timor sont les plus à même de permettre une exploitation efficace (ne sont coupés que les arbres possédant suffisamment de bois de cœur), ils sont aussi les plus en mesure d'induire un appauvrissement de la qualité des populations puisque sont maintenus les individus les plus pauvres en bois de cœur. Les critères retenus par l'Australie et la Nouvelle-Calédonie ne permettent pas une prédiction très précise de la qualité de l'arbre récolté, qui peut avoir peu ou beaucoup de bois de cœur, mais assurent sans doute un meilleur « équilibre » à la population restante.

#### □ Régénération naturelle

Hormis dans les zones les plus arides de l'Australie où une pluviosité supérieure à la moyenne pendant

trois années consécutives est nécessaire pour obtenir une régénération naturelle, celle-ci ne semble pas poser de problème majeur dans les zones plus arrosées de l'aire, les santals produisant régulièrement de grosses quantités de fruits.

Par contre, en dehors de Fiji, de la Nouvelle-Calédonie (Loyauté et île des Pins) et du Vanuatu, la survie de cette régénération naturelle est problématique pour deux raisons principales : la prédation et le feu.

Toutes les espèces connues de santal sont consommées par une gamme très large d'herbivores et de rongeurs à tel point qu'une espèce comme *S. spicatum* paraît intéressante en tant qu'arbuste fourrager pour les zones les plus sèches de Nouvelle-Calédonie. En Australie, les régénérations importantes, après des années humides, sont souvent détruites par la faune locale et par le bétail (mouton en général). Cette destruction de la régénération par le bétail est aussi rapportée en Inde et à Timor, à un niveau tel que l'on ne trouve bien souvent les semis qu'à l'abri de buissons épineux (RAI, 1990). Cette prédation des semis par les ongulés se complique parfois d'une destruction des graines par les rongeurs (*S. freycinetianum* et *S. paniculatum* à Hawaii), ce qui rend encore plus hypothétique l'avenir de certains peuplements.

Le feu, souvent associé à l'élevage dans les systèmes extensifs (Australie par exemple) est aussi l'une des causes majeures de l'échec des tentatives de promotion de la régénération naturelle. La plupart des espèces (hormis *S. spicatum*), si elles ont atteint une taille suffisante, rejettent de façon vigoureuse après un feu. Par contre, les semis et jeunes plants sont totalement détruits même si l'incendie n'est pas très violent.

#### □ Législation

A Fiji, en Nouvelle-Calédonie, en Papouasie-Nouvelle-Guinée et au

Vanuatu, la très grande majorité des peuplements se trouve sur des terres appartenant aux populations locales. Le gouvernement n'a donc théoriquement aucun droit sur les arbres poussant sur ces terres. La situation va cependant depuis un manque total de contrôle (Papouasie-Nouvelle-Guinée) jusqu'à un contrôle strict de l'exploitation et de la commercialisation (Nouvelle-Calédonie).

Au Vanuatu, l'exploitation par les propriétaires coutumiers n'est contrôlée que depuis 1987, date à laquelle un moratoire à la coupe du santal et la nécessité d'une licence à l'exportation furent imposés pour cinq ans. L'exploitation et la commercialisation reprirent en 1992 (37 t exportées), 1993 (80 t) sans que l'on sache si ces niveaux d'exploitation peuvent être soutenus. Il semblerait que certaines coupes aient été effectuées en 1994 mais les bois exportés ont été bloqués à l'exportation par une interdiction générale d'exportation des grumes suite à un contentieux entre le gouvernement du Vanuatu et des sociétés d'exploitation forestières étrangères. Il a été suggéré (TACCONI, 1994) que l'exploitation et la commercialisation du santal soient ouvertes pendant un mois tous les ans à condition que le niveau de la ressource soit suffisant, la décision de

vant être prise île par île et non à un niveau global.

Le cas de Fiji est sensiblement différent. Une estimation partielle de la ressource a été effectuée en 1981 et 1984 (JIKO, 1993) à la suite de quoi une exploitation a été effectuée entre 1985 et 1990, aboutissant à la récolte totale du potentiel. Dès le début de ces quatre années d'exploitation, le gouvernement de Fiji a mis en place une taxe à la régénération (10 % du prix de vente) qui est directement versée au « native Lands Trust Board », administrateur fiduciaire de toutes les terres coutumières à Fiji. Les fonds ainsi récoltés (environ 190 000 US\$) sont gérés conjointement par le syndicat et le Ministère des forêts. Ils doivent être redistribués aux propriétaires qui ont entrepris des actions de régénération, à la condition que les opérations entreprises répondent à certains critères de qualité.

En Nouvelle-Calédonie, les coupes de santal sont régies (en Province Sud) par plusieurs arrêtés qui se traduisent, dans la pratique, par :

- la nécessité pour l'acheteur de demander une licence de coupe auprès des autorités administratives ;
- la rédaction d'un procès-verbal entre l'acheteur et le propriétaire coutumier qui stipule, entre autres, les quantités que l'on espère récolter, le prix d'achat, les modalités de

paiement des taxes et, si nécessaire, les travaux de plantation après exploitation ;

- à la suite de quoi, si la licence est accordée, les arbres à exploiter sont alors marqués, en accord avec le propriétaire, par le Service forestier qui s'assure aussi que les taxes sont bien réglées au Territoire.

Bien qu'ils n'y soient pas obligés, les propriétaires doivent remplacer tout arbre coupé par trois arbres replantés. Cette demande, qui émane des autorités coutumières, est globalement bien respectée (entre 1989 et 1991, 1 100 plants ont été coupés pour 3 300 replantés entre 1990 et 1994) et bénéficie du soutien actif de la Province qui fournit les plants et les conseils de mise en place. □

N.B. La bibliographie relative à l'article dans son ensemble (première et seconde parties) figurera à la fin de la seconde partie publiée dans le n° 248 de Bois et Forêts des Tropiques.

---

▶ Robert NASI  
CIRAD-Forêt/CIFOR  
B.P. 643  
LIBREVILLE  
Gabon

---

▶ Yves EHRHART  
CIRAD-Forêt  
Centre Jean-François Cherrier  
B.P. 10001  
98805 NOUMÉA CEDEX  
Nouvelle-Calédonie

## R É S U M É

LE SANTAL, UN PARFUM DE PROSPÉRITÉ  
1<sup>ère</sup> partie – Une longue histoire

Un atelier régional sur le santal, organisé conjointement par le CIRAD-Forêt et le « South Pacific Forestry Development Programme » à Nouméa en août 1994, a permis de faire le bilan des connaissances actuelles sur cet important produit forestier.

Le présent article, qui sera suivi d'un second sur les plantations de Santal, expose l'état des connaissances sur le genre *Santalum* dans son contexte naturel. Après un rappel sur la taxonomie et la distribution du genre, les principales exigences écologiques des espèces sont présentées. L'utilisation et le commerce de la plante sont évoqués d'abord sous leur aspect historique, puis actuel. Enfin, la gestion des peuplements naturels qui existent encore est abordée à la fois sous l'angle de la conservation et d'une exploitation raisonnée.

**Mots-clés :** *Santalum spp.* Taxonomie. Plante à huiles essentielles. Distribution naturelle. Utilisation. Arbre à buts multiples. Commercialisation.

## A B S T R A C T

SANDALWOOD, A PERFUME OF PROSPERITY  
1<sup>st</sup> part – A long story

A regional workshop on sandalwood organized jointly in Nouméa (August 1994) by CIRAD-Forêt and the South Pacific Forestry Development Programme allowed the synthesis of most existing knowledge on this important forest product.

The present article, to be followed by another, on sandalwood planting, highlights the state of knowledge on the genus *Santalum* in its natural environment. Following a review of the taxonomy and the distribution of the genus, the main ecological requirement and characteristics are presented. The utilization and trade are dealt with first the historical, then the present point of view. Finally, the management of the existing natural stands is examined both from a conservationist and a sustainable harvesting point of view.

**Key words :** *Santalum spp.* Taxonomy. Essential oil crops. Natural distribution. Uses. Multipurpose trees. Market.

## R E S U M E N

EL SANTALO, PERFUME DE PROSPERIDAD  
Primera parte – Una larga historia

Un taller regional dedicado al sántalo, organizado conjuntamente por el CIRAD-Forêt y el « South Pacific Forestry Development Programme » que tuvo lugar en Numea, durante el mes de agosto de 1994, ha permitido establecer el balance de los conocimientos actuales acerca de este importante producto forestal.

El presente artículo, que estará seguido por un segundo sobre las plantaciones del santalo, tiene por objeto exponer el estado de los conocimientos relativos al género *Santalum* en su contexto natural. Tras un breve resumen acerca de la taxonomía y la distribución del género, se presentan los principales requerimientos ecológicos de las especies. En primer lugar, se da cuenta de la utilización y el comercio de la planta considerando su aspecto histórico y, acto seguido, su situación actual. Finalmente, se entra en materia acerca de la gestión de las poblaciones naturales que aún existen, tanto desde el punto de vista de la conservación como de una explotación razonable.

**Palabras clave :** *Santalum spp.* Taxonomía. Plantas aromáticas. Usos. Árboles de propósito múltiple. Distribución natural. Mercadeo.

## SYNOPSIS

## SANDALWOOD, A PERFUME OF PROSPERITY

1<sup>st</sup> part - A long story

ROBERT NASI, YVES EHRHART

## TAXONOMY AND DISTRIBUTION

The genus *Santalum* L. (*Santalaceae*) is divided into 16 more or less variable species (Table 1) often subdivided into several varieties. The distribution area of the genus covers most of the tropical and sub-tropical Indo-Pacific region, from India to the Juan Fernandez Islands (Fig. 1). The only species widely distributed outside the Pacific region is *S. album* and several authors think that it was introduced centuries ago in India by traders and became spontaneous. Although covering a huge area, the genus has a very scattered distribution : most of the species are restricted to one island, while on several islands (Solomon, Easter, Mariannes, etc.) there is no record of *Santalum*.

## ECOLOGY

*Santalum* species grow within a wide range of ecological conditions : rainfall (200 to 3,000 mm/yr), altitude (0 to 2,500 m a.s.l.), acidic or alkaline soils, etc. (Table 2).

Sandalwood, however, never grows on water logged areas and are very seldom among the floristic components of rainforests. They generally belong to the flora of xerophilous or sclerophyllous vegetation types (dry forests, montane forests, secondary thickets).

The main common characteristic among all species is their hemi-parasitic habit : although chlorophyllous they need one or several host-plants to survive and grow properly. There is no host-parasite specificity and up to 300 plants ranging from grasses or sedges to large trees have been recorded as possible hosts. It seems however that nitrogen fixing trees (*Acacia*, *Casuarina*, *Gymnostoma*) are among the best possible hosts in the wild and in plantation.

## USES AND TRADE

## Traditional uses

Sandalwood has been widely used since antiquity for its wood and the essential oil it contains. The wood has been used for carving (India) or powdered and mixed with coconut oil as perfume (Polynesia). The oil, obtained by distillation for more than 2,000 years in India, has been used for cosmetics and medicinal purposes. Numerous medicinal uses have been recorded for : skin diseases, rib inflammation, sexual diseases, etc. Cooling, antiseptic and diuretic seem the main recognized virtues of the oil.

## The Sandalwood trade

China has always been the main Sandalwood consumer though not possessing the resource. On the other hand, India, also a great consumer, was the main and unique producer. Therefore, the export ban implemented by India around 1760 created a global shortage of Sandalwood in China. At the same time, American fur traders discovered that the Hawaiian Islands were very rich in Sandalwood : this was the beginning of the great Sandalwood trade. From 1790 till 1840, Hawaii became the main supplier of wood on the Chinese market. Sandalwood was « royal property » but collected with great pains by the peasants. On the other side of the Pacific, around 1800, Australian traders started a triangular trade between Pacific islands (starting with Fiji, then continuing with New Caledonia, Vanuatu), Australia and China, buying Sandalwood and exchanging it for Chinese tea. By 1860-1865, most of the existing resource of the Pacific islands was exhausted. About the same time, Australian pioneers noticed that they were sitting on the largest natural stand of Sandalwood : 420,000 sq. km ! This was the beginning of the golden age for Australian Sandalwood : 450,000 tonnes were exported, essentially for the Chinese market.

## Uses and trade nowadays

Sandalwood has three main uses of unequal importance : wood for carving, sawdust or chips for incense and josssticks, oil for perfumes and cosmetics. Wood and chips are mainly produced by Australia. Prices are quite high and a good quality log for carving can fetch up to US\$ 5,000 to 10,000 per tonne ; the main buyers are China and other Asian countries.

Sandalwood oil, still one of the most expensive essential oils, is essentially produced by India (90 % of the world production), Indonesia (Timor island) and, sporadically, New Caledonia. Official export prices for Indian Sandalwood oil start at US\$ 1,500 per kg. The oil is used in luxury cosmetics and perfume ; the main buyers are France and New York.

## MANAGEMENT OF EXISTING NATURAL STANDS

## Conservation

*S. fernandezianum* is now considered extinct and several other species (*S. austrocaledonicum minutum*, *S. boninense*, *S. frey-*

*cinetianum lanaiense*, etc.) are greatly endangered by the destruction or the conversion of their biotopes. Some species are not endangered but were so widely overexploited in the past that there is no proper existing mature stand (*S. freycinetianum*, *S. insulare*, *S. macgregorii*, *S. paniculatum*). Nowadays, only three species are commercially harvested : *S. album*, *S. austrocaledonicum*, *S. spicatum*. They are not endangered as species but it seems that in some cases the selective harvest of individuals with a great proportion of heartwood carried out since the beginning of the trade has induced a loss in genetic diversity. Some populations are now essentially composed of mature trees with very little or no heartwood. For these commercial species it seems therefore necessary to enforce strict and sound harvesting rules to avoid an increasing drift and loss in genetic diversity.

## Harvesting and management

The level of knowledge of the resource is very variable from one country to another. Papua New Guinea has virtually no reliable data while Indonesia knows exactly how many individuals can be harvested in Nusa Tenggara Timur province. However, whatever the level of knowledge, it seems that most of the actual harvesting practices are not sustainable.

Defining suitable harvesting criteria for Sandalwood is not an easy task as the trait of interest is the harvestable quantity of heartwood (including roots). Some countries have no harvesting rules while others have very precise, often largely empirical, ones. To the best of our knowledge only criteria used in New Caledonia have been based on effective measurements of relatively large samples. Laws and regulations are generally in the same state : when a country has some harvesting criteria, exploitation is generally controlled (Australia, India, New Caledonia) ; when there is no suitable set of criteria, exploitation is not controlled (Hawaii, Papua New Guinea).

Natural regeneration is generally easy except in the driest parts of Australia. However in most cases, except Fiji and New Caledonia, survival of this regeneration is very poor as seedlings are very fire-sensitive and palatable for a wide range of animals.