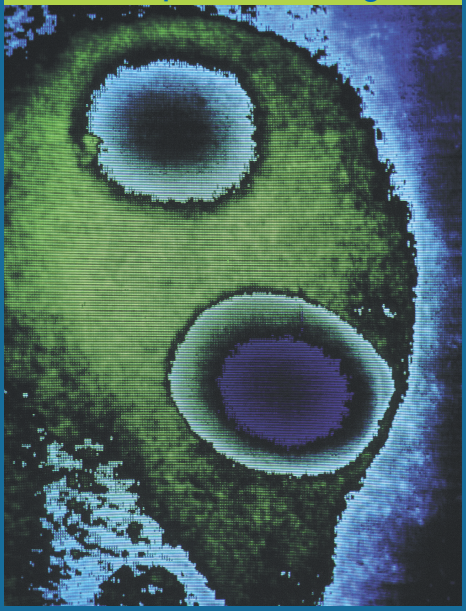
collection Expertise collégiale



Expertise réalisée par l'IRD à la demande de la Délégation à la Recherche du Gouvernement de Polynésie française

Version bilingue

Substances naturelles en Polynésie française

Natural substances in French Polynesia

Coordination scientifique
Jean Guezennec, Christian Moretti, Jean-Christophe Simon

IRD Éditions
Institut de recherche pour le développement

Substances naturelles en Polynésie française

Stratégies de valorisation

Substances naturelles en Polynésie française

Stratégies de valorisation

Coordination scientifique
Jean Guézennec, Christian Moretti, Jean-Christophe Simon
Rapporteur
Marie-Luce Hazebroucq

La première partie (synthèse et recommandations) du rapport est présentée successivement en français et en anglais sur support papier. La seconde partie (analytique) est présentée sur le CD-Rom joint.

IRD Éditions
INSTITUT DE RECHERCHE POUR LE DÉVELOPPEMENT
collection Expertise collégiale
Paris, 2006

Relecture scientifique
Solange Lavielle (Université Pierre et Marie Curie)
Michel Trometter (Inra)

Préparation éditoriale
Yolande Cavallazzi

Mise en pages
Bill Production

Maquette couverture et intérieur
Pierre Lopez

Traduction en anglais
Harriet Coleman

Coordination
Michèle Bouchez, Anne Glanard
Département Expertise et Valorisation, IRD

Suivi de fabrication
Elisabeth Lorne

Cette expertise collégiale a été réalisée à la demande de la Délégation à la recherche du gouvernement de la Polynésie française.

La loi du 1er juillet 1992 (code de la propriété intellectuelle, première partie) n'autorisant, aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article L. 122-5, d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage du copiste et non destinées à une utilisation collective » et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans le but d'exemple ou d'illustration, " toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause, est illicite " (alinéa 1er de l'article L. 122-4).

Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon passible des peines prévues au titre III de la loi précitée.

© IRD, 2006
ISSN 1633-9924 / ISBN : 2-7099-1587-1

Composition du collège d'experts

Coordination scientifique

Jean GUÉZENNEC (Ifremer)

Christian MORETTI (IRD)

Jean-Christophe SIMON (IRD)

Rapporteur

Marie-Luce HAZEBROUCQ (IRD)

Membres

Cécile DÉBITUS (IRD)

Yves BARBIN (Pierre-Fabre Médicament)

Valérie BOISVERT (IRD)

Pierre CABALION (IRD)

Frédéric DEMARNE (Gattefossé Holding)

Jacques FLORENCE (IRD)

Isabelle FOURASTÉ (Université Paul-Sabatier)

Christine NOIVILLE (CNRS)

Bernard WENIGER (CNRS)

Avec la contribution de

Hinano BAGNIS

Solenne de GROMARD

Les nombreuses références qui viennent à l'appui des analyses présentées dans la synthèse sont insérées dans les chapitres analytiques de l'expertise collégiale sur le CD-Rom.

Table des matières

Abréviations 11
Objectifs et méthodes de l'Expertise collégiale en général
Mise en œuvre de l'expertise « Substances naturelles en Polynésie française » en particulier 13
Introduction 19
Aux origines de l'expertise collégiale : une question et un contexte en rapide évolution 19
Le questionnement soumis aux experts 20
Champ et obligations de l'expertise collégiale 21
Caractéristiques de cette expertise collégiale 22

■ *Première partie*
Synthèse et recommandations

Les substances naturelles en Polynésie française : état des lieux 27
Données générales 27
Le territoire et ses ressources 27
Le panorama économique 29
L'environnement des activités économiques : quels atouts pour l'innovation ? 30
État actuel de la valorisation économique des substances naturelles en Polynésie française 34
L'exploitation du milieu marin 34
L'exploitation de la matière première végétale terrestre 37

Le capital biodiversité de la Polynésie française 46
Les ressources végétales terrestres 46
Démarche et méthode de l'expertise collégiale 46
Les ressources marines 50
Généralités 50
Les différentes formes de la ressource 51
Domaines de valorisation 53
Quelles stratégies de valorisation ? 54

Éléments pour une stratégie de valorisation des substances naturelles 56

Approche juridique 57
La CDB et le nouveau statut juridique de la biodiversité 57
La Polynésie française et la nouvelle donne juridique 58
Le dispositif juridique de base : institution du principe d'APA 61

Approche technique et économique 66
Pour des filières viables : les conditions de base 67
Principes et modalités de protection des produits 75

Les opportunités de valorisation à court terme 81

Les perspectives de valorisation 86
L'exemple des substances naturelles marines 86
Bioprospection et collections :
pour la constitution d'un pôle technologique en Polynésie française 88

Droits des populations locales et intérêts collectifs 93
De quels intérêts collectifs parle-t-on ? 93
La Polynésie, un cas « à part » ? 95

Conclusions et recommandations 96

Quel est l'intérêt potentiel et comparatif
de la biodiversité de la Polynésie française ? 96

Substances naturelles exploitées, substances naturelles exploitables 97

Grandes tendances de l'évolution des marchés et de la réglementation
et orientations de recherche-développement par secteurs de valorisation 98

■

Annexes

Annexe 1 – Fiches des espèces végétales du groupe 1 103
Callophyllum inophyllum L. (Clusiaceae) 103
Gardenia taitensis DC. (Rubiaceae) 111
Ilex anomala Hook. & Arnott (Aquifoliaceae) 113
Morinda citrifolia L. (Rubiaceae) 116
Piper methysticum G. Forst. (Piperaceae) 125

Santalum insulare DC. var. insulare (Tahiti) Santalum insulare var. marchionense (Skottsb.) Skottsb. (Marquises) Santalum insulare var. margaretae (F. Br.) Skottsb. (Rapa) Santalum insulare var. raiateense (J. W. Moore) Fosberg & Sachet (Raiatea, Moorea) Santalum insulare var. raivavense F. Br. (Raivavae, Australes) 130
Tephrosia purpurea (L.) Pers. var. piscatoria (Ait.) Fosberg (Fabaceae) 136
Vanilla tahitensis J. W. Moore (Orchidaceae) 140

Annexe 2 – Sur le secteur cosmétologie 142
Aperçu d'ensemble 142
De la difficulté de se prononcer sur l'intérêt en cosmétique des plantes retenues : réflexions d'un expert versées au débat 144

Annexe 3 – Le cahier des charges de l'expertise collégiale 147
Les substances naturelles en Polynésie Française : un secteur prometteur mais actuellement encore très fragile 147
Les objectifs de l'expertise 147
Questions posées aux études préalables ou d'accompagnement – « fiches substances » et « analyse des potentialités économiques et techniques locales » 149
Les questions posées au collège d'experts 150

Annexe 4 – Présentation du collège d'experts 153

Annexe 5 – Comité de suivi 156

Table des tableaux 157

■ *Seconde partie*

Chapitres analytiques (CD-ROM)

1 – Les ressources végétales polynésiennes
Christian Moretti, Jacques Florence CD-ROM

2 – Les ressources marines de la Polynésie française : applications en matière de biotechnologie
Jean Guézennec, Cécile Débitus CD-ROM

3 – Recherche d'indices dans la littérature spécialisée, en vue de valoriser la biodiversité polynésienne
PIERRE CABALION CD-ROM

4 – Potentialités de la recherche innovante en chimie-biologie des substances naturelles
BERNARD WENIGER CD-ROM

5 – Le contexte de la valorisation des substances naturelles : dimensions économiques, sociales et institutionnelles
JEAN-CHRISTOPHE SIMON CD-ROM

6 – Développement des filières de production adaptées aux substances naturelles en Polynésie française
YVES BARBIN CD-ROM

7 – Règlement des produits à base de plantes
ISABELLE FOURASTÉ CD-ROM

8 – Étude économique : modes de valorisation et de protection des substances naturelles
VALÉRIE BOISVERT CD-ROM

9 – Aspect juridique : droits d'accès aux ressources biologiques et partage des avantages
CHRISTINE NOIVILLE CD-ROM

Fiches végétales groupes 1, 2, 3

Abréviations

ADN	Acide désoxyribonucléique
Adpic	Aspects des droits de propriété intellectuelle qui touchent au commerce, en anglais TRIPS
Afssa	Agence française de sécurité sanitaire des aliments
AMM	Autorisation de mise sur le marché
AOC	Appellation d'origine contrôlée
APA	Accès (aux ressources génétiques) et partage des avantages
APCC	Accord préalable en connaissance de cause
ATM	Accord de transfert de matériel
Cairap	Centre d'analyses industrielles et de recherche appliquée pour le Pacifique
CDB	Convention sur la diversité biologique
Cirad	Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement
CNRS	Centre national de la recherche scientifique
CPS	Communauté du Pacifique Sud
DRRT	Délégation régionale à la recherche et à la technologie
Epic	Établissement public à caractère industriel et commercial
Gepsun	Plate-forme technologique « Génie des Procédés – substances naturelles »
GIE	Groupement d'intérêt économique
Ifremer	Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer

IG	Indication géographique
ILM	Institut Louis-Malardé
Iteipmai	Institut technique interprofessionnel des plantes à parfums, aromatiques et médicinales
Inra	Institut national de la recherche agronomique
IUCN	International Union for Conservation of Nature and Natural Resources
METUA	Multimedia Environment based on Technologies for a Universal Access
Ompi	Organisation mondiale de la propriété intellectuelle
Onippam	Office national interprofessionnel des plantes à parfums, aromatiques et médicinales
R&D	Recherche et développement
UPF	Université de Polynésie française

Objectifs et méthodes de l'Expertise collégiale en général

Mise en œuvre de l'expertise « Substances naturelles en Polynésie française » en particulier

Cet ouvrage, le sixième publié dans la collection « Expertise collégiale » de l'IRD, répond aux mêmes objectifs généraux que ceux qui l'ont précédé et a été réalisé selon la même méthode, dont on rappellera brièvement ici les lignes générales.

Les expertises collégiales sont engagées par l'Institut de recherche pour le développement « sur commande », pour éclairer la décision politique et le débat public sur des enjeux de société : mettre la recherche et les connaissances des chercheurs à la disposition de la collectivité fait en effet partie des missions des établissements publics de recherche.

Cependant, il n'entre pas dans la fonction d'un établissement scientifique d'élaborer des « projets d'action » pour les pouvoirs publics : les choix d'action sont éminemment politiques et ils font appel à d'autres données, extérieures au monde scientifique. En mettant au point la méthode des Expertises collégiales, l'IRD entend, plus modestement, contribuer à rassembler sur un sujet donné les connaissances disponibles dans la littérature spécialisée, pour en dégager la portée dans le cas spécifié, mettre en évidence les conclusions fermes sur lesquelles s'accordent les scientifiques, identifier les points encore controversés et désigner les domaines sur lesquels les travaux disponibles sont insuffisants pour qu'on en tire quelque conclusion pratique que ce soit.

Pour réaliser une expertise utile et fiable, trois réalités sont à prendre en compte :

■ Le temps de la décision n'est pas celui de la recherche : il est souvent beaucoup plus court ; les citoyens ont besoin que des mesures soient prises

rapidement, parfois en urgence. L'expertise collégiale vise donc à faire le point sur les connaissances existantes dans la littérature internationale : elle ne comporte en principe ni collecte de données, ni exploitations complexes nouvelles.

■ La question posée concerne rarement une discipline unique : toutes les facettes du problème posé doivent être éclairées à la lumière de la littérature la plus récente. C'est pourquoi l'expertise mobilise un collège très interdisciplinaire d'une dizaine d'experts. Les conclusions d'ensemble sont débattues et assumées collectivement, en toute responsabilité. Le Département Expertise et Valorisation de l'IRD fait assurer une relecture du rapport par des personnalités qualifiées, extérieures au groupe d'auteurs, pour vérifier la complétude de l'exposé, sa clarté et sa conformité à la littérature internationale. Le groupe d'experts reste maître de ses conclusions.

■ Le décideur et le citoyen maîtrisent rarement le vocabulaire des différentes disciplines scientifiques ; pourtant, le débat public nécessite qu'ils aient un accès direct aux raisonnements et aux conclusions des scientifiques-experts. Ceux-ci doivent donc se plier à un double exercice : d'une part, présenter leurs analyses dans leur langage de spécialistes, afin d'assurer la « traçabilité » de leurs raisonnements ; d'autre part, élaborer une synthèse simple et assez concise, accessible aux non-spécialistes.

L'agenda des expertises, ainsi que la forme des publications, sont fixés en fonction de ces réalités. De leur prise en compte procède notamment la démarche originale caractéristique des phases initiale et finale de l'expertise :

■ Avant même la constitution du groupe d'experts, les questions à poser à ces derniers sont élaborées d'un commun accord au cours d'un « atelier initial » entre scientifiques et institutions commanditaires (qui souhaitent en général s'entourer d'acteurs-partenaires directement intéressés). Il faut, en effet, s'entendre précisément sur les attentes réciproques. D'une part, certaines questions, cruciales pour la décision, ne relèvent pas d'une approche scientifique : il convient donc de les écarter. D'autre part, pour bien cibler leurs conclusions, les scientifiques ont besoin d'une bonne connaissance du contexte dans lequel des décisions doivent être prises. Il n'est pas exclu qu'ils prennent connaissance du terrain, si nécessaire.

■ Après rassemblement des données et analyses apportées par chaque scientifique-expert dans son champ de compétence, c'est la confrontation des connaissances et des avis qui doit être organisée ; enfin, les conclusions élaborées collégialement sont rédigées et publiées sous forme d'une syn-

thèse accessible à un public relativement large. Souvent, de telles synthèses, qui représentent un travail considérable rarement réalisé sous cette forme, ont une portée (scientifique comme pratique) qui va bien au-delà de la région ou du pays concerné : c'est pourquoi la publication en est systématiquement faite en deux langues (français et anglais).

Réalisée selon ce schéma général, la présente expertise « Substances naturelles en Polynésie française » comporte également quelques traits spécifiques :

■ Pour répondre à leurs besoins très opérationnels, les autorités polynésiennes commanditaires souhaitaient que l'évaluation de leur potentiel naturel leur permît de savoir au plus tôt et dans les termes les plus précis sur quelles substances encourager l'investissement. Mais les conclusions des scientifiques ne peuvent prendre en compte les fluctuations imprévisibles de marchés sur lesquels l'argument de vente n'est pas toujours directement lié aux propriétés actives des substances elles-mêmes. La demande initiale (matérialisée par une inscription de financement pour l'expertise au contrat de développement entre l'État et la Polynésie) faisait apparaître un net écart entre ces deux logiques. Pour dissiper le risque potentiel de malentendus entre commanditaires et experts, l'expertise a été précédée d'une mission de l'IRD à Papeete, qui a cerné soigneusement les contours de l'expertise collégiale et a proposé un cahier des charges intégrant ces besoins et ces contraintes.

■ Pour qu'une expertise à vocation aussi directement opérationnelle porte tous ses fruits, il était nécessaire d'instaurer des contacts réguliers entre le groupe d'experts, résidant pour la plupart à Paris ou en régions, et les opérateurs intéressés, en Polynésie. À cet effet, la Déléguée à la recherche de Polynésie a réuni autour d'elle un comité de suivi composé des représentants des administrations et des acteurs concernés. C'est ce comité de suivi qui a validé le cahier des charges. Pendant le déroulement de l'expertise, le comité a été informé de l'avancement des travaux et a pu avoir, à plusieurs reprises, par visio-conférence entre Paris et Papeete, des échanges de grand intérêt avec le président et divers membres du groupe d'experts ; enfin, il a été le premier destinataire des résultats de l'expertise.

Au terme de ce processus, l'expertise collégiale répond à une partie des préoccupations légitimes de la collectivité polynésienne, mais pas à toutes. Il est clair que les interlocuteurs, publics ou privés, qui voudront mettre en place une valorisation active de certaines substances naturelles devront recourir, au

plan technique ou économique, à des études complémentaires, qui ne relèvent pas des compétences d'une institution de recherche scientifique.

■ Toute analyse de « l'état des connaissances » est nécessairement datée et destinée à être plus ou moins rapidement dépassée : c'est vrai *a fortiori* d'une expertise visant à identifier un « potentiel » de valorisation. Les possibilités de valorisation sont déterminées par des facteurs susceptibles d'évoluer de façon très différenciée. Les évolutions relativement lentes des données économiques et juridiques donnent à penser que les conclusions tirées par l'expertise dans ces domaines sont dotées d'une relative pérennité. Quant aux conclusions concernant les propriétés chimiques et pharmacochimiques des substances étudiées, l'expertise présentée ici peut être qualifiée de très complète sur la base des données actuellement disponibles. Bien évidemment, des potentialités nouvelles seront reconnues à l'avenir (notamment dans le domaine marin, dont seule une infime partie est à ce jour étudiée) ; mais les procédures scientifiques à mettre en œuvre pour identifier, isoler et analyser de nouveaux principes actifs sont généralement longues. Au demeurant, de telles considérations donnent toute leur pertinence aux conclusions des experts concernant la mise en place de modalités pérennes de suivi des recherches en Polynésie.

Conformément aux choix établis pour cette collection, le lecteur trouvera dans l'ouvrage lui-même la synthèse et les conclusions du groupe d'experts, en français et en anglais ; dans le CD-Rom inclus, les neuf chapitres analytiques sur lesquels s'appuie cette synthèse.

Une autre originalité de cette expertise réside dans la collection de « fiches-substances » (incluses dans le CD-Rom), produit d'une synthèse pluridisciplinaire inédite des connaissances sur chacune des substances « à potentiel » identifiées par les experts.

Nous ne saurions conclure sans remercier très vivement toutes les personnes qui ont bien voulu contribuer à la réalisation de cette publication. Aux experts eux-mêmes revient la responsabilité de l'expertise et l'essentiel du travail considérable qu'ils ont accompli sous la présidence de Christian Moretti (IRD). Une mention particulière doit être faite de la contribution de Céline Bonhomme, alors stagiaire du corps des Ponts et Chaussées, à la phase initiale de l'expertise : elle a très activement participé aux études et à la mission préparatoires en Polynésie et assumé en grande partie la rédaction du

cahier des charges de l'expertise et le rassemblement du groupe d'experts. Le rôle de messager et d'intermédiaire Paris-Papeete et retour, sans lequel rien n'aurait pu se faire aisément, revient naturellement à Jacques Iltis, directeur du centre de l'IRD à Tahiti.

Nos remerciements vont également à toutes les personnalités qui, en Polynésie ou à Paris, ont bien voulu soit apporter leurs contributions spécialisées, soit échanger avec les experts sur leur expérience, ainsi qu'aux scientifiques des diverses institutions de recherche qui ont fait part de leurs connaissances, de leurs données et de leurs avis sur les premières versions de ce rapport.

C'est à Solange Lavielle (professeure de chimie, université Pierre et Marie Curie-Paris VI) et à Michel Trometter (économiste, Inra Grenoble) qu'a été demandée la relecture scientifique de la première version du rapport final : qu'ils soient ici très vivement remerciés tant pour leur lecture attentive que pour l'acuité et la pertinence de leurs observations et suggestions, dont les experts ont tenu le plus grand compte dans la mise au point de la version définitive.

Et enfin, le collège d'experts et l'équipe « Expertise Collégiale » du DEV souhaitent exprimer leurs plus sincères remerciements à Marianne Berthod, directrice du département, qui a piloté l'ensemble de ce travail avec rigueur et compréhension.

Marie-Laure Beauvais
Chargée de mission Expertise collégiale,
Département Expertise et Valorisation

Introduction

Aux origines de l'expertise collégiale : une question et un contexte en rapide évolution

Au cours des quinze dernières années, marquées par le formidable essor des biotechnologies, l'exploitation des substances naturelles de toutes origines, terrestres ou marines, végétales et animales, utilisées comme produits en soi ou comme sources de nouvelles molécules, a suscité un intérêt croissant de la part des industriels et du grand public. Le phénomène trouve ses manifestations les plus nombreuses et les plus « médiatiques » dans les secteurs des produits et compléments alimentaires, de la cosmétologie et de la parfumerie. Dans le domaine thérapeutique, il suscite de grandes attentes, plus ou moins fondées. Mais il concerne également bien d'autres secteurs : produits phytosanitaires, dépolluants, nouveaux matériaux, pour ne citer que quelques exemples de ce qu'on appelle la « chimie verte ».

Dans ce contexte, la Convention sur la diversité biologique (CDB), adoptée à Rio en 1992, entrée en vigueur le 29 décembre 1993 et réunissant désormais 188 États, constitue une référence et un moteur essentiels. La CDB vise en effet à promouvoir :

- la conservation de la biodiversité,
- l'utilisation durable de ses composantes,
- le partage juste et équitable des avantages tirés de l'utilisation des ressources génétiques.

Ce triple enjeu est d'une importance considérable au regard de l'appétit des marchés pour ces ressources. Pour promouvoir la protection de la biodiversité, la CDB a posé comme axiome qu'une des voies les plus efficaces était d'en faire une activité rentable, dans le respect de principes dont l'élaboration lui incombe et moyennant le recours à des instruments juridiques adéquats.

À ce contexte général s'ajoute une donnée spécifique à la Polynésie française : l'évolution de son statut politique et administratif. La loi organique de 1996 a instauré un nouveau statut d'autonomie selon lequel « les auto-

rités de la Polynésie française sont compétentes dans toutes les matières qui ne sont pas dévolues à l'État ». La loi organique de 2004 a érigé le Territoire en Pays d'outre-mer de libre gouvernance et a encore élargi la sphère de compétence de ses autorités. C'est dans ce nouveau cadre institutionnel que s'est développée la réflexion sur le thème de la valorisation économique des substances naturelles.

Cette réflexion a conduit la Délégation à la recherche du gouvernement de la Polynésie française à s'adresser à l'IRD pour la réalisation d'une expertise collégiale sur le thème suivant : quelles orientations stratégiques pour une politique de valorisation des substances naturelles en Polynésie française ? à partir d'un questionnement dont nous rappelons ci-après les grandes lignes.

Le questionnement soumis aux experts

■ Telle qu'elle a été formalisée dans le cahier des charges (voir annexe 3), la demande du commanditaire est motivée par un double constat :

– Dans le domaine de la valorisation des substances naturelles, la Polynésie française dispose d'atouts importants : la qualité des ressources disponibles en termes d'endémisme et d'originalité taxonomique ; une demande des marchés en forte croissance ; l'image de la Polynésie ; un environnement favorable, grâce à un capital d'expériences diversifiées construit sur plusieurs produits, de la perle au monoï[1] ou au jus de nono[2] et grâce à un dispositif scientifique assez étoffé.

– Toutefois, ce potentiel n'est encore que très partiellement mis en valeur et même inventorié, ce que le cahier des charges souligne en ces termes : « D'une part, les substances exploitées pourraient l'être de manière plus intensive […] D'autre part, certaines substances pourraient demain créer de nouveaux marchés et offrir un support de développement à la Polynésie française […] »

[1] Monoï : produit cosmétique, utilisé comme onguent ou liniment. « Le monoï de Tahiti est le produit obtenu par la macération de fleurs de tiaré dans l'huile de coprah raffinée, extraite de noix de coco récoltées dans l'aire géographique de Polynésie française au stade de noix mûres, sur des sols d'origine corallienne. Ces noix doivent provenir du cocotier *Cocos Nucifera* et les fleurs de tiaré de l'espèce végétale *Gardenia taitensis* (flore de Candolle) d'origine polynésienne récoltées au stade de bouton… » (décret 92-340).

[2] Nono : fruit du nono (*Morinda citrifolia*) qui, récolté toute l'année, est transformé pour l'essentiel en jus, même s'il existe aussi des préparations en capsules, en poudres, etc.

Il y a donc là un vaste champ d'investigation pour la recherche scientifique et pour la prospective économique.

■ L'écart entre l'estimation du potentiel et l'état actuel de sa valorisation suscite des espoirs stimulés (à l'excès ?) par un exemple de *success story* tel que celui du nono (voir *infra*). Les attentes sont-elles proportionnées aux dimensions effectives du « gisement » de substances naturelles valorisables, à savoir : combien d'espèces intéressantes ? Disponibles en quelles quantités ? Dans quelles conditions d'accès et de préservation de la biodiversité ? À quel coût et avec quelles contraintes ? Nécessitant quel degré d'implication des pouvoirs publics ?

■ Pour dimensionner le plus exactement possible les perspectives de valorisation des substances naturelles, étape indispensable à la définition d'une politique de la Polynésie française en ce domaine, il convenait d'éclairer, en toute rigueur scientifique, les deux grands aspects de la question : d'une part, l'évaluation du potentiel, d'autre part, les conditions de mise en œuvre de son exploitation.

Champ et obligations de l'expertise collégiale

Au terme d'un processus d'affinement du questionnement, mené conjointement par le commanditaire et le Département Expertise et Valorisation de l'IRD (DEV), un double objectif a été assigné à cette expertise collégiale.

La réalisation d'un « état des lieux » scientifique et économique

Cet état des lieux comprend :

■ l'état des connaissances sur la ressource, soit « un rassemblement aussi complet que possible des données disponibles sur les substances naturelles de Polynésie française » ;

■ la caractérisation de l'exploitation économique actuelle de la ressource, soit une étude « actuelle et approfondie du secteur industriel et commercial des substances naturelles en Polynésie française et du contexte dans lequel il évolue ».

L'identification de « perspectives »

■ Perspectives pour le développement de la connaissance de la ressource, avec proposition de nouvelles voies de recherche afin d'identifier de nouvelles substances naturelles d'intérêt économique. C'est ce que formulent les points suivants du cahier des charges :

– quel est l'intérêt potentiel et comparatif de la biodiversité polynésienne ?

– à partir de cette analyse de la biodiversité polynésienne, quelles sont les substances naturelles exploitées ou potentiellement exploitables en Polynésie française, pour quelles retombées économiques et à quel pas de temps ?

■ Perspectives pour la définition d'une stratégie globale de valorisation de la ressource :

– à partir d'une analyse des tendances de l'évolution des marchés et de leurs cadres réglementaires ;

– à partir de propositions d'orientations de recherche-développement (R&D) par secteurs de valorisation.

■ En conclusion, les perspectives ainsi dégagées donneront lieu à la formulation de recommandations, portant notamment sur :

– les modes de protection du marché ;

– les principes généraux de structuration des filières ;

– les liens et partenariats à développer : recherche-industrie, public-privé.

Caractéristiques de cette expertise collégiale

■ Le thème de l'expertise collégiale et le questionnement qu'il induit engagent donc à entreprendre une démarche scientifique résolument orientée « valorisation ». Pour mener le plus loin possible cette démarche, il a été posé que le produit final de l'expertise collégiale qui, dans sa forme habituelle, se compose d'un ensemble de chapitres analytiques par domaines disciplinaires et d'un document de synthèse sera, dans le cas présent, complété par deux documents d'accompagnement :

– En ce qui concerne les substances naturelles végétales d'origine terrestre, l'étude de la ressource donne lieu à une série de *fiches*. Ces fiches présentent les substances d'intérêt sous les divers aspects liés à la question de leur valorisation, actuelle et potentielle, et justifient par un avis d'expert le rang de priorité plus ou moins élevé qui leur est donné.

– L'étude du contexte économique local, qui a fait l'objet d'une mission spécifique, donne lieu à un *rapport* distinct sur les potentialités économiques et techniques de la Polynésie française mobilisables en vue du développement d'activités nouvelles dans le domaine de la valorisation des substances naturelles. Ce rapport est destiné au seul commanditaire qui décidera ensuite de sa diffusion éventuelle.

■ Pour mieux cerner la portée de cette expertise, il convient de bien délimiter la question de la ressource : plus que les ressources génétiques *stricto sensu* au sens de « matériel biologique héréditaire des plantes utiles, gènes, chromosomes… », ce sont les produits et les services dérivés de la biodiversité qui sont économiquement rentables.

Ce fait a induit depuis quelques années une extension du concept de « ressources génétiques » aux produits dérivés, notamment moléculaires, qui ne sont pas auto-reproductibles. Cette extension est manifeste dans la CDB et les accords internationaux qui en sont issus : les termes de *ressources génétiques* et de *ressources biologiques*, incluant les substances naturelles issues des organismes vivants, y sont employés de manière indifférenciée.

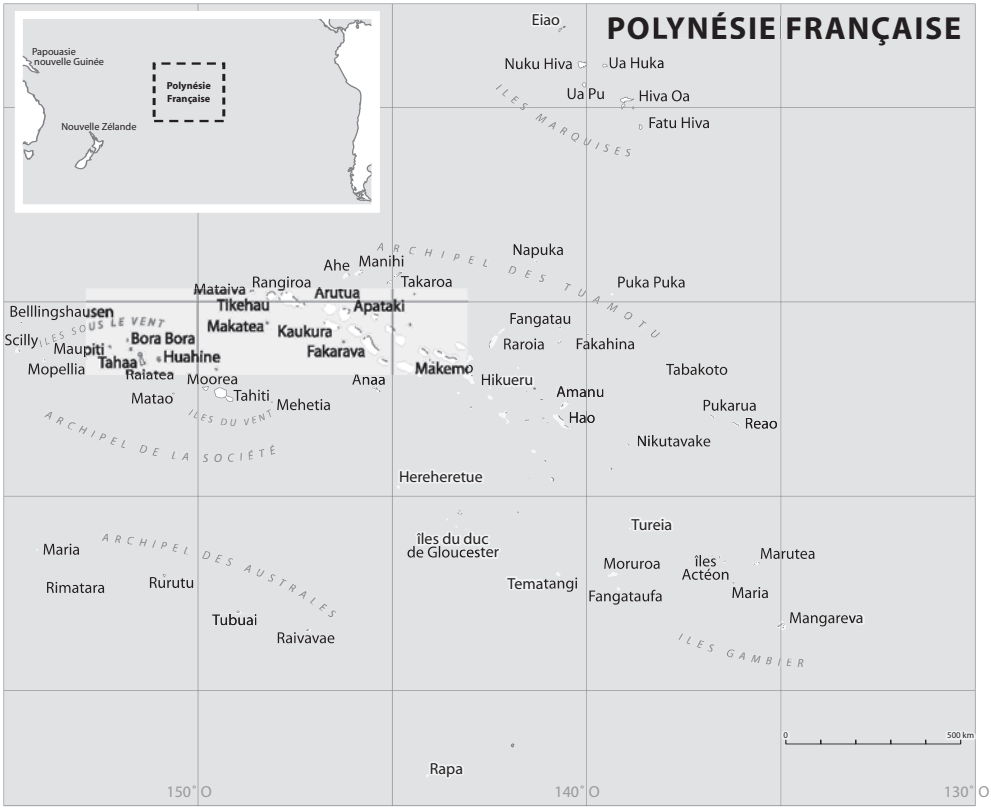
Une telle extension conduit à une confusion entre matière vivante et molécule, matière inerte extraite des organismes. Cette confusion n'est pas sans conséquences dans le débat sur la brevetabilité du vivant : du débat sur la brevetabilité du gène (matière essentielle du vivant), le discours glisse ainsi au brevet concernant les molécules d'origine naturelle. Alors que celles-ci ne sont pas plus « vivantes » qu'une tasse de thé, elles pourraient fort bien être définies comme un « extrait végétal contenant des substances chimiques », c'est-à-dire des « substances naturelles » !

■ S'agissant du champ de compétence de l'expertise collégiale, le questionnement des autorités polynésiennes est très extensif. Rappelons qu'il a été pour l'essentiel élaboré en amont du démarrage des travaux de l'expertise collégiale. Dans la logique de l'interrogation majeure, à savoir comment concevoir une politique globale de valorisation des substances naturelles, il inclut des aspects qui outrepassent le cadre classique d'une expertise collégiale ou se situent hors du domaine de compétence des experts dont le nombre demeure nécessairement limité. Certains aspects relèvent, en fait, d'autres types d'approches (consultance, études de marché…). C'est pourquoi le collège d'experts a tenu à préciser le périmètre de ses travaux au commanditaire et au comité de suivi dès l'atelier initial (mai 2003), puis dans le document d'étape remis pour la deuxième visioconférence avec le comité de suivi (février 2004). Par ailleurs, d'autres contraintes, de nature diverse comme l'état de la documentation disponible, la durée restreinte de la mission d'étude économique, ont pu elles aussi obliger les experts à borner le champ de leurs investigations et de leurs conclusions.

Toutefois, le caractère fragmentaire et lacunaire des données disponibles sur la ressource a pour conséquence que les travaux d'identification des substances d'intérêt effectués pour l'expertise collégiale dépassent sensiblement le cadre d'un pur état de l'art. Ces travaux constituent à bien des égards un apport original. Cela s'applique notamment à la réalisation d'un « fichier des plantes utiles de Polynésie française »[3], véritable instrument de première main. Mais plus globalement ce trait d'originalité caractérise l'ensemble de la démarche de sélection des espèces végétales.

[3] Il est présenté en annexe à la contribution Moretti-Florence (voir CD-ROM).

Synthèse
et
Recommandations


POLYNÉSIE FRANÇAISE
Papouasie nouvelle Guinée
Polynésie Française
Nouvelle Zélande
10 °S
20 °S
150° O
140° O
130° O
Eiao
Nuku Hiva
Ua Huka
Ua Pu
Hiva Oa
Fatu Hiva
ILES MARQUISES
ARCHIPEL DES TUAMOTU
Napuka
Ahe
Manihi
Takaroa
Puka Puka
Rangiroa
Mataiva
Tikehau
Arutua
Apataki
Makatea
Kaukura
Fakarava
Fangatau
Raroia
Fakahina
Belllingshausen
Scilly
ILES SOUS LE VENT
Maupiti
Bora Bora
Tahaa
Huahine
Raiatea
Mopellia
Moorea
Tahiti
Mehetia
Matao
Anaa
Makemo
Hikueru
Amanu
Hao
Tabakoto
Pukarua
Reao
Nikutavake
ILES DU VENT
ARCHIPEL DE LA SOCIÉTÉ
Hereheretue
Tureia
Maria
ARCHIPEL DES AUSTRALES
îles du duc de Gloucester
Moruroa
îles Actéon
Marutea
Rimatara
Rurutu
Tematangi
Fangataufa
Maria
Tubuai
Raivavae
Mangareva
ILES GAMBIER
0
500 km
Rapa

Les substances naturelles en Polynésie française : état des lieux

L'ensemble des observations exposées ici vise à caractériser en premier lieu le contexte local, puis l'état actuel de la valorisation des substances naturelles en Polynésie française.

Données générales

Sous ce titre, il ne s'agit pas de présenter ni même d'esquisser une description complète du territoire et de ses activités, mais d'en souligner les traits les plus étroitement corrélés à l'objet de notre étude.

Le territoire et ses ressources

Le territoire polynésien se caractérise par :

■ la dispersion insulaire avec 118 îles sur un espace maritime de quelque 5 000 000 km^2 (ZEE[4]), soit deux fois la taille de l'Europe ;

■ de fortes disparités entre les îles, en termes de concentration de population, d'activités et d'infrastructures ;

■ une ressource foncière limitée par la superficie réduite (3 500 km^2) et les contraintes topographiques et pédologiques ; la superficie agricole utile ne représente guère que 8 à 10 % de la superficie totale, soit moins de 25 000 ha (hors cocoteraie) ;

■ l'éloignement par rapport aux grands marchés.

Avec une population totale d'environ 250 000 habitants, la ressource humaine est limitée. Il existe toutefois un réel dynamisme démographique (taux d'accroissement de 1,5 %). Le développement de nouvelles activités représente donc un enjeu en termes d'emploi et de formation. On notera

[4] ZEE : zone économique exclusive.

toutefois le vieillissement de la population agricole. Pour le développement de nouvelles activités se pose le problème du coût du travail, car le niveau des salaires et de la protection sociale est sensiblement plus élevé que dans les pays de l'ensemble régional.

Comme le montre la section suivante (« Le capital biodiversité de la Polynésie française »), la biodiversité polynésienne est intéressante avec un fort endémisme des espèces végétales terrestres et une riche biodiversité marine. Elle apparaît prometteuse, dans certaines limites toutefois pour les substances naturelles végétales. Mais elle est encore relativement peu explorée, notamment sous l'angle chimiotypes ou cultivars propres à la Polynésie française, et peu exploitée, seules quelques espèces étant valorisées commercialement. Soulignons enfin que les plantes ont une forte valeur patrimoniale en Polynésie française ; nombre d'entre elles sont consommées lors de cérémonies rituelles ou utilisées en médecine traditionnelle.

Les mesures de conservation des espèces et des écosystèmes demeurent très limitées et, en dehors du problème des espèces invasives (essentiellement le *Miconia* pour les plantes envahissantes et, pour les insectes, la « cicadelle pisseuse » et les mouches des fruits) qui est l'une des grandes préoccupations des autorités en charge de l'environnement et de l'agriculture, on constate peu d'initiatives publiques dans ce domaine. Des arrêtés territoriaux, datant de 1996, ont défini la protection de certaines espèces végétales ou animales et institué aux Marquises des domaines protégés, d'intérêt floristique et touristique. Mais les moyens de contrôle sont faibles, surtout sur un ensemble aussi dispersé, et rien ne permet d'affirmer que les mesures de préservation sont effectivement appliquées.

En l'état des choses, caractérisé par l'absence de dispositions pour mettre en vigueur les articles clés de la CDB, le risque de « biopiratage » ne peut être contrôlé ; des cas de pillage des ressources ont d'ailleurs été avérés sur le territoire. De façon plus générale, on peut se demander si la Polynésie française est en mesure d'assurer sa juste part dans la gestion des avantages attendus de l'exploitation de sa biodiversité. Conservation de la biodiversité et protection des droits sont désormais des questions de tout premier plan depuis l'entrée dans « l'ère de la CDB » et l'expertise en traitera largement.

Enfin, sur un plan plus économique qu'environnemental, on peut constater un réel souci de protection des productions du territoire par des pro-

cédures variées. La Polynésie française détient en effet depuis 1992 une appellation d'origine contrôlée (AOC) pour le monoï. Des projets allant dans le même sens ont été mis à l'étude pour la vanille et pour la perle ; on note aussi un projet d'écocertification « agriculture biologique » pour le coprah[5], le nono, le taro et la vanille.

Le panorama économique

On notera tout d'abord le poids prépondérant qu'y représentent d'une part les transferts financiers et sociaux de la métropole (environ 55 % du PIB polynésien) et d'autre part la perliculture et le tourisme, secteurs très sensibles aux aléas de la conjoncture économique des grands pays industrialisés (États-Unis, Japon, Europe), qui en sont les principaux clients. Ces deux traits suscitent les réflexions suivantes : d'une part, toute activité nouvelle doit être située par rapport à ces deux activités « emblématiques » ; d'autre part, la Polynésie a tout intérêt à dégager de nouvelles perspectives de diversification de ses activités économiques.

Une donnée récente – le boom du nono depuis la fin des années 1990 – vient confirmer le bien-fondé des préoccupations de diversification des activités à partir de la valorisation des ressources naturelles. Mais la question se pose de savoir si ce scénario à succès peut être répliqué pour d'autres produits.

Quant au tissu économique concerné par l'exploitation des produits et substances naturels, on donnera ici un rapide aperçu des activités en ce domaine, les filières économiques par produit étant présentées plus loin (cf. p. 34).

Le tissu industriel intéressant les substances naturelles est hétérogène. Y coexistent en effet une très grosse entreprise, Morinda Inc., « poids lourd » du nono comme le montrera la description de la filière, quelques entreprises de taille moyenne telles que la société Cairap et les Laboratoires de cosmétologie du Pacifique Sud, présentés ci-après à titre d'exemples, et de nombreuses petites entreprises pour beaucoup à structure familiale, dont les productions (jus de fruits, produits cosmétiques) ont un marché principalement,

[5] Coprah : aussi appelée « huile de noix de coco », cette huile obtenue à partir de la chair de la noix de coco est solide à température ambiante. Très utilisée dans l'industrie alimentaire pour la confection de chocolat, de crèmes glacées et de margarines, et comme huile de cuisson, on la retrouve aussi dans l'industrie cosmétique où elle entre notamment dans la composition de savons, et surtout du monoï. Son contenu en acides gras saturés est très élevé.

voire exclusivement, local. Les seules filières présentant une véritable organisation sont celles de la perle, du monoï, de la vanille, ainsi que celle du coprah, de nature d'ailleurs très différente.

■ Implanté depuis 1989 sur le territoire, le Cairap était originellement un laboratoire d'analyses industrielles effectuant des contrôles qualité pour l'industrie alimentaire. Son activité s'est ensuite étendue aux analyses de l'eau (pour les hôtels, restaurants, etc.), avec un volet conseil dans le domaine de l'hygiène et de la qualité alimentaires. Le Cairap cherche à accentuer sa diversification en étant très présent sur le créneau R&D. Il est notamment partie prenante de plusieurs thèses Cifre[6], dont deux[7] concernent directement le domaine des substances naturelles.

■ D'abord spécialisés dans la production de monoï, les Laboratoires de cosmétologie du Pacifique Sud y ont ensuite associé le tamanu[8], fait exceptionnel car les autres entreprises ont l'une ou l'autre spécialisation. Exportant leur production à 99 %, essentiellement vers la métropole, ils fournissent en ingrédients (huiles purifiées) et matière première, dont des plantes fraîches des Marquises, de grandes entreprises internationales de la cosmétique. La réussite de l'entreprise repose très largement sur un solide réseau relationnel en métropole.

L'environnement des activités économiques : quels atouts pour l'innovation ?

L'infrastructure scientifique et technique

La Polynésie française bénéficie sur ce plan d'un dispositif assez étoffé et d'un bon niveau d'équipement, malgré un déficit en équipements « lourds »

[6] Les Conventions industrielles de formation par la recherche (Cifre), instruites et gérées par l'ANRT (Association nationale de la recherche technique) pour le compte du ministère de la Recherche, permettent à de jeunes doctorants de réaliser leur thèse en entreprise en menant un programme de recherche-développement en liaison avec une équipe de recherche extérieure à l'entreprise. Elles associent donc trois partenaires : un jeune diplômé souhaitant entreprendre un doctorat dans le cadre d'une entreprise, une entreprise qui l'embauche et bénéficie en contrepartie d'une subvention, une équipe de recherche qui assure l'encadrement de la thèse.

[7] En partenariat avec l'Université de la Polynésie française et avec l'Ifremer.

[8] Tamanu : l'huile de tamanu est obtenue à partir des noix du *Calophyllum inophyllum*, longuement séchées au soleil puis pressées. C'est un soin capillaire à l'action cicatrisante, anti-inflammatoire, anti-bactérienne et anti-parasitaire.

(spectromètres RMN[9], par exemple) et l'absence d'une structure de coordination et de gestion de ces équipements, alors même que la dualité des tutelles des organismes de recherche – État et « collectivité » – engendre des situations complexes.

Les organes territoriaux de recherche

■ Le Service du développement rural (SDR) a dans ses attributions une mission de recherche agronomique et de formation-vulgarisation. Dans les dix dernières années, il a principalement travaillé en étroite collaboration avec l'Institut Louis-Malardé sur le nono (sélection des morphotypes, développement de la mise en culture) et le kava (sélection des cultivars).

■ Dans le domaine des ressources marines, le Service de la Pêche a également une compétence en matière de recherche, de recherche-développement, de transfert et de vulgarisation ; il est partie prenante de deux actions en cours, concernant la valorisation des déchets de poisson et l'extraction d'acides gras (oméga 3) des yeux de thon (en collaboration, pour cette dernière, avec l'Institut Louis Malardé).

■ L'Institut Louis-Malardé (ILM), ayant statut d'Epic[10] depuis 2001, comporte, outre un laboratoire d'analyses médicales et un laboratoire d'analyse de la salubrité des eaux, cinq unités de recherche, dont une est dédiée aux substances naturelles. En ce domaine, les travaux portent essentiellement sur les substances volatiles et aromatiques issues de la flore locale et l'analyse de la composition chimique et des propriétés biologiques d'espèces végétales employées en médecine traditionnelle. L'ILM est doté d'équipements performants : chromatographe à phase gazeuse, spectromètre de masse, chromatographie liquide à haute performance. Cet institut envisage, pour la période à venir, d'orienter prioritairement ses travaux vers des substances offrant des perspectives libres de brevets, contrairement aux kava, nono et tamanu, en coopération avec d'autres instituts de recherche présents sur le territoire. Signalons enfin qu'au sein de l'ILM, le Laboratoire de recherche sur les micro-algues toxiques (LMT) a constitué une algothèque et une banque de standards de ciguatoxines.

[9] RMN : résonance magnétique nucléaire. La spectroscopie RMN du proton et du carbone 13 permet la détermination structurale des molécules organiques.

[10] Epic : établissement public à caractère industriel et commercial.

Les organismes de recherche d'État

L'Université de Polynésie française (UPF)

Dans le domaine relevant du champ de l'expertise collégiale, deux entités sont à signaler :

■ Les activités de recherche de l'Équipe « Terre-Océan » comportent un axe « Biodiversité ». Ce dernier s'intéresse à la constitution d'une flore académique du domaine marin (couvrant l'ensemble de la Polynésie française), aux espèces invasives et à l'érosion de la biodiversité par les espèces autochtones (étude génétique des populations), aux microorganismes marins (bactéries, cyanobactéries et microalgues) en vue d'applications biotechnologiques, en partenariat avec l'Ifremer et le Cairap ;

■ Le laboratoire de chimie analytique mène pour sa part deux programmes sur le santal, dont un en partenariat avec le Cirad, un programme sur le tamanu et un autre sur les acides gras de la nacre en collaboration avec l'ILM. Deux de ses chercheurs travaillent également sur les arômes des fruits de Polynésie française.

Les instituts de recherche

■ Le Cirad intervient dans le cadre d'un accord cadre État-territoire, signé en 1995. Il mène ses activités principalement en réponse aux demandes du Service du développement rural, qu'il oriente selon trois axes : recherches d'accompagnement, expertises et études de filières, actions de formation des cadres locaux. Les travaux innovants couvrent notamment les domaines de la caractérisation des santals des Marquises et des virus des vanilliers.

■ Les activités de l'Ifremer en Polynésie française concernent principalement l'aquaculture, les actions de recherche en soutien à la filière huîtres perlières (ou nacre), les coproduits de la pêche hauturière, en collaboration avec l'ILM, et plus récemment des actions au niveau des molécules marines et de leurs applications biotechnologiques dans les domaines d'intérêt pour la Polynésie.

■ L'IRD mène des actions de recherche dans les domaines de la taxonomie florale et de la biologie marine, intéressant notamment la gestion des milieux lagonaires et l'application de la télédétection à la prévision des déplacements des stocks halieutiques. Il dispose d'un centre et de laboratoires permanents.

L'attitude des pouvoirs publics face à l'innovation

La mission consistant à coordonner la recherche et le développement technologique est dévolue à la DRRT (Délégation régionale à la recherche et à la technologie). Il lui revient d'harmoniser l'action des établissements publics, de mener ou susciter toutes les actions nécessaires en vue de favoriser le décloisonnement de la recherche et son ouverture sur le monde socio-économique, de développer les actions de valorisation et d'organiser les transferts de technologie. Cette mission n'est pas facilitée par l'ambiguïté ou le chevauchement des compétences État-collectivité, notamment dans le domaine qui est celui de cette expertise collégiale.

Compte tenu de la modestie relative du tissu local d'activités productives, l'innovation semble être demeurée jusqu'ici un thème mineur tant pour les politiques publiques que pour les milieux économiques : c'est peut-être l'indice d'une manière de « déliaison » entre les attentes de ceux-ci et la recherche commanditée par celles-là. Cependant, des phénomènes de portée générale – problèmes écologiques (espèces invasives, gestion des déchets), questions de santé publique – ou des événements plus ponctuels comme la Fête de la science, suscitent une réflexion et des réactions en faveur de l'introduction de technologies nouvelles et de pratiques innovantes, et, globalement, en faveur d'un meilleur ancrage de la recherche dans le territoire. Au niveau du gouvernement de la Polynésie française, cette réflexion s'est traduite notamment par des actions mobilisatrices, telles que le projet METUA ou l'initiative Gepsun :

■ Le projet METUA (Multimedia Environment based on Technologies for a Universal Access) a été conçu pour devenir l'instrument principal de la politique territoriale en faveur du développement des technologies de l'information et des communications en Polynésie française. Décidé en avril 1999, c'est un élément significatif en faveur du développement d'une activité économique fondée sur les NTIC[11]. Il s'agit de transformer en atout un handicap structurel, la dispersion géographique, qui pénalisait jusqu'alors le développement économique de la Polynésie française. En effet, les distances apparaissent désormais comme créatrices d'un marché pour les technologies de l'information et des communications, et pour l'innovation en général.

[11] NTIC : nouvelles technologies de l'information et de la communication.

■ Le projet de plate-forme technologique Gepsun[12], inscrit au contrat de Plan avec l'État, s'affiche comme un moyen de renforcer la recherche-développement sur les substances naturelles dans le territoire, en créant un dispositif d'interface, absent jusqu'ici, à même de réunir recherche publique et secteur privé sur des projets d'études finalisées dans le domaine des substances naturelles. Le lancement du Gepsun est certes trop récent (second semestre 2003) pour qu'on puisse augurer de sa capacité à atteindre ces objectifs. Mais il est en soi l'indice qu'il y a bien sur le territoire, tant du côté public que du côté de certaines entreprises, une prise de conscience des enjeux de l'innovation et de la nécessité de se doter des moyens nécessaires pour y répondre. D'autres indices en ce sens sont repérables du côté des entrepreneurs, si bien qu'on peut parler d'un contexte local globalement assez favorable à des projets novateurs, appuyés sur la recherche.

Reste à conduire cette démarche avec prudence, en l'étayant sur une double expertise, scientifique et économique, de manière à éviter les déceptions suscitées dans un passé récent par des projets restés sans suite en Polynésie (tels ceux qui portaient sur la crevette ou sur le kava) et de façon à ne pas entamer, chez les divers acteurs potentiels, le capital d'intérêt pour l'innovation.

État actuel de la valorisation économique des substances naturelles en Polynésie française

L'exploitation du milieu marin

À s'en tenir rigoureusement à l'intitulé, « État actuel de la valorisation économique des substances naturelles en Polynésie française », ce développement n'aurait pas lieu d'être ici. En effet, actuellement en Polynésie fran-

[12] Le Gepsun est un groupement d'acteurs scientifiques et industriels. Son statut définitif (GIE, association...) n'est pas encore fixé. Les fondateurs en sont : côté recherche, l'UPF, le Cirad et l'IRD, et, côté industriels, l'entreprise Jus de Fruit de Moorea, le Laboratoire de cosmétologie du Pacifique Sud et le Cairap. Les partenaires fondateurs sont convenus que la coordination est organisée à partir de l'Université de Polynésie française.
Le Gepsun bénéficie pour ses deux premières années d'activité d'un financement de l'État, prévu au contrat de Plan quadriennal. Il vise à promouvoir les projets d'études finalisées sur les substances naturelles dans le territoire. Des travaux peuvent être réalisés par les membres du groupement pour des clients extérieurs, des projets de recherche-développement peuvent être soutenus par les moyens du groupement.

çaise, l'exploitation économique des richesses de la mer concerne essentiellement non des *substances* d'origine marine, mais des *organismes* marins : tel est le cas de la pêche, hauturière ou lagonaire, et de la perliculture.

Pêche et perliculture

Tableau 1 – Poids à l'exportation des produits de la perliculture et de la pêche

Exportations	**2000**	**2002**		**2003**	
	millions FCFP	**millions FCFP**	**millions d'euros**	**millions F CFP**	**millions d'euros**
Produits perliers	20 934	15 006	126,1	10 345	86,9
Poissons/crustacés	804	1 137	9,6	656	5,5
Nono	*220*	*733*	*6,2*	*722*	*6,1*

1 euro = 119 F CFP ; 1 F CFP = 0,0084 euro. D'après la contribution SIMON (voir CD-ROM).

Il a paru intéressant de mettre en parallèle, dans le tableau 1, les résultats des deux principales productions liées à l'exploitation du milieu marin, avec ceux du nono :

■ Les perles représentent quelque 80 % de la valeur des exportations locales en 2002, 77 % en 2003. La Polynésie française se situe au 2e rang mondial des pays exportateurs de perles et représente un tiers du marché mondial.

■ En 2003, elles demeurent toujours, et de très loin, la première recette à l'exportation, mais avec un montant en baisse de 50 % par rapport à 2000, signe d'une crise sévère.

■ À noter enfin qu'en 2003, les recettes du nono à l'exportation dépassent celles des produits de la pêche, alors qu'elles étaient près de quatre fois moindres en 2000, et encore inférieures d'un tiers en 2002.

L'importance pour la Polynésie française de la perliculture et de la pêche s'apprécie également en termes d'emplois (en particulier dans les îles éloignées pour la perliculture) et d'image. Ces activités font l'objet de beaucoup d'attentions de la part des acteurs économiques, notamment des pouvoirs publics, et ce, sous trois formes principales :

■ Un effort de recherche visant à faire progresser les techniques de l'aquaculture et de la perliculture (rôle du centre de recherche de l'Ifremer) mais aussi les perspectives de valorisation de coproduits de la pêche (étude conjointe Ifremer-Institut Malardé). Ce travail de prospective concerne essentiellement l'exploitation potentielle d'acides gras (EPA et DHA) extraits de la graisse orbitale du thon.

■ Un effort de professionnalisation et d'organisation des filières, qui se manifeste dès 1993 avec la création du GIE « Perles de Tahiti ». Dans le contexte de crise de l'activité perlière de ces dernières années, la Polynésie française a mis en place une réglementation de l'accès à la profession en instaurant une « carte de producteur » qui confère, outre divers avantages, l'autorisation d'occupation du domaine maritime public : sa délivrance est soumise à des critères d'aptitude professionnelle et à l'acceptation d'un cahier des charges.

■ Un effort de gestion concertée des espaces littoraux visant à arbitrer entre les impératifs immobiliers, touristiques, environnementaux et économiques (élaboration de plans de gestion de l'espace maritime pour Moorea et Bora Bora). C'est là un acquis appréciable dans la perspective de nouvelles formes de valorisation du potentiel marin.

S'appuyant sur l'image de la perle de Tahiti, les producteurs eux-mêmes sont à la recherche de nouvelles formes de valorisation. L'exemple sans doute le plus marquant est l'utilisation dans le domaine des cosmétiques de la poudre de perle noire. Promue par le Groupe Robert-Wan et le GIE Perles de Tahiti, cette formulation a donné lieu au lancement, fin 2003, d'une nouvelle gamme de produits « anti-âge » de la société L'Oréal.

Autres ressources marines

Les micro-organismes. En fait d'activités économiques directement liées à l'exploitation de micro-organismes d'origine marine, il convient de mentionner celles de l'entreprise Biolib, filiale de la société Cairap. À partir de travaux d'étude d'écosystèmes originaux, telles les « mares à kopara »[13],

[13] Mares à kopara : « kopara » est le terme utilisé par les habitants de l'archipel des Tuamotu de la Polynésie française pour désigner les tapis microbiens qui se développent dans des mares d'eau saumâtre à salée localisées sur la couronne corallienne des atolls. Par sa structure et son développement, le kopara peut être défini comme un stromatolite et est donc inclus dans les microbialites. Le terme de « microbialites » désigne tous les sédiments dans la formation desquels sont impliquées des communautés microbiennes benthiques. Le kopara est une structure microbiologique sédimentaire potentiellement très ancienne.

elle a en effet constitué une collection de bactéries, cyanobactéries et micro-algues, dont elle commercialise les échantillons. Son approche technologique et commerciale particulièrement innovante est sans doute ce qui, sur le territoire, préfigure le plus concrètement un futur développement d'activités de valorisation des substances marines.

Les algues. La mission d'étude économique n'a pas recueilli d'information sur des activités actuelles d'exploitation des algues. Doit-on faire l'hypothèse qu'il n'y a pas d'avantages spécifiques de la Polynésie sur ce créneau ? Et si oui, est-ce en raison de la non-spécificité des espèces, du coût de la main-d'œuvre, de la distance par rapport aux marchés, ou de la combinaison de ces facteurs ? Faut-il également mettre en cause la dissociation entre recherche et application (et leurs acteurs respectifs), puisqu'il existe au sein de l'Université un très dynamique pôle de recherche en algologie ?

L'exploitation de la matière première végétale terrestre

Premier aperçu

Les deux tableaux ci-dessous font apparaître :

■ l'importance prise dans l'activité économique par la production du nono, qui mobilise à elle seule autant, voire plus, d'actifs que le coprah et la vanille réunis ;

■ globalement, le faible niveau de transformation des produits exportés puisqu'on reste très proche de la production primaire.

Tableau 2a – Données chiffrées sur quelques productions

Données sur la production

2002	Production commercialisée (en tonnes)	Nombre de récoltants	Exportations (en tonnes)
Coprah	9 649	3 000	5 201
Monoï	260	?	243
Nono	> 10 000	8 à 10 000 ?	3 580
Vanille mûre	37	5 000	11

Source : contribution SIMON (voir CD-ROM).

Tableau 2b – Données chiffrées sur quelques productions

Données relatives à l'exportation

Produits exportés	Exportateurs recensés	Volume exporté (en tonnes)
à partir du coprah : huile de coprah	1	5 201
à partir du nono : jus, purée, pulpe, tisane	15	3 580
à partir de la vanille mûre : gousses, extraits	5	11
Divers (produits cosmétiques) : monoï, huiles essentielles	11	Monoï : 243
Divers (produits comestibles) : liqueurs, confitures, sauces	3	nd

Source : contribution SIMON (voir CD-ROM).

La description plus détaillée des filières « produits végétaux » fait apparaître la grande diversité de leurs caractéristiques : c'est ce qui ressort de façon très affirmée du parallèle coprah/nono.

Le coprah

La production de coprah (huile de coco brute) est l'exemple même d'une filière subventionnée, avec un prix de soutien supérieur au cours sur le marché international, et organisée par les pouvoirs publics dans un but d'intérêt social. Aux termes de la convention passée avec le territoire et la Caisse de soutien des prix du coprah, la SA Huilerie de Tahiti (détenue à 99 % par le territoire) est tenue d'acheter comptant la totalité de la production de coprah à un prix fixé par les pouvoirs publics. L'objectif en est de garantir aux producteurs un revenu stable, confortant une pratique agricole traditionnelle et favorisant dans les îles distantes (principalement Tuamotu-Gambier) le maintien sur place de la population et l'entretien des espaces ruraux.

L'huile de coprah raffinée sert à produire le monoï, seule branche de la filière coprah à avoir une rentabilité économique.

Le nono

Tableau 3 – Le nono à l'exportation

Exportations	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Volume total (en tonnes)	2 648	3 689	3 091	3 427	3 579	4 150
Valeur (millions F CFP)	271	345	370	861	959	935

Source : Rapport 2003, IEOM (voir contribution SIMON sur le CD-ROM).

■ Le produit : il s'agit du fruit du nono (*Morinda citrifolia*) qui, récolté toute l'année, est transformé pour l'essentiel en jus, même s'il existe aussi des préparations en capsules, en poudres, etc.

En une décennie, le succès a été foudroyant. Ce succès combine la nouveauté, une réputation « santé » et un affichage « nature + savoirs traditionnels », avec l'image paradisiaque de la Polynésie. Le tout est soutenu par une intense promotion et un puissant réseau financier et commercial, celui de la firme Morinda Inc. basée dans l'Utah (États-Unis) et liée au « consortium » mormon.

De 2000 à 2003, l'exportation de nono pratiquement inexistante il y a dix ans, a augmenté de 30 % en volume et a été multipliée par 2,5 en valeur. Le moteur de cette explosion est la croissance de la demande des marchés américain et japonais. Le tableau 3 donne une idée du « boom du nono » à l'exportation. La production est exportée à 80 %, essentiellement sous forme de purée de pulpe, c'est-à-dire au stade minimal de la transformation.

■ La filière : on évalue entre 5 et 8 000 le nombre des actifs collecteurs (réguliers ou occasionnels). La production est répartie sur plusieurs archipels, avec une part croissante de la production cultivée par rapport à la cueillette. Il existe au total une cinquantaine de marques commercialisant des produits à base de nono, et 15 exportateurs. Mais le marché est dominé par la firme Morinda Inc. (plus de 1 000 salariés) qui a joué le rôle moteur dans le développement de la filière. Elle la contrôle largement en matière de fixation des prix et des normes de qualité, de collecte, de sous-traitance, de marketing et de commercialisation (dans plus de 50 pays, notamment *via* Internet ou

la vente à domicile) ; son emprise va jusqu'à la transformation directe avec l'implantation d'une usine qui devrait entrer en activité en 2005 (jusqu'à présent, la purée de nono, exportée telle quelle, était transformée aux États-Unis). C'est elle qui détient l'appellation « Tahitian Noni Juice ». En Europe, la diffusion est encore à venir, puisque l'autorisation de commercialisation pour le jus de nono est récente (juin 2003). Elle sera riche d'enseignements quant au potentiel commercial réel de ce produit, et donc aux perspectives économiques qu'il offre à la Polynésie française (à long ou à court terme ?).

La vanille

Des trois variétés de vanille, vanille de Madagascar, de la Réunion et de Tahiti, c'est cette dernière qui a les arômes les plus étendus. Or, si elle est largement présente dans toute la ceinture tropicale, elle ne fleurit vraiment bien qu'en Polynésie française. Dans un contexte de hausse des cours mondiaux du produit, ces caractéristiques constituent autant de raisons poussant à en développer la valorisation, par l'amélioration de la qualité et par la labellisation. Depuis les années 1980, et surtout depuis 1994, la Polynésie française a multiplié les efforts dans ces deux directions. Elle a sollicité le concours du Cirad pour améliorer les pratiques culturales (développement d'une production intensive sous ombrière qui, réduisant l'emprise foncière, rend possible l'installation de nouveaux producteurs), pour homogénéiser la qualité, désormais moins soumise aux aléas climatiques, mais aussi pour éviter la propagation des viroses, risque inhérent à ce système de production. La politique volontariste du territoire s'est traduite par la création de l'Epic Vanille, doté de moyens importants. L'objectif visé est l'obtention d'une AOC consacrant les qualités originales de la vanille de Tahiti sur son marché, celui de la gastronomie (produits à usage alimentaire haut de gamme). Avec la vanille, on a affaire à une filière très organisée, encouragée et suivie de près par les pouvoirs publics. Cette filière est promise à une bonne rentabilité par la tendance à la hausse de la demande et des prix, sa vulnérabilité résidant toutefois dans la dépendance à l'égard d'un seul marché, avec le risque afférent d'effondrement des cours en cas de surproduction.

La valorisation du tiaré

Le monoï. Résultant de la macération de fleurs de tiaré (*Gardenia taitensis*) dans l'huile de coprah, le monoï est un produit élaboré, tirant parti d'une ressource spécifique de la Polynésie. Il est le substrat d'une filière active, tournée à la fois vers le marché local et vers l'exportation, celle-ci étant toutefois

orientée à 95 % vers la métropole. La filière est structurée par l'existence d'un Groupement interprofessionnel (GIE) et confortée par l'obtention, en 1992, d'une « appellation d'origine ». C'est le produit auquel est attachée le plus spécifiquement l'image du « paradis polynésien ». Les efforts du GIE pour diversifier la destination des exportations, pousser la R&D et développer une démarche qualité suffiront-ils pour permettre d'accroître la demande, voire éviter sa diminution au profit de produits inédits ?

L'essence de tiaré. C'est un exemple d'activité intéressante et bien adaptée à la Polynésie française en raison de sa forte valeur ajoutée et de la stabilité de la collecte de « matière première » qui assure une activité à temps partiel aux producteurs. On note la présence active sur ce créneau de la firme Tahiti Arômes (filiale du Cairap) qui a créé récemment (2003) à Moorea une unité de production de la concrète de tiaré. La question majeure qui se pose pour ce produit est celle de son adéquation à un marché international de la cosmétique aussi exigeant que versatile.

Le tamanu

L'huile de tamanu est obtenue à partir des noix du *Calophyllum inophyllum*, longuement séchées au soleil puis pressées. Contenant une grande quantité de résines, l'huile devient, une fois purifiée, un produit d'un prix élevé, du fait d'une production limitée en quantité (difficultés de la cueillette et faibles rendements) et du coût de l'extraction. Les usages traditionnels lui attribuent des propriétés anti-inflammatoires et antibactériennes, qui lui valent d'être commercialisée de façon encore confidentielle comme *produit cosmétique en soi* pour les soins de la peau et des cheveux. Par ailleurs, en tant qu'*ingrédient*, l'huile purifiée de tamanu fait l'objet d'une demande en forte augmentation, qui dépasserait même les capacités actuelles de production à l'échelle mondiale, d'où des encouragements, notamment au Vanuatu et en Nouvelle-Calédonie, à développer les plantations de *Calophyllum*. Du fait de ce développement des cultures dans la zone Pacifique, et compte tenu de l'espace agricole restreint en Polynésie française, on peut se demander si celle-ci est bien placée pour ce type de valorisation. En revanche, la qualité avérée du tamanu polynésien (liée à la fois à la matière première et au mode traditionnel d'extraction) ainsi que le prix élevé du produit incitent à considérer attentivement les divers paramètres d'une valorisation plus poussée en tant que produit de terroir. En cette direction, il faudrait entre autres compléter l'étude des propriétés de l'espèce et repérer les brevets déposés. Deux

données de nature différente traduisent l'intérêt actuellement porté au tamanu : d'une part, des travaux d'analyse génétique du tamanu polynésien et une étude approfondie de l'huile de tamanu sont en cours à l'UPF ; d'autre part, 2002 a vu la création du Syndicat interprofessionnel du tamanu.

Autres ressources végétales

Les fleurs. Une première tentative de créer une « filière fleurs » pour valoriser la grande richesse de la flore ornementale polynésienne n'a pas connu dans le passé la réussite escomptée. Il n'en est pas moins vrai qu'il y a là une ressource potentielle, sur laquelle les *fiches espèces* réalisées par les experts apportent des éléments de repérage (notamment à propos des fougères).

Les fruits. En l'absence d'espèces originales, et du fait de handicaps en termes d'éloignement des marchés et de l'espace agricole restreint pour une production en plus grand volume, les opportunités de valorisation sont à fonder sur la spécificité du goût, donc des arômes des variétés polynésiennes d'ananas, mangues et autres fruits. On observe en ce domaine des initiatives émanant d'acteurs du secteur privé (sur l'ananas). Des études sont en cours avec le concours scientifique du Cirad, sur la mangue notamment. Mais on est là dans le domaine de la recherche agronomique, et donc hors du champ de cette expertise.

Le santal. Plante de grande valeur patrimoniale, elle est menacée d'extinction aux Marquises. Elle est mentionnée ici non parce qu'elle fait l'objet d'une valorisation économique effective, mais parce que son intérêt potentiel (voir fiche *Santalum insulare*) est à l'origine d'un programme d'étude en cours de réalisation par le Cirad.

Un cas controversé : le kava

Bien qu'il n'y ait pas de « filière kava » en Polynésie française, ce produit doit être évoqué ici car il fait l'objet de vifs débats et d'avis contradictoires, y compris au sein du collège d'experts de cette expertise. Il est à la base d'une boisson d'usage traditionnel (lors de fêtes ou de cérémonies rituelles) dans une grande partie de l'Océanie, notamment au Vanuatu, aux îles Fidji, Wallis et Futuna, Cook, Tonga et Samoa et en Nouvelle-Calédonie, et aussi, mais de façon beaucoup moins affirmée, en Polynésie française (surtout aux Marquises). En Nouvelle-Calédonie et dans les villes du Vanuatu, s'est développée sous forme de néo-tradition une consommation conviviale de kava dans des bars spécialisés ou « nakamals ». Cette boisson est préparée à par-

tir de racines fraîches ou sèches de Piper methysticum*, dont existent différents cultivars. Les principes actifs du kava, les kavalactones, ont des propriétés sédatives, analgésiques et anxiolytiques. Également commercialisé comme phytomédicament sous forme de gélules, le kava a connu un essor spectaculaire à la fin des années 1990 (notamment aux États-Unis, en Allemagne, en Suisse), suivi d'un effondrement tout aussi brutal, à la suite de plusieurs cas d'hépatites fulminantes (en Europe), qui ont entraîné en 2002 son retrait pur et simple du marché en France, Espagne, Italie et Royaume-Uni, d'autres pays se bornant à des recommandations de prudence. Mais le coup était porté, et le marché s'est effondré, avec de lourdes conséquences socio-économiques pour les quatre principaux producteurs (Vanuatu, Fidji, Samoa et Tonga). Pour l'heure, le marché est totalement saturé. Pour tenter de sortir de la crise, les États producteurs misent sur des actions de lobbying auprès des grandes organisations internationales (OMS) et régionales (Union européenne) pour « blanchir » le kava en établissant la non-toxicité des kavalactones et obtenir sa remise sur le marché. Quelle que soit l'issue des études et démarches entreprises, il paraît désormais impossible d'en envisager la commercialisation en vente libre comme complément alimentaire. Quant à son retour sous des formes plus contrôlées, la controverse fait rage (voir la fiche* Piper methysticum *qui lui est consacrée).*

Premiers enseignements des filières « produits végétaux »

Dans la grille présentée ci-après, on propose une première vue d'ensemble comparative des principales activités fondées sur l'exploitation de substances naturelles terrestres. Les principaux produits évoqués précédemment y sont repris pour en caractériser les dynamiques particulières en fonction de critères économiques, sociaux et institutionnels.

Sans prétendre à une précision forte dans la caractérisation, cette grille permet de dégager plusieurs éléments de réflexion :

■ La *filière coprah* constitue l'exemple paradigmatique d'un système de production fortement subventionné. Est-il envisageable que de nouvelles filières viennent réduire son espace (foncier) et son coût (subventions publiques) sans peser sur son rôle social et son enjeu de solidarité inter-archipels ?

■ Le succès du *nono* suggère qu'il peut offrir une solution de rechange à des activités peu rémunératrices et fortement subventionnées. Pourtant, cette nouvelle filière reste à étayer sur le moyen terme. La demande des consommateurs pour ce « produit santé » est-elle durable ?

Tableau 4 – Caractéristiques des principales filières « produits végétaux »

	Expérience commerciale	Rentabilité	Innovation	Enjeu social ou patrimonial	Formes d'organisation	Perspectives de développement
Coprah	> 40 ans	nulle	nulle	Fort	Caisse de soutien (1967)	nulles
Monoï	> 20 ans	forte	moyenne	Moyen	GIE (2002) AOC (1992)	moyennes
Vanille	> 50 ans	moyenne	moyenne	Fort	Epic 2003	fortes
Nono	< 5 ans	forte	forte	Moyen	-	moyennes
Tamanu	< 5 ans	?	?	Moyen	Syndicat de producteurs d'huile	potentielles

Source : contribution SIMON (voir CD-ROM).

■ Il est risqué d'envisager une transposition pure et simple du « schéma nono » au cas du *tamanu*. Le système de production et la dynamique des marchés apparaissent en effet très dissemblables.

■ Les incitations financières publiques sont présentes tant pour des activités d'intérêt social, non rentables, que pour le développement ou la réactivation d'activités d'intérêt économique, mais elles apparaissent inégalement mobilisées. Faut-il voir là un héritage du passé, l'effet d'un « saupoudrage » au cas par cas ou le résultat de choix délibérés ?

■ Les formes d'organisation de producteurs sont instructives : la capacité locale d'organisation est réelle, mais il y a lieu de pousser la réflexion sur les modalités de l'appui à apporter aux entreprises en aval de la production agricole.

■ L'enjeu des marchés extérieurs est déterminant et perçu avec acuité en Polynésie française. La volonté des entrepreneurs locaux de se situer face aux États-Unis, au Pacifique et à l'Europe est réelle. Un renforcement des actions d'exportation est en cours, appuyé par les pouvoirs publics.

Trois points critiques

Le dynamisme des filières de produits naturels issus de l'agriculture peut être, dans certains cas, entravé par trois difficultés.

L'accès au foncier pour le développement de nouvelles cultures

La pratique coutumière de l'indivision induit une forte pression sur le niveau des prix du foncier. Certes, des exemples comme celui de la filière vanille ou de la production d'ananas attestent que le développement de la production peut être obtenu grâce à des systèmes culturaux plus intensifs, et donc sans demande de terres supplémentaires. Il n'en demeure pas moins vrai que le problème de l'accès au foncier pourrait gêner le développement de filières, nouvelles ou « jeunes », reposant sur la mise en culture d'espèces polynésiennes intéressantes.

Dans le même ordre d'idées, se pose la question de la gestion du littoral : l'absence d'espaces disponibles a annulé les perspectives de développement de l'aquaculture semi-intensive de la crevette. *A contrario*, les expériences de gestion de la ressource lagonaire (plans locaux d'utilisation) suggèrent qu'un partage de la *ressource espace* peut être organisé.

La formation et la vulgarisation agricoles

Les récentes mesures de déconcentration administrative font reposer sur les agents du Service du développement rural (SDR) un très (trop ?) large éventail de fonctions, allant jusqu'à l'accompagnement des filières, alors que s'expriment des besoins importants en fait de formation et de diffusion de l'information technique agricole. Une réflexion doit donc être conduite sur les moyens humains, techniques, organisationnels et financiers à mettre à disposition du secteur agricole pour accroître sa capacité à développer ou accompagner de nouvelles activités productives. En tout état de cause, le territoire ne peut se passer d'un réseau d'animation et de vulgarisation pour répondre aux attentes des producteurs et encadrer des activités soucieuses de développement durable et de labellisation.

La démographie des exploitants

Le vieillissement des agriculteurs est un fait dont il convient d'apprécier l'impact sur le dynamisme du secteur. Dans le secteur agricole polynésien, prédominent les activités traditionnelles de cueillette et de culture vivrière, pratiquées par des actifs âgés : c'est le cas de nombreuses vanilleraies, mais aussi de la plupart des productions fruitières traditionnelles (ananas, mangues, etc.). Les agriculteurs polynésiens ne sont pas pour autant dénués de dynamisme. C'est ce qu'attestent les réactions positives quant au « montage » de dossiers de développement dans le cadre de la création de l'Epic Vanille, ou l'accueil favorable des producteurs d'ananas locaux aux projets de la société Jus de fruit de Moorea.

Le capital biodiversité de la Polynésie française

Les ressources végétales terrestres

La flore de la Polynésie française se caractérise par une pauvreté relative, avec une flore primaire de quelque 900 espèces, et donc par sa fragilité par rapport aux espèces introduites. Mais ses autres traits marquants sont l'originalité et un fort endémisme (62 % d'espèces propres), qui tiennent à l'insularité, à la grande dispersion géographique et à la forte extension en latitude du territoire. Si elle est bien étudiée au plan botanique, cette flore l'est encore très peu au plan chimique et pharmacologique. Pour 80 à 90 % des plantes endémiques, il n'existe en effet aucune référence bibliographique témoignant d'études scientifiques. La conjonction de ces deux données ouvre, à l'évidence, de vastes perspectives en termes de bioprospection[14].

À l'exception des usages locaux et de quelques ressources bien identifiées à vocation commerciale, l'originalité floristique de la Polynésie française est donc encore peu exploitée. Le nombre d'espèces locales ayant bénéficié d'un processus de valorisation demeure très réduit.

À partir de ce constat initial se dessinent deux axes de travail :

- Comment identifier et sélectionner de nouvelles espèces exploitables ?
- Comment valoriser plus complètement les espèces déjà exploitées ?

Démarche et méthode de l'expertise collégiale

Il n'existe pas de méthode éprouvée et unanimement reconnue pour déterminer quelles sont les ressources végétales exploitables d'une région donnée.

[14] La bioprospection consiste en l'exploitation, l'extraction et le criblage ou tri de la diversité biologique et des connaissances indigènes pour découvrir des ressources génétiques ou biochimiques ayant une valeur commerciale.

De même, il n'existe pas, à notre connaissance, de tableau synthétique ou de base de données réunissant l'information pertinente concernant les ressources végétales exploitables de Polynésie française, en dehors d'ouvrages sur les usages locaux des plantes.

Tableau 5 – Critères d'exclusion-sélection des espèces végétales

Critères	Sélection	Exclusion
Originalité botanique	**Plantes endémiques**	Plantes naturalisées et largement répandues
Critères bio-écologiques	Espèces non vulnérables (indice IUCN[15])	**Espèces vulnérables**
Critères biogéographiques	Accessibilité	Espèces peu accessibles (peuplements dispersés, éloignés)
Usages locaux	Plantes médicinales locales	■ Plantes médicinales largement répandues dans le monde, bien étudiées et souvent exploitées. Pas de spécificité polynésienne ■ Plantes alimentaires, épices et condiments banals[16]
Critères chimiotaxonomiques	Le genre – niveau taxonomique le mieux corrélé à la distribution des métabolites secondaires	Espèces ou genres de faible intérêt pharmacobotanique

Source : contribution Moretti et Florence (voir CD-ROM).

[15] Depuis 1994, l'IUCN (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources) a élaboré un classement des espèces végétales et animales en cinq catégories, qui permet de mesurer les risques encourus par la biodiversité : espèces éteintes ou menacées d'extinction (CR) ; espèces en danger (EN) ; vulnérables (VU) ; à faible risque (LR) ; statut indéterminé, faute de données (DD).

[16] Ce critère ne s'applique pas à la vanille de Tahiti (*Vanilla tahitensis*) qui est une variété propre à la Polynésie. Elle figure donc dans les espèces retenues.

Le travail réalisé par le groupe d'experts tend à combler cette lacune.

Pour ce faire, les experts ont opté pour une approche par ressources biologiques, rendue possible par le fait qu'on dispose pour la Polynésie française de données botaniques relativement fiables. Les principales étapes de cette démarche ont été les suivantes :

■ Quoique le nombre en soit relativement circonscrit, il était impossible d'analyser la documentation scientifique disponible sur toutes les espèces végétales du Territoire. On a donc élaboré, sur la base de l'analyse critique des connaissances scientifiques disponibles, une *méthode de présélection* des substances végétales potentiellement exploitables.

■ S'agissant d'une flore insulaire fragile et présentant un fort taux d'endémisme, un premier croisement de critères s'est imposé : il convenait de croiser l'*originalité* botanique, comme critère premier d'*inclusion* avec le *statut écologique*, comme critère premier d'exclusion. La *vulnérabilité* constitue bien ici le critère d'*exclusion* car, à l'évidence, des espèces vulnérables ne peuvent raisonnablement être considérées comme « potentiellement exploitables » sans risque de disparition de la ressource elle-même et donc d'atteinte à la biodiversité.

■ Le nombre d'espèces à examiner s'est ainsi trouvé ramené à 430. À cet effectif a été appliquée une série de critères d'exclusion/sélection complémentaires (cf. tabl. 5).

L'ensemble des critères d'exclusion/sélection a conduit à retenir 78 espèces à expertiser. Chacune fait l'objet d'une *fiche*, sur le modèle présenté ci-après, qui permet de croiser les informations (quand elles existent) et les commentaires provenant des différents spécialistes.

Pour chaque fiche, les experts proposent un *classement* dans l'une des trois grandes catégories suivantes, définies collectivement :

■ **Groupe 1 –** Sélection restreinte concernant les espèces *exploitées* et espèces exploitables[17].

■ **Groupe 2 –** Espèces dont la *valorisation est possible à moyen terme*, mais exige préalablement des travaux de recherche et développement.

■ **Groupe 3 –** *Espèces non prioritaires* qui répondent aux critères de sélection pris en compte dans l'expertise mais pour lesquelles, en l'absence de données bibliographiques significatives, il n'est pas possible de proposer des orientations de recherche et développement.

[17] Pour en faciliter la consultation, les fiches de ce groupe particulièrement intéressant sont reproduites dans l'édition papier (cf. annexe 1).

Nom scientifique :
Statut IUCN
Accessibilité
Usages
Composition chimique
Propriétés pharmacologique et toxicologique
Intérêt industriel *le cas échéant*
Contraintes réglementaires *le cas échéant*
Itinéraire de production *le cas échéant*
– mode d'obtention :
– mode de commercialisation :
– contrôle qualité :
Orientations *le cas échéant*

ADMISSION DANS LE GROUPE 1, 2 OU 3

Pour les espèces classées dans les groupes 1 et 2, les experts formulent un diagnostic sur les *orientations* possibles en matière de recherche, développement et valorisation. Deux points sont à remarquer :

■ La comparaison des fiches des groupes 1 et 2 fait bien apparaître l'état sensiblement différent, selon l'espèce considérée, de l'information disponible, d'où le caractère plus ou moins affiné des orientations qu'il a été possible de formuler.

■ La plupart des espèces du groupe 2 relèvent des catégories UICN sensibles.

En conclusion, alors que la majorité des espèces étudiées sont encore, à quelques exceptions près, faiblement identifiées en termes de valorisation, les travaux de l'expertise mettent à la disposition de la Polynésie française *un premier tableau de bord rassemblant les informations pertinentes sur les ressources exploitables*. Il s'agit là d'un apport original, tant dans la méthode que dans la production finale.

Il convient toutefois d'attirer l'attention sur deux faits :

■ D'une part, comme nous l'avons souligné, la biodiversité végétale locale demeure, à l'heure actuelle, sous-étudiée et, par voie de conséquence, son

potentiel reste mal estimé. À l'encontre de cet état de fait, l'expertise collégiale apporte un instrument précieux, avec la réalisation d'un fichier « Flore utile de Polynésie française » (qu'on trouvera en annexe à la contribution Moretti-Florence sur le CD-ROM). Les plantes utiles citées dans les ouvrages de référence sont ainsi réunies en un seul fichier, qui recense, après vérification et actualisation de leur statut taxonomique, les espèces utiles de Polynésie française. Au-delà de la seule révision taxonomique, ce fichier apporte aussi des données originales ou actualisées sur leur distribution géographique et leur disponibilité, cette dernière notion permettant de préciser l'accessibilité, l'abondance et la structuration des peuplements actuels.

■ D'autre part, la méthode de sélection adoptée ici a sans doute eu pour effet de laisser passer au travers de son crible des espèces intéressantes, mais qui ne répondaient pas aux critères retenus, notamment l'originalité (endémisme). C'est le cas, par exemple, des « espèces introduites échappées des cultures », dont plusieurs, au premier chef les *quinquinas*, présentent un réel intérêt économique. Un développement de la contribution Moretti-Florence (sur CD-ROM) attire l'attention sur des cas de ce genre que, dans la logique de sa grille de critères, l'étude n'a pu retenir.

Les ressources marines

Généralités

En fait de molécules originales d'intérêt biologique, les organismes marins représentent une réserve immense, mais encore très partiellement et très inégalement étudiée, et encore plus faiblement exploitée. Les groupes les mieux inventoriés sont les coraux et les mollusques, indicateurs reconnus de la biodiversité marine, ainsi que les algues. La situation est tout autre pour les spongiaires ou les micro-organismes.

On estime qu'à ce jour, plus de 500 000 espèces marines, animales et végétales, ont été identifiées, mais que moins de 5 % de ces organismes ont fait l'objet d'études de leurs propriétés chimiques et biochimiques. La littérature scientifique s'enrichit régulièrement de résultats mettant en évidence des métabolites bioactifs d'origine marine. À cet égard, des analyses attestent une plus forte probabilité de réussite à partir des molécules marines : 10 pour 10 000, contre 1 pour 10 000 en ce qui concerne les molécules provenant d'organismes terrestres.

Pour orienter la recherche de molécules d'intérêt dans cet « océan de possibles » (de la bactérie au requin !), on ne dispose pas, à la différence des substances terrestres, de guides ethnopharmacologiques, car il n'existe que de très rares usages traditionnels des substances marines.

Compte tenu de l'état actuel de l'inventaire et des connaissances, les ressources marines et leur potentiel de valorisation, à la différence des substances naturelles végétales, ne donnaient pas matière à la rédaction de fiches distinctes et ne pouvaient faire l'objet que d'une approche globale (voir la contribution Guézennec-Débitus sur CD-ROM). On trouvera ici une présentation rapide des différentes formes de la ressource, par grands types d'organismes, ainsi qu'un exposé des perspectives de valorisation par grands secteurs économiques.

Les différentes formes de la ressource

Les co-produits de la pêche

L'utilisation des co-produits de la pêche s'inscrit dans une démarche essentiellement « santé », s'agissant notamment des propriétés des acides gras polyinsaturés et plus spécifiquement des oméga-3 et des oméga-6. Des potentialités de valorisation existent dans le domaine de la nutrition humaine, dans le cadre de la lutte contre les maladies cardio-vasculaires et en oncologie.

Un autre aspect de la valorisation des co-produits de la pêche se situe au niveau de la recherche de lipides spécifiques.

De façon générale, si des pistes existent, les recherches n'en demeurent pas moins très en amont par rapport à d'autres molécules marines.

Les algues

L'utilisation et l'exploitation des algues marines sont relativement peu connues du grand public, bien qu'elles soient désormais présentes dans nombre de produits de grande consommation. À l'échelle internationale, les algues sont exploitées majoritairement (à 70 %) dans le secteur de l'agroalimentaire, et essentiellement sur le marché de l'alimentation humaine en Asie. L'utilisation des algues pour l'alimentation humaine constitue un marché de près de 4 milliards de dollars US par an. Si les principaux utilisateurs sont effectivement les pays de l'Asie, on assiste actuellement au développe-

ment de « l'algue alimentaire » en Occident, en particulier sur le marché des compléments alimentaires et nutrition-santé.

La valorisation de cette ressource marine connaît un vif essor et semble promise à un bel avenir. Or, comme cela a déjà été mentionné, la Polynésie française dispose en ce domaine d'acquis et d'outils très intéressants en termes de recherche : citons notamment une importante collection d'algues à l'Université de la Polynésie française, une autre à l'ILM, et le récent travail de synthèse (réalisé dans le cadre d'une thèse) sur les algues de Polynésie et leur valorisation potentielle dans différents secteurs, qui vont de la gestion de l'environnement à la cosmétologie.

Les micro-organismes

Sous le vocable « micro-organismes » sont ici regroupés micro-algues, champignons, bactéries, archaébactéries et cyanobactéries.

La Polynésie française possède en ce domaine des spécificités liées à son positionnement géographique, mais aussi à la présence d'écosystèmes particuliers tels que les « mares à kopara » (sujet d'un travail de thèse en cours).

Les micro-organismes constituent une source de nombreuses molécules présentant un véritable potentiel en biotechnologie : polymères biodégradables, polysaccharides, enzymes, métabolites secondaires, etc. (cf. tabl. 7 p. 86).

Les avancées considérables de la biologie moléculaire au cours de ces dernières années rendent désormais possible, et surtout plus accessible, l'étude des écosystèmes microbiens. De nombreuses études ont montré en effet que les techniques classiques de biologie, telles que les mises en culture sur milieux à caractère plus ou moins sélectif, ne permettent d'accéder qu'à une infime partie (de 0,1 % à 1 %) des espèces microbiennes présentes dans les écosystèmes marins. Cela signifie également qu'une proportion très importante de métabolites microbiens d'intérêt biotechnologique peut échapper à toute investigation. Cette ressource peu connue à ce jour et donc inexploitée pourrait s'avérer le principal gisement de nouvelles molécules d'intérêt biotechnologique des prochaines décennies. On peut donc considérer que l'un des enjeux majeurs de la recherche en matière de biotechnologie marine, et plus spécifiquement au niveau des micro-organismes, porte sur le développement de méthodes d'identification, de caractérisation et d'analyse de la fraction dite incultivable.

Pour les différentes raisons qui viennent d'être évoquées, il apparaît impossible, voire inutile, d'inventorier les espèces microbiennes présentes au sein des différents écosystèmes polynésiens, tant du fait de leur nombre que de la représentativité fort incertaine d'une telle nomenclature éventuelle. Il est admis que seul un très faible pourcentage des espèces microbiennes sont cultivables, donc identifiables, selon les méthodes de taxonomie classique et que, par ailleurs, la notion de « milieu de culture » induit celle de sélectivité d'espèces par rapport à d'autres. Il en est de même au niveau de la valorisation de ces micro-organismes où la synthèse de métabolites d'intérêt biotechnologique peut être la conséquence d'une action au niveau de leurs conditions de croissance et de fermentation. En résumé, il faut pouvoir cultiver ces micro-organismes pour pouvoir les étudier scientifiquement et *a fortiori* les développer dans le domaine économique.

Dans ces conditions, le plus judicieux serait d'envisager, spécifiquement pour les micro-organismes, une orientation vers la préservation et la constitution de collections de ces micro-organismes, cette ou ces souchothèque(s) constituant la base de toute action ultérieure en matière de valorisation et d'exploitation dans les différents secteurs de la biotechnologie.

Domaines de valorisation

Les applications potentielles des ressources marines sont multiples et peuvent concerner, comme source de *nouveaux modèles*, *nouveaux produits* ou *nouveaux procédés*, de nombreux secteurs industriels. En effet, leur diversité et leur adaptation à des conditions de vie atypiques ou extrêmes ouvrent des perspectives originales quant au développement de nouvelles molécules bioactives. Le vif intérêt qu'elles suscitent se traduit notamment par le dépôt en nombre croissant de brevets relatifs aux activités biologiques des produits issus des organismes marins (principalement des invertébrés jusqu'à présent).

En termes de valorisation, et quelles que soient les ressources marines concernées, un certain nombre d'axes paraissent correspondre à une demande à la fois économique et sociétale :

■ *L'environnement* en quête de « technologies propres » (« chimie verte ») pouvant se substituer à d'autres techniques plus polluantes, moins spécifiques, moins performantes ou plus onéreuses.

■ *La cosmétologie/dermocosmétologie*, domaine en quête permanente de nouvelles molécules innovantes tant par leur « histoire » qu'en raison de leurs propriétés physico-chimiques et de leur efficacité. En dépit de nombreuses incertitudes – notamment, mais pas uniquement, au plan de la réglementation – ce secteur apparaît souvent, de façon plus ou moins fondée, comme « le » créneau à privilégier dans une démarche de valorisation *à court terme*.

■ *L'agro-alimentaire,* pris au sens large du terme, demandeur de nouvelles molécules texturantes pouvant s'adapter à de nouvelles contraintes de marché.

■ La *chimie de synthèse et/ou d'hémisynthèse*, à la recherche de nouvelles molécules ou de précurseurs.

■ Le domaine de la *santé* avec une recherche, parfois très ciblée, d'une grande spécificité, d'efficacité et/ou de forte activité, pour la mise au point de substituts à des molécules existantes mais d'origine non souhaitée pour diverses raisons. Ainsi, le recours à des composés bioactifs d'origine marine peut s'avérer un avantage majeur par rapport à l'emploi de molécules – héparine, acide hyaluronique – d'origine animale, du fait de la découverte d'agents pathogènes non conventionnels.

Quelles stratégies de valorisation ?

La biodiversité marine et le niveau actuel de connaissance sont tels qu'il semble délicat, voire impossible dans une première phase, de privilégier un axe de valorisation plutôt qu'un autre. Une telle valorisation implique comme préalable l'étude pluridisciplinaire de la flore et de la faune des différents biotopes.

Les conditions de cette valorisation seront de surcroît fort diverses selon les voies d'obtention des extraits. De fait, l'un des critères déterminants pour l'exploitation d'un produit original est la facilité et la rentabilité (coût) de son obtention. Trois méthodes peuvent être utilisées pour obtenir les produits en quantité suffisante : par extraction-purification de métabolites (primaires et secondaires) à partir des organismes (macro et micro-), par synthèse, ou encore par hémisynthèse, compromis entre les deux voies précédentes (transformation d'un précurseur naturel). Synthèse comme hémisynthèse sont parfois complexes, rarement impossibles, mais, compte tenu des coûts

induits, pas toujours rentables pour l'exploitation des molécules. Dans ce contexte, la voie de production par biotechnologie de molécules actives constitue bel et bien, économiquement parlant, une voie d'avenir : soit par aquaculture en milieu naturel des organismes producteurs (éponges, ascidies, gorgones, algues…), soit par recours à des procédés biotechnologiques (fermentation, photobioréacteur) en ce qui concerne notamment les micro-organismes (cyanobactéries, micro-algues, champignons, bactéries).

Pour tout cet ensemble de raisons, la *constitution de collections couplées à une forte composante en chimie marine* apparaît, à court et moyen terme, comme l'orientation la plus pertinente en fait de valorisation. Les conditions requises pour ce faire sont à la portée de la Polynésie française et seront détaillées dans la section suivante.

Éléments pour une stratégie de valorisation des substances naturelles

Après avoir examiné, pour en tirer de premiers enseignements, ce qui existe actuellement en Polynésie française en fait d'exploitation économique des substances naturelles, l'expertise collégiale a identifié des ressources potentielles nouvelles. On en arrive ainsi à la question centrale qui lui a été posée : comment traduire le potentiel identifié en de nouvelles pistes de valorisation, cohérentes entre elles et adéquates aux capacités locales, c'est-à-dire en une véritable stratégie ? Tel sera l'objet, et l'objectif, de cette troisième section.

Soulignons l'importance de l'enjeu. Il en va en effet du bon emploi des moyens qui seront impartis à l'élaboration et à la mise en œuvre d'une telle politique, et donc du bon « retour sur investissement » qu'on peut en attendre : investissement financier certes, mais aussi investissement humain, sous de multiples formes.

Nous nous attacherons en premier lieu à fournir des orientations pour définir les principes et le cadre juridique indispensable à la préservation des intérêts écologiques et économiques de la Polynésie française face à l'essor souhaité des activités de valorisation de ses substances naturelles.

Puis nous présenterons les conditions économiques et techniques requises pour le bon développement de nouvelles filières de production, conditions qui incluent notamment les contraintes réglementaires spécifiques à certains secteurs sur les marchés français et européen, ainsi que les instruments de protection des produits.

Enfin, nous développerons les orientations de valorisation proprement dites, en différenciant deux cas de figure : d'une part, les substances naturelles du groupe 1 ; d'autre part, les substances du groupe 2 et les substances marines, avec, dans les deux cas, des indications sur le dispositif nécessaire à la mise en œuvre de ces orientations.

Approche juridique

La CDB et le nouveau statut juridique de la biodiversité

Les ressources biologiques (et leurs composants) sont de plus en plus convoitées et, loin de n'acquérir de valeur qu'à proportion des transformations technologiques dont elles font l'objet, elles ont une valeur *en soi*. C'est l'ensemble de la biodiversité qui est devenu *potentiellement valorisable* et par là même *stratégique*.

Avec le développement des biotechnologies, le statut juridique des ressources biologiques s'est profondément renouvelé. Jusqu'à la fin des années 1980, ce statut s'articulait schématiquement autour de deux catégories juridiques : d'une part, la souveraineté nationale, pour ce qui est de leur *exploitation directe et immédiate* ; d'autre part, la notion de « patrimoine commun de l'humanité », dans le cadre de la recherche ou d'une *valorisation indirecte et différée*, à partir des potentialités chimiques ou génétiques de la ressource susceptibles de générer un nouveau produit.

Dès le milieu des années 1980, ce statut s'est trouvé en porte-à-faux face à l'évolution du droit qui, aux États-Unis d'abord, en Europe ensuite, et finalement à l'échelle mondiale, a consacré la brevetabilité du vivant. Au terme de cette évolution, toute ressource vivante – ou tout élément qui en est issu, cellule, gène, molécule, etc. – peut désormais être protégée par un brevet d'invention si, une fois retravaillée, elle apparaît nouvelle, inventive et applicable dans un procédé industriel. D'où une distorsion entre, d'un côté, le patrimoine commun de l'humanité, qui postule l'absence de propriété, la liberté et la gratuité des collectes, et, de l'autre, le brevet qui permet une exploitation non seulement lucrative, mais aussi exclusive des substances ainsi librement et gratuitement collectées.

C'est pour prévenir les conflits d'intérêts pouvant découler de cette situation que la Convention sur la diversité biologique (CDB) du 5 juin 1992 a établi *un nouveau statut juridique des ressources biologiques*. Abandonnant la qualification de patrimoine commun de l'humanité, la Convention rattache les processus biologiques au *principe de souveraineté des États sur leurs ressources naturelles*, ce qui permet à ces derniers de réglementer comme ils l'entendent toute forme d'accès au matériel biologique se situant sur leur territoire. L'objectif est de permettre aux États de mieux en contrôler l'utilisation et d'en organiser les échanges, mais aussi de tirer profit des richesses qui en découleront à la suite d'un processus de recherche-développement chimique ou biotechnologique.

C'est l'article 15 de la Convention qui constitue à cet égard la disposition clé ; en voici les points essentiels :

« ***1*** *– Étant donné que les États ont droit de souveraineté sur leurs ressources naturelles, le pouvoir de déterminer l'accès aux ressources génétiques appartient aux gouvernements et est régi par la législation nationale. […]*

5 *– L'accès aux ressources génétiques est soumis au consentement préalable donné en connaissance de cause de la Partie contractante qui fournit les dites ressources, sauf décision contraire de cette Partie. […]*

7 *– Chaque Partie contractante prend les mesures législatives, administratives ou de politique générale appropriées [...] pour assurer le partage juste et équitable des résultats de la recherche et de la mise en valeur ainsi que des avantages résultant de l'utilisation commerciale et autre des ressources génétiques avec la Partie contractante qui fournit ces ressources. Ce partage s'effectue selon des modalités mutuellement convenues.* »

En vertu de la Convention, l'accès aux substances naturelles s'organise donc désormais autour de trois grands principes corrélés entre eux : souveraineté de l'État, consentement préalable en connaissance de cause de l'autorité publique avant toute collecte, partage des avantages résultant de l'utilisation des ressources fournies. Le système fondé sur ce socle de principes est désigné par l'acronyme APA : accès (aux ressources génétiques) et partage des avantages.

La Polynésie française et la nouvelle donne juridique

Alors que nombre d'États ont saisi l'opportunité offerte par l'article 15 de la CDB, la Polynésie française ne s'est pas encore, à ce jour, dotée d'une réglementation spécifique sur l'accès aux ressources génétiques. Un projet de texte étant en cours d'élaboration en Polynésie française, il est bon de souligner combien il serait opportun qu'elle légifère en la matière, et de relever qu'elle en a parfaitement la compétence.

L'absence, à ce jour, de dispositions spécifiques à l'APA ne peut s'expliquer par l'absence de compétence juridique de la Polynésie française. La CDB énonce bien que le pouvoir de déterminer l'accès appartient aux États. Mais en vertu de la loi organique n° 2004-192 du 27 février 2004 portant statut d'autonomie de la Polynésie française, les institutions polynésiennes sont dotées d'une autonomie renforcée et disposent de larges compétences déléguées dans toute une série de domaines, parmi lesquels l'environne-

ment et les ressources marines. Les questions d'accès aux ressources biologiques et de circulation de ces ressources relevant au premier chef de l'environnement (terrestre ou marin), la Polynésie française a donc bel et bien compétence pour mettre en place un dispositif juridique en ce domaine.

Quant à l'utilité d'un tel dispositif, voyons, *a contrario*, ce qu'entraîne son inexistence. Certes, la CDB est applicable en Polynésie française, par le biais de la loi n° 94-477 du 10 juin 1994 qui en porte ratification en France. Toutefois, la France, comme beaucoup de pays développés, n'a pas jugé utile de la traduire en une réglementation spécifique. De ce fait, aucune disposition n'organise l'accès à la biodiversité et le partage des avantages qui peuvent en découler ; aucune ne réglemente précisément les conditions de la collecte de ressources biologiques (sauf cas des espèces et espaces protégés) ni le partage des avantages qui peuvent en découler. Il s'ensuit que les opérateurs désirant prospecter en Polynésie des ressources biologiques pour leur capacité réelle ou potentielle à servir de base au développement de médicaments ou autres produits nouveaux n'ont ni à solliciter un accord préalable, ni à s'engager à une contrepartie.

Ainsi donc, s'en tenir au droit en vigueur n'offre pas à la Polynésie française les moyens de tirer au mieux avantage des perspectives de valorisation de ses substances naturelles. En effet, ni les règles classiques issues du droit civil, du droit de l'environnement ou du droit de la mer, ni les dispositions en cours d'élaboration ces dernières années au plan international dans la logique de la CDB (Lignes directrices de Bonn, futur régime international sur l'accès et le partage des avantages[18]), ne répondent pleinement aux besoins en la matière. Cette insuffisance du droit en vigueur se manifeste à plusieurs égards :

[18] Adoptées (à l'unanimité) en avril 2002 par la Conférence des parties (180 pays), les Lignes directrices de Bonn constituent un outil essentiel de la mise en œuvre de la CDB. Elles visent à assister les parties dans l'établissement des mesures législatives, administratives ou de politique générale sur l'APA ou pour la négociation des contrats en la matière. Elles énoncent les exigences fondamentales auxquelles doivent répondre ces contrats, précisent le rôle et les responsabilités tant des utilisateurs que des fournisseurs, les éléments qui doivent être pris en compte dans les accords relatifs au transfert de matériel et une liste indicative des avantages monétaires et non monétaires. Elles ont déterminé la mise en place d'un programme de renforcement des capacités pour permettre aux PED de mettre en œuvre les dispositions correspondantes de la Convention. Dans le même sens, les participants au Sommet mondial pour le développement durable organisé à Johannesburg en août-septembre 2002, ont demandé que les pays négocient, dans le contexte de la CDB, un *régime international* propre à promouvoir et à assurer un partage juste et équitable des bénéfices découlant de l'utilisation des ressources génétiques. Les Lignes directrices de Bonn feront certainement partie de ce cadre de travail plus vaste.

■ D'un point de vue *écologique*, la valorisation des ressources biologiques ne peut se concevoir qu'avec le souci d'assurer leur pérennité. À cette fin, il s'agit de se donner les moyens de prévenir les incidences néfastes sur l'environnement de la Polynésie, milieu biologiquement riche mais vulnérable.

■ D'un point de vue *économique*, sans agiter l'épouvantail du pillage des ressources biologiques (*biopiraterie*), s'abstenir d'organiser plus précisément les conditions de bioprospection peut à tout le moins empêcher la Polynésie de tirer correctement avantage des retombées économiques de la valorisation de sa biodiversité. Il s'agit donc purement et simplement de se donner les moyens de tirer au mieux profit des éventuelles opérations de valorisation, certaines ayant fait la preuve qu'elles pouvaient profiter à la fois aux pays et aux prospecteurs à la condition qu'aient été organisés juridiquement, de façon précoce, les droits et les obligations de chacun. Un tel cadre constitue d'ailleurs un élément important pour la sécurité juridique des futurs utilisateurs industriels de ressources biologiques, qui pourraient hésiter à investir dans des pays sans dispositif juridique clair quant aux conditions d'accès à la biodiversité (l'accès est-il autorisé ou non ? à quelles conditions ? quelle administration saisir ? etc.).

■ D'un point de vue *politique*, s'abstenir d'organiser plus précisément les conditions de bioprospection, ce serait risquer de voir les opérations de prospection contestées par les populations locales : on reviendra plus loin sur cet aspect. Plus généralement, la conception d'un tel cadre s'inscrit « dans le sens de l'histoire ». Il faut en effet rappeler qu'à l'échelle de la région du Pacifique Sud, toute une série d'actions poursuivent précisément ce but. On peut citer les travaux (encore embryonnaires) engagés par le Secrétariat général de la Communauté du Pacifique Sud (CPS), acteur clé du développement régional et qui se présente aujourd'hui comme le gardien des ressources du Pacifique, des savoirs traditionnels et des expressions des cultures de la région.

Intérêt du monde de la recherche et de l'industrie pour les substances naturelles, nouveau statut juridique de la biodiversité, évolution des conceptions et des pratiques en ce domaine : la conjonction de ces facteurs fait qu'il est de l'intérêt bien compris de la Polynésie française de se doter d'un dispositif juridique adéquat et efficace.

Reste à en définir les grandes lignes :

■ Dans le paragraphe suivant, on présentera le socle d'un tel dispositif : consentement préalable, formes des contrats, contrôle, droits de propriété

industrielle, tels sont les points essentiels à prendre en compte si la Polynésie française veut se doter d'une réglementation de l'accès à sa biodiversité.

■ Dans la perspective où la Polynésie française entendrait développer une activité de prestation de service dans le domaine qui nous occupe, avec l'établissement de collections, biothèques et extractothèques, assumant une partie de l'activité d'extraction des substances naturelles au profit d'instituts de recherche et d'entreprises, on apportera l'éclairage d'une réflexion juridique sur des questions comme le statut des collections et biothèques, l'activité contractuelle de ces institutions, etc. (cf. « Les perspectives de valorisation », p. 86).

■ Enfin, on abordera la question, rendue de fait incontournable par l'article 8 (j) de la CDB, des éventuels droits des populations autochtones ou locales sur les résultats de l'exploitation des ressources biologiques (cf. « Droits des populations locales et intérêts collectifs », p. 93).

Le dispositif juridique de base : institution du principe d'APA

Les deux éléments clés pour l'élaboration d'un texte relatif à l'APA étant le principe d'accord préalable en connaissance de cause ou APCC, et sa traduction en un document contractuel, quels sont les points essentiels à la préservation des intérêts de la Polynésie française en tant que fournisseur de substances naturelles ?

L'accord préalable en connaissance de cause (APCC)

Posé par l'article 15 de la CDB, son principe implique que la collecte ne peut être réalisée qu'une fois acquis l'accord de l'autorité publique, cette dernière ayant préalablement eu à sa disposition les éléments d'information lui permettant de préserver ses droits sur les ressources et les bénéfices qui en seront éventuellement tirés.

Cette formalité de l'accord préalable doit obéir à une double exigence : d'une part, une exigence de clarté (quelle administration saisir ? dans quel cas de figure ? etc.) ; d'autre part, une exigence de souplesse, afin d'éviter que la lourdeur des procédures ne soit dissuasive pour les demandeurs, ce qui irait à l'encontre de l'objectif visé.

À quelle instance demander l'APCC ?

Il est nécessaire de définir quelle autorité doit être saisie ou donner son accord à l'autorisation de collecte. On s'en tiendra ici à quelques indications générales :

■ Le consentement préalable de la Délégation à la recherche devrait être requis.

■ Les autorités en charge de l'environnement et des espaces protégés devraient également être impliquées.

■ Pour qu'elles puissent effectivement se prononcer « en connaissance de cause », il importe de renforcer les capacités des administrations concernées (conformément aux Lignes directrices de Bonn). Dans ce but, elles auront intérêt à créer, au cas par cas, des comités scientifiques d'appui en faisant appel aux organismes scientifiques compétents.

À quels types de collectes doit s'appliquer l'APCC ?

Même si elle élargit le périmètre de la réglementation existante, limitée aux seules espèces protégées, l'application de l'obligation d'autorisation aux espèces endémiques ne paraît pas suffisante. En effet, ce critère risque d'empêcher la Polynésie française de profiter pleinement des droits conférés par la CDB. Dans ce milieu insulaire, l'évolution a ségrégué des taxons extrêmement spécifiques. Bien qu'ils ne soient pas endémiques à proprement parler, ces taxons sont porteurs de caractéristiques potentiellement intéressantes. Dans ces conditions, distinguer entre l'endémique et le non-endémique, c'est donner le feu vert à des opérations de prospection susceptibles d'aboutir au développement d'un produit sur lequel la Polynésie ne se sera ménagé aucun droit.

Cette remarque amène à formuler une idée plus générale. En réalité, il ne convient pas de poser un critère discriminant, quel qu'il soit, pour distinguer les collectes soumises à autorisation et celles qui y échapperaient : ni critère tenant aux ressources susceptibles d'être prélevées, ni critère tenant aux personnes désirant prospecter ou aux objectifs qu'elles assignent à leur prospection. En effet :

■ Toute ressource, *in* ou *ex situ* (puisque des collections existent en Polynésie), endémique ou non, marine aussi bien que terrestre, entière ou non (cellules, ADN, etc.), brute ou accompagnée de connaissances quant à ses vertus thérapeutiques, insecticides, etc., étant susceptible d'être valorisée à l'issue d'un processus industriel chimique ou biotechnologique, toutes doivent donc être soumises au principe de l'APCC.

■ La même conception vaut pour les demandeurs désirant prospecter : étrangers aussi bien que français, entreprises privées comme instituts de

recherche publique, car, dans le domaine qui nous occupe, il n'existe pas de frontière nette entre public et privé, recherche fondamentale et recherche appliquée à débouchés commerciaux. Une classique activité d'inventaire est toujours susceptible d'ouvrir sur des recherches appliquées. La plupart des instituts de recherche, qu'ils soient privés ou publics, s'investissent dans la recherche appliquée et déposent des brevets. Ils sont par ailleurs en relation directe avec des entreprises privées, non seulement lorsque ces dernières exploitent leurs brevets, mais aussi plus en amont, lorsque l'institut de recherche réalise des prospections pour leur compte. On en arrive parfois à des cas de figure où un institut de recherche public sert de « paravent » pour éviter d'avoir à demander l'APCC… Dans ces conditions, il est artificiel et contre-productif de tenter des distinguos. S'impose ainsi la conclusion que l'APCC doit être sollicité dans tous les cas.

Toutefois, afin de ne pas multiplier inutilement de lourdes formalités administratives, on pourra, après avoir posé le principe de l'APCC dans les termes indiqués, en exempter par dérogation les activités classiques d'exploitation et de valorisation des ressources biologiques (pêche côtière, exploitation du jus de nono ou du kava par l'industrie alimentaire, fleurs coupées, etc.) pour autant qu'elles se situent bien dans une perspective d'exploitation et de valorisation directes. Tout transfert de la ressource, à titre gratuit ou onéreux, ou tout transfert d'autres ressources qui auraient été capturées ou prélevées à titre accessoire, au profit d'un tiers ayant pour but d'en faire une valorisation indirecte, sera interdit sauf APCC de l'autorité compétente. C'est ainsi que, sans APCC, une entreprise pharmaceutique ne saurait récupérer auprès des pêcheurs les captures annexes de leur activité de pêche (algues, micro-organismes, etc.). Il doit en être de même dans le cas où une entreprise entendrait mener des opérations de recherche hautement technologiques (par exemple, utilisation d'un gène de la plante ou synthèse d'une molécule) à partir d'une ressource commercialisée telle que le nono.

Ainsi conçu et défini en extension, le principe du consentement préalable vise à donner à la Polynésie française les moyens de tirer au mieux avantage de ses ressources biologiques, que ce soit pour avoir fourni le substrat matériel de l'innovation, ou pour compenser les pertes liées au fait que ce substrat peut être remplacé en totalité par des produits ou processus issus de la chimie de synthèse, du génie génétique, etc.

L'accord de transfert de matériel

Dans le cas où la collecte de matériel biologique est autorisée, il convient d'en préciser les conditions de réalisation. À cet effet, la signature d'un contrat (appelé de façon générique « accord de transfert de matériel », ou ATM) constitue le mécanisme le plus adapté. Il permet en effet de déterminer les droits et les obligations de chacune des parties.

Loi *vs* contrat

Qui dit contrat dit théoriquement liberté des contractants de s'engager selon des termes « mutuellement convenus ». Pourtant, en ce qui concerne la prospection de ressources biologiques, il paraît nécessaire que la loi donne un cadre à cette liberté, ne serait-ce que pour la raison suivante. Dans ce domaine sont en jeu des intérêts publics, qui requièrent que la loi fixe une série de dispositions auxquelles ces contrats ne peuvent déroger. Au demeurant, cela n'aurait rien de spécifique à la prospection de la biodiversité : le contrat médical ou le contrat de consommation doivent ainsi obéir à des dispositions telles que l'obligation d'informer le patient, le délai de rétractation du consommateur, etc.

Quel type de contrat ?

Le contrat entre les parties prenantes doit-il se borner à organiser les opérations de prospection pour la recherche ou doit-il anticiper d'emblée sur d'éventuels développements commerciaux ? Il y a matière à débat entre deux types de contrat : le contrat de recherche et le contrat commercial.

S'agissant de valorisation différée, comme c'est le cas pour la majorité des programmes de bioprospection, la question des modalités de partage des avantages entraîne souvent de longues, difficiles et coûteuses négociations. Il apparaît plus expédient de s'en tenir initialement à un contrat de recherche, à la condition expresse d'y faire figurer l'obligation pour l'utilisateur de renégocier un nouveau contrat avec le fournisseur, dans le cas d'une valorisation industrielle ou commerciale. Afin d'éviter tout malentendu, il convient en effet de poser que cette obligation vaut si un brevet est déposé ou si un produit est commercialisé, car le produit final ne sera pas nécessairement protégé par un brevet. En tout état de cause, il faut donc éviter de délivrer une licence ou un permis de collecte à visée de recherche scientifique sans y prévoir expressément qu'en cas de développement d'une innovation, un accord de partage devra être négocié.

Dispositions contractuelles d'ordre public

Dans l'ATM, nombre de dispositions relèvent, bien entendu, de la liberté des contractants, par exemple, les lieux de la collecte, l'exclusivité et la durée de celle-ci. Mais y seront également stipulées les dispositions prévues par la loi, auxquelles les contractants ne pourront déroger :

■ En matière d'accès sous condition d'utilisation durable ;

■ En matière de partage des avantages.

Le partage des avantages est susceptible de revêtir diverses modalités : bénéfices immédiats ou à long terme, financiers ou en nature. Sans entrer dans le détail de ces modalités (à peser au cas par cas), trois observations générales peuvent être formulées :

■ Le principe d'un partage des avantages doit être mentionné dans le texte de loi comme un principe d'ordre public, auquel les prospecteurs ne peuvent déroger.

■ En fait d'avantages à court terme, un ensemble de raisons fait apparaître plus intéressant d'envisager l'option prestations en nature, l'utilisateur par exemple s'engageant à apporter une aide technique.

■ Enfin, il faut avoir conscience de ce que toute perspective de partage à terme risque de n'être qu'une coquille vide si les dispositions à cet égard ne sont pas complétées par des dispositions organisant le contrôle des différentes opérations.

Les moyens de contrôle

Le contrôle du respect des dispositions contractuelles est assurément l'un des aspects les plus difficiles à mettre en œuvre. Le fournisseur du matériel doit avoir la possibilité d'exercer un contrôle sur chacune des étapes allant du prélèvement au développement d'un produit, faute de quoi la perspective d'un partage équitable des avantages devient bien incertaine :

■ Contrôle de la prospection *stricto sensu*, afin, au minimum, d'identifier précisément ce qui est collecté et d'en mesurer l'impact environnemental.

■ Contrôle des transferts successifs des spécimens collectés : une disposition du contrat doit prévoir les moyens d'un tel contrôle. Toujours est-il que la meilleure formule semble celle par laquelle le prospecteur s'engage purement et simplement à ne pas transférer les spécimens collectés à des partenaires non mentionnés dans le contrat. Il n'y a pas à redouter qu'une telle disposition soit dissuasive. Les instituts de recherche commencent à être rom-

pus à cette pratique. Quant aux entreprises, à l'heure actuelle nombre d'entre elles, désireuses de conserver l'exclusivité *de jure* ou *de facto* des spécimens, y demeurent favorables, même si d'autres commencent à y renoncer afin de multiplier les opportunités de valorisation.

■ Contrôle des travaux du co-contractant : dans l'attente d'un hypothétique accord international sur le contrôle aval des brevets, le contrôle des travaux de recherche et développement doit être organisé par le contrat lui-même. Plusieurs dispositions peuvent être prévues : la meilleure, parce que la mieux à même d'assurer le retour d'informations sur l'avancement des travaux de recherche, est la conclusion de conventions associant aux recherches des institutions scientifiques locales (universités, centres de recherche) ou régionales.

S'il est illusoire et vain de rechercher un contrôle absolu, la combinaison des dispositions venant d'être mentionnées n'en est pas moins nécessaire pour permettre à la Polynésie française de maîtriser l'évolution des recherches auxquelles ses ressources donneront matière.

Approche technique et économique

Quels sont les éléments à prendre en compte pour offrir les meilleures chances de viabilité économique aux filières de production à lancer ou à soutenir dans le but de donner une dimension nouvelle à la valorisation des substances naturelles polynésiennes ? Nous retiendrons ici deux axes principaux :

■ les paramètres économiques, techniques, réglementaires, auxquels ces filières doivent satisfaire,

■ les principes à observer en fait de protection des produits qui en sont issus,

étant entendu que :

■ d'une part, les paramètres environnementaux, socle d'un développement durable, seront au premier plan des orientations proposées *infra* comme perspectives de valorisation ;

■ d'autre part, les appuis techniques aux filières de production (qui sont à rechercher auprès des services centraux spécialisés : Onippam, Iteipmai …) n'entrent pas dans le périmètre de l'expertise ; cependant en raison de l'acuité de ces questions pour les décideurs locaux, on a sollicité l'avis d'experts venant du secteur industriel, chargés de la veille technologique et des filières d'approvisionnement.

Pour des filières[19] viables : les conditions de base

Une ressource stable, une production de qualité, des prix compétitifs

Pour être viables et jouer pleinement leur rôle économique, les filières doivent répondre à un certain nombre de conditions. En effet, injecter de l'argent ou des moyens (ce qui revient au même) ne devrait être envisagé que lorsqu'il existe une probabilité raisonnable de succès ou de progrès. L'engagement de programmes de développement non maîtrisés aboutit généralement à des échecs qui découragent les tentatives ultérieures (les exemples ne manquent pas, y compris en métropole…). Trois conditions de base s'imposent.

Stabilité

La condition *sine qua non* du développement d'une filière de valorisation est la mise à disposition d'une matière première naturelle, cultivée ou collectée, *stable en quantité*. Cette exigence de stabilité doit prendre en compte les phénomènes de saisonnalité mais aussi les aléas climatiques, par la mise en place d'une logistique adaptée : dispersion des cultures, stockage, pré-transformation…

Qualité

L'objectif n'étant pas de produire une ressource naturelle mais bien d'alimenter des activités de valorisation, il est nécessaire d'assurer aux industries transformatrices des approvisionnements répondant à des *critères de qualité spécifiques*, définis à l'avance.

Prix

Le prix auquel est proposée la « matière première » doit être suffisamment attractif pour permettre la mise en place d'une filière de valorisation viable. Il s'agit sans doute, dans le cas de la Polynésie française, d'un des points les plus critiques. Le surcoût lié à l'insularité et au système social français rend incertaine la compétitivité de certaines productions. C'est en particulier le cas pour des ressources largement répandues au niveau mondial comme le tamanu. La compétition des pays à faible coût de main-d'œuvre ne sera supportable que s'il est possible de valoriser *une spécificité locale forte*, fondée sur la qualité ou l'image.

[19] La notion de filière est ici entendue comme la structure économique permettant de mettre à la disposition du transformateur (industriel ou artisanal) de la matière première (végétale ou autre) nécessaire à son activité. La partie aval de cette filière (transformation industrielle en produit semi-fini ou fini) n'est pas incluse dans cette définition car elle est trop diversifiée.

Pour mettre en place de nouvelles filières

Partir des besoins du marché

Il ne peut y avoir de développement d'une filière de production que s'il existe un besoin réel du marché pour ce produit. Toute autre démarche relève plus d'un traitement social que d'un traitement économique. En général, on ne peut que constater l'échec des projets de développement reposant sur une démarche du type : « Nous disposons d'un produit que nous savons produire en quantité. Nous allons le commercialiser et *in fine* nous verrons s'il y a des clients… ». Parallèlement, la démarche consistant à aller voir un industriel pour lui demander : « De quelle plante, ou organisme-source, avez-vous besoin ? Nous pouvons la produire ou en développer la culture pour vous », est également vouée à l'échec. Lorsque le besoin industriel est avéré, l'utilisateur a depuis longtemps élaboré sa stratégie d'approvisionnement.

Il est donc important de procéder à l'identification des besoins du marché avant d'engager tout investissement, humain et matériel. C'est particulièrement vrai pour des initiatives qui viseraient le marché des produits cosmétiques, marché à la fois très attractif et très difficile. On se reportera à cet égard à la note « Sur le secteur de la cosmétologie » (Annexe 2) : le débat qu'elle reflète illustre bien la complexité et l'imprévisibilité de ce marché.

À ce stade, il serait sans doute pertinent de recourir, en appui ponctuel ou à plus long terme, aux conseils d'organismes officiels tels que l'Onippam dont la connaissance du marché des plantes, national et international, à la fois au niveau de la production et des débouchés, peut se révéler précieuse.

Mais c'est parfois ultérieurement, lors de la phase de recherche-développement, que le besoin du marché se révèle plus important que prévu à l'origine. Il est alors très intéressant, dans le cadre d'un partenariat avec l'utilisateur, d'avoir anticipé la mise en place des conditions de production. En règle générale, cette stratégie qui suppose une proximité de contact avec les utilisateurs, peut s'avérer extrêmement payante pour deux raisons :

- les contacts fréquents permettent d'instaurer la confiance, nécessaire pour un projet à moyen ou long terme ;
- l'étude d'un projet dès la phase R&D permet de prendre une longueur d'avance sur d'éventuels concurrents.

Les remarques précédentes concernaient d'éventuels produits nouveaux. Dans le cas d'un produit élaboré ou semi-élaboré ayant déjà, traditionnelle-

ment, un marché sur le territoire, une autre approche, plus institutionnelle, consisterait à en étudier le potentiel d'introduction sur les marchés extérieurs. Cette démarche implique un investissement initial, de dimension raisonnable, dans des études qui, confiées à des cabinets spécialisés, sont à mener au plan économique et réglementaire, ce qui nous conduit au point suivant.

Prendre pleinement en compte l'environnement réglementaire

Pour les substances naturelles ou les produits issus de telles substances, un élément essentiel d'appréciation de leur potentiel économique – notamment en termes de dimension du marché, et même de pure et simple possibilité de mise sur le marché – est déterminé par l'environnement réglementaire. En effet, des législations multiples et complexes régissent les modalités et conditions d'utilisation des plantes en tous domaines. Mais c'est plus particulièrement vrai encore dans ces domaines qui sont à la fois très demandeurs, très « porteurs » et en même temps très sensibles : la santé ou la cosmétique.

Il convient tout particulièrement de tenir compte de la législation sur les médicaments et compléments alimentaires à base de plantes, actuellement en pleine évolution, de manière à orienter les options de valorisation vers les filières les plus accessibles et les plus intéressantes pour la Polynésie française.

Les produits médicamenteux

Trois cas de figure peuvent être rencontrés :

■ Le cas général : le médicament à base de plantes est traité comme tout médicament. Il est donc tenu de répondre à l'ensemble des exigences du dossier standardisé (en 5 modules) de demande d'autorisation de mise sur le marché (AMM). On connaît la longueur du processus et la lourdeur de ses protocoles, notamment celle des études cliniques.

■ Les produits à « usage médical bien établi » : sous condition de remplir les critères de définition, ils bénéficient, par dérogation, d'un sensible allègement du dossier d'AMM, allègement portant sur les études toxicologiques, pharmacologiques et cliniques.

■ Les produits d'« usage traditionnel » : ils relèvent encore, pour l'heure, de la seule législation nationale. Mais c'est le secteur où sont attendues les plus importantes évolutions, avec l'adoption ou la refonte des principaux textes de référence. En effet, la nouvelle directive européenne, adoptée en décembre 2003 et publiée en 2004, doit entrer en vigueur à partir du 30 octobre 2005, alors qu'à la même échéance, devrait disparaître le Cahier

de l'Agence n° 3. À signaler également la révision en cours de la « Liste alphabétique des plantes médicinales de la pharmacopée française », attendue dans la même période.

Les produits alimentaires

Deux cas de figure peuvent se présenter :

■ Les denrées considérées comme « traditionnelles » : moyennant l'adéquation à quelques critères (par exemple, une allégation exclusivement alimentaire et sans aucune revendication thérapeutique), leur commercialisation ne requiert aucune procédure d'AMM.

■ Les produits innovants, revendiquant une ou plusieurs allégations relatives à la santé : il y a obligation de soumettre à l'Afssa un dossier complet, complexe et en fait très proche du dossier d'AMM requis pour les médicaments.

Les compléments alimentaires

Une directive européenne en donne la définition et la liste (ainsi que celle des nutriments) : « […] *source concentrée de nutriments ou d'autres substances – vitamines et sels minéraux dans un premier temps – ayant un effet nutritionnel ou physiologique* […] ». Les compléments alimentaires sont commercialisés sous forme de doses (ex. gélules, comprimés, sachets de poudre…). Toutefois, la notion d'« effet physiologique » reste à clarifier, car elle se retrouve aussi bien dans la définition du médicament que dans celle du complément alimentaire. Une réglementation européenne sur les denrées alimentaires à allégation de santé est en cours d'élaboration et devrait permettre une délimitation plus précise entre les domaines « santé » et « alimentation ». En juillet 2007 au plus tard, la Commission présentera un rapport et des mesures appropriées concernant d'autres catégories de nutriments (ayant un effet nutritionnel ou physiologique) utilisés dans les compléments alimentaires, comme les acides gras essentiels, les fibres, les plantes, les herbes aromatiques et leurs extraits, qui ne sont pas concernés pour l'instant par la directive 2002/46/CE. C'est une question à suivre de très près dans les trois ans à venir, dans la mesure où les ressources végétales exploitables identifiées par les experts sont des candidats pour ce secteur d'activité en pleine expansion, la directive mentionnée plus haut ayant fixé à 2007 la date-butoir pour l'harmonisation des réglementations concernant ces produits.

Les produits cosmétiques

Tous les produits correspondant à la définition qu'en donne la directive 76/768 CEE doivent se soumettre à la législation que ce texte a mise en place. Ainsi, l'étiquetage des produits cosmétiques doit comporter la liste de

la totalité des ingrédients. En cosmétologie, tous les végétaux sont autorisés s'ils ne figurent pas sur la liste des plantes réputées toxiques (annexe II de la directive). Toutefois, les colorants, naturels ou synthétiques, font l'objet d'une liste positive d'autorisation.

De ce bref repérage, il ressort que les années 2003-2004 marquent un tournant décisif dans le devenir des produits à base de plantes, puisqu'il y a, comme nous l'avons vu, refonte ou mise à jour des textes fondamentaux. Une démarche gagnante consisterait à anticiper sur les réglementations en préparation, ce qui implique, pour le territoire et pour les organisations professionnelles des secteurs concernés de se doter d'un *dispositif de veille* à même de suivre l'évolution de ces dossiers et de tenir les acteurs en alerte.

Organiser les conditions d'obtention de la ressource

La possibilité de création d'une filière sur le territoire polynésien est fonction d'un certain nombre de conditions matérielles quant à la disponibilité de la ressource. Nous en rappellerons ici les principales :

■ Si la ressource est suffisamment disponible à l'état sauvage, une structure de collecte doit pouvoir être organisée dans des conditions respectueuses de la pérennité de la ressource, ce qui implique la mise en place de plans de gestion de la ressource prenant en compte l'impact du prélèvement.

■ La main-d'œuvre nécessaire doit être disponible.

■ La culture de la plante doit être possible. S'il s'agit d'une plante sauvage, un programme de domestication doit être mis en place avec succès.

■ Les terrains nécessaires doivent être disponibles. À cet égard, la faible superficie de l'archipel, son morcellement géographique et la structure de son foncier représentent des obstacles réels, pas forcément insurmontables mais dont il conviendra de se préoccuper.

Réunir l'environnement technique adéquat

Une filière de production structurée n'est pas une entité autarcique, totalement indépendante du milieu qui l'entoure. Pour en assurer la mise en place et le développement, il convient donc d'établir les articulations et les synergies nécessaires avec le tissu économique local.

Un premier atout est la présence de structures de recherche, fondamentale et appliquée, à même d'apporter l'appui scientifique et technique nécessaire. Dans le domaine qui nous intéresse ici, les compétences recherchées émaneront principalement :

■ des laboratoires de chimie et de biochimie qui se chargeront de la connaissance fondamentale de la composition de la plante (ou autre ressource) mais qui assureront aussi, par exemple, la mise au point des méthodes d'analyse nécessaires au suivi des programmes de sélection agronomique ou à l'évaluation des ressources sauvages. Si la partie connaissance fondamentale peut être assurée par un laboratoire géographiquement éloigné, la partie analytique doit impérativement être réalisée sur place. La rapidité de réponse et l'implication de laboratoires de chimie et/ou de biochimie dans les programmes de sélection sont des facteurs clés du succès.

■ des laboratoires de biologie au sens large : là aussi, la partie fondamentale (botanique, écologie…) peut être effectuée par des laboratoires éloignés. En revanche, les domaines appliqués, en particulier l'agronomie et les sciences conjointes, doivent impérativement disposer à la fois de laboratoires sur place et de moyens d'expérimentation « au champ », sous forme de parcelles d'essais ou de fermes expérimentales.

Un deuxième atout est l'existence sur le territoire de filières économiques proches, dont les moyens techniques, les infrastructures et le savoir-faire pourront être utilisés en coopération.

L'horticulture constitue à cet égard un bon exemple. Ses moyens techniques et son savoir-faire sont nécessaires à la production en masse de semences, de jeunes plants, à la multiplication des plantes, à la propagation et à la conservation *in vitro* du matériel génétique d'intérêt.

Pour les phases de traitement industriel, la présence d'une industrie alimentaire peut se révéler très intéressante en fournissant des possibilités de première transformation sur place (voir le jus de nono produit par l'entreprise Jus de Fruits de Moorea pour la société Morinda). Dans le même ordre d'idées, le recours à des systèmes de séchage (fours) employés en industrie alimentaire peut être précieux pour la déshydratation de ressources végétales et leur préservation en vue d'une utilisation ultérieure. L'absence de cette possibilité technologique est souvent un obstacle au bon développement de la filière. La proximité technologique entre l'agro-alimentaire et les industries de première transformation des ressources naturelles permet une synergie qui doit être exploitée par un recensement systématique des possibilités technologiques offertes sur place.

En règle générale, une bonne connaissance de l'environnement technico-industriel local est un préalable important. Ce travail d'inventaire et de mise en réseau des potentialités offertes permet un gain de temps et de moyens appréciable.

Au-delà de ce travail local, un appui doit être recherché auprès d'organismes spécialisés de la filière plantes médicinales et aromatiques. Outre l'Onippam déjà cité, on mentionnera des centres techniques comme l'Iteipmai ou autres, spécialisés dans la recherche agronomique. Leur expérience, à la fois technique et économique, de ce secteur qui se présente comme une multitude de micro-marchés, sera précieuse.

Apprécier l'environnement « psychologique »

La volonté exprimée par les producteurs potentiels de ressources naturelles de s'engager dans cette voie est un facteur essentiel de réussite, faute de quoi la démarche est condamnée à plus ou moins long terme, quelle que soit la volonté des autorités politiques et administratives de privilégier cette option. L'exemple de la filière nono et des signes comme la mise en place du GIE monoï sont à cet égard des éléments encourageants. En effet, l'auto-organisation des producteurs, avec le soutien des autorités, sous forme de coopératives ou de groupements de producteurs est un signe positif de leur engagement dans cette démarche, et peut faire envisager par la suite la mise en place d'un instrument de régulation des marchés permettant la gestion des crises.

Les conditions de pérennisation des filières

Une fois la filière mise en place, il importe d'assurer son avenir. Dans cette optique, il convient d'agir sur différents registres.

Les actions de communication sont parmi les premières à étudier. La production d'une ressource naturelle, brute ou transformée, doit s'accompagner de sa promotion.

■ S'il s'agit d'une matière brute ou peu transformée, destinée à être utilisée comme ingrédient de formulation, quel que soit le secteur économique visé, il est judicieux de travailler avec un distributeur, de préférence international, bien introduit chez les utilisateurs potentiels. Ce dernier sera le plus à même de procéder au travail long et fastidieux d'approche et de démarchage des clients. En parallèle, des actions de marketing direct (participation aux salons professionnels internationaux, site Internet, publicité dans la presse écrite…) peuvent être mises en œuvre, éventuellement en partage de frais avec le distributeur.

■ S'il s'agit d'un produit fini, la communication dépendra de la stratégie de marketing/vente envisagée. Mais dans tous les cas, s'agissant de produits originaires d'un territoire géographiquement isolé comme la Polynésie française, une stratégie Internet est le minimum requis.

Une R&D prospective doit également être définie. Cette action peut être gérée par les organes professionnels de producteurs. Ses tâches consisteraient :

■ à prévoir (si possible) l'évolution technologique du produit et à planifier les travaux de développement à effectuer ;

■ à lancer des programmes d'amélioration génétique et/ou agronomique ;

■ à développer des programmes de caractérisation et d'objectivation des activités biologiques des ressources naturelles produites ;

■ à mettre en place des programmes d'étude pour défendre le produit contre les imputations de nocivité dont il pourrait faire l'objet. Il s'agirait d'entreprendre, par exemple, des études toxicologiques sur le modèle de l'étude clinique lancée par les producteurs français d'huiles essentielles de lavande et de lavandin. Le *kava* entre bien dans ce cadre : la mise en place d'études toxicologiques visant à préciser son innocuité ou les conditions de son éventuelle toxicité est le type même de tâche qui pourrait être gérée par une structure scientifique, émanation d'une interprofession territoriale ou régionale.

À partir du moment où un produit est entré en production, la démarche initiale de prospective économique est à poursuivre avec un contenu nouveau. Il s'agira d'évaluer l'évolution des marchés existants, d'identifier de nouveaux marchés, d'étudier la concurrence. Cette *veille économique* permettra également de piloter la mise en place des programmes scientifiques nécessaires et d'assurer les arbitrages pour l'attribution des moyens requis.

En conclusion, il est difficile de donner des orientations plus précises concernant la mise en place de filières de production, compte tenu du caractère très prospectif de cette étude. Il convient toutefois de souligner derechef les points suivants :

■ Ces actions de développement sont à conduire à partir des demandes du marché.

■ Elles conservent un caractère aléatoire lié au succès des produits sur le marché.

■ Du fait de la taille et de l'isolement de son territoire, mais aussi de la nature des produits dont il s'agit, il semble opportun pour la Polynésie française d'insérer ses actions autant que faire se pourra dans une démarche régionale, au sein de la Communauté du Pacifique Sud.

■ Enfin, le souci d'assurer la réussite commerciale durable des produits issus de la biodiversité polynésienne, et donc la pérennité des filières qui les produisent, implique de concevoir et de mettre en place un dispositif de pro-

tection légale bien adapté aux produits eux-mêmes et aux marchés visés. Tel est l'objet du développement suivant.

Principes et modalités de protection des produits

Quelles sont les dispositions permettant de commercialiser de façon rentable et durable des produits issus de la biodiversité polynésienne, et ainsi d'optimiser leur valorisation économique ? Donner à ces produits une identité juridiquement reconnue permet de protéger de la concurrence, de l'adultération et de la contrefaçon, leurs caractéristiques tant matérielles qu'intellectuelles, autrement dit, l'authenticité des substances et/ou l'originalité des savoir-faire qui leur sont spécifiques.

Mais avant d'examiner les types de protection envisageables, il convient de rappeler quelques considérations générales dont une démarche de protection doit tenir compte :

■ Une protection ne se justifie que s'il y a un marché, une demande réelle pour le produit, des débouchés au moins locaux, une certaine concurrence.

■ Toute protection ayant un coût, il convient d'estimer si les avantages attendus sont proportionnés à ce coût.

■ Les mesures de protection ne se substituent pas aux investissements nécessaires à la promotion de la qualité du produit concerné.

Deux types principaux de protection sont à distinguer

■ L'indication géographique (IG) : déclinée en appellation d'origine simple (AO) et appellation d'origine contrôlée (AOC), elle consacre le lien fort du produit à un terroir. Elle nécessite une bonne organisation des producteurs et de la filière, ainsi que le soutien des pouvoirs publics.

■ La marque : elle assure une bonne protection juridique au plan international. C'est le système qui prévaut dans une grande partie du monde, et notamment aux États-Unis.

Marque et indication géographique ont en commun de protéger la réputation d'un produit, plutôt que l'innovation, mais aussi d'être bien adaptées à la protection des productions agricoles, et de s'appliquer à des marchés segmentés, où la concurrence se fait sur la différenciation des produits plutôt que sur le prix. Mais elles diffèrent de nature et d'extension (voir encadré ci-après), de sorte que leur coexistence sur un même marché n'est pas envisageable. Une indication géographique ne pourra s'imposer sur un marché où une marque homonyme existe

déjà. Il convient donc d'opter pour l'un ou l'autre mode de protection, selon le produit concerné et selon le marché visé, sur la base de données très précises.

La marque est adaptée	**L'indication géographique** est adaptée
■ aux produits pour lesquels **le lien au terroir est distendu** ■ aux produits dont la zone de production est trop grande ou trop petite ■ aux produits tirant leur spécificité d'un **assemblage** ou d'une **sélection des intrants** ■ aux produits soumis à une forte **variabilité du marché** et réalisés par un **collectif de producteurs** ■ aux produits nécessitant **une protection internationale forte**	■ aux produits marqués par une forte **typicité** ■ aux produits bénéficiant d'un **marché local** ■ aux produits **haut de gamme** ■ aux produits présentant des caractéristiques communes
C'est le seul système reconnu **aux États-Unis**.	Le système est reconnu **en Europe**.

Source : contribution BOISVERT (voir CD-ROM).

Pour les mêmes raisons, toute suggestion en matière d'organisation/réorientation de filières doit reposer sur une information très diversifiée et détaillée. Il serait à cet égard particulièrement précieux de disposer, pour de futures initiatives, d'un bilan de l'expérience AO « Monoï de Tahiti » et d'autres tentatives de développement de filières, mais aussi de suivre attentivement les initiatives régionales concernant la biodiversité, sa valorisation et la protection des ressources qui en sont issues.

Les indications géographiques (IG)

Elles s'appliquent à un espace donné, pour un produit donné, et tous les producteurs présents dans la zone protégée peuvent en bénéficier à condition de remplir les conditions fixées par le cahier des charges. Ce sont donc des droits collectifs, inaliénables.

Ces droits portent non pas sur l'innovation mais sur la réputation du produit, ce qui implique à la fois un certain savoir-faire dans la production, éventuellement des traditions, mais aussi une reconnaissance du produit et

de ses particularités de la part du public. Les IG permettent ainsi de développer un marché visant une clientèle de consommateurs sensibles aux notions de terroir, d'environnement, de traditions socio-culturelles. En revanche, elles ne sont pas adaptées aux « nouveaux produits », ou n'en concerneront que la matière première. Pour obtenir une indication géographique, il faut en effet que l'application que l'on se propose de valoriser soit la même que l'utilisation traditionnelle. Signalons que, dans l'Union européenne, elles peuvent se présenter sous plusieurs déclinaisons (« appellation d'origine », « indication géographique protégée », « spécialité traditionnelle garantie »). Si le marché visé est le marché européen, cela offre la possibilité de choisir la formule la mieux adaptée au produit à protéger.

Elles réclament un fort encadrement institutionnel et organisationnel : conseil technique, assistance juridique, formation. En revanche, les besoins technologiques sont faibles.

Les indications géographiques en tant que telles font l'objet d'une protection internationale depuis l'accord de Lisbonne (1958) pour la « Protection des appellations d'origine et leur enregistrement international ». Les indications géographiques doivent d'abord faire l'objet d'une protection dans le pays d'origine pour pouvoir prétendre à l'inscription dans ce registre international, géré par l'Ompi[20]. La protection conférée est très forte, et les critères si stricts que seuls 20 pays ont adhéré à l'accord, ce qui en réduit considérablement la portée. Ce système international, réaménagé par l'accord Adpic[21], bénéficie essentiellement aux pays européens qui représentent 95 % des appellations enregistrées.

La protection internationale des indications géographiques est explicitement garantie par l'accord Adpic (articles 22 à 24). Les produits déjà protégés par une indication géographique dans leur pays d'origine le sont dans l'ensemble des pays membres, et il est impossible d'utiliser comme nom de marque un nom protégé par une appellation géographique. Il existe toutefois des exemptions à cette protection :

[20] L'Ompi, Organisation mondiale de la propriété intellectuelle, est une agence des Nations unies qui compte 180 États membres. Sa mission est de « promouvoir la protection de la propriété intellectuelle » et de coordonner les politiques mondiales de brevets, droits d'auteur et marques déposées.

[21] L'accord sur les Adpic (« Aspects des droits de propriété intellectuelle qui touchent au commerce », en anglais TRIPS), signé en 1994 dans le cadre de l'Organisation mondiale du commerce (OMC), a pour but d'intégrer les droits de propriété intellectuelle (droits d'auteur, marques de fabrique ou de commerce, brevets, etc.) dans le système GATT/OMC.

■ Si le nom est considéré comme générique et déjà largement employé sans référence à la zone d'origine initiale du produit ;

■ Si le nom a déjà été déposé comme nom de marque avant la demande de protection par une indication géographique. Autrement dit, quand des noms de produits associés à une origine géographique, voire des toponymes, ont déjà été déposés comme noms de marques par des firmes étrangères, il est trop tard, la protection n'est pas rétroactive ;

■ Si le produit a cessé d'être fabriqué dans la région dont il est originaire ou s'il n'est pas protégé dans son pays d'origine.

En résumé, on soulignera que l'IG est surtout adaptée aux produits finis directement vendus aux consommateurs. Appliquée à des ingrédients intermédiaires utilisés par des industriels dans des formulations, elle induit en revanche des contraintes de formulation supplémentaires (pourcentage incorporé) qui sont susceptibles d'entraver le développement de son utilisation. En témoigne l'exemple de l'huile essentielle de lavande dont l'AOC a failli disparaître par manque d'utilisation ; à l'heure actuelle, la principale utilisation de cette AOC concerne, non pas les gros volumes d'huile essentielle utilisés par les industriels, mais les petites quantités vendues directement pour l'aromathérapie. Ce type de certification est également de peu d'intérêt pour le secteur pharmaceutique, qui ne peut le valoriser.

Les marques

Contrairement aux indications géographiques, les marques sont la propriété d'individus ou de groupes qui peuvent les céder, les vendre ou les léguer et qui conservent le droit d'utiliser leur marque s'ils délocalisent la production. Les produits concernés peuvent éventuellement évoquer la tradition ou une relation particulière au terroir si tels sont les attributs que la communication de l'entreprise entend mettre en avant, mais elle n'est en aucun cas tenue d'apporter la preuve de telles allégations. De ce fait, la marque peut protéger de nouveaux produits, des utilisations nouvelles de plantes qui sont l'objet de pratiques traditionnelles, ou des préparations dans lesquelles l'ingrédient traditionnel n'intervient que de façon marginale.

La plus forte contrainte de ce mode de protection est probablement son coût global élevé : coût de la procédure de dépôt de la marque, coût de l'effort (permanent) de marketing, coût des services juridiques indispensables pour surveiller et poursuivre les contrefaçons et autres atteintes au droit des marques, etc.

Dans le cadre de cette expertise collégiale, deux déclinaisons de la marque peuvent être intéressantes : d'une part les marques collectives ; d'autre part, les marques certifiées.

■ Les marques collectives sont détenues et gérées par un groupement de producteurs, un syndicat professionnel ou une association, par exemple. Comme c'est le groupement de producteurs détenteur de la marque collective qui décide des conditions de son utilisation, il y a par cette voie, possibilité d'installer un cadre assez proche de celui de l'indication géographique, mais nettement moins contraignant. Il n'y a par exemple pas d'obligation de démontrer le caractère traditionnel de l'activité, ni l'origine locale de tous les intrants.

■ Ces marques collectives peuvent être certifiées, ce qui implique le recours à une organisation tierce garantissant que les arguments mis en avant par les détenteurs de la marque (origine du produit, méthode de production employée…) sont authentiques. Ce mode de protection est utilisé notamment par des communautés amérindiennes pour le marketing de leurs produits artisanaux. Très développé en Amérique du Nord, il commence à s'étendre en Amérique du Sud : la certification est assurée par les organisations autochtones ou les administrations en charge des autochtones. Dans ce cas, il s'agit alors de valoriser les savoir-faire traditionnels plus que la matière première.

Marques *vs* IG

Aux États-Unis et au Japon, les noms de marques qui font référence à une origine géographique sont très fréquents. Ainsi, le dépôt de toponymes amazoniens comme noms de marque au Japon a récemment fait grand bruit au Brésil, où il a été dénoncé comme une nouvelle forme de biopiraterie. Dans les conflits pouvant surgir entre marque et indication géographique, cette dernière, on l'a signalé plus haut, ne pourra s'imposer sur un marché où une marque homonyme existe déjà (par exemple, « Tahitian noni » et les multiples noms proches déposés par Morinda Inc. aux États-Unis et en Europe). Il est donc inutile d'investir dans une indication géographique si on vise les marchés des États-Unis et du Japon. La marque, y compris à référence géographique, est plus adaptée.

Une double protection est possible. Certains producteurs à l'intérieur d'une zone couverte par une indication géographique peuvent commercialiser leur produit sous un nom de marque, ce qui leur permettra de tirer seuls les fruits de stratégies de communication ou de marketing plus ciblées et d'investissements publicitaires.

Autres options envisageables en fait de « signes de qualité »

On peut envisager la certification « bio » selon les directives européennes en vigueur. Il s'agit *a priori* d'une solution tout à fait conforme au contexte local :

■ Elle est adaptée aux productions de petite surface.

■ Elle nécessite un surcroît de main-d'œuvre par rapport au mode de production dominant.

■ Elle bénéficie d'une bonne image auprès des consommateurs des pays développés.

■ Elle permet un prix de vente plus attractif.

■ Le mode de production « bio » est maintenant reconnu pour les ingrédients et les produits de cosmétologie.

Cette certification est particulièrement adaptée aux produits alimentaires et désormais, dans un contexte qui reste à étudier en raison de la nouveauté des textes, aux produits cosmétiques. Dans le secteur pharmaceutique, cette certification ne présente quasiment aucun intérêt, les médicaments étant exclus du champ de la certification bio qui, de plus, renchérit la matière première.

Sur un autre registre, il sera possible, au cas par cas, de discuter avec l'utilisateur des possibilités d'un contrat d'exclusivité sur des productions locales. Cette modalité de travail peut avoir un effet fortement incitatif sur l'utilisateur en lui permettant de développer un marketing exclusif.

Dans ce cas de figure :

■ L'industriel doit s'engager en termes de volume et/ou de chiffre d'affaires à réaliser pour ne pas simplement bloquer la voie à un concurrent.

■ Le contrat doit porter sur le long terme.

■ L'utilisation faite de l'image doit être contrôlée par le territoire concerné.

En conclusion de la réflexion sur les modes de protection, il convient d'attirer l'attention sur la nécessité de distinguer de façon permanente et claire les deux registres qui se trouvaient rassemblés dans le questionnement soumis à l'expertise collégiale. Étudier les possibilités de commercialiser de façon rentable et durable des produits tirés de substances naturelles est en effet une tout autre question qu'identifier des substances à l'activité prometteuse. Le premier pas dans la perspective d'une valorisation économique des substances naturelles est le passage de la *substance* identifiée comme potentiellement intéressante à un *produit*. À cet égard, l'endémisme ou l'originalité des substances ne sont pas forcément des critères adéquats pour définir la

spécificité, voire l'unicité des produits. Ce ne sont pas, en tout cas, des critères suffisants. Sont déterminants aussi les techniques ou savoir-faire mis en œuvre dans la transformation ou l'élaboration d'un produit commercialisable, ses différences par rapport à des produits comparables, les coûts correspondants, etc. Un produit peut être unique sans être tiré de substances naturelles uniques, de même que le caractère unique de certaines substances naturelles ne sera pas forcément reconnu comme tel par le marché. C'est l'objet même des marques que de créer de la différenciation et de distinguer certains produits, à l'identité forte, d'autres plus génériques.

Il n'est par ailleurs pas évident qu'il faille à tout prix et dans tous les cas rechercher la différenciation, la spécialisation à l'extrême ou la production pour des marchés de niche, par définition limités. La plupart des ressources identifiées dans le cadre de l'expertise sont présentes ailleurs dans le Pacifique Sud ou pourraient y être mises en culture. Il faut se poser la question de l'opportunité de développer pour des produits proches une différenciation forte, et donc une forte concurrence, alors qu'une *approche régionale concertée* pourrait se révéler plus avantageuse pour l'ensemble des parties.

Les opportunités de valorisation à court terme

C'est ici que se rejoignent les deux axes de travail de l'expertise collégiale. En effet, le tableau 6 présenté ci-après permet de passer des *espèces* dont les propriétés sont détaillées dans les fiches correspondantes aux *produits* qui en sont issus et aux *secteurs d'activité* dont relèvent ces produits (colonne 1).

Croisant les apports des chapitres spécialisés, les *indicateurs* figurant aux colonnes 2 à 5 (état de la recherche-développement, impacts environnemental et socio-économique, points forts et points faibles prenant en compte notamment les contraintes réglementaires) visent à éclairer les opportunités de développement des principaux produits polynésiens. Ils sont complétés par des commentaires et recommandations (colonne 6) qui précisent le pronostic et orientent la démarche vers des actions considérées comme de première importance.

Élargissant le champ du tableau 4 à l'ensemble des substances retenues dans le groupe 1, cette grille constitue ainsi le « tableau de bord » de leur valorisation et la matrice des conclusions de l'expertise dans le domaine des substances naturelles d'origine végétale.

Tableau 6 – Récapitulatif « Produits végétaux du groupe 1 »

PRODUITS ET SECTEURS D'ACTIVITÉ	ÉTAT DE LA R&D	IMPACTS ENVIRONNEMENTAL ET SOCIO-ÉCONOMIQUE
ESPÈCE : *Calophyllum inophyllum*		
– Huile de Tamanu : produit fini ou semi-fini, commercialisation locale INDUSTRIE COSMÉTIQUE	– Caractérisation des qualités spécifiques des huiles locales pour leur promotion comme produits du terroir	– Obtention actuelle essentiellement par cueillette – Plan de gestion de la ressource à mettre en place, si exploitation à plus grande échelle, avec mise en culture pour accompagner une éventuelle augmentation de la demande – Opportunité de diversification des économies insulaires
– Huile de Tamanu : matière première – Ingrédient ou formulation pour : INDUSTRIE COSMÉTIQUE	– Développement de procédés de purification pour l'obtention d'huile à forte valeur ajoutée	– Mise en culture nécessaire en vue d'une exploitation à plus grande échelle pour répondre à une éventuelle augmentation de la demande
Extraits végétaux : source de molécules anticancéreuses PHARMACIE	– Molécules à activités anticancéreuses en développement	– Faibles
ESPÈCE : *Gardenia taitensis*		
Monoï : produit fini ou semi-fini pour : INDUSTRIE COSMÉTIQUE PARFUMERIE (marchés local et international)	– Études en cours ou à poursuivre sur l'amélioration de la qualité	– Culture (mode de production artisanal)
Monoï : matière première (ingrédient ou formulation) INDUSTRIE COSMÉTIQUE	– Études en cours ou à faire sur l'amélioration de la qualité	
ESPÈCE : *Ilex anomala*		
– Boissons caféinées : COMPLÉMENTS ALIMENTAIRES – Ingrédient de tisanes PHARMACIE	– Plusieurs étapes à franchir (voir fiche produit et contributions Weniger, Barbin et Fourasté sur CD-ROM)	– Plan de gestion de la ressource à mettre en place pour son exploitation, avec essais de domestication

Tableau 6 – Récapitulatif « Produits végétaux du groupe 1 »

POINTS FORTS	POINTS FAIBLES	COMMENTAIRES ET RECOMMANDATIONS
ESPÈCE : *Calophyllum inophyllum*		
– Qualité de l'huile liée à la ressource polynésienne et/ou au mode de préparation – Possibilité de promotion d'un produit à forte connotation de terroir	– Espèce largement répandue dans le Pacifique et l'océan Indien – Un marché local encore réduit, à faible valeur ajoutée	– Connaissance des modes de production encore insuffisante pour étayer une démarche appropriée de valorisation et de protection – Dépôt de marque collective conseillé
– Produit (huile) élaboré sur place – Prix élevé	– Polynésie française mal positionnée pour une production de masse à moins de viser la qualité	
– Molécules isolées avec fortes activités thérapeutiques	– Polynésie française mal positionnée compte tenu de l'état d'avancement de la R&D	– S'il y a mise sur le marché de ces molécules, l'huile peut devenir une source renouvelable de pyranocoumarines, intéressante au regard des faibles rendements de leur extraction à partir du latex. Le fait de contenir des molécules dotées de fortes propriétés biologiques risque même d'être un handicap pour une valorisation dans les domaines « compléments alimentaires » ou cosmétique, car l'huile tombe alors sous le coup de la réglementation appliquée aux médicaments.
ESPÈCE : *Gardenia taitensis*		
– AOC – Bonne adéquation entre production artisanale et état actuel du marché		– Effets positifs de l'AOC sur les produits locaux à évaluer
– Bonne adéquation entre production artisanale et état actuel du marché	– Efficacité trop peu objectivée pour emporter la décision des formulateurs – Demande encore faible	– Effet négatif possible de l'AOC par les contraintes qu'elle introduit pour les nouvelles formulations
ESPÈCE : *Ilex anomala*		
– Ressource potentielle pour un marché réel, avec bonne probabilité de répondre aux exigences réglementaires spécifiques aux boissons caféinées	– Plusieurs étapes à franchir avant d'arriver à la production – Insuffisance des données attestant l'ancienneté des usages locaux	– En priorité : une étude du marché des boissons caféinées (à confier à un cabinet spécialisé) – En fonction de cet éclairage : recherches (chimie-pharmacologie) sur la ressource polynésienne – Recherche sur usages anciens[22]

[22] L'attestation d'usages anciens est un élément important dans la réglementation européenne sur les « médicaments d'un usage bien établi » ou les « médicaments à base de plantes traditionnellement utilisés » (cf. contribution Fourasté sur CD-ROM).

Tableau 6 – Récapitulatif « Produits végétaux du groupe 1 »

PRODUITS ET SECTEURS D'ACTIVITÉ	ÉTAT DE LA R&D	IMPACTS ENVIRONNEMENTAL ET SOCIO-ÉCONOMIQUE
ESPÈCE : *Morinda citrifolia*		
Nono : marché principal : jus et purée du *fruit* **COMPLÉMENTS ALIMENTAIRES** – Ingrédient de jus de fruits en Europe **INDUSTRIE ALIMENTAIRE**	– Produit bien étudié *(fruit)* – Caractérisation chimique et thérapeutique des *feuilles* à poursuivre	– Plan de gestion de la ressource à mettre en place pour son exploitation, avec essais de domestication
– Source de molécules anticancéreuses **PHARMACIE**	– Molécules à activités anticancéreuses et anti HIV en développement	
ESPÈCE : *Piper methysticum*		
– Kava : boisson traditionnelle locale et complément alimentaire **COMPLÉMENTS ALIMENTAIRES** – Phytomédicament	– Relance des études sur les effets nocifs des kavalactones, promue à l'échelle régionale – Caractérisation chimique et agronomique des cultivars locaux à poursuivre[23]	– Pas d'impact repérable : consommation marginale en Polynésie française (à l'exception des îles Marquises)
ESPÈCE : *Santalum insulare*		
– Santal blanc : huile **PARFUMERIE**	– Caractérisation de la ressource polynésienne en cours[24]	– Ressource actuellement très menacée – Long travail de mise en culture avant d'entrer dans la phase de production
ESPÈCE : *Tephrosia purpurea*		
– Extraits des racines : produits phytosanitaires (insecticides, pesticides) **PHYTOPHARMACIE** – Plante broyée : « engrais vert »	– Espèce bien étudiée, mais l'analyse des roténoïdes de la ressource polynésienne reste à mener	– Ressource abondante et possibilité de culture – Possibilité de fournir des produits peu transformés, donc à faible coût, pour une agriculture raisonnée dans les conditions d'isolement insulaire
ESPÈCE : *Vanilla tahitensis*		
– Vanille **INDUSTRIE ALIMENTAIRE**	Retenue du fait de son chimiotype original, mais l'espèce est bien étudiée (voir la fiche qui lui est consacrée) et la recherche se situe à présent sur le terrain agronomique ; la filière est bien organisée et fortement soutenue ; bonnes perspectives de rentabilité.	

[23] Ce travail peut être effectué sans grand investissement, dans le cadre d'une thèse. En revanche, la relance des études pharmacologiques visant à démontrer la sécurité du kava est à inscrire dans une démarche régionale, impliquant les autres pays concernés de la zone Pacifique.

Tableau 6 – Récapitulatif « Produits végétaux du groupe 1 »

POINTS FORTS	POINTS FAIBLES	COMMENTAIRES ET RECOMMANDATIONS
ESPÈCE : *Morinda citrifolia*		
– Marché du complément alimentaire à base de fruit en plein essor (mais pour combien de temps encore ?) – *Idem* pour les feuilles	– Marché sensible à la communication ; allégations allant souvent bien au-delà des propriétés objectivées scientifiquement – Nombreux brevets déposés (tous domaines)	– Commercialisation largement sous contrôle d'une seule firme, communiquant sur la qualité supérieure du nono de Polynésie française – Toutefois, malgré sa bonne image, le produit local n'est pas assez typifié pour une AOC
	– Polynésie française mal positionnée sur la R&D de médicaments anticancéreux	
ESPÈCE : *Piper methysticum*		
– Regain de la consommation de la boisson dans la zone Pacifique	– Marché du complément alimentaire en forte baisse et dépendant de la réglementation en vigueur – Peu d'avenir en pharmacie, et limité à quelques pays	– Produit faisant actuellement l'objet de très vifs débats, à l'issue incertaine (notamment en Europe) – Inscrire les études de caractérisation dans une initiative régionale de préservation des cultivars locaux
ESPÈCE : *Santalum insulare*		
– Ressource polynésienne originale, prometteuse et à forte valeur ajoutée	– Longueur des délais pour atteindre la phase de production	
ESPÈCE : *Tephrosia purpurea*		
– Un marché réel en phytopharmacie (agriculture bio) pour une ressource facile à produire	– L'emploi en agriculture biologique soulève des débats sur son innocuité réelle – Des difficultés techniques et financières pour l'exploitation des racines	– Suivre de près l'évolution des réglementations dans les pays à forte production « agribio »
ESPÈCE : *Vanilla tahitensis*		
Retenue du fait de son chimiotype original, mais l'espèce est bien étudiée (voir la fiche qui lui est consacrée) et la recherche se situe à présent sur le terrain agronomique ; la filière est bien organisée et fortement soutenue ; bonnes perspectives de rentabilité.		

[24] Intérêt d'anticiper sur les contraintes réglementaires en vérifiant l'absence des molécules allergènes listées au 7e amendement de la « directive cosmétique ».

LES PERSPECTIVES DE VALORISATION

L'exemple des substances naturelles marines

Au regard de la grande biodiversité marine et du niveau actuel de connaissance qu'on en a, mais aussi de la pluralité des applications potentielles, il apparaît à l'évidence difficile de concevoir une stratégie unique de valorisation. Il s'agira plutôt de *stratégies diversifiées* en fonction des organismes et des marchés considérés.

Le tableau présenté ci-après illustre cette double diversité, celle des organismes marins et celle des secteurs d'application, qui justifie la pluralité des options stratégiques.

Tableau 7 – Aperçu des secteurs de valorisation potentielle pour les organismes marins

Domaines d'application	Organismes considérés	Molécules (exemples)
Cosmétologie et dermo-cosmétologie	Macro-algues Micro-algues Cyanobactéries Bactéries Champignons	Métabolites secondaires Exopolymères, oligomères, Enzymes
Environnement (ex. : antifouling, détoxification, …)	Macro-algues Micro-algues Cyanobactéries Bactéries	Enzymes Polyesters biodégradables Exopolymères Biocapteurs
Industrie pétrolière (ex. : récupération assistée du pétrole)	Bactéries	Exopolymères
Agro-alimentaire	Tous organismes	Enzymes, exopolymères, métabolites
Pharmacologie/santé	Tous organismes	Tous métabolites

Source : contribution Guézennec, Debitus (CD-ROM ci-après).

Pour mieux éclairer ce tableau, rappelons que :

■ Du fait de l'étendue en latitude de son territoire, la Polynésie française présente une diversité biologique intéressante, à savoir des organismes tropicaux au nord et tempérés aux îles Australes.

■ Du fait de la dispersion géographique des archipels de Polynésie, l'inventaire taxonomique reste limité aux principales îles des archipels de la Société, des Tuamotu et des Australes (Atelier biodiversité de Rapa en 2002).

■ Par ailleurs, seuls les groupes majeurs, coraux, poissons, mollusques, échinodermes et algues, ont reçu une attention particulière, tandis que la connaissance des autres groupes d'invertébrés reste à ce jour fragmentaire.

Dans ce contexte, on ne trouve pas motif à envisager un axe de valorisation plutôt qu'un autre. La valorisation des micro et macro-organismes est en outre nécessairement différente selon les voies d'obtention des extraits, tant au niveau du pré-criblage qu'à celui du développement.

En revanche, comme il a été dit en conclusion de la présentation du potentiel marin, la constitution de **collections** apparaît, à court et moyen terme, comme l'orientation la plus pertinente en fait de valorisation. D'une manière générale, une telle orientation devrait comporter ces différents volets :

■ échantillonnage ;

■ mise en place de collections ;

■ constitution d'une banque de molécules et gestion de cette banque ;

■ approfondissement de la connaissance de ces molécules (propriétés chimiques, physico-chimiques, activités biologiques) *via* des études spécifiques et/ou des actions de criblage orientées ;

■ développement de ces molécules (choix de stratégies) ;

■ production de molécules et/ou d'extraits à l'échelle pré-industrielle et industrielle avant commercialisation.

Sans entrer plus avant dans le détail de ce dispositif (voir la contribution Guézennec-Débitus sur CD-ROM), soulignons ici qu'il convient de poser très tôt les questions de propriété intellectuelle, de dépôt de micro-organismes, de brevets (avec possibilité de copropriété), de cession de licences (brevets, exploitation) et de propriété industrielle.

Bioprospection et collections : pour la constitution d'un pôle technologique en Polynésie française

Considérations générales

En ce qui concerne les activités de bioprospection, le début des années 1990 a été marqué par la véritable révolution qu'a constituée, avec l'introduction de la robotique dans les techniques de criblage pharmaceutique, le développement des techniques de criblage automatisées à haut débit (HTS : High throughput screening). Sont à l'heure actuelle principalement concernés les secteurs santé-médicament, cosmétologie et agrochimie.

Pour alimenter leurs installations de HTS, les firmes achètent des bibliothèques entières de produits ou d'extraits. La fourniture d'extraits végétaux ou animaux, terrestres et marins, est ainsi devenue une activité économiquement intéressante pour une institution locale, une communauté ou une entreprise.

Dans le cadre posé par la CDB, la mise en œuvre des programmes de bioprospection est négociée sous la forme juridique de conventions entre les États fournisseurs des ressources, qui cherchent à valoriser leurs « gisements », et les organismes utilisateurs (firmes ou institutions scientifiques).

Les avantages attendus de cette activité nouvelle sont de plusieurs types :

■ Des revenus financiers : produit de la vente d'échantillons ou d'extraits, recettes des activités de criblage et d'identification des composés bioactifs, royalties perçues sur les applications industrielles des principes actifs fournis ou dérivés des échantillons vendus…

■ Des retombées au plan scientifique et au plan socio-environnemental, notamment en termes d'emplois.

Cela étant, l'enjeu pour la Polynésie française est de développer ces activités sur son territoire dans la gamme la plus étendue possible, afin de bénéficier au maximum de leurs retombées de toute nature.

Pour un pôle technologique « substances naturelles » en Polynésie française

Considérant que pour 80 à 90 % des plantes endémiques il n'existe aucune référence bibliographique témoignant d'études scientifiques, et que, de ce fait, la majorité des plantes endémiques n'a pu être retenue par l'expertise, on est fondé à dire qu'en termes de connaissance de la ressource, la situation est tout à fait comparable à celle des substances marines. Aussi, à

l'instar de ce qui a été recommandé pour les ressources du domaine marin et dans les mêmes formes, proposons-nous la création d'un pôle technologique ayant pour vocation le développement des activités de bioprospection en Polynésie française. Ce pôle regrouperait les activités de prospection et de collecte des substances ou organismes, les activités de conservation, les activités de caractérisation et d'extraction des molécules d'intérêt potentiel en lieu et place et pour le compte d'organismes scientifiques ou de firmes industrielles.

Ce pôle aurait en charge la création et la gestion :

■ de *souchothèques* pour les micro-organismes marins ;

■ d'*extractothèques* : herbiers, échantillons et extraits végétaux ou marins (pour une estimation du nombre d'échantillons récoltables) ;

■ de *chimiothèques* : collections de molécules isolées en laboratoire.

Il assumerait ainsi, dans la fourniture de matériel biologique, un rôle plus diversifié et plus « stratégique » que celui de simple pourvoyeur et, par là même, pourrait être en position de susciter, voire d'initier des projets de valorisation en collaboration avec le monde de la recherche et l'industrie. Si, jusqu'à présent, le choix a prévalu de laisser en ce domaine l'initiative au secteur privé, d'autres orientations sont possibles et parfaitement compatibles avec le souci de préserver, dans un partenariat public-privé indispensable, l'espace de déploiement et les intérêts des deux parties. On peut ainsi envisager l'émergence d'un organisme public ou d'intérêt public gérant les collections et pilotant l'ensemble du dispositif.

Dans la conception et la mise en œuvre d'un tel projet :

■ Il serait judicieux de se rapprocher des responsables du programme Chimiothèque nationale mené par le CNRS.

■ Du fait de la dispersion géographique et de l'endémisme insulaire élevé, il convient de prévoir l'organisation de campagnes de récoltes strictement contrôlées, accompagnées de mesures conservatoires, avec mise en culture et conservation *in vitro* des espèces les plus menacées.

En ce qui concerne le dispositif à mettre en place (et les équipements de base nécessaires), sont à réunir :

■ Une plate-forme d'échantillonnage comprenant un herbier et des collections correctement gérées et actualisées, ainsi que l'équipement permettant la conservation *ex situ* des échantillons végétaux ou marins.

■ Une plate-forme d'extraction et de formatage des extraits, incluant :

– Le fractionnement et la mise en plaques standards dites « plaques mères », avec la constitution d'un stock d'échantillons disponibles pour essais pharmacologiques ultérieurs.

– L'isolement et la déréplication pour le repérage rapide des composés ubiquistes peu intéressants. L'équipement de base est constitué d'un appareillage du type robot diluteur adapté au moyen ou haut débit, le moyen débit paraissant *a priori* suffisant. Ces opérations peuvent être réalisées en Polynésie où existent plusieurs équipes performantes de chimie.

■ Le criblage biologique spécifique : pour la sélection des extraits actifs sur les cibles choisies au moyen de tests biologiques ; en effet des tests fiables et facilement réalisables peuvent être développés et utilisés par les équipes locales, en collaboration avec les équipes de recherche en biologie médicale, comme celles existant à l'Institut Malardé.

Quant au criblage biologique robotisé (randomisé), outre le problème du coût des équipements nécessaires, cette étape implique de disposer de spécialistes en pharmacologie et en ingénierie (miniaturisation des tests, robotisation, puis tests de confirmation), double condition qui semble difficile à remplir localement.

Intérêt et faisabilité du pôle technologique

Ce rapide aperçu des conditions d'une activité de bioprospection en Polynésie française permet de dégager une conclusion importante. Si le dernier aspect mentionné apparaît hors de portée de la Polynésie française, toutes les autres activités que l'on a évoquées peuvent y être avantageusement développées. La maîtrise de la production des plaques de tests destinées aux opérations de criblage biologique permet en outre de diversifier les partenaires. Il s'agit bel et bien ici **d'activités de valorisation**, au sens le plus directement économique, c'est-à-dire d'activités productives, créatrices de recettes et créatrices d'emplois, sans parler de l'élévation du niveau de formation des jeunes Polynésiens qui ne pourrait que s'en trouver favorisé.

Une telle orientation suscite l'intérêt des entreprises de biotechnologies. En effet, biothèques et extractothèques leur évitent d'une part d'assumer elles-mêmes les formalités liées à la demande d'APCC, d'autre part de se lancer dans des opérations de prospection « à l'aveugle ». Des firmes comme *Servier*, *Astra Zeneca*, *Pharmamar* ou *Pierre Fabre* se sont montrées,

dans d'autres contextes, favorables à un tel système de mise à disposition de séries d'échantillons présélectionnés. Qui plus est, l'institution de collections et extractothèques permet d'initier des projets de R&D et d'y associer plus étroitement les acteurs locaux. Enfin, elle offre, dans le cas des extractothèques, un moyen de surmonter partiellement les délicats problèmes de contrôle évoqués dans l'approche juridique. Les extractothèques fournissant non les souches mais des extraits, l'industriel désireux de développer un produit doit donc (sauf à se lancer dans la synthèse) revenir vers la collection. Ainsi l'accessibilité peut-elle être contrôlée à la source, du moins dans toute une première phase du processus de développement.

L'institution de collections de micro-organismes apparaît donc tout particulièrement indiquée pour tout un ensemble de raisons ; on peut y ajouter le réel succès de plusieurs expériences de ce type, étrangères ou locales, publiques ou privées. En Australie, l'Australian Institute of Marine Science (AIMS) est actif depuis 1972. En Amérique centrale, l'Instituto Nacional de Biodiversidad du Costa Rica (INBIO), institution scientifique privée d'intérêt public, est spécialisé dans la collecte, le traitement, la production et le partage d'informations sur la biodiversité. Dans la région de l'océan Indien et plus particulièrement à la Réunion, l'Agence pour la recherche et la valorisation marines (Arvam) a pour mission d'assurer un relais entre recherche scientifique, et responsables de l'environnement et du développement[25]. Citons encore l'entreprise privée espagnole Pharmamar qui est un des leaders du secteur ou, à Tahiti même, la firme Biolib, qui développe une double activité d'extraction et de criblage à partir d'une collection de bactéries et cyanobactéries.

Pour mener à bien un tel projet de pôle technologique, quatre éléments sont particulièrement importants :

■ Étant donné qu'il n'existe sur place que peu de structures privées disposant des moyens adéquats pour s'engager dans cette voie, les pouvoirs

[25] Observant l'intérêt croissant suscité par les micro-algues en raison de leur implication dans les phénomènes d'écotoxicologie marine (prévention des risques de santé publique), mais aussi en raison de leurs potentialités pharmacologiques, l'Arvam a mis en place, avec le soutien du département et de la région Réunion, une banque de micro-algues isolées des fonds marins de la Réunion et des îles voisines (Phytobank). Chaque souche déposée dans la banque est identifiée, classée et travaillée en partenariat avec différents laboratoires (Cesac de l'université de Toulouse-III, laboratoire de cryptogamie du MNHN de Paris, etc.). Phytobank a déjà noué plusieurs coopérations avec des firmes industrielles.

publics auront à jouer un rôle décisif de soutien aux porteurs de projet, qui peuvent dans de nombreux cas être des institutions publiques (des Epic, par exemple). Ils peuvent même tenir un rôle « d'amorçage », en créant des structures d'incubation. La mise en place de souchothèques ne nécessitant pas des investissements lourds, un tel engagement ne paraît pas hors de portée de la Polynésie française.

■ Un atout précieux est constitué par l'existence de structures locales scientifiques et techniques sur lesquelles la création de souchothèques pourra prendre appui, en particulier les laboratoires concernés de l'Université de Polynésie française, de l'Ifremer, de l'Institut Louis-Malardé, etc. Ce dernier notamment, sous réserve que son personnel et ses moyens techniques soient renforcés, pourrait prendre en charge une partie des opérations de prestation de services. En effet, un laboratoire de recherche sur les substances naturelles y a été institué en 1991 ; depuis 1998, l'activité du laboratoire se concentre sur l'analyse de la composition chimique associée aux propriétés biologiques de certaines espèces employées par les tradipraticiens de la région Pacifique. Dynamiser et coordonner ces infrastructures, telle pourrait être une des fonctions essentielles de la plate-forme biotechnologique Gepsun.

■ Si l'idée en est retenue, le pôle technologique polynésien aura sans nul doute intérêt à s'inscrire dans le système des Centres de ressources biologiques (CRB) en cours de construction. Cette initiative de l'Organisation de coopération et de développement économique (OCDE) vise à regrouper sous l'appellation « CRB » les collections végétales, animales, microbiennes et humaines, avec une double finalité : d'une part, inciter à la rationalisation du contenu des collections existantes, aujourd'hui éparses et hétérogènes, et en promouvoir la qualité ; d'autre part, faire de ces centres un instrument stratégique en développant leurs activités de service (stockage, mise à disposition, etc.) pour mieux en valoriser le contenu par des coopérations scientifiques. Sous l'égide du ministère français de la Recherche, est en cours de constitution un réseau de collections auxquelles l'administration entend conférer une sorte de « label CRB » assorti d'une aide financière dès lors qu'elles accepteront de souscrire à certaines règles désormais consignées dans une « charte » : règles de conservation et de transformation des ressources biologiques, déclaration de cette activité auprès du ministère chargé de la Recherche, dégagement des crédits nécessaires en personnel et équipements, etc. Relier l'initiative polynésienne à ce système des CRB permettrait non seulement de conforter « l'assurance qualité » aux yeux des partenaires,

chercheurs et industriels mais aussi d'obtenir des financements publics, voire une aide au développement des coopérations scientifiques puisqu'un Comité consultatif des ressources biologiques a été mis en place en février 2001 avec mission, entre autres, de développer des liens entre les CRB et les industries du secteur des biotechnologies.

■ Enfin, prendre ce cap implique d'avoir bien mesuré les implications juridiques du projet. L'institution de collections rend en effet nécessaire de préciser le statut juridique des extraits ainsi mis à disposition. Les relations juridiques bilatérales entre les organismes fournisseurs et leurs partenaires sont en général clairement fixées par contrat. Il s'agit le plus souvent d'un contrat de mise à disposition de matériel (ATM). Mais il peut aussi s'agir d'un contrat de prestation de service si le partenaire sous-traite certaines recherches à l'organisme fournisseur. Quel qu'en soit le type, le contrat fixe donc les droits et obligations de chacune des deux parties. Il laisse toutefois indéterminée la question des relations juridiques unissant ces partenaires au pays sur le territoire duquel les spécimens ont été prélevés. Deux points notamment sont à préciser : l'organisme détenteur des collections en est-il simplement gestionnaire ou en est-il propriétaire ? À qui, dans l'un et dans l'autre cas, profiteront les avantages éventuels ? De façon générale, il n'y a aucune raison que ces organismes, qu'ils soient publics ou privés, qu'ils soient ou non promus par l'autorité publique, échappent à la future obligation d'APCC et ce pour deux raisons au moins : *primo*, parce que l'autorité publique doit pouvoir évaluer au plus près les incidences écologiques de leur activité de prospection systématique ; *secundo*, parce que les ressources des collections auront été, pour la plupart, acquises sur le domaine public et, pour certaines, sur les recommandations ou selon des indications fournies par les populations locales. Or, ces populations pourraient en arriver à s'opposer aux activités de valorisation si, à terme, la mise au point d'inventions devait léser les intérêts collectifs, ce qui conduit à prendre en considération la question des intérêts collectifs dans le système d'APA.

Droits des populations locales et intérêts collectifs

De quels intérêts collectifs parle-t-on ?

Le régime juridique de l'accès à la biodiversité a été pensé par les rédacteurs de la CDB comme un dispositif de nature à satisfaire deux objectifs

considérés comme intrinsèquement liés : l'équité des transactions et l'utilisation durable de la biodiversité. Sauf à se heurter, à terme, à l'opposition des populations, ce système ne peut se dispenser de prévoir la réaffectation d'une part des avantages issus de la bioprospection au profit d'actions de conservation de la biodiversité et au profit des populations locales. Autrement dit, le système n'a d'avenir, au plan scientifique, technique et politique, que si les retours de bénéfices ne sont pas entièrement captés par les institutions d'État mais sont bel et bien réaffectés pour partie.

En ce qui concerne les actions de conservation, les modalités d'une telle réaffectation sont multiples, de l'affectation de fonds aux institutions en charge de la protection de l'environnement à la création d'un *trust fund* (sur le modèle indien, par exemple). L'important est que le texte relatif à l'APA en prévoie expressément le principe.

S'agissant des populations locales, les choses sont plus complexes. L'article 8 (j) de la CDB dispose que chaque État :

« dans la mesure du possible et selon qu'il conviendra [...], sous réserve des dispositions de sa législation nationale, respecte, préserve et maintient les connaissances, innovations et pratiques des communautés autochtones et locales qui incarnent des modes de vie traditionnels présentant un intérêt pour la conservation et l'utilisation durable de la diversité biologique et en favorise l'application sur une plus grande échelle, avec l'accord et la participation des dépositaires de ces connaissances, innovations et pratiques, et ENCOURAGE LE PARTAGE ÉQUITABLE DES AVANTAGES DÉCOULANT DE L'UTILISATION DE CES CONNAISSANCES, INNOVATIONS ET PRATIQUES. »

Cette disposition prend donc acte de ce que, parmi les inventions dont les ressources biologiques sont le support, certaines s'appuient sur l'apport des populations autochtones ou locales. Il est donc logique que ces populations soient associées au système institué par la CDB – consentement à la collecte, partage des avantages qui en découlent – et ce d'autant plus que ces populations et leurs pratiques sont un facteur essentiel de la gestion et de l'utilisation durable de la biodiversité. Dans ce souci, certains États ont prévu, parallèlement aux travaux d'institutions internationales, une participation des populations autochtones et locales au système de l'APA. Le Secrétariat général de la Communauté du Pacifique Sud vient lui-même d'élaborer un « Cadre juridique régional pour la protection des savoirs tradi-

tionnels et des expressions de la culture ». Ce texte examine la question de la protection et de la rémunération des savoirs, en réponse à une demande de la région qui s'estime confrontée à une exploitation accrue et à une commercialisation inappropriée de ses savoirs traditionnels et expressions culturelles (pour une présentation plus développée de ce texte, vu sous l'angle de sa pertinence dans le contexte propre de la Polynésie française, voir la contribution Noiville sur CD-ROM).

La Polynésie, un cas « à part » ?

Collectivité à forte identité culturelle, la Polynésie, dit-on parfois, ne connaîtrait pas pour autant de sentiment marqué d'autochtonie. Par ailleurs, l'architecture institutionnelle française empêcherait de toute façon de reconnaître des droits spécifiques aux communautés autochtones. Ce n'est pas ici le lieu d'entrer dans une discussion de fond de ces deux assertions ; en revanche, on soulignera qu'il convient de prendre en compte deux réalités :

■ Une réalité juridique : quoi qu'il en soit du sentiment d'autochtonie en Polynésie française, le territoire comprend bel et bien des communautés locales qui participent et participeront à la fourniture de ressources. Or, étant donné que la CDB met sur un pied d'égalité communautés villageoises et populations autochtones (cf. l'art. 8-j), le droit au « partage équitable » concerne toutes les communautés. Ajoutons que, juridiquement, un État peut fort bien ne pas reconnaître en droit l'existence de communautés autochtones ou indigènes tout en leur reconnaissant des spécificités et en leur conférant en fait certains avantages.

■ Une réalité sociale et économique : en Polynésie comme ailleurs, des savoirs (certes de nature et de valeur très diverses) sont bel et bien divulgués ou susceptibles de l'être par des villageois ou des tradipraticiens ; et ces savoirs constituent ou sont susceptibles de constituer un enjeu commercial. D'une manière ou d'une autre, il existera donc bien une contribution sinon active, en tout cas passive, de la population polynésienne au développement des futures innovations, et donc les droits de chacun – État, prospecteurs, communautés locales et autochtones – doivent être clairement fixés, faute de quoi un sentiment d'inéquité des transactions, voire d'iniquité, pourrait s'installer et des conflits d'intérêts se développer.

Conclusions et recommandations

La définition d'une politique tendant à valoriser le potentiel en substances naturelles de la Polynésie française revient à opérer des choix soutenables en termes écologiques, économiques, sociaux et culturels. C'est dans cet esprit que l'expertise a cherché à répondre aux grandes questions posées par le Cahier des charges. Regroupées sous trois grandes rubriques, ces questions serviront de fil conducteur aux conclusions présentées ici.

Quel est l'intérêt potentiel et comparatif de la biodiversité de la Polynésie française ?

L'examen de la ressource terrestre et marine a démontré que la Polynésie disposait d'un « capital biodiversité » important, même s'il convient, pour les espèces végétales terrestres, d'en relativiser la dimension par rapport aux masses continentales d'où sont issus les organismes colonisateurs des espaces insulaires. En revanche, cette même insularité est facteur d'un fort endémisme et, combinée à d'autres caractéristiques (climatiques notamment), facteur d'originalité.

Cela conduit à l'idée que l'appréciation réaliste de ce capital, en termes de valorisation possible, doit ajouter à son évaluation scientifique (substrat primordial) la prise en compte des atouts et faiblesses relatifs de la Polynésie française. Au rang des atouts, il faut considérer l'image du pays, la typicité de certains produits ; au rang des faiblesses relatives, la pénurie d'espace (cultivable), des coûts de production élevés, l'éloignement des grands marchés.

L'expertise a souligné aussi que beaucoup reste à faire pour la connaissance de la biodiversité polynésienne. Cela est flagrant pour le domaine marin. Mais même pour la flore terrestre, relativement bien étudiée au plan taxonomique, on manque encore de données précises sur la bioécologie des espèces (structuration des peuplements, accessibilité, variétés infraspécifiques). Sur ces aspects, importants dans une optique de valorisation, l'expertise a apporté des éléments nouveaux (voir fiches). L'étude devra être poursuivie.

Substances naturelles exploitées, substances naturelles exploitables

L'examen des modes de valorisation des substances naturelles actuellement exploitées a mis en évidence quelques traits majeurs et permis de dégager des enseignements transposables à de nouvelles formes d'exploitation des ressources vivantes.

■ La première conclusion est la nécessité de poursuivre l'effort de recherche pour la caractérisation biochimique et pharmacologique des espèces. Pour les substances naturelles d'origine végétale, cela concerne à l'évidence les espèces non encore exploitées dont l'expertise a signalé l'intérêt et pour lesquelles elle a formulé des orientations de recherche : *Ilex anomala* en est un des meilleurs exemples ; mais cela vaut aussi pour les parties jusqu'ici non utilisées des espèces exploitées, ainsi des feuilles de *Morinda citrifolia* dont seul le fruit (nono) est valorisé.

■ Un deuxième ensemble de conclusions porte sur les marchés des productions de la Polynésie française. De manière générale, on peut constater que prédominent les marchés de niche. Ce sont en effet ceux qui correspondent le mieux aux aptitudes et atouts du territoire polynésien. De ce fait, l'aspect qualité revêt une grande importance. C'est ce qu'illustre la démarche qualité menée sur la vanille ou le monoï, et dont il serait opportun de faire bénéficier le tamanu. La vocation des produits polynésiens à cibler des marchés de niche donne par ailleurs une importance stratégique à la question de la protection du produit, et donc à la consécration de sa spécificité par un « signe de qualité » approprié : l'AO Monoï en est une bonne illustration. En matière de protection, il convient de jouer des diverses formes existantes, de façon à choisir le mode de protection le mieux adapté au *produit* et au *marché visé*. On ne saurait trop souligner que le dépôt d'un brevet n'est pas la seule voie ni toujours le meilleur mode de protection d'un produit.

■ Le troisième ensemble de conclusions porte sur les filières. L'analyse des filières existantes (coprah, nono, monoï, vanille) a fait apparaître leur diversité, qui tient à la fois aux objectifs assignés à certaines, et aux caractéristiques de leur production et de leur marché. Pour orienter l'action de soutien au développement de filières nouvelles, il n'y a donc pas à se référer à un schéma unique : il convient plutôt d'envisager des options différenciées, au cas par cas (mais dans le cadre d'une stratégie d'ensemble, on y reviendra). Par ailleurs, il est apparu que, pour mieux cerner les facteurs qui

ont assuré la réussite de certaines filières (nono, monoï), il serait opportun d'en effectuer l'analyse et le bilan au moyen d'un audit. En ce qui concerne les formes d'aide à l'innovation mises en place par les pouvoirs publics, le constat est le suivant : si les incitations financières ne manquent pas, il faudrait en revanche un vrai dispositif de soutien aux projets innovants et d'appui aux porteurs de projet (par exemple pour la mise en relation avec les investisseurs potentiels) et aux jeunes entreprises (structures d'incubation, pépinières d'entreprises). Enfin, la Polynésie française aurait tout intérêt à renforcer les liens avec les réseaux d'innovation existant en France métropolitaine et à l'international.

Grandes tendances de l'évolution des marchés et de la réglementation et orientations de recherche-développement par secteurs de valorisation

Sous ce titre sont regroupés les deux grands aspects que peut prendre la valorisation des substances naturelles :

- la valorisation *directe*, pour laquelle la donnée primordiale est celle des marchés ;
- la valorisation *différée*, pour laquelle la question première est celle des choix d'orientations de R&D.

L'expertise, rappelons-le, n'avait ni vocation ni compétence à effectuer une étude de marchés, dans l'acception technique du terme. En revanche, elle s'est attachée à caractériser les marchés des produits issus des substances naturelles selon quelques grands types :

- Les marchés porteurs : ce sont, à l'heure actuelle, le marché des produits cosmétiques et celui de la « new food » (aliments et compléments alimentaires à allégations « santé »). Outre leur grande versatilité et leur extrême sensibilité aux effets de communication, leur caractéristique principale est d'être assujettis à de très fortes contraintes réglementaires. De ce fait, la *veille* sur les évolutions des réglementations constitue, pour les filières concernées, un impératif de première grandeur. Sur ces marchés porteurs, le tableau 6 apporte des orientations précises.
- Le cas du marché de la santé (médicament) : il s'agit d'un marché à très long terme, assujetti à des contraintes réglementaires drastiques. Il s'agit également d'un domaine où les réseaux de recherche (entre les mains de firmes spécialisées) dépassent de beaucoup la capacité de la Polynésie française à s'y insérer de façon réellement intéressante.

■ Les marchés en devenir : ce sont ceux des produits issus des biotechnologies appliquées aux substances naturelles. Positionner la Polynésie française sur ce terrain est possible car elle dispose à cet égard d'atouts initiaux, au premier chef un dispositif de recherche assez étoffé, mais cela implique un effort de recherche-développement soutenu (pour des éléments de stratégies en ce domaine, on se reportera notamment aux contributions Barbin, Guézennec-Débitus et Weniger sur CD-ROM).

Une option originale pour la Polynésie française : l'option bioprospection et collections

La prise en considération de tous les grands aspects du sujet soumis aux experts (le capital biodiversité de la Polynésie française, les infrastructures scientifiques et techniques existant sur son territoire, la demande des marchés) a conduit les experts à proposer une orientation vers les activités de bioprospection, de développement des collections, d'extraction, de formatage des échantillons et de criblage biologique spécifique. Cette option présente la caractéristique d'être à la fois une forme de valorisation directe, aux retombées économiques à court terme, et une forme de valorisation différée, en tant que maillon indispensable d'une stratégie de recherche-développement.

L'ensemble des travaux de l'expertise et ses conclusions conduisent *in fine* à formuler les recommandations suivantes :

1 – *Il convient de concevoir comme absolument indissociables valorisation et préservation de la biodiversité* et plus précisément de son potentiel évolutif, de nouvelles pratiques liées à de nouvelles filières pouvant en effet induire des effets rétroactifs sur la soutenabilité des filières elles-mêmes. C'est le sens même de la « Convention sur la diversité biologique ». C'est le principe qui guide toutes les grandes opérations de bioprospection (dans le cadre du Fonds mondial pour l'environnement). Ajoutons que c'est une impérieuse obligation pour la Polynésie française, où le nombre particulièrement élevé des espèces gravement menacées d'extinction est un signe de fragilité dont il importe de se préoccuper plus que cela n'a été le cas jusqu'ici.

2 – Prenant en compte ce souci, *l'option « Bioprospection et collections »* ainsi que les *orientations de recherche* détaillées proposées par l'expertise sont apparues comme offrant à la Polynésie française une perspective réaliste, originale, rentable et riche d'avenir, à côté d'autres formes de

valorisation plus « classiques », dont beaucoup semblent liées à des marchés assez volatils.

3 – *Dans tous les cas*, pour protéger les droits de la Polynésie française et de ses populations sur leurs ressources et pour leur assurer les avantages pouvant découler de la valorisation de ces ressources, il est indispensable d'*instaurer un dispositif juridique* permettant la mise en œuvre des principes de l'APA.

4 – Pour orienter et étayer sa politique de valorisation, la Polynésie française aura le plus grand intérêt à se doter des moyens propres à *assurer la protection de ses produits* (par les modes appropriés), et la prise en compte précoce des évolutions des marchés et de la réglementation qui s'y applique (*veille économique et veille réglementaire*).

5 – Enfin, il faut tenir compte du fait que la plupart de ces produits sont présents (ou peuvent l'être) dans l'ensemble régional du Pacifique Sud, et que les questions que posent leur protection et leur promotion y sont *grosso modo* de même nature. Pour ces raisons parmi bien d'autres (telle la nécessaire conjugaison des forces entre États ou territoires de faible dimension géographique et démographique s'ils veulent faire entendre leur voix dans le concert mondial…), la Polynésie aura intérêt à privilégier, plutôt qu'une démarche fortement concurrentielle, une *démarche de concertation avec les pays de la région*, dans le cadre de la « Communauté du Pacifique Sud ».

Annexes

Callophyllum inophyllum L. (Clusiaceae)

Accessibilité, répartition géographique et type biologique

Arbre naturalisé parfois planté, rare à peu abondant, localisé en forêt littorale sur substrat calcaire ou basaltique, pousse aussi bien en pleine terre que sur sable corallien.

Pantropical : Asie tropicale, Afrique, Mélanésie, Polynésie.

Usages

Plante sacrée en Polynésie (Schultes et Raffauf, 1990)

Bois très dur, apprécié en ébénisterie ou pour la fabrication de pirogues ou de charpentes.

Plante médicinale. On utilise l'écorce, les graines, les feuilles ainsi que l'huile amère des graines et la résine (latex). Du fruit, on peut extraire un pigment utilisé comme encre pour dessiner les tapas.

À Java, l'huile de graine est revendiquée pour ses propriétés diurétiques. Aux Samoa, toutes les parties de la plante sont considérées comme des poisons virulents, la sève et les exsudats pouvant rendre aveugle ou causer la mort par injection.

Les applications du latex (d'après Dweck et Meadows, 2002)

Le latex, obtenu par scarification de l'écorce, est émétique (provoque des vomissements) et purgatif, et peut aussi être utilisé pour le traitement des blessures et des ulcères. Il peut aussi être mélangé avec les lambeaux d'écorce et des feuilles pour confectionner des infusions, l'huile apparaissant à la surface pouvant être utilisée pour traiter les irritations oculaires (Drury, 1873 ; Nadkarni et Nadkarni, 1999). La résine est réputée responsable de la couleur et de l'odeur de l'huile qui est peut-être un poison : elle contiendrait de l'acide benzoïque.

Les applications de l'écorce (d'après Dweck et Meadows, 2002)

L'écorce est astringente (11-19 % de tanins) et son jus est purgatif (Quisumbing, 1951). Elle est utilisée en Asie pour le traitement de l'orchite (inflammation des testicules) (Quisumbing, 1951). Associée à du jus de citron, elle peut être utile pour traiter les bromidroses des aisselles, de l'aine ou des pieds.

L'écorce agit comme un antiseptique et un désinfectant. Par voie interne, l'écorce est expectorante, et sert dans le traitement des bronchites chroniques et de la phtisie.

Le jus de l'écorce est astringent, purgatif, et est donné sous forme de décoction dans le traitement des hémorragies internes.

Les applications de la racine (d'après Dweck et Meadows, 2002)

La décoction de racine est employée pour traiter les ulcères. Elle est aussi utilisée en cas de point de côté (Quisumbing, 1951).

Les applications des feuilles (d'après Dweck et Meadows, 2002)

Les feuilles trempées dans l'eau lui donnent une couleur bleuâtre et une odeur ; cette macération est utilisée en application sur les yeux irrités (Nadkarni et Nadkarni, 1999). En infusion, prise par voie orale, les feuilles servent également contre les coups de chaleur, en complément de la décoction de racine. Au Cambodge, les feuilles sont prescrites en inhalation contre la migraine et le vertige, et l'huile est utilisée contre la gale. Aux Philippines, la macération de feuilles est employée comme astringent pour les hémorroïdes (Quisumbing, 1951 ; Nadkarni et Nadkarni, 1999), tandis qu'en Indonésie on l'utilise en lotion pour les yeux.

L'utilisation des feuilles par les tribus primitives de Papouasie Nouvelle-Guinée est très ancienne dans le traitement des affections de la peau : application des feuilles chauffées sur les ulcères, coupures, furoncles, boutons et plaies de toutes sortes.

Les applications des fruits (d'après Dweck et Meadows, 2002)

Les fruits sont plus ou moins toxiques et seul l'endosperme des fruits encore immatures peut être consommé. En fait, le fruit mûr est suffisam-

ment toxique pour être utilisé comme appât contre les rats (BURKILL, 1994). L'huile des graines est employée contre le psoriasis et comme agent anti-rhumatismal.

Les applications de la sève (d'après DWECK et MEADOWS, 2002)

La résine de l'écorce est utilisée pour ses propriétés cicatrisantes.

Les propriétés de l'huile de tamanu (d'après DWECK et MEADOWS, 2002)

Des graines de tamanu on peut extraire jusqu'à 60 % d'huile. Cette huile (Domba oil) est utilisée dans le traitement des rhumatismes, des démangeaisons et de la gale. Elle sert aussi à soigner les gonorrhées.

Dans la plupart des îles des mers du Sud, l'huile de tamanu est utilisée comme analgésique (en frictions sur les rhumatismes et les sciatiques) et pour soigner les ulcères et les vilaines blessures. En solution alcoolique, cette huile s'est montrée efficace, en injection, contre les neurites dues à la lèpre, au zona…

L'huile est spécialement recommandée contre toutes sortes de brûlures, coups de soleil…

COMPOSITION CHIMIQUE

Deux composés principaux découverts par Lederer : l'acide calophyllique et une lactone douée de propriétés antibiotiques, qui sont probablement à l'origine des puissantes propriétés cicatrisantes.

Les feuilles contiennent de la friedeline et des triterpènes du groupe de la friedeline, à savoir le canophyllal, le canophyllol et l'acide canophyllique (GOVINDACHARI *et al.*, 1967 ; CHANDLER et HOOPER, 1979).

Le bois et les racines contiennent des xanthones comme la mesuaxanthone B, la callophylline B, et les caloxanthones A et B (GOVINDACHARI, 1968 ; AL-JEBOURY et LOCKSLEY, 1971 ; IINUMA *et al.*, 1994 ; IINUMA *et al.*, 1995).

L'erythrodiol-3-acetate a été isolé du bois (SAMPATHKUMAR *et al.*, 1970).

La calophyllolide (C25H22O5), molécule comportant un groupement lactone et un groupement methoxyl, a été isolée des noix (BHALLA *et al.*,

1980). Par saponification, cette molécule donne l'acide calophyllique, ces deux molécules étant également des dérivés de la coumarine.

Des 4-phenylcoumarines et des 4-alkylcoumarines dans les graines et feuilles (CAVÉ *et al*., 1972 ; GAMES, 1972). Une 4-phenylcoumarine particulière, la ponalide, dans les graines immatures (ADINARAYANA et SESHADRI, 1965 ; MURTI *et al*., 1972).

Acide callophynique ; graines (GAUTIER *et al*., 1972).

Myricetin glucoside ; fleurs (SUBRAMANIAN et NAIR, 1971 ; KASIM *et al*., 1974).

Composés cyanogéniques (NAIR et SUBRAMANIAN, 1964), tanins, saponines (GEDEON et KINEL, 1956), pigments, flavonoïdes (SUBRAMANIAN et NAIR, 1965, 1971), néoflavonoïdes et biflavonoïdes (GOH *et al.*, 1992).

D'une autre espèce du même genre, Calophyllum lanigerum Miq.*, ont été isolées des coumarines appelées canalonides, qui sont de puissants inhibiteurs de la Transcriptase Inverse. Leur action sur le virus du sida est étudiée par le National Cancer Institute aux États-Unis.*

PROPRIÉTÉS PHARMACOLOGIQUES ET TOXICOLOGIQUES

Vulnéraire, cicatrisant

La calophyllolide isolée de la noix, anti-inflammatoire et anti-arthritique, propriété démontrée dans un test chez le rat ou l'arthrite, était induite par le formaldéhyde (DL_{50} orale chez le rat = 2,5 g/kg) (BHALLA *et al.*, 1980). Toujours chez le rat, l'ingestion du produit est dénuée d'activité ulcérogène jusqu'à deux fois la dose efficace 50 (ED_{50} = 140 mg/kg).

La dehydrocycloguanandine, la calophylline-B, la jacareubine et la 6-deoxyjacareubine produisent, à des degrés divers, une dépression du système nerveux central, caractérisée par une sédation, une diminution de l'activité motrice, une perte de tonicité musculaire chez le rat. Toutes ces xanthones montrent une activité anti-inflammatoire à la fois en administration orale et en administration parentérale. La jacareubine et la 6-deoxyjacareubine indiquent également une activité anti-ulcère chez le rat (GOPALKRISHNAN *et al.*, 1980).

La calophyllolide isolée des graines réduit chez le rat l'inflammation par l'histamine et le gonflement des tissus induits par les carragenanes. En combi-

naison avec l'inophyllide, elle réduit l'œdème. Ces composés sont souvent cités comme agents anti-inflammatoires (BHALLA *et al.*, 1980 ; SAXENA *et al.*, 1982).

Des coumarines particulières, les inophyllums B et P, peuvent être utilisées dans la lutte contre HIV-1, en inhibant la transcription reverse du virus (PATIL *et al.*, 1993 ; KAWAZU *et al.*, 1998 ; SPINO *et al.*, 1999).

Certaines pyranocoumarines peuvent être utilisées dans la lutte contre le cancer (MCKEE *et al.*, 1998 ; ITOIGAWA *et al.*, 2001).

INTÉRÊT INDUSTRIEL

Existence de brevets dans les domaines cosmétique (BOUCHER *et al.*, 1999) et médical, en particulier comme agents antiviraux (JENTA *et al.*, 2000 ; KASHMAN *et al.*, 2002).

MODE D'OBTENTION

Cueillette et mise en culture.

Admission dans la sélection restreinte.

BIBLIOGRAPHIE

ADINARAYANA D., SESHADRI T.R., 1965 – Chemical components of the Indian seeds of *Calophyllum inophyllum*. The structure of a new 4-phenylcoumarin, ponnalide. *Bull. Nat. Inst. Sci. India,* 31 : 91.

AL-JEBOURY F. S., LOCKSLEY H.D., 1971 – Xanthones in the heartwood of *Calophyllum inophyllum* : a geographical survey. *Phytochemistry,* 10 : 603.

BHALLA T. N., SAXENA R. C., NIGAM S. K., 1980 – Calaphyllolide – a new non-steroidal anti-inflammatory agent. *Indian Journal of Medical Research,* 72 : 762-765.

BOUCHER C., MOUSNY B., SMITS J.-J., 1999 – *Calophyllum* oil extracted at ambient temperature has UV protecting, antiradical, antioxidant, antiaging and therapeutic properties, Patent.

BURKILL H. M., 1994 – *The useful plants of West tropical Africa*. Vol. 2, Royal Botanic Gardens Kew, Kew (UK), 636 p.

CAVÉ A., DEBRAY M., HENRY G., KUNESCH G., POLONSKY J., 1972 – The structure of a novel 4-alkylcoumarin isolated from *Calophyllum inophyllum*. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences (Paris) - Série C*, 275 : 1105.

CHANDLER R. F., HOOPER S. N., 1979 – Friedelin and associated triterpenoids. *Phytochemistry*, 18 : 711-724.

DRURY C. H., 1873 – *The useful plants of India with notices of their chief medicinal value in commerce, medicine and the arts*. Higginbotham, Madras (India).

DWECK A. C., MEADOWS T., 2002 – Tamanu (*Callophyllum inophyllum*) - the African, Asian, Polynesian and Pacific Panacea. *International Journal of Cosmetic Science*, 24 (6) : 341-348.

GAMES D. E., 1972 – Identification of 4-phenyl and 4-alkylcoumarins in *Mammea americana* L., *Mammea africana* G. Don and *Calophyllum inophyllum* by gas chromatography/mass spectrometry. *Tetrahedron Letters*, 13 (31) : 3187-3190.

GAUTIER J., KUNESCH G., POLONSKY J., 1972 – Structure of calophynic acid, a novel constituent of [seeds of] *Calophyllum inophyllum*. *Tetrahedron Letters*, 13 (27) : 2715-2718.

GEDEON J., KINEL F. A., 1956 – Saponins and sapogenins. 2. *Arch. Pharm. (Weinheim)*, 289 : 162.

GOH S. H., JANTAN I., WATERMAN P. G., 1992 – Neoflavonoid and biflavonoid constituents of *Calophyllum inophylloide*. *Journal of Natural Products*, 55 (10) : 1415-1420.

GOPALKRISHNAN C., SHANKARANARAYANAN D., NAZIMUDEEN S. K., VISWANATHAN S., KAMESWARAN L., 1980 – Anti-inflammatory and CNS depressant activities of xanthones from *Calophyllum inophyllum* and *Mesua ferrea*. *Indian Journal of Pharmacy*, 12 (3) : 181-191.

GOVINDACHARI T. R., 1968 – Chemical components of the heartwood of *Calophyllum inophyllum*. Part 1. Isolation of mesuaxanthone B and a new xanthone, calophyllin B. *Indian Journal of Chemistry*, 6 : 57.

GOVINDACHARI T. R., VISWANATHAN N., PAI B. R., RAO R., SRINIVASAN M., 1967 – Triterpenes of *Calophyllum inophyllum* Linn. *Tetrahedron*, 23 (4) : 1901-10.

IINUMA M., TOSA H., TANAKA T., YONEMORI S., 1994 – Two new xanthones in the underground part of *Calophyllum inophyllum*. *Heterocycles*, 37 : 833-838.

IINUMA M., TOSA H., TANAKA T., YONEMORI S., 1995 – Two xanthones from roots of *Calophyllum inophyllum*. *Phytochemistry*, 38 (3) : 725-728.

ITOIGAWA M., ITO C., TAN H. T. W., M. KUCHIDE, TOKUDA H., NISHINO H., FURUKAWA H., 2001 – Cancer chemopreventive agents, 4-phenylcoumarins from *Calophyllum inophyllum*. *Cancer Letters*, 169 (1) : 15-19.

JENTA T. R., LIN Y. M., XU Z. Q., ANDERSON H., FLAVIN M. T., WILLIAMS M., 2000 – Scalable method for the isolation of anti-HIV agents from the tropical plant *calophyllum*, Patent.

KASHMAN Y., CARDELLINA J. H., SOEJARTO D., BOYD M. R., CRAGG G. M., MCMAHON J. B., FULLER R. W., GUSTAFSON K. R., 2002 – Calanolide and related antiviral compounds, compositions, and uses thereof, Patent n° US2002086898 A1.

KASIM S. M., NEELAKANTAN S., RAMAN P. V., NAIR A. G. R., 1974 – Structure of the myricetin glucoside from the flowers of *Calophyllum inophyllum*. *Current Science*, 43 (15) : 476-477.

KAWAZU K., NITODA T., KANZAKI H., 1998 – An analytical method of inophyllums A, B, C, D, E, and P, anti-HIV constituents of *Calophyllum inophyllum* by HPLC. *Scientific Reports of the Faculty of Agriculture, Okayama University*, (87) : 13-16.

MCKEE T. C., COVINGTON C. D., FULLER R. W., BOKESCH H. R., YOUNG S., CARDELLINA J. H., KADUSHIN M. R., SOEJARTO D., STEVENS P. F., CRAGG G. M., BOYD M. R., 1998 – Pyranocoumarins from tropical species of the genus *Calophyllum* : a chemotaxonomic study of extracts in the National Cancer Institute collection. *Journal of Natural Products*, 61 (10) : 1252-1256.

MURTI V. V. S., KUMAR P. S. S., SESHADRI T. R., SAMPATH KUMAR P. S., 1972 – Structure of ponnalide. *Indian Journal of Chemistry*, 10 (3) : 255-257.

NADKARNI K. M., NADKARNI A. K., 1999 – *Indian Materia Medica with Ayurvedic, Unani-Tibbi, Siddha, allopathic, homeopathic, naturopathic and home remedies.* Vol. 2/, Popular Prakashan Private Ltd., Bombay (India).

NAIR A. G. R., SUBRAMANIAN S. S., 1964 – Eucocyanidin from the seed coat of *Calophyllum inophyllum* Linn. *Current Science*, 33 : 336-337.

PATIL A. D., FREYER A. J., EGGLESTON D. S., HALTIWANGER R. C., BEAN M. F., TAYLOR P. B., CARANFA M. J., BREEN A. L., BARTUS H. R., JOHNSON R. K., *et al*., 1993 – The inophyllums, novel inhibitors of HIV-1 reverse transcriptase isolated from the Malaysian tree, *Calophyllum inophyllum* Linn. *Journal of medicinal chemistry*, 36 (26) : 4131-4138.

QUISUMBING E., 1951 – *Medicinal Plants of the Philippines*. Manila, Philippine Islands, Manila Bureau of Printing, Techical Bulletin 16, 1234 p.

SAMPATHKUMAR P. S., MURTI V. V. S., SESHADRI T. R., 1970 – Occurrence of erythrodiol-3-acetate in the sapwood of *Calophyllum inophyllum*. *Indian Journal of Chemistry*, 8 : 105.

SAXENA R.C., NATH R., PALIT NIGAM S.K., BHARGAVA K.P., 1982 – Effect of calophyllolide, a nonsteroidal anti-inflammatory agent, on capillary permeability. *Planta Medica*, 44 (4) : 246-248.

SCHULTES R. E., RAFFAUF R. F., 1990 – *The Healing Forest - Medicinal and toxic plants of the Northwest Amazonia*. Dioscorides Press, Portland, Oregon (USA), 484 p.

SPINO C., DODIER M., SOTHEESWARAN S., 1999 – Anti-HIV coumarins from *calophyllum* seed oil. *Bioorganic and Medicinal Chemistry Letters*, 8 (24) : 3475-3478.

SUBRAMANIAN S. S., NAIR A. G. R., 1965 – Flavonoids of the flowers of *Calophyllum inophyllum*. *Bull. Natl. Inst. Sci. India*, 31 : 39.

SUBRAMANIAN S. S., NAIR A. G. R., 1971 – Myricetin-7-glucoside from the andracium of the flower of *Calophyllum inophyllum*. *Phytochemistry*, 10 : 1679-1680.

Rédacteur : F. DEMARNE

Gardenia taitensis DC. (Rubiaceae)

Statut IUCN

Cultivée en Polynésie française, pas de statut IUCN.

Accessibilité, répartition géographique et type biologique

Arbuste à petit arbre ; largement répandu dans toutes les îles du Pacifique Sud ; pas de problèmes d'accessibilité en raison de son statut.

Usages

Parfumerie ; cosmétiques.

La sève serait utilisée en médecine traditionnelle (Wilkinson et Elevitch, 2000).

Composition chimique

Les principaux composés oxygénés qui constituent la concrète de *Gardenia taitensis* sont le linalol (4,4 %), le salicylate de méthyle (2,5 %), le (Z)-3-hexenyl benzoate (2,2 %), l'alcool dihydroconiferyl (1,1 %), le (Z)-3-hexenyl salicylate (0,7 %), le benzoate de benzyle (6,2 %), le dihydroconiferyl acetate (12,2 %), le 2-phenylethyl benzoate (6,2 %), le salicylate de benzyle (2,5 %), le benzoate de géranyle (2,1 %) et le salicylate de 2-phényléthyle (2,2 %). L'identification de nombreux dihydroconiferyl esters semble être unique à cette espèce (Claude-Lafontaine *et al.*, 1992).

Triterpénoïdes (Davies *et al.*, 1992).

Propriétés pharmacologiques et toxicologiques

Plante dépourvue de toxicité (Pétard, 1986).

Intérêt industriel

Parfumerie.

Mode d'obtention

Cueillette ; petites plantations de jardin ; haies.

Admission dans la sélection restreinte.

Bibliographie

Claude-Lafontaine A., Raharivelomanana P., Bianchini J. P., Schippa C., Azzaro M., Cambon A., 1992 – Volatile Constituents of the Flower Concrete of *Gardenia taitensis* DC. *Journal of Essential Oil Research,* 4 (4) : 335-343.

Davies N. W., Miller J. M., Naidu R., Sotheeswaran S., 1992 – Triterpenoids in bud exudates of Fijian Gardenia species. *Phytochemistry*, 31 (1) : 159-162.

Pétard P., 1986 – *Plantes utiles de Polynésie et Raau Tahiti*. *Ed. rev. et augm*. Papeete, Haere Po No Tahiti, 345 p.

Wilkinson K. M., Elevitch C. R., 2000 – *Nontimber Forest Products for Pacific Islands. An introductory guide for producers*. 30 p.

Rédacteur : F. Demarne

Ilex anomala Hook. & Arnott (Aquifoliaceae)

Synonymes

Ilex marquensensis F. Br.
Ilex taitensis (A. Gray) J. W. Moore

Statut IUCN

Non menacé.

Accessibilité, répartition géographique et type biologique

Arbre indigène caractéristique des vallons et crêtes d'altitude en forêt de nuages.

Distribution géographique : Marquises, Société et Hawaï.

Usages

Traditionnellement utilisé par les Tahitiens comme masticatoire pour lutter conte la fatigue (à rapprocher du maté, *Ilex paraguariensis* A.St.-Hil.).

Composition chimique

Peu connue ; travaux anciens.

Elle est à comparer avec celle de *Ilex paraguensis* qui fournit le célèbre « maté » d'Amérique du Sud (de nombreux ouvrages traitent de cette plante).

Caféine : 4 % (drogue sèche).

Huile essentielle.

Tanin.

Gomme résine.

Propriétés pharmacologiques et toxicologiques

Propriétés pharmacologiques

La caféine a une action sur le système nerveux et sur le système cardio-vasculaire.

■ Sur le système nerveux central : la caféine est un stimulant cortical qui maintient l'état d'éveil, facilitant l'idéation, qui diminue l'état de fatigue. Des doses très fortes peuvent induire de la nervosité, des tremblements, de l'insomnie. Elle stimule le centre respiratoire bulbaire, accroissant la sensibilité de celui-ci à l'action du dioxyde de carbone.

■ Sur le système cardio-vasculaire : la caféine développe une action inotrope positive, une tachycardie et une augmentation du débit cardiaque, une légère action vasodilatatrice périphérique, une discrète activité diurétique.

Toxicologie

Aucune étude à ma connaissance.

Intérêt industriel

Dans le domaine du médicament

Introduction dans la liste des plantes médicinales de la « pharmacopée » en raison de propriétés stimulantes au même titre que les drogues à caféine (café, thé, cola, guarana, maté…).

Introduction dans la liste des drogues du *Cahier de l'agence n° 3* avec comme indications 47, 83, 85, 86, 151, par voie orale ; 30, 86, par voie locale.

« Traditionnellement utilisé » :

■ 47 : dans les diarrhées légères

■ 83 : dans les états de fatigue passagers

■ 85 : pour faciliter la perte de poids en complément de mesures diététiques

■ 151 : pour favoriser l'élimination rénale de l'eau

■ 30 : en usage local, comme traitement d'appoint adoucissant et pour calmer les démangeaisons des affections de la peau, en cas de crevasses, écorchures, gerçures et contre les piqûres d'insectes

■ 86 : en usage local, pour faciliter la perte de poids en complément de mesures diététiques.

Dans le domaine agroalimentaire

En raison de sa teneur en caféine, pourrait être utilisé dans des boissons stimulantes (du type « Coca-Cola », « guarana », « thé ») ou boissons dites « énergisantes ».

Contraintes réglementaires

Pour respecter la législation française, la teneur en caféine des boissons « stimulantes » ou « énergisantes » ne doit pas dépasser 150 mg/l (la législation n'est pas harmonisée dans l'Union européenne ; certains pays acceptent jusqu'à 300 mg/l).

Remarque. La caféine est inscrite sur la liste des substances et procédés dopants interdits (arrêté du 7.10.94). L'analyse d'un échantillon urinaire est considérée comme positive pour une concentration supérieure à 12 m/l.

Itinéraire de production

Mode d'obtention : cueillette.

Contrôle qualité.

En appliquant les techniques et protocoles connus pour les autres drogues à caféine (monographies de *Pharmacopée européenne* et *Pharmacopée française*), la mise au point du contrôle de cette drogue paraît relativement aisée.

Admission dans la sélection restreinte.

Orientations

Favorables après résultat de l'analyse toxicologique mais encore beaucoup de travail pour finaliser la production.

Bibliographie

Agence du médicament, 1997 – *Médicaments à base de plantes : septembre 1997*. Paris, Agence du médicament, Les cahiers de l'agence n° 3, 81 p.

Rédacteur : I. Fourasté

Morinda citrifolia L. (Rubiaceae)

Accessibilité, répartition géographique et type biologique

Arbuste à petit arbre naturalisé.

Abondant et répandu. Végétation ouverte littorale et mésique de basse altitude, sur tous substrats.

Distribution géographique : Australes, Gambier, Marquises, Société, Tuamotu.

Usages

Fruit

Gingivites
Tuberculose
Anthelmintique (hommes et animaux)
Purgatif
Consommation alimentaire +/– régulière ; en cas de famine uniquement sur certaines îles.

Fleurs

Problèmes oculaires.

Feuilles

Traitement des teignes, des furoncles
Rhumatismes et douleurs rhumatismales
Problèmes inflammatoires en application externe
Refroidissements et neuralgies faciales (application externe)
Refroidissements du torse et toux (application externe)

Inflammation buccale (par mastication)

Traitement des saignements internes, gonflements et problèmes hépatiques par application externe

Traitement des ulcères

Traitement de la goutte

Consommation alimentaire +/– régulière.

Écorce

Astringent dans le traitement de la malaria.

Racine

Traitement de l'hypertension.

Composition chimique

Feuille

Diterpènes : E-phytol.

Triterpènes : cycloarténol.

Stéroïdes : stigmasta-4-en-3-one, stigmasta-4-22-dien-3-one, β-sitostérol, stigmastérol, campesta-5,7,22-trien-3β-ol.

Iridoïdes : citrifolinin A, citrifolinin A-1, citrifolinoside.

Fruit

Iridoïdes : asperulosidic acid, 6-O-(β-D-glucopyranosyl)-1-0-octanoyl-β-D-glucopyranose, aucubine.

Acides gras libres et combinés (trisaccharides).

Avonoïdes : rutine.

Coumarines : scopolétine.

Les composés auxquels avait été attribuée l'activité : xéronine et préxéronine, n'ont jamais été identifiés. En l'état actuel des travaux, leur existence est hautement improbable.

Racine

Anthraquinones : damnacanthal, morindone, rubiadin, rubiadin methyl ether, anthraquinone glucoside, methoxy-formyl-hydroxyanthraquinone.

Propriétés pharmacologiques et toxicologiques

Feuille

Activité antituberculeuse *in vitro* (composés lipophiles).

Inhibition de UVB-induced activator protein-1 (iridoïdes).

Inhibition Cox-1 (faible).

Activité nématicide.

Fruit

Inhibition de la transactivation AP-1 et de la transformation cellulaire dans la tumorogenèse (iridoïdes).

Activité anti-inflammatoire par inhibition de la Cox-1 (faible) et de la Cox-2 (forte).

Activité anticancéreuse sur carcinome Lewis-Lung implantée chez la souris (*via* stimulation du système immunitaire, voie IP), diminuée par l'administration d'immunosuppresseurs.

Pas de cytotoxicité sur cellules KB ou LLC *in vitro*.

Stimulation de la production de médiateurs : TNF-α, interféron-γ, interleukines, oxyde nitrique.

Prévention de la formation d'adduct du DMBA sur l'ADN *in vitro* probablement par l'intermédiaire de l'activité anti-oxydante, cancer du sein sur souris. L'action se manifeste aux stades primaires de la cancérogenèse.

Activité antibactérienne (faible) sur diverses souches.

Activité hépato-protectrice après intoxication au CCl4 sur le rat.

Racine

Inhibition Cox-1 (forte).

Inhibition des tyrosine-kinases, augmentation de la fragmentation de l'ADN irradié par UV et de l'apoptose en résultant (damnacanthal).

Activité antivirale (sur HIV).

Activité hypotensive.

Tige

Activité antimalariale *in vitro*.

Pharmacocinétique

Une étude sur le rat ou la scopolétine était utilisée comme traceur d'absorption du jus. Ne s'agissant probablement pas d'un principe actif significatif, l'intérêt en est quasi nul.

Études cliniques

Une étude de phase I est en préparation à l'université d'Hawaii, organisée par le National Center for Complementary and Alternative Medicine (NCCAM) dans le traitement des néoplasmes et néoplasmes métastasés.

Elle utilise des gélules de 500 mg d'extrait sec de jus. Les buts sont essentiellement de déterminer la dose maximale tolérée, définir la toxicité et collecter des informations préliminaires en termes d'efficacité.

Une étude clinique contre placebo (38 et 30 cas) sur des fumeurs a été effectuée pour étudier l'effet anti-oxydant du jus de morinda sur la capacité anti-oxydante du plasma (radicaux superoxydes et lipides péroxydés).

L'absorption de jus de morinda augmente fortement la capacité anti-oxydante du plasma.

Une étude contre placebo aurait été conduite à la Mount Sinai School of Medicine sur l'hypertension. Les résultats seraient positifs, mais nous n'avons pas de compte rendu de cette étude. De plus, le faible nombre de patients impliqués (9) rend les conclusions aléatoires.

Intérêt industriel

Fruit

Commercialisé à grande échelle comme supplément alimentaire, principalement aux États-Unis, sous forme de jus de fruit pasteurisé mais aussi de jus séché ou d'extrait sec.

VALORISATION POTENTIELLE

La production de fruit devrait se pérenniser, surtout avec l'ouverture du marché européen. La valorisation comme boisson ou aliment à propriété anti-oxydante est à développer.

L'aspect thérapeutique, dépendant des études en cours, semble plus aléatoire, pour des raisons à la fois réglementaire et scientifique. En effet, la quasi-totalité des effets observés est à relier au pouvoir anti-oxydant ou à l'aspect immuno-stimulant. Il s'agit là de propriétés biologiques non spécifiques, et non de propriétés thérapeutiques spécifiques.

CONTRAINTES RÉGLEMENTAIRES

Une autorisation européenne du Scientific Committee on Food (SCF) pour la commercialisation d'un produit (Tahitian noni juice, Morinda Inc.) a été accordée en décembre 2002.

Cette autorisation, obtenue sur présentation d'un dossier principalement toxicologique, permet de conclure à la non-toxicité du produit étudié.

Cette première autorisation devrait permettre l'obtention d'autres autorisations par la procédure simplifiée de l'équivalence substantielle.

Une demande de commercialisation a été déposée en 2003 en Grande-Bretagne par la société US Neways International pour un jus de noni.

Brevets relatifs au morinda

Nous avons identifié 63 brevets relatifs, au moins partiellement, au morinda. Ils touchent tous les domaines : fabrication, formulation, activité biologique, cosmétologie, alimentation humaine ou animale…

La plupart des brevets sont originaires des États-Unis, du Japon ou de Chine. La grande majorité a été déposée en 2000 et 2001.

Une analyse complète de leur validité (technique et juridique) serait nécessaire avant tout travail de développement sur ce produit.

Une étude des dépôts de marques relatifs au morinda serait également utile dans la perspective d'une valorisation à long terme.

Morinda citrifolia *n'entre pas dans la réglementation des médicaments à base de plantes. En revanche, en raison de l'acceptation par les Pays-Bas d'un complément alimentaire à base de morinda, l'introduction dans cette catégorie de produit paraît possible.*

ITINÉRAIRE DE PRODUCTION

Mode d'obtention : cueillette, essais de culture.

Admission dans la sélection restreinte.

BIBLIOGRAPHIE

AALBERSBERG W. G. L., HUSSEIN S., SOTHEESWARAN S., PARKINSON S., 1993 – Carotenoids in the leaves of *Morinda citrifolia*. *Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants*, 2 (1) : 51-54.

ANCOLIO C., AZAS N., MAHIOU V., OLLIVIER E., DI GIORGIO C., KEITA A., TIMON DAVID P., BALANSARD G., 2002 – Antimalarial activity of extracts and alkaloids isolated from six plants used in traditional medicine in Mali and Sao Tome. *Phytotherapy Research*, 16 (7) : 646-649.

BRENDLER T., GRUENWALD J., JAENICKE C., 2001 – *Herb-CD$_4$ Herbal remedies*. Medpharm Scientific Publishers. Stuttgart, Germany.

COMMISSION DES COMMUNAUTÉS EUROPÉENNES, 2003 – Décision de la Commission du 5 juin 2003 relative à l'autorisation de mise sur le marché de « jus de noni » (jus du fruit de *Morinda citrifolia* L.) en tant que nouvel ingrédient alimentaire, en application du règlement (CE) n° 258/97 du Parlement européen et du Conseil (2003/426/CE). *Journal officiel* n° L 144 du 12 juin 2003.

DAULATABAD C. D., MULLA G. M., MIRAJKAR A. M., 1989 – Ricinoleic acid in *Morinda citrifolia* seed oil. *Journal of the Oil Technologists' Association of India*, 21 (2) : 26-27.

DITTMAR A., 1993 – *Morinda citrifolia* L. Use in indigenous Samoan medicine. *Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants,* 1 (3) : 77-92.

DIXON A. R., MCMILLEN H., ETKIN N. L., 1999 – Ferment This : The Transformation of Noni, a Traditional Polynesian Medicine (*Morinda citrifolia*, Rubiaceae). *Economic Botany*, 53 (1) : 51-68.

EUROPEAN COMMISSION, HEALTH AND CONSUMER PROTECTION DIRECTORATE-GENERAL, DIRECTORATE C – *Opinion of the Scientific Committee on Food on Tahitian Noni*[R] *Juice (expressed on 4 December 2002)*. Scientific Committee on Food, SCF/CS/NF/DOS/18 ADD 2 Final, 11 December 2002.

FARINE J. P., LEGAL L., MORETEAU B., LE QUERE J. L., 1996 – Volatile components of ripe fruits of *Morinda citrifolia* and their effects on Drosophila. *Phytochemistry*, 41 (2) : 433-438.

HIRAZUMI A., FURUSAWA E., 1999 – An immunomodulatory polysaccharide-rich substance from the fruit juice of *Morinda citrifolia* (noni) with antitumour activity. *Phytotherapy Research*, 13 (5) : 380-387.

HIRAZUMI A., FURUSAWA E., CHOU S. C., HOKAMA Y., 1994 – Anticancer activity of *Morinda citrifolia* (noni) on intraperitoneally implanted Lewis lung carcinoma in syngeneic mice. *Proceedings of the Western Pharmacology Society*, 37 : 145-6.

HIWASA T., ARASE Y., CHEN Z., KITA K., UMEZAWA K., ITO H., SUZUKI N., 1999 – Stimulation of ultraviolet-induced apoptosis of human fibroblast UVr-1 cells by tyrosine kinase inhibitors. *FEBS Letters*, 444 (2-3) : 173-176.

INOUE K., NAYESHIRO H., INOUYET H., ZENK M., 1981 – Anthraquinones in cell suspension cultures of *Morinda citrifolia*. *Phytochemistry,* 20 (7) : 1693-1700.

LEACH A. J., LEACH D. N., LEACH G. J., 1988 – Antibacterial activity of some medicinal plants of Papua New Guinea. *Science in New Guinea*, 14 (1) : 1-7.

LEVAND O., LARSON H. O., 1979 – Some chemical constituents of *Morinda citrifolia*. *Planta Medica,* 36 (2) : 186-187.

LI R.W., MYERS S.P., LEACH D.N., LIN G.D., LEACH G., 2003 – A cross-cultural study : anti-inflammatory activity of Australian and Chinese plants. *Journal of Ethnopharmacology*, 85 (1) : 25-32.

LI Y. F., GONG Z. H., YANG M., ZHAO Y. M., LUO Z. P., 2003 – Inhibition of the oligosaccharides extracted from *Morinda officinalis*, a Chinese traditional herbal medicine, on the corticosterone induced apoptosis in PC12 cells. *Life Science,* 72 (8) : 933-942.

LIU G., BODE A., MA W.Y., SANG S., HO C.T., DONG Z., 2001 – Two novel glycosides from the fruits of *Morinda citrifolia* (noni) inhibit AP-1 transactivation and cell transformation in the mouse epidermal JB6 cell line. *Cancer Research,* 61 (15) : 5749-5756.

MACKEEN M.M., ALI A.M., ABDULLAH M.A., NASIR R.M., MAT N.B., RAZAK A.R., KAWAZU K., 1997 – Antinematodal activity of some Malaysian plant extracts against the pine wood nematode, *Bursaphelenchus xylophilus*. *Pesticide Science*, 51 (2) : 165-170.

MALA S., SINGH J., SRIVASTAVA M., 1993 – A new anthraquinone glycoside from *Morinda citrifolia*. *International Journal of Pharmacognosy*, 31 (3) : 182-184.

MANSOR P., 1988 – Traditional salad vegetables of Malaysia. *Teknologi Sayur Sayuran*, 4 : 1-5.

MCCLATCHEY W., 2002 – From Polynesian healers to health food stores : changing perspectives of M*orinda citrifolia* (Rubiaceae). *Integrative Cancer Therapies*, 1 (2) : 110-120.

MCKOY M.L., THOMAS E.A., SIMON O.R., 2002 – Preliminary investigation of the anti-inflammatory properties of an aqueous extract from *Morinda citrifolia* (noni). *Proceedings of the Western Pharmacology Society,* 45 : 76-78.

MORÓN RODRIGUEZ F.J., MORÓN PINEDO D., 2004 – Mito y realidad de *Morinda citrifolia* L. (noni). *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 9 (3).

MUELLER B.A., SCOTT M.K., SOWINSKI K.M., PRAG K.A., 2000 – Noni juice (*Morinda citrifolia*) : hidden potential for hyperkalemia ? *American journal of kidney diseases* : the official journal of the National Kidney Foundation, 35 (2) : 310-312.

RUSIA K., SRIVASTAVA S.K., 1989 – A new anthraquinone from the roots of *Morinda citrifolia* Linn. *Current Science*, 58 (5) : 249.

SALUDES J.P., GARSON M.J., FRANZBLAU S.G., AGUINALDO A.M., 2002 – Antitubercular constituents from the hexane fraction of *Morinda citrifolia* Linn. (Rubiaceae). *Phytotherapy Research*, 16 (7) : 683-685.

SANG S., HE K., LIU G., ZHU N., CHENG X., WANG M., ZHENG Q., DONG Z., GHAI G., ROSEN R.T., HO C.T., 2001 – A new unusual iridoid with inhibition of activator protein-1 (AP-1) from the leaves of *Morinda citrifolia L*. *Organic Letters*, 3 (9) : 1307-1309.

SANG S., LIU G., HE K., ZHU N., DONG Z., ZHENG Q., ROSEN R.T., HO C.T., 2003 – New unusual iridoids from the leaves of noni (*Morinda citrifolia* L.) show inhibitory effect on ultraviolet B-induced transcriptional activator protein-1 (AP-1) activity. *Bioorganic & medicinal chemistry*, 11 (12) : 2499-2502.

SANG S.M., CHENG X.F., ZHU N., STARK R.E., BADMAEV V., GHAI G., ROSEN R.T., HO C.T., 2001 – Flavonol glycosides and novel iridoid glycoside from the leaves of *Morinda citrifolia*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49 (9) : 4478-4481.

SANG S.M., CHENG X.F., ZHU N.Q., WANG M.F., JHOO J.W., STARK R.E., BADMAEV V., GHAI G., ROSEN R.T., HO C.T., 2001 – Iridoid glycosides from the leaves of *Morinda citrifolia*. *Journal of Natural Products*, 64 (6) : 799-800.

SANG S.M., HE K., LIU G.M., ZHU N.Q., WANG M.F., JHOO J.W., ZHENG Q.Y., DONG Z.G., GHAI G.T., ROSEN R.T., HO C.T., 2001 – Citrifolinin A, a new unusual iridoid with inhibition of Activator Protein-1 (AP-1) from the leaves of noni (*Morinda citrifolia* L.). *Tetrahedron Letters*, 42 (10) : 1823-1825.

VICKERS A., 2002 – Botanical medicines for the treatment of cancer : Rationale, overview of current data, and methodological considerations for phase I and II trials. *Cancer Investigation*, 20 (7-8) : 1069-1079.

WANG M., KIKUZAKI H., CSISZAR K., BOYD C.D., MAUNAKEA A., FONG S.F.T., GHAI G., ROSEN R.T., NAKATANI N., HO C., 1999 – Novel trisaccharide fatty acid ester identified from the fruits of *Morinda citrifolia* (Noni). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47 (12) : 4880-4882.

WANG M., KIKUZAKI H., JIN Y., NAKATANI N., ZHU N., CSISZAR K., BOYD C., ROSEN R.T., GHAI G., HO C.T., 2000 – Novel glycosides from noni (*Morinda citrifolia*). *Journal of Natural Products*, 63 (8) : 1182-1183.

WANG M.Y., SU C., 2001 - Cancer preventive effect of *Morinda citrifolia* (Noni). *Annals of the New York Academy of Sciences*, 952 : 161-168.

WANG M.Y., WEST B.J., JENSEN C.J., NOWICKI D., SU C., PALU A.K., ANDERSON G., 2002 – *Morinda citrifolia* (Noni) : a literature review and recent advances in Noni research. *Acta Pharmacologica Sinica*, 23 (12) : 1127-1141.

YAMAGUCHI S., OHNISHI J., SOGAWA M., MARU I., OHTA Y., TSUKADA Y., 2002 – Inhibition of angiotensin I converting enzyme by noni (*Morinda citrifolia*) juice. *Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi = Journal of the Japanese Society for Food Science and Technology*, 49 (9) : 624-627.

YOUNOS C., ROLLAND A., FLEURENTIN J., LANHERS, M. C., MISSLIN, R., MORTIER, F., 1990 – Analgesic and behavioural effects of *Morinda citrifolia*. *Planta Medica*, 56 (5) : 430-434.

Rédacteur : Y. BARBIN

Piper methysticum G. Forst. [Piperaceae]

Synonyme

Piper wichmanni C. DC.

Autres synonymies, anciennes (Lebot et Cabalion, 1986).

Statut IUCN

Plante cultivée ou naturalisée, sans statut IUCN.

Accessibilité, répartition géographique et type biologique

Variétés de Polynésie française :

■ 14 variétés connues autrefois à Tahiti mais déjà quasi disparues à cette époque (Cuzent, 1983 [1860]).

■ 19 cultivars encore utilisés aux Marquises en 1935 (Brown, 1935).

Usages

Usage rituel et médicinal, consommation traditionnelle sous forme de boisson (Lebot et Cabalion, 1986 ; Lebot *et al.*, 1992).

Consommation néo-traditionnelle au Vanuatu, dans les villes, et en Nouvelle-Calédonie (André, 1999 ; Chanteraud, 1994, 1999, 2001).

Composition chimique

Polynésie française :

■ 4 cultivars traités par Lebot et Levesque (1989).

■ Études par Isabelle Lechat-Vahirua à Papeete (Institut Malardé).

Propriétés pharmacologiques et toxicologiques

Principale utilisation

Comme anxiolytique à base d'extrait de kava (synergie entre les principes actifs, kavalactones ou kavapyrones, ce qui justifie l'utilisation d'extraits naturels), ou de D,L-kavaïne (pas de synergie en ce cas).

Principal reproche

Le kava présenterait un risque de toxicité hépatique.

Les causes possibles en seraient les suivantes :

■ présence de piperméthysticine (hépatotoxique *in vitro*) dans des médicaments issus de lots de « peelings » (épluchures de bas de tiges) importés des îles Fidji ;

■ absence ou réduction forte dans les extraits de kava à l'alcool ou à l'acétone du glutathion présent dans la boisson traditionnelle (où il aurait un rôle protecteur par ses effets antioxydants et la conjugaison des p-OH-kava-quinones formées au cours du métabolisme) ;

■ débordement des défenses hépatiques chez des patients fragiles ou fragilisés (causes précédentes et/ou causes idiosyncrasiques au niveau de l'équipement du foie en cytochromes) ;

■ recherches récentes à ce sujet en Nouvelle-Calédonie et à Futuna sur crédits du Secrétariat d'État à l'outre-mer, SEOM (Cabalion *et al.*, 2003 ; Warter, 2003).

Intérêt industriel

Base de production d'extraits de kava à visée anxiolytique.

Brevets

L'Oréal : usages cosmétiques du kava.

Pernod-Ricard : intérêt du kava dans le sevrage des éthylomanes.

Contraintes réglementaires

En Polynésie : arrêté de 1927 qui interdit la culture, la préparation, la détention, la circulation, la consommation, le don, l'échange ou la vente de

kava aux Marquises. Il a été abrogé par un arrêté en Conseil des ministres en 2001 (662 CM du 16 mai) à l'initiative du Service du développement rural.

Pharmacopées de pays industrialisés : usage pharmaceutique interdit en l'an 2002 dans de nombreux pays industrialisés, Allemagne, France, Japon, etc., mais reste autorisé aux États-Unis. Totalement interdit dans certains pays, comme le Canada.

Changement en cours : levée récente de l'interdiction de l'usage alimentaire du kava (parlement du Pays de Galles, 2003).

Pas d'interdiction de la consommation traditionnelle ou néo-traditionnelle (sauf aux Marquises, voir arrêté susmentionné).

Commentaires de Mme Fourasté

Deux décisions de police sanitaire ont été prises au niveau français :

a) JO de la République française, du 12 janvier 2002 : Décision du 8 janvier 2002 portant suspension de la mise sur le marché, à titre gratuit ou onéreux, de la délivrance et de l'utilisation à des fins thérapeutiques du kava (kava-kava, Piper methysticum*) et de produits en contenant, sous toutes formes, à l'exception des médicaments homéopathiques à des dilutions égales ou supérieures à la cinquième centésimale hahnemannienne.*

b) JO de la République française : Décision du 13 mars 2003 portant interdiction de la mise sur le marché, à titre gratuit ou onéreux, de la délivrance et de l'utilisation à des fins thérapeutiques du kava (kava-kava, Piper methysticum*) et de produits en contenant, sous toutes formes, à l'exception des médicaments homéopathiques à des dilutions égales ou supérieures à la cinquième centésimale hahnemannienne.*

Ces deux décisions ont été prises à la suite de l'estimation par le groupe européen de pharmacovigilance d'un rapport bénéfice/risque négatif. Des décisions analogues ont été prises en Europe (Espagne, Portugal, Irlande, Allemagne, Royaume-Uni) et hors d'Europe (Canada et Australie). La Food and Drug Administration (FDA) n'a pas pour l'instant pris de mesures restrictives à l'égard de cette plante, mais a également informé les consommateurs du risque encouru.

De ce fait, l'utilisation du kava en tant que médicament ou en tant que complément alimentaire paraît compromise pour de nombreuses années.

Il ne semble pas raisonnable, dans ces conditions, d'encourager la production de kava dans un but autre que BOISSON CONVIVIALE LOCALE.

ITINÉRAIRE DE PRODUCTION

Bouturage uniquement.

ORIENTATIONS

Le kava présente actuellement deux intérêts principaux, en pharmacie comme anxiolytique naturel, et en alimentaire comme boisson conviviale dans le Pacifique.

Après la découverte en Allemagne et en Suisse de cas de toxicité hépatique attribués au kava, de nombreuses recherches ont eu lieu pour mieux connaître l'état de la question et les causes éventuelles de ces phénomènes. Un lobbying mené à Bruxelles par les pays du Pacifique a également permis à un groupe d'experts consultants de donner un avis en faveur de l'usage de cette plante (GRUENWALD *et al.*, 2003). On peut penser que l'interdiction du kava dans les années 2001 et suivantes est, au moins partiellement ou indirectement, le produit d'un lobbying en sens inverse, mais également l'application du principe de précaution.

Aucun cas d'hépatite fulminante n'a pu être trouvé dans le Pacifique et il est raisonnable de penser que la boisson à la manière traditionnelle n'est pas menacée et conservera son marché dans le Pacifique et peut-être ailleurs. En ce qui concerne le marché pharmaceutique, des recherches complémentaires restent nécessaires (rôles du glutathion, éventuellement du sélénium, des p-OH-kavaquinones, exploration des cytochromes hépatiques liés à la métabolisation du kava...) pour établir un nouveau rapport bénéfice/risque du kava en pharmacie (WARTER, 2003), ou plus généralement en santé incluant les effets des utilisations de type alimentaire (CABALION *et al.*, 2003). Par ailleurs, les posologies pourraient être revues à la hausse.

Conclusion. Il paraît judicieux de conseiller à la Polynésie française de ne pas abandonner ses recherches agronomiques et chimiques sur les variétés de kava local, pour produire une matière première originale et de qualité destinée au marché local du kava convivial, au marché américain (qui reste ouvert), et enfin de préparer un probable retour du kava sur le marché pharmaceutique [selon des modalités peut-être différentes de celles actuellement connues et qui restent à préciser, (CABALION *et al.*, 2003 ; WARTER, 2003)].

Admission dans la sélection restreinte.

BIBLIOGRAPHIE

ANDRÉ M., 1999 – *Le phénomène Kava en Nouvelle-Calédonie*. Maîtrise de sciences sanitaires et sociales, faculté de médecine de Brest, 100 p.

BROWN F.B.H., 1935 – Flora of South Eastern Polynesia. III. Dicotyledons. Bernice P. *Bishop Museum Bulletin*, 130 : 1-386.

CABALION P., BARGUIL Y., DUHET D., MANDEAU A., WARTER S., RUSSMANN S., TARBAH F., DALDRUP TH., 2003 – « Kava in modern therapeutic uses : to a better evaluation of the benefit/risk relation. Researches in New Caledonia and in Futuna ». 5th European Symposium of Ethnopharmacology, Valencia, Spain, 8th-10th May 2003.

CABALION P., LAROCHE S., EDO L. – Enquêtes auprès des consommateurs de kava en Nouvelle-Calédonie (données non publiées).

CHANTERAUD A., 1994 – *L'émergence du kava en Nouvelle-Calédonie : du fait social au phénomène culturel*. DEA d'Anthropologie Temps, Espace et Sociétés dans le Pacifique insulaire, Université française du Pacifique, 1114 p.

CHANTERAUD A., 1999 – *La saga du kava du Vanuatu à la Nouvelle-Calédonie, essai de géographie culturelle*. Doctorat en géographie culturelle, université de Paris IV-Sorbonne, 331 p.

CHANTERAUD A., 2001 – *La saga du kava, du Vanuatu à la Nouvelle-Calédonie*. CRET & DyMSET (U. Bordeaux 3, CNRS), coll. Îles et archipels n° 29, 288 p.

CUZENT G., 1983 [1860] – *Archipel de Tahiti ; recherches sur les productions végétales*. Édition revue, augmentée et illustrée, Eds Haere po no Tahiti, 208 p.

GRUENWALD J., MUELLER C., SKRABAL S., 2003 – In-depth Investigation into EU Member States Market Restrictions on Kava Products.

LEBOT V., CABALION P., 1986 – Les Kavas du Vanuatu, *Piper methysticum* Forst. *Travaux & Documents de l'Orstom*, 205 : 234.

LEBOT V., LEVESQUE J., 1989 – The origin and distribution of Kava (*Piper methysticum* Forster, Piperaceae) : a phytochemical approach. *Allertonia*, 5 : 223-280.

LEBOT V., MERLIN M., LINDSTROM L., 1992 – *Kava, the Pacific Drug.* Yale Univ. Press, New Haven & London, 255 p.

WARTER S., 2003 – *Étude de populations exposées au kava en Nouvelle-Calédonie et à Futuna ; contribution à la connaissance de la toxicité du kava*. Thèse d'exercice Médecine générale, université de Strasbourg I, 267 p.

Rédacteur : P. CABALION

Santalum insulare DC. var. insulare (Tahiti)
Santalum insulare var. marchionense (Skottsb.) Skottsb. (Marquises)
Santalum insulare var. margaretae (F. Br.) Skottsb. (Rapa)
Santalum insulare var. raiateense (J. W. Moore) Fosberg & Sachet (Raiatea, Moorea)
Santalum insulare var. raivavense F. Br. (Raivavae, Australes)

Ces variétés représentent le polymorphisme de l'espèce de la Polynésie française.

J.-F. Butaud (Service du développement rural Tahiti) prépare actuellement une thèse sur la distribution, la taxonomie du complexe en Polynésie française.

Statut IUCN

Gravement menacé d'extinction à vulnérable.

Accessibilité, répartition géographique et type biologique

Toutes les variétés, sauf celle des Marquises sont relictuelles et ont un statut allant de CR (critical) à VU (vulnerable). Aux Marquises, les populations sont localement de quelque importance et sont plus ou moins accessibles et disponibles, au moins pour une première étude chimique.

Ces variétés occupent les formations ouvertes de croupes et de crêtes de moyenne à haute altitude.

Usages

Massages : poudre de santal dans de l'huile de noix de coco.

Autres espèces du genre

■ *Santalum spicatum* :
graines alimentaires (Australie).
■ *Santalum album* :
inflammation du système urinaire (Kom E), insolation, douleurs abdominales.

Composition chimique

Pour toutes les variétés : huile essentielle dans le bois, α et β santalol (60 %).
Var. marchionense : sesquiterpènes, α et β-santaldiol.

Autres espèces du genre

■ *Santalum spicatum* :
Huile grasse (graine) : acide ximenynique (# 50 %), ac. oléique, ac. stéarique, ac. linolénique.
■ *Santalum album* :
Huile essentielle (3 à 5 % dans le bois) : α-santalol (50 %) et β-santalol (20 %), epi-β-santalol, α-bergamotol, α-bergamotal.

Propriétés pharmacologiques et toxicologiques

Autres espèces du genre

■ *Santalum acuminatum* :
inhibition du relargage de 5-hydroxytryptamine par les plaquettes.
■ *Santalum album* :
l'huile essentielle présenterait une action sur le système cardio-vasculaire.

Intérêt industriel

L'huile essentielle de toutes les variétés de *Santalum insulare* est signalée comme un substitut acceptable de l'huile essentielle de santal blanc.

Valorisation potentielle

L'huile essentielle de santal blanc des Indes est en voie de raréfaction sur le marché international pour des raisons politiques (restriction de la production et de l'exportation par l'Inde) et phytosanitaires (maladie « spike »). Bien qu'une autre huile de santal ne puisse lui être directement substituée (par exemple, celle d'Australie ou de Nouvelle-Calédonie), il existe une possibilité indéniable d'introduction sur le marché pour cette huile, qui pourrait l'être dans de nouvelles formules.

Une étude à long terme est en cours (UPF/SDR/Cirad) sur le santal de Polynésie :

Points étudiés :

- Multiplication par graines
- Inventaire des populations
- Études chimiques et génétiques aux Marquises.

Points en cours d'étude :

- Études chimiques et génétiques.

Points restant à étudier :

- Multiplication végétative
- Déterminisme de la composition de l'huile essentielle
- Techniques culturales
- Études de la descendance
- Acceptabilité par les utilisateurs (substitution, nouvelle matière première…).

Il s'agit d'un programme de recherche et de valorisation à très long terme (plusieurs dizaines d'années) qui demande un effort soutenu mais dont les débouchés potentiels seront sans doute stables, car à l'abri des effets de mode.

Du fait de la longueur de ce programme, le recours à la biotechnologie, en particulier pour la multiplication, doit être privilégié.

Il conviendrait aussi de s'interroger sur les raisons de la baisse de la production en Inde. C'est une espèce préférant les milieux pauvres, et sa croissance dans ces milieux pourrait être vite ralentie (Geneviève Michon, écologue IRD, comm. pers.).

Contraintes réglementaires

Vérifier l'absence des molécules allergènes listées au 7e amendement de la directive européenne sur les produits cosmétiques.

Aucune place pour le santal en tant que médicament ou complément alimentaire.

Itinéraire de production

Mode d'obtention

Distillation de l'huile essentielle sur le territoire.

Mode de commercialisation

Auprès des industriels des matières premières aromatiques travaillant avec les parfumeurs.

Contrôle qualité

Faire reconnaître la qualité de l'huile essentielle par une norme spécifique Afnor/ISO.

Admission dans la sélection restreinte.

Bibliographie

Alpha T., Raharivelomanana P., Bianchini J.P., Faure R., Cambon A., Joncheray L., 1996 – α-santaldiol and β-santaldiol, two santalane sesquiterpenes from *Santalum insulare*. *Phytochemistry*, 41 (3) : 829-831.

Banerjee S., Ecavade A., Rao A.R., 1993 – Modulatory influence of sandalwood oil on mouse hepatic glutathione S-transferase activity and acid soluble sulphydryl level. *Cancer Letters*, 68 (2-3) : 105-9.

BENENCIA F., COURREGES M.C., 1999 – Antiviral activity of sandalwood oil against herpes simplex viruses-1 and -2. *Phytomedicine*, 6 (2) : 119-123.

BIANCHINI J.-P., BOUVET J.-M., BUTAUD, J.-F., RAHARIVELOMANANA P., VERHAEGEN D., BARON V., 2003 – *Caractérisation du santal des Marquises*. Projet de recherche du ministère de l'Outre-Mer, UPF-SDR-Cirad.

BOUVET J.-M., BUTAUD, J.-F., CARDI C., NASI R., TASSIN J., VERHAEGEN D., 2002 – « Molecular and morphometric diversity in *Santalum insulare* and *Santalum austrocaledonicum*. Autécologie et phytosociologie des santals de Polynésie française ». *In* : *Regional Workshop on Sandalwood Research, Development and Extension in the Pacific Islands and Asia*, 7-11 October 2002, Nouméa, New Caledonia.

BUTAUD J.-F., 2002 a – « Autécologie et phytosociologie des santals de Polynésie française ». *In* : *Regional Workshop on Sandalwood Research, Development and Extension in the Pacific Islands and Asia*, 7-11 October 2002, Nouméa, New Caledonia.

BUTAUD J.-F., 2002 b – « Conservation et valorisation de la biodiversité des santals de Polynésie française par l'étude de leurs métabolites secondaires ». *In* : *Regional Workshop on Sandalwood Research, Development and Extension in the Pacific Islands and Asia*, 7-11 October 2002, Nouméa, New Caledonia.

BUTAUD J.-F., TETUANUI W., 2002 – « Le santal en Polynésie française ». *In* : *Regional Workshop on Sandalwood Research, Development and Extension in the Pacific Islands and Asia*, 7-11 October 2002, Nouméa, New Caledonia.

BUTAUD J.-F., RAHARIVELOMANANA P., BIANCHINI J.-P., BARON V., 2002 – « Marquesas Islands sandalwood concrete and biodiversity conservation of a forest species ». 33rd International Symposium on Essential Oils, 4-7 September 2002, Lisboa, Portugal.

BUTAUD, J.-F., RAHARIVELOMANANA P., BIANCHINI J.-P., BARON V., 2003 – A new chemotype of Sandalwood (*Santalum insulare* Bertero ex A. DC.) from Marquesas Islands. *Journal of Essential Oil Research*, 15 (5) : 323-326.

JONES G. P., BIRKETT A., SANIGORSKI A., SINCLAIR A. J., HOOPER P. T., WATSON T., RIEGER V., 1994 – Effect of feeding quandong (*Santalum acuminatum*) oil to rats on tissue lipids, hepatic cytochrome P-450 and tissue histology. *Food and Chemical Toxicology,* 32 (6) : 521-525.

LIU Y., LONGMORE R.B., 1997 – Dietary sandalwood seed oil modifies fatty acid composition of mouse adipose tissue, brain, and liver. *Lipids*, 32 (9) : 965-969.

ROGERS K.L., GRICE I.D., GRIFFITHS L.R., 2001 – Modulation of *in vitro* platelet 5-HT release by species of *Erythrina* and *Cymbopogon*. *Life Sciences,* 69 (15) : 1817-1829.

SCARTEZZINI P., SPERONI E., 2000 - Review on some plants of Indian traditional medicine with antioxidant activity. *Journal of Ethnopharmacology,* 71 (1-2) : 23-43.

SYKES W.R., 1981 - Sandalwood in the Cook Islands. *Pacific science*, 1980 publ. 1981, 34 (1) : 77-82.

Rédacteur : Y. BARBIN

Tephrosia purpurea (L.) Pers. var. piscatoria (Ait.) Fosberg (Fabaceae)

Synonymes

T. purpurea sensu Zepernick
T. piscatoria Aiton.

Accessibilité, répartition géographique et type biologique

Espèce cultivée et naturalisée dans plusieurs îles de la Polynésie où elle est localement abondante ; plus généralement, dispersée en station sèche de basse et moyenne altitude aux Marquises et dans la Société.

Distribution géographique : Australes, Gambier, Marquises, Société.

Usages

Employée comme ichtyotoxique dans de nombreuses régions du Pacifique (Nishimoto, 1969 ; Pétard, 1986).

Composition chimique

Roténoïdes, surtout dans les racines.

Graines

Flavonoides pongamol, karanjine and lanceolatine B, flavonoides prénylées (purpuritenin et purpureamethide).

Racines

Purpurénone, bêta-hydroxychalcone ; (+)-purpurine ; déhydroisoderricine, et (–)-maackiaine. Pseudosemiglabrin et (–)-semiglabrin (Sinha *et al.*, 1982 ; Ventakata Rao et Ranga Raju, 1984).

Fleurs et fruits

7,4'-dihydroxy-3',5'-diméthoxyisoflavone ; (+)-téphropurpurine ((+)-purpurine, pongamole, lancéolatine B, (–)-maackiaine, (–)-3-hydroxy-4-méthoxy-8,9-méthylène-dioxyptérocarpane et (–)-médicarpine, tous actifs sur quinone réductase ; composés non actifs : 3'-méthoxy daidzeine, desmoxyphylline B and 3,9-dihydroxy-8-meéhoxycoumestane (CHANG *et al.*, 1997).

PROPRIÉTÉS PHARMACOLOGIQUES ET TOXICOLOGIQUES

Propriétés ichtyotoxiques et insecticides

La roténone et ses dérivés, les roténoïdes, ont la propriété d'asphyxier le poisson. En fait, ils agissent sur tous les animaux en bloquant la respiration à l'intérieur des cellules au niveau des mitochondries, mais les animaux à sang chaud sont protégés par leur revêtement cutané qui empêche la résorption du poison, alors que les animaux à sang froid (insectes, poissons, serpents) y sont particulièrement sensibles.

Activité nématicide (BANSODE et KURUNDKAR, 1989)

Les parties aériennes fournissent un excellent « engrais vert » (JOSHI *et al.*, 2000).

Activité allélopathique des extraits aqueux de feuilles sur parthenium

L'inhibition significative de la vitesse de germination et de la croissance de la plantule permet d'envisager l'emploi de cet extrait simple comme herbicide peu onéreux et biodégradable « weed control » (DAMME *et al.*, 1994).

Activités anti-ulcéreuses démontrées sur le rat des extraits aqueux de racines, en raison des propriétés cytoprotectives de la drogue (DESHPANDE *et al.*, 2003).

Propriétés antitumorales marquées, démontrées par induction *in vitro* de la quinone réductase des composés isoflavoniques isolés des fruits et fleurs (CHANG *et al.*, 1997).

Intérêt industriel

Valorisation possible comme insecticide et ichtyotoxique.

Les drogues à roténone sont employées en assez grande quantité comme insecticide en phytopharmacie, sous forme de poudre végétale, pour lutter contre les chenilles, pucerons et autres doryphores, présentant le grand avantage d'être inoffensives pour l'homme. La tendance est de les associer aux pyréthrines, autres insecticides végétaux, afin de combiner leurs actions, les effets de ces derniers étant plus rapides mais aussi plus fugaces.

La roténone se dégrade rapidement dans le milieu (3 à 6 jours), ce qui lui vaut un regain d'intérêt comme pesticide biologique. Son emploi dans des conditions strictes et réglementées est autorisé en agriculture biologique dans certains pays. Ce marché, sans être énorme, est consistant à l'échelle du marché des plantes médicinales et devrait se développer du fait de la croissance des productions biologiques (Tamm *et al.*, 2000) ; et ce bien que les roténones (avec d'autres pesticides) aient été associées à la maladie de Parkinson. Des études récentes ont cependant montré que l'injection de doses élevées (1-12 mg/kg) de roténone à des rats provoque chez l'animal des symptômes « Parkinson-like », suscitant des réserves sur son emploi. Les doses utilisées dans l'expérience sont cependant très au-dessus des doses susceptibles d'être trouvées chez l'homme consommant des aliments traités. La question est loin d'être tranchée et la réglementation devrait encore évoluée (Giasson et Lee, 2000).

Admission dans la sélection restreinte.

Composition chimique bien connue de l'espèce (études menées pour la plupart sur des échantillons récoltés en Inde). Comme c'est généralement le cas pour les *tephrosia*, présence de dégueline et dérivés au lieu de roténone.

Il serait intéressant de mesurer la teneur en roténoïdes de la variété de Polynésie française.

Ses propriétés nématicides, allélopathiques, et comme engrais vert, en font un excellent produit phytosanitaire (lutte antivectorielle, agriculture…).

Les insecticides « biologiques », biodégradables, sont spécialement intéressants pour l'agriculture en milieu insulaire, par exemple les îles Loyauté en Nouvelle-Calédonie, pour éviter de polluer la lentille d'eau douce sous-jacente, fragilisée par des produits phytosanitaires à forte rémanence.

BIBLIOGRAPHIE

BANSODE P.T., KURUNDKAR B.P., 1989 – Efficacy of organic amendments and plant extracts in management of root-knot of brinjal. *Indian Journal of Plant Pathology*, 7 (2) : 160-163.

CHANG L.C., GERHAUSER C., SONG L., FARNSWORTH N.R., PEZZUTO J.M., KINGHORN A.D., 1997 – Activity-guided isolation of constituents of *Tephrosia purpurea* with the potential to induce the phase II enzyme, quinone reductase. *Journal of Natural Products*, 60 (9) : 869-873.

DAMME V. VAN, MEYLEMANS B., DAMME P. VAN, 1994 – Survey on weed management practices in upland crops in the dry zone of Sri Lanka. *Mededelingen Faculteit Landbouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen, Universiteit Gent*, 59 (3b) : 1345-1350.

DESHPANDE S.S., SHAH G.B., PARMAR N.S., 2003 – Antiulcer activity of *Tephrosia purpurea* in rats. *Indian Journal of Pharmacology*, 35 (3) : 168-172.

GIASSON B.I., LEE V.M.-Y., 2000 – A new link between pesticides and Parkinson's disease. *Nature Neuroscience*, 3 (12) : 1227-1228.

JOSHI S.D., JADHAV A.S., PATIL M.B., KURUNDKAR B.P., 2000 – Effect of organic amendment and fly ash on root-knot disease of tomato. *Journal of Maharashtra Agricultural Universities*, 25 (1) : 84-85.

NISHIMOTO S. K., 1969 – Plants used as fish poisons. *Newsletter of the Hawaiian Botanical Society*, 3 : 20-28.

PÉTARD P., 1986 – *Plantes utiles de Polynésie et Raau Tahiti*. *Ed. rev. et augm*. Papeete, Haere Po No Tahiti, 345 p.

SINHA B., NATU A.A., NANAVATI D.D., 1982 – Prenylated flavonoids from *Tephrosia purpurea* seeds. *Phytochemistry*, 21 (6) : 1468-1470.

TAMM L., SPEISER B., WYSS E., NIGGLI U., 2000 – *Use of Rotenon in Organic Agriculture : FiBL Statement*. 2 p.

VENTAKATA RAO E., RANGA RAJU N., 1984 – Two flavonoids from *Tephrosia purpurea*. *Phytochemistry*, 23 (10) : 2339-2342.

Rédacteur : C. MORETTI

Vanilla tahitensis J. W. Moore (Orchidaceae)

Synonyme

Synonyme de *V. planifolia* Andr., probablement un cultivar particulier ou hybride de cette espèce avec une autre. Il semble actuellement que plusieurs groupes de botanistes et de généticiens travaillent sur la question (mais pas de références bibliographiques).

Statut IUCN

Pas de statut, plante cultivée.

Accessibilité, répartition géographique et type biologique

Vanilla tahitensis n'est cultivée qu'en Polynésie. Plusieurs cultivars sont répertoriés et font désormais l'objet d'une collection vivante, maintenue par les services de l'agriculture du territoire (Dron, 2002).

Liane herbacée charnue, volubile, naturalisée à basse et moyenne altitude (anciennes plantations ou en station secondaire).

Usages

Gousse ; aliment ; épice.
Sève : Comores ; médicinal ; hémostatique ; cicatrisant.

Composition chimique

Gousse : glucosides, vanilline, aldehyde p-hydroxybenzoique, p-anisaldehyde, acide p-hydroxybenzoique, acide vanillique, acide anisique, alcool anisique (Rives, 2000).

Des alcaloïdes, des polyphénols et des traces de leucoanthocyanes.

Propriétés pharmacologiques et toxicologiques

Toxicité ; vanillisme (Bùi-Xùan-Nhùan, 1954).

Intérêt industriel

Agro-alimentaire comme arôme typé, sur un marché ciblé.

Itinéraire de production

Culture déjà établie à Tahiti et dans les îles Sous-le-Vent (Huahine, Raiatea, Tahaa…).

Mode d'obtention

Multiplication végétative par bouture. Attention aux problèmes de transmission des maladies virales.

Admission dans la sélection restreinte.

Bibliographie

Bùi-Xùan-Nhùan, 1954 – « Le vanillisme ». *In* Bouriquet G. (éd.) : *Le vanillier et la vanille dans le monde*, Paul Lechevalier : 647-661.

Dron M., 2002 – *Rapport d'évaluation de la composante scientifique du projet vanille du Service de développement rural à Raiatea (période 1998-2002)*, 31 p.

Rives M.J., 2000 – *Étude des profils aromatiques des différentes variétés de* Vanilla tahitensis. École nationale supérieure d'agronomie de Toulouse, 51 p

Rédacteur : F. Demarne

Sur le secteur cosmétologie

Aperçu d'ensemble

La cosmétologie est probablement l'un des secteurs les plus propices à une valorisation économique des produits naturels.

Le marché de la dermo-cosmétique est en pleine croissance et, du fait de l'abandon progressif des produits d'origine animale, les produits d'origine naturelle, marine ou terrestre, sont de plus en plus recherchés.

Une démarche scientifique

« Les industriels de la cosmétique communiquent beaucoup autour des substances naturelles. Mais derrière cette mode écologique, il y a un réel travail scientifique », explique Patrice André, directeur du laboratoire Actifs, Biologie et Cosmétique de Dior, à Orléans.

La cosmétique s'appuie notamment sur les substances végétales avec un très large recul d'utilisation. De ce fait, les usages traditionnels sont ici très recherchés. Selon Jean Guézennec de l'Ifremer, l'intérêt pour des molécules extraites ou synthétisées à partir des micro-organismes (au sens large du terme) est également fort de la part des industriels de la cosmétologie, un des freins restant toutefois la production à bas coût de ces molécules.

Ce travail s'appuie en particulier sur des ethnopharmacologistes qui étudient l'utilisation des plantes par les communautés traditionnelles, en particulier celles des forêts tropicales. Cette bioprospection débute par un inventaire des plantes utilisées pour le soin du corps : cicatrisants, baumes, anti-inflammatoires... Une première sélection ne retient que les familles botaniques originales, ce qui augmente les chances de trouver des molécules nouvelles. Les chimistes s'emploient à en préparer des extraits de plus en plus purs, isolant les molécules actives au sein de la plante.

Des essais biologiques, sur cultures cellulaires, ou biochimiques (inhibition ou activation de protéines, de processus biochimiques spécifiques), permettent d'évaluer les propriétés biologiques.

Une stratégie largement pilotée par le marketing

Le discours marketing fait miroiter les vertus extraordinaires des substances naturelles tant pour la santé que pour le développement des pays du Sud. Mais ce discours porté par le marketing doit être relativisé.

Organisation de la production et des filières

Comme pour les aliments fonctionnels, ce secteur est propice au développement de petites et moyennes entreprises locales, se consacrant à la fourniture de matière première végétale pour les industriels de la cosmétique, à la formulation ou la production d'éco-produits cosmétiques à forte connotation de terroir.

Perspectives pour la Polynésie française

Faut-il préconiser la mise en œuvre sur place d'essais biologiques orientés cosmétiques, permettant de proposer une offre locale d'actifs à forte valeur ajoutée ? La question de monter sur le territoire une structure *ad hoc* peut en effet se poser au regard de la diversité des sources de molécules qu'il recèle.

Pour répondre en toute clarté à cette question, il faut prendre en compte tous ses aspects, déclinés ci-après.

Aspects « techniques »

Les essais biologiques orientés cosmétiques varient selon les cibles, et il en existe un grand nombre. Beaucoup de laboratoires ont leur propre approche de ces tests, qui sont sous-traités en France auprès de nombreuses structures spécialisées.

La demande en nouveaux principes actifs étant importante, les filières se construisent surtout à partir de l'offre (d'après M. Hansel, président de « Cosmetic Valley »).

Aspects économiques

La demande en matière première végétale et en nouveaux principes actifs est forte, mais porte sur de faibles quantités (dépassant rarement la tonne). La vie des produits est brève, en moyenne 4 à 10 ans pour un produit commercialisé : 10 ans est une durée de vie inespérée pour un produit cosmétique d'usage courant.

Cette faiblesse de la demande peut, elle aussi, être compensée par le nombre. Les compagnies sont en recherche permanente de nouveaux « actifs » à partir desquels seront formulés d'autres produits.

Aspects réglementaires

Une démarche gagnante serait d'anticiper sur les réglementations en préparation.

La réglementation européenne définit un produit cosmétique comme se rapportant à « toute substance ou préparation destinée à être mise en contact avec les diverses parties superficielles du corps humain […] en vue de les nettoyer, de les parfumer, de les protéger, de les maintenir en bon état, d'en modifier l'aspect et/ou de corriger les odeurs corporelles ».

Tous les produits correspondant à cette définition doivent se soumettre à la législation prévue par la directive européenne 76/768/CEE. L'étiquetage de produits cosmétiques doit comporter une liste de la totalité des ingrédients.

Conclusion

Au vu de ces éléments, les experts considèrent qu'une intervention forte et structurante des pouvoirs publics ne se justifie pas, compte tenu de la volatilité des produits dans ce secteur qui ne permet pas de garantir à l'économie polynésienne des perspectives de développement durable sur cette base. En revanche, les synergies entre laboratoires de recherche locaux et porteurs de projets pourraient se renforcer.

De la difficulté de se prononcer sur l'intérêt en cosmétique des plantes retenues : réflexions d'un expert versées au débat

Il est difficile de prévoir l'intérêt d'une plante pour une utilisation en cosmétique sans avoir fait de nombreuses études biochimiques préalables de toxicité et d'objectivation. Ces études biochimiques ne sont individuellement valables que pour un type d'extrait et pour une revendication (propriété amincissante, ou anti-ride, ou éclaircissante…). Ces études sont toujours très coûteuses et elles sont prises en charge par les industries de la cosmétique qui développent les produits. Elles ne sont de ce fait jamais publiées et leurs résultats, lorsqu'ils sont intéressants, font immédiatement l'objet de

prises de brevets. Autre difficulté : un extrait de plante trop actif risque d'être interdit pour un usage cosmétique et reclassé en médicament ; l'actif cosmétique est donc tenu de ne présenter qu'une faible activité, ce qui par là même rend très difficile et coûteux de démontrer son efficacité, surtout sur un organe en bonne santé (la peau), qui possède de puissants mécanismes de régulation de son homéostasie.

En un mot, on ne peut pas décréter qu'une plante sera utilisable pour une application cosmétique au vu de sa composition chimique ou de son usage traditionnel tels qu'en fait état la bibliographie. Il faut absolument entreprendre au cas par cas des études coûteuses d'objectivation et de toxicité.

Dans tous les cas, la plante entière ne saurait être utilisée, même si on lui reconnaît traditionnellement des vertus plus ou moins avérées. En effet :

■ L'aspect et la qualité des produits cosmétiques nécessitent de travailler avec des extraits de plantes et très rarement des plantes entières.

■ L'efficacité des extraits dépend forcément des solvants qu'on utilise.

■ Il faut identifier les molécules actives et vérifier qu'elles ne sont pas toxiques aux doses où elles seront employées.

■ Il faut vérifier que ces molécules sont actives mais pas trop par voie topique.

■ Il faut identifier les mécanismes sur lesquels agit la molécule.

■ Il faut vérifier l'intérêt de l'extrait par des tests biochimiques de plus en plus sophistiqués et de plus en plus coûteux, et le retour sur ces investissements lourds ne peut se faire que par la voie de brevets et d'accords d'exclusivité.

La durée de vie très brève (5 à 7 ans) d'un actif cosmétique (phénomène de mode et nécessité de renouvellement marketing obligent) implique que le produit soit vraiment très intéressant pour que l'on se risque à monter sur du moyen terme une filière de production officielle *ex nihilo*. Cela est vrai partout, en Polynésie comme ailleurs. C'est d'ailleurs très rarement ce qui se produit. Ainsi, lorsqu'un produit a été trouvé intéressant par un industriel de la cosmétique, fournisseur de matière première ou formulateur final, celui-ci organise lui-même sa filière d'approvisionnement, généralement dans le cadre de relations commerciales privées et bilatérales. Les quantités de plantes nécessaires à l'industrie sont en général faibles, de l'ordre de quelques tonnes, et il n'y a pas lieu de mettre de l'argent public dans ces échanges commerciaux.

L'implantation d'une petite industrie cosmétique locale est tout à fait possible sur la base d'une image marketing exotique, mais en s'appuyant sur des « blancs industriels » importés. La place des plantes locales dans cette industrie serait très marginale (coûts de développement beaucoup trop élevés au regard du marché), si l'on vise les standards de qualité européens, seuls capables de séduire une clientèle de touristes.

Le cahier des charges de l'expertise collégiale

Les substances naturelles en Polynésie Française : un secteur prometteur mais actuellement encore très fragile

La Polynésie française jouit d'un fort potentiel dans le domaine des substances naturelles, qui résulte à la fois d'un fort endémisme et de la présence de chimiotypes particuliers liés à l'éloignement géographique de ses îles. Cette biodiversité n'est encore que peu valorisée puisque seules quelques espèces de plantes donnent lieu à des exploitations particulières (monoï, vanille, santal, nono, tamanu…), tandis qu'une petite dizaine de projets de valorisation d'autres substances sont en cours.

Par ailleurs, la Polynésie française possède des laboratoires de recherche publics suffisamment bien équipés pour assurer les premières analyses de nouvelles substances. Du côté des industries, quelques entreprises sont solidement implantées et des porteurs de projet cherchent à diversifier et à renouveler leur activité.

Toutefois, ces atouts certains et ce dynamisme relatif ne doivent pas occulter les faiblesses du secteur. D'une part, les substances déjà exploitées pourraient l'être de manière plus intensive (en organisant les filières, en mettant en place une démarche qualité ou en essayant d'atteindre le plus haut degré de transformation possible pour le produit sur le territoire, ce qui augmenterait les retombées économiques), d'autre part certaines substances naturelles pourraient demain créer de nouveaux marchés et offrir un support de développement à la Polynésie française. Pour cela, des efforts doivent être faits pour définir des orientations de recherche coordonnant le travail des différents laboratoires et pour organiser le transfert de compétences entre chercheurs et développeurs.

Les objectifs de l'expertise

L'expertise envisagée comporte deux volets indissociables : une partie de l'expertise est à vocation prospective puisqu'il s'agit de suggérer de nouvel-

les voies de recherche et de développement à la Polynésie française en identifiant de nouvelles substances naturelles d'intérêt, et une autre partie est à vocation opérationnelle puisqu'elle a pour but de proposer des stratégies de valorisation des substances naturelles déjà exploitées ou qui pourraient l'être à l'avenir (stratégies industrielles, commerciales).

On peut résumer les objectifs de l'expertise en deux points :

■ À partir de la connaissance de la biodiversité polynésienne, il s'agit de déterminer quelles sont les substances naturelles d'intérêt économique le plus grand en orientant la démarche par secteurs (pharmacologie, cosmétologie, phytothérapie, agroalimentaire, parfums, artisanat…) et en spécifiant le degré d'avancement de la R&D ou les modes de commercialisation pour chacune des substances. Des profils de porteurs de projets seront éventuellement identifiés au plan local ou international si le produit ne peut être développé au niveau territorial.

■ En parallèle, des propositions concrètes concernant la mise en œuvre d'une démarche qualité, la mise en place de mesures de protection du marché, l'amélioration des filières de production, l'articulation recherche-industrie et l'organisation interprofessionnelle auront pour objectif d'améliorer à plus court terme la productivité des filières « substances naturelles ».

Le travail organisé par l'IRD comportera une Expertise collégiale, qui suivra la méthodologie mise en œuvre à l'institut, et qui sera doublement accompagnée par :

■ la réalisation d'un jeu de fiches analysant les connaissances disponibles sur chacune des substances identifiées en Polynésie française,

■ une étude des potentialités économiques et techniques locales qui permettraient de développer de nouvelles activités.

Ces deux démarches d'accompagnement de l'Expertise collégiale sont un appui indispensable pour le groupe pluridisciplinaire d'experts, les données actuellement disponibles étant en partie lacunaires. Le collège d'experts pourra ainsi déboucher sur une large synthèse et des orientations pour conduire une politique de valorisation des substances naturelles en Polynésie française.

Questions posées aux études préalables ou d'accompagnement – « fiches substances » et « analyse des potentialités économiques et techniques locales »

Quelles sont les substances naturelles déjà exploitées en Polynésie française et dans la région Pacifique ?

En préalable à l'expertise, un rassemblement aussi complet que possible des données disponibles sur les substances naturelles de Polynésie française doit être réalisé. Cette étape donnera lieu à l'élaboration d'un jeu de « fiches » concernant chacune de ces substances, établies sous la responsabilité d'un des experts en s'appuyant sur des collaborations externes. Elles seront complétées au retour de l'étude socio-économique locale quant aux aspects en relation avec l'exploitation de certaines de ces substances. Ces fiches répondront pour l'essentiel aux questions suivantes :

- Quel est le mode d'obtention de la ressource pour cette substance ?
- Quel est son risque d'épuisement ?
- Quelles sont les propriétés mises en avant pour la commercialisation de produits issus de la filière ? Sont-elles scientifiquement fondées ?
- Si déchets il y a résultant de cette exploitation, y a-t-il un moyen de les utiliser ?
- Y a-t-il des nuisances écologiques liées à l'exploitation de cette ressource (abandon de cultures plus traditionnelles, effet paysager, destruction de l'écosystème) ?
- La substance a-t-elle une valeur patrimoniale pour la Polynésie française ?
- Quel est le délai d'une éventuelle valorisation de la substance (court, moyen ou long terme) ?

Une première estimation permet de penser que le nombre de ces fiches sera de l'ordre d'une centaine.

Quelle est l'organisation du secteur industriel et commercial des substances naturelles en Polynésie française ?

Pour proposer une stratégie de valorisation, il est indispensable de s'appuyer sur une connaissance actuelle et approfondie du secteur et du contexte dans lequel il évolue. Il convient également d'identifier de façon

fine ce que peuvent être les trajectoires de développement des entreprises et des organismes locaux qui les appuient. Pour cela, une investigation conduite en partie sur place en relation directe avec les acteurs locaux est indispensable pour répondre aux questions suivantes :

■ Quelles sont les caractéristiques et la structuration des entreprises du secteur ? Comment fonctionnent-elles (taille, activité, exportations, chiffre d'affaires…) ?

■ Quels sont les emplois créés par le secteur ?

■ De quels financements bénéficie le secteur ?

■ Quels sont les flux financiers générés par le secteur ?

■ Le développement d'un tissu solide de petites entreprises est-il possible ? Comment attirer de grandes entreprises sur le terrain polynésien ?

■ Quels sont les atouts et faiblesses de ce secteur ?

■ Quelles orientations est-il judicieux de privilégier pour favoriser le développement du secteur ?

■ Les pôles de recherche locaux (université, organismes de recherche territoriaux, nationaux ou étrangers présents en Polynésie française) développent-ils des activités tournées vers la valorisation des substances naturelles ? Des encouragements complémentaires, une coordination de leurs activités, sont-ils possibles et utiles ?

Les questions posées au collège d'experts

En s'appuyant sur ses travaux propres et sur les deux investigations complémentaires précédemment décrites, le collège d'experts, dans son ensemble, apportera successivement des réponses aux questions suivantes.

Quel est l'intérêt potentiel de la biodiversité polynésienne (marine, terrestre, végétale, animale), comparée aux autres régions voisines intertropicales ?

■ Quel degré de connaissance a-t-on de la biodiversité marine et terrestre ?

■ Les savoirs traditionnels ont-ils été recensés scientifiquement ?

■ Quel est le niveau de l'automédication par les plantes dans la population ?

■ Le rôle des guérisseurs dans les pratiques médicales traditionnelles est-il important, et a-t-il été étudié ?

■ Y a t-il des zones où la bioprospection (biodiversité et savoirs connexes) s'avère insuffisante? Peut-on établir des priorités en matière de bioprospection ?

À partir de l'analyse de la biodiversité polynésienne, quelles sont les substances naturelles exploitées ou potentiellement exploitables en Polynésie française ?

Parmi l'ensemble des substances décrites dans le jeu de « fiches », sera dressée une liste plus restreinte (de l'ordre d'une vingtaine au plus) de substances d'intérêt pour la Polynésie française. Cette liste comportera à la fois des espèces indigènes que la Polynésie française[26] pourrait envisager de produire et/ou de transformer (ex. : *Callophyllum inophyllum* comme agent anti-HIV) et des espèces endémiques pour lesquelles généralement l'expertise conduira à proposer des stratégies de R&D. Une étude spécifique de ces substances d'intérêt permettra d'en évaluer les potentialités en répondant aux questions suivantes :

■ Quelles sont les tendances de l'évolution du marché ? Pour les substances non commercialisées, quels marchés s'ouvrent, pour quelles substances ?

■ Quelles sont les perspectives en matière de réglementation pour une éventuelle pénétration du marché européen par chacune des substances envisagées (sous forme transformée) ?

■ Quels sont les types de contrats qui lient les personnes engagées dans la filière, du producteur au transformateur ?

■ Selon les marchés, quelle valeur ajoutée et donc quelles retombées économiques peut-on envisager pour le Territoire ? Quel est le niveau de transformation en Polynésie française (si le produit n'est pas transformé en Polynésie française, où se situe la transformation) ?

■ Y a-t-il des modes de protection du marché à mettre en place ?

■ Pour chacune des substances non encore exploitées, quelles sont la durée et les modalités de la R&D ? Quel est le terme approché d'une éventuelle mise sur le marché ?

Les potentialités technico-scientifiques locales pour effectuer des travaux complémentaires de R&D sont-elles suffisantes ?

On commencera par faire un état des lieux de la capacité de Recherche et Développement du Territoire (analyse en partie réalisée sur place par l'équipe).

[26] *que l'on peut trouver ailleurs dans la ceinture tropicale.*

Ensuite, à la vue de la liste des substances à valoriser et des moyens à mettre en place pour que cette valorisation soit possible, des suggestions de collaborations ou partenariats pourront être faites. Les différentes stratégies s'offrant au Territoire en matière de R&D seront passées en revue en s'interrogeant sur les points suivants :

- Comment peut-on améliorer la liaison recherche-industrie ?
- Quels sont les partenariats public-privé ou collaborations avec des laboratoires métropolitains envisageables pour optimiser l'avancée de la R&D sur les substances naturelles ?

Quelles orientations peut-on donner pour une politique de valorisation des substances naturelles en Polynésie française ?

Il s'agit ici de faire la synthèse des résultats de l'expertise, tout en mesurant avec le comité de suivi quelles orientations pourraient être soutenables au plan local.

Présentation du collège d'experts

Yves Barbin
Veille technologique, prospection filière PAM (Plantes aromatiques et médicinales)
Pierre Fabre Médicament – Plantes et Industries
16, rue Jean Rostand, BP92 – 81603 Gaillac
Yves.barbin@pierre-fabre.com

Valérie Boisvert
Économiste de l'environnement
IRD – Centre d'Orléans
5, rue du Carbone – Technoparc – 45000 Orléans
Valerie.boisvert@orleans.ird.fr

Pierre Cabalion
Pharmacien, ethnopharmacologiste
IRD – Centre de Nouvelle-Calédonie
Laboratoire des Substances naturelles terrestres et Savoirs traditionnels
BP A5 – 98848 Nouméa Cedex – Nouvelle-Calédonie
cabalion@noumea.ird.nc

Cécile Débitus
Chimiste des substances naturelles marines
IRD – UMR152
ISTMT
3, rue des Satellites – 31400 Toulouse
debitus@ird.fr

Frédéric Demarne
Directeur scientifique et du Développement technologique
Groupe Gattefossé
36, Chemin de Genas – BP 603 – 69 804 Saint-Priest
fdemarne@gattefosse.com

Jacques Florence
Botaniste
IRD US 084 Biodiversité végétale tropicale : connaissance et valorisation
Antenne IRD — Laboratoire de Phanérogamie – 16, rue Buffon – 75005 Paris
jflo@mnhn.fr

Isabelle Fourasté
Professeur de Pharmacognosie
Université Paul Sabatier – Toulouse III
Faculté de Pharmacie – 35 chemin des maraîchers – 31062 Toulouse Cedex 4
ifourast@cict.fr

Jean Guézennec
Responsable Programme Biotechnologies marines
IFREMER
Centre de Brest – Resp. DRV/VP/BMM – BP 70 – 29280 Plouzané
jguezenn@ifremer.fr

Marie-Luce Hazebroucq
Chargée de mission
IRD
213 rue La Fayette – 75480 Paris cedex
hazeroy@noos.fr

Christian Moretti
Chimiste – ethnopharmacologue
IRD – Orléans
Technoparc – 5, rue du Carbone – 45000 Orléans
christian.moretti@orleans.ird.fr

Christine Noiville
Juriste
CNRS – Université Paris 1 – Centre de recherche en droit des sciences et techniques
16 rue de l'abbé Carton – 75014 Paris
noiville@univ-paris1.fr

JEAN-CHRISTOPHE SIMON
Économiste
IRD – DEV
213 rue La Fayette – 75480 Paris cedex
simon@paris.ird.fr

BERNARD WENIGER
Pharmacien chimiste spécialiste des substances naturelles d'intérêt thérapeutique
UMR CNRS/ULP N° 7081
Faculté de pharmacie, Univ. Louis Pasteur Strasbourg – BP 60024 – 67401 Illkirch cedex
Weniger@pharma.u-strasbg.fr

Comité de suivi

La Présidence du comité de suivi a été assurée par la Délégation à la recherche de la Polynésie Française, sa composition en a été constituée par les représentants des organismes suivants :

Centre IRD de Tahiti

Centre océanologique du Pacific/Ifremer

Délégation pour la promotion des investissements

Direction de l'Environnement

EPIC Vanille

Institut Louis-Malardé

Plate-forme technologique « Génie des Procédés–substances naturelles » (Gepsun)

Service de la Pêche

Service des Affaires économiques

Service du Commerce extérieur

Service du Développement de l'industrie et des métiers

Service du Développement rural

Service du Plan et de la Prévision économique

Université de la Polynésie française, laboratoire de chimie des substances naturelles.

Table des tableaux

Tableau 1 – 35
Poids à l'exportation des produits de la perliculture et de la pêche

Tableau 2 – 38
Données chiffrées sur quelques productions

Tableau 3 – 39
Le nono à l'exportation

Tableau 4 – 44
Caractéristiques des principales filières « produits végétaux »

Tableau 5 – 47
Critères d'exclusion-sélection des espèces végétales

Tableau 6 – 82
Récapitulatif « Produits végétaux du groupe 1 »

Tableau 7 – 86
Aperçu des secteurs de valorisation potentielle pour les organismes marins

English
version

Natural substances in French Polynesia

Utilisation strategies

Scientific coordination

Jean Guézennec, Christian Moretti, Jean-Christophe Simon

Rapporteur

Marie-Luce Hazebroucq

Part One (synopsis and recommendations) is in printed form, French version followed by English version. Part Two (analytical papers) is on the enclosed CD-Rom.

IRD Éditions

INSTITUT DE RECHERCHE POUR LE DÉVELOPPEMENT

collection Expertise collégiale

Paris, 2006

Scientific rereading
Solange Lavielle (Université Pierre et Marie Curie)
Michel Trometter (Inra)

Editorial preparation
Yolande Cavallazzi

Layout
Bill Production

Cover and inside artwork
Pierre Lopez

English translation
Harriet Coleman

Coordination
Michèle Bouchez, Anne Glanard
Département Expertise et Valorisation, IRD

Production control
Elisabeth Lorne

This expert group review was performed at the request of the Research Commission of the government of French Polynesia.

© IRD, 2006
ISSN 1633-9924 / ISBN : 2-7099-1587-1

The panel of experts

Scientific coordination

Jean GUÉZENNEC (Ifremer)

Christian MORETTI (IRD)

Jean-Christophe SIMON (IRD)

Rapporteur

Marie-Luce HAZEBROUCQ (IRD)

Members

Cécile DÉBITUS (IRD)

Yves BARBIN (Pierre-Fabre Médicament)

Valérie BOISVERT (IRD)

Pierre CABALION (IRD)

Frédéric DEMARNE (Gattefossé Holding)

Jacques FLORENCE (IRD)

Isabelle FOURASTÉ (Université Paul-Sabatier)

Christine NOIVILLE (CNRS)

Bernard WENIGER (CNRS)

With contributions from

Hinano BAGNIS

Solenne de GROMARD

The numerous references underpinning the analyses presented in this synopsis will be found in the analytical chapters of the review on CD-ROM.

Contents

Abbreviations 169

Aims and methods of IRD expert group reviews in general
and implementation of the review on Natural substances in French Polynesia in particular 171

Introduction 175

**The starting point of the expert group review:
a question and a fast-changing situation** 175

The questions asked of the experts 176

Scope and obligations of the expert group review 177
Characteristics of the expert group review 178

■ *Part one*
Synopsis and Recommendations

Natural substances in French Polynesia: the current situation 183

Background 183
The territory and its resources 183
The economic background 184
The business environment: assets for innovation 186

**Utilisation of natural substances in French Polynesia:
the state of play** 189
Exploitation of marine resources 189
Economic use of raw materials from terrestrial plants 191

French Polynesia's biodiversity assets 200

Terrestrial plant resources 200
Approach and method of the expert group review 200

Marine resources 203
Introduction 203
Different types of marine resource 204
Potential uses 206
Utilisation strategies 207

Towards a strategy for the utilisation of natural substances 208

Legal approach 208
The CBD and the new legal status of biodiversity 208
French Polynesia and the new legal situation 210
Basic legal framework: the ABS principle 212

Technical and economic approach 216
Basic conditions for viable upstream product chains 217
Principles and methods of product protection 224

Short-term utilisation opportunities 234

Prospects for utilisation 234
Natural marine substances 234
Bioprospecting and collections:
establishing a technology hub in French Polynesia 236

Rights of local communities and collective interest 241
The collective interests in question 241
Is Polynesia a special case? 242

Conclusions and recommendations 244

What potential and comparative interest
does French Polynesia's biodiversity hold? 244

Exploited and exploitable natural substances 245

Major trends in markets and regulations,
R&D orientations by utilisation sector 246

■

Annexes

Annex 1 – Group 1 data sheets 251
Callophyllum inophyllum L. (Clusiaceae) 251
Gardenia taitensis DC. (Rubiaceae) 259
Ilex anomala Hook. & Arnott (Aquifoliaceae) 261
Morinda citrifolia L. (Rubiaceae) 264
Piper methysticum G. Forst. (Piperaceae) 273

Santalum insulare DC. var. insulare (Tahiti) Santalum insulare var. marchionense (Skottsb.) Skottsb. (Marquises) Santalum insulare var. margaretae (F. Br.) Skottsb. (Rapa) Santalum insulare var. raiateense (J. W. Moore) Fosberg & Sachet (Raiatea, Moorea) Santalum insulare var. raivavense F. Br. (Raivavae, Australes) 278
Tephrosia purpurea (L.) Pers. var. piscatoria (Ait.) Fosberg (Fabaceae) 284
Vanilla tahitensis J. W. Moore (Orchidaceae) 288

Annex 2 – The cosmetics industry 290
Overview 290
On the difficulty of drawing firm conclusions about the selected plants' potential for the cosmetics industry: an expert's ideas for discussion 292

Annex 3 – Specifications for the expert group review 294
Natural substances in French Polynesia: a promising sector, but still vulnerable 294
Aims of the review 294
Questions asked for the preliminary studies and additional research (natural substance data sheets and analysis of local technical and economic potential) 295
The questions asked of the panel 297

Annex 4 – The panel of experts 299

Annex 5 – Monitoring committee 302

Tables 303

■ *Part two*

Analytical chapters (CD-ROM)

1 – Les ressources végétales polynésiennes
Christian Moretti, Jacques Florence CD-ROM

2 – Les ressources marines de la Polynésie française : applications en matière de biotechnologie
Jean Guézennec, Cécile Débitus CD-ROM

3 – Recherche d'indices dans la littérature spécialisée, en vue de valoriser la biodiversité polynésienne
PIERRE CABALION CD-ROM

4 – Potentialités de la recherche innovante en chimie-biologie des substances naturelles
BERNARD WENIGER CD-ROM

5 – Le contexte de la valorisation des substances naturelles : dimensions économiques, sociales et institutionnelles
JEAN-CHRISTOPHE SIMON CD-ROM

6 – Développement des filières de production adaptées aux substances naturelles en Polynésie française
YVES BARBIN CD-ROM

7 – Règlement des produits à base de plantes
ISABELLE FOURASTÉ CD-ROM

8 – Étude économique : modes de valorisation et de protection des substances naturelles
VALÉRIE BOISVERT CD-ROM

9 – Aspect juridique : droits d'accès aux ressources biologiques et partage des avantages
CHRISTINE NOIVILLE CD-ROM

Abbreviations

ABS	Access (to genetic resources) and Benefit-Sharing
Afssa	Agence française de sécurité sanitaire des aliments (French food safety agency)
AMM	French marketing license (autorisation de mise sur le marché)
AOC	Appellation d'origine contrôlée (Protected designation of origin)
Cairap	Centre d'analyses industrielles et de recherche appliquée pour le Pacifique (Industrial analysis and applied research centre for the Pacific)
CBD	Convention on biodiversity
Cirad	Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (Centre for international cooperation in agricultural research for development)
CNRS	Centre national de la recherche scientifique
DNA	Desoxyribonucleic acid
DRRT	Délégation régionale à la recherche et à la technologie (Regional commission for research and technology)
EPIC	Établissement public à caractère industriel et commercial (State-owned industrial and commercial establishment)
Gepsun	Plate-forme technologique "Génie des procédés – substances naturelles" ("Natural substances process engineering" technology platform)
GI	Geographical Indication
GIE	Groupement d'intérêt économique (Partnership for economic purposes)

Ifremer	Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer (French institute for exploitation of the sea)
ILM	Institut Louis-Malardé
Inra	Institut national de la recherche agronomique
Iteipmai	Institut technique interprofessionnel des plantes à parfums, aromatiques et médicinales (Technical institute for the medicinal, aromatic and perfume plants industry)
IUCN	International Union for Conservation of Nature and Natural Resources
Metua	Multimedia Environment based on Technologies for Universal Access
MTA	Material Transfer Agreement
Onippam	Office national interprofessionnel des plantes à parfums, aromatiques et médicinales (National industry board for perfume, aromatic and medicinal plants)
PIC	Prior Informed Consent
R&D	Research and development
SPC	Secretariat of the Pacific Community
TRIPS	Trade-Related Aspects of Intellectual Property Rights
UPF	University of French Polynesia
WIPO	World Intellectual Property Organisation

Aims and methods of IRD expert group reviews in general
and implementation of the review on "Natural substances in French Polynesia" in particular

This work, the sixth to be published in the IRD's "Expert Group Review" series, has the same general aims as the earlier ones and has been conducted by the same method, briefly summarised below.

The IRD (*Institut de recherche pour le développement*, a State-funded research agency) conducts expert group reviews "to order", to inform policy decisions and public debate on issues of importance to society. Putting its scientists' research and knowledge at the disposal of the community is one of the IRD's missions.

However, the work of a scientific establishment does not include drawing up action plans for government or local authorities. Their choice of action is eminently political and must take account of data from quite other fields than scientific research. The IRD's purpose in designing the "expert group review" method is a more modest one: to put together the knowledge available in the literature on a given subject, draw out the implications of that knowledge for a particular case, draw clear conclusions on which there is scientific agreement, identify points that are still controversial and point out any areas where the available information does not provide a basis for drawing practical conclusions.

There are three key points for conducting a useful, reliable review:

■ Decisions often have to be taken in a far shorter time than thorough research would allow. Citizens need measures to be taken quickly, sometimes as a matter of urgency. An expert group review is designed to report on existing knowledge as found in the international literature; in principle, no new data are collected and no complicated exploitation of data is attempted.

■ The question addressed rarely concerns only one scientific discipline. All facets of the problem have to be elucidated from the most recent literature. The panel of experts therefore has some dozen members from different fields. The overall conclusions are debated and agreed collectively, each person taking full responsibility. The IRD's Consulting and Industrial Relations Department has the report read by qualified persons outside the panel to make sure it covers the field in full, is clear, and accurately reflects the international literature. The experts on the panel have the final decision as to their conclusions.

■ Decision makers and citizens are rarely familiar with the terminology of the scientific disciplines concerned, but for public debate to take place they must have direct access to the scientists' reasoning and conclusions. The authors of the report have to present their analyses using specialised terminology in order to ensure that their reasoning is "traceable", but they must also draw up a simple and fairly concise synopsis of the report for the lay reader.

These factors determine the schedule set for an expert group review and the form of publication. In particular, they determine the original approach used in the initial and final stages of the review:

■ Even before the panel of experts is formed, the questions to be asked are worked out by common agreement at an initial workshop between scientists and the commissioning institutions (who usually also want to involve stakeholders and partners directly concerned). The parties need to agree on exactly what each one expects. Some questions crucial for decision making are outside the scope of a scientific review and must be excluded. On the other hand, to focus their conclusions, the scientists must be guided by a sound knowledge of the context in which decisions will be taken. They may need to familiarise themselves with the ground facts.

■ After putting together the data and analyses provided by the experts, each in their own field of competence, the panel compares and collates their opinions. Then their conclusions, worked out collectively, must be published in the form of a synopsis accessible to a fairly wide readership. These synopses summarise a huge amount of work that is rarely presented in this form, and their scientific and practical scope often reaches far beyond the region or country directly concerned. This is why they are always published in English as well as French.

The review on *Natural substances in French Polynesia* has been conducted according to this method, but has some particular features of its own:

■ To meet their practical requirements, the Polynesian commissioning authorities wanted an assessment of their natural resources that would tell them as quickly and precisely as possible which substances they should encourage investment in. But the scientists' conclusions could not take account of unpredictable fluctuations in markets where selling points are not always directly linked to the active properties of the substances concerned. The initial request for the review (included as a funding allocation in the development contract between the French government and Polynesia) did not make this distinction clear. To remove the risk of misunderstanding between the commissioning body and the experts, an IRD mission went to Papeete, where the contours of the review were carefully examined and a set of specifications suggested that would incorporate both the requirements and the limitations.

■ For the review to successfully meet such a directly operational purpose, there had to be regular contact between the panel of experts (mostly based in Metropolitan France) and the operators concerned in Polynesia. To organise this, the Polynesian government's research delegate formed a monitoring committee, composed of representatives of government services and the stakeholders concerned. It was this committee that validated the specifications. During the review work, the committee was kept informed of progress and on several occasions there were video-conferences between Papeete and Paris, when they had useful discussions with the panel chairman and various panel members. The committee was also the first to receive the results of the review.

At the end of the process, the review answers some of the Polynesian authorities' legitimate concerns, but not all. Public or private stakeholders wishing to initiate active use of certain natural substances will need to have further studies done for technical and economic purposes – but these studies are outside the scope of a scientific research institute.

■ Any state-of-the-art analysis reviews the situation at a specific time and will sooner or later be outdated. This is particularly true of a study seeking to identify an economic use "potential". Economic utilisation possibilities depend on factors that can change in many different ways. The relatively slow evolution of economic and legal facts suggests that the review's conclusions in these fields will remain valid for some time. As to the conclusions on the chemical and pharmaceutical properties of the substances considered, the review gives a very thorough account of the currently available data. Of course new potential will be recognised in future (especially for marine substances, of which only a tiny proportion has so far been studied). However, the scientific procedures

for identifying, isolating and analysing new active principles are usually long. All in all, these considerations underscore the experts' conclusion that ways should be found to monitor research in Polynesia on an ongoing basis.

As with all publications in this series, the reader will find a synopsis of the expert panel's conclusions, in French and English, in the printed book; and the nine analytical chapters from which the synopsis is drawn, on the enclosed CD-Rom.

This review has a further particularity, however, in the set of data sheets on individual natural substances, included in the CD-Rom. They provide hitherto unpublished material – the result of a multidisciplinary synthesis of knowledge about each potentially useful substance the experts identified.

To conclude, we would like to convey our sincere thanks to all who helped this publication see the light of day. Many thanks to the experts, who had the responsibility of the review and put in a great deal of work under the chairmanship of Christian Moretti (IRD). Special thanks to Céline Bonhomme, who joined the project as an intern from the advanced engineering school Ponts et Chaussées. She played a very active part in the preparatory research and the mission to Polynesia, and did most of the work of writing the specifications and bringing together the panel of experts. Special thanks also to Jacques Iltis, Director of the IRD centre in Papeete. Without his contribution as messenger and intermediary between Paris and Papeete it would all have been far more difficult.

Our thanks to all those in Polynesia and Paris who made specialist contributions or discussed their experience with panel members, and to the scientists from different institutions who shared their knowledge, their data and their opinions on the first version of the report.

Solange Lavielle (Professor of Chemistry, Pierre and Marie Curie University - Paris VI) and Michel Trometter (Economist, INRA Grenoble) read the first version of the report from a scientific standpoint; many thanks to both of them for their attentive reading and the acuity and relevance of their observations and suggestions, which the experts took fully into account in producing the definitive version.

The panel of experts and the Consulting and Industrial Relations Department would like to convey their most sincere thanks to Marianne Berthod, who directed this expert group review with rigor and comprehensiveness.

Marie-Laure Beauvais
Consulting and Industrial Relations Department

Introduction

The starting point of the expert group review: a question and a fast-changing situation

Over the past fifteen years, as biotechnology has blossomed, industry and the general public have expressed growing interest in the use of natural substances of all kinds – plant or animal, terrestrial or marine – either as products in themselves or as a source of new molecules. Most uses of such substances, and certainly those that receive most media attention, are in dietary supplements, cosmetics and perfumes. Great hopes are aroused as regards medicinal applications, with varying degrees of justification. Among the many other sectors involved in what is now called "green chemistry" are plant protection products, depollutants and new materials.

An essential reference in this connection, and a driving force in the process, is the Convention on Biodiversity (CBD), adopted at Rio de Janeiro in 1992, and which came into force on 29 December 1993. The CBD is designed to promote:

- conservation of biodiversity,
- sustainable use of the components of biodiversity,
- fair and equitable sharing of the benefits obtained from the use of genetic resources.

Considering the market's appetite for natural resources, these are major challenges. The CBD made it axiomatic that one of the most effective ways to protect biodiversity would be to make biodiversity economically profitable while keeping to the principles the CBD is to draw up, with countries introducing the necessary legal instruments to apply them.

Meanwhile, French Polynesia's political and administrative status was changing. An institutional law passed in 1996 established a new form of autonomy for the islands, under which "the authorities of French Polynesia are competent in all matters not vested in the State." An institutional law passed in 2004 made French Polynesia an "Overseas Country of free governance"

and extended the scope of the Polynesian authorities' competence. It is in this new institutional framework that the question of making economic use of natural substances has been discussed.

As a result of these discussions, the Research Commission of the French Polynesian government commissioned the IRD to conduct an expert group review to identify strategic policy guidelines on the utilisation of natural substances in French Polynesia. This was approached by means of questions, as outlined below.

THE QUESTIONS ASKED OF THE EXPERTS

■ As formulated in the specifications (see Annex 3), the Polynesian authorities were motivated by two observations:

– French Polynesia has some major assets for making economic use of natural substances. Many of its resources are endemic and taxonomically exceptional; there is demand from fast-growing markets; Polynesia enjoys a positive image; the business environment is favourable, with local experience in exploiting a number of products, from pearls to monoi[1] and noni juice[2], and a substantial scientific research infrastructure.

– However, this potential has not so far been fully exploited or even fully inventoried. As the specifications emphasise, "The substances already utilised could be exploited more intensively (…). In the near future, some natural substances could generate new markets, boosting French Polynesia's development (…)".

There is therefore vast scope for scientific research and economic planning.

■ The divergence between the estimated potential and the extent to which it is currently exploited raises hopes, stimulated (possibly over-stimulated) by success stories such as noni juice (see below). Are the expectations on a par with the real extent of Polynesia's store of economically useful nat-

[1] Monoi: cosmetic product used as ointment or liniment. "Monoi de Tahiti is produced by macerating Tiare flower (*Gardenia taitensis*) in refined coconut oil extracted from coconuts gathered ripe, growing on coral soils within the geographical area of French Polynesia. The coconuts must come from the *Cocos nucifera* species and the Tiare flowers must come from *Gardenia taitensis* (Candolle flora) of Polynesian origin and be gathered in bud." (decree No. 92-340).

[2] Noni: fruit of the noni plant (*Morinda citrifolia*), gathered all year round and mainly processed as juice but also prepared in the form of capsules, powders, etc.

ural substances? How many species are potentially useful? What quantities of these are available? What are the conditions for access, use and biodiversity protection? What would be the costs and limitations? What degree of involvement by the public authorities would be required?

■ Assess the prospects for value-added use of natural substances as exactly as possible is an essential step towards defining French Polynesian policy in this connection. Two aspects of the question need to be scientifically elucidated: the potential must be assessed, and the conditions for exploiting that potential must be defined.

Scope and obligations of the expert group review

Once the Polynesian sponsor and the IRD's Consulting and Industrial Relations Department had together fine-tuned the questions, two objectives were set for the expert group review:

Conduct a scientific and economic assessment covering:

■ the current state of knowledge of the resource: "as much information as possible about natural substances in French Polynesia must be put together";

■ how the resource is economically exploited at present: a study providing "thorough, up-to-date knowledge of this sector in French Polynesia and the socio-economic background".

Identify prospects:

■ Prospects for improving knowledge of the resource, proposals for new research avenues to identify economically useful natural substances. This is covered by the following points in the project specifications:

– What is the potential usefulness of French Polynesia's biodiversity, compared to neighbouring intertropical countries?

– Based on the analysis of French Polynesian biodiversity, what are the exploited or exploitable natural substances in the Territory? What economic impact can be expected for French Polynesia? Over what period of time?

■ Prospects for defining an overall strategy for economic use of the resource,

– starting from an analysis of market trends and official regulations;

– starting from the guidelines suggested for R&D in each utilisation sector.

■ To conclude, the review will formulate recommendations based on the prospects identified. The recommendations will particularly concern:

– market protection mechanisms;

– general principles for structuring product chains;

– links and partnerships to be developed, between research and industry, between the public and private sectors.

Characteristics of the expert group review

■ The topic of the review and the questions asked of it thus require a scientific approach firmly focused on economic utilisation. To take this approach as far as possible, it was decided that the review's final product, which usually consists of a set of analytical chapters and a synopsis, should this time include two additional documents:

– a set of data sheets on natural substances from land plants. The data sheets present potentially useful substances and the various aspects of their current or potential economic use. Each substance is ranked according to priority, and an expert opinion is given to justify the ranking.

– a separate report resulting from a specific mission to assess the local economic situation. This report considers the economic and technical potential that could be mobilised to develop new economic activities utilising natural substances in French Polynesia. This report will be submitted to the sponsor only, who will decide whether or not to disseminate it.

■ To give an accurate idea of the scope of this review we must define the resource in question. The economic value lies not in genetic resources per se, i.e. the "hereditary biological material of useful plants, genes, chromosomes etc.", but in products and services derived from biodiversity.

In recent years this has meant that the concept of "genetic resources" has been extended to include products derived from them, particularly chemical compounds, that are not themselves capable of self-reproduction. This extension of the concept is evident in the CBD and the international agreements that followed: the terms *genetic resources* and *biological resources,* including natural substances taken from living organisms, are used interchangeably.

This leads to some confusion between chemical compounds extracted from living organisms, and the living material itself. This confusion has con-

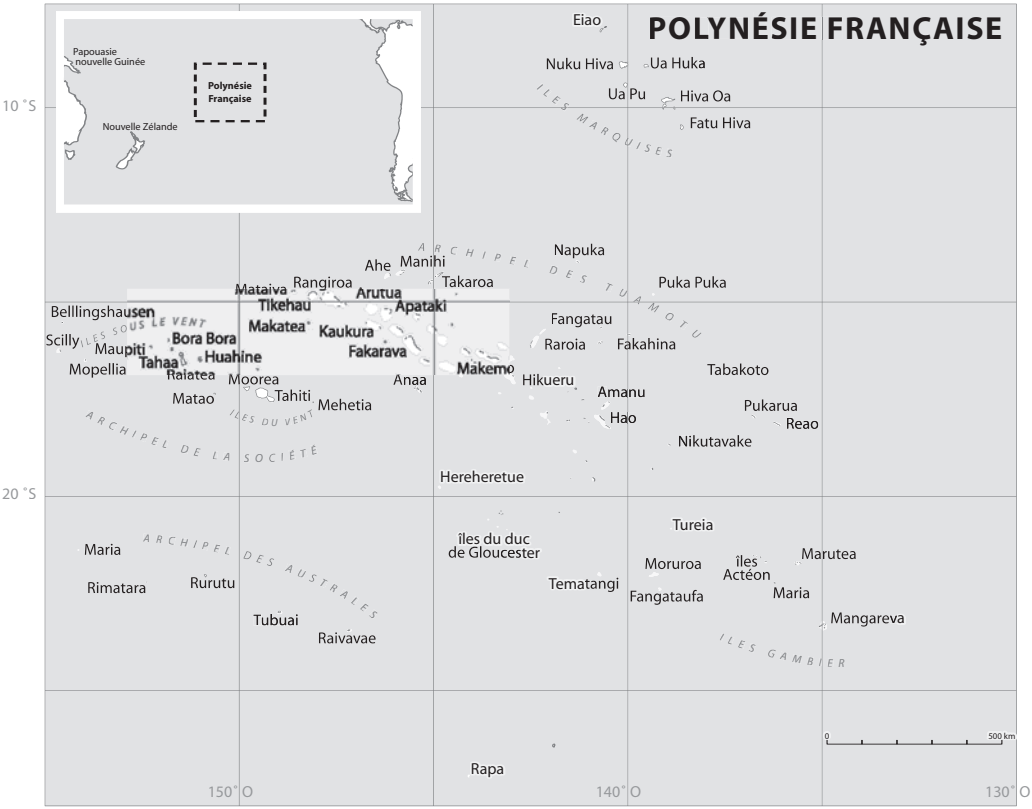
sequences for the debate over the patentability of living things: from debate over the patentability of the gene (the fundamental matter of life), the discourse has shifted to patents concerning molecules of natural origin. Although these are no more "living" than a cup of tea, they can very well be defined as "plant extracts containing chemical substances", or "natural substances".

■ The scope of the expert group report is defined by the Polynesian authorities' questions, which are very wide-ranging. These questions were mostly formulated before the review began. The main issue – how to design an overall policy for the commercial use of natural substances – includes aspects that are beyond the scope of the usual expert group review or call for spheres of competence not covered by the panel members, whose number is necessarily limited. Some aspects required other types of approach altogether, such as consultancy work and market studies. The experts were therefore anxious to clearly define the scope of its work; this was done at the initial workshop with the sponsor and monitoring committee in May 2003, and in the interim report submitted for the second video conference with the monitoring committee in February 2004. Other constraints such as the state of the available literature and the short duration of the economic study mission also forced the experts to limit the scope of their investigations and conclusions.

However, the fragmentary and incomplete nature of the available data on the resource had one positive result: the work of identifying substances of interest for the expert group review went far beyond a state-of-the-art review. In many respects these findings constitute original scientific input. This is particularly true of the "List of useful plants of French Polynesia"[3], which is a genuinely new tool. In fact the whole approach to selecting plant species is an original one.

[3] See annex to paper by Moretti & Florence on *Les ressources végétales polynésiennes*.

Synopsis
and
Recommendations


POLYNÉSIE FRANÇAISE
Papouasie nouvelle Guinée
Polynésie Française
Nouvelle Zélande
10 °S
20 °S
150° O
140° O
130° O
Eiao
Nuku Hiva
Ua Huka
Ua Pu
Hiva Oa
Fatu Hiva
ILES MARQUISES
ARCHIPEL DES TUAMOTU
Napuka
Ahe
Manihi
Takaroa
Puka Puka
Mataiva
Rangiroa
Arutua
Apataki
Tikehau
Belllingshausen
Scilly
ILES SOUS LE VENT
Makatea
Kaukura
Fakarava
Fangatau
Raroia
Fakahina
Maupiti
Bora Bora
Tahaa
Huahine
Raiatea
Mopellia
Moorea
Anaa
Makemo
Hikueru
Tabakoto
Amanu
Tahiti
Matao
Mehetia
ILES DU VENT
Hao
Pukarua
Reao
Nikutavake
ARCHIPEL DE LA SOCIÉTÉ
Hereheretue
Tureia
Maria
ARCHIPEL DES AUSTRALES
îles du duc de Gloucester
Moruroa
îles Actéon
Marutea
Rimatara
Rurutu
Tematangi
Fangataufa
Maria
Tubuai
Raivavae
Mangareva
ILES GAMBIER
0
500 km
Rapa

Natural substances in French Polynesia: the current situation

Here we make some observations to characterise the local context and the current situation regarding economic use of natural substances in French Polynesia.

Background

Under this heading we highlight the features relevant to our subject. This is not a full description, or even a sketch, of French Polynesia and its economy in general.

The territory and its resources

The territory as such has the following key features:

■ it consists of 118 islands scattered across an exclusive economic zone (EEZ) of some 5,000,000 km^2, an area twice the size of Europe;

■ the islands differ widely in terms of population concentration, economic activity and infrastructure;

■ land resources are limited by the small land area (3,500 km^2), the topography and soil types; total farmland amounts to less than 25,000 ha – little more than 8-10% of total land area (excluding the coconut groves);

■ major markets are far away.

With a population of about 250,000, growing at 1.5% a year, human resources are limited, but not static. It is therefore important, for jobs and training, to develop new economic activities. However, the farming population is ageing. Labour costs are a problem for developing new economic activities, because the wage levels and social welfare are considerably higher than in other countries in the region.

As we shall see in the next section ("French Polynesia's biodiversity assets"), Polynesia's biodiversity has definite assets, with many endemic land

plants and a wealth of marine biodiversity. It looks promising, though the potential is limited as far as plant substances are concerned. So far it has not been extensively studied, especially from the standpoint of chemotypes and cultivars specific to French Polynesia, and it is not much exploited, only a few species being used commercially. Plants have great heritage value in French Polynesia and many are used in traditional medicine or for ritual ceremonies.

Few measures have been taken to conserve species or ecosystems and few official initiatives, except in relation to invasive species, which are a major preoccupation for the environmental authorities (*Miconia* is the main invasive weed and the main exotic insects pests are the glassy-winged sharpshooter (*Homalodisca coagulata*) and fruit flies). Territorial decrees dating from 1996 define the protection of certain plants and animals and established protected areas in the Marquesas islands, for their flora and tourist potential. The resources for controlling protected areas on such widely-scattered islands are poor, however, and there is no proof that the conservation measures are actually applied.

As things stand, with no provisions for implementing the key articles of the CBD, the risk of biopiracy cannot be controlled, and cases of resource looting have been reported. A more general question is whether French Polynesia is in a position to play its full part in managing the benefits expected from exploitation of its biodiversity. Conserving biodiversity and protecting rights are priority issues in the CBD era, and are discussed in depth in the expert group review.

In economic rather than environmental terms, the experts noted a concern to protect French Polynesian products using various labelling systems. Since 1992, French Polynesia has had an AOC designation of origin for monoi. AOC projects are also being studied for vanilla and pearls, and there is an "organic farming" eco-certification project for coconut oil[4], noni, taro and vanilla.

The economic background

The main contributors to French Polynesia's economy are financial and welfare transfers from metropolitan France (about 55% of French

[4] Coconut oil: it is obtained from copra (dried coconut flesh). It is solid at ambient temperature. It is widely used in the food industry for making chocolate, ice cream and margarine and as cooking fat, and is also used in the cosmetics industry particularly as an ingredient of soap and above all of monoi. Very high saturated fatty acid content.

Polynesia's GDP), pearl farming and tourism. Both these industries are highly sensitive to the economic cycle in the United States, Europe and Japan, the main customers. Together, these factors suggest that French Polynesia would do well to find new prospects for diversifying its economy, and that any new industry must take these two emblematic industries into account.

The boom in the noni trade in the late 1990s suggests that the idea of using natural resources to diversify the economy holds some promise. The question is whether the noni success story can be repeated with other products.

As regards the business fabric involved in utilising natural substances, below we briefly examine existing activities and the particular product chains (see p. 189).

There are a variety of enterprises utilising natural substances in French Polynesia. There is one major firm, Morinda Inc., the heavyweight in the noni industry, a few medium-sized firms such as CAIRAP and Laboratoires de Cosmétologie du Pacifique Sud, described below by way of example, and numerous small businesses, many of them family businesses, producing fruit juice and cosmetics mainly or entirely for the local market. The only well-organised product sectors are pearls, monoi, vanilla and coconut oil – four very different industries.

■ CAIRAP has been doing business in French Polynesia since 1989. It was originally an industrial analysis laboratory performing quality control for the food industry. It then extended its business to water testing for hotels, restaurants etc., and consultancy in hygiene and food quality. CAIRAP aims to diversify further, with more R&D work. It is involved in several CIFRE[5] theses, including two[6] directly concerned with natural substances.

■ Laboratoires de Cosmétologie du Pacifique Sud began by producing monoi, and then added tamanu[7] processing – an exceptional move, since

[5] A CIFRE (Convention industrielle de formation par la recherche) is an industrial agreement for research-based training, organised and managed by the national association for technical research ANRT on behalf of the Ministry for Research. Under a CIFRE agreement, young doctoral students produce their theses in industry while conducting their research in liaison with a research team outside the company concerned. The agreements thus involve three partners: the graduate wishing to work for a doctorate within private enterprise, the firm that employs them and receives a subsidy for that, and the research team supervising the thesis.

[6] In partnership with the University of French Polynesia and IFREMER.

[7] Tamanu: Tamanu oil is obtained from the nut of *Calophyllum inophyllum*, sun-dried for a long time, then pressed. It is a hair care product and is used for wound healing, anti-inflammatory, anti-bacterial and anti-parasite purposes.

other firms specialise in one or other of these products. This firm exports 99% of its output, mainly to metropolitan France, supplying major international cosmetics firms with ingredients (purified oils) and raw materials, including fresh plants from the Marquesas.

The business environment: assets for innovation

Scientific and technical infrastructure

French Polynesia is quite well provided and well equipped in this regard, although it is short of costly equipment items such as NMR spectroscopes[8], and there is no structure for co-ordinating and managing equipment, despite the complicated situations that arise owing to the fact that the State and the Polynesian authorities run different research bodies.

Research bodies owned by the Polynesian authorities

■ Agricultural research and training/extension work is the responsibility of the Rural Development Department (SDR)[9]. Over the past ten years, the SDR has mainly worked in close collaboration with the Institut Louis-Malardé on noni (selecting morphotypes and developing noni farming) and kava (selecting cultivars).

■ As regards marine resources, research, development research, knowledge transfer and extension work are also part of the Fishery Service's remit. This Service is currently involved in two operations, one on utilisation of fish waste and one on extracting fatty acids (omega 3) from tuna fish eyes. The latter programme is in collaboration with the Institut Louis-Malardé.

■ The Institut Louis-Malardé (ILM) has been an EPIC (state-owned industrial and commercial agency) since 2001. It has a medical analysis laboratory, a water quality testing laboratory and five research units, one of which is dedicated to work on natural substances. This unit works mainly on volatile and aromatic substances from local flora, and analysing the chemical and biological properties of herbs used in traditional medicine. The ILM is well-equipped, having a gas phase chromatographer, a mass spectrometer and a high-performance liquid chromatographer. It plans in the near future to focus most research on promising substances free of patent restrictions (unlike kava, noni and

[8] NMR: nuclear magnetic resonance. NMR spectroscopy of protons and carbon 13 is used to determine the structure of organic molecules.
[9] SDR: Service du dévelopment rural.

tamanu), in co-operation with other research organisations working in French Polynesia. The Institute also has a research laboratory working on toxic micro-algae, which has built up an algae bank and a bank of ciguatoxin standards.

State-owned research institutes

University of French Polynesia (UPF)

There are two entities in the university working on natural resource use:

■ The Earth-Ocean research team's work includes a Biodiversity strand. The team is working to build up an academic flora covering the marine flora of the whole of French Polynesia, studying invasive species and biodiversity erosion of indigenous species (population genetics), as well as marine micro-organisms (bacteria, cyanobacteria and micro-algae) with a view to biotechnology applications, this latter in partnership with IFREMER and CAIRAP;

■ The Analytical Chemistry Laboratory is running two sandalwood research programmes, one of them in partnership with CIRAD, a programme on tamanu, and one on fatty acids in mother-of-pearl in collaboration with the ILM. Two of its scientists are working on aromas in French Polynesian fruit.

The research institutes

■ CIRAD operates under an agreement between the State and the Territory (French Polynesian authorities), signed in 1995. Most of its work is in response to demand from the Rural Development Department. The work is organised around three activities: backup research, consulting and product chain studies, and training local managers. Their innovative work includes characterising the sandalwoods of the Marquesas islands and vanilla viruses.

■ IFREMER's work in French Polynesia mainly concerns aquaculture, research to support the oyster (pearl and mother-of-pearl) sector, by-products of deep sea fishing in collaboration with the ILM and, more recently, marine substances for biotechnology applications of interest to Polynesia.

■ The IRD is working on botanical taxonomy and marine biology, particularly in connection with management of lagoon ecosystems and detection and forecasting of fish stock movements. The IRD has a research centre and permanent laboratories.

The authorities' attitude to innovation

The task of coordinating research and technological development falls to the Regional Commission for Research and Technology (DRRT). The DRRT is

responsible for harmonising the actions of publicly-owned establishments and conducting or instigating any action required to open up research and forge closer links between it and the socio-economic world, develop industrial applications and organise technology transfers. This mission is none the easier for ambiguities and overlapping competencies between central government and the Polynesian authorities, particularly in the field that concerns this expert group review.

Given the small scale of productive economic activities in French Polynesia, innovation seems so far to have been a minor issue for public policy and the business community alike. This may indicate a lack of linkage between the research commissioned by the authorities and the expectations of the business community. However, public health issues, environmental problems to do with invasive species or waste management, and occasional events such as the Science Festival, have fostered the idea of introducing new technologies and innovative practices and, more broadly, giving research a firmer grounding in the local social and economic setting. At French Polynesian government level, this new thinking has generated mobilising actions such as the METUA project and the GEPSUN initiative.

■ The METUA project (Multimedia Environment based on Technologies for a Universal Access) was designed to become the main instrument of French Polynesian policy to develop information and communications technologies in the territory. Decided on in April 1999, it is a significant factor for developing economic activity based on the NICTs[10]. The idea is to make an asset of the scattered geographical distribution that has until now been a handicap for French Polynesia's economic development and innovation in general.

■ The GEPSUN[11] technological platform project is part of the joint four-year plan contract between the State and the French Polynesian authorities. Its purpose is to strengthen research and development in the natural substances field,

[10] NICTs: new information and communications technologies.

[11] GEPSUN is a partnership of scientific and business stakeholders. Its definitive legal status as a partnership or association has not yet been decided. Its founding members on the research side are UPF, CIRAD and IRD, and on the business side Jus de Fruit de Moorea, the Laboratoire de Cosmétologie du Pacifique Sud and CAIRAP. The founding partners have agreed that coordination should be organised from the University of French Polynesia.
For its first two years in business, GEPSUN is receiving State funding under French Polynesia's four-year Plan contract. It aims to promote applied research projects on natural substances in the territory. Research may be conducted by GEPSUN members for outside customers, and GEPSUN resources may be used to support R&D projects.

setting up interface arrangements that bring together public sector research and the private sector on applied research projects – an interface that had hitherto been lacking. GEPSUN was launched in the second half of 2003, too recently to assess whether it can attain its goals. But it does indicate that public policy makers and some private firms are aware of the challenges of innovation and the need to acquire adequate resources to address them. There are also other indications on the business side, and it can be said that the local context is, overall, favourable to innovative projects backed up by research.

This approach should be pursued prudently, drawing on scientific and economic expertise together, to avoid the kind of disappointment recently caused by projects that led nowhere, like those on kava and shrimp. That would only discourage potential stakeholders' interest in innovation.

Utilisation of natural substances in French Polynesia: the state of play

Exploitation of marine resources

Were we to keep strictly to the title "Utilisation of natural substances in French Polynesia: the state of play", this section would be out of place. Current economic use of marine resources mainly involves not *substances* but *organisms* of marine origin: deep sea and lagoon fish and crustaceans, pearl oysters.

Fishing and pearl farming

Table 1 – Importance of exports of fishery and pearl farming products

Exports	2000	2002		2003	
	million F CFP[12]	million F CFP	million euros	million F CFP	million euros
Pearl products	20,934	15,006	126.1	10,345	86.9
Fish/crustaceans	804	1 137	9,6	656	5.5
Noni	*220*	*733*	*6,2*	*722*	*6.1*

1 euro = 119 F CFP ; 1 F CFP = 0.0084 euro. From the paper by Jean-Christophe Simon (see CD-ROM).

[12] F CFP: Change Franc Pacifique, the currency used in New Caledonia, French Polynesia and Wallis and Fortuna islands.

It seemed useful to include the above table to compare the values of exports of the two main types of marine product with that of noni.

■ Pearls accounted for some 80% of local export earnings in 2002, 77% in 2003. French Polynesia is the world's second largest pearl exporter, supplying one-third of the world market.

■ In 2003, pearls were still by far the leading export revenue-earner, but with a 50% drop since 2000, signalling a serious crisis.

■ In 2003, noni export earnings overtook fishery exports, compared to only a quarter of fishery exports in 2000 and two-thirds in 2002.

Pearl farming and fishing are of major importance to French Polynesia both for employment (especially in remote islands as far as pearls are concerned) and image. The economic stakeholders, particularly the authorities, are paying close attention to these sectors, with the following three main official initiatives:

■ Supporting research to advance pearl and fish farming methods (this is the role of the IFREMER research centre) and utilisation prospects for fishery by-products (joint IFREMER-Institut-Malardé study). This work mainly concerns potential uses for the EPA and DHA, fatty acids extracted from the orbital fat of tuna fish.

■ Efforts to professionalize product chains and organise them better, starting in 1993 with the creation of the "Perles de Tahiti" GIE partnership. With the crisis in the pearl business over the past few years, French Polynesia has introduced regulations for entry into the business, with a "producer's card" conferring various advantages and authorisation to "occupy the marine public domain": successful applicants must show professional aptitude and accept a set of specifications.

■ Efforts towards joint management of coastal areas, aiming to arbitrate between the needs of construction, tourism, environmental protection and economic development (management plans for Moorea and Bora Bora maritime areas). This is an appreciable advantage for seeking new economic uses of the sea's potential.

With the strong image Tahitian pearls enjoy, the producers themselves are looking for new ways to use the resource. Probably the most striking example is the use of powdered black pearl in cosmetics. This formulation, promoted by the Robert-Wan Group and the Perles de Tahiti partnership, has resulted in the launch in late 2003 of a new range of "anti-aging" products by L'Oréal.

Other marine resources

Micro-organisms. One significant example of economic activity directly connected with the use of marine micro-organisms is Biolib, a subsidiary of the CAIRAP company. Based on original research work on ecosystems such as the kopara ponds[13], it has built up a collection of bacteria, cyanobacteria and micro-algae and is marketing samples. Its particularly innovative technological and marketing approach is probably the practical example that best prefigures future commercial use of French Polynesia's marine substances.

Algae. The economic survey mission for this review gathered no information about any current economic use of algae. Should we conclude that French Polynesia has no particular advantages for this niche? If so, is this due to a lack of specifically useful species, labour costs, distance from markets or a combination of these factors? Could part of the reason be the dissociation between research and application (and their respective stakeholders), given that there is a very active algology unit at the University?

Economic use of raw materials from terrestrial plants

Preliminary overview

Table 2a – Quantified data on a few products

Production data

2002	Marketed output (tonnes)	Number of harvesters	Exports (tonnes)
Copra/coconut oil	9,649	3,000	5,201
Monoi	260	?	243
Noni	> 10,000	8 à 10,000 ?	3,580
Ripe Vanilla	37	5,000	11

Source: paper by Jean-Christophe SIMON (see CD-ROM).

[13] Kopara ponds: "kopara" is the term used by the inhabitants of the Tuamotu archipelago in French Polynesia for the microbial mats that grow in brackish or salt water ponds on the coral rings of atolls. In terms of structure and growth, kopara can be defined as a stromatolite, a type of microbialite. The term "microbialite" covers all sediments that form by a process involving communities of benthic microbes. Some Kopara organo-sedimentary structures are extremely old.

Table 2b – Quantified data on a few products

Export data

Products exported	Exporters on records	Volume exported (T)
Coconut oil	1	5,201
Noni juice, purée, pulp, tea	15	3,580
Vanilla pods, extract	5	11
Miscellaneous cosmetic products: monoi, essential oils	11	Monoi: 243
Miscellaneous edible products: liqueurs, jam, sauces	3	nd

Source: paper by Jean-Christophe SIMON (see CD-ROM).

These tables show that

- noni production has become an important economic activity, employing as many people as copra/coconut oil and vanilla combined, or more;
- in general, products undergo little processing.

The following more detailed descriptions of the "plant products" sectors show how widely they differ: comparing coconut oil with noni makes this particularly clear.

Coconut oil

Production of coconut oil (made from raw copra, which is dried coconut flesh) is a classic example of a subsidised industry, organised by the authorities for social welfare reasons and with a support price higher than the international market price. Under the agreement with the Territory and the price support fund, Huilerie de Tahiti (owned 99% by the Territory) is required to purchase for cash all copra produced at a price set by the authorities. The aim is to guarantee a stable income for producers, support a traditional agricultural activity, help keep the population of the more remote islands (mainly Tuamoto-Gambier) on their land and ensure care of the countryside.

Refined coconut oil is used to produce monoi; this is the only profitable branch of the copra sector.

Noni

Table 3 – Noni exports

Exports	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Total volume (tonnes)	2,648	3,689	3,091	3,427	3,579	4,150
Value (million F CFP)	271	345	370	861	959	935

Source: IEOM report 2003. See paper by Jean-Christophe SIMON (see CD-ROM).

■ Noni (called "nono" in French Polynesia) is the fruit of the plant *Morinda citrifolia*. It is harvested all year round and mainly processed to make juice, although capsules, powders and other preparations are also produced.

Noni has achieved a stunning success in the past decade. Briefly, this is due to a combination of factors: novelty, a "healthy" reputation, "nature + traditional knowledge" connotations and linkage with the image of Polynesia as a Pacific paradise. All this is sustained by intense promotion and Morinda Inc.'s strong financial and commercial network. Morinda Inc. is based in Utah, USA, and linked to a Mormon consortium.

Practically non-existent ten years ago, noni exports increased by 30% in volume between 2000 and 2003 and by 250% in monetary terms. This dramatic rise has been driven by American and Japanese market demand. Table 3 gives an idea of this export boom. Eighty per cent of output is exported, mainly in the form of puréed pulp – minimum processing, in other words.

■ The product chain: there are an estimated 5 to 8,000 active (regular or occasional) fruit harvesters. Production is scattered over several island groups, and cultivated output is taking a growing share compared to fruit gathered from the wild. All in all there are fifty brands marketing noni-based products and 15 exporters. But the market is dominated by Morinda Inc. (over 1,000 staff), which has largely driven the growth of the industry. Morinda largely controls the noni sector, setting prices and harvesting and quality standards, controlling sub-contracting and marketing in more than 50 countries, largely through Internet and sales to the home. The firm is even building a factory to process on-site, due to start up in 2005 (up to now noni was exported as purée and processed in the United States). It is

Morinda that owns the designation "Tahitian Noni Juice". Noni juice only received market authorisation for Europe in June 2003; once distribution starts in Europe it will tell us much about the product's real commercial potential and hence the economic prospects it offers French Polynesia: long-term prospect or short?

Vanilla

There are three varieties of vanilla, the Madagascan, Réunion and Tahitian; of the three, *Vanilla tahitensis* has the most penetrating aromas. Although it is common throughout the tropical belt, it only blossoms really well in French Polynesia. That fact, and rising world prices, have encouraged efforts to add value by improving quality and introducing a label. Since the 1980s and especially since 1994, French Polynesia has multiplied its efforts in both directions. It has asked for CIRAD's assistance, to develop the system of intensive cultivation under shade nets (which reduces the land area required, making room for more growers), achieve more uniform quality (already less affected by the weather under this system) and prevent the spread of viruses, a risk inherent in this type of system. The Territory's active policy has also led to the creation of EPIC Vanille, with considerable funding. The aim is to obtain an AOC designation of origin to highlight the original features of Tahitian vanilla on its market (top-end gastronomic products). The vanilla product chain is very well-organised and is encouraged and monitored by the authorities. Demand and prices are increasing and the industry should produce good profits in future, but its dependence on a single market makes it vulnerable and world prices could collapse in the event of overproduction.

Tiare

Monoi. Made by macerating tiare flowers (*Gardenia taitensis*) in coconut oil, monoi is a processed product using a resource specific to Polynesia. It underpins a busy product chain selling on the local market and through export, though 95% of exports go to metropolitan France. An industry partnership (GIE, Groupement d'intérêt économique) structures the industry, and in 1992 a "designation of origin" was granted. It is the product that most specifically evokes the "Polynesian paradise" image. The GIE is working to diversify export destinations, stimulate R&D and develop quality management, but will this be enough to increase demand or even prevent new products eating into existing demand?

Tiare essence. This is a profitable business, well adapted to French Polynesia both because of its high value added and because harvesting of the raw material is a stable part-time activity. A leading firm in the sector is Tahiti Arômes, a subsidiary of CAIRAP, which started a production unit on Moorea in 2003 to produce concrete of tiare. The main question for this product is whether it is well placed to thrive in the highly versatile and very demanding international cosmetics market.

Tamanu

Tamanu oil is obtained from the nut of *Calophyllum inophyllum*, sun-dried for a long period and then pressed. The oil contains numerous resins and, once purified, is a costly product, both because of the cost of extraction and because yields are low and harvesting difficult. Traditionally used as an anti-inflammatory and antibacterial agent, it is sold (still on a small scale) as a *cosmetic product in its own right* for skin and hair care. Demand for purified tamanu oil as an *ingredient* is growing fast and reportedly now outstrips current world production capacity. There is official encouragement, particularly in Vanuatu and New Caledonia, to increase the number of *Calophyllum* plantations. With cultivation increasing elsewhere in the Pacific and the limited supply of arable land in French Polynesia, one may wonder whether this territory is well placed to compete. On the other hand, Polynesian tamanu is known for its quality (due to the traditional method of extraction as well as raw material quality) and prices are high. On those grounds it is worth considering closely all the parameters for a more sophisticated form of marketing as a specifically French Polynesian product. Among other things this would involve completing research into the properties of *C. inophyllum* and identifying any patents registered. Illustrating the current strong interest in tamanu, genetic analysis of Polynesian tamanu and an in-depth study of tamanu oil are under way at UPF; and a tamanu trade federation was formed in 2002.

Other plant resources

Flowers. A first attempt to create a flowers sector to take advantage of French Polynesia's enormous wealth of ornamental flowers was unsuccessful. The islands' flowers are nonetheless a potential resource. The species data sheets drawn up by the experts for this review provide some useful information, particularly on ferns.

Fruit. French Polynesia has no endemic fruit, and distance from markets and the limited supply of arable land handicap large-scale fruit production. Commercial opportunities will have to be based on the specific taste (hence aroma) characteristics of Polynesian varieties of fruit such as pineapple and mango. There have been private sector initiatives of this kind with pineapple, and there is research under way, particularly on mango, with scientific input from CIRAD. But this is agronomic research and as such is beyond the scope of this review.

Sandalwood. Sandalwood has a high heritage value, but is in danger of extinction in the Marquesas. Sandalwood is not currently used commercially but, in view of its potential value (see *Santalum insulare* data sheet), CIRAD is conducting research.

Kava, a controversial case

Although there is no kava product chain in French Polynesia, it must be mentioned here because it is the subject of a lively debate and conflicting opinions, including within our panel of experts.

A traditional drink made from kava is drunk at celebrations and ritual ceremonies in most parts of Oceania, particularly Vanuatu, Fiji, Wallis and Fortuna, the Cook islands, Tonga and Samoa and New Caledonia, and also, though less markedly, in French Polynesia, mainly the Marquesas islands. In New Caledonia and urban areas of Vanuatu, a neo-tradition of social kava drinking in specialist bars or nakamals *has developed. The drink is prepared from the fresh or dried root of* Piper methysticum*, of which there are several cultivars. The active principles in kava, called kavalactones, have sedative, analgesic and anxiolytic properties.*

In the 1990s there was a spectacular boom in sales of kava in capsule form, marketed as a herbal medicine, mainly in the United States, Germany and Switzerland; the market suddenly collapsed after several cases of fulminating hepatitis in Europe, and in 2002 it was withdrawn from the market in France, Spain, Italy and the United Kingdom, other countries merely recommending prudence.

The collapse of the market was a heavy blow to Vanuatu, Fiji, Samoa and Tonga, the main producers. For the time being, the market is saturated. The producing States are trying to break out of the crisis by lobbying the WHO and European Union to convince them of the non-toxicity of kavalactones

and to have market authorisation restored. Whatever the outcome of these efforts, it now seems it will be impossible to have kava on open sale as a dietary supplement. Controversy still rages over its possible return in more controlled form (see Piper methysticum *data sheet).*

Preliminary findings on the "plant products" sector

The table below gives a preliminary comparative overview of the main economic activities based on the use of natural substances from land plants. It covers the main products already mentioned, assessing the characteristics of each in terms of economic, social and institutional criteria.

Table 4 – Characteristics of the main "plant product" sectors

	Commercial experience	Profitability	Innovation	Social or heritage importance	Forms of organisation	Prospects for growth
Coconut oil	> 40 years	zero	zero	major	Support fund (1967)	zero
Monoi	> 20 years	high	medium	medium	GIE (2002) AOC (1992)	medium
Vanilla	> 50 years	medium	medium	major	Epic 2003	strong
Noni	< 5 years	high	strong	medium	-	medium
Tamanu	< 5 years	?	?	medium	Oil producers' federation	potential

Source: paper by Jean-Christophe SIMON (see CD-ROM).

While making no claim to high precision, the table suggests several points for consideration:

■ The *coconut oil industry* is a classic example of a heavily subsidised production system. Could encroachment of new industries on available land, or changes in cost factors (public subsidies) occur without affecting its role in social welfare and solidarity between the Territory's island groups?

■ The success of *noni* suggests it could offer an alternative solution to heavily subsidised, poorly cost-effective sectors. However, it is a new industry and has yet to prove itself over the medium term; will consumer demand for this "health product" last?

■ It would be risky to simply transpose the "noni plan" to the *tamanu* case; their production systems and market dynamics are very different.

■ Government financial incentives are available both for unprofitable industries with a social welfare value and to develop or reactivate industries with economic potential, but they seem to be unevenly employed. Is this a heritage of the past, the result of case-by-case allocation or deliberate choice?

■ The forms of organisation are instructive. There is clearly a local capability for organisation, but more consideration could be given to how private enterprise can be supported downstream of agricultural production.

■ The issue of export markets is decisive, as stakeholders in French Polynesia are acutely aware. Local entrepreneurs have a real desire to position themselves with regard to the United States, the Pacific and Europe. Export drives are being strengthened, with government support.

Three critical points

There are three difficulties that can hamper the dynamism of industries based on natural products from agriculture.

Access to land to develop new crops

The custom of indivisible land ownership keeps land prices high. Although the vanilla and pineapple sectors show that production can be boosted by more intensive cropping systems, limited access to land could hamper the development of new or young industries based on cultivation of promising Polynesian species.

Coastal management poses similar problems: lack of available space has put a stop to prospects for developing semi-intensive shrimp farming. On the other hand, experience in management of lagoon resources (local lagoon use plans) suggests that a sharing of *spatial resources* can be organised.

Agricultural training and extension work

Recent measures to deconcentrate administration have given officers of the Rural Development Service (SDR) a very wide range of functions, including assistance to product chains downstream, despite a strong need for agricultural training and technical agricultural information dissemination. Some thinking must be done on the human, technical, organisational and financial resources that need to be released for the agricultural sector to increase

its capacity to develop or assist new productive activities. In any event, the Territory must have an outreach and extension network to meet growers' needs and provide supervision for sectors aiming for sustainable development or labelling.

Farm demography

The ageing of the farming population has an impact on the sector's vigour. The main agricultural activities in French Polynesia are the traditional ones of subsistence cropping and harvesting from the wild, practiced by elderly people. This applies to many vanilla plantations and most traditional fruit farming (pineapple, mango, etc.). But Polynesian farmers are energetic, as can be seen from their positive response and the development dossiers they drew up when EPIC Vanille was formed, and the way pineapple growers have welcomed projects by Jus de Fruits de Moorea.

French Polynesia's biodiversity assets

Terrestrial plant resources

French Polynesia's primary flora is relatively poor, with only some 900 species, and is therefore more vulnerable than introduced species. But 62% of its species are endemic, owing to insularity, the islands' wide geographical scatter and their extensive north-south spread. For 80-90% of endemic plants there is no bibliographical reference pointing to scientific study. Between them, these two facts obviously mean that there is ample scope for bioprospecting[14].

Apart from local uses and a few clearly identified marketable resources, the origin features of French Polynesia's flora have not been explored to any great extent. Very few local species have been adopted for economic use.

This observation suggests two avenues to explore:

- How can new species with commercial potential be identified and selected?
- How can income from the species already exploited be increased?

Approach and method of the expert group review

There is no proven, unanimously recognised method for determining which are the exploitable plant resources in a given region.

Nor, to our knowledge, is there any synoptic table or database of the relevant information on French Polynesia's exploitable plant resources, apart from books on local uses of plants.

The experts' work goes some way to filling the gap.

The panel opted for an approach that starts from the biological resource, which was possible thanks to the relatively reliable botanical data available for French Polynesia. The main stages in the process were as follows:

- Despite the relatively small number of native species, we were not able to analyse the scientific literature on all of them. We therefore made a crit-

[14] Bioprospecting: exploiting, extracting and screening or sorting biological diversity and indigenous knowledge to discover commercially valuable genetic or biochemical resources.

ical analysis of the available scientific knowledge and worked out a *preselection method* to identify potentially exploitable plant substances.

■ As this is a vulnerable island flora with a high rate of endemism, a preliminary correlation of criteria was necessary, taking *botanical originality* as the primary criterion for *inclusion* and *ecological status* as the primary criterion for *exclusion: vulnerability* is clearly a criterion for *exclusion* because vulnerable species cannot reasonably be regarded as "potentially exploitable" without endangering the resource itself, and hence biodiversity.

■ This brought the number of species to consider down to 430. We then applied an additional set of exclusion/selection criteria to this group. Below is a simplified synoptic table of these criteria.

Table 5 – Criteria for exclusion or selection of plant species

Criteria	Selection	Exclusion
Botanical originality	**Endemic species**	Common naturalised species
Bio-ecological criteria	Non-vulnerable species (IUCN[15] list)	**Vulnerable species**
Biogeographical criteria	Accessibility	Limited accessibility (scattered or remote stations)
Local uses	Local medicinal plants	■ Medicinal plants widely used around the world, thoroughly studied and often in commercial use. No Polynesian specifity. ■ Common food plants, spices and condiments[16]
Chemo-taxonomic criteria	The genus - taxonomic level best correlated to distribution of secondary metabolites	Species or genuses of little pharmacobotanical interest

Source: paper by Moretti and Florence (see CD-ROM).

[15] IUCN list: since 1994, the IUCN (International Union for the Conservation of Nature and Natural resources) has been developing a classification of plant and animal species into five categories, from which risks to biodiversity can be measured: extinct (EX), critically endangered (CR); endangered (EN); vulnerable (VU); low risk (LR); data deficient (DD).

[16] This criterion does not apply to Tahitian vanilla (*Vanilla tahitensis*), which is a specifically Polynesian variety. It is therefore included in the selected species list.

Using this set of exclusion/selection criteria, 78 species were chosen for examination. A *data sheet* has been drawn up for each one, using the model shown below. These can be used to compare the data (such as exists) with the various experts' comments:

Scientific name:	
IUCN status	
Accessibility	
Uses	
Chemical composition	
Pharmacological and toxicological properties	
Industrial interest	*if applicable*
Regulatory restrictions	*if applicable*
Production protocol	*if applicable*
– how material is obtained:	
– marketing method:	
– quality control:	
Orientations	*if applicable*
ADMISSION TO GROUP 1, 2 OR 3	

The experts collectively defined three main groups, classing each species in one or other:

■ **Group 1 –** Shortlist of *species already exploited or potentially exploitable*[17]*;*

■ **Group 2 –** Species whose *economic use is possible in the medium term*, but which would first require R&D work;

■ **Group 3 –** *Non-priority* species that meet the experts' selection criteria but for which no proposals can be made on possible R&D directions, for lack of significant bibliographical data.

For species classed in Groups 1 and 2, the experts give their opinion on the possible *directions* for research, development and utilisation. Two points should be made here:

[17] For easier consultation, the data sheets for this group are reproduced in the paper edition of the review (Annex 1).

■ A comparison of groups 1 and 2 shows that the information available varies widely from species to species; our suggestions vary accordingly in their degree of refinement.

■ Most species in group 2 are in the IUCN's vulnerable categories.

To conclude, although potential economic uses for very few of the species studied have been clearly identified, the experts' work provides French Polynesia with *a preliminary checklist of relevant information on exploitable resources.* This is an original contribution, both in the method adopted and the final output.

However, attention must be drawn to the following facts:

■ As already stated, French Polynesia's plant biodiversity has not yet been studied sufficiently and its potential therefore remains inadequately assessed. In this connection the catalogue of useful species drawn up as part of the expert group review (*Flore utile de la Polynésie française,* appended to the paper by Moretti and Florence on the CD-ROM) is a valuable instrument. It brings together the available data on useful plants mentioned in reference works, with their taxonomic status checked and updated. Apart from the taxonomic updating, this data pack contains new or updated data on geographical distribution and availability, including the accessibility, abundance and structure of current populations.

■ The selection method adopted here has doubtless allowed some useful species to slip through the net because they did not meet the criteria used, particularly that of endemism. We know this applies to some introduced species that have escaped from crops; several of these, especially varieties of *Quinquina*, are of significant economic interest. Moretti and Florence draw attention to this genus in their paper, but it could not be included in the final list using our set of criteria.

Marine resources

Introduction

Marine organisms hold an immense store of potentially useful molecules which has so far been studied only partially and unevenly, and is still less exploited. The best catalogued groups are corals and molluscs – known indicators of marine biodiversity – and algae. Spongiae and micro-organisms have been studied far less.

To date, an estimated 500,000 marine, animal and plant species have been identified, but fewer than 5% have been studied for their chemical and biochemical properties. The scientific literature is steadily producing new discoveries of bioactive marine metabolites. Analysis has shown that the likelihood of finding such metabolites in marine organisms is far higher than with land organisms: 10 per 10,000 compared to 1 per 10,000.

But because marine substances are rarely used in traditional medicines, there are no ethno-pharmacological references to guide the search for useful molecules in this ocean of possibilities (ranging from bacteria to sharks!).

Given the current low level of inventoried knowledge on marine resources and their utilization potential, there was no basis for taking an overall approach and drawing up data sheets as was done for land plants (see paper by Guézennec and Débitus on CD-ROM). Below we briefly introduce the main types of organism and outline their utilisation prospects in major economic sectors.

Different types of marine resource

Fishery by-products

The main uses of fishery by-products are in health applications, mainly of omega-3 and omega-6 unsaturated fatty acids, which have potential uses in human nutrition, cardio-vascular medicine and oncology.

Fishery by-products are also being explored to find specific fats.

Broadly speaking, research in this field is at a far more "pure research" level than the work on other types of marine molecule.

Seaweed

Uses of seaweeds are relatively little-known to the general public, although they are used in many consumer products. Internationally, seaweeds are mainly (70%) used in the food and feed sector, principally in the Asian food market. The market in food seaweed is worth 4 billion dollars a year in the United States. While the main users are Asian countries, food use of seaweed is growing in the West, especially in the market for food supplements and health foods.

Utilisation of seaweed in food is growing fast and has a promising future. French Polynesia, as already mentioned, has excellent research assets

and tools in this field. The University of French Polynesia has a large seaweed collection, the Institut Louis-Malardé another, and a recent doctoral thesis provides a synthesis of work on Polynesian seaweeds and their potential uses in different sectors, from environmental management to cosmetics.

Micro-organisms

The term "micro-organisms" is used here to cover micro-algae, fungi, bacteria, archaebacteria and cyanobacteria.

French Polynesia has some particularities in this field owing to its geographical position and the presence of specific ecosystems such as the "kopara ponds"; a doctoral thesis on kopara is under way.

Micro-organisms are a source of many molecules with real potential in biotechnology, particularly biodegradable polymers, polysaccharides, enzymes and secondary metabolites (see Table 7, p. 235).

The considerable progress made in molecular biology in recent years now makes it possible, and above all easier, to study microbial ecosystems. But as many studies have shown, only 0.1 to 1% of microbial species found in marine ecosystems can be studied using conventional laboratory techniques such as culturing on more or less selective media. This means that a very high proportion of microbial metabolites of biotechnological interest may defy attempts to study them. And yet marine micro-organisms could prove to be the main source of new biotechnologically useful molecules in the next few decades. It can be said that one of the main challenges for biotechnology research on marine micro-organisms is to develop methods for identifying, characterising and analysing the "non-culturable" ones.

For the reasons stated, it seems impossible, and indeed pointless, to list the microbial species present in Polynesian ecosystems, both because there are so many of them, and because such a list might well not be representative. It is generally recognised that only a very small percentage of microbial species are culturable and hence identifiable using conventional taxonomic methods, and that the very notion of a culture medium implies selection of some species and exclusion of others. The same can be said of the use of these micro-organisms in biotechnology, as synthesising useful metabolites can depend on manipulating their growth and fermentation conditions. In short, to use a micro-organism in industry or even study it scientifically, one must be able to culture it.

In the light of this, the best way forward with micro-organisms would be to focus on conservation and building up of collections which would provide the basis for subsequent action towards utilisation in biotechnology.

Potential uses

There are many potential applications for marine resources; they can be a source of *new models, new products* or *new processes* for a number of industries. Their diversity and their adaptation to atypical or extreme conditions open up new prospects for developing new bioactive molecules. There is now a lively interest in them, as reflected in the growing number of patents connected with the biological activity of products derived from marine organisms (mainly invertebrates so far).

In terms of economic uses, whatever the marine resource concerned, there are some fields that seem to match both economic and social demand:

■ *The environment* and the search for "clean technologies" ("green chemistry") to replace existing technologies that are more polluting, less specific, less effective or more costly.

■ *Cosmetology/dermo-cosmetology*, a field that is constantly looking for innovative or original substances, whether in terms of their history or their physical-chemical properties and efficacy. Despite many uncertainties including questions of official regulation, this sector often looks like the best niche to aim for when looking for *short-term* economic uses. This view may be better founded in some cases than in others.

■ *The food and feed industries* in the broad sense, which are looking for new texturing molecules that can adapt to new market constraints.

■ *Synthetic and hemisynthetic chemistry*, which are looking for new molecules or precursors.

■ The *health* sphere, which is looking for molecules – sometimes narrowly targeted – that are highly specific, effective or active, to develop substitutes for existing molecules that are in one way or another undesirable owing to their origins. With the recent discovery of unconventional pathogens, bioactive marine compounds could present a major advantage over the use of animal-based compounds such as heparine and hyaluronic acid.

Utilisation strategies

The scale of marine biodiversity, and the current state of knowledge, make it delicate if not impossible at this stage to favour one channel over another for economic utilisation. The first step will have to be a multidisciplinary study of the flora and fauna of different biotopes.

The conditions for such uses would also vary widely depending on how the extracts are obtained. One determining factor for exploiting a new product is the ease and cost-effectiveness with which it can be obtained. There are three ways to obtain sufficient quantities of such products: extracting and purifying primary or secondary metabolites from macro- or micro-organisms, synthesis, and hemisynthesis, which is a compromise between these two, taking a natural precursor and converting it. Though rarely impossible, synthesis and hemisynthesis can be complicated; they are not always cost-effective for industrial purposes. Producing active molecules by biotechnology is therefore a promising method in economic terms. It may involve using natural environments to farm molecule-producing organisms – e.g. sponges, ascidiae, gorgoniae, algae – or, particularly with micro-organisms such as cyanobacteria, micro-algae, fungi and bacteria, biotechnology solutions such as fermentation and photobioreactors.

For all these reasons, *building up collections coupled with a solid marine chemistry component* seems to be the most relevant short- and medium-term step towards economic utilisation. The conditions required for this work are well within the reach of French Polynesia and will be set out in the following Section.

Towards a strategy for the utilisation of natural substances

After examining and drawing initial conclusions from the existing ways in which natural substances are utilised in French Polynesia, the expert group review has identified further potential resources. This brings us to the central question the panel was asked: how is the potential identified to be turned into new economic uses that are consistent with and appropriate to local capabilities – in other words, a strategy? This is the issue addressed in this Section.

This is an important issue. It is a question of properly using the resources allocated to policy design and implementation, and consequently the "return on investment" that may be expected – financial investment as well as human investment of many kinds.

We shall first present a few guidelines for defining the principles and legal framework required to protect French Polynesia's ecological and economic interests while encouraging economic use of its natural substances to develop.

We will then set out the economic and technical conditions for developing new productive industries, including the specific regulatory constraints in particular sectors in the French and European markets.

Finally, we will suggest guidelines for industrial use, under two headings: Group 1 natural substances; and Group 2 and marine substances, indicating in each case the legal framework required to implement the guidelines.

Legal approach

The CBD and the new legal status of biodiversity

Biological resources, and their components, are of increasing economic interest and, rather than acquiring value in proportion to their degree of technological processing, have a value *in themselves*. Biodiversity as a whole has become *potentially utilisable* and consequently *strategic*.

With the development of biotechnology, the legal status of biological resources has radically altered. Up until the late 1980s, their status was roughly governed by two legal concepts: national sovereignty for their *direct and immediate exploitation;* and the concept of "common heritage of humanity" for research or *indirect and deferred use* based on the chemical or genetic potential of a resource that might lead to a new product.

In the mid-1980s, this status was undermined by statutory developments first in the United States, then in Europe and finally at global level, that established the patentability of living resources. Following these developments, any living resource (or component thereof, such as a cell, gene or molecule) may now be protected by an invention patent if, when it is reprocessed, it is considered to be new, inventive and applicable in an industrial process. This has caused a discrepancy between the common heritage of humanity, which postulates the absence of property rights, with collection free of restriction or charge, and patents, which justify exclusive exploitation, for profit, of substances collected free of restriction or charge.

In order to avoid the conflicts of interest that might arise, the Convention on Biological Diversity (CBD) of 5 June 1992 established a new legal status for biological resources. The concept of a common heritage of humanity has been dropped, and the Convention brings biological resources under the *principle of States' sovereignty over their natural resources*, which entitles States to regulate as they think fit any type of access to biological materials located within their territory. The aim is to enable States to control their use more closely, organise trade, and benefit from any wealth based on them following any chemical or biotechnological research and development process.

The crucial clause of the Convention is Article 15, excerpted below:

*"**1** – Recognizing the sovereign rights of States over their natural resources, the authority to determine access to genetic resources rests with the national governments and is subject to national legislation. […]*

***5** – Access to genetic resources shall be subject to prior informed consent of the Contracting Party providing such resources, unless otherwise determined by that Party. […]*

***7** – Each Contracting Party shall take legislative, administrative or policy measures, as appropriate… with the aim of sharing in a fair and equitable way the results of research and development and the benefits arising from*

the commercial and other utilization of genetic resources with the Contracting Party providing such resources. Such sharing shall be upon mutually agreed terms."

Thus the three interrelated principles governing access to natural substances under the Convention are State sovereignty, prior informed consent of the public authorities before collection, and sharing of the benefits arising from utilisation of the resources supplied. The system based on these principles is known by the acronym ABS (Access to genetic resources and Benefit-Sharing).

French Polynesia and the new legal situation

Although many States have seized the opportunity offered by Article 15 of the CBD, French Polynesia has not as yet adopted any specific regulations for access to genetic resources. A draft bill is being prepared in French Polynesia; we would stress that this is a timely step, and perfectly within the competence of the French Polynesian government.

The lack until now of any specific ABS regulations is not due to its being beyond the competence of French Polynesia's government. The CBD clearly states that the authority to determine access belongs to States. Under French institutional law n° 2004-192 of 27 February 2004 on the autonomous status of French Polynesia, Polynesian institutions have increased autonomy and enjoy considerable delegated competence in a range of areas including the environment and marine resources. Since access to and circulation of biological resources fall primarily within the area of environment (marine and terrestrial), French Polynesia is indeed competent to establish a legal framework regulating access to its biological resources.

The value of having regulations can be seen from what happens when there are none. The CBD is applicable to French Polynesia under Law n° 94-477 of 10 June 1994, by which France ratified the CBD. However, like many other developed countries, France saw no reason to transpose it into specific regulations. Consequently, there are no rules organising access to biodiversity and the sharing of resulting benefits, no rules specifically regulating the conditions for harvesting biological resources (except for protected species and areas) or sharing any resulting benefits. It follows that operators who wish to seek biological resources in Polynesia for their actual or poten-

tial usefulness in developing drugs or other new products do not need to ask for prior agreement or commit themselves to any compensation.

Applying existing law, therefore, does not give French Polynesia the means to benefit from opportunities for utilisation of its natural substances. Neither the standard rules of civil law, environmental law, the law of the sea, nor the rules produced at international level in recent years in the spirit of the CBD (the Bonn Guidelines, the future international system for access and benefit-sharing[18]) fully meet these needs. The current legal situation is inadequate in a number of ways:

■ *Ecologically,* the utilisation of biological resources must be designed in such a way as to ensure their sustainability. Means are therefore needed to prevent negative impact on Polynesia's rich but vulnerable environment.

■ *Economically,* even without the spectre of bio-piracy (pillage of biological resources), failure to specify the conditions for biological prospecting will at the very least prevent Polynesia from drawing proper benefits from the exploitation of its biodiversity. It is simply a matter of giving oneself the means to take advantage of a type of operation that in practice, where the rights and obligations of each side have been legally specified in advance, has been shown to benefit country and prospectors alike. Such a framework is also a key element for the legal security of future industrial users of biological resources, who may hesitate to invest in countries that have no clear legal framework for access to biodiversity (access allowed or not? what conditions? which administration to apply to?, etc.).

■ *Politically,* any failure to specify the conditions for biological prospecting would expose countries to the risk of having such operations contested by local communities. More on this below. Generally speaking, devising a legal framework goes "in the direction of history". In the South Pacific as a

[18] The Bonn Guidelines were unanimously adopted in April 2002 by the Conference of the Parties (180 countries) and are a key tool for implementing the CBD. They are intended to help the Parties establish legislative, administrative and general policy measures on ABS and negotiate contractual arrangements for ABS. They set out the basic requirements such contracts must meet, specify the role and responsibilities of both users and suppliers, the features to be considered in agreements on transfer of materials and a non-exhaustive list of monetary and non-monetary benefits. The Guidelines recommend the establishment of a capacity-building programme to enable developing countries to implement the Convention's relevant clauses. Similarly, the participants at the Johannesburg World Summit on Sustainable Development in August-September 2002 requested that countries should negotiate for the CBD an international regime to promote and ensure fair sharing of the benefits from the use of genetic resources. The Bonn Guidelines will certainly be part of this wider working framework.

whole, a series of actions is being taken to that end. One example is the early-stage work begun by the Secretariat of the Pacific Community (SPC), a key regional development player that is emerging as a guardian of Pacific resources, traditional knowledge and the expression of regional cultures.

All in all, a combination of factors – current interest in natural substances from the research community and industry, the new legal status of biodiversity, changing concepts and practices in this field – means that it is in French Polynesia's best interest to adopt an adequate and effective legal framework.

It remains to define its broad features:

■ In the following section we set out the foundations for such a framework: prior consent, forms of contract, control, industrial property rights, etc. These are the key points to consider if French Polynesia wishes to adopt regulations for access to its biodiversity.

■ French Polynesia might decide to develop service activities in connection with natural substances, establishing collections, biobanks and extract banks, allocating some of the work of extracting natural substances to its research institutes and companies. We therefore examine the legal aspects of such issues as the status of collections and biobanks, their contractual activities, etc. (see "Prospects for utilisation", p. 234)

■ Finally, we address the inevitable question raised by Article 8 (j) of the CBD, namely the rights of native or local communities to benefits from the exploitation of biological resources (see "Rights of local communities and collective interest", p. 241).

Basic legal framework: the ABS principle

Here we examine the two key elements for framing a text on ABS: the principle of prior informed consent (PIC), and its transposition into contract form. The purpose is to highlight the points essential for preserving French Polynesia's interests as a supplier of natural substances.

Prior informed consent (PIC)

This principle, enshrined in Article 15 of the CBD, states that collection may only be carried out once agreement has been secured from public authorities which have already had the information that will enable them to preserve their rights over the resources and any benefits that may arise from them.

The prior consent formality must satisfy two requirements: clarity (which administration to apply to? in what circumstances?, etc.) and flexibility, so that the procedure is not so slow as to dissuade applicants, which would defeat the object of the exercise.

Who should grant PIC?

It must be specified which authority is to receive applications or give its consent to authorise collection. Some general points:

■ The prior consent of the Research Delegation must be required;

■ The authorities in charge of the environment and protected areas should also be involved;

■ For the administrations concerned to be really "informed", capacity-building is essential (as per the Bonn Guidelines). To that end, they should appoint auxiliary scientific committees drawn from competent scientific bodies, on a case-by-case basis.

Which types of collection are subject to PIC?

Although the need for authorisation extends the scope of existing legislation, which applies only to protected species, it is not sufficient to apply it to endemic species. This might prevent French Polynesia from taking full advantage of the rights conferred by the CBD. In Polynesia's island environments, evolution has segregated some highly specific taxa. Although these taxa are not strictly speaking endemic, they do possess potentially valuable characteristics. To make a distinction between endemic and non-endemic would allow operations that might develop products over which Polynesia had not established any rights.

This leads to a more general point. No discriminating criterion of any sort should be established to distinguish between collecting that requires authorisation and collecting that does not: neither the type of resource that may be extracted, nor the people who may do so, nor the purpose of their operations. The reasons for this are as follows:

■ Since any resource, whether *in situ* or *ex situ* (for there are collections in Polynesia), endemic or otherwise, marine or land-based, whole or part (cell, DNA, etc.), unused or known already to have therapeutic or insecticidal qualities, may be economically used by some chemical or biotechnological industrial process, they must all be subject to the PIC principle.

■ The same goes for the applicants, whether foreign or French, private companies or public research institutes, because there is no clear dividing line in this field between public and private, between basic research and applied research for commercial markets. Standard inventorying activities can always lead to applied research. Most research institutes, public and private, invest in applied research and file for patents. They are also in direct relation with private companies, not only when the companies use their patents, but also upstream, when the research institute undertakes prospecting on their behalf. Indeed, in some cases a public research institute may be used as a "front" to avoid applying for PIC. It would be artificial and counterproductive to attempt to draw lines. It follows that PIC must be sought in all cases.

However, to avoid needless red tape, once the PIC principle is stated in these terms, exemptions might be made for the traditional economic use of biological resources (coastal fishing, food industry use of noni juice and kava, cut flowers, etc.) as long as it is direct use. Any transfer of the resource, whether or not for payment, or any transfer of other resources caught or extracted as by-products, to a third person intending to make indirect economic use of it, will be prohibited without PIC from the relevant authority. Consequently, with no PIC, a drug company could not obtain from fishermen the incidental resources – seaweed, micro-organisms, etc. – brought in with their catch. The same should be true for a company wanting to engage in highly technological research (using, say, a plant gene or synthesising a molecule) on a marketed resource such as noni.

Defined in these terms and with its scope specified, the principle of prior consent would give French Polynesia the means to gain most benefit from its biological resources, either as reward for providing the material basis for innovation, or as compensation for the loss incurred when a natural substrate is replaced using such processes as synthetic chemistry and genetic engineering.

Material transfer agreement

Where the collection of biological material is authorised, the conditions need to be specified. The best way is to sign a material transfer agreement or MTA. These contracts stipulate the rights and obligations of each party.

Statute versus contract

A contract theoretically implies that the contracting parties are free to commit themselves to "mutually agreed" terms. However, as regards bio-

logical resources, statute law needs to provide a framework for this freedom, for at least the following reason. Public interests are at stake in this field and this requires that the law lay down provisions that contracts may not waive. This is not specific to biodiversity; medical and consumer contracts must also comply with rules such as the obligation to inform the patient, the consumer's cooling-off period, etc.

What type of contract?

Should the contract restrict itself to organising prospecting operations for research or should it anticipate possible commercial developments from the outset? The choice is between a research contract and a commercial contract.

In the case of deferred utilisation, as with most bioprospecting programmes, benefit-sharing often involves long, hard and expensive negotiations. It is more expedient initially just to sign a research contract, provided it explicitly contains the obligation for the user to renegotiate a new contract with the supplier if industrial or commercial use is made of the material. To avoid any misunderstanding, it needs to be specified that this obligation comes into effect if any patent is filed, or a product marketed without patent. At all events, no collection licence for scientific research purposes should be delivered without the explicit condition that a benefit-sharing agreement must be negotiated if an innovation is developed.

Public interest provisions

Many clauses of an MTA are freely negotiated between the parties: the place of collection, exclusive rights and their duration, etc. But these contracts will also include provisions required by law and which the parties may not waive. These concern:

- access on condition of sustainable use;
- benefit-sharing.

Benefit sharing may take a number of forms – immediate or long-term benefits, financial or in kind. Without entering into the details (which need to be considered case by case), three general remarks may be made:

- The principle of benefit-sharing must be mentioned in the statute text as a public interest principle that prospectors may not infringe.
- For short-term benefits, for a number of reasons it is better to consider choosing services in kind, such as the user undertaking to provide technical assistance.

■ It must be borne in mind that any promised long-term sharing is likely to remain a dead letter unless there are additional clauses organising the monitoring of the various operations.

Monitoring

Monitoring the application of contractual undertakings is one of the hardest features to implement. The supplier of material must be able to monitor each stage from extraction to the development of a product, otherwise the chances of fair benefit-sharing are uncertain:

■ Monitoring the actual prospecting work as such, to identify exactly what is being collected and measure the environmental impact.

■ Monitoring subsequent transfers of the specimens collected. A clause in the contract should lay down the means to be used for this monitoring. The best way is simply for the prospector to undertake not to transfer the specimens to partners not mentioned in the contract. Prospectors are unlikely to be discouraged by this type of clause. Research institutes are getting used to this practice. Many companies want to retain *de jure* or *de facto* exclusive rights over the specimens, and they will be favourably disposed, although others are starting to relinquish these rights in order to increase the opportunities for utilisation.

■ Monitoring the work of the partner in the contract. Pending some international agreement on subsequent monitoring of patents, the monitoring of R&D work needs to be laid down in the contract. The provision most likely to ensure feedback on research progress is one that specifies agreements involving local or regional scientific institutions (universities, research centres) in the research.

Although it would be illusory to seek to monitor every detail, the above set of clauses is essential to enable French Polynesia to retain control over the development of research using its resources.

Technical and economic approach

With a view to developing effective new uses for French Polynesia's natural substances, what aspects must be considered to give upstream production chains to be launched or supported the greatest chance of being economically viable? We examine two main aspects:

■ the economic, technical, and regulatory parameters these industries must meet;

■ principles of product protection.

Note that

■ environmental parameters, the very basis for sustainable development, will be the foremost criteria in the guidelines for resource utilisation proposed below.

■ the question of technical support for product chains (from the specialised central services e.g. ONIPPAM and ITEIPMAI) is beyond the scope of the expert group review. However, because these questions are so crucial for local decision makers, we sought the views of experts from industry with responsibility for technology scanning and supply chains.

Basic conditions for viable upstream product chains[19]

Stable resources, quality production, and competitive prices

To be viable and to fulfil their economic role, the upstream industries must meet certain conditions. Money or resources should not be injected unless there is a reasonable chance of success or progress. Poorly managed development programmes usually lead to failures that discourage later attempts (examples abound, not least in France itself). Three basic conditions are essential.

Stability

The *sine qua non* for developing utilisation is the availability of a natural, cultivated or collected raw material in *stable quantities*. This may mean establishing suitable logistics to allow for seasonal and climatic variation: crop dispersion, storage, pre-processing, etc.

Quality

Since the aim is not to produce a natural resource but to provide processing industries, these industries must be supplied with products that meet *specific pre-defined quality criteria*.

[19] By upstream product chain we mean here the economic structure providing the processor (industrial or craft level) with the raw material (plant-based or other) necessary for their activity. The downstream part of the chain (industrial production of a finished or semi-finished product) is not included here because it is too diverse.

Price

The price of the raw material must be set at a sufficiently attractive level for a viable upstream product chain to be established. In French Polynesia, this is probably one of the most critical points. The higher costs due to its island geography and the French welfare system make the competitiveness of some productions uncertain. This is particularly true of resources widely available globally, such as tamanu. Competition from cheap labour countries can only be resisted if economic use can be made of some *markedly local feature* based on quality or image.

Setting up new upstream product chains

Start from market need

A productive industry can only develop if there is a real market need for the product. Any other approach is more about welfare than economics. In general, the development projects that have been shown to fail say, "We have a product we can produce in quantity. We are going to market it and at the end of the day we shall see if there are any customers for it." Similarly, asking an industrial entrepreneur, "What plant or source organism do you need? We can produce it or harvest it for you" is also a recipe for failure. If there is a proven industrial need, users will long since have devised their supply chain.

Consequently, market needs must be identified before any human or material investment is made. This is particularly true for the cosmetics market, which is both attractive and hard to penetrate. The brief on the cosmetics industry in Annex 2 reflects a debate that clearly illustrates the complexity and unpredictability of this market.

At this stage, it may be useful to call on the temporary or long-term help of official bodies such as ONIPPAM (National industry board for perfume, aromatic and medicinal plants), whose knowledge of the national and international markets for plants in terms of production and outlets can be invaluable.

Occasionally it is only later, at the research and development phase, that market need turns out to be greater than originally predicted. It can then be valuable to have anticipated conditions for production in the partnership with the user. Generally speaking, this strategy requires close contact with users and can be highly profitable, for two reasons:

■ frequent contacts engender trust, which is essential for any medium- or long-term project;

■ studying a project at the R&D phase is a way of keeping ahead of competitors.

The above remarks concern new products. For a finished or semi-finished product that already has a traditional local market, a more institutional approach is to study its potential for introduction into export markets. This involves a reasonable initial investment in research on economic and regulatory aspects, which can be commissioned from specialist consultancies. This takes us to the next point.

Closely examine the regulatory environment

For natural substances and products made from them, a crucial point in assessing economic potential, market size or even marketability, is the regulatory environment. Numerous complex laws cover the methods and conditions of use of plants in all spheres. Especially in areas where there is high demand and high returns, and which are sensitive: foodstuffs, healthcare and cosmetics.

Special care must be taken to comply with legislation on plant-based medicinal products and food supplements (two fast-growing sectors) so as to choose the product chains that are most accessible and potentially profitable for French Polynesia.

Medicinal products

There are three types of situation:

■ General case: the plant-based medicinal product is treated like any other medicine. It must comply with all the requirements of a standardised 5-part application for a marketing licence (French AMM). This process is notorious for its lengthy and complex protocols, not least for clinical trials.

■ Products with a "well-established medical use": on condition they comply with the defining criteria, they are entitled to a specially simplified marketing licence application procedure, relating to toxicological, pharmacological and clinical studies.

■ "Traditionally used" products: for the moment these are subject only to French legislation. But this is the sector where the greatest change is expected, with the adoption or revision of major reference laws. The new European directive adopted in December 2003 and published in 2004 is due

to come into force as from 30 October 2005. By that date, *Cahier n° 3* of the French Health Products Safety Agency (Afssaps) is due to be withdrawn. Note too the current revision of the "Alphabetical list of medicinal plants in the French pharmacopoeia", expected to be published soon.

Food products

Here there are two possible cases:

■ Foods regarded as "traditional": provided they meet certain conditions (e.g. that no claim is made for them other than as food, hence no therapeutic claims), no marketing license is required.

■ Innovative products making one or more health-related claims: in this case a full product file must be submitted to AFSSA. This is a complicated file, very similar to the marketing license application file required for medicines.

Food supplements

These are listed (along with nutrients) and defined in European directive 2002/46/EC as: *"concentrated sources of nutrients or other substances with a nutritional or physiological effect"* (the Directive defines "nutrients" as "(i) vitamins, (ii) minerals"). Food supplements are marketed in doses, e.g. capsules, pills, sachets of powder. However, the concept of a "physiological effect" has yet to be clarified, not only in the definition of food supplements but also for medicinal products. An EU regulation is being drawn up on foodstuffs for which health claims are made; this should make a more precise dividing line between the "health" and "food" spheres. By July 2007 at latest, the Commission will present a report and appropriate measures for other classes of nutrient (with a nutritional or physiological effect) used in food supplements, such as essential fatty acids, fibres, plants, aromatic herbs and their extracts, which are not covered by Directive 2002/46/EC. This question should be monitored closely over the next three years, since as that Directive sets 2007 as the deadline for harmonising legislation on these products, and the exploitable plant resources the experts identified are candidates for this fast-growing business sector.

Cosmetics

All products meeting the definition in EC Directive 76/768 must comply with the legislation introduced in that directive. For example, cosmetics labels must include a full list of ingredients. All plants are permitted in cosmetology with the exception of those listed as reputedly toxic (Annex II of

the directive). However, for natural and synthetic colourings only those on the "positive" list are authorised.

In brief, 2003 and 2004 marked a decisive turning point in industrial use of plant-based products, as the relevant basic laws were rethought or updated. A winning strategy would be to pre-empt forthcoming legislation. For the Territory and the trade organisations of the sectors concerned, this would mean creating a *surveillance system* to monitor changes in these fields and keep stakeholders informed.

Organise conditions for obtaining the resource

To create an upstream product chain in French Polynesia certain material conditions must be met with regard to resource availability.

■ If the resource is sufficiently available in the wild, a structure must be organised for harvesting it in a way that ensures its sustainability. This would require resource management plans that take account of the impact of harvesting.

■ The necessary labour must be available.

■ It must be possible to cultivate the plant. For wild plants, this depends on the success of domestication programmes.

■ The necessary land must be available. In this regard the Territory's small land area, divided among many small islands, and its land tenure structure, are real obstacles – not necessarily insurmountable, but to be taken into account.

Put together an adequate technical environment

A structured product chain is not an autonomous entity entirely independent of its surroundings. To set up and develop a product chain, the necessary synergies and interconnections with the local economic fabric need to be established.

One important asset is the presence of basic and applied research structures that can provide the necessary scientific and technical support. For utilising natural substances, the competencies required are mainly to be found in:

■ chemistry and biochemistry laboratories, which will do the basic research on the composition of the plant (or other resource) but will also, for example, develop the necessary analytical methods for monitoring plant breeding programmes or assessing wild resources. While the basic research can be handled by geographically distant laboratories, the analysis side must

necessarily be handled locally. Here the laboratories' speed of response and involvement in breeding programmes would be key factors for success.

■ biology laboratories more generally. Here again the basic research part (botany, ecology etc.) can be handled by distant laboratories. But applied research, particularly agricultural research and related fields, need not only local laboratories but also local trial plots or experimental farms.

Another asset is the presence in French Polynesia of similar product chains whose technical resources, infrastructure and know-how could be used on a cooperative basis.

Horticulture is a good example here. Its technical resources and know-how are needed for mass production of seed and nursery plants, for plant multiplication, *in vitro* propagation and conservation of useful genetic material.

For the industrial processing phase, the presence of a local food industry may prove useful in providing possibilities of on-site first-stage processing (as with the noni juice produced by Jus de Fruits de Moorea for Morinda Inc.). Similarly, the drying ovens used in the food industry could be very useful for dehydrating plant materials and preserving them for subsequent use. The lack of such technological resources is often an obstacle for developing a product chain. Because of the technological similarity between the food industry and first-stage processing of natural substances, synergy is possible. It should be exploited by systematically recording locally available technological resources.

Sound knowledge of the local technical and industrial environment is generally an important precondition. The work of inventorying and networking with local potential will save considerable time and resources.

As well as this local work, support must be sought from specialist organisations in the medicinal and aromatic plants sector. We have already mentioned ONIPPAM; there are also technical centres like ITEIPMAI (Institut technique interprofessionnel des plantes à parfums, aromatiques et médicinales) and others, specialising in agricultural research. Their economic and technical experience of the sector and its myriad micro-markets will be of great value.

Assess the "psychological" environment

The willingness of potential natural resource producers to work in this sector is an essential factor for success. Without that, the enterprise is condemned sooner or later, however keen the political and administrative

authorities may be to promote this option. The example of the noni industry and the creation of the monoi GIE partnership are encouraging signs in this connection. When producers organise themselves in cooperatives or partnerships with official support, this is a good sign of their commitment and suggests that subsequent introduction of a market regulation instrument may be worth considering, for crisis management.

Conditions for product chain sustainability

Once the product chain is set up, its future must be ensured. This requires action on several fronts.

Communication drives are among the first steps to consider. Any raw or processed natural product needs to be promoted.

■ With a raw or only slightly processed material intended for use as an ingredient in a formulation in whatever economic sector, it is best to work with a distributor, preferably an international one, who has good contact with potential users. The distributor will be best placed to perform the long and exacting task of canvassing for customers. Direct marketing actions (international trade fairs, a Website, press advertising etc.) can be used, possibly sharing costs with the distributor.

■ With a finished product, communication will depend on the marketing strategy envisaged. But in all cases, with a new product from a geographically isolated territory like French Polynesia, an Internet strategy is a required minimum.

Predictive R&D must also be planned for. This may be managed by the producers' industry federations, and would involve the following:

■ forecasting (if possible) trends in the technology for the product and planning development work;

■ launching genetic and/or agricultural improvement programmes;

■ conducting programmes to characterise and assess the biological activity of the natural resources produced;

■ setting up research programmes to defend the product against any imputation of harmfulness. This would mean, for example, toxicological studies on the model of the clinical studies run by French growers of lavender and lavandin. *Kava* is a case in point: toxicology research to establish its harmlessness or the conditions for possible toxicity could be performed by a scientific structure under a French Polynesian or regional industry federation.

Once production has started, economic forecasting should be continued with a different focus. Trends in existing markets must be assessed, new markets identified and the competition examined. This *economic surveillance* will also be a guide for identifying the necessary scientific programmes and decision making in resource allocation.

To conclude, although it is difficult to give more precise guidelines for setting up product chains that are as yet only potential, the following points should be noted:

■ These development actions should be conducted on the basis of market demand.

■ There will always be a chance element; one cannot guarantee a product's market success.

■ Given the size and remoteness of the territory and the type of product involved, it would seem best for French Polynesia to work within the framework of the Secretariat of the Pacific Community.

■ To try to ensure the lasting commercial success of products derived from French Polynesia's biodiversity, and hence the success of their product chains, effective legal protection appropriate to the products themselves and their target markets must be set up.

Principles and methods of product protection

Below we examine some ways to profitably and sustainably commercialise products derived from French Polynesia's biodiversity and optimise their utilisation. Giving a product a recognised legal identity protects its material and intellectual characteristics (authenticity of the compound, original features of know-how) from competition, adulteration and fraud.

First some general points:

■ Protection is only justified if there is a market, a real demand for the product, or at least local outlets, and some competition.

■ Protection has a cost, and a cost-benefit assessment must be made.

■ Protection measures cannot substitute for the necessary investment to promote the quality of the product.

Two main types of protection should be distinguished:

■ Geographical indication (GI), which covers both the simple "designation of origin" (DO) and the "controlled designation of origin (CDO–AOC in

France). This establishes a strong link between a product and a local area. To obtain this label, producers and product chain must be well organised and must have the help of the authorities.

■ A registered trademark. This provides good legal protection internationally. It is the main system used in most of the world, particularly the United States.

Both trademarks and geographical indications protect a product's reputation rather than innovation, are suitable for agricultural produce, and apply to segmented markets where competition is based on differentiating products rather than on price. But they differ in nature and extent (see box below), and therefore cannot both be used on the same market. A geographical indication cannot be imposed on a market where a trademark of the same name exists. A choice must therefore be made between the two systems, depending on the product concerned and its target market and on the basis of precise data.

A trademark is suitable for	**A Geographical indication** is suitable for
■ products with only **a weak link with the local area** ■ products whose production zone is too large or too small for a GI ■ products whose specific features derive from **assembly** or a **selection of inputs** ■ products subject to **variability in the market** ■ products requiring **strong international protection**	■ products highly **typical** of the local area ■ products for which there is a **local market** ■ **top range quality** products ■ products with shared characteristics produced by a **producers' collective**
It is the only system recognised in the **United States**.	This system is recognised in **Europe**.

Source: paper by Boisvert (see CD-ROM).

For the same reasons, any proposal to organise or reorient a product chain must be based on a wide range of detailed data. It would be especially useful for future initiatives to assess experience with the "Monoi de Tahiti"

DO and other attempts to develop product chains, and to closely monitor initiatives elsewhere in the region involving biodiversity, its utilisation and the protection of the resources deriving from it.

Geographical indications (GIs)

These apply to a particular area for a particular product, and all producers of that product in the protected area can benefit provided they comply with the specifications. These are thus collective, inalienable rights.

These rights concern not innovation but the reputation of a product known by the public for its particularities and requiring specific technical know-how for its production. A GI thus helps to develop a market among customers attuned to the local area/product connection, environmental issues and socio-cultural traditions. A GI is not suitable for a "new product" or for raw materials. A GI can only be obtained for an application that is the same as the traditional use. There are various forms of GI in the European Union: "designation of origin" (AOC in France), "protected geographical indication" and "guaranteed traditional speciality". For the European market, producers can thus choose the formula best suited to their product.

GI applications need considerable institutional and organisational backing, technical advice, legal assistance, training etc. However, there are few technological requirements.

Geographical indications as such have enjoyed international protection since the Lisbon agreement of 1958 on "Protection of designations of origin and their international registration". For admission to the international register, run by the WIPO[20], a geographical indication must first be protected in its home country. It provides very strong protection, and the criteria are so strict that only 20 countries have signed the agreement, which considerably reduces its range. The GI system, reworked by the TRIPS[21] agreement, mainly benefits European countries, which account for 95% of registered appellations.

[20] WIPO: World Intellectual Property Organisation. This United Nations agency has 180 member States. Its mission is to "promote the protection of intellectual property" and co-ordinate world policies on patents, copyright and trademarks.

[21] The TRIPS agreement (Trade-Related Aspects of Intellectual Property Rights), signed in 1994 at the WTO (World Trade Organisation), is intended to integrate intellectual property rights (author's copyright, trademarks, patents, etc.) into the GATT/WTO system.

International protection of geographical indications is explicitly guaranteed by Articles 22 to 24 of the TRIPS agreement. Products already protected by a geographical indication in their home country are protected in all member countries, and the name protected by a geographical appellation cannot be used as a trademark. However, there are exceptions to this protection:

- if the name is considered generic and is already widely used without reference to the product's initial home area;
- if the name was already a registered trademark before the geographical indication was applied for. In other words, if a foreign firm has already registered the name of a product associated with a geographical origin or place-name, it is too late to apply for a geographical indication.
- if the product is no longer made in its original home region or is not protected in its home country.

To sum up, GIs are mainly suitable for finished products on the consumer market. If applied to intermediate goods used by manufacturers in formulations, there are additional limitations (e.g. percentage of the finished product) which can make it difficult to develop its market. One example is an essential oil of lavender whose AOC nearly failed for lack of commercial utilisation. At present, this AOC is mainly used for small quantities sold via retail outlets for aromatherapy rather than high-volume industrial production. Similarly, this type of certification is of little use in the pharmaceuticals sector.

Trademarks

Unlike a geographical indication, a trademark is the property of an individual or group, who may sell, bequeath or otherwise dispose of it. The owner retains the right to the trademark if they delocalise production. The company may choose to evoke tradition or a particular link with a local area in its advertising, but is under no obligation to provide evidence in support of such a claim. A trademark can protect a new product, or a new use of a plant already used in traditional practices, or a preparation in which the traditional product is only a minor ingredient.

The greatest limitation on this form of protection is probably its high cost, e.g. for trademark registration procedures, continual marketing expenses, the indispensable legal services to monitor and sue counterfeit imitations and other breaches of trademark law, etc.

Two types of trademark may be of interest for natural substances in French Polynesia: collective trademarks and certified trademarks.

■ Collective trademarks may be held and managed by a group of producers, an industry federation, a non-profit body, etc. Since a producers' group owning a collective trademark decides on the conditions of its use, this system makes it possible to establish a similar framework to that of a geographical indication, but is less restrictive. For example, there is no obligation to show that the activity is a traditional one, or that all inputs are of local origin.

■ Collective trademarks can be certified, which involves an outside organisation certifying that the arguments put forward by the owners of the trademark (origin of the product, production method, etc.) are authentic. This form of protection is used particularly by Native American communities for marketing their handicrafts. Extensively used in North America, it is beginning to spread to South America: certification is provided by indigenous organisations or the administrative bodies in charge of indigenous groups. In those cases it it is being used to earn profits from traditional knowledge rather than raw materials.

Trademark versus GI

Trade names referring to a geographical origin are common in the United States and Japan. Registration of Amazonian place names as trade names in Japan has recently caused a stir in Brazil, where it has been denounced as a form of biopiracy. In the event of conflict between a trademark and a GI, the GI cannot be used in a market where there is already a trademark of the same name (e.g. "Tahitian noni" and the many similar names registered by Morinda Inc. in the USA and Europe). It is therefore pointless to invest in a GI if one is targeting the US or Japanese markets. A trademark, or a trademark with a geographical reference, is more appropriate.

Dual protection is possible. If some producers in an area covered by a GI marketed their produce under a trade name, they would be able to take all the benefits of investment in more closely targeted advertising, communication and marketing strategies.

Other quality labelling options

"Organic" certification under current European directives is one possibility. On the face of it, this solution seems well suited to the local context:

■ It is suitable for small-scale farming.

- It requires more labour than the dominant mode of farm production.
- It has a good image among consumers in developed countries.
- It offers more attractive prices.
- Organic production is now recognised for cosmetics ingredients.

Organic farming certification is suitable for foodstuffs and now also for cosmetics, though the regulations on this latter are very recent and the situation needs to be studied. Organic farming is of almost no interest in the pharmaceutics sector; medicinal products are excluded from organic certification and organically-produced raw materials are more expensive.

Another possibility would be to discuss with users, case by case, the possibility of an exclusive contract for local products. This way of working can be a strong incentive to the user as it enables him to develop exclusive marketing.

In this case:

- To prevent a manufacturer acting simply to keep a competitor out of the market, they must commit to buying a certain volume and/or to a certain value.
- The contract must be a long-term one.
- The territory concerned must retain the rights over the use of its image.

To conclude our examination of protection methods, a clear and permanent distinction must be made between two issues that were combined in the questions the panel of experts was asked to address. Studying possibilities for sustainable, profitable marketing of products based on natural substances is a quite different issue from that of identifying promising active compounds. The first step towards commercial use of natural substances is to advance from the *substance* identified as potentially of value to a *product*. In this regard the endemism of the plant or the originality of the compound are not sufficient criteria for defining the distinctiveness or uniqueness of the product. Other determining factors would be the methods or technical knowledge required to process the raw material into a marketable product, its differences compared to similar products, the corresponding costs, etc. A product can be unique without being made from unique substances, and the uniqueness of a substance will not necessarily be recognised as such by the market. The very purpose of a trademark is to give products a strong identity to differentiate them from others of the same type.

Table 6 – Summary of Group 1 Plant products

PRODUCTS AND ACTIVITY SECTORS	STATE OF R&D	ENVIRONMENTAL AND SOCIO-ECONOMIC IMPACTS
SPECIES: *Calophyllum inophyllum*		
– Tamanu oil: finished or semi-finished product, local marketing. COSMETICS INDUSTRY	– Characterisation of specific properties of local oils for promotion as authentic local products	– Currently harvested mainly from the wild – Resource management plan to be set up if product used on larger scale, with cultivation to meet possible increase in demand – Opportunity to diversify islands' economies
– Tamanu oil: raw material – Ingredient or formulation for COSMETICS INDUSTRY	– Development of purification processes to produce oil with high value added	– Cultivation necessary for exploitation on a larger scale to meet possible increase in demand
Plant extracts: source of anti-cancer compounds PHARMACEUTICALS	– Active anti-cancer compounds under development	– Low
SPECIES: *Gardenia taitensis*		
Monoi: finished or semi-finished product for COSMETICS AND PERFUME INDUSTRIES (local and international markets)	– Quality improvement research under way or to be followed up	– Cultivation (small-scale mode of production)
Monoi: raw material (ingredient or formulation) COSMETICS INDUSTRY	– Quality improvement research under way or to be conducted	
SPECIES: *Ilex anomala*		
– Caffeinated beverages: FOOD SUPPLEMENTS – Ingredient for herb teas PHARMACEUTICALS	– Several stages to be completed (see product data sheet and papers by Weniger, Barbin and Fourasté on CD-ROM)	– Resource management plan to be set up for utilisation of this resource, with domestication trials

Table 6 – Summary of Group 1 Plant products

STRONG POINTS	WEAK POINTS	COMMENTS AND RECOMMENDATIONS
SPECIES: *Calophyllum inophyllum*		
– Oil quality depends on Polynesian resource and/or preparation method – Product promotion could be closely linked to strong local-area image	– Species widespread in Pacific and Indian Ocean – Local market still small, with low value added	– Knowledge of modes of production not yet sufficient to define suitable utilisation and protection approach – Registration of collective trademark recommended
– Product (oil) processed locally – High price	– French Polynesia poorly positioned for mass production unless focus is put on quality	
– Molecules with strong therapeutic activity isolated	– French Polynesia poorly positioned given the state of progress in R&D	– If these compounds are marketed, the oil can become a useful renewable source of pyranocoumarins, since pyranocoumarin production from latex gives low yields. The fact that it contains compounds with strong biological activity could act as a barrier to its use as food supplement or in cosmetics, as it brings the oil within the ambit of medicinal product regulations.
SPECIES: *Gardenia taitensis*		
– AOC – Good match between small-scale production and current state of market		– Positive effets of AOC on local products to be assessed
– Good match between small-scale production and current state of market	– Efficacy too poorly demonstrated to convince formulaters – Demand still weak	– Possible negative effects of AOC due to restrictions it places on new formulations
SPECIES: *Ilex anomala*		
– Potential resource for an existing market, good likelihood of meeting specific regulatory requirements for caffeinated beverages	– Several stages to be completed before production stage – Insufficient data to confirm long-established local uses	– Priority: market research for caffeinated beverages (outsource to specialist consultancy) – Depending on market research results: research (chemistry-pharmacology) into the Polynesian resource – Research into traditional uses[22]

[22] Confirmation of long-standing local use is an important factor under European regulations on "well-established medicinal products" or "traditional herbal medicinal products" (cf. paper by Fourasté on CD-ROM).

Table 6 – Summary of Group 1 Plant products

PRODUCTS AND ACTIVITY SECTORS	STATE OF R&D	ENVIRONMENTAL AND SOCIO-ECONOMIC IMPACTS
SPECIES: *Morinda citrifolia*		
Noni: – Main market: juice and purée (*fruit*) **FOOD SUPPLEMENTS** – Ingredient for fruit juices in Europe **FOOD INDUSTRY**	– Product thoroughly researched (*fruit*) – Chemical and therapeutic characterisation of leaves to be conducted	– Resource management plan to be set up for utilisation of this resource, with domestication trials
– Source of anticancer compounds **PHARMACEUTICALS**	– Active anti-cancer and anti HIV under development	
SPECIES: *Piper methysticum*		
– Kava: traditional local drink and food supplement **FOOD SUPPLEMENT** – Herbal medicine	– Renewed research into noxious effects of kavalactones (upgraded to regional level) – Chemical and agronomic characterisation of local cultivars to be followed up[23]	– No identifiable impact: consumption marginal in French Polynesia (except Marquesas islands)
SPECIES: *Santalum insulare*		
– White sandalwood: oil **PERFUME INDUSTRY**	– Characterisation of the Polynesian resource on-going[24]	– Resource now seriously endangered – Much work required to bring plant under cultivation before reaching production phase
SPECIES: *Tephrosia purpurea*		
– Extract of root: crop protection products (insecticides, pesticides) **PHYTOPHARMACEUTICALS** – Ground plant: green manure	– Species thoroughly researched but analysis of rotenoids in the Polynesian resource has yet to be conducted	– Abundant resource, cultivation possible – Possible to supply products slightly processed, hence low cost, for integrated crop management on isolated islands
SPECIES: *Vanilla tahitensis*		
– Vanilla **FOOD INDUSTRY**	Included in Group 1 because of the particular features of its chemotype, but the species has been thoroughly studied (see data sheet on the species) and current research is in agronomy; the product chain is well organised and well supported; good prospects for profitabilty.	

[23] This work can be done for a doctoral thesis, requiring little investment. However, revival of pharmacological research to ascertain the safety of kava should be conducted on a regional level involving the other Pacific zone countries concerned.

Table 6 – Summary of Group 1 Plant products

STRONG POINTS	WEAK POINTS	COMMENTS AND RECOMMENDATIONS
SPECIES: *Morinda citrifolia*		
– Market for fruit-based food supplement booming (but how long will it last?) – Ditto for leaves	– Market responsive to communication; claims often go far beyond scientifically demonstrated properties – Numerous patents already registered (all fields)	– Marketed largely controlled by one firm, advertising on the basis of superior quality of French Polynesian noni – Despite good image, local product not sufficiently distinct for an AOC
	– French Polynesia poorly positioned in R&D on anti-cancer drugs	
SPECIES: *Piper methysticum*		
– Consumption of the drink is reviving in the Pacific zone	– Food supplement market shrinking sharply and dependent on regulations in force – Little future in pharmaceuticals, limited to a few countries	– Product at present a subject of heated debate, outcome uncertain (in Europe particularly) – Characterisation studies should be conducted under a regional initiative to preserve local cultivars
SPECIES: *Santalum insulare*		
– Polynesian resource has original features, promising, and high value added	– Long period of work before production phase	
SPECIES: *Tephrosia purpurea*		
– A real market in organic crop protection for an easy-to-produce resource	– Use in organic farming raises debate as to how harmless it really is – Economic use of roots technically and financially difficult	– Closely monitor regulation trends in countries where organic farming is widespread
SPECIES: *Vanilla tahitensis*		
Included in Group 1 because of the particular features of its chemotype, but the species has been thoroughly studied (see data sheet on the species) and current research is in agronomy; the product chain is well organised and well supported; good prospects for profitabilty.		

[24] Advisable to pre-empt regulatory restrictions by verifying absence of allergenic compounds listed in 7th amendment to the Cosmetics Directive.

Nor need one necessarily aim for differentiation, extreme specialisation or niche market. Most resources identified by the experts are already found, or could be cultivated, throughout the South Pacific. The question is whether it is opportune to differentiate these competitively from similar products; a *cooperative regional approach* might prove more advantageous for all concerned.

Short-term utilisation opportunities

This is where the two types of work conducted for the review meet up. Table 6 takes the reader from the *species* whose properties are given in the corresponding data sheets to the *products* made from them and the *business sector* in which they can be used (column 1).

Correlating the data in the specialist chapters, columns 2 to 5 give *indicators* for identifying opportunities for developing Polynesia's main products: the state of R&D work, environmental and socio-economic impacts, strong and weak points (taking account of regulatory constraints particularly). Column 6 gives comments and recommendations with a view to identifying the most important actions to take.

Extending the field covered in Table 4 to all Group 1 substances, this chart provides a scorecard for their utilisation and a matrix of the experts' conclusions on plant-based substances.

Prospects for utilisation

Natural marine substances

In view of the vast biological diversity of French Polynesia's marine organisms, the current state of knowledge about them and the number of potential applications, it is obviously difficult to design a single strategy for bringing them into commercial use. *Different strategies* will be required for different organisms and markets.

The table below illustrates the diversity of the marine organisms and of their application sectors, justifying the adoption of a range of strategies.

Table 7 – Brief survey of potential sectors for utilisation of marine organisms

Application fields	Organisms considered	Molecules (examples)
Cosmetology and dermocosmetology	Macro-algae Micro-algae Cyanobacteria Bacteria Fungi	Secondary metabolites Exopolymers, oligomers, enzymes
Environment (e.g. : antifouling, detoxification, ...)	Macro-algae Micro-algae Cyanobacteria Bacteria	Enzymes Biodegradable polyesters Exopolymers Biocaptors
Oil industry (e.g. : assisted recovery of oil)	Bacteria	Exopolymers
Feed and food industry	All organisms	Enzymes, exopolymers, metabolites
Pharmacology/health	All organisms	All metabolites

Source: paper by GUEZENNEC, DEBITUS (see CD-ROM).

The following points clarify the table:

■ Because of its extensive north-south territorial spread, French Polynesia has a valuable range of biological diversity from tropical organisms in the north to temperate ones in the Austral islands.

■ Because the Polynesian island groups are widely scattered, the taxonomic inventory is still limited to the main islands of the Society, Tuamotu and Austral archipelagos (Rapa biodiversity workshop, 2002).

■ Only the major groups – corals, fish, molluscs, echinoderms and algae – have received particular attention; knowledge of the other invertebrate groups is still fragmentary.

In this situation, the experts see no reason for considering one channel for utilisation rather than another. The uses found for micro- and macro-organisms will also necessarily differ according to the method by which extracts are obtained, both at the pre-screening stage and at the development stage.

However, as stated in the conclusion to our presentation of the marine resource potential, the most appropriate line of action towards utilisation in the short and medium terms seems to be to build up **collections**. As a rule, this approach should include the following strands:

- sampling;
- establishing collections;
- establishing and managing a molecule bank;
- improving knowledge of these molecules' chemical and physico-chemical properties and biological activity by specific studies and/or directed screening;
- developing screened molecules (choice of strategies);
- producing molecules and/or extracts at pre-industrial and industrial level prior to marketing.

Further details on this will be found in the paper by Guézennec and Débitus (on CD-ROM); here we will simply point out that the questions of intellectual property, depositing micro-organisms, patenting (including co-ownership), licensing out (patents, exploitation) and industrial property, should be considered at a very early stage.

Bioprospecting and collections: establishing a technology hub in French Polynesia

General remarks

In the 1990s there was a veritable revolution in the bioprospecting field, with the introduction of robotics for pharmaceutical screening and the development of high-throughput screening (HTS). To date, the main sectors concerned are health/therapeutic drugs, cosmetics and agrochemistry.

To run their HTS equipment, firms purchase entire collections of products or extracts. Supplying marine or land plant or animal extracts has thus become an economically viable prospect for a local institution, community or company.

Under the CBD system, bioprospecting programmes are negotiated in the legal form of agreements between the States, resource suppliers seeking to benefit from their resources, and user firms or scientific organisations.

Benefits to be expected from this new activity are:

■ Financial returns from the sale of samples or extracts, from screening work and identification of bioactive compounds, royalties on industrial applications of the active principles supplied or derived from samples sold, etc.;

■ Resulting scientific and socio-environmental impact, employment particularly.

The challenge for French Polynesia is to develop these activities on its own territory as far as possible, to draw maximum benefit from all their impacts.

For a "natural substances" technology hub in French Polynesia

The expert group review does not cover the 80 to 90% of endemic plants for which there are no bibliographical references to scientific research. It is therefore fair to say that the situation is comparable to that for marine substances. We suggest creating a technology hub to develop both marine substances and bioprospecting in French Polynesia. It would do the work of prospecting and collecting substances and organisms, conservation, and characterising and extracting potentially useful compounds in place of and on behalf of scientific organisations or industrial firms.

The technology hub would set up and manage banks of

■ marine micro-organism strains;

■ extracts: herbaria, samples and extracts of plants and marine organisms (to estimate the number of harvestable samples);

■ laboratory-isolated compounds.

It would thus play a more diversified and strategic role than simply supplying biological material, and could be in a position to stimulate or even initiate utilisation projects in collaboration with the research community and industry. Until now, the initiative in this field has been left to private enterprise, but other options are open which, with public-private partnership, would leave room for the interests and development of both parties. A State-owned body or other structure geared to the public interest, managing collections and directing the entire system, could be considered.

To design and implement such a project,

■ It would be advisable to consult with the managers of the national Chimiothèque programme, a federation of collections run by the CNRS.

■ Given the wide scatter of the islands and the high rate of endemism, sampling surveys would have to be organised under strict control, with conservation measures including cultivation and *in vitro* conservation of the most endangered species.

The facilities and equipment required are as follows:

■ Sampling facilities including a herbarium and properly managed and updated collections, and equipment for *in situ* conservation of marine or plant samples.

■ Facilities for extracting and formatting extracts, including:

– Fractioning and placing on standard plates called "mother plates", establishing a stock of samples available for subsequent pharmacological testing;

– Isolation and dereplication, for rapid identification of common compounds of little interest. The basic equipment for this is a dilution robot suitable for high or medium throughput; on the face of it, medium throughput seems sufficient. This could be done in French Polynesia, as it has several efficient chemistry teams.

■ Specific biological screening, for selecting active extracts from targets chosen by biological tests. Local teams could develop and use easy, reliable tests in collaboration with medical biology research teams such as those at the Institut Louis-Malardé.

Automated (randomised) biological screening: this stage requires costly equipment and specialists in pharmacology and engineering (miniaturisation of tests, automation, then confirmation tests). Both conditions seem difficult to fulfil locally.

Value and feasibility of the technology hub

One major conclusion can be drawn from this brief overview of potential bioprospecting in French Polynesia. While the robotised biological screening stage seems to be beyond the reach of French Polynesia, all the other activities mentioned could be developed to advantage. Production of test plates for subsequent biological screening would also be a way of diversifying partners. These are directly economically useful activities, **productive**

activities that generate income and employment, not to mention higher training for young Polynesians and the benefits that would bring them.

Biotechnology companies are interested in a development of this kind. The existence of biobanks and extract banks would free them of the need to go through the formalities of PIC themselves, and of having to conduct "blind" prospecting operations. In other situations, firms such as *Servier*, *Astra Zeneca*, *Pharmamar* and *Pierre Fabre* have in practice favoured such a system providing them with pre-selected samples. Establishing collections and extract banks also makes it possible to initiate R&D projects and closely involve local stakeholders in those projects. Extract banks also provide a way to partly overcome the delicate problem of control (see legal approach section). Because the extract collections provide extracts rather than strains, companies wishing to develop a product must apply to the collection for further supplies (unless they intend to synthesise the compound). Accessibility can thus be controlled at source, at least during the initial phase of development.

Establishing micro-organism collections seems to be a particularly promising prospect, for a number of reasons. Furthermore several ventures of this kind, either public sector or private, in French Polynesia and elsewhere, have been successful. The Australian Institute of Marine Science (AIMS), for example, has been in operation since 1972. The Instituto Nacional de Biodiversidad in Costa Rica (INBIO), a private scientific institution of public interest, specialises in collection, processing, production and sharing information on biodiversity. In the Indian Ocean, in La Réunion, ARVAM (Agence pour la recherche et la valorisation marines) provides liaison between research and decision makers in the environment and development fields[25]. The private company Pharmamar in Spain is a leader in this sector. And in Tahiti itself, the firm Biolib makes and screens extracts from its collection of bacteria and cyanobacteria.

[25] Given the current interest in micro-algae because of their role in marine ecotoxicology (prevention of public health risks) and their pharmacological potential, ARVAM, with support from the Réunion authorities, has established a collection of micro-algae isolated from sea beds around la Réunion and neighbouring islands (Phytobank). Each strain entering the facility is identified, classified and worked on in partnership with other laboratories: CESAC of Toulouse-III University, the cryptogamy laboratory at the MNHN in Paris, etc. Phytobank already has cooperation schemes with industrial firms.

There are four particularly important factors for a technology hub project of this kind to succeed:

■ Given that in French Polynesia there are few private structures with adequate resources to start such a venture, the authorities will have a decisive part to play in supporting project initiators, many of which would be State-owned institutions such as EPICs. The authorities could even trigger the process by creating business incubators. As no major investment is required to set up a strain bank, this does not seem to be beyond the reach of the French Polynesian authorities.

■ French Polynesia has one valuable asset: a local scientific and technical infrastructure, including the University of French Polynesia, IFREMER and the Institut Louis-Malardé, capable of supporting the creation of strain banks. With more staff and technical resources, the Institut Louis-Malardé in particular could take charge of part of these service provision operations. It has had a natural substance research laboratory since 1991. Since 1998, this laboratory has concentrated on certain species used by traditional healers in the Pacific region, analysing the chemical composition associated with their biological properties. One of the key functions of the GEPSUN biotechnology facility could be to co-ordinate and stimulate these institutions.

■ If the idea is adopted, it will undoubtedly be in the interests of the French Polynesian technology hub to join the network of Biological Resource Centres (BRCs) now being formed. This is an OECD initiative to network plant, animal, microbial and human material collections under the name of BRCs. Its goals are to encourage rationalisation of the content of the miscellaneous, scattered collections that now exist, promote quality in these collections, and transform them into a strategic instrument by developing their service activities (storage, supply etc.), so improving the utilisation of their content under scientific cooperation arrangements. Headed by the French Research Ministry, a network of collections is being formed, which the administration intends to institute a kind of "BRC label", with financial aid for BRCs that adopt a "charter" of rules. The rules cover conservation and processing of biological resources, declaration of this activity to the Research Ministry, release of the credits needed for staff and equipment, etc. Linking the French Polynesian initiative to the BRC system would improve quality assurance in the eyes of partners, researchers and manufacturers and also make it possible to obtain public funding. This could even include aid to develop scientific co-operation, since one of the missions of France's

Consultative Committee on Biological Resources set up in February 2001 is to develop links between French BRCs and biotechnology companies.

■ To take this option, the project's legal implications must first be thoroughly assessed. To build a collection, the legal status of the extracts supplied must be established. Bilateral legal relations between supplier organisations and their partners are generally clearly set out in the contract. As a rule, this is an MTA (material transfer agreement), but a service provision contract may be suitable if the partner sub-contracts some research to the supplier organisation. Whatever the type of contract, it sets out the rights and obligations of each party. But it does not determine the question of legal relations between the parties and the country or territory where the specimens were taken. Particular points to clarify are (a) whether the organisation holding the collections owns them or merely manages them, and (b) in either case, who will receive possible benefits. Broadly speaking, there is no reason why these organisations, public or private, aided or not by the authorities, should not fall under the future PIC – in the first place because the authorities must be able to properly assess the ecological impact of their systematic prospecting activities, and in the second place the collections' resources will mostly have been acquired on publicly-owned land, sometimes on the recommendation of local communities or using their information. These communities might oppose utilisation if, in the long run, the use of inventions developed from them may harm their collective interests; this is why the ABS system takes the question of collective interest into account.

Rights of local communities and collective interest

The collective interests in question

The law on access to biodiversity under the CBD has been designed to meet two goals regarded as intrinsically linked: equitable transactions, and sustainable use of biodiversity. In the long run local communities will oppose bioprospecting unless the system allows for some of the profits from bioprospecting to be allocated to their benefit and to conserving biodiversity. In other words the system has no scientific, technical and political future unless some of the benefits are genuinely reallocated rather than being entirely absorbed by the institutions of the State.

As regards conservation, reallocation can take many forms, from allocation of funds to the institutions responsible for environmental protection to the creation of a trust fund (on the Indian model, for example). What is important is that the ABS rules should explicitly incorporate the principle.

The question with regard to local communities is more complex. Article 8 (j) of the CBD states that

"Each contracting Party shall, as far as possible and as appropriate, (…) subject to national legislation, respect, preserve and maintain knowledge, innovations and practices of indigenous and local communities embodying traditional lifestyles relevant for the conservation and sustainable use of biological diversity and promote their wider application with the approval and involvement of the holders of such knowledge, innovations and practices and ENCOURAGE THE EQUITABLE SHARING OF THE BENEFITS ARISING FROM THE UTILISATION OF SUCH KNOWLEDGE, INNOVATIONS AND PRACTICES."

This provision acknowledges that, among the inventions based on biological resources, some rely on input from local or indigenous communities. It is therefore logical that these communities should be involved in the system established by the CBD – consent for collecting, sharing the resultant benefits – especially as these communities and their practices are an essential factor in managing sustainable use of biodiversity. On these grounds, some States, in line with the work of international institutions, have planned for indigenous and local communities to participate in the ABS system. The Secretariat of the Pacific Community has recently drawn up a "Regional Framework for the Legal Protection of Traditional Knowledge and Expressions of Cultures in the Pacific Islands". This document examines the question of protecting and remunerating knowledge. It has done this in response to demand from the region, where people consider that traditional knowledge and cultural expressions are being increasingly exploited and inappropriately marketed (see the paper by Noiville for an examination of this document and its relevance to the French Polynesian situation).

Is Polynesia a special case?

Polynesia has a strong cultural identity, but it is sometimes said that it does not have a marked sense of aboriginality. It is also said that the French institutional architecture prevents recognition of the indigenous communi-

ties' specific rights. This is not the place for an in-depth discussion of these assertions, but two points should be noted:

■ A legal point: whatever the facts about a sense of aboriginality in French Polynesia, the territory has local communities that take part, and will take part, in supplying resources. Given that the CBD puts village communities and indigenous populations on an equal footing (see Article 8-j), the right to "equitable sharing" concerns all local communities. Furthermore, legally, there is nothing to prevent a State that does not recognise the existence of indigenous communities in law from recognising their particular features and allowing them certain benefits.

■ A social and economic point: in Polynesia as elsewhere, villagers or traditional healers are liable to divulge knowledge (of various types and usefulness). This knowledge has, or is likely to have, commercial implications. One way or another, they will make a contribution, if only a passive contribution, to the development of future innovations. Therefore the rights of all – State, prospectors, local and indigenous communities – should be clearly decided. Otherwise, transactions may be seen as unfair or unjust and conflicts of interest may arise.

Conclusions and recommendations

Defining a policy that will foster utilisation of the potential of French Polynesia's natural substances will mean making choices that are ecologically, economically, socially and culturally sustainable. It is in this spirit that the panel of experts has set about answering the important questions raised in the review specifications. Below we present our conclusions by grouping those questions under three headings.

What potential and comparative interest does French Polynesia's biodiversity hold?

Our examination of its marine and terrestrial resources has shown that French Polynesia has significant biodiversity assets, although the land plant resource is less abundant than in some continental ecosystems, owing to extensive colonisation by continental species. On the other hand, insularity and climatic factors have generated a high rate of endemism and originality.

This leads to the idea that a realistic assessment of these assets in terms of possible utilisation must include not only a scientific evaluation of the resource (the first essential) but also an assessment of French Polynesia's advantages and disadvantages. Among the advantages are the country's image and the typicality of some products; disadvantages include the small area of arable land, high production costs and distance to major markets.

The expert review also highlights the fact that much has yet to be done to improve knowledge of Polynesian biodiversity. For marine organisms this is flagrantly obvious, but even with land plants, which have been fairly well studied taxonomically, precise data on the species' bioecology (population structure, accessibility, infraspecific varieties) are lacking. On these aspects, which are important for utilisation, the expert review provides new information in the species data sheets. This research should be continued.

Exploited and exploitable natural substances

Our examination of the types of economic utilisation of those natural substances that are currently exploited shows some major features and pinpoints lessons that can be transposed to new forms of exploitation of living resources.

■ The first conclusion is that research to characterise species biochemically and pharmacologically should be continued. For plant-based substances this obviously concerns species not yet exploited and for which the experts have identified usefulness and suggested directions for research. *Ilex anomala* is one of the best examples. But it also applies to hitherto unexploited plant parts of species already in use, such as the leaves of *Morinda citrifolia*, only the fruit of which (noni) is marketed as yet.

■ A second set of conclusions concerns markets for French Polynesia's products. Broadly speaking, niche markets predominate; it is they that best match the territory's aptitudes and assets. The quality aspect is therefore extremely important. This is illustrated by the quality management applied to vanilla and monoi, and which it would be advisable to apply to tamanu. With products intended for niche markets, product protection is strategically important. This means establishing their distinctiveness with an identifying quality indication; the monoi DO is a good example of this. It is advisable to consider all existing forms of protection and choose the one best suited to the *product* and the *market.* A key point here is that patenting is not the only way to protect a product, nor always the best.

■ The third set of conclusions concerns product chains. We have seen how different the existing product chains are (copra/coconut oil, noni, monoi and vanilla), due to the nature of their production processes, their markets, and the objectives set for some of them. There is no single product chain structure to refer to for guidance as to how to support the development of new ones. Each case should be examined to consider different possibilities (but within the framework of an overall strategy; we will return to this point). We have also seen that to better understand the factors that led to the success of the noni and monoi industries, it would be advisable to conduct an audit to analyse and assess them. As regards forms of public aid to innovation, we find that although financial incentives are not lacking, a proper system is needed to support innovative projects (e.g. by putting them in contact with potential investors) and young businesses (start-up incuba-

tors). French Polynesia would be well advised to strengthen its links with existing innovation networks in metropolitan France and internationally.

Major trends in markets and regulations, R&D orientations by utilisation sector

Commercial use prospects for natural substances may be either:

■ *immediate,* in which case the key factor is the market or markets;

■ *deferred,* in which case the first question is to decide what course R&D should take.

It was not part of the experts' mission, nor within their competence, to make a market survey in the technical meaning of the term. However, they have classified the markets for natural substance based products into a few major types:

■ Promising markets. At present these are the cosmetics market and "new foods" ("health" foods, food supplements sold with health claims). These are versatile, highly responsive to communication drives, and strictly regulated. For these product chains, it is therefore of vital importance to monitor trends in regulations. Table 6 gives useful guidelines for these promising markets.

■ The therapeutic drugs market. This is a very long-term market governed by Draconian regulations. It is also a field in which the research networks are in the hands of specialist firms, and it is far beyond the capacities of French Polynesia to make a really useful place for itself in this system.

■ Embryonic markets for biotechnologies based on natural substances. French Polynesia can make a place for itself in this market because it has the necessary initial assets, the main one being its considerable research facilities. However, this will require a sustained R&D effort (see papers by Barbin, Guézennec & Débitus and Weniger particularly on CD-ROM).

A novel option for French Polynesia: bioprospecting and collections

Having considered all the main aspects of the subject they were asked to examine (French Polynesia's biodiversity assets, existing scientific and technical infrastructure in the territory, market demand), the experts recommend focusing on bioprospecting, building up collections, taking extracts, formatting samples and biological screening of species. This option is both a form

of direct utilisation and a form of deferred utilisation as one essential link in an R&D strategy.

As a whole, the work of the expert group review and its conclusions lead to the following recommendations:

1 – *Preservation/conservation and utilisation* of biodiversity and its open-ended potential are best seen as *absolutely inseparable*. New practices connected with new product chains can have a feedback effect on the sustainability of those chains themselves. This is the essential import of the Convention on Biodiversity. It is the guiding principle for all major bioprospecting operations under the Global Environment Fund. It is also a pressing obligation for French Polynesia, where the particularly large number of seriously endangered species is a sign of fragility, and a sign that this issue should be taken more seriously than it has so far.

2 – Taking this concern into account, the *Bioprospecting and collections* option and the *research* guidelines set out in this review seem to offer French Polynesia a realistic, novel perspective that is cost-effective and has a promising future alongside other, more conventional forms of utilisation, many of whose markets seem to be volatile.

3 – *In any case*, the rights of French Polynesia and its local communities over their resources should be protected, making sure they receive benefits from commercial utilisation; it is essential to *introduce legal provisions* for applying the ABS principle.

4 – To guide and back up its utilisation policy, French Polynesia would be well advised to ensure it has the means to *protect its products* (by suitable types of *labelling*), and to keep ahead of trends in markets and relevant regulations (*surveillance of markets and regulations).*

5 – Most of these natural products are or may be found throughout the South Pacific, and broadly speaking the issues for protection and promotion are the same throughout the region. For these and other reasons (e.g. the need for geographically and demographically small States and territories to join force if they want to make their voices heard on the international scene), it is advisable for French Polynesia to foster a *collaborative approach* with other countries in the region under the Secretariat of the Pacific Community, rather than a strongly competitive approach.

Annexes

Callophyllum inophyllum L. (Clusiaceae)

Accessibility, geographical distribution and biological type

Naturalised tree, sometimes planted, rare to uncommon, localised in coastal forest in calcareous habitats or on basalt, grows equally well in coral sand and in soil.

Pantropical: Tropical Asia, Africa, Melanesia, Polynesia.

Uses

Sacred plant in Polynesia (Schultes and Raffauf, 1990)

Very hard wood, appreciated for fine carpentry, roof structures and canoes.

Medicinal plant. Parts used are the bark, seeds, leaves, resin (latex) and the bitter oil of the seeds. A pigment can be extracted from the fruit for use as an ink for bark cloth designs.

In Java, the seed oil is claimed to have diuretic properties. In Samoa, all parts of the plant are regarded as virulent poisons; it is said that the sap and exudate can blind, or cause death if injected.

Uses of latex (according to Dweck and Meadows, 2002)

The latex, obtained by making incisions in the bark, is emetic (causes vomiting) and purgative, and can also be used to treat wounds and ulcers. It can be mixed with strips of bark and leaves for infusions, the oil appearing on the surface being used to treat sore eyes (Drury, 1873; Nadkarni and Nadkarni, 1999). The resin is said to be responsible for the colour and odour of the oil which may be poisonous: it is said to contain benzoic acid.

Uses of bark (according to Dweck and Meadows, 2002)

The bark is astringent (11-19% tannins) and its juice purgative (Quisumbing, 1951). In Asia it is used to treat orchitis (inflammation of the

testicles) (Quisumbing, 1951). Combined with lemon juice it may be useful for treating bromidrosis of the armpits, groin or feet.

The bark acts as an antiseptic and disinfectant. Taken internally, the bark is expectorant and is used in the treatment of chronic bronchitis and phtisis.

The bark juice is astringent, purgative, and is given as a decoction to treat internal haemorrhage.

Uses of root (according to Dweck and Meadows, 2002)

A decoction of the root is employed to treat ulcers. It is also used for cases of stitch in the side (Quisumbing, 1951).

Uses of leaves (according to Dweck and Meadows, 2002)

Leaves soaked in water turn the water blue and release an odour; this maceration is applied to sore eyes (Nadkarni and Nadkarni, 1999). An infusion of leaves is taken orally against sunburn, in addition to root decoction. In Cambodia, leaves are prescribed as an inhalation for migraine and vertigo, and the oil is used to treat scabies. In the Philippines, a maceration of leaves is used as an astringent for haemorrhoids (Quisumbing, 1951; Nadkarni and Nadkarni, 1999), and in Indonesia it is used as an eye lotion.

Use of leaves by primitive tribes in Papua New Guinea in treating skin ailments is very ancient: heated leaves are applied to ulcers, cuts, boils, spots and wounds of all kinds.

Uses of fruit (according to Dweck and Meadows, 2002)

The fruits are more or less toxic and only the endosperm of unripe fruit can be consumed. In fact the ripe fruit is sufficiently toxic to be used as rat bait (Burkill, 1994). The seed oil is used to treat psoriasis and rheumatism.

Uses of sap (according to Dweck and Meadows, 2002)

The bark resin is used for its wound healing properties.

Properties of tamanu oil (according to Dweck and Meadows, 2002)

Up to 60% oil can be extracted from tamanu seeds. Called domba oil, it is used to treat rheumatism, itching and scabies. It is also used to treat gonorrhoea.

In most of South Pacific islands tamanu oil is used as an analgesic (as a rub for rheumatism and sciatica) and to treat ulcers and severe wounds. Injected as a solution in alcohol, it has proven effective against neuritis due to leprosy, shingles, etc.

The oil is especially recommended for all kinds of burns, sunburn, etc.

CHEMICAL COMPOSITION

Lederer discovered two main compounds, calophyllic acid and a lactone with antibiotic properties, which are probably the reason for the strong wound-healing properties.

The leaves contain friedelin and triterpenes of the friedelin group: canophyllal, canophyllol and canophyllic acid (GOVINDACHARI *et al*., 1967; CHANDLER and HOOPER, 1979).

The wood and roots contain xanthones such as mesuaxanthone B, calophyllin B and caloxanthones A and B (GOVINDACHARI, 1968; AL-JEBOURY and LOCKSLEY, 1971; IINUMA *et al*., 1994; IINUMA *et al*., 1995).

Erythrodiol-3-acetate has been isolated from the wood (SAMPATHKUMAR *et al*., 1970).

Calophyllolide (C25H22O5), a molecule that includes a lactone group and a methoxyl group, has been isolated from nuts (BHALLA *et al*., 1980). By saponification, this molecule gives calophyllic acid; both these molecules are also derived from coumarin.

4-phenylcoumarins and 4-alkylcoumarins in seeds and leaves (CAVÉ *et al*., 1972; GAMES, 1972). One particular 4-phenylcoumarin, ponalid, in immature seeds (ADINARAYANA and SESHADRI, 1965; MURTI *et al*., 1972).

Callophynic acid: seeds (GAUTIER *et al*., 1972).

Myricetin glucoside: flowers (SUBRAMANIAN and NAIR, 1971; KASIM *et al*., 1974).

Cyanogenic compounds (NAIR and SUBRAMANIAN, 1964), tannins, saponins (GEDEON and KINEL, 1956), pigments, flavonoids (SUBRAMANIAN and NAIR, 1965, 1971), neoflavonoids and biflavonoids (GOH *et al*., 1992).

> *Coumarins called canalonides have been isolated from another species of the same genus,* Calophyllum lanigerum Miq. *These are powerful reverse transcriptase inhibitors. The National Cancer Institute in the USA is studying their action on the AIDS virus.*

PHARMACOLOGICAL AND TOXICOLOGICAL PROPERTIES

Vulnerary, wound-healing

Calophyllolide isolated from the nut is anti-inflammatory and anti-arthritic. The latter property has been shown in tests on rats in which arthritis was induced with formaldehyde (oral LD_{50} in rats = 2.5 g/kg) (BHALLA *et al.*, 1980). Also in the rat, ingestion of the substance had no ulcerogenic action up to twice the 50% efficient dose (ED_{50} = 140 mg/kg).

Dehydrocycloguanandin, calophyllin-B, jacareubin and 6-deoxy-jacareubin depress the central nervous system to varying degrees, causing sedation, reduced motor activity, loss of muscular tonus etc. in the rat. All these xanthones show anti-inflammatory activity whether administered orally or parenterally. Jacareubin and 6-deoxyjacareubin also show anti-ulcer activity in the rat (GOPALKRISHNAN *et al.*, 1980).

In the rat, calophyllolide isolated from seeds reduces histamine inflammation and tissue swelling induced by carragenan. In combination with inophyllide, it reduces œdema. These compounds are often cited as anti-inflammatories (BHALLA *et al.*, 1980; SAXENA *et al.*, 1982).

Particular coumarins – inophyllums B and P – can be used against HIV-1, inhibiting the virus's reverse transcription (PATIL *et al.*, 1993; KAWAZU *et al.*, 1998; SPINO *et al.*, 1999).

Some pyranocoumarins can be used against cancer (MCKEE *et al.*, 1998; ITOIGAWA *et al.*, 2001).

INDUSTRIAL INTEREST

Patents already exist in the fields of cosmetics (BOUCHER *et al.*, 1999) and medicine, particularly as antiviral agents (JENTA *et al.*, 2000; KASHMAN *et al.*, 2002).

HOW OBTAINED

Gathered from the wild and cultivated .

Shortlisted.

BIBLIOGRAPHY

ADINARAYANA D., SESHADRI T.R., 1965 – Chemical components of the Indian seeds of *Calophyllum inophyllum*. The structure of a new 4-phenylcoumarin, ponnalide. *Bull. Nat. Inst. Sci. India,* 31: 91.

AL-JEBOURY F. S., LOCKSLEY H.D., 1971 – Xanthones in the heartwood of *Calophyllum inophyllum*: a geographical survey. *Phytochemistry,* 10: 603.

BHALLA T. N., SAXENA R. C., NIGAM S. K., 1980 – Calaphyllolide – a new non-steroidal anti-inflammatory agent. *Indian Journal of Medical Research,* 72: 762-765.

BOUCHER C., MOUSNY B., SMITS J.-J., 1999 – *Calophyllum* oil extracted at ambient temperature has UV protecting, antiradical, antioxidant, antiaging and therapeutic properties, Patent.

BURKILL H. M., 1994 – *The useful plants of West tropical Africa*. Vol. 2, Royal Botanic Gardens Kew, Kew (UK), 636 p.

CAVÉ A., DEBRAY M., HENRY G., KUNESCH G., POLONSKY J., 1972 – The structure of a novel 4-alkylcoumarin isolated from *Calophyllum inophyllum*. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences (Paris) – Série C*, 275: 1105.

CHANDLER R. F., HOOPER S. N., 1979 – Friedelin and associated triterpenoids. *Phytochemistry*, 18: 711-724.

DRURY C. H., 1873 – *The useful plants of India with notices of their chief medicinal value in commerce, medicine and the arts*. Higginbotham, Madras (India).

DWECK A. C., MEADOWS T., 2002 – Tamanu (*Callophyllum inophyllum*) - the African, Asian, Polynesian and Pacific Panacea. *International Journal of Cosmetic Science*, 24 (6): 341-348.

GAMES D. E., 1972 – Identification of 4-phenyl and 4-alkylcoumarins in *Mammea americana* L., *Mammea africana* G. Don and *Calophyllum inophyllum* by gas chromatography/mass spectrometry. *Tetrahedron Letters*, 13 (31): 3187-3190.

GAUTIER J., KUNESCH G., POLONSKY J., 1972 – Structure of calophynic acid, a novel constituent of [seeds of] *Calophyllum inophyllum*. *Tetrahedron Letters*, 13 (27): 2715-2718.

GEDEON J., KINEL F. A., 1956 – Saponins and sapogenins. 2. *Arch. Pharm. (Weinheim)*, 289: 162.

GOH S. H., JANTAN I., WATERMAN P. G., 1992 – Neoflavonoid and biflavonoid constituents of *Calophyllum inophylloide*. *Journal of Natural Products*, 55 (10): 1415-1420.

GOPALKRISHNAN C., SHANKARANARAYANAN D., NAZIMUDEEN S. K., VISWANATHAN S., KAMESWARAN L., 1980 – Anti-inflammatory and CNS depressant activities of xanthones from *Calophyllum inophyllum* and *Mesua ferrea*. *Indian Journal of Pharmacy*, 12 (3): 181-191.

GOVINDACHARI T. R., 1968 – Chemical components of the heartwood of *Calophyllum inophyllum*. Part 1. Isolation of mesuaxanthone B and a new xanthone, calophyllin B. *Indian Journal of Chemistry*, 6: 57.

GOVINDACHARI T. R., VISWANATHAN N., PAI B. R., RAO R., SRINIVASAN M., 1967 – Triterpenes of *Calophyllum inophyllum* Linn. *Tetrahedron*, 23 (4): 1901-10.

IINUMA M., TOSA H., TANAKA T., YONEMORI S., 1994 – Two new xanthones in the underground part of *Calophyllum inophyllum*. *Heterocycles*, 37: 833-838.

IINUMA M., TOSA H., TANAKA T., YONEMORI S., 1995 – Two xanthones from roots of *Calophyllum inophyllum*. *Phytochemistry*, 38 (3): 725-728.

ITOIGAWA M., ITO C., TAN H. T. W., M. KUCHIDE, TOKUDA H., NISHINO H., FURUKAWA H., 2001 – Cancer chemopreventive agents, 4-phenylcoumarins from *Calophyllum inophyllum*. *Cancer Letters*, 169 (1): 15-19.

JENTA T. R., LIN Y. M., XU Z. Q., ANDERSON H., FLAVIN M. T., WILLIAMS M., 2000 – Scalable method for the isolation of anti-HIV agents from the tropical plant *calophyllum*, Patent.

KASHMAN Y., CARDELLINA J. H., SOEJARTO D., BOYD M. R., CRAGG G. M., MCMAHON J. B., FULLER R. W., GUSTAFSON K. R., 2002 – Calanolide and related antiviral compounds, compositions, and uses thereof, Patent N° US2002086898 A1.

KASIM S. M., NEELAKANTAN S., RAMAN P. V., NAIR A. G. R., 1974 – Structure of the myricetin glucoside from the flowers of *Calophyllum inophyllum*. *Current Science*, 43 (15): 476-477.

KAWAZU K., NITODA T., KANZAKI H., 1998 – An analytical method of inophyllums A, B, C, D, E, and P, anti-HIV constituents of *Calophyllum inophyllum* by HPLC. *Scientific Reports of the Faculty of Agriculture, Okayama University*, (87): 13-16.

MCKEE T. C., COVINGTON C. D., FULLER R. W., BOKESCH H. R., YOUNG S., CARDELLINA J. H., KADUSHIN M. R., SOEJARTO D., STEVENS P. F., CRAGG G. M., BOYD M. R., 1998 – Pyranocoumarins from tropical species of the genus *Calophyllum*: a chemotaxonomic study of extracts in the National Cancer Institute collection. *Journal of Natural Products*, 61 (10): 1252-1256.

MURTI V. V. S., KUMAR P. S. S., SESHADRI T. R., SAMPATH KUMAR P. S., 1972 – Structure of ponnalide. *Indian Journal of Chemistry*, 10 (3): 255-257.

NADKARNI K. M., NADKARNI A. K., 1999 – *Indian Materia Medica with Ayurvedic, Unani-Tibbi, Siddha, allopathic, homeopathic, naturopathic and home remedies.* Vol. 2/, Popular Prakashan Private Ltd., Bombay (India).

NAIR A. G. R., SUBRAMANIAN S. S., 1964 – Eucocyanidin from the seed coat of *Calophyllum inophyllum* Linn. *Current Science*, 33: 336-337.

PATIL A. D., FREYER A. J., EGGLESTON D. S., HALTIWANGER R. C., BEAN M. F., TAYLOR P. B., CARANFA M. J., BREEN A. L., BARTUS H. R., JOHNSON R. K., *et al.*, 1993 – The inophyllums, novel inhibitors of HIV-1 reverse transcriptase isolated from the Malaysian tree, *Calophyllum inophyllum* Linn. *Journal of medicinal chemistry*, 36 (26): 4131-4138.

QUISUMBING E., 1951 – *Medicinal Plants of the Philippines*. Manila, Philippine Islands, Manila Bureau of Printing, Techical Bulletin 16, 1234 p.

SAMPATHKUMAR P. S., MURTI V. V. S., SESHADRI T. R., 1970 – Occurrence of erythrodiol-3-acetate in the sapwood of *Calophyllum inophyllum*. *Indian Journal of Chemistry*, 8: 105.

SAXENA R.C., NATH R., PALIT, NIGAM S.K., BHARGAVA K.P., 1982 – Effect of calophyllolide, a nonsteroidal anti-inflammatory agent, on capillary permeability. *Planta Medica*, 44 (4): 246-248.

SCHULTES R. E., RAFFAUF R. F., 1990 – *The Healing Forest - Medicinal and toxic plants of the Northwest Amazonia*. Dioscorides Press, Portland, Oregon (USA), 484 p.

SPINO C., DODIER M., SOTHEESWARAN S., 1999 – Anti-HIV coumarins from *calophyllum* seed oil. *Bioorganic and Medicinal Chemistry Letters*, 8 (24): 3475-3478.

SUBRAMANIAN S. S., NAIR A. G. R., 1965 – Flavonoids of the flowers of *Calophyllum inophyllum*. *Bull. Natl. Inst. Sci. India*, 31: 39.

SUBRAMANIAN S. S., NAIR A. G. R., 1971 – Myricetin-7-glucoside from the andracium of the flower of *Calophyllum inophyllum*. *Phytochemistry*, 10: 1679-1680.

Author: F. DEMARNE

Gardenia taitensis DC. (Rubiaceae)

IUCN status

Cultivated in French Polynesia. No IUCN status.

Accessibility, geographical distribution and biological type

Bush to small tree; widespread in all South Pacific islands; no accessibility problem owing to its status.

Uses

Perfumery, cosmetics.

The sap is reported to be used in traditional medicine (Wilkinson and Elevitch, 2000).

Chemical composition

The main oxygenated compounds in concrete of *Gardenia taitensis* are as follows: linalol (4.4%), methyl salicylate (2.5%), (Z)-3-hexenyl benzoate (2.2%), dihydroconiferyl alcohol (1.1%), (Z)-3-hexenyl salicylate (0.7%), benzyl benzoate (6.2%), dihydroconiferyl acetate (12.2%), 2-phenylethyl benzoate (6.2%), benzyl salicylate (2.5%), geranyl benzoate (2.1%) and 2-phenylethyl salicylate (2.2%). The identification of many dihydroconiferyl esters seems to be unique to this species (Claude-Lafontaine *et al.*, 1992).

Triterpenoids (Davies *et al.*, 1992).

Pharmacological and toxicological properties

Non-toxic (Pétard, 1986).

Industrial interest

Perfumery.

How obtained

Gathered from the wild; small garden plantations; hedges.

Shortlisted.

Bibliography

Claude-Lafontaine A., Raharivelomanana P., Bianchini J. P., Schippa C., Azzaro M., Cambon A., 1992 – Volatile Constituents of the Flower Concrete of *Gardenia taitensis* DC. *Journal of Essential Oil Research,* 4 (4): 335-343.

Davies N. W., Miller J. M., Naidu R., Sotheeswaran S., 1992 – Triterpenoids in bud exudates of Fijian Gardenia species. *Phytochemistry*, 31 (1): 159-162.

Pétard P., 1986 – *Plantes utiles de Polynésie et Raau Tahiti*. *Ed. rev. et augm*. Papeete, Haere Po No Tahiti, 345 p.

Wilkinson K. M., Elevitch C. R., 2000 – *Nontimber Forest Products for Pacific Islands. An introductory guide for producers*. 30 p.

Author: F. Demarne

Ilex anomala Hook. & Arnott (Aquifoliaceae)

Synonyms

Ilex marquensensis F. Br.

Ilex taitensis (A. Gray) J. W. Moore

IUCN status

Not endangered.

Accessibility, geographical distribution and biological type

Indigenous tree characteristic of valleys and ridges in upland cloud forest.

Geographical distribution: Marquesas, Society and Hawaii.

Uses

Traditionally chewed by Tahitians to combat fatigue (comparable to yerba mate, *Ilex paraguariensis* A.St.-Hil.).

Chemical composition

Little known: old research.

The research can be compared to that on *Ilex paraguensis* from which South America's famous yerba mate is made (there are numerous studies on this plant).

Caffeine: 4% (dry product).

Essential oil.

Tannin.

Gum resin.

Pharmacological and toxicological properties

Pharmacological properties

Caffeine acts on the central nervous and cardiovascular systems.

■ Central nervous system: caffeine is a cortical stimulant that maintains the awakened state, facilitates ideation and reduces fatigue. High doses may induce nervousness, trembling and insomnia. It stimulates the bulbar respiratory centre and increases the sensitivity of this centre to the action of carbon dioxide.

■ Cardiovascular system: caffeine has a positive inotropic action, causes tachycardia, increased cardiac flow and slight peripheral vasodilation. It is mildly diuretic.

Toxicology

No research to my knowledge.

Industrial interest

In the medical field

Listed in the pharmacopoeia as a medicinal plant owing to its stimulant properties, as are other caffeine drugs such as coffee, tea, cola, guarana and yerba mate.

Listed in the *Cahier de l'agence n° 3* with indications 47, 83, 85, 86, 151, oral administration; 30, 86, local application.

"Traditionally used":

■ 47: for mild diarrhoea

■ 83: for occasional fatigue

■ 85: to facilitate weight loss in addition to dietary measures

■ 151: to promote renal elimination of water

■ 30: applied locally, to sooth and calm itching from skin ailments, grazed, cracked or chapped skin and insect bites and stings.

■ 86: applied locally, to facilitate weight loss in addition to dietary measures.

Food industry

Owing to its caffeine content, could be used in stimulant drinks (as per Coca-Cola, guarana, tea) or "energy" drinks.

Regulatory restrictions

To comply with French legislation, stimulant drinks and energy drinks must not contain more than 150 mg/l of caffeine (legislation is not harmonised within the European Union; some countries accept up to 300 mg/l).

Comment. Caffeine is among the drugs on the list of those banned for sports (decree of 7.10.94). Urine tests are considered positive if they reveal concentrations higher than 12 mm/l.

Production protocol

How obtained: gathered from the wild

Quality control.

It would seem fairly easy to develop quality control for *Ilex anomala* using techniques and protocols employed for other caffeine drugs (monographs of the *European Pharmacopoeia* and *French Pharmacopoeia*).

Shortlisted.

Orientations

The toxicological test results are encouraging, but much work remains to be done to reach production stage.

Bibliography

Agence du médicament, 1997 – *Médicaments à base de plantes : septembre 1997*. Paris, Agence du médicament, Les cahiers de l'agence n° 3, 81 p.

Author: I. Fourasté

Morinda citrifolia L. (Rubiaceae)

Accessibility, geographical distribution and biological type

Bush to small tree, naturalised.

Abundant and widespread. Open coastal vegetation and low-altitude mesic habitats on all rock types.

Geographical distribution: Austral, Gambier, Marquesas, Society and Tuamotu islands.

Uses

Fruit

Gingivitis
Tuberculosis
Antihelminthic (humans and animals)
Purgative
More or less regular consumption as food; on certain islands eaten only in case of famine.

Flowers

Eye problems.

Leaves

Treatment of tinea, boils
Rheumatism and rheumatic pain
Inflammatory ailments (external application)
Chills and facial neuralgia (external application)
Chills on the chest, coughs (external application)

Inflammation in the mouth (by chewing)

Treatment of internal bleeding, swelling and liver ailments (external application)

Treatment of ulcers

Treatment of gout

More or less regular consumption as food.

Bark

Astringent in treatment of malaria.

Root

Treatment of high blood pressure.

CHEMICAL COMPOSITION

Leaf

Diterpenes: E-phytol.

Triterpenes: cycloartenol.

Steroids: stigmasta-4-en-3-one, stigmasta-4-22-dien-3-one, β-sitosterol, stigmasterol, campesta-5,7,22-trien-3β-ol.

Iridoids: citrifolinin A, citrifolinin A-1, citrifolinoside.

Fruit

Iridoids: asperulosidic acid, 6-O-(β-D-glucopyranosyl)-1-0-octanoyl-β-D-glucopyranose, aucubin.

Free and bound fatty acids (trisaccharides).

Avonoids: rutin.

Coumarins: scopoletin.

Activity has been attributed to xeronine and prexeronine, but these compounds have never been identified. In the present state of research it seems highly unlikely that they exist.

Root

Anthraquinones: damnacanthal, morindone, rubiadin, rubiadin methyl ether, anthraquinone glucoside, methoxy-formyl-hydroxyanthraquinone.

Pharmacological and toxicological properties

Leaf

Active against tuberculosis *in vitro* (lipophilic compounds).

Inhibits UVB-induced activator protein-1 (iridoids).

Cox-1 inhibitor (weak).

Nematicidal activity.

Fruit

Inhibition of AP-1 transactivation and cellular transformation in tumorogenesis (iridoids).

Anti-inflammatory activity by inhibition of Cox-1 (weak) and Cox-2 (strong).

Anti-cancer activity on implanted Lewis lung carcinoma in mice (*via* stimulation of immune system, by IP injection), reduced by administration of immunosuppressors.

No cytotoxicity on KB or LLC cells *in vitro*.

Stimulates mediator production (TNF-α, interferon-γ, interleukins, nitric oxide).

Prevents DMBA adduct formation on DNA *in vitro* probably by antioxidant activity, breast cancer in mice. This action is produced in the first stages of cancerogenesis.

Antibacterial activity (weak) on various strains.

Hepato-protective activity after CC14 intoxication in the rat.

Root

Cox-1 inhibition (strong).

Inhibition of tyrosine-kinase, increased fragmentation of UV-irradiated DNA and resulting apoptosis (damnacanthal).

Antiviral activity (on HIV).

Hypotensive.

Stem

Antimalarial activity *in vitro*.

Pharmacokinetics

Study conducted on the rat, using scopoletin to trace absorption of the juice. As this is probably not a significant active principle the study is of virtually no interest.

Clinical research

A Phase I study in treatment of neoplasms and metastasised neoplasms is in preparation at the University of Hawaii, organised by the National Center for Complementary and Alternative Medicine (NCCAM).

Capsules of 500 mg of dry juice extract are being used. The main aims are to discover the maximum tolerated dose, define the toxicity and gather preliminary data on efficacy.

A clinical study on smokers, with placebo (38 and 30 cases), was conducted to study the antioxidant effects of morinda juice on the antioxidant capacity of plasma (superoxide radicals and peroxide lipids).

Absorption of morinda juice considerably increases the antioxidant capacity of plasma.

A placebo-controlled study on high blood pressure has apparently been conducted at the Mount Sinai School of Medicine. The results are reported to be positive, but we have no account of the study and the conclusions are hazardous in view of the small number of patients involved (9).

Industrial interest

Fruit

Marketed on a large scale as a food supplement, mainly in the United States, in the form of pasteurised fruit juice but also dried juice or dry extract.

POTENTIAL UTILISATION

Fruit production should continue, especially with the opening of the European market. Marketing as an antioxidant drink or food should be developed.

The therapeutic aspect, depending on ongoing research, seems less certain, for regulatory reasons and scientific reasons. Almost all the observed effects can be linked to the product's antioxidant or immuno-stimulant properties. These are non-specific biological properties and not specific therapeutic properties.

REGULATORY RESTRICTIONS

The European Commission's Scientific Committee on Food (SCF) authorised marketing of one product, Tahitian noni juice by Morinda Inc., in December 2002.

This authorisation was granted after submission of a mainly toxicological report and justifies the conclusion that the product is non-toxic.

This first authorisation should pave the way for further authorisations using the simplified "substantial equivalence" procedure.

The company US Neways International applied for a marketing authorisation for noni juice in Great Britain in 2003.

Patents relating to morinda

We have identified 63 patents at least partly relating to morinda. They cover all fields: manufacturing, formulation, biological activity, cosmetology, human and animal nutrition, etc.

Most of the patents originated in the United States, Japan or China. The great majority were filed in 2000 and 2001.

A full analysis of their technical and legal validity would be required before any work is undertaken to develop this product.

A study of patents filed for morinda would also be useful with a view to long-term utilisation.

> Morinda citrifolia *is not covered by regulations on plant-based medicinal products. However, the Netherlands having accepted a food supplement based on morinda, it would seem possible to introduce the product into this category.*

PRODUCTION PROTOCOL

How obtained: gathered from the wild. Cultivation trials.

Shortlisted.

BIBLIOGRAPHY

AALBERSBERG W. G. L., HUSSEIN S., SOTHEESWARAN S., PARKINSON S., 1993 – Carotenoids in the leaves of *Morinda citrifolia*. *Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants*, 2 (1): 51-54.

ANCOLIO C., AZAS N., MAHIOU V., OLLIVIER E., DI GIORGIO C., KEITA A., TIMON DAVID P., BALANSARD G., 2002 – Antimalarial activity of extracts and alkaloids isolated from six plants used in traditional medicine in Mali and Sao Tome. *Phytotherapy Research*, 16 (7): 646-649.

BRENDLER T., GRUENWALD J., JAENICKE C., 2001 – *Herb-CD$_4$ Herbal remedies*. Medpharm Scientific Publishers. Stuttgart, Germany.

COMMISSION DES COMMUNAUTÉS EUROPÉENNES, 2003 – Décision de la Commission du 5 juin 2003 relative à l'autorisation de mise sur le marché de "jus de noni" (jus du fruit de *Morinda citrifolia* L.) en tant que nouvel ingrédient alimentaire, en application du règlement (CE) n° 258/97 du Parlement européen et du Conseil (2003/426/CE). *Journal officiel* n° L 144 du 12 juin 2003.

DAULATABAD C. D., MULLA G. M., MIRAJKAR A. M., 1989 – Ricinoleic acid in *Morinda citrifolia* seed oil. *Journal of the Oil Technologists' Association of India*, 21 (2): 26-27.

DITTMAR A., 1993 – *Morinda citrifolia* L.- Use in indigenous Samoan medicine. *Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants,* 1 (3): 77-92.

DIXON A. R., MCMILLEN H., ETKIN N. L., 1999 – Ferment This: The Transformation of Noni, a Traditional Polynesian Medicine (*Morinda Citrifolia*, Rubiaceae). *Economic Botany*, 53 (1): 51-68.

EUROPEAN COMMISSION, HEALTH AND CONSUMER PROTECTION DIRECTORATE-GENERAL, DIRECTORATE C – *Opinion of the Scientific Committee on Food on Tahitian Noni^R Juice (expressed on 4 December 2002)*. Scientific Committee on Food, SCF/CS/NF/DOS/18 ADD 2 Final, 11 December 2002.

FARINE J. P., LEGAL L., MORETEAU B., LE QUERE J. L., 1996 – Volatile components of ripe fruits of *Morinda citrifolia* and their effects on Drosophila. *Phytochemistry*, 41 (2): 433-438.

HIRAZUMI A., FURUSAWA E., 1999 - An immunomodulatory polysaccharide-rich substance from the fruit juice of *Morinda citrifolia* (noni) with antitumour activity. *Phytotherapy Research*, 13(5): 380-387.

HIRAZUMI A., FURUSAWA E., CHOU S. C., HOKAMA Y., 1994 – Anticancer activity of *Morinda citrifolia* (noni) on intraperitoneally implanted Lewis lung carcinoma in syngeneic mice. *Proceedings of the Western Pharmacology Society*, 37: 145-6.

HIWASA T., ARASE Y., CHEN Z., KITA K., UMEZAWA K., ITO H., SUZUKI N., 1999 – Stimulation of ultraviolet-induced apoptosis of human fibroblast UVr-1 cells by tyrosine kinase inhibitors. *FEBS Letters*, 444 (2-3): 173-176.

INOUE K., NAYESHIRO H., INOUYET H., ZENK M., 1981 – Anthraquinones in cell suspension cultures of *Morinda citrifolia*. *Phytochemistry,* 20 (7): 1693-1700.

LEACH A. J., LEACH D. N., LEACH G. J., 1988 – Antibacterial activity of some medicinal plants of Papua New Guinea. *Science in New Guinea*, 14 (1): 1-7.

LEVAND O., LARSON H. O., 1979 – Some chemical constituents of *Morinda citrifolia*. *Planta Medica,* 36 (2): 186-187.

LI R.W., MYERS S.P., LEACH D.N., LIN G.D., LEACH G., 2003 – A cross-cultural study: anti-inflammatory activity of Australian and Chinese plants. *Journal of Ethnopharmacology*, 85 (1): 25-32.

LI Y. F., GONG Z. H., YANG M., ZHAO Y. M., LUO Z. P., 2003 – Inhibition of the oligosaccharides extracted from *Morinda officinalis*, a Chinese traditional herbal medicine, on the corticosterone induced apoptosis in PC12 cells. *Life Science,* 72 (8): 933-942.

LIU G., BODE A., MA W.Y., SANG S., HO C.T., DONG Z., 2001 – Two novel glycosides from the fruits of *Morinda citrifolia* (noni) inhibit AP-1 transactivation and cell transformation in the mouse epidermal JB6 cell line. *Cancer Research,* 61 (15): 5749-5756.

MACKEEN M.M., ALI A.M., ABDULLAH M.A., NASIR R.M., MAT N.B., RAZAK A.R., KAWAZU K., 1997 – Antinematodal activity of some Malaysian plant extracts against the pine wood nematode, *Bursaphelenchus xylophilus*. *Pesticide Science*, 51 (2): 165-170.

MALA S., SINGH J., SRIVASTAVA M., 1993 – A new anthraquinone glycoside from *Morinda citrifolia*. *International Journal of Pharmacognosy*, 31 (3): 182-184.

MANSOR P., 1988 – Traditional salad vegetables of Malaysia. *Teknologi Sayur Sayuran*, 4: 1-5.

MCCLATCHEY W., 2002 – From Polynesian healers to health food stores: changing perspectives of M*orinda citrifolia* (Rubiaceae). *Integrative Cancer Therapies*, 1 (2): 110-120.

MCKOY M.L., THOMAS E.A., SIMON O.R., 2002 – Preliminary investigation of the anti-inflammatory properties of an aqueous extract from *Morinda citrifolia* (noni). *Proceedings of the Western Pharmacology Society,* 45: 76-78.

MORÓN RODRIGUEZ F.J., MORÓN PINEDO D., 2004 – Mito y realidad de *Morinda citrifolia* L. (noni). *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 9 (3).

MUELLER B.A., SCOTT M.K., SOWINSKI K.M., PRAG K.A., 2000 – Noni juice (*Morinda citrifolia*): hidden potential for hyperkalemia? *American journal of kidney diseases*: the official journal of the National Kidney Foundation, 35 (2): 310-312.

RUSIA K., SRIVASTAVA S.K., 1989 – A new anthraquinone from the roots of *Morinda citrifolia* Linn. *Current Science*, 58 (5): 249.

SALUDES J.P., GARSON M.J., FRANZBLAU S.G., AGUINALDO A.M., 2002 – Antitubercular constituents from the hexane fraction of *Morinda citrifolia* Linn. (Rubiaceae). *Phytotherapy Research*, 16 (7): 683-685.

SANG S., HE K., LIU G., ZHU N., CHENG X., WANG M., ZHENG Q., DONG Z., GHAI G., ROSEN R.T., HO C.T., 2001 – A new unusual iridoid with inhibition of activator protein-1 (AP-1) from the leaves of *Morinda citrifolia L*. *Organic Letters*, 3 (9): 1307-1309.

SANG S., LIU G., HE K., ZHU N., DONG Z., ZHENG Q., ROSEN R.T., HO C.T., 2003 – New unusual iridoids from the leaves of noni (*Morinda citrifolia* L.) show inhibitory effect on ultraviolet B-induced transcriptional activator protein-1 (AP-1) activity. *Bioorganic & medicinal chemistry*, 11 (12): 2499-2502.

SANG S.M., CHENG X.F., ZHU N., STARK R.E., BADMAEV V., GHAI G., ROSEN R.T., HO C.T., 2001 – Flavonol glycosides and novel iridoid glycoside from the leaves of *Morinda citrifolia*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49 (9): 4478-4481.

SANG S.M., CHENG X.F., ZHU N.Q., WANG M.F., JHOO J.W., STARK R.E., BADMAEV V., GHAI G., ROSEN R.T., HO C.T., 2001 – Iridoid glycosides from the leaves of *Morinda citrifolia*. *Journal of Natural Products*, 64 (6): 799-800.

SANG S.M., HE K., LIU G.M., ZHU N.Q., WANG M.F., JHOO J.W., ZHENG Q.Y., DONG Z.G., GHAI G.T., ROSEN R.T., HO C.T., 2001 – Citrifolinin A, a new unusual iridoid with inhibition of Activator Protein-1 (AP-1) from the leaves of noni (*Morinda citrifolia* L.). *Tetrahedron Letters*, 42 (10): 1823-1825.

VICKERS A., 2002 – Botanical medicines for the treatment of cancer: Rationale, overview of current data, and methodological considerations for phase I and II trials. *Cancer Investigation*, 20 (7-8): 1069-1079.

WANG M., KIKUZAKI H., CSISZAR K., BOYD C.D., MAUNAKEA A., FONG S.F.T., GHAI G., ROSEN R.T., NAKATANI N., HO C., 1999 – Novel trisaccharide fatty acid ester identified from the fruits of *Morinda citrifolia* (Noni). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47 (12): 4880-4882.

WANG M., KIKUZAKI H., JIN Y., NAKATANI N., ZHU N., CSISZAR K., BOYD C., ROSEN R.T., GHAI G., HO C.T., 2000 – Novel glycosides from noni (*Morinda citrifolia*). *Journal of Natural Products*, 63 (8): 1182-1183.

WANG M.Y., SU C., 2001 – Cancer preventive effect of *Morinda citrifolia* (Noni). *Annals of the New York Academy of Sciences*, 952: 161-168.

WANG M.Y., WEST B.J., JENSEN C.J., NOWICKI D., SU C., PALU A.K., ANDERSON G., 2002 – *Morinda citrifolia* (Noni): a literature review and recent advances in Noni research. *Acta Pharmacologica Sinica*, 23 (12): 1127-1141.

YAMAGUCHI S., OHNISHI J., SOGAWA M., MARU I., OHTA Y., TSUKADA Y., 2002 – Inhibition of angiotensin I converting enzyme by noni (*Morinda citrifolia*) juice. *Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi = Journal of the Japanese Society for Food Science and Technology*, 49 (9): 624-627.

YOUNOS C., ROLLAND A., FLEURENTIN J., LANHERS, M. C., MISSLIN, R., MORTIER, F., 1990 – Analgesic and behavioural effects of *Morinda citrifolia*. *Planta Medica*, 56 (5): 430-434.

Author: Y. BARBIN

Piper methysticum G. Forst. (Piperaceae)

Synonym

Piper wichmanni C. DC.

Other, older synonyms (Lebot and Cabalion, 1986).

IUCN status

Cultivated or naturalised, no IUCN status.

Accessibility, geographical distribution and biological type

Varieties in French Polynesia:

- 14 varieties formerly known in Tahiti but already virtually extinct at the time (Cuzent, 1983 [1860]).
- 19 cultivars still used in the Marquesas in 1935 (Brown, 1935).

Uses

Ritual and medicinal uses, traditionally consumed as a drink (Lebot and Cabalion, 1986; Lebot *et al.*, 1992).

Neo-traditional consumption in New Caledonia and in urban areas of Vanuatu (André, 1999; Chanteraud, 1994, 1999, 2001).

Chemical composition

French Polynesia:

- 4 cultivars studied by Lebot and Levesque (1989).
- Studies by Isabelle Lechat-Vahirua in Papeete (Malardé Institute).

Pharmacological and toxicological properties

Main use

Anxiolytic based on kava extract (synergy between the active principles, kavalactones or kavapyrones, which justifies use of natural extracts), or D,L-kavain (no synergy in this case).

Main reproach

Kava is said to entail a risk of hepatic toxicity.

Possible causes would be:

■ the presence of pipermethysticine (hepatotoxic *in vitro*) in medicines made from batches of stem peelings imported from the Fiji islands;

■ absence or much reduced levels in kava extracts made using alcohol or acetone of the glutathione present in the traditional drink (in which it is thought to have a protective role due to its antioxidant effects and the combination of p-OH-kavaquinones formed during metabolism);

■ hepatic defences of vulnerable or weakened patients can be overcome (same reasons as above and/or idiosyncratic reasons due to condition of liver or cytochromes);

■ recent research on this subject in New Caledonia and Futuna funded by Secretariat of State for overseas territories (Cabalion *et al.*, 2003; Warter, 2003).

Industrial interest

Production of kava extracts for use as anxiolytic.

Patents

L'Oréal: cosmetic uses of kava.

Pernod-Ricard: value of kava in alcohol withdrawal programmes.

Regulatory restrictions

In French Polynesia: decree of 1927 forbade the cultivation, preparation, possession, circulation, consumption, donation, trade or sale of Kava in the

Marquesas. This was repealed by a decree of the Council of Ministers in 2001 (662 CM of 16 May) on the initiative of the Rural Development Department (SDR).

Pharmacopoeias of industrialised countries: pharmaceutical use banned in 2002 in many industrialised countries (Germany, France, Japan, etc.) but still authorised in the United States. Completely banned in some countries, e.g. Canada.

Changes under way: recent lifting of the ban on food uses of kava (Welsh parliament, 2003).

No ban on traditional or neo-traditional consumption (except in Marquesas, see above-mentioned decree).

Comments by Mrs Fourasté

Two health policy decisions have been taken in France:

a) Official Journal of the French Republic, 12 January 2002: Decision of 8 January 2002 on suspension of marketing and supply, free of charge or for payment, and use of kava (kava-kava, Piper methysticum*) and products containing kava for therapeutic purposes, in all forms, except homeopathic medicines at dilutions equal to or greater than the fifth Hahneman centesimal.*

b) Official Journal of the French Republic: Decision of 13 March 2003 on prohibition of the marketing and supply, free of charge or for payment, and use of kava (kava-kava, Piper methysticum*) and products containing kava for therapeutic purposes, in all forms, except homeopathic medicines at dilutions equal to or greater than the fifth Hahneman centesimal.*

These two decisions were taken following the evaluation by the European pharmacovigilance group of an unfavourable risk-benefit relation. Analogous decisions were taken in Spain, Portugal, Ireland, Germany, the United Kingdom, Canada and Australia. In the USA the FDA has not so far taken any restrictive measures on this plant, but has informed consumers of the risks entailed.

As a result, the use of kava as a medicinal product or food supplement seems to be compromised for many years to come.

Under these conditions it does not seem reasonable to encourage kava production for any other use than a CONVIVIAL LOCAL BEVERAGE.

Production protocol

Propagation only by cuttings.

Orientations

Kava is currently of interest mainly for two uses: in pharmacy as a natural anxiolytic, and in the food industry as a convivial beverage in the Pacific.

After the discovery of cases of hepatic toxicity attributed to kava in Germany and Switzerland, many studies were conducted to learn more about the question and the possible causes of the problems. Lobbying in Brussels by Pacific countries also enabled a group of expert consultants to give an opinion in favour of the use of the plant (Gruenwald *et al.*, 2003). The ban on kava in 2001 and the following years may have been at least partly or indirectly the result of lobbying against it, but was also an application of the precautionary principle.

No case of fulminating hepatitis has been found in the Pacific and it is reasonable to think that the traditionally made drink is not under threat and will retain its market in the Pacific and perhaps elsewhere. As regards the pharmaceutical market, further research is needed (e.g. role of glutathion, perhaps role of selenium, p-OH-kavaquinones, exploration of hepatic cytochromes linked to metabolisation of kava) to establish a new risk-benefit report on kava in pharmacy (Warter, 2003), or more generally in health, including the effects of use as food (Cabalion *et al.*, 2003). Doses could be revised upwards.

Conclusion. It seems wise to advise French Polynesia not to abandon its agronomic and chemical research into local varieties of kava, to produce an original, high-quality raw material for the local convivial beverage market, the American market (which is still open) and prepare for kava's likely return to the pharmaceuticals market [perhaps in different forms from those currently known, and which remain to be described (Cabalion *et al.*, 2003; Warter, 2003)].

Shortlisted.

Bibliography

André M., 1999 – *Le phénomène Kava en Nouvelle-Calédonie*. Maîtrise de sciences sanitaires et sociales, faculté de médecine de Brest, 100 p.

BROWN F.B.H., 1935 – Flora of South Eastern Polynesia. III. Dicotyledons. Bernice P. *Bishop Museum Bulletin*, 130: 1-386.

CABALION P., BARGUIL Y., DUHET D., MANDEAU A., WARTER S., RUSSMANN S., TARBAH F., DALDRUP TH., 2003 – « Kava in modern therapeutic uses: to a better evaluation of the benefit/risk relation. Researches in New Caledonia and in Futuna ». 5th European Symposium of Ethnopharmacology, Valencia, Spain, 8th-10th May 2003.

CABALION P., LAROCHE S., EDO L. – Enquêtes auprès des consommateurs de kava en Nouvelle-Calédonie (données non publiées).

CHANTERAUD A., 1994 – *L'émergence du kava en Nouvelle-Calédonie : du fait social au phénomène culturel*. DEA d'Anthropologie Temps, Espace et Sociétés dans le Pacifique insulaire, Université française du Pacifique, 1114 p.

CHANTERAUD A., 1999 – *La saga du kava du Vanuatu à la Nouvelle-Calédonie, essai de géographie culturelle*. Doctorat en géographie culturelle, université de Paris IV-Sorbonne, 331 p.

CHANTERAUD A., 2001 – *La saga du kava, du Vanuatu à la Nouvelle-Calédonie*. CRET & DyMSET (U. Bordeaux 3, CNRS), coll. Îles et archipels n° 29, 288 p.

CUZENT G., 1983 [1860] – *Archipel de Tahiti ; recherches sur les productions végétales*. Édition revue, augmentée et illustrée, Eds Haere po no Tahiti, 208 p.

GRUENWALD J., MUELLER C., SKRABAL S., 2003 – In-depth Investigation into EU Member States Market Restrictions on Kava Products.

LEBOT V., CABALION P., 1986 – Les kavas du Vanuatu, *Piper methysticum* Forst. *Travaux & Documents de l'Orstom*, 205: 234.

LEBOT V., LEVESQUE J., 1989 – The origin and distribution of Kava (*Piper methysticum* Forster, Piperaceae): a phytochemical approach. *Allertonia*, 5: 223-280

LEBOT V., MERLIN M., LINDSTROM L., 1992 – *Kava, the Pacific Drug*. Yale Univ. Press, New Haven & London, 255 p.

WARTER S., 2003 – *Étude de populations exposées au kava en Nouvelle-Calédonie et à Futuna ; contribution à la connaissance de la toxicité du kava*. Thèse d'exercice Médecine générale, université de Strasbourg I, 267 p.

Author: P. Cabalion

Santalum insulare DC. var. insulare (Tahiti)
Santalum insulare var. marchionense (Skottsb.) Skottsb. (Marquises)
Santalum insulare var. margaretae (F. Br.) Skottsb. (Rapa)
Santalum insulare var. raiateense (J. W. Moore) Fosberg & Sachet (Raiatea, Moorea)
Santalum insulare var. raivavense F. Br. (Raivavae, Australes)

These varieties represent the polymorphism of this species in French Polynesia. J.-F. Butaud (Rural Development Department (SDR), Tahiti) is currently preparing a thesis on the distribution and taxonomy of the complex in French Polynesia.

IUCN STATUS

Critically endangered to vulnerable.

ACCESSIBILITY, GEOGRAPHICAL DISTRIBUTION AND BIOLOGICAL TYPE

All varieties other than those in the Marquesas are relicts, their statuses ranging from CR to VU. In the Marquesas, there are locally fairly large populations which are varyingly accessible and available, at least for a preliminary chemical study.

These varieties occupy open areas on ridges and crests at medium to high altitudes.

Uses

Massage: sandalwood powder in coconut oil.

Other species in the same genus

■ *Santalum spicatum*:
seeds as food (Australia).
■ *Santalum album*:
inflammation of urinary system (Kom E), sunstroke, abdominal pain.

Chemical composition

For all varieties: essential oil in the wood, α- and β-santalol (60%).

Var. marchionense: sesquiterpenes, α- and β-santaldiol.

Other species of *Santalum*

■ *Santalum spicatum*:
Fatty oil (grain): ximenynic acid (# 50%), oleic acid, stearic acid, linolenic acid.
■ *Santalum album*:
Essential oil (3 to 5% in the wood): α-santalol (50%) and β-santalol (20%), epi-β-santalol, α-bergamotol, α-bergamotal.

Pharmacological and toxicological properties

Other species of *Santalum*

■ *Santalum acuminatum*:
inhibition of 5-hydroxytryptamine release by platelets.

■ *Santalum album*:
the essential oil is thought to act on the cardiovascular system.

INDUSTRIAL INTEREST

Essential oil of all varieties of *Santalum insulare* is reported as an acceptable substitute for essential oil of white sandalwood.

POTENTIAL UTILISATION

Essential oil of South Asian white sandalwood is becoming scarce on the international market for policy reasons (India has restricted production and exports) and crop health reasons (spike disease). Although no other sandalwood oil can be a direct substitute (e.g. Australian or New Caledonian), there is an undeniable possibility of introducing this oil into the market in new formulae.

A long-term study of Polynesian sandalwood is under way (UPF/SDR/CIRAD).

Points studied:

- Propagation from seed
- Inventory of populations
- Chemical and genetic studies in the Marquesas.

Points currently being studied:

- Chemical and genetic studies.

Points still to be studied:

- Vegetative propagation
- Determine composition of essential oil
- Cultivation methods
- Progeny studies
- Acceptability to users (substitution, new raw material, etc.).

This is a long-term research and utilisation programme that will require several decades of sustained effort, but the potential outlets would doubtless be stable ones, unaffected by fashion fads.

Because of the length of this programme, the main focus will have to be on biotechnology, particularly for propagation.

It is also advisable to consider why production is falling in India. This is a species that prefers poor soils, and its growth might rapidly slow down in these environments (Geneviève Michon, IRD ecologist, personal communication).

Regulatory restrictions

Check for the absence of allergenic molecules listed in the 7th amendment to the European Directive on cosmetic products.

There is no place for sandalwood either as a medicine or a food additive.

Production protocol

How obtained

Distillation of essential oil in French Polynesia.

Marketing method

Sales to aromatic raw materials manufacturers working with perfume industry.

Quality control

Have the quality of the essential oil recognised by a specific AFNOR/ISO standard.

Shortlisted.

Bibliography

Alpha T., Raharivelomanana P., Bianchini J.P., Faure R., Cambon A., Joncheray L., 1996 – α-santaldiol and β-santaldiol, two santalane sesquiterpenes from *Santalum insulare*. *Phytochemistry*, 41 (3): 829-831.

Banerjee S., Ecavade A., Rao A.R., 1993 – Modulatory influence of sandalwood oil on mouse hepatic glutathione S-transferase activity and acid soluble sulphydryl level. *Cancer Letters*, 68 (2-3): 105-9.

BENENCIA F., COURREGES M.C., 1999 – Antiviral activity of sandalwood oil against herpes simplex viruses-1 and -2. *Phytomedicine*, 6 (2): 119-123.

BIANCHINI J.-P., BOUVET J.-M., BUTAUD, J.-F., RAHARIVELOMANANA P., VERHAEGEN D., BARON V., 2003 – *Caractérisation du santal des Marquises*. Projet de recherche du ministère de l'Outre-Mer, UPF-SDR-Cirad.

BOUVET J.-M., BUTAUD, J.-F., CARDI C., NASI R., TASSIN J., VERHAEGEN D., 2002 – « Molecular and morphometric diversity in *Santalum insulare* and *Santalum austrocaledonicum*. Autécologie et phytosociologie des santals de Polynésie française ». *In*: *Regional Workshop on Sandalwood Research, Development and Extension in the Pacific Islands and Asia*, 7-11 October 2002, Nouméa, New Caledonia.

BUTAUD J.-F., 2002 a – « Autécologie et phytosociologie des santals de Polynésie française ». *In*: *Regional Workshop on Sandalwood Research, Development and Extension in the Pacific Islands and Asia*, 7-11 October 2002, Nouméa, New Caledonia.

BUTAUD J.-F., 2002 b – « Conservation et valorisation de la biodiversité des santals de Polynésie française par l'étude de leurs métabolites secondaires ». *In*: *Regional Workshop on Sandalwood Research, Development and Extension in the Pacific Islands and Asia*, 7-11 October 2002, Nouméa, New Caledonia.

BUTAUD J.-F., TETUANUI W., 2002 – « Le santal en Polynésie française ». *In*: *Regional Workshop on Sandalwood Research, Development and Extension in the Pacific Islands and Asia*, 7-11 October 2002, Nouméa, New Caledonia.

BUTAUD J.-F., RAHARIVELOMANANA P., BIANCHINI J.-P., BARON V., 2002 – « Marquesas Islands sandalwood concrete and biodiversity conservation of a forest species ». 33rd International Symposium on Essential Oils, 4-7 September 2002, Lisboa, Portugal.

BUTAUD, J.-F., RAHARIVELOMANANA P., BIANCHINI J.-P., BARON V., 2003 – A new chemotype of Sandalwood (*Santalum insulare* Bertero ex A. DC.) from Marquesas Islands. *Journal of Essential Oil Research*, 15 (5): 323-326.

JONES G. P., BIRKETT A., SANIGORSKI A., SINCLAIR A. J., HOOPER P. T., WATSON T., RIEGER V., 1994 – Effect of feeding quandong (*Santalum acuminatum*) oil to rats on tissue lipids, hepatic cytochrome P-450 and tissue histology. *Food and Chemical Toxicology,* 32 (6): 521-525.

LIU Y., LONGMORE R.B., 1997 – Dietary sandalwood seed oil modifies fatty acid composition of mouse adipose tissue, brain, and liver. *Lipids*, 32 (9): 965-969.

ROGERS K.L., GRICE I.D., GRIFFITHS L.R., 2001 – Modulation of *in vitro* platelet 5-HT release by species of *Erythrina* and *Cymbopogon*. *Life Sciences,* 69 (15): 1817-1829.

SCARTEZZINI P., SPERONI E., 2000 – Review on some plants of Indian traditional medicine with antioxidant activity. *Journal of Ethnopharmacology,* 71 (1-2): 23-43.

SYKES W.R., 1981 – Sandalwood in the Cook Islands. *Pacific science*, 1980 publ 1981, 34 (1): 77-82.

Author: Y. BARBIN

Tephrosia purpurea (L.) Pers. var. piscatoria (Ait.) Fosberg (Fabaceae)

Synonyms

T. purpurea sensu Zepernick

T. piscatoria Aiton.

Accessibility, geographical distribution and biological type

Species cultivated and naturalised in several Polynesian islands where it is locally abundant; more generally, scattered in dry environments at low and medium altitude in the Marquesas and Society islands.

Geographical distribution: Austral, Gambier, Marquesas and Society islands.

Uses

Used as fish poison in many parts of the Pacific (Nishimoto, 1969; Pétard, 1986).

Chemical composition

Rotenoids, especially in roots.

Seeds

Flavonoids pongamol, karanjin and lanceolatin B, prenylated flavonoids (purpuritenin and purpureamethide).

Roots

Purpurenone, bêta-hydroxychalcone; (+)-purpurin; dehydroisoderricin, and (–)-maackiain. Pseudosemiglabrin and (–)-semiglabrin (Sinha *et al.*, 1982; Ventakata Rao and Ranga Raju, 1984).

Flowers and fruit

7,4'-dihydroxy-3',5'-dimethoxyisoflavone; (+)-tephropurpurin ((+)-purpurin, pongamol, lanceolatin B, (–)-maackiain, (–)-3-hydroxy-4-méthoxy-8,9-methylenedioxypterocarpan and (–)-medicarpin, all active on quinone reductase; inactive compounds: 3'-methoxy daidzein, desmoxyphyllin B and 3,9-dihydroxy-8-meéhoxycoumestan (CHANG *et al.*, 1997).

PHARMACOLOGICAL AND TOXICOLOGICAL PROPERTIES

Ichthyotoxic and insecticidal properties

Rotenone and its derivative, the rotenoids, asphyxiate fish. In fact they act on all animals by blocking respiration within the cell mitochondria, but warm-blooded animals are protected by their skins which prevent absorption of the poison, whereas cold-blooded animals (insects, fish, snakes, etc.) are particularly sensitive to it.

Nematicidal activity (BANSODE and KURUNDKAR, 1989)

The aerial parts constitute an excellent green manure (JOSHI *et al.*, 2000).

Allelopathic activity of aqueous extracts of leaves on parthenium

Significant inhibition of germination and growth rates in seedlings suggests that the simple extract could be used as a cheap, biodegradable herbicide for weed control (DAMME *et al.*, 1994).

Anti-ulcer activity of aqueous extracts of the root demonstrated in the rat, owing to its cytoprotective properties (DESHPANDE *et al.*, 2003).

Marked antitumoral properties shown by *in vitro* induction of quinone reductase of isoflavonic compounds isolated from fruit and flowers (CHANG *et al.*, 1997).

INDUSTRIAL INTEREST

Could be exploited as an insecticide and fish poison.

Rotenone-based products are used in quite large quantities as insecticides in phytopharmacy, as a plant-based powder used against caterpillars,

aphids, Colorado beetle, etc., with the major advantage of being harmless to humans. The tendency is to associate them with pyrethrins, another group of insecticides found in plants, to combine their actions, as pyrethrins act more quickly but more transiently.

Rotenone degrades quickly in the environment (3 to 6 days). As a result, interest in this compound as a biological pesticide is reviving. Some countries authorise its use in organic farming under strictly controlled and regulated conditions. This is not an enormous market but is consistent with the scale of the market for medicinal plants and should increase as organic farming spreads (Tamm *et al.*, 2000). This applies even though rotenones (along with other pesticides) have been associated with Parkinson's disease. Recent studies have shown that injecting high doses of rotenone (1-12 mg/kg) into rats causes Parkinson-like symptoms, which has aroused some reservations regarding its use. The doses used in the experiment were far higher than any dose likely to be found in humans eating treated foods. The question remains open, and regulations are likely to change (Giasson and Lee, 2000).

Shortlisted.

The species' chemical composition is well known (most studies conducted on samples harvested in India). As is usually the case with *Tephrosia* species, presence of deguelin and derivatives in place of rotenone.

It would be useful to measure the rotenoid content of the French Polynesian variety.

Its allelopathic and nematicidal properties and value as green manure make it an excellent crop health product in agriculture and for vector control, etc.

Biological (and therefore biodegradable) insecticides are of special interest for farming in island environments such as the Loyalties in New Caledonia, to prevent polluting the underlying fresh-water lens which has been jeopardised by highly persistent crop protection chemicals.

Shortlisted.

Bibliography

Bansode P.T., Kurundkar B.P., 1989 – Efficacy of organic amendments and plant extracts in management of root-knot of brinjal. *Indian Journal of Plant Pathology*, 7 (2): 160-163.

CHANG L.C., GERHAUSER C., SONG L., FARNSWORTH N.R., PEZZUTO J.M., KINGHORN A.D., 1997 – Activity-guided isolation of constituents of *Tephrosia purpurea* with the potential to induce the phase II enzyme, quinone reductase. *Journal of Natural Products*, 60 (9): 869-873.

DAMME V. VAN, MEYLEMANS B., DAMME P. VAN, 1994 – Survey on weed management practices in upland crops in the dry zone of Sri Lanka. *Mededelingen Faculteit Landbouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen, Universiteit Gent*, 59 (3b): 1345-1350.

DESHPANDE S.S., SHAH G.B., PARMAR N.S., 2003 – Antiulcer activity of *Tephrosia purpurea* in rats. *Indian Journal of Pharmacology*, 35 (3): 168-172.

GIASSON B.I., LEE V.M.-Y., 2000 – A new link between pesticides and Parkinson's disease. *Nature Neuroscience*, 3 (12): 1227-1228.

JOSHI S.D., JADHAV A.S., PATIL M.B., KURUNDKAR B.P., 2000 – Effect of organic amendment and fly ash on root-knot disease of tomato. *Journal of Maharashtra Agricultural Universities*, 25 (1): 84-85.

NISHIMOTO S. K., 1969 – Plants used as fish poisons. *Newsletter of the Hawaiian Botanical Society*, 3: 20-28.

PÉTARD P., 1986 – *Plantes utiles de Polynésie et Raau Tahiti*. *Ed. rev. et augm*. Papeete, Haere Po No Tahiti, 345 p.

SINHA B., NATU A.A., NANAVATI D.D., 1982 – Prenylated flavonoids from *Tephrosia purpurea* seeds. *Phytochemistry*, 21 (6): 1468-1470.

TAMM L., SPEISER B., WYSS E., NIGGLI U., 2000 – *Use of Rotenon in Organic Agriculture: FiBL Statement*. 2 p.

VENTAKATA RAO E., RANGA RAJU N., 1984 – Two flavonoids from *Tephrosia purpurea*. *Phytochemistry*, 23 (10): 2339-2342.

Author: C. MORETTI

Vanilla tahitensis J. W. Moore (Orchidaceae)

Synonym

Synonym for *V. planifolia Andr.*, probably a particular cultivar or a hybrid of this species with another. It would appear that several groups of botanists and geneticists are working on the question, but we have no bibliographical references.

IUCN status

No status; cultivated plant.

Accessibility, geographical distribution and biological type

Vanilla tahitensis is cultivated only in French Polynesia. Several cultivars are recorded and a live collection is being made and maintained by the French Polynesian agriculture services (Dron, 2002).

A fleshy herbaceous twining vine, naturalised at low and medium altitude (old plantations or secondary stations).

Uses

Pod; food; spice.

Sap: Comoros; medicinal; haemostatic; wound-healing.

Chemical composition

Pod: glucosides, vanillin, p-hydroxybenzoic aldehyde, p-anisaldehyde, p-hydroxybenzoic acid, vanillic acid, anisic acid, anisic alcohol (Rives, 2000).

Alkaloids, polyphenols and traces of leucoanthocyans.

Pharmacological and toxicological properties

Toxicity: vanillism (Bùi-Xùan-Nhùan, 1954).

Industrial interest

Food and drink industry as standard flavouring, on a targeted market.

Production protocol

Cultivation already established in Tahiti and Leeward Islands (Huahine, Raiatea, Tahaa, etc.).

How obtained

Vegetative propagation from cuttings. Attention must be paid to the problem of virus disease transmission.

Shortlisted.

Bibliography

Bùi-Xùan-Nhùan, 1954 – « Le vanillisme ». *In* Bouriquet G. (ed.): *Le vanillier et la vanille dans le monde*, Paul Lechevalie: 647-661.

Dron M., 2002 – *Rapport d'évaluation de la composante scientifique du projet vanille du Service de développement rural à Raiatea (période 1998-2002)*, 31 p.

Rives M.J., 2000 – *Étude des profils aromatiques des différentes variétés de* Vanilla tahitensis. École nationale supérieure d'agronomie de Toulouse, 51 p.

Author: F. Demarne

The cosmetics industry

Overview

The cosmetics industry is probably among the most promising for utilisation of natural substances.

The dermocosmetics market is booming and, as the use of animal-based substances declines, natural marine or plant-based substances are increasingly sought after.

Scientific approach

"The cosmetics industry bases a lot of its communication on natural substances. But there is genuine scientific work going on behind the fashion for environmentalism", says Patrice André, Director of the Dior laboratory for biology, cosmetics and active ingredients in Orléans, France.

The cosmetics industry mainly uses plant substances that have been in use for a long time. They therefore actively seek out traditional uses. According to Jean Guézennec of IFREMER, they are also keenly interested in molecules extracted or synthesised from micro-organisms (in the broad sense of the term), but one obstacle is the problem of producing these molecules cheaply.

Ethno-pharmacologists make a key contribution to this work, studying traditional communities' use of plants, especially in tropical forests. Bioprospecting starts with inventorying the plants used for body care: wound-healing substances, balms, anti-inflammatories, etc. A preliminary selection includes only botanical families new to industry, as this increases the chance of finding new molecules. Chemists then prepare increasingly pure extracts, isolating the plant's active molecules.

They then assess the biological properties by biological tests on cell cultures or biochemical tests (protein inhibition or activation, specific biochemical processes).

Strategy largely market-driven

Cosmetics advertising paints in glowing colours the extraordinary virtues of natural substances, for health and for the development of Southern countries. This marketing style should be kept in perspective.

Product chain organisation

As with functional foodstuffs, there is a promising place in this sector for small local businesses supplying raw plant materials, either for the cosmetics industry, or formulating or producing cosmetic eco-products with a strong Polynesian connotation.

Prospects for French Polynesia

Is it worth organising an *ad hoc* structure to conduct biological tests geared to the cosmetics market, so that French Polynesia can supply active ingredients with high value added? Given the diversity of substances the islands possess, the question is worth considering. To answer it, all aspects must be taken into account, as outlined below.

Technical aspects

The appropriate biological tests will depend on the target, of which there are many. Many laboratories have their own approaches to these tests: in France they are out-sourced to numerous specialist structures.

As there is strong demand for new active principles, product chains mainly develop from the supply side (according to M. Hansel, Chairman of Cosmetic Valley).

Economic aspects

Although demand is high for raw plant materials and new active principles, it involves small quantities (rarely more than a tonne). These products are also short-lived (on average, four to ten years on the consumer market: ten years is an exceptional lifespan for a common cosmetic product).

Selling a number of different products may compensate for small demand and short life. Firms are constantly looking for new active ingredients to formulate their products.

Regulatory aspects

One definite factor for success would be to keep informed of upcoming regulations.

European regulations define a cosmetic product as "any substance or preparation intended to be placed in contact with the various external parts of the human body (…) with a view exclusively or mainly to cleaning them, perfuming them, changing their appearance, correcting body odours, protecting them or keeping them in good condition".

All products so defined must comply with the legislation provided for in European Directive 76/768/EEC. Cosmetic product labels must include a full list of ingredients.

Conclusion

In the light of these factors, the experts consider that there is no justification for the authorities to intervene very actively in this sector or seek to structure it; given the volatility of products in the sector, there is no guarantee that the Polynesian economy can develop sustainably on this basis. However, synergy between local research laboratories and project initiators could be strengthened.

On the difficulty of drawing firm conclusions about the selected plants' potential for the cosmetics industry: an expert's ideas for discussion

It is difficult to predict that a substance will have a use in cosmetics before a number of biochemical tests have been made for objectivization and toxicological assessment. Individually, these tests are only valid for one type of extract and one claim (e.g. slimming, anti-wrinkle or lightening properties). The tests are always very costly and are paid for by the cosmetics company developing the product. They are never published, and if the results are of interest a patent is applied for immediately. If a plant extract is too highly active, it is likely to be prohibited for cosmetic use and reclassified as a medicinal product. The active cosmetic ingredient must have a low-level activity, and it is difficult, and costly, to demonstrate its efficacy, espe-

cially on a health organ, the skin, which has its own powerful mechanisms for regulating homeostasis.

In brief, one cannot predict that a plant will be useful in cosmetics on the basis of information on chemical composition or traditional use given in the literature. Costly, case-by-case toxicity and objectivization studies are essential.

The whole plant is never used, even if traditional practice attributes more or less well attested virtues to it.

- For the sake of the appearance and quality of the finished cosmetic product, plant extracts are used – very rarely the whole plant.
- The efficacy of the extract depends on the solvents used.
- The active compounds must be identified and their non-toxicity at the intended doses must be verified.
- Tests must be conducted to verify that the molecule is active, but not too active, in local application.
- The mechanisms by which the compound acts must be identified.
- The usefulness of the extract must be verified by increasingly sophisticated and costly biochemical tests, and return on this investment is only possible by means of patents and exclusive rights agreements.

Because an active ingredient has a life of only five to seven years in the cosmetics industry (owing to fashion trends and the need for marketing focus to change constantly), a product must be very useful indeed if one is to risk developing an official, medium-term production chain from scratch. This is no less true in French Polynesia than elsewhere, and in fact it is very rarely done. When a cosmetics manufacturer, raw materials supplier or end formulator finds an interesting product, they organise their own supply chain, generally under a private, bilateral commercial agreement. Usually only a few tonnes of plants are required, and there is no point putting public money into this kind of trade.

It would be perfectly possible to establish a small local cosmetics industry based on an exotic marketing image, but using imported "industrial blanks". To attract a tourist customer base, European quality standards would be required; in this case local plants would have a marginal place in the industry as development costs would be far too high for the size of market.

Specifications for the expert group review

Natural substances in French Polynesia: a promising sector, but still vulnerable

French Polynesia has good potential for exploiting its natural substances, because the remoteness of the islands has resulted in a high rate of endemism and many specific chemotypes. Little use has been made of this biodiversity so far; a few plants are used for particular products – monoi, vanilla, sandalwood, noni and tamanu – and a bare ten utilisation projects are under way for other substances.

French Polynesia also has State-funded research laboratories that are sufficiently well-equipped to perform initial analyses of new substances. On the industrial side, a small number of established firms and project initiators are looking to diversify or boost their business.

But despite these assets and relatively lively interest, the sector has its weaknesses. The substances already utilised could be exploited more intensively by organising the product chains, establishing quality management and also by processing locally as far as possible, which would bring more of the profits to French Polynesia. In the near future, some natural substances could generate new markets, boosting French Polynesia's development; but this will require some effort to define directions for research and organise the transfer of competencies from researchers to developers.

Aims of the review

The expert group review has two inseparable strands: a prospective strand to identify useful new natural substances in French Polynesia and suggest new avenues of research and development, and an operational strand to suggest industrial and commercial strategies for natural substances that are already utilised or could be in the future.

The aims of the review can be summed up as follows:

■ Starting from existing knowledge of French Polynesian biodiversity and taking a sector-by-sector approach, discover which natural substances have the greatest economic potential for pharmaceutical purposes, cosmetics, herbal medicine, the food and drink industry, perfumery, crafts, etc., and specify what stage research each substance is at or in what form it is currently marketed. Profiles of project initiators may be identified – either local operators or, if the product cannot be developed locally, international operators.

■ Alongside this, practical suggestions will be made for implementing quality management, introducing market protection measures, improving production chains, linking research with industry and helping operators to organise. This work would be aimed at improving the productivity of "natural substances" product chains in the short term.

The work of IRD will consist of a review by a panel of experts, using the method already developed by the IRD for such "expert group reviews", and the following additional tasks:

■ production of a set of data sheets analysing available knowledge on each of the substances identified;

■ a study of local economic and technical potential for developing new business activities.

Both these additional tasks will be essential aids for the multidisciplinary panel of experts, since there are gaps in the currently available data. The experts will thus be able to produce a broad synthesis and some policy guidelines for utilising French Polynesia's natural substances.

Questions asked for the preliminary studies and additional research (natural substance data sheets and analysis of local technical and economic potential)

What natural substances are already exploited in French Polynesia and the Pacific?

As a preliminary step to the expert group review, as much information as possible about natural substances in French Polynesia must be put together. The output from this work will be a set of data sheets on individual substances.

One of the experts will be responsible for drawing up the data sheets with the help of outside contributors. Data on the utilisation of some substances will be added once the local socio-economic survey has provided additional information. The data sheets will mainly address the following questions:

- How is the resource for this substance obtained?
- How high is the risk of resource exhaustion?
- What are the properties highlighted for marketing the product? Is there a scientific basis for these claims?
- If utilisation of this resource produces waste, is there a way to make use of the waste?
- Is exploitation of this resource harmful to the environment (e.g. more traditional crops abandoned, landscape impact, ecosystem destruction)?
- Does the substance have heritage value for French Polynesia?
- How long might it take to get the substance to market? (short, medium or long-term prospect?)

A preliminary estimate suggests that there would be about a hundred data sheets.

How is the natural substances sector (trade and industry) organised in French Polynesia?

To propose a utilisation strategy, thorough, up-to-date knowledge of this sector in French Polynesia and the socio-economic background is essential. Possible development scenarios for the companies and organisations involved should also be identified in some detail. This requires an investigation, partly conducted on site in direct liaison with local stakeholders, to answer the following questions:

- What are the characteristics of the companies in this sector? How are they structured? How do they operate (size, business activity, exports, turnover, etc.)?
- What jobs are created by the natural substances utilisation sector?
- What funding does the sector receive?
- What financial flows does it generate?
- Is it possible for a solid network of small firms to develop? How can large companies be attracted to French Polynesia?

■ What are the strong and weak points of the natural substances sector?

■ What guidelines should be adopted to encourage development in this sector?

■ Are local research centres (i.e. the university, national, Polynesian and foreign research institutes on French Polynesia's territory, etc.) working on natural substances with a view to their utilisation? Would it be useful or possible to give them extra encouragement? Could their activities be better co-ordinated?

The questions asked of the panel

Based on their own work and on the two additional investigations described above, the panel of experts, as a group, will answer the following questions.

What is the potential usefulness of French Polynesia's marine, terrestrial, plant and animal biodiversity compared to neighbouring intertropical countries?

■ How much is known about the country's marine and terrestrial biodiversity?

■ Has a scientific inventory been made of French Polynesia's traditional knowledge?

■ To what extent does the French Polynesian population self-medicate with local herbs?

■ Do traditional healers play an important role in French Polynesia? Has this been studied?

■ Are there areas where bioprospecting (biodiversity and related knowledge) has been insufficient? Can priorities be established for bioprospecting?

Based on the analysis of French Polynesian biodiversity, what are the exploited or exploitable natural substances in the Territory?

From the initial set of data sheets, a shorter list of substances of interest for French Polynesia will be drawn up (about twenty at most). This list will include both indigenous species[26] which French Polynesia could consider producing and/or processing (e.g. *Calophyllum inophyllum* as an anti-HIV agent), and endemic species, for which the panel's work will generally lead

[26] i.e. indigenous plants also found elsewhere in the tropics.

to suggestions for R&D strategies. A specific study of this group of substances should assess their potential and answer the following questions:

■ What are the trends in the market? For substances not yet commercialised, what markets are opening up for which substances?

■ For each substance considered, what regulations are expected to affect penetration of the European market (processed products)?

■ What kinds of contract are used between stakeholders in the product chain, from producer to processor?

■ For each market, what value-added and what resulting economic impact can be expected for French Polynesia? How far is the product processed in French Polynesia? If the product is not processed within the territory, where does the processing take place?

■ Are there market protection methods that could be introduced?

■ For each substance not yet exploited, what type of R&D is required and how long will it take? When might these substances reach the market?

Are the local technical and scientific facilities sufficient for conducting additional R&D?

The panel will first assess existing R&D capacity in French Polynesia (the team will conduct part of this analysis *in situ*). Taking the list of substances worth developing and considering the resources required to do this, the team could make suggestions for collaboration or partnerships. The experts will review possible R&D strategies open to French Polynesia, focusing on the following points:

■ How can the linkage between research and industry be improved?

■ What public-private partnerships or collaborations with laboratories in Metropolitan France could be considered to optimise progress in R&D on natural substances?

What advice can be given for public policy on the utilisation of natural substances in French Polynesia?

This will mean summarising the results of the review and discussing with the Monitoring Committee to see what courses of action would be sustainable locally.

The panel of experts

Yves Barbin
Veille technologique, prospection filière PAM (Plantes aromatiques et médicinales)
Pierre Fabre Médicament – Plantes et Industries
16, rue Jean Rostand, BP92 – 81603 Gaillac
Yves.barbin@pierre-fabre.com

Valérie Boisvert
Économiste de l'environnement
IRD – Centre d'Orléans
5, rue du Carbone – Technoparc – 45000 Orléans
Valerie.boisvert@orleans.ird.fr

Pierre Cabalion
Pharmacien, ethnopharmacologiste
IRD – Centre de Nouvelle-Calédonie
Laboratoire des Substances naturelles terrestres et Savoirs traditionnels
BP A5 – 98848 Nouméa Cedex – Nouvelle-Calédonie
cabalion@noumea.ird.nc

Cécile Débitus
Chimiste des substances naturelles marines
IRD – UMR152
ISTMT
3, rue des Satellites – 31400 Toulouse
debitus@ird.fr

Frédéric Demarne
Directeur scientifique et du Développement technologique
Groupe Gattefossé
36, Chemin de Genas – BP 603 – 69 804 Saint-Priest
fdemarne@gattefosse.com

Jacques Florence
Botaniste
IRD US 084 Biodiversité végétale tropicale : connaissance et valorisation
Antenne IRD – Laboratoire de Phanérogamie – 16, rue Buffon – 75005 Paris
jflo@mnhn.fr

Isabelle Fourasté
Professeur de Pharmacognosie
Université Paul Sabatier – Toulouse III
Faculté de Pharmacie – 35 chemin des maraîchers – 31062 Toulouse Cedex 4
ifourast@cict.fr

Jean Guézennec
Responsable Programme Biotechnologies marines
IFREMER
Centre de Brest – Resp. DRV/VP/BMM – BP 70 – 29280 Plouzané
jguezenn@ifremer.fr

Marie-Luce Hazebroucq
Chargée de mission
IRD
213 rue La Fayette – 75480 Paris cedex
hazeroy@noos.fr

Christian Moretti
Chimiste-ethnopharmacologue
IRD – Orléans
Technoparc – 5, rue du Carbone – 45000 Orléans
christian.moretti@orleans.ird.fr

Christine Noiville
Juriste
CNRS – Université Paris 1 – Centre de recherche en droit des sciences et techniques
16 rue de l'abbé Carton – 75014 Paris
noiville@univ-paris1.fr

Jean-Christophe Simon
Économiste
IRD – DEV
213 rue La Fayette – 75480 Paris cedex
simon@paris.ird.fr

Bernard Weniger
Pharmacien chimiste spécialiste des substances naturelles d'intérêt thérapeutique
UMR CNRS/ULP N° 7081
Faculté de pharmacie, Univ. Louis Pasteur Strasbourg – BP 60024 – 67401 Illkirch cedex
Weniger@pharma.u-strasbg.fr

Monitoring committee

Head of monitoring committee: the Research Commission of the government of French Polynesia.

Panel members

Representatives of the following organisations:

IRD centre in Papeete

Oceanologic Center of the Pacific/Ifremer

Investment Promotion Authority

Environment Division

EPIC Vanille

Institut Louis-Malardé

Gepsun "Natural Substances process engineering" technology platform (cf. Abbreviations)

Fisheries Division

Economic Affairs Division

External Trade Division

Development of Industry and the Trades Division

Rural Development Department

Plan and Forecast Economic Division

University of French Polynesia, natural substance research laboratory

Tables

Table 1 – 189
Importance of exports of fishery and pearl farming products

Table 2 – 191
Quantified data on a few products

Table 3 – 193
Noni exports

Table 4 – 197
Characteristics of the main "plan product" sectors

Table 5 – 201
Criteria for exclusion or selection of plant species

Table 6 – 230
Summary of Group 1 Plant products

Table 7 – 235
Brief survey of potential sectors for utilisation of marine organisms

louisjean
IMPRIMEUR

59, Av. Émile Didier
05003 Gap Cedex
Tél. 04 92 53 17 00

Dépôt légal : 135
Février 2006
Imprimé en France

La collection « Expertise collégiale » propose des ouvrages destinés à aider les acteurs du développement dans leurs choix stratégiques. Chaque volume est rédigé par un groupe de chercheurs qui rassemble et synthétise les analyses scientifiques utiles pour répondre à des questions opérationnelles liées au développement des pays du Sud. (partie analytique jointe sur CD-ROM)

Développer l'utilisation durable des substances naturelles, faire de la protection de la biodiversité une activité rentable pour mieux la promouvoir tout en favorisant le développement des territoires concernés : il y a là, dans le contexte actuel, des enjeux importants pour la Polynésie française.

En effet, la Polynésie française bénéficie d'un potentiel intéressant par sa diversité (marine et terrestre) et ses spécificités, liées notamment à l'insularité. C'est ce qu'atteste le succès de quelques-uns de ses produits mondialement connus : perles, monoï, jus de nono, vanille.

Mais la mise en valeur de ce potentiel demeure encore limitée ; son inventaire lui-même reste très partiel. Pour en préciser les dimensions réelles, cette expertise collégiale s'est attachée à évaluer scientifiquement la ressource, tout en mettant en évidence les substances d'intérêt et les orientations de recherche prioritaires. Les conditions socio-économiques, juridiques et techniques de la mise en valeur de cette ressource sont analysées ici aux fins de fournir des éléments de connaissance et des recommandations utiles à la définition par la Polynésie d'une politique originale de valorisation de ses substances naturelles.

A major challenge for French Polynesia in the present situation is to develop sustainable use of natural substances, make the protection of biodiversity a profitable activity to better promote it, while at the same time furthering the development of the territories concerned.

French Polynesia possesses a wide diversity of marine and terrestrial species, largely because the territory consists of many scattered islands. Such diversity represents a valuable potential, as illustrated by the success of such world-famous products as Polynesian pearls and vanilla, monoi and noni juice. However, the potential has not so far been exploited to any great extent, and has not even been fully catalogued. This expert group review was designed to discover the extent of the potential, make a scientific assessment of the resource, pinpoint substances with economic potential and indicate priority directions for research. It also includes analysis of the socio-economic, legal and technical conditions for their utilisation. This purpose of the review is to supply useful facts and make recommendations for defining an original policy for French Polynesia's economic use of natural substances.

Gouvernement de Polynésie française

15 €

ISSN 1633-9924 / ISBN : 2-7099-1587-1

IRD Éditions : 213, rue La Fayette - 75480 Paris cedex 10
Diffusion : IRD, 32, avenue Henri-Varagnat - 93143 Bondy cedex
fax : 01 48 02 79 09 courriel : diffusion@bondy.ird.fr

9 782709 915878