



Espèces indigènes utilisables en revégétalisation

A. Wulff, L. L'Huillier, C. Vea, Tanguy Jaffré

► To cite this version:

A. Wulff, L. L'Huillier, C. Vea, Tanguy Jaffré. Espèces indigènes utilisables en revégétalisation. Laurent L'Huillier; Tanguy Jaffré; Adrien Wulff. Mines et environnement en Nouvelle Calédonie : les milieux sur substrats ultramafiques et leur restauration, IAC, p. 231-344, 2010, Etudes Synthèses, 978-2-9523950-8-3. ird-03045413

HAL Id: ird-03045413

<https://ird.hal.science/ird-03045413>

Submitted on 8 Dec 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Les substrats ultramafiques – ou terrains miniers – à l'origine du minerai de nickel, couvrent près du tiers de la Nouvelle-Calédonie, qui se place parmi les premiers producteurs de ce métal dans le monde. Mais l'exploitation minière à ciel ouvert nécessite d'importants décapages qui génèrent des problèmes d'érosion des sols, de dérèglement des débits hydriques, de pollution des cours d'eau et de perte de biodiversité.

Ces substrats datant de 37 millions d'années portent une flore riche et originale, qui a largement contribué au classement de la Nouvelle-Calédonie comme un des principaux hotspots de biodiversité de la planète. Elle comprend environ 2150 espèces végétales dont 82 % sont endémiques. Ces espèces sont en outre spécialisées, adaptées à des sols très pauvres en plusieurs éléments nutritifs et inversement très riches en magnésium, en nickel et en d'autres métaux. Ces milieux abritent également une faune d'une grande diversité.

Ainsi la Nouvelle-Calédonie est confrontée à un double défi : celui d'exploiter une ressource minière considérable à même d'assurer au pays un développement économique important, et celui de protéger cette biodiversité exceptionnelle au nom des principes fondamentaux édictés mondialement. Dans ce contexte, la conservation des milieux abritant la plus grande part de la biodiversité, ainsi que la restauration des sites dégradés par l'exploitation minière s'imposent comme des nécessités incontournables.

L'ouvrage décrit et illustre tout d'abord la variété des substrats ultramafiques, ainsi que la diversité des écosystèmes et de leurs composantes floristiques, zoologiques et microbiologiques. Le concept de restauration écologique des sites dégradés et les moyens nécessaires pour sa mise en œuvre sont ensuite développés ; puis les modes de collecte, de germination, de conservation des semences et de production de plants d'espèces locales sont décrits, de même que les méthodes de revégétalisation. Enfin près de 100 espèces végétales utiles pour la restauration sont présentées.

Cet ouvrage est destiné à un large public, allant des professionnels du secteur minier (sociétés minières, opérateurs de la revégétalisation, bureaux d'étude...) aux personnels des collectivités impliquées dans la gestion du patrimoine minier et biologique du pays, ainsi qu'aux scientifiques, enseignants, étudiants, et plus largement à toute personne intéressée par les terrains miniers et leur gestion environnementale.



Financement Sysmin 8^e FED
Projet n° 8 PTF NC 08

Tabi
ÉDITIONS

ISBN : 978-2-9523950-8-3



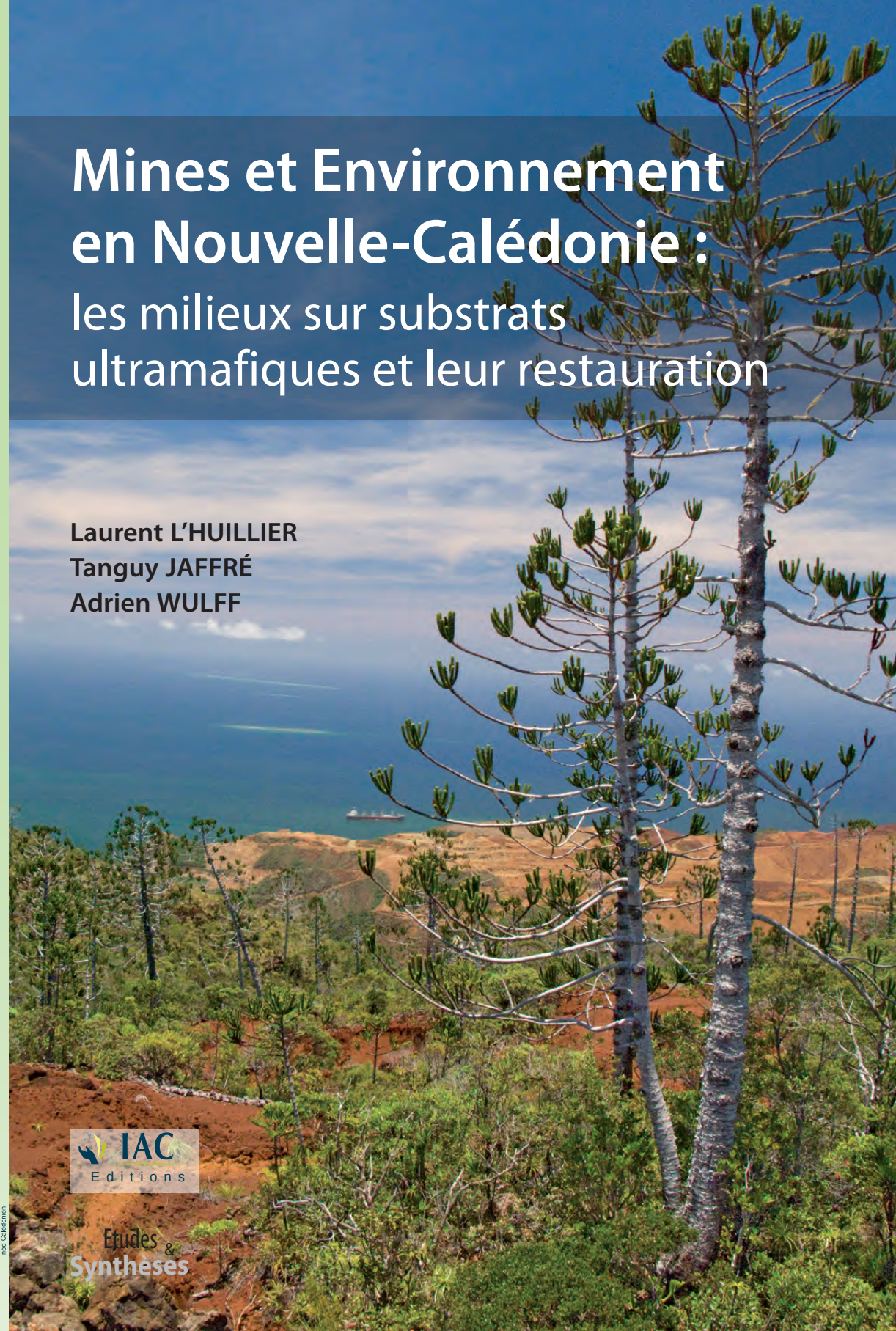
Mines et Environnement en Nouvelle-Calédonie : les milieux sur substrats ultramafiques et leur restauration

Mines et Environnement en Nouvelle-Calédonie : les milieux sur substrats ultramafiques et leur restauration

Laurent L'HUILLIER
Tanguy JAFFRÉ
Adrien WULFF



Études &
Synthèses



Mines et Environnement en Nouvelle-Calédonie : les milieux sur substrats ultramafiques et leur restauration

Laurent L'HUILLIER
IAC

Tanguy JAFFRÉ
IRD / Amap

Adrien WULFF
IAC / UNC

Avec la collaboration de :
Michel LEBRUN, Laurent MAGGIA,
Nicolas BARRÉ, Jean CHAZEAU, Hervé JOURDAN,
Hamid AMIR, Marc DUCOUSSO,
Gildas GÂTEBLÉ, Bruno FOGLIANI, Charly ZONGO, Casimir VÉA

Éditions IAC
BP 73 - 98890 Païta
Nouvelle-Calédonie

© **Institut Agronomique néo-Calédonien**

BP 73, 98890 Païta, Nouvelle-Calédonie

1^{re} édition, 2010

ISBN : 978-2-9523950-8-3

Dépôt légal : 2010

Conception et réalisation :  **EDITIONS** / tabueditions@tabu.nc / Tél. : 24 91 11

Correction : Claudine Bousquet

Photographie de couverture : Laurent L'Huillier

Achevé d'imprimer : Imprimé et relié en Italie, sur papier sans chlore.

Citation de l'ouvrage :

L'Huillier L., Jaffré T. et Wulff A. 2010. *Mines et Environnement en Nouvelle-Calédonie : les milieux sur substrats ultramafiques et leur restauration*. Éditions IAC, Nouméa, Nouvelle-Calédonie, 412 p.

Toute reproduction ou représentation intégrale ou partielle, par quelque procédé que ce soit, des pages publiées dans le présent ouvrage, faite sans l'autorisation de l'éditeur ou du Centre français d'exploitation du droit de copie, est illicite et constitue une contrefaçon. Seules sont autorisées, d'une part, les reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective, et, d'autre part, les analyses et courtes citations – qui devront faire référence au présent ouvrage – justifiées par le caractère scientifique ou d'information de l'œuvre dans laquelle elles sont incorporées (loi du 1^{er} juillet 1992 – art. L. 122-4 et L. 122-5 et Code pénal art. 425).

Partenaires institutionnels de l'IAC :



SOMMAIRE

INTRODUCTION	17
------------------------	----

CHAPITRE 1

L'EXPLOITATION DES MINERAIS DE NICKEL EN NOUVELLE-CALÉDONIE (L'Huillier L. et Jaffré T.)	21
---	----

1. IMPORTANCE DE L'EXPLOITATION MINIÈRE ET DE LA MÉTALLURGIE DU NICKEL EN NOUVELLE-CALÉDONIE. . . .	22
2. HISTORIQUE DE L'ACTIVITÉ MINIÈRE ET MÉTALLURGIQUE . . .	24
3. LES MÉTHODES D'EXPLOITATION DU MINÉRAI DE NICKEL . . .	26
4. IMPACTS SUR L'ENVIRONNEMENT	28
5. LA RÉGLEMENTATION	30
5.1 Code minier	30
5.2 Délibération n° 104 et Fonds Nickel	30
5.3 Code de l'environnement de la province Nord	31
5.4 Code de l'environnement de la province Sud	31

CHAPITRE 2

CONDITIONS DE MILIEU DES TERRAINS MINIERS (Jaffré T. et L'Huillier L.)	33
---	----

1. NATURE ET ORIGINE DU SUBSTRAT GÉOLOGIQUE	34
2. GENÈSE ET CARACTÉRISTIQUES DES SOLS ET DES MINERAIS DE NICKEL	36
2.1. Les « terres rouges » ou « latérites »	36
2.2. Les sols bruns hypermagnésiens	39
2.3. Les minerais de nickel	40
3. CONDITIONS DE NUTRITION MINÉRALE DES PLANTES	40
3.1. Les carences en éléments nutritifs	40
3.2. Teneurs excessives en magnésium	40
3.3. Risques de toxicité en certains métaux	41
4. CONDITIONS D'ALIMENTATION HYDRIQUE DES PLANTES . . .	42
4.1 Conditions hydriques liées au climat	42
4.2 Conditions hydriques liées à la nature du sol	44

CHAPITRE 3

LA VÉGÉTATION DES ROCHES ULTRAMAFIQUES OU TERRAINS MINIER (Jaffré T. et L'Huillier L.)45

1. **LA FLORE** 46
 - 1.1. Caractéristiques, richesse et endémicité
de la flore des terrains miniers 47
 - 1.2. Origine de la flore 54
2. **LES FORMATIONS VÉGÉTALES** 55
 - 2.1. Les forêts denses humides 56
 - 2.2. Les maquis miniers 65
3. **ADAPTATION DES PLANTES AUX CONDITIONS
DE NUTRITION MINÉRALE** 81
 - 3.1. L'adaptation des espèces aux carences du sol
en phosphore, en potassium et en azote 84
 - 3.2. L'adaptation aux faibles teneurs du sol en calcium 85
 - 3.3. L'adaptation des plantes aux teneurs excessives
du sol en magnésium 85
 - 3.4. L'adaptation des plantes aux teneurs élevées du sol
en éléments potentiellement toxiques Ni, Mn, Cr et Co 86
4. **ADAPTATION DES PLANTES DU MAQUIS À LA SÈCHERESSE** . . 91
5. **RÔLE DE LA COUVERTURE VÉGÉTALE** 92
6. **DYNAMIQUE DE LA VÉGÉTATION** 93
7. **CONCLUSION** 97

CHAPITRE 4

LA FAUNE DES MILIEUX SUR ROCHES ULTRAMAFIQUES (Barré N., Chazeau J., Jourdan H.) . . . 105

1. **RÔLE DES OISEAUX DANS LA DYNAMIQUE
DE LA VÉGÉTATION DU MAQUIS**106
 - 1.1. Les oiseaux qui fréquentent le maquis. 106
 - 1.2. La quête du nectar et la pollinisation 108
 - 1.3. La consommation des fruits et la dissémination des semences . . 112
 - 1.4. La capture et le contrôle des insectes phytophages 114
 - 1.5. Rôle des oiseaux en maquis minier : conclusion. 114
2. **L'HERPÉTOFAUNE DES TERRAINS MINIER**115
 - 2.1. Isolement et radiation endémique des reptiles 115
 - 2.2. Les ressources exploitées par les reptiles des terrains miniers . . 116
 - 2.3. Préservation des milieux et conservation des reptiles. 117

SOMMAIRE

3. LES ARTHROPODES DES MASSIFS MINIERES	118
3.1. L'intérêt faunistique des milieux sur terrains miniers	118
3.2. La guildes des fourmis sur les terrains miniers	121
3.3. Caractères des peuplements d'arthropodes des terrains miniers	125
3.4. La frontière des milieux sur roches ultramafiques	126
3.5. Milieux ultramafiques et invasions biologiques	127
4. POUR CONCLURE SUR LA FAUNE DES TERRAINS MINIERES	128

CHAPITRE 5

LES BACTÉRIES ET LES CHAMPIGNONS DU SOL SUR ROCHES ULTRAMAFIQUES

(Amir H. et Ducouso M.).	129
----------------------------------	-----

1. INTRODUCTION	130
1.1 Les mycorhizes	131
1.2 Les bactéries	132
2. LES MYCORHIZES À ARBUSCULES (MA)	133
2.1 Rôles des mycorhizes à arbuscules dans le développement des plantes	134
2.2 Les mycorhizes à arbuscules dans les écosystèmes miniers de Nouvelle-Calédonie	134
3. LES ECTOMYCORHIZES	135
3.1 Rôles des ectomycorhizes dans le développement des plantes	136
3.2 Les ectomycorhizes des maquis miniers de Nouvelle-Calédonie	137
4. ASPECTS TECHNIQUES ET PRATIQUES DE LA MYCORHIZATION CONTRÔLÉE, APPLIQUÉE À LA RESTAURATION ÉCOLOGIQUE DES TERRAINS MINIERES	138
5. LES SYMBIOSES FIXATRICES D'AZOTE.	140
5.1 Les symbioses à <i>Frankia</i>	140
5.2 Les symbioses à <i>Rhizobium</i>	141
6. LES BACTÉRIES RHIZOSPHERIQUES STIMULATRICES DE LA CROISSANCE DES PLANTES	142
7. INOCULATION CONTRÔLÉE AVEC DES BACTÉRIES SYMBIOTIQUES OU RHIZOSPHERIQUES, APPLIQUÉE À LA RESTAURATION ÉCOLOGIQUE DES TERRAINS MINIERES	142
8. PERSPECTIVES	144

CHAPITRE 6

LA RESTAURATION DES SITES MINIERs

(L'Huillier L., Wulff A., Gâteblé G., Fogliani B., Zongo C., Jaffré T.) **147**

1. **INTRODUCTION** **148**
2. **HISTORIQUE DE LA REVÉGÉTALISATION** **148**
3. **PRINCIPES DE LA RESTAURATION ÉCOLOGIQUE** **150**
4. **MÉTHODES APPROPRIÉES POUR LA REVÉGÉTALISATION.** . . **153**
 - 4.1. Le choix des espèces 154
 - 4.2. La multiplication à partir de graines 162
 - 4.3. La multiplication asexuée 196
 - 4.4. Préparation des substrats à revégétaliser. 206
 - 4.5. Mise en œuvre et choix des techniques de revégétalisation. . . . 213
 - 4.6. Suivi, évaluation et indicateurs 228

CHAPITRE 7

ESPÈCES INDIGÈNES UTILISABLES EN REVÉGÉTALISATION

(Wulff A., L'Huillier L., Vêa C., Jaffré T.) **231**

1. **INTRODUCTION** **232**
2. **FICHES PAR ESPÈCE, CLASSÉES PAR FAMILLE** **233**
 - Araucariaceae. 235
 - Casuarinaceae 241
 - Celastraceae. 245
 - Cunoniaceae 249
 - Cyperaceae 257
 - Dilleniaceae. 269
 - Fabaceae (ou Leguminosae) 273
 - Goodeniaceae 281
 - Joinvilleaceae. 285
 - Malpighiaceae 289
 - Myodocarpaceae. 293
 - Myrtaceae 297
 - Picrodendraceae. 315
 - Proteaceae. 321
 - Rhamnaceae 329
 - Sapindaceae 333
3. **QUELQUES AUTRES FAMILLES, GENRES
ET ESPÈCES POTENTIELLEMENT UTILES
POUR LA REVÉGÉTALISATION** **337**

SOMMAIRE

ANNEXES	345
ANNEXE 1 - RÉGLEMENTATION	346
ANNEXE 2 - CHARTE DES BONNES PRATIQUES MINIÈRES	358
ANNEXE 3 - LISTE DES ESSAIS DE REVÉGÉTALISATION SUR SITES MINIERES (PAR LES ORGANISMES DE RECHERCHE) (1971-2010)	362
ANNEXE 4 - BILAN DES TRAVAUX DE REVÉGÉTALISATION PAR LES COLLECTIVITÉS ET LES MINEURS	366
ANNEXE 5 - CAHIER DES CHARGES DE PRODUCTION DE PLANTS	371
ANNEXE 6 - CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIÈRES (CCTP)	376
ANNEXE 7 - IMPACTS DU CERF SUR LE MAQUIS.	385
ANNEXE 8 - LISTE DES ESPÈCES UTILISABLES EN REVÉGÉTALISATION DES SITES MINIERES	386
ANNEXE 9 - SCHÉMA RÉCAPITULATIF DES OPÉRATIONS À ENTREPRENDRE POUR UN LOT DE GRAINES D'UNE NOUVELLE ESPÈCE	390
BIBLIOGRAPHIE.	391
GLOSSAIRE	404
LISTE DES SIGLES.	409
INDEX	410

ESPÈCES INDIGÈNES UTILISABLES EN REVÉGÉ TALISATION

*Adrien WULFF, Laurent L'HUILLIER,
Casimir VÉA et Tanguy JAFFRÉ*

1. INTRODUCTION

2. FICHES PAR ESPÈCE, CLASSÉES PAR FAMILLE

ARAUCARIACEAE
CASUARINACEAE
CELASTRACEAE
CUNONIACEAE
CYPERACEAE
DILLENIACEAE
FABACEAE (OU LEGUMINOSAE)
GOODENIACEAE
JOINVILLEACEAE
MALPIGHIACEAE
MYODOCARPACEAE
MYRTACEAE
PICRODENDRACEAE
PROTEACEAE
RHAMNACEAE
SAPINDACEAE

3. QUELQUES AUTRES FAMILLES, GENRES ET ESPÈCES POTENTIELLEMENT UTILES POUR LA REVÉGÉ TALISATION

1. INTRODUCTION

Les résultats des travaux de recherches et des essais sur sites se rapportent essentiellement à des espèces à caractère pionnier de la flore des terrains miniers. Il s'agit d'espèces capables de s'implanter en pleine lumière sur des substrats dénudés. Ces espèces destinées à former une première couverture végétale doivent aussi favoriser l'implantation naturelle d'espèces variées plus couvrantes mais également plus exigeantes en nutriments et en eau. Elles devront ainsi enclencher le processus de la succession végétale (cf. chapitre 6), permettant à terme la restauration d'un couvert de plantes herbacées et ligneuses, de plus en plus complexe et diversifié, à même de répondre aux trois objectifs principaux de la restauration écologique : régulation des débits hydriques, lutte contre l'érosion, reconstitution progressive de la biodiversité.

Toutes les espèces pionnières recommandées se développent naturellement dans différentes catégories de maquis miniers, certaines se rencontrant de manière très dispersée sur les anciens sites d'exploitation minière. Outre leur très bonne adaptation à une ou plusieurs catégories de milieux sur substrats ultramafiques, garantie d'un maintien durable, les espèces retenues sont relativement communes, fructifient assez abondamment, sont faciles à collecter et possèdent des graines ne nécessitant pas la mise en œuvre de techniques sophistiquées pour la levée de dormance, leur conservation et leur germination. Elles sont en outre pour la plupart relativement faciles à élever en serre et à planter sur site, et présentent l'avantage de fructifier abondamment après replantation, ce qui leur permet de se régénérer et de se disséminer.

Les données rassemblées dans les fiches qui suivent permettent d'obtenir en pépinière, par germination de graines ou par bouturage, des plants d'environ 70 espèces adaptées à différents types de substrats ultramafiques. Ce nombre peut être porté à près de 100 si les espèces moins communes, ou dont les graines sont plus difficiles à faire germer, sont aussi prises en compte (cf. section 3 de ce chapitre et tableau de synthèse en annexe 8).

Certaines espèces n'ont pas été retenues, telles que *Acacia spirorbis* (gaïac) et *Casuarina collina* (bois de fer), pour les raisons développées à la section 4.1 du chapitre 6, mais également parce qu'elles sont déjà bien documentées et connues des pépiniéristes. La fougère aigle (*Pteridium esculentum*), espèce autochtone pantropicale, dont l'utilisation a été parfois suggérée, devrait logiquement être évitée : elle est en effet caractéristique des stades ultimes de dégradation du maquis minier par le feu, qu'elle favorise largement par la production de frondes sèches très inflammables (Jaffré *et al.* 1998^b), empêchant le processus de succession et laissant la place à un stade figé, floristiquement appauvri (décrit et illustré au chapitre 3, section 6).

D'autres espèces n'ont pas été reprises ici, bien qu'elles aient été préconisées par le passé (Jaffré & Pelletier 1992). La plupart conservent un réel intérêt (reprises dans les tableaux de synthèse, annexe 8), même si elles présentent quelques inconvénients : production de graines faible et difficulté de récolte (*Normandia neocaledonica*, *Phyllanthus* spp., etc.), biologie insuffisamment connue (*Archidendropsis* spp., *Baloghia* spp., *Hybanthus caledonicus*, etc.), ou encore graines difficiles à faire germer (*Dracophyllum* spp., *Styphelia* spp., etc.). Enfin, quelques espèces potentiellement intéressantes, mais insuffisamment étudiées, ne sont présentées que succinctement à la fin de ce chapitre, en troisième partie (après les fiches).

2. FICHES PAR ESPÈCE, CLASSÉES PAR FAMILLE

Cette partie regroupe donc les espèces indigènes pionnières des terrains miniers pour lesquelles les connaissances sont suffisantes pour une présentation sous forme de fiches détaillées (cf. pages suivantes). Celles-ci sont classées par ordre alphabétique des familles, genres et espèces et contiennent les informations suivantes :

- **PRÉSENTATION DE LA FAMILLE** : au sein de chaque famille considérée, sont donnés les genres présents en Nouvelle-Calédonie, dans les différentes catégories de milieux. Au sein des genres, les espèces sont dénombrées. Une description botanique succincte des principaux traits taxonomiques de la famille et des genres retenus permet d'orienter l'identification d'échantillons par un utilisateur. Les données les plus récentes ont été prises en compte au moment de la rédaction, à partir des références suivantes : Aubreville *et al.* 1967-2006, Raynal 1974, Jaffré *et al.* 2001^c, Kranitz 2005, Morat *et al.* 2010. Des références complémentaires ont été consultées (cf. liste plus bas) : Guillaumin 1943, 1948, Webb *et al.* 1988, Bayer *et al.* 1998, Spichiger *et al.* 2004, Craven *et al.* 2006, Elmore 2008, APG III (2009), Watson & Dallwitz 2010.

Les fiches présentant les espèces retenues pour la revégétalisation contiennent les informations suivantes :

- **NOM DE GENRE ET NOM D'ESPÈCE** : nom latin de genre suivi du nom de l'espèce (selon les règles classiques de la taxonomie). La synonymie a été renseignée lorsque l'espèce a été révisée récemment (d'après Jaffré *et al.* 2001^c, Morat *et al.* 2010).
- **STATUT** : endémique ou non (d'après Jaffré *et al.* 2001^c et Morat *et al.* 2010).
- **DESCRIPTION** : une description assez complète de l'espèce est donnée, avec ses principaux critères de reconnaissance (d'après *Flore de la Nouvelle-Calédonie et dépendances* : Aubreville *et al.* 1967-2006).
- **HABITAT** : répartition, type de sol, type de milieu, pluviométrie, altitude où se rencontre l'espèce (d'après *Flore de la Nouvelle-Calédonie et dépendances* : Aubreville *et al.* 1967-2006, l'herbier du centre IRD (NOU), Jaffré 1980, Jaffré & Pelletier 1992, IAC et IRD, com. pers.).
- **PHÉNOLOGIE** : cycles de floraison et de fructification. La synchronicité est donnée quand elle est connue (une synchronicité élevée indique que beaucoup d'individus, au sein de l'espèce, sont en fleur ou en fruit en même temps) (données compilées d'après l'herbier du centre IRD (NOU), *Flore de la Nouvelle-Calédonie et dépendances* : Aubreville *et al.* 1967-2006, Bailly 1986, Jaffré & Rigault 1991, Jaffré & Pelletier 1992, Derroire *et al.* 2008, IAC et IRD, obs. pers.).
- **DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE** : cartes de répartition, sur la Grande Terre, l'île des Pins et les îles Bélep (d'après *Flore de la Nouvelle-Calédonie et dépendances* : Aubreville *et al.* 1967-2006, l'herbier du centre IRD (NOU), IAC et IRD, obs. pers.).
- **STADE ET TECHNIQUE DE COLLECTE** : en fonction du type de fruit, le stade et la technique de collecte les plus adéquats sont décrits (d'après IAC, com. pers., Bailly 1986).
- **EXTRACTION ET TRAITEMENT DES GRAINES** : description des techniques pour extraire les graines des fruits, puis pour les traiter (nettoyage, tri des graines fertiles...), avant leur mise en germination ou leur stockage (d'après IAC, com. pers., Bailly 1986).
- **DONNÉES QUANTITATIVES** : après nettoyage et séchage à l'air libre, le poids de 1000 graines est déterminé, selon les protocoles de l'ISTA (déterminations IAC).

- **TEST DE VIABILITÉ** : tests mis en œuvre (coupe de graine, coloration au tétrazolium, test de germination) selon les protocoles de l'ISTA (Karnadi 2008, déterminations IAC, com. pers.).
- **GERMINATION / PRÉTRAITEMENT** : les résultats présentés correspondent à un seul lot récolté ; chaque point est la moyenne de 100 graines (4 boîtes de Petri x 25 graines : pour faciliter la lecture, les écarts-types ne sont pas présentés) ; les conditions expérimentales sont indiquées sur la figure. Il convient de signaler que les résultats peuvent être variables selon les lots collectés. Protocoles de levée de dormance : d'après Bailly 1986, Jaffré & Rigault 1991, Jaffré & Pelletier 1992, Baskin & Baskin 1998, Fogliani 2002, Orvain 2007, Wulff *et al.* 2008, IAC, com. pers. Résultats présentés d'après IAC, com. pers.
- **STOCKAGE** : comportement des graines évalué après séchage à l'air libre, puis stockage à 4 °C en récipient hermétique (d'après Wulff *et al.* 2008, IAC et UNC, com. pers.).
- **CULTURE EN PÉPINIÈRE** : plants élevés en plaques de culture (volume des alvéoles environ 250 ml), dans un substrat à base de terreau, latérite, vermiculite et perlite, sans fertilisants supplémentaires, à température extérieure et arrosage quotidien (en serre, à Port Laguerre) (d'après IAC, com. pers.).
- **COMPOSITION MINÉRALE FOLIAIRE MOYENNE** : échantillons prélevés sur des plantes présentes sur le type de sol où elles sont les plus fréquentes (d'après T. Jaffré, IRD).

Sauf mention contraire, les photographies présentées dans ce chapitre qui n'indiquent pas de copyright ont été réalisées par l'IAC, qui en reste propriétaire.

Liste bibliographique complémentaire consultée pour la confection des fiches :

- APG III. 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 161 (2): 105-202.
- Bayer C., Appel. O. 1998. Joinvilleaceae. Pp. 249-251, in Kubitzki, K. (ed.), *The Families and Genera of Vascular Plants. IV. Flowering Plants. Monocotyledons. Alismatanae and Commelinanae (except Gramineae)*. Springer, Berlin.
- Craven L.A., Biffin E., Ashton P.S. 2006. *Acmena, Acmenosperma, Cleistocalyx, Piliocalyx* and *Waterhousea* formally transferred to *Syzygium* (Myrtaceae). *Blumea*, 131-142.
- Elmore M. 2008. Pollination biology of Hawaiian *Scaevola* (Goodeniaceae). M.S. thesis, Univ. Hawaii, Manoa.
- Guillaumin A. 1943. Introduction à la flore de la Nouvelle-Calédonie. *Annales du musée colonial de Marseille*, sér. 6, vol. 1.
- Guillaumin A. 1948. Flore analytique et synoptique de la Nouvelle-Calédonie. Phanérogames. Office de la recherche scientifique coloniale. Paris.
- Spichiger R.-E., Savolainen V.V., Figeat M., Jeanmonod D., Perret M. 2004. Botanique systématique des plantes à fleurs : une approche phylogénétique nouvelle des angiospermes des régions tempérées et tropicales. 3^e éd., Lausanne, Presses polytechniques et universitaires romandes, 413 p.
- Watson L., Dallwitz M. J. The Families of Flowering Plants. [En ligne] <http://www.biologie.uni-hamburg.de/b-online/delta/angio/> (consulté le 01/01/2010).
- Webb C. J., Sykes W. R., Garnock-Jones P.J. 1988. Flora of New Zealand, Vol. IV: Naturalised pteridophytes, gymnosperms, dicotyledons. Botany Division, DSIR, Christchurch. 1365 p. [En ligne] www.endemia.nc

La famille des Araucariaceae possède trois genres : *Agathis*, *Araucaria* - représentés en Nouvelle-Calédonie - et *Wollemia*, monospécifique, d'Australie. Presque la moitié (45 %) des espèces de cette famille, rassemblant 4 espèces du genre *Agathis* (« kaori ») et 13 espèces du genre *Araucaria*, se trouvent uniquement en Nouvelle-Calédonie. Trois espèces du premier genre et 12 espèces du second se rencontrent sur substrat ultramafique. De plus, 2 espèces du genre *Agathis* et 10 espèces du genre *Araucaria* sont strictement localisées sur ce substrat. L'emblématique « pin colonnaire » (*Araucaria columnaris*) n'est représenté sur terrains miniers que très localement dans l'extrême Sud de la Grande Terre.

Bien que toutes les espèces des genres *Araucaria* et *Agathis* soient initialement des espèces forestières, qui ne se régénèrent qu'au bénéfice de chablis et qui à l'état adulte dominant la voûte des feuillus, plusieurs espèces (*Araucaria humboldtensis*, *A. laubenfelsii*, *A. luxurians*, *A. montana*, *A. muelleri*, *A. nemorosa*, *A. rulei*, *A. scopulorum* et *Agathis ovata*) se développent aussi dans les maquis miniers. En effet, très héliophiles et adaptées aux sols pauvres, elles se multiplient abondamment dans le maquis, jouant alors le rôle d'espèces pionnières (Enright *et al.* 2001, Manauté *et al.* 2004, Rigg *et al.* 1998). En l'absence d'incendies, les Araucariaceae qui subsistent dans le maquis facilitent la succession du maquis vers la forêt en créant de meilleures conditions d'alimentation hydrique et minérale sous leur couvert. En revanche, les incendies rapprochés, tels qu'ils ont sévi dans la plupart des massifs au cours des dernières décennies, anéantissent les populations d'*Araucaria* dont les jeunes pieds sont totalement détruits ainsi que des pieds adultes par blessures successives.

DESCRIPTION BOTANIQUE DE LA FAMILLE :

Arbres sempervirents, résineux, la plupart du temps monoïques, quelquefois dioïques. Feuilles généralement larges et aplaties, parfois aiguës ou subulées, disposées en spirale. Cônes mâles, accompagnés au-dessous de plusieurs écailles grandes et minces, en position axillaire ou terminale, de forme cylindrique, comportant de nombreuses microsporophylles (4 à 20) disposées en spirale, supportant de nombreux sacs polliniques. Cônes femelles en position terminale de forme globuleuse à ovoïde. Pas de bractées, chaque carpelle imbriqué, disposé en spirale, ne comporte qu'un seul ovule sur la surface supérieure. Cône mature lignifié se débitant en graines ailées. Plantules comptant 2 ou 4 cotylédons.

CLÉ DE DÉTERMINATION DES GENRES :

Araucaria : Feuilles largement sessiles et disposées en hélice.

Agathis : Feuilles plus ou moins pétiolées et opposées-décussées.

Remarque : Des nodules mycorhiziens (myconodules) ont été observés sur les racines des espèces du genre *Araucaria* (Yves Prin, com. pers.).



Araucaria scopulorum (cap Bocage).

© IRD / T. Jaffré



Araucaria rulei (Poro).

STATUT DES ESPÈCES : Endémiques.

DESCRIPTION :

Caractères communs au genre : Grands arbres (20-30 m), aux feuilles persistantes, très rigides, sessiles, épaissies à la base, insérées en hélice. Cônes femelles (dont chaque carpelle ne supporte qu'un seul ovule, qu'une seule graine) se désarticulant à maturité. Écorce du tronc s'exfoliant en bandes horizontales et devenant écailleuse sur les vieux individus.

Distinction des deux espèces :

Caractère discriminant	<i>A. montana</i>	<i>A. rulei</i>
Cime	arrondie, à tabulaire pour les adultes	arrondie
Écorce	brun foncé à gris	blanchâtre
Diamètre des ramilles, feuilles comprises	1,5 à 2,2 cm	3,5 à 4 cm
Orientation de la feuille	en écaille (adulte), courbée vers l'intérieur	pointant vers l'extérieur
Taille des feuilles adultes	11-14 mm de long, 7-8 mm de large	25 mm de long, 11-14 mm de large
Taille des cônes à graines	8-9 cm de long et 6-8 cm de diamètre	12 cm de long et 8 cm de diamètre
Longueur de la pointe de la graine	5-10 mm	15 mm

HABITAT :

- *A. montana* est signalé sur les plateaux et crêtes des principaux massifs de la Grande Terre, de la région de Thio aux mont Kaala et mont Panié. Cette espèce est plus abondante dans les massifs de roches ultramafiques que sur roches acides. Elle se rencontre au-dessus de 800 m d'altitude à l'ouest, tandis qu'à l'est, où la pluviométrie est plus importante, elle descend jusqu'à 300 m. Les peuplements d'*Araucaria montana* dominent généralement des maquis arbustifs buissonnants ainsi que des forêts basses.
- *A. rulei* se trouve sur la Grande Terre, entre la plaine des Lacs et Tiébaghi. Cette espèce se développe sur roches ultramafiques, dans des maquis sur sols gravillonnaires ou cuirassés. Elle est présente en forêt dense humide et en maquis, des basses altitudes jusqu'à plus de 1 000 m. N. B. : Statut IUCN : EN (en danger), en raison de la forte réduction de ses effectifs (plus de 50 %) au cours des dernières décennies et de la fragmentation de ses populations souvent résiduelles (Jaffré *et al.* 2010).

PHÉNOLOGIE :

Les cônes commencent à se développer entre juillet et novembre. La maturation d'un cône femelle nécessite 16 à 18 mois. La récolte des cônes matures s'effectue entre janvier et mars.



Arbre adulte d'*A. montana*.

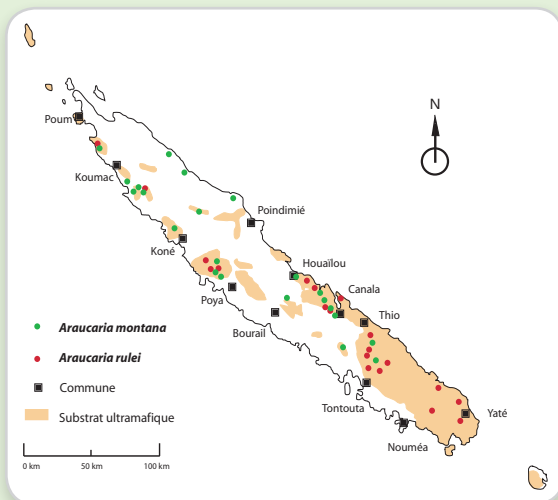


Ramille adulte d'*A. montana*.



Ramille adulte d'*A. rulei*.

DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE :



D'après *La flore de Nouvelle-Calédonie* (MNHN) et Kranitz (2005).

STADE ET TECHNIQUE DE COLLECTE :

La maturité est indiquée par les premières semences repérées au sol ou par un léger brunissement du cône femelle. Cela nécessite un contrôle régulier (une fois par semaine à partir de janvier). La fructification est aléatoire selon les années. L'idéal est de collecter les cônes encore fermés : soit par ascension de l'arbre, soit à l'aide d'un échenilloir.

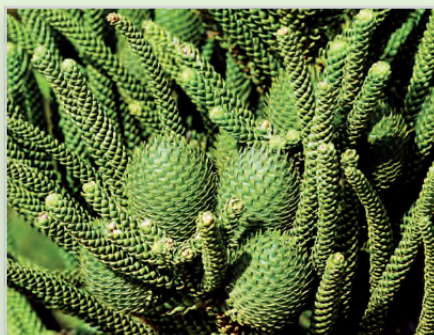
À défaut, la collecte au sol de petites quantités de graines fraîchement tombées est possible.

Dans ce cas, collecter les graines de préférence avant la pluie et ne pas les stocker. La prise en compte de l'origine des semences en fonction du site à restaurer est essentielle (cf. remarque).

N. B. : La technique d'ascension est dangereuse et ne doit être réalisée que par des équipes possédant l'expérience et l'équipement *ad hoc* indispensables.

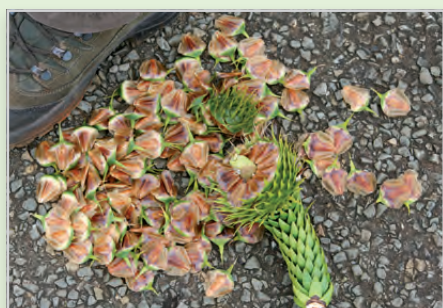
EXTRACTION ET TRAITEMENT DES GRAINES :

Les graines sont séparées manuellement du cône (si nécessaire, les laisser mûrir en salle pour faciliter leur délitage), puis désailées afin de leur faire subir le test de flottaison. Les graines qui flottent horizontalement ne sont pas viables. Si le résultat du test de viabilité (ci-dessous) est très bon, il n'est pas nécessaire de procéder au test de flottaison.



Cônes femelles d'*A. montana*.

© IRD / T. Jaffré



Graines d'*A. rulei*.



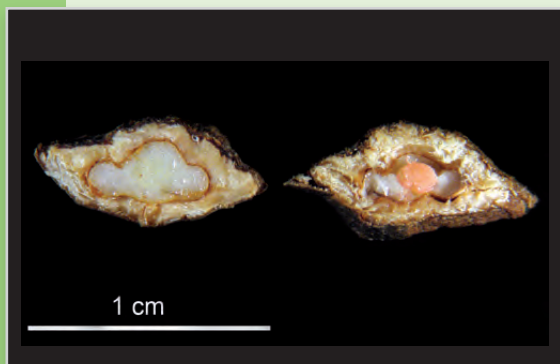
Graine désailée d'*A. montana*.

DONNÉES QUANTITATIVES :

Environ 400 g pour 1 000 graines désailées. Environ 200 à 300 graines par cône.

TEST DE VIABILITÉ :

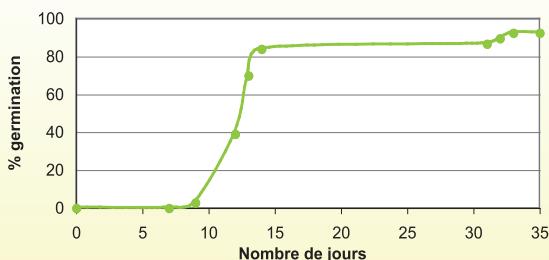
Il se fait directement par une coupe dans la largeur de la graine, qui doit révéler la présence d'un embryon de couleur rose. Faire un test sur un petit échantillon afin d'évaluer la viabilité de l'ensemble du lot.



Test de viabilité (coupe de graines) :
À gauche, une graine d'*Araucaria* contenant uniquement l'endosperme (non viable).
À droite, une graine d'*Araucaria* contenant l'endosperme et l'embryon (viable).

GERMINATION / PRÉTRAITEMENT :

Pas de dormance, aucun prétraitement nécessaire (cf. courbe). Les meilleurs résultats de germination sont obtenus aux températures supérieures à 25 °C. Germination très ralentie à moins de 15 °C.



Courbe de germination d'*Araucaria montana*. Culture : sans traitement, arrosage régulier, enceinte (29 °C + éclairage 12 h / 22 °C sans éclairage 12 h).

STOCKAGE :

Graines récalcitrantes ou intermédiaires (environ 30 % d'eau chez *A. rulei*), ne peuvent donc pas se conserver sur le long terme. La meilleure méthode connue actuellement est la suivante : prendre des graines dans des cônes encore fermés (germination non initiée), laisser sécher la surface légèrement (une heure ou deux à l'ombre, pour éviter les moisissures), les mettre dans des flacons hermétiques (éviter leur déshydratation) et les stocker à 3 °C. Cela permet de maintenir la viabilité des graines pendant 6 mois environ, au-delà, le taux de germination diminuera rapidement.

CULTURE EN PÉPINIÈRE :

Facile à cultiver à partir des graines. Utiliser de préférence des contenants profonds. Durée de culture : environ 15 à 20 mois (selon le substrat et la température), en alvéoles d'environ 700 ml. Pas de maladies ni de ravageurs constatés.



Jeunes plants d'*Araucaria montana* (à 2 mois).

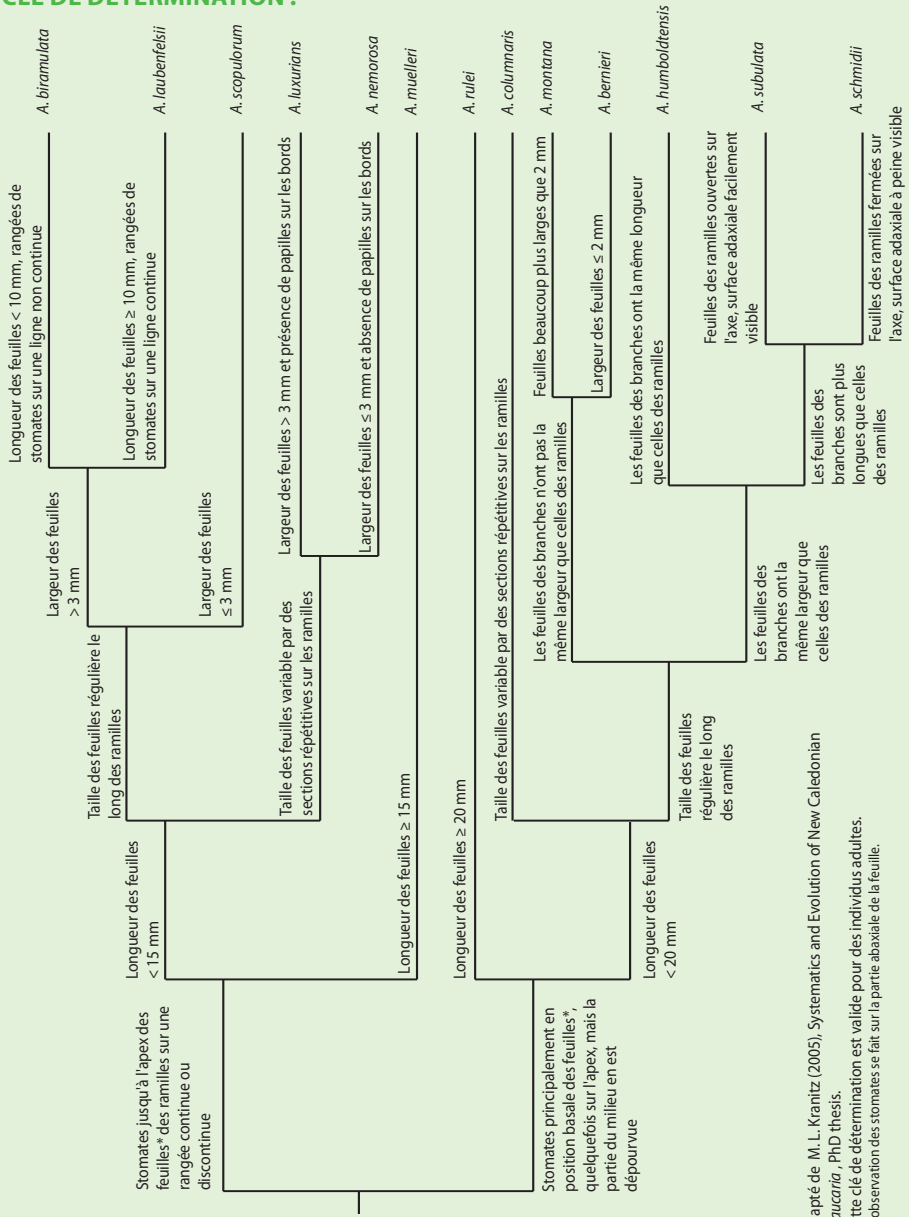


Plant d'*A. montana* (à 16 mois).

COMPOSITION MINÉRALE FOLIAIRE MOYENNE : (n = nb d'analyses) (Source : T. Jaffré, IRD)

	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Na (%)	Mn (ppm)	Ni (ppm)	SiO ₂ (%)
<i>A. montana</i> (n = 2)	0,66	0,03	0,27	2,03	0,23	0,44	315	52	0,27
<i>A. rulei</i> (n = 4)	0,57	0,03	0,41	1,44	0,25	0,27	393	21	0,83

CLÉ DE DÉTERMINATION :



Adapté de M. L. Kranitz (2005), Systematics and Evolution of New Caledonian *Araucaria*, PhD thesis.
Cette clé de détermination est valide pour des individus adultes.
*L'observation des stomates se fait sur la partie abaxiale de la feuille.

REMARQUE :

D'autres espèces d'*Araucaria* se rencontrent sur sites miniers (*A. bernieri* sur les massifs du Sud, de Tiébaghi, de Poum..., *A. biramulata* sur le Kopéto, le mont Do..., *A. scopulorum* sur cap Bocage, Tiébaghi, Poum...). La clé de détermination ci-jointe permet d'identifier les différentes espèces. Toutefois, les identifications sont parfois difficiles, certains individus présentant des caractères intermédiaires entre deux espèces. Il a été montré, en effet, qu'au sein d'une même espèce d'*Araucaria* il existe des particularités génétiques entre différentes populations (Kranitz 2005). Il apparaît ainsi indispensable, dans un souci de conservation de la diversité génétique des espèces, de récolter les graines d'*Araucaria* dans un environnement proche du site à revégétaliser. Aussi est-il important de bien préciser la provenance des graines dans le cas de production de plants.

La famille des Casuarinaceae est largement représentée en Nouvelle-Calédonie, tant par le nombre d'espèces que par l'abondance de plusieurs d'entre elles, qui ont le plus souvent un comportement grégaire dans des groupements végétaux secondaires. Elle possède 3 espèces du genre *Casuarina*, dont 2 endémiques se développant sur terrains miniers (*C. collina* et *C. teres*, cette dernière étant connue sur quelques sites dans la région de Voh-Koné), et 8 espèces endémiques du genre *Gymnostoma*, sur les 18 que compte le genre réparti sur l'Australie, la Malaisie et la Mélanésie. Six espèces sont strictement associées aux roches ultramafiques (*G. chamaecyparis*, *G. deplancheanum*, *G. glaucescens*, *G. leucodon*, *G. poissonianum* et *G. intermedium*). Cette dernière espèce est aussi cantonnée à ces substrats, à une exception (sur la Roche Ouaième). Deux espèces, *G. webbium* et *G. nodiflorum*, sont davantage inféodées aux roches acides du Nord. *G. webbium* est nettement ubiquiste, tandis que *G. nodiflorum* ne se rencontre sur alluvions péridotitiques (ou mixtes) que dans les régions de Kouaoua et de Canala.

Gymnostoma chamaecyparis et *G. deplancheanum* appartiennent aux maquis et aux maquis paraforestiers. *G. chamaecyparis* est associé à des sols magnésiens issus de serpentinites, le plus souvent en dessous de 500 m d'altitude. *G. deplancheanum* se développe principalement sur sols ferrallitiques gravillonnaires ou cuirassés, généralement en dessous de 700 m, uniquement dans le grand massif du Sud.

Casuarina collina, *Gymnostoma leucodon*, *G. nodiflorum* et *G. webbium* ont leur optimum écologique et leur plus grande fréquence dans des formations ripicoles. *Casuarina collina* (bois de fer) est aussi très commun sur des sols très variés. Cette espèce ayant tendance à former des peuplements stables monospécifiques, il semble prudent de ne l'utiliser que de manière limitée et uniquement dans des milieux où son extension peut être contrôlée. *Gymnostoma leucodon* se rencontre sur les berges de quelques rivières (rivière des Pirogues, Tontouta, creek Pernod...) dans les massifs du Sud. Il a donné d'excellents résultats dans deux essais (mont Dore et Crépuscule à Thio) sur saprolites et sur latérites. *G. nodiflorum* s'est, comme l'espèce précédente, révélé capable de se développer sur saprolites dans un essai sur le mont Dore, à partir de graines récoltées à la cascade de Ciu, sur roches acides.

Gymnostoma glaucescens, *G. intermedium* et *G. poissonianum* ont un comportement nettement plus forestier, atteignant couramment des tailles supérieures à 15 m. *G. glaucescens* se rencontre en populations grégaires ou sous forme d'arbres isolés le plus souvent sur des sols ferrallitiques remaniés dans le massif du Sud ainsi que dans des massifs isolés (Mé Maoya, Boulinda...). *G. intermedium* se développe sur des sols ferrallitiques variés le plus souvent au-dessus de 700 m d'altitude. *G. poissonianum* se développe à basse et à moyenne altitude préférentiellement sur des sols ferrallitiques remaniés, mais aussi sur alluvions et plus rarement sur sols bruns (Jaffré *et al.* 1994³).

DESCRIPTION BOTANIQUE DE LA FAMILLE :

Arbres ou arbustes à feuilles réduites à des dents écailleuses verticillées, portées à l'état jeune par des rameaux chlorophylliens. Fleurs monoïques ou dioïques, les mâles en épis, les femelles en cônes. Fruits en capsules, groupés en cône. Graines ailées comprimées.

CLÉ DE DÉTERMINATION DES GENRES :

Casuarina : rameaux chlorophylliens en section presque ronde.

Gymnostoma : rameaux chlorophylliens en section anguleuse.

Remarques : Toutes les espèces développent une symbiose racinaire avec un actinomycète fixateur d'azote du genre *Frankia* (Gauthier *et al.* 2000, Navarro *et al.* 1999).



Gymnostoma deplancheanum (Sud).

STATUT DES ESPÈCES : Endémiques.

DESCRIPTION :

Caractères communs aux espèces concernées : Arbustes de 3 à 15 m de haut. Feuilles réduites à de petites écailles triangulaires (correspondant à l'extrémité des feuilles), insérées sur des pseudo-cladodes (composés de la fusion de la tige et des tissus foliaires chlorophylliens), disposées en verticilles de quatre écailles (ce nombre étant supérieur pour les espèces du genre *Casuarina*). Espèces dioïques. Inflorescence

femelle globulaire portée par un pédoncule. Inflorescence mâle terminale et sessile. Fruits, résultant du développement des cônes femelles lignifiés, constitués de loges, chacune contenant une graine ailée.

Distinction des trois espèces : La distinction entre les différents *Gymnostoma* se fait en observant la forme des nœuds (zone d'insertion des écailles) et des pseudo-cladodes.

- *G. chamaecyparis* a un feuillage tendant vers le vert-jaune avec des ramilles assez fines.
- *G. deplancheanum* se distingue par des rameaux dressés, en général disposés en verticilles plus réguliers que chez *G. poissonianum*, ainsi que par un liseré de tissus nécrosés au niveau des écailles.
- *G. poissonianum* a un feuillage souple au toucher par rapport à *G. deplancheanum* avec lequel on peut le confondre.

HABITAT :

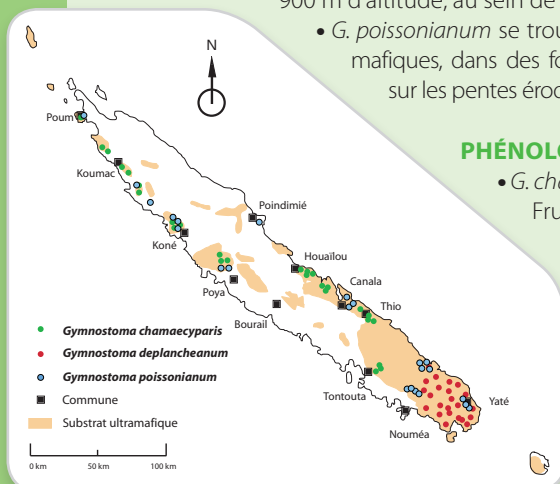
- *G. chamaecyparis* se développe sur des sols bruns hypermagnésiens et sur alluvions. Il est abondant sur les serpentinites au pied des massifs miniers, dépassant rarement 600 m d'altitude, au sein de maquis arbustifs et localement en maquis paraforestier et parfois en forêt rivulaire basse.
- *G. deplancheanum* se développe sur des sols ferrallitiques gravillonnaires ou cuirassés. D'importantes populations de cette espèce se trouvent dans le massif du Sud, jusqu'à 900 m d'altitude, au sein de maquis arbustifs ou préforestiers.
- *G. poissonianum* se trouve uniquement sur les massifs de roches ultramafiques, dans des formations végétales forestières et paraforestières, sur les pentes érodées à des altitudes comprises entre 200 et 700 m.

PHÉNOLOGIE :

- *G. chamaecyparis* : Floraison principale de mai à août. Fructification principale de décembre à février.
- *G. deplancheanum* : Floraison principale de juin à septembre. Fructification principale de décembre à mars (fleurs et fruits mûrs vus également à d'autres périodes, ex. en juillet).
- *G. poissonianum* : Floraison de janvier à août. Fructification de septembre à avril.

DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE :

D'après l'herbier du centre IRD (NOU).





G. chamaecyparis, plant adulte.



G. chamaecyparis, *G. deplancheanum*,
G. poissonianum (de gauche à droite).



Détail des pseudo-cladodes (de haut en bas) :
G. chamaecyparis, *G. deplancheanum*, *G. poissonianum*.



Fleurs mâles de *G. deplancheanum* (à gauche).
Fleurs femelles de *G. deplancheanum* (à droite).

STADE ET TECHNIQUE DE COLLECTE :

Les fruits se récoltent lorsqu'ils commencent à brunir et que les loges commencent à peine à s'ouvrir. Fruits souvent nombreux par pied, mais pas tous au même stade (collecte étalée).

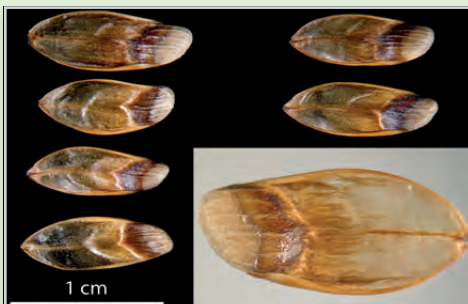
N. B. : Les espèces étant dioïques, veiller à avoir des pieds mâles à proximité pour augmenter les chances de collecter des graines fertiles.



Fruits mûrs de *G. deplancheanum*.

EXTRACTION ET TRAITEMENT DES GRAINES :

Les fruits sont séchés sur un tamis à température ambiante, dans un endroit sec et aéré. Ils s'ouvrent en quelques jours, puis sont tapotés sur un tamis (n° 6), sous lequel sont récupérées les graines. Un passage au « vacuum cleaner » permet d'éliminer les déchets fins. Des graines non viables sont souvent présentes, qu'on ne peut toutefois différencier visuellement des graines viables.



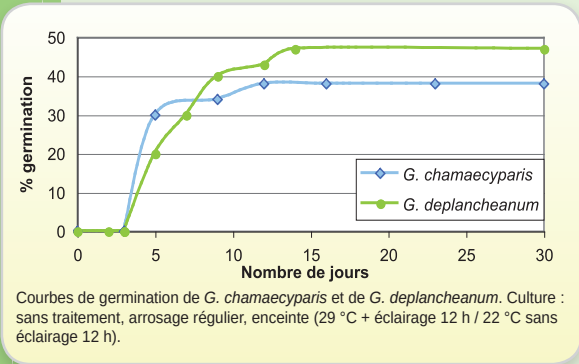
Graines de *G. deplancheanum*.

DONNÉES QUANTITATIVES :

De 2,7 à 5,7 g pour 1 000 graines.
Jusqu'à 16 graines par fruit.

TEST DE VIABILITÉ :

Le test de germination est le plus fiable, toutes les graines viables germent en moins de 15 jours, à des températures comprises entre 22 et 29 °C.



STOCKAGE :

Espèces orthodoxes ou intermédiaires (reste à préciser) : avec une teneur en eau de 9 % et un stockage à 3 °C, le taux de germination ne varie pas au cours des 15 premiers mois de conservation, puis il diminue. À conserver après léger séchage en boîtes hermétiques à 3 °C.

CULTURE EN PÉPINIÈRE :

Assez facile à cultiver à partir de graines. Repiquage à l'apparition des premières vraies feuilles. Mortalité des plantules assez fréquente après repiquage, non expliquée. Durée de culture : environ 12 à 18 mois (selon la température et le substrat), en alvéoles de 250 ou 500 ml. Pas de maladies ni de ravageurs constatés.

GERMINATION / PRÉTRAITEMENT :

Pas de dormance, aucun traitement nécessaire (cf. courbes). Taux de germination variable selon les lots.



Plantules de *G. deplancheanum* à un mois.



Jeunes plants de *G. deplancheanum* (à 5 mois).

COMPOSITION MINÉRALE FOLIAIRE MOYENNE : (n = nb d'analyses) (Source : T. Jaffré, IRD)

	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Na (%)	Mn (ppm)	Ni (ppm)	SiO ₂ (%)
<i>G. chamaecyparis</i> (n = 18)	0,91	0,02	0,38	0,77	0,21	0,38	508	23	0,12
<i>G. deplancheanum</i> (n = 28)	0,76	0,02	0,45	1,06	0,25	0,44	306	30	0,21
<i>G. poissonianum</i> (n = 12)	0,90	0,02	0,53	0,82	0,23	0,28	128	20	

Toutes les Casuarinaceae du territoire sont associées à des bactéries fixatrices d'azote du genre *Frankia*, contribuant ainsi à enrichir le sol environnant en cet élément indispensable.

REMARQUE :

L'utilisation d'autres espèces de *Gymnostoma* est possible : de bons résultats ont été obtenus sur des essais à Thio et sur le mont Dore avec *G. leucodon* et *G. nodiflorum*, bien que tous deux soient surtout rivulaires (altitude 150-200 m). *G. glaucescens*, *G. intermedium* (au-dessus de 700 m) et *G. webbianum* sont aussi présents sur terrains miniers. La phénologie, les techniques de collecte et de germination sont identiques à celles des autres espèces.

La famille des Celastraceae comprend,, en Nouvelle-Calédonie, 24 espèces dont 21 endémiques. Dix-neuf espèces se rencontrent sur terrains miniers et 7 leur sont strictement liées. Elles se répartissent en huit genres. Cinq espèces sur six du genre *Elaeodendron* se rencontrent sur roches ultramafiques et trois d'entre elles sont strictement associées aux maquis. Les genres endémiques principalement forestiers, *Menepetalum*, *Dicarpellum* (quatre espèces) et *Salaciopsis* (six espèces), possèdent respectivement trois, quatre et quatre espèces sur terrains miniers, la plupart d'entre elles étant ubiquistes. Le genre *Maytenus* possède une espèce ubiquiste, très fréquente dans les maquis miniers (*M. fournieri*). Les genres non endémiques *Celastrus* et *Pleurostyliia* (une espèce chacun) sont également ubiquistes mais peu fréquents sur terrains miniers. Le genre endémique monospécifique *Peripterygia* est, quant à lui, très commun et strictement cantonné aux maquis sur roches ultramafiques. *Peripterygia marginata* se trouve dans différentes catégories de maquis, sur alluvions, sur sol brun et sur sol ferrallitique remanié. Il ne se développe pas sur cuirasse ni sur sol gravillonnaire.

DESCRIPTION BOTANIQUE DE LA FAMILLE :

Arbrisseaux, arbres ou lianes. Feuilles opposées ou sub-verticillées ou alternes, simples, entières, parfois groupées au sommet des rameaux, à marges souvent crénelées, plus rarement entières ; stipules petites, simples ou laciniées, caduques ou absentes. Inflorescence en cyme, racème ou panicule, parfois fleurs solitaires ou groupées en fascicules, axillaires et/ou terminales, parfois portées par des rameaux défeuillés, le plus souvent bractéolées. Fleurs généralement petites, actinomorphes, bi- ou unisexuées (en ce cas, plantes principalement dioïques ; 4 ou 5 sépales, imbriqués, rarement valvaires, généralement persistants ; 4 ou 5 pétales, libres ou rarement soudés à la base, imbriqués, contortés, rarement valvaires, caducs, parfois persistants ; 4 ou 5 étamines, parfois plus, alternipétales. Fruits en drupes, baies, capsules déhiscentes ou fruits secs indéhiscentes. Graines parfois ailées ; arille présent ou absent, enveloppant partiellement ou totalement la graine.



Peripterygia marginata (Tontouta).

Peripterygia marginata



STATUT DE L'ESPÈCE : Endémique.

DESCRIPTION :

Arbrisseau pouvant atteindre 4 m de haut, à écorce grise à noirâtre. Feuilles coriaces, à marge crénelée et nervure principale saillante. Inflorescences en grappes, fleurs de 6,5-7 mm de diamètre, 5 pétales blancs à roses. Fruits déhiscents, dressés en capsules lignifiées, brunes, à 3 loges concaves, s'ouvrant en valves minces vers le haut et contenant 1 à 2 graines par loge. Graines aplaties, jaunâtres à brunes, de 5 mm de diamètre, entourées d'une aile souple de 1,5-2 mm de largeur.

Critères de reconnaissance : Le port dressé des feuilles et des rameaux est caractéristique. Les feuilles, légèrement révolutes, ont un bord crénelé. Les fruits, très reconnaissables, restent longtemps sur la plante après ouverture.

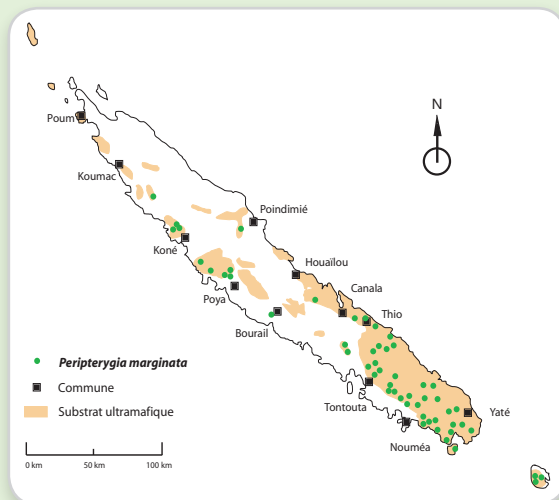
HABITAT :

Peripterygia marginata se développe entre 0 et 1 050 m. L'espèce pousse sur sols ferrallitiques remaniés, sur sols bruns hypermagnésiens et sur alluvions. Elle est cantonnée aux maquis sur roches ultramafiques. Elle résiste bien à la sécheresse.

PHÉNOLOGIE :

Floraison principalement d'octobre à février. Fructification quasiment toute l'année, maximale entre mars et juin. Faible synchronisme de floraison et de fructification (peu d'individus en fleur en même temps, ou en fruit en même temps).

DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE :



D'après *La flore de Nouvelle-Calédonie* (MNHN).

STADE ET TECHNIQUE DE COLLECTE :

La récolte des fruits déhiscents s'effectue manuellement sur l'arbre lorsqu'ils commencent à s'ouvrir ou sont de couleur marron clair (des fruits marron foncé peuvent encore contenir quelques graines adhérentes). Les capsules récoltées au stade encore fermé et de couleur jaunâtre sont immatures et ne s'ouvrent pas en salle. Les bonnes graines sont reconnaissables à leur aspect bombé. Les graines stériles sont fréquentes (souvent 80 à 90 %) : elles sont soit malformées (aspect aplati), soit piquées.



Détail des feuilles.



Fleurs en grappes.



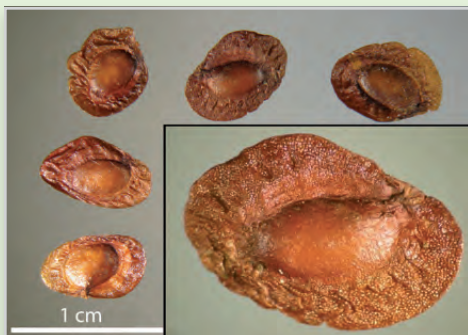
Fruit mûr.

EXTRACTION ET TRAITEMENT DES GRAINES :

Les capsules sont ouvertes manuellement ou battues dans un sac puis tamisées. Le tri des bonnes graines se fait manuellement. N. B. : Les graines sont souvent parasitées.

DONNÉES QUANTITATIVES :

Entre 2 et 4 g pour 1 000 graines triées. Chaque capsule contient en moyenne 4 graines.



Graines de *Peripterygia marginata*.

TEST DE VIABILITÉ :

Le test de germination semble être le moyen le plus fiable pour quantifier la viabilité des graines. Toutes les graines viables germent en moins de 30 jours.

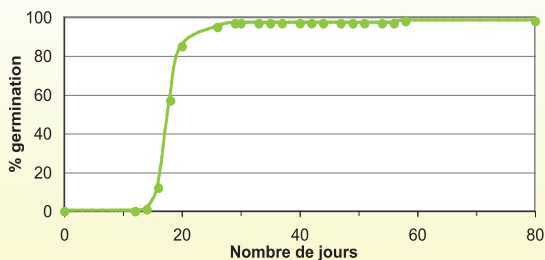
Peripterygia marginata

GERMINATION / PRÉTRAITEMENT :

Pas de dormance, aucun traitement nécessaire (cf. courbe).

STOCKAGE :

Espèce probablement ortho-doxe. Les données sont encore insuffisantes pour statuer sur la capacité de conservation de cette espèce.



Courbe de germination de *Peripterygia marginata*. Culture : sans traitement, en salle (arrosage régulier, température extérieure, démarrage en octobre).

CULTURE EN PÉPINIÈRE :

Facile à cultiver à partir de graines. Repiquage sans délai (inutile d'attendre) au stade feuilles cotylédonaire à peine déployées. Durée de culture avant plantation : environ 12 à 14 mois (selon la température et le substrat), en alvéoles de 250 ml. Pas de maladies ni de ravageurs constatés. Bouturage possible à partir de jeunes rameaux (difficulté moyenne, repotage après 60 jours, 65 % de réussite).

REMARQUE :

Cette espèce présente des teneurs en calcium assez élevées dans ses tissus foliaires (cf. tableau 3.3 chapitre 3).



Plantules en pépinière (à environ 9 mois).



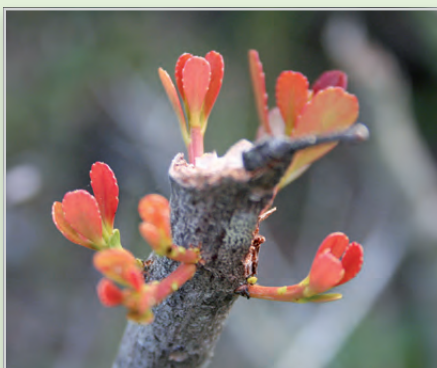
Jeunes plants en pépinière (à environ 2 ans).



Peripterygia marginata peut émettre de nombreux rejets après passage d'un feu.



Peripterygia marginata dans le maquis.



Rejets sur une branche cassée.

La famille des Cunoniaceae totalise, en Nouvelle-Calédonie, 92 espèces (toutes endémiques) réparties sur 7 genres, dont 3 endémiques (*Codia*, *Pancheria*, *Hooglandia*) et un genre (*Cunonia*) possédant une seule espèce en dehors de la Nouvelle-Calédonie (en Afrique du Sud). La famille des Cunoniaceae comprend des arbres, des arbustes et des arbrisseaux, en forêt et en maquis. Plus de 80 % des espèces se rencontrent sur roches ultramafiques et plus de 60 % se trouvent exclusivement sur ce substrat.

Le genre *Codia* possède 15 espèces, dont 12 sur roches ultramafiques incluant 10 espèces dans le maquis.

Le genre *Cunonia* a un total de 25 espèces, dont 23 sur roches ultramafiques incluant 15 espèces dans le maquis ou dans des formations humides basses.

Le genre *Geissois* rassemble 13 espèces, dont 8 sur terrains miniers et 6 qui ne s'en écartent pas.

Le genre *Pancheria*, sur un total de 26 espèces, en possède 18 sur roches ultramafiques, dont 15 dans le maquis. Elles se développent en forêt ou en maquis paraforestiers pour la plupart d'entre elles.

Six espèces du genre *Spiraeanthemum*, sur un total de sept, se rencontrent sur terrains miniers, toutes en forêt et également en maquis pour cinq d'entre elles. Toutefois, seulement deux espèces sont strictement liées aux terrains miniers.

Le genre *Weinmannia* (cinq espèces), essentiellement forestier, ne possède que deux espèces ubiquistes sur roches ultramafiques, et le genre endémique monospécifique *Hooglandia* se trouve uniquement sur roches acides.

DESCRIPTION BOTANIQUE DE LA FAMILLE :

Arbres ou arbustes, feuilles opposées ou verticillées, composées ou simples, avec stipules. Fleurs hermaphrodites ou unisexuées, sépales et pétales 3-5 ou 0 (*Geissois*, *Spiraeanthemum* et certains *Codia*). Fruits en capsules s'ouvrant par deux valves (*Cunonia*, *Geissois*), en follicules (*Pancheria*, *Spiraeanthemum*) ou indéhiscents (*Codia*).

CLÉ DE DÉTERMINATION DES GENRES CONCERNÉS :

Cunonia : Feuilles simples, composées trifoliolées ou pennées. Bourgeons stipulaires en forme de spatule. Inflorescences terminales en grappes ou grappes modifiées, capsules déhiscents, graines anguleuses ou courtement ailées, non velues.

Geissois : Feuilles opposées et composées palmées. Inflorescences en grappes ramiflores (sur les rameaux).

Pancheria : Feuilles simples ou composées, très souvent verticillées par 3 ou plus. Inflorescences en têtes sphériques. Infrutescences glabres, en follicules.

Codia : Feuilles simples, opposées (verticillées par 3 chez *Codia triverticillata* et *Codia albifrons*). Inflorescences en têtes sphériques. Infrutescences laineuses.

Remarque : Outre les espèces présentées ci-après, le genre *Codia*, très présent en maquis, comporte des espèces intéressantes pour la revégétalisation (*C. discolor*, *C. montana*). La germination de leurs graines est rapide sans aucun traitement (environ 15 jours), toutefois la récolte semble aléatoire. En effet, la floraison est souvent faible, tandis que certaines années la fructification est abondante (par exemple en avril-mai 2009, probablement en lien avec le régime pluviométrique). Toutefois les fruits sont le plus souvent sans graines (L'Huillier, obs. pers.).



STATUT DE L'ESPÈCE : Endémique.

DESCRIPTION :

Arbre ou arbuste, le plus souvent monocaule, pouvant atteindre 3 à 4 m de haut. Feuilles opposées, composées pennées à 2-3 paires de folioles latérales et une foliole terminale, parfois trifoliolées, à pétiole net long de 3-5 cm. Folioles légèrement dentelées, de 5-15 x 2-6 cm, pétio-lulées. Stipule cordiforme de 1-3 cm, glabre sur la face inférieure. Inflorescences en pseudo-grappes, en paires opposées sur des branches

portant aussi des feuilles en paires opposées. Rachis de la partie florifère plus long que le pédon-cule. Fleurs de couleur verte à jaune, grandes pour le genre (5 sépales, 5 pétales, 10 étamines, ovaire supère, style à deux branches). Capsules de couleur verte à l'état jeune, virant au brun, s'ouvrant en deux valves glabres. Graines assez plates et courtement ailées.

Critères de reconnaissance : *C. macrophylla* se reconnaît bien à ses tiges rouges, à ses stipules proéminentes ainsi qu'à ses panicules de couleur jaune-vert, dont les pistils sont orientés vers le bas.

HABITAT :

Cette espèce est bien répandue dans tout le sud de la Grande Terre, de basse altitude à environ 1 200 m, sur sols ferrallitiques remaniés.

PHÉNOLOGIE :

Floraison principalement d'octobre à avril. Fructification possible toute l'année, fruits mûrs généralement de janvier à juin.



Détail des feuilles et des tiges.

DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE : D'après l'herbier du centre IRD (NOU).

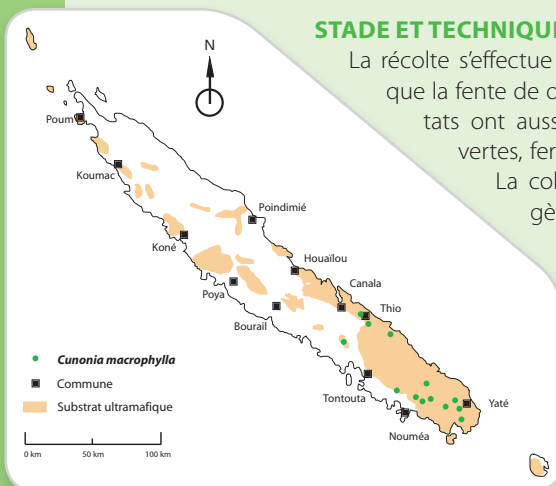
STADE ET TECHNIQUE DE COLLECTE :

La récolte s'effectue lorsque les capsules commencent à rougir et que la fente de déhiscence commence à s'ouvrir (de bons résultats ont aussi été obtenus avec une collecte de capsules vertes, fermées mais bien pleines, puis séchées en salle).

La collecte est délicate : la fructification est homogène sur un individu, si bien que toutes les graines tombent en même temps. Les infrutescences peuvent être récoltées au sécateur ou avec un échenilloir.

EXTRACTION ET TRAITEMENT DES GRAINES :

Après séchage des infrutescences en salle, celles-ci sont tapotées manuellement sur un tamis fin (n° 14).



DONNÉES QUANTITATIVES :

0,5 à 0,7 g pour 1 000 graines triées. Présence de nombreuses graines par capsule (jusqu'à 40, mais 60 à 80 % sont des graines vides le plus souvent). Environ 30 à 50 capsules par infrutescence. Production de fruits par pied assez faible.

TEST DE VIABILITÉ :

Le test de germination est le plus fiable, sachant qu'environ 80 % des graines viables germent en moins d'une trentaine de jours.



Détail d'une infrutescence, capsules en phase de maturation.



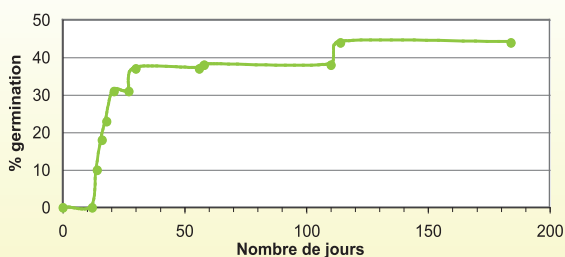
Graines de *Cunonia macrophylla*.



Jeune plant de 10 mois.

GERMINATION / PRÉTRAITEMENT :

Pas de dormance, traitement non indispensable (cf. courbe). Une scarification mécanique améliore un peu la vitesse et le taux de germination, ainsi qu'un trempage à l'eau chaude à 40 °C (effet négatif au-dessus). (Seules sont testées les semences d'aspect fertile, caractérisées par la présence d'un embryon bombé.) Température optimale de germination : entre 20 et 25 °C. Aucune germination en dessous de 15 °C ni à plus de 30 °C.



Courbe de germination de *Cunonia macrophylla*. Culture : sans traitement, enceinte (29 °C + éclairage 12 h / 22 °C sans éclairage 12 h).

STOCKAGE :

Espèce probablement orthodoxe : le taux de germination ne varie pas après deux ans de conservation à 3 °C, avec un taux d'humidité des graines de 8,7 % (pas encore de résultats au-delà). À conserver après séchage en boîtes hermétiques à 3 °C.

CULTURE EN PÉPINIÈRE :

Assez facile à cultiver à partir de graines. Ne pas repiquer trop tôt, attendre au moins le stade 2 feuilles cotylédonaire, voire 2 vraies feuilles. Mortalité des plantules assez fréquente. Durée de culture en pépinière avant plantation : environ 12 à 15 mois (selon la température et le substrat), en alvéoles de 250 ml. Bouturage difficile.



STATUT DE L'ESPÈCE : Endémique.

DESCRIPTION :

Arbre pouvant atteindre 3 à 6 m de haut. Feuilles opposées, composées palmées, à 5 folioles, glabres, pétiole de 4-5 cm. Folioles pétiolulées de 6-7 x 3-5 cm, à marge entière, à pétiolule de 4 cm. Stipule velue de 0,5 cm. Inflorescence cauliflore en grappe de couleur rouge de 10-15 cm. Fleurs pédicellées (0,5-1 cm), à 4 sépales, pas de pétales, 10 étamines, à ovaire garni de poils épars, à style à deux branches. Capsules vertes à l'état juvénile, puis rouges et enfin brunes à maturité. Graines assez plates et ailées.

Critères de reconnaissance : *G. pruinosa* se reconnaît bien à son feuillage glauque, à feuilles composées palmées, ainsi qu'à son importante floraison en panicules rouges.

HABITAT :

Cette espèce se développe dans les massifs du Sud, uniquement sur roches ultramafiques, entre 30 et 700 m d'altitude, sur des sols variés, à l'exception des sols ferrallitiques gravillonnaires ou cuirassés. Elle est le plus souvent dans des groupements paraforestiers ou préforestiers. Elle s'accommode assez bien de divers degrés d'humidité du sol.

PHÉNOLOGIE :

La floraison et la fructification semblent s'étaler sur toute l'année en fonction de la localité et de l'altitude. Un même pied porte le plus souvent des fleurs et des fruits en même temps. Floraison principale d'octobre à février. Fructification principale de janvier à avril.

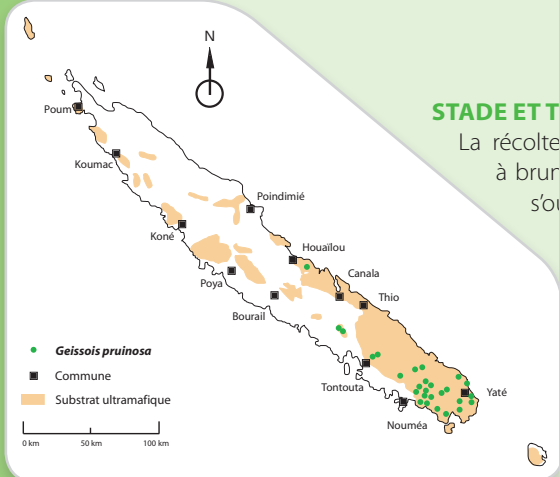
DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE : D'après l'herbier du centre IRD (NOU).

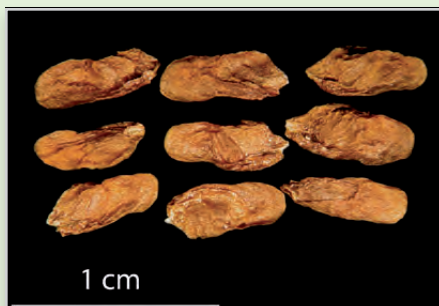


Détail des feuilles et des tiges.

STADE ET TECHNIQUE DE COLLECTE :

La récolte s'effectue lorsque les capsules commencent à brunir et que la fente de déhiscence commence à s'ouvrir. Les capsules cueillies avant maturité (vertes ou même roses) ne s'ouvrent pas. Un individu porte souvent des infrutescences à des stades différents, ce qui permet de collecter des grappes de fruits mûrs à plusieurs reprises. Les infrutescences peuvent être récoltées au sécateur ou avec un échenilloir. N. B. : Les graines tombent facilement lorsque les capsules sont ouvertes, il convient de positionner un sac en dessous.



Graines de *Geissois pruinosa*.

Détail d'une infrutescence, bon stade de collecte.

EXTRACTION ET TRAITEMENT DES GRAINES :

Après séchage en salle, les infrutescences ouvertes sont tapotées manuellement sur un tamis fin (n° 14), permettant de récupérer les graines dessous. Un tamis plus fin (n° 16) peut servir ensuite pour éliminer les débris fins.

DONNÉES QUANTITATIVES :

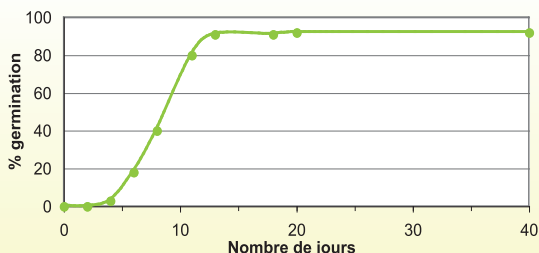
De 1,2 à 1,9 g pour 1 000 graines. Nombreuses graines par capsule (jusqu'à 20-30, mais souvent plus de 60 % sont des graines vides). Environ 10 à 40 capsules par infrutescence.

TEST DE VIABILITÉ :

Le test de germination est le plus fiable, sachant que toutes les graines viables germent en moins de 20 jours.

GERMINATION / PRÉTRAITEMENT :

Pas de dormance, aucun traitement nécessaire (cf. courbe). (Seules sont testées les semences d'aspect fertile, caractérisées par la présence d'un embryon bombé.) Température optimale de germination : entre 25 et 30 °C. Aucune germination en dessous de 10 °C ni à plus de 40 °C.



Courbe de germination de *Geissois pruinosa*. Culture : sans traitement, en salle (arrosage régulier, température extérieure, démarrage en avril).

STOCKAGE :

Espèce orthodoxe : le taux de germination ne varie pas après 3,5 ans de conservation à 3 °C, avec un taux d'humidité des graines de 13 % (un séchage plus poussé peut être réalisé). À conserver après séchage en boîtes hermétiques à 3 °C.

CULTURE EN PÉPINIÈRE :

Facile à cultiver à partir de graines. Ne pas repiquer trop tôt, attendre au moins le stade 2 feuilles cotylédonaire, voire 2 vraies feuilles. Durée de culture : environ 12 à 14 mois (selon la température et le substrat), en alvéoles de 250 ml. Pas de maladies ni de ravageurs constatés. Bouturage possible.

COMPOSITION MINÉRALE FOLIAIRE MOYENNE : (n = nb d'analyses) (Source : T. Jaffré, IRD)

	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Na (%)	Mn (ppm)	Ni (ppm)	SiO ₂ (%)
<i>Geissois pruinosa</i> (n = 46)	0,89	0,03	1,11	1,04	0,59	0,12	230	6 117	3,07

Cette espèce accumule le nickel à des concentrations souvent supérieures à 10 000 ppm (Jaffré *et al.* 1979).



Pancheria billardierei.

REMARQUE :

Les genres *Pancheria* et *Codia* peuvent se confondre, ils se distinguent notamment par leurs fruits (aspect piquant chez *Pancheria*, laineux chez *Codia*).

STATUT DES ESPÈCES : Endémiques.

DESCRIPTION :

Caractères communs aux deux espèces :

Arbustes pouvant atteindre 3 m de hauteur. Feuilles simples elliptique, verticillées par 3 ou 4. Jeunes rameaux et pétioles finement pubescents. Pétiole court (4-5 mm). Stipule de 0,5 à 1 cm de long, pubescente sur la face inférieure. Infrutescence en tête sphérique, portée à l'aisselle des feuilles par un pédoncule finement pubescent. Fruits secs déhiscent (en follicules) à valve finement pubescente.

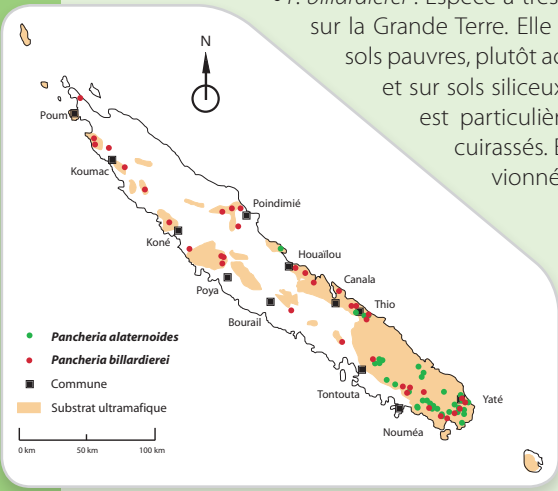
Distinction des deux espèces :

Caractère discriminant	<i>P. alaternoides</i>	<i>P. billardierei</i>
Dimension des feuilles	2,5-3,5 x 0,5-0,7 cm	3-7 x 1,5-3 cm
Verticille	par (3 ou) 4	par 3
Forme de la stipule	linéaire 0,5-1 cm	elliptique 0,5-0,9 cm
Feuilles	finement pubescentes	glabres
Marges des feuilles	dentées	à dents larges et révolutes
Diamètre de l'infrutescence	0,5-1 cm	1-1,5 cm
Longueur du pédoncule	1,5-2 cm	3-5 cm

HABITAT :

• *P. alaternoides* : Se trouve entre 50 et 1 000 m d'altitude, sur sols ferrallitiques remaniés par érosion ou colluvionnement, sur les sols à hydromorphie temporaire de piedmont et localement sur sols bruns hypermagnésiens.

• *P. billardierei* : Espèce à très large répartition géographique et écologique sur la Grande Terre. Elle se trouve entre 0 et 800 m d'altitude, sur des sols pauvres, plutôt acides (pH inférieur à 6), sur roches ultramafiques et sur sols siliceux (ex. : col d'Amos, Boat Pass). Dans le Sud, elle est particulièrement commune sur sols gravillonnaires ou cuirassés. Elle est fréquente également sur des sols colluvionnés à hydromorphie temporaire.



DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE :

D'après l'herbier du centre IRD (NOU).

PHÉNOLOGIE :

- *P. alaternoides* : La floraison et la fructification s'étalent sur toute l'année, et l'espèce est peu synchrone (nombreux individus à des stades différents). Floraison principale vers novembre. Fructification principale en février-mars.
- *P. billardieri* : La floraison et la fructification s'étalent sur toute l'année. Fructification principale entre mai et juillet.

Feuilles et stipules de *P. alaternoides*.Feuilles et stipules de *P. billardieri*.Inflorescences sphériques de *P. billardieri*.**STADE ET TECHNIQUE DE COLLECTE :**

Les fruits se récoltent manuellement lorsqu'ils commencent à sécher, encore fermés ou avec déhiscence de quelques follicules seulement (de bons résultats ont aussi été obtenus avec une collecte de fruits jaune-vert mais bien gonflés). Il est possible d'étaler une bâche sous l'arbre et de secouer les branches pour faire tomber les graines.

N. B. : Collecte délicate : sur un individu, la fructification est groupée et la fin de la maturation rapide (chute rapide et groupée des graines). En revanche, la présence de pieds à des stades différents (peu synchrones) permet des collectes à peu près toute l'année.

EXTRACTION ET TRAITEMENT DES GRAINES :

Les fruits, mis sur tamis (n° 14 ou 16), sont séchés en salle jusqu'à déhiscence, puis tapotés sur le tamis ; les graines sont récupérées dessous.

Infrutescences matures chez *P. alaternoides*.Infrutescences presque matures chez *P. billardieri*.

Pancheria alaternoides, *Pancheria billardierei*



Graines de *P. alaternoides*.



Graines de *P. billardierei*.

DONNÉES QUANTITATIVES :

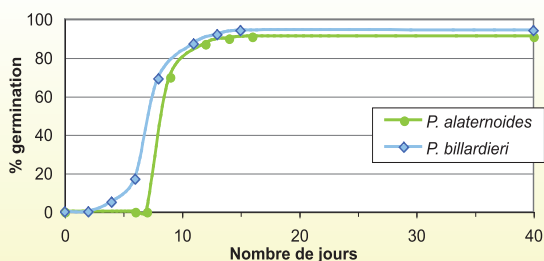
De 0,2 à 0,5 g pour 1 000 graines triées. Environ 25 à 40 graines par infrutescence. Toutefois, présence de nombreuses graines vides.

TEST DE VIABILITÉ :

Le test de germination est le test le plus fiable, car toutes les graines viables germent en moins de 20 jours.

GERMINATION / PRÉTRAITEMENT :

Pas de dormance, aucun traitement nécessaire (cf. courbes). (Seules sont testées les semences d'aspect fertile.)



Courbes de germination de *Pancheria alaternoides* et de *P. billardierei*. Culture : sans traitement, en salle (arrosage régulier, température extérieure, démarrage en octobre pour *P. alaternoides*, en septembre pour *P. billardierei*).

STOCKAGE :

Espèces probablement orthodoxes.

À conserver après séchage en boîtes hermétiques à 3 °C. Pour *P. alaternoides*, le taux de germination ne varie pas après 2,5 ans de stockage à 3 °C. Pour *P. billardierei*, le taux de germination a tendance à diminuer au-delà de 1,5 an de conservation à 3 °C.

CULTURE EN PÉPINIÈRE :

Assez facile à cultiver à partir de graines. Repiquage délicat : plantule à croissance lente, ne pas repiquer trop tôt (stade 4 à 6 feuilles). À ce stade, éviter les arrosages à grosses gouttes (cause de mortalité fréquente). Durée de culture : environ 16 à 18 mois (selon la température et le substrat), en alvéoles de 250 ml.



P. billardierei en pépinière (à 6 mois).



P. alaternoides en pépinière (à 14 mois).

REMARQUE :

Pancheria rivularis, une espèce voisine avec laquelle on peut confondre *P. alaternoides*, possède des feuilles un peu plus étroites.

La famille des Cyperaceae comprend une majorité d'espèces herbacées de pleine lumière, dans différentes catégories de maquis et dans les zones humides, ainsi qu'en lisières forestières ou sous un couvert peu dense. En Nouvelle-Calédonie, elle rassemble 25 genres et environ 90 espèces dont seulement 34 % sont endémiques. Une cinquantaine d'espèces ont été recensées sur terrains miniers. Elles appartiennent principalement aux genres *Costularia* (12 espèces), *Lepidosperma* (4 espèces), *Chorizandra* (2 espèces), *Machaerina* (4 espèces sur 6), *Fimbristylis* (7 espèces sur 8), *Scleria* (5 espèces sur 8), *Gahnia* (4 espèces sur 5), *Schoenus* (4 espèces sur 7), ainsi qu'à plusieurs genres ayant des espèces ubiquistes en zones humides (*Carex*, *Eleocharis*, *Lepironia*, *Pycnus*, *Rhynchospora*...). Un total de 21 espèces incluant 11 *Costularia*, 3 *Gahnia*, 2 *Lepidosperma*, 3 *Schoenus*, un *Scleria* et un *Tricostularia* est strictement lié aux terrains miniers.

DESCRIPTION BOTANIQUE DE LA FAMILLE :

Herbes à tige pleine et non noueuse, à insertion majoritairement tristrique, ou distrique, le plus souvent sans ligule. Fleurs régulières, hermaphrodites, à l'aisselle de glumes, pas de périanthe, ovaire libre à un style généralement à trois branches, 3 étamines libres. Fruit (akène) à l'aisselle d'une écaille, non enfermé dans un utricule (Scirpoideae, sous-famille la plus nombreuse en Nouvelle-Calédonie), ou enfermé soit dans un utricule soit entre deux écailles soudées (Caricoideae) chez les genres *Carex* et *Uncinia*.

CLÉ DE DÉTERMINATION DES PRINCIPAUX GENRES CONCERNÉS :

Costularia : L'insertion des feuilles est tristrique. Les akènes bruns portent des soies (6 soies hypogynes), la plupart du temps plumeuses.

Lepidosperma : Les feuilles sont réduites en position basale, à section ronde. Les inflorescences, en position terminale, sont portées par des tiges cylindriques striées et dressées (que l'on peut confondre avec les feuilles). Akènes non lisses bruns.

Machaerina : Les feuilles, parfois glauques, sont en insertion distrique. Les akènes lisses, de couleur noire, pendent sur les infrutescences à maturité (akènes orangés et limbes à section ronde chez *B. juncea*).

Schoenus : Ce genre est facilement reconnaissable à ses feuilles réduites, cylindriques ou aplaties, et à ses akènes blancs ou à parties blanchâtres, avec soies hypogynes.

Autres genres :

Gahnia : Limbes canaliculés, scabres, sans nervure médiane distincte. *G. aspera* est reconnaissable à ses akènes rouges et lisses à maturité.

Remarque : Les Cyperaceae ont des systèmes racinaires fasciculés particulièrement efficaces contre l'érosion superficielle des sols.



Production de *Costularia comosa* en pépinière.



Costularia comosa.

STATUT DES ESPÈCES : Endémiques.

DESCRIPTION :

- *C. arundinacea* : Limbe caréné en V avec une nervure centrale médiane distincte. Marges des limbes, ainsi que la nervure médiane sur la face inférieure, très scabres, faces inférieure et supérieure glabres. Hampes florales non fastigiées, brunes et touffues. Akènes ovales, bruns et mesurant environ 1 mm.

- *C. comosa* : Feuilles canaliculées, nervure médiane bien distincte. Feuilles planes larges d'environ 1 cm à la base et s'éffilant vers l'extrémité. Marges des limbes, ainsi que la nervure médiane sur la face supé-

rieure, recouvertes de cils fins. Limbe sillonné sur la face inférieure, le long de la nervure médiane. Hampes florales hautes (> 1 m) et portant un grand nombre d'akènes, allongés, mesurant environ 2 mm.

- *C. nervosa* : Feuilles canaliculées, striées en long, rigides, scabres et longuement atténuées en pointe fine, sans nervure médiane distincte, de 30 à 60 cm de long et de 4 à 10 mm de large. Hampes florales hautes de 40 à 60 cm. Akènes larges de 1,5 à 2 mm et longs de 2 à 2,8 mm.

- *C. pubescens* : Feuilles légèrement carénées en V, nervure médiane distincte. Bords et face inférieure du limbe (parfois face supérieure) largement recouverts de cils (Raynal 1974).

Critères de reconnaissance :

- *C. arundinacea* : Large limbe coriace, scabre, caréné en V. Akènes plus larges que ceux de *C. comosa* et de *C. pubescens*, soies peu ciliées.

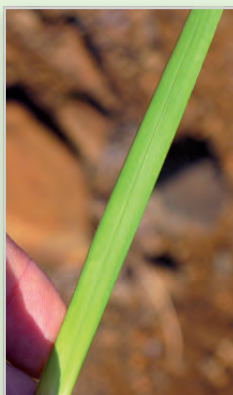
- *C. comosa* : Limbe mince, canaliculé et souple, vert-jaune. Akènes allongés, avec 6 soies hypogynes ciliées dépassant largement la longueur de l'akène.

- *C. nervosa* : Limbe mince, canaliculé, rigide et scabre. Akènes à forme arrondie, assez volumineux, avec de courtes soies regroupées en touffes.

- *C. pubescens* : Limbe pubescent, vert sombre. Akènes à soies hypogynes ciliées bien visibles.



Limbe de *C. arundinacea*.



Limbe de *C. comosa*.



Limbe de *C. nervosa*.



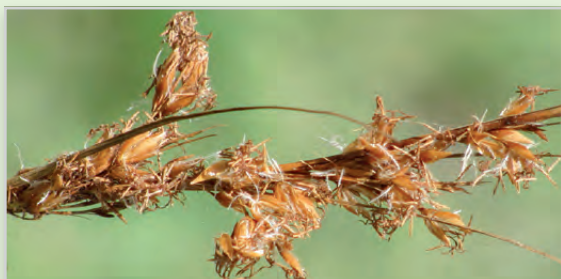
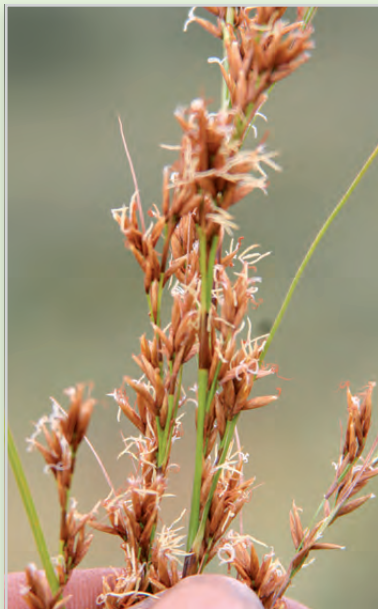
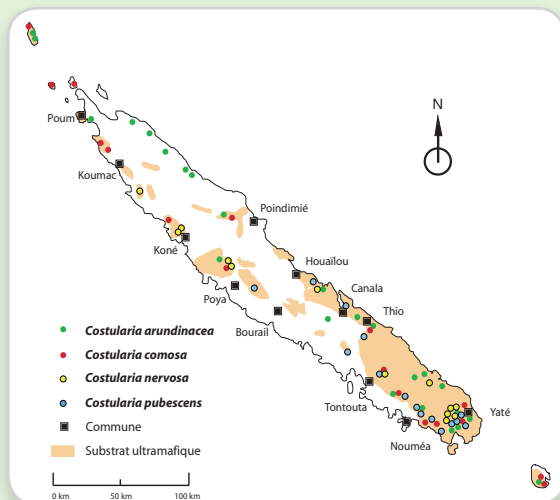
Limbe de *C. pubescens*.

HABITAT :

- *C. arundinacea* : Espèce à large répartition géographique et écologique, entre 50 et 1 500 m d'altitude, dans des milieux ensoleillés ou en sous-bois clairs, sur des sols variés, plutôt acides, sur roches ultramafiques et sur roches acides.
- *C. comosa* : Dans le maquis, cette espèce se rencontre préférentiellement en zone ouverte, sur sols bruns hypermagnésiens comme sur sols latéritiques, entre 50 et 1 000 m d'altitude. Elle est répartie sur toute la Grande Terre ainsi qu'à l'île des Pins et aux Bélep. Dans le Sud, elle se trouve souvent dans des milieux à hydromorphie temporaire.
- *C. nervosa* : L'espèce se rencontre sur substrats ultramafiques, entre 400 et 1 200 m d'altitude. Son aire principale de distribution se trouve dans le Sud, de la plaine des Lacs à Kouaoua. Une aire secondaire existe le long de la côte nord-ouest (Koniambo-Kaala).
- *C. pubescens* : Cette espèce est commune, entre 200 et 1 000 m d'altitude, dans les maquis miniers sur sols rocheux, au sud d'une ligne Boulinda-Houailou.

PHÉNOLOGIE :

Floraison étalée, principalement de juin à décembre. Fructification de décembre à avril (principalement de janvier à mars).

Fructification de *C. comosa*.Floraison de *C. comosa*.**DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE :****REMARQUE :**

Des essais de transplantation ont donné d'assez bons résultats (taux de reprise entre 50 et 70 %) (voir le chapitre 6, section 4.5.1). D'autres espèces de *Costularia*, moins communes, sont également intéressantes pour la restauration : *C. breviseta*, *C. setacea*, *C. stagnalis* (Orvain 2007).

D'après l'herbier du centre IRD (NOU).

STADE ET TECHNIQUE DE COLLECTE :

Cueillette des épis lorsque les soies apparaissent et que l'akène est marron ou brun (ouvrir des épillets pour vérifier le stade). Divers stades de maturité sont observés sur le même épi, et entre les épis. Un aspect flétri indique une graine avortée.

EXTRACTION ET TRAITEMENT DES GRAINES :

Toutes les graines de *Costularia* sont traitées de la même manière sauf pour *C. nervosa*.

Un fois séchées, les hampes sont frottées manuellement au-dessus d'un tamis afin de ne retenir que les petits éléments (akènes, glumelles et petits déchets). Pour séparer les akènes, il faut réaliser des tamisages successifs (14-16-18), qui permettent d'arriver à une pureté de 50 % au mieux.

N. B. : Travailler de préférence dans un endroit sans courant d'air, porter un masque anti-poussière et des manches longues (allergies cutanées fréquentes).

Pour *C. nervosa*, les akènes sont détachés manuellement des hampes. Ensuite, on leur fait subir un nivelage sur plateau : faire rouler les akènes en tapotant légèrement un plateau tenu en pente, et retenir en haut du plateau les déchets avec la main. Un passage au « vacuum cleaner » permet d'éliminer les débris fins.

DONNÉES QUANTITATIVES :

	<i>C. arundinacea</i>	<i>C. comosa</i>	<i>C. nervosa</i>	<i>C. pubescens</i>
Pour 1 000 graines triées	0,37 g	0,20-0,28 g	1,90-3,54 g	0,25-0,35 g

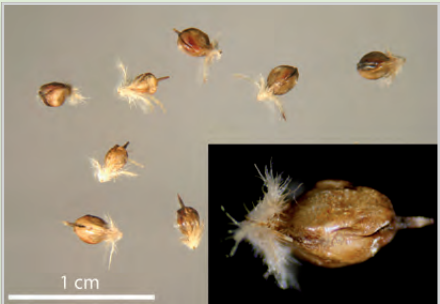
Environ 200 à 400 graines par hampe fructifère, 5 à 20 hampes par plant.



Akènes de *C. arundinacea*.



Akènes de *C. comosa*.



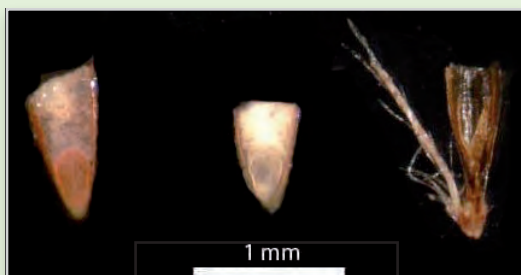
Akènes de *C. nervosa*.



Akènes de *C. pubescens*.

TEST DE VIABILITÉ :

Pour *C. arundinacea*, *C. comosa* et *C. pubescens*, le test de germination permet de connaître la viabilité d'un lot. Les graines viables germent en moins de 30 jours. Pour *C. nervosa*, qui nécessite plus de 60 jours pour complètement germer, un test à la coupe transversale peut être appliqué.



Coloration au tétrazolium : à gauche, un akène viable contenant l'albumen et l'embryon ; au milieu, une graine non viable ; à droite, un akène vide.

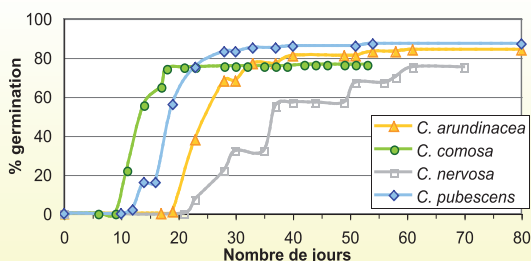
GERMINATION / PRÉTRAITEMENT :

Pas de dormance (excepté pour *C. nervosa*), aucun prétraitement nécessaire.

C. nervosa présente vraisemblablement une dormance morphologique (petit embryon, germination étalée). Sa germination est difficile, voire bloquée, aux basses températures hivernales : température optimale entre 20 et 35 °C.



Plant de *C. pubescens* en pépinière (à 11 mois).



Courbes de germination de *Costularia arundinacea*, de *C. comosa*, de *C. nervosa* et de *C. pubescens*. Conditions de culture : sans traitement, arrosage régulier, enceinte (29 °C + éclairage 12 h / 22 °C sans éclairage 12 h).

STOCKAGE :

Graines orthodoxes : bonne conservation après séchage (teneurs en eau entre 7 et 10 % selon les lots) en boîtes plastique hermétiques à 3 °C. Dans ces conditions, on constate un maintien des taux de germination après 1,5 an pour *C. arundinacea*, 3,5 ans pour *C. comosa*, 3,5 ans pour *C. nervosa*, 1,5 an pour *C. pubescens*.

CULTURE EN PÉPINIÈRE :

Repiquage au stade 2 ou 3 feuilles. Durée de culture : environ 10 à 14 mois (selon la température et le substrat), en alvéoles de 250 ml. Pas de maladies ni de ravageurs constatés.

COMPOSITION MINÉRALE FOLIAIRE MOYENNE : (n = nb d'analyses) (Source : T. Jaffré, IRD)

	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Na (%)	Mn (ppm)	Ni (ppm)	SiO ₂ (%)
<i>C. arundinacea</i> (n = 32)	0,51	0,02	0,40	0,12	0,12	0,15	262	24	6,65
<i>C. comosa</i> (n = 17)	0,74	0,02	0,51	0,11	0,14	0,08	71	48	3,79
<i>C. nervosa</i> (n = 21)	0,44	0,02	0,34	0,10	0,07	0,11	565	43	9,14



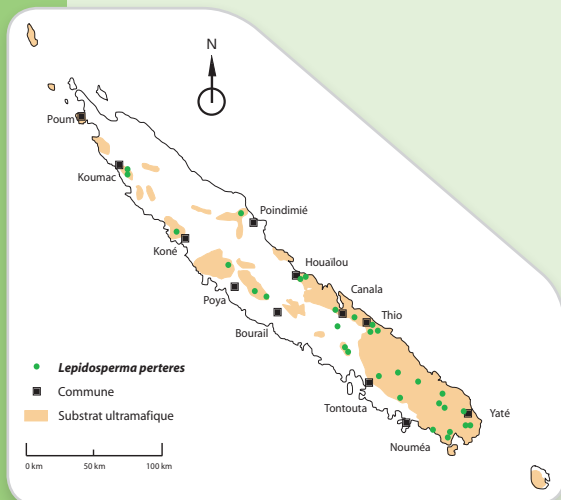
HABITAT :

Cette espèce se trouve dans des maquis ligno-herbacés sur sols ferrallitiques remaniés par érosion ou colluvionnement, entre 100 et 1 400 m d'altitude. Elle résiste au passage du feu grâce à son système racinaire rhizomateux, et domine la strate herbacée dans les zones affectées par des incendies.

PHÉNOLOGIE :

La floraison dure toute l'année, la fructification a tendance à se concentrer entre juillet et novembre.

DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE : D'après l'herbier du centre IRD (NOU).



STATUT DE L'ESPÈCE : Endémique.

DESCRIPTION :

Plantes herbacées jonciformes. Feuilles réduites en position basale, tiges cylindriques fines, striées et dressées (largeur comprise entre 1 et 4 mm, longueur pouvant atteindre 180 cm), comportant des inflorescences (ou panicules) en position terminale. Fleurs blanches, épillets sombres, voire noirs. Akènes bruns, extrémité plus claire, 4-5 mm de long, forme caractéristique du genre *Lepidosperma*.

Cyperaceae rhizomateuse, à la différence des autres Cyperaceae cespiteuses (*Costularia*, *Machaerina*, *Schoenus*).



Détails d'inflorescences.

STADE ET TECHNIQUE DE COLLECTE :

La récolte de cette espèce peut se révéler délicate (difficile de connaître le stade de maturité de l'akène, et peu d'akènes sur les infrutescences). Les akènes doivent être bien formés et bien gonflés. Un simple sécateur suffit pour récolter les épis.

En revanche, il est plus aisé de récupérer des touffes adultes afin de multiplier les plants (cf. ci-après).

EXTRACTION ET TRAITEMENT DES GRAINES :

Extraction et conditionnement des graines : les akènes sont détachés des hampes manuellement. Ensuite, on leur fait subir un nivelage sur plateau, consistant à faire rouler les akènes en tapotant légèrement un plateau tenu en pente et à retenir, en haut du plateau, les déchets avec la main. Un passage au « vacuum cleaner » permet d'éliminer les débris fins.

DONNÉES QUANTITATIVES :

Poids de 1 000 akènes : 2,5-3,7 g.

GERMINATION / PRÉTRAITEMENT :

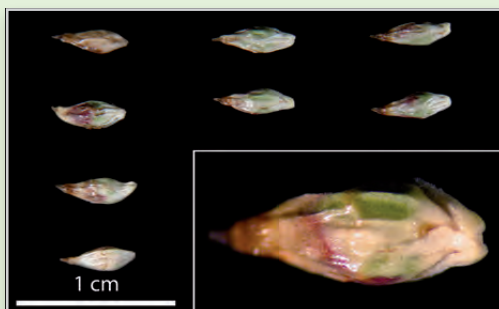
Actuellement, aucune germination de *L. perteres* n'a pu être obtenue en conditions contrôlées, malgré de nombreux tests effectués (ébullition, trempage KNO_3 , GA_3 , H_2SO_4 , scarification). Les graines présentent probablement de profondes dormances. Il est possible que l'impact d'un feu sur la banque de graines permette d'obtenir une bonne germination, au vu de son comportement sur terrain brûlé (rejets et germinations souvent observés).

STOCKAGE :

Espèce vraisemblablement orthodoxe. À conserver au froid après séchage.



Détail de feuilles et d'infrutescences.



Akènes de *Lepidosperma perteres*.



Germination relevée en serre sur un top-soil.

CULTURE EN PÉPINIÈRE :

On ne contrôle pas la germination pour le moment. En revanche, il est aisé de récupérer des touffes adultes et de les séparer afin de multiplier les plants. Il est nécessaire de les replacer rapidement dans un environnement relativement humide pour permettre la reprise du système racinaire. Des essais à partir de cette méthode ont permis d'obtenir environ 50 % de réussite. Pas de maladies ni de ravageurs constatés.

REMARQUE :

La mise en terrine et en serre de top-soil frais a montré plusieurs germinations (photo ci-contre), en nombre relativement faible, mais dénotant bien l'existence de processus permettant de lever la dormance de ces graines. La mise en place de topsoil frais sur le terrain a permis également d'observer des germinations, avec des développements rapides (individus ayant jusqu'à 80 cm de diamètre au bout de 2 ans).



STATUT DE L'ESPÈCE : Endémique.

DESCRIPTION :

Plante herbacée, en touffes, pouvant atteindre 1 m de diamètre et 0,8 m de hauteur. Feuilles insérées en éventail et de couleur vert glauque. Akènes mûrs restant plusieurs mois sur la hampe florale (à la différence d'autres Cyperaceae), de couleur brun foncé, à partie supérieure jaune paille, ronds à ovales et de petite taille.

Critères de reconnaissance : feuilles plates et lisses, vert glauque, parfois brillantes et vert-jaune, disposées en éventail.

HABITAT :

Se rencontre à des altitudes variées, depuis la base jusqu'au sommet des massifs miniers. Se développe bien autant sur sols meubles et humides qu'en zones peu pluvieuses (1 600 mm), en milieu ouvert. Fait partie des espèces qui se réinstallent naturellement, et les premières, sur les anciennes mines.

PHÉNOLOGIE :

Floraison étalée, principalement d'avril à août. Fructification répartie entre septembre et juillet (essentiellement de janvier à mars), les graines restant longtemps attachées. Bonne synchronicité de fructification (peu de différences entre les plants).

DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE :

Cette espèce se trouve sur tous les massifs de roches ultramafiques de Nouvelle-Calédonie et sur les sols alluvionnaires provenant de ces massifs.



Détail des feuilles. Le type de gauche est le plus courant.

STADE ET TECHNIQUE DE COLLECTE :

Cueillette des épis lorsque la graine est noire ou brune, pendante, et bien lisse. Coupe des hampes au sécateur pour collecter toutes les graines.

EXTRACTION ET TRAITEMENT DES GRAINES :

Les hampes sont tapotées et frottées manuellement (prévoir des gants) sur un tamis de maille fine (n° 16 ou 18). Afin de séparer les graines des déchets, faire rouler les graines en tapotant légèrement le plateau tenu en pente, et retenir en haut du plateau les déchets avec la main. Un passage au « vacuum cleaner » permet de se débarrasser des débris fins.



Stade approprié de collecte.

Akènes de *Machaerina deplanchei*.

Coloration au tétrazolum : à gauche, graine non viable, à droite, graine viable (embryon coloré en rouge).

DONNÉES QUANTITATIVES :

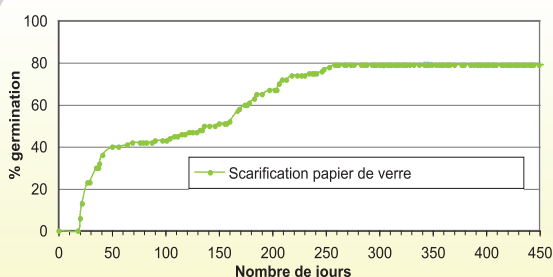
3 à 7 g pour 1 000 graines triées. Un plant peut produire jusqu'à 7 000 graines.

TEST DE VIABILITÉ :

Pour cette espèce, le test tétrazolum est le plus fiable. Il faut en effet attendre plus de 250 jours pour qu'au sein d'un même lot toutes les graines viables et scarifiées aient germé.

GERMINATION / PRÉTRAITEMENT :

Forte dormance physique, associée vraisemblablement à une dormance morphologique (germination étalée). Il faut scarifier les graines (à l'aide d'un scarificateur ou manuellement entre deux feuilles de papier de verre), jusqu'à apparition de la couche blanche (endocarpe) qui se trouve sous le tégument. Taux de germination très variable selon les lots collectés.



Courbe de germination de *Machaerina deplanchei*. Culture : enceinte (29 °C + éclairage 12 h / 22 °C sans éclairage 12 h).

STOCKAGE :

Espèce orthodoxe : pas de perte de germination constatée après 4 ans de stockage en boîtes hermétiques à 3 °C, et avec une teneur en eau des graines de 7 %. Cette espèce peut donc probablement être stockée sur du long à très long terme, après séchage (5 à 8 % d'eau) et à environ 3-5 °C.



Plants au bon stade pour être plantés (10 mois).

CULTURE EN PÉPINIÈRE :

Repiquage au stade 2 ou 3 feuilles. Croissance rapide, durée de culture : environ 7 à 10 mois (selon la température et le substrat), en alvéoles de 250 ml. Espèce supportant mal d'être à l'étroit dans son pot : planter rapidement quand les racines apparaissent à la base, sinon repoter. Pas de maladies ni de ravageurs constatés.

COMPOSITION MINÉRALE FOLIAIRE MOYENNE : (n = nb d'analyses) (Source : T. Jaffré, IRD)

	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Na (%)	Mn (ppm)	Ni (ppm)	SiO ₂ (%)
<i>Machaerina deplanchei</i> (n = 14)	0,67	0,02	0,58	0,20	0,21	0,09	118	29	10,62

Schoenus juvenis, *Schoenus neocaledonicus*



Schoenus juvenis.

STATUT DES ESPÈCES : Endémiques.

DESCRIPTION :

- *S. juvenis* : Plantes herbacées, d'une hauteur de 60 cm environ, poussant en touffes compactes. Feuilles très fines et étroites (1 mm), longues et dressées. Inflorescences en épis de fleurs blanches. Infrutescences sombres, akènes de couleur blanche, d'environ 3 mm de long, présentant des soies hypogynes ciliées à la base.
- *S. neocaledonicus* : Limbes plats, relativement courts (15 à 30 cm de haut), dressés, larges de 2 à 4 mm, avec une extrémité

pointue et noire. Infrutescences à bandes de couleurs alternées vertes et brunes. Akènes blancs, plus arrondis que chez *S. juvenis*, à soies légèrement ciliées à la base.

Critères de reconnaissance : *S. juvenis* a des limbes à section demi-ronde, très fins (1 mm) et dressés, alors que ceux de *S. neocaledonicus* sont plats et courts.

HABITAT :

- *S. juvenis* est présent sur la Grande Terre, sur sols ferrallitiques d'érosion sur périodites ainsi que sur surfaces terreuses avec un léger encroûtement superficiel. Cette espèce se développe à des altitudes comprises entre 300 et 1 200 m, et résiste bien à la sécheresse.
- *S. neocaledonicus* se développe sur des sols variés, magnésiens ou ferrallitiques, pas trop arides, à des altitudes comprises entre 50 et 1 200 m.



Schoenus neocaledonicus.

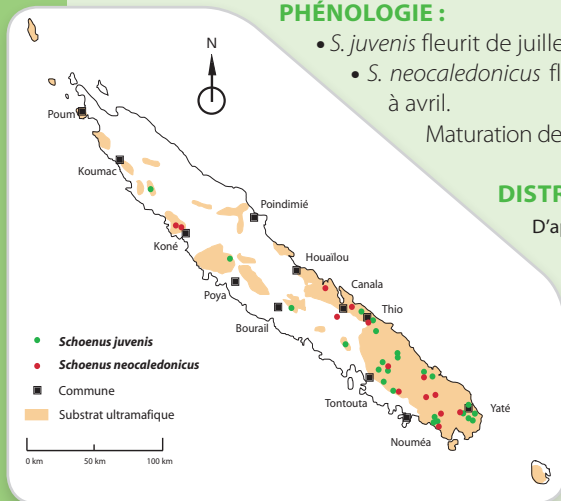
PHÉNOLOGIE :

- *S. juvenis* fleurit de juillet à février et fructifie de janvier à mai.
- *S. neocaledonicus* fleurit d'août à février et fructifie de novembre à avril.

Maturation des semences principalement entre janvier et mars.

DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE :

D'après l'herbier du centre IRD (NOU).



STADE ET TECHNIQUE DE COLLECTE :

Surveiller lorsque les akènes commencent à sortir des épillets. Les akènes de *Schoenus* se récoltent lorsqu'ils sont bien blancs et durs. Les hampes fructifères sont récoltées au sécateur.

EXTRACTION ET TRAITEMENT DES GRAINES :

Une fois séchées, les hampes fructifères sont frottées et décortiquées manuellement, au-dessus d'un tamis à maille moyenne (6 ou 8) afin de ne faire passer que les petits éléments (akènes, glumelles...). Un dernier passage avec un tamis fin (maille 1 mm environ) permettra de récupérer des akènes exempts de petites matières inertes.

Feuilles de *S. juvenis*.Feuilles de *S. neocaledonicus*.**DONNÉES QUANTITATIVES :**

- *S. juvenis* : Environ 0,4 à 0,6 g pour 1 000 akènes triées.
- *S. neocaledonicus* : Entre 0,5 et 0,9 g pour 1 000 akènes triées.

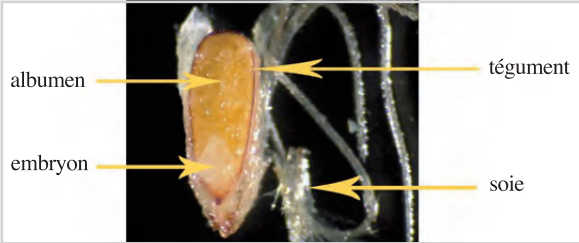
Nombre de graines par plant : environ 200 à 500 chez *S. neocaledonicus*, 500 à 2 000 chez *S. juvenis*.

Akènes de *S. juvenis*.Akènes de *S. neocaledonicus*.**TEST DE VIABILITÉ :**

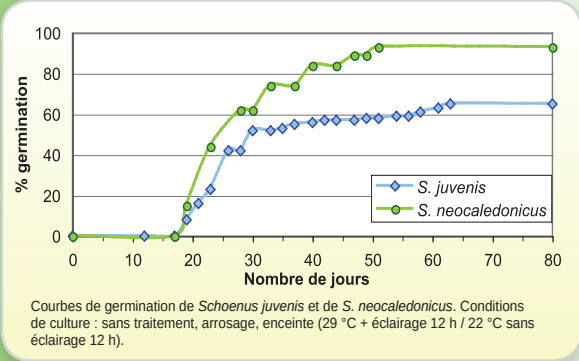
Le test de germination nécessitant plus de 60 jours pour s'assurer que toutes les graines ont germé, il est possible de réaliser un test à la coupe afin d'obtenir rapidement un résultat fiable du taux de viabilité d'un lot.

Akènes de *S. juvenis*.

Schoenus juvenis, *Schoenus neocaledonicus*



Test à la coupe et structure interne de *S. neocaledonicus*.



GERMINATION / PRÉTRAITEMENT :

Pas de dormance, aucun prétraitement nécessaire.



S. juvenis avec infrutescences.

STOCKAGE :

Graines orthodoxes : après séchage (avec des teneurs en eau entre 5,5 et 7 % selon les lots), on observe une bonne conservation en boîtes hermétiques à 3 °C. Dans ces conditions, les taux de germination ne diminuent pas après 3,5 ans pour *Schoenus juvenis* et 2,5 ans pour *S. neocaledonicus*. Pas encore de résultats au-delà.

CULTURE EN PÉPINIÈRE :

Repiquage délicat au stade 1 à 2 feuilles. Durée de culture : 14 à 16 mois (selon la température et le substrat), en alvéoles de 250 ml. Pas de maladies ni de ravageurs constatés.



Plantules de *S. neocaledonicus* (à 2 mois).



Plant de *S. neocaledonicus* (à 15 mois).

COMPOSITION MINÉRALE FOLIAIRE MOYENNE : (n = nb d'analyses) (Source : T. Jaffré, IRD)

	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Na (%)	Mn (ppm)	Ni (ppm)	SiO ₂ (%)
<i>S. neocaledonicus</i> (n = 22)	0,49	0,02	0,57	0,16	0,21	0,25	103	73	12,84

La famille des Dilleniaceae totalise sur le territoire 25 espèces majoritairement arbustives ou buissonnantes, dont 24 endémiques. Elles appartiennent au genre *Tetracera* (1 espèce lianescente ubiquiste) et au genre *Hibbertia* avec 23 espèces sur 24 présentes sur terrains miniers, dont 20 exclusives à ce substrat. Dans ce genre, 22 espèces se développent dans le maquis et 16 espèces, dont deux rivulaires, y sont strictement liées.

DESCRIPTION BOTANIQUE DE LA FAMILLE :

Arbustes (ou arbres) dressés (*Hibbertia*) ou grimpants (*Tetracera*). Feuilles sans stipules, simples, alternes, à marge souvent révolutée, sessiles ou nettement pétiolées, entières ou dentées ; nervure médiane souvent en creux dessus, nervures secondaires parallèles, anastomosées sur les bords.

Inflorescences terminales ou axillaires, pauci- ou pluriflores, en cymes scorpioïdes simples ou composées, ou parfois réduites à des fleurs solitaires ; bractées et souvent bractéole (parfois 2) présentes, quelquefois peu distinctes des sépales.

Fleurs sessiles ou brièvement pédicellées. Cinq sépales hétéromorphes, persistants ; 3-5 pétales hétéromorphes, rapidement caducs, de couleur jaune vif chez la plupart des espèces du genre *Hibbertia*, à préfloraison quinconciale. Nombreuses étamines, régulièrement réparties autour de l'ovaire ou, parfois, concentrées d'un côté, introrses, parfois présence de staminodes à la périphérie. Ovaire formé de 1-15 carpelles libres.

Fruits en follicules ovoïdes, ne contenant généralement chacun qu'une seule graine entourée d'un arille charnu rouge-orangé.

Remarque :

Hibbertia lucens est une espèce arbustive (les individus âgés inclus dans la forêt sont souvent de petits arbres), principalement préforestière héliophile, qui est également signalée à Fidji. En Nouvelle-Calédonie, elle se trouve aussi bien sur roches ultramafiques que sur roches acides.



Hibbertia lucens (Dumbéa).



Hibbertia lucens.

STATUT DES ESPÈCES : *H. lucens* est indigène (présent également aux îles Fidji), *H. pancheri* est endémique.

DESCRIPTION :
Caractères communs aux *Hibbertia* de Nouvelle-Calédonie :
Arbrisseaux ou arbres atteignant plus de 10 m de haut. Feuilles lancéolées, simples et alternes, sans stipules, à marge souvent révolutée. Nervure médiane souvent en creux dessus, nervures secondaires parallèles, anastomosées sur les bords. Inflorescences terminales ou axillaires, composées de cymes scorpioïdes. En Nouvelle-Calédonie, le genre est divisé en deux groupes : celui comprenant des cymes scorpioïdes simples (16 espèces) et celui comprenant des cymes scorpioïdes composées (8 espèces). Sépales au nombre de 5 ; pétales de couleur jaune, au nombre de 5 et rapidement caducs. Graines toujours entourées d'un arille rouge-orangé.

Distinction des deux espèces :

Caractère discriminant	<i>H. lucens</i>	<i>H. pancheri</i>
Taille du pétiole	presque inexistant	8-55 mm, en forme de gouttière
Inflorescence	cyme scorpioïde simple	cyme scorpioïde composée
Limbe	3-12 x 0,6-2 cm	2,5-16 x 1,2-5,5 cm, revers brun
Diamètre de la fleur	2 cm	1,5-2 cm
Taille du pétale	7-12 x 5-7,5 mm	5-10 x 4-7 mm

HABITAT :
• *H. lucens* : Espèce d'*Hibbertia* la plus répandue de Nouvelle-Calédonie. Elle se développe de 0 à 1 000 m d'altitude, avec une préférence pour les altitudes basses et moyennes, surtout sur sols ultramafiques. Elle se trouve également sur schistes métamorphiques, dans le Nord-Est, dans des zones où la pluviométrie est de 1 500 à 3 500 mm. Elle se comporte fréquemment en espèce pionnière dans les formations ouvertes dégradées, ou en espèce cicatricielle en forêt où elle peut atteindre plus de 10 m de haut.



Feuilles d'*Hibbertia lucens* (la feuille terminale est dressée et repliée).



Hibbertia pancheri.

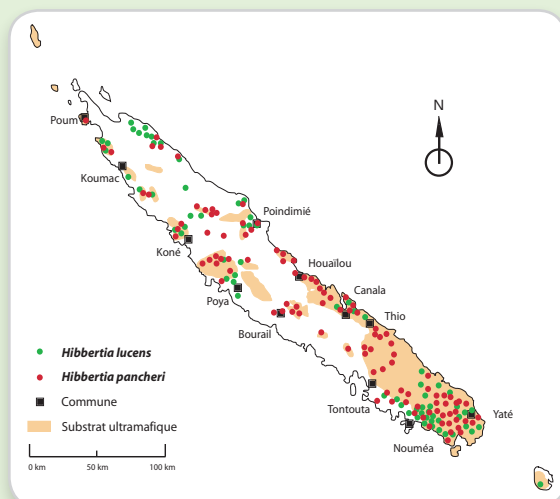
• *H. pancheri* : Cette espèce est largement représentée sur la Grande Terre avec une prédilection pour les substrats ultramafiques, dans les maquis, les formations paraforestières et la forêt dense. Elle se comporte comme une espèce cicatricielle des zones perturbées. Sur terrains schisteux, surtout dans le Centre et le Nord-Est, elle fait partie des composantes forestières de la strate moyenne. Elle se trouve depuis le niveau de la mer jusqu'à 1 100 m d'altitude, sa distribution restant tributaire d'une pluviométrie annuelle comprise entre 1 200 et 4 000 mm.

PHÉNOLOGIE :

Les floraisons de ces deux espèces se répartissent entre les mois d'octobre et de décembre (voire mars pour *H. pancheri*) et sont en général assez synchrones. La fructification est étalée entre janvier et mars, avec une assez bonne synchronicité.

DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE :

D'après *La Flore de la Nouvelle-Calédonie* (MNHN)



Fleur d'*H. lucens*.



Infrutescence d'*H. lucens*.

STADE ET TECHNIQUE DE COLLECTE :

Les infrutescences doivent être récoltées à maturité (graines apparentes, dures et lisses). Les graines d'un même individu ne mûrissent pas toutes en même temps. Cependant, une collecte lorsque les deux tiers des graines sont mûres est possible.



Graines d'*H. pancheri*.

EXTRACTION ET TRAITEMENT DES GRAINES :

Après séchage complémentaire en salle, séparer les graines manuellement par battage et tamisage. L'arille autour de la graine est retiré par un léger frottement sur un tamis fin (10-14). Un passage au « vacuum cleaner » permet d'éliminer les matières inertes fines.

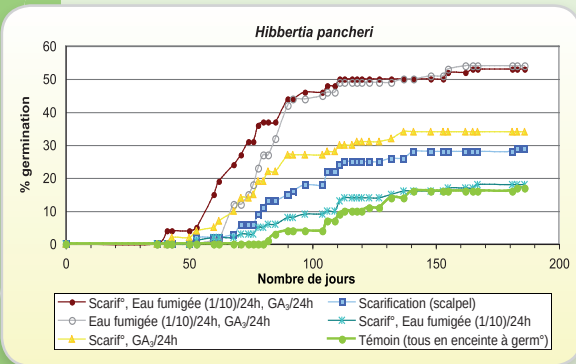
DONNÉES QUANTITATIVES :

14 à 18 g pour 1 000 graines triées.

Hibbertia lucens, Hibbertia pancheri

TEST DE VIABILITÉ :

Il n'y a pas de moyen rapide de quantifier la viabilité d'un lot de graines d'*Hibbertia*. Il est en effet très difficile de localiser l'embryon, petit par rapport à la taille de l'albumen, et la germination est longue.



Coupe longitudinale d'une graine d'*H. pancheri* : embryon de petite taille en bas à droite.

GERMINATION / PRÉTRAITEMENT :

Cette espèce présente une forte dormance morphologique (petit embryon) et physiologique. La germination est fortement étalée dans le temps. Le meilleur résultat a été obtenu par un trempage dans de l'eau fumigée (10 %, 24 h), suivi par un trempage dans une solution de GA₃ (0,3 g/l, 24 h) (cf. courbes).

STOCKAGE :

Graines probablement orthodoxes : le taux de germination ne varie pas après 2,5 ans de conservation en boîtes hermétiques à 3 °C (avec une teneur en eau de 11,5 %). Pas encore de résultats au-delà.



Jeunes plants d'*H. lucens*.



Jeunes plants d'*H. pancheri*.

REMARQUE :

D'autres espèces d'*Hibbertia* des maquis peuvent être intéressantes : *H. altigena*, *H. deplancheana*, *H. tontoutensis*...

CULTURE EN PÉPINIÈRE :

Assez facile à cultiver à partir de graines. Repiquer au stade 2 feuilles cotylédonaire. Durée de culture : environ 12 mois, en alvéoles de 250 ml. Pas de maladies constatées, consommation fréquente par des chenilles au stade jeune plantule. Bouturage possible.

COMPOSITION MINÉRALE FOLIAIRE MOYENNE : (n = nb d'analyses) (Source : T. Jaffré, IRD)

	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Na (%)	Mn (ppm)	Ni (ppm)	SiO ₂ (%)
<i>H. pancheri</i> (n = 32)	0,87	0,03	0,34	1,40	0,27	0,27	63	56	5,73

La famille des Fabaceae (Leguminosae), dont seule la sous-famille des Mimosoideae a été revue dans *La flore de la Nouvelle-Calédonie*, rassemble en Nouvelle-Calédonie environ 95 espèces avec un taux d'endémisme de l'ordre de 65 %. Environ 50 % se rencontrent sur roches ultramafiques, contre environ 70 % sur les autres substrats.

Dans la sous-famille des **Caesalpinioideae**, qui compte 17 espèces, arborescentes, arbustives ou lianescentes, dont 9 endémiques, les genres *Mezoneuron* (3 espèces ubiquistes) et *Storckia* (2 espèces) sont les plus communs sur roches ultramafiques. Une des deux espèces du genre *Cassia* (*Cassia artensis*) se trouve uniquement dans le maquis minier. Le genre *Caesalpinia* possède sept espèces, mais seulement deux d'entre elles se rencontrent sur roches ultramafiques. Les genres *Cynometra* et *Intsia* n'y sont pas représentés.

La sous-famille des **Mimosoideae** rassemble 20 espèces, arbustives et arborescentes, dont 10 endémiques. Treize espèces se rencontrent sur terrains miniers et sept y sont strictement liées. L'espèce la plus commune, le « gaïac » (*Acacia spirorbis*), forme des peuplements arbustifs buissonnants à caractère monospécifique, en dessous de 500 m d'altitude, sur des substrats variés. Elle forme souvent des peuplements stables au cortège floristique appauvri. Le genre *Archidendropsis* regroupe huit espèces principalement forestières, dont six se développent sur roches ultramafiques et trois se retrouvent aussi dans le maquis. Le genre *Serianthes* est représenté par six espèces se développant surtout sur des zones rivulaires basses sur alluvions magnésiennes.

La sous-famille des **Papilionoideae** possède une soixantaine d'espèces regroupant tous les types biologiques, dont plus de 60 % sont endémiques, réparties en une vingtaine de genres. Les deux genres endémiques majoritairement arbustifs *Arthroclianthus* (19 espèces décrites) et *Nephrodesmus* (5 espèces) ont des répartitions incertaines en raison de la difficulté de séparer les espèces. *Arthroclianthus* aurait le plus grand nombre d'espèces sur roches acides ou calcaires tandis que *Nephrodesmus* se trouverait surtout en maquis minier. Cinq espèces sur huit du genre *Desmodium*, en Nouvelle-Calédonie, sont signalées sur roches ultramafiques, et quatre d'entre elles (très rares) se trouveraient uniquement dans le maquis. La majorité des autres espèces de la sous-famille se trouvent dans les groupements littoraux.

DESCRIPTION BOTANIQUE DE LA FAMILLE :

Arbres, arbustes ou lianes, feuilles composées alternes, parfois stipulées et stipellées, à pétiole épaissi à la base, hétérochlamydes, dialypétales, souvent zygomorphes et papillonacées, toujours monocarpellées.

Remarques : Beaucoup d'espèces possèdent des nodules racinaires qui abritent des bactéries fixant l'azote atmosphérique. C'est le plus grand ensemble angiospermien, cosmopolite, prédominant en individus et en espèces dans de nombreux biomes, et surtout en régions tropicales.

CLÉ DE DÉTERMINATION DES SOUS-FAMILLES :

Caesalpinioideae : Préfloraison vexillaire (en forme d'étendard). Fleurs zygomorphes.
Mimosoideae : Feuilles presque toujours bipennées, folioles le plus souvent opposées. Présence de glandes sur le pétiole pour certains genres. Fleurs actinomorphes, souvent regroupées en têtes sphériques.

Papilionoideae (ou Faboideae) : Feuilles souvent imparipennées (ou trifoliées), parfois unifoliées. Souvent il y a présence de stipelles à la base des folioles. Préfloraison carénale (les deux pétales inférieurs sont soudés, formant un genre de labelle). Fleurs zygomorphes.



Serianthes calycina.

SOUS-FAMILLE : Mimosoideae.

STATUT DES ESPÈCES : Endémiques.

DESCRIPTION :

Caractères communs aux deux espèces :
Arbres ou arbustes à feuilles pennées. Pennes légèrement alternes. Folioles oblongues, alternes. Inflorescences en panicules, fleurs groupées par 2 ou 3 à l'extrémité du pédoncule. Gousses ligneuses couvertes d'un tomentum dense, de teinte brune.

Distinction des deux espèces :

Caractère discriminant	<i>S. calycina</i>	<i>S. sachetae</i>
Taille maximale	10 m	20 m
Couleur de l'écorce	gris pâle ou brune, légèrement rugueuse, sillonnée	de teinte brune, occasionnellement tachetée de gris, légèrement rugueuse
Taille des gousses	13-19 x (2,8-)3-5,2 cm	16-25 x (4-)5,4-7,2 cm
Folioles, face inférieure	pubescentes, poils dressés	papilleuses, poils couchés

Ces deux espèces sont toutefois très proches et présentent de plus des variations selon les échantillons.

Critère de reconnaissance : Il est possible de confondre, à l'état végétatif, les *Serianthes* avec d'autres légumineuses : leurs folioles sont alternes alors que chez *Archidendropsis* et *Albizzia*, elles sont opposées (sauf chez *Archidendropsis granulosa* qui, par contre, possède des pennes opposées, tandis que chez les *Serianthes*, elles sont alternes).

HABITAT :

- *S. calycina* : Cette espèce se trouve en maquis ou en forêt, sur sols rocaillieux, sur substrat ultramafique, jusqu'à 200 m d'altitude. Elle semble confinée aux secteurs côtiers du nord-ouest de la Grande Terre. Elle se développe préférentiellement en forêt basse de talweg. Elle peut se rencontrer en maquis paraforestier dans les mêmes zones.
- *S. sachetae* : Cette espèce est largement répartie sur la Grande Terre, ainsi qu'à l'île des Pins et à Maré. On la trouve jusqu'à 400 m d'altitude, par pieds isolés, en forêts hygrophiles ou mésophiles, en particulier en forêts galeries et en forêts littorales.



Feuilles, fleurs et fruits de *S. calycina*.



Détail de feuille et de fleur de *S. sachetae*.

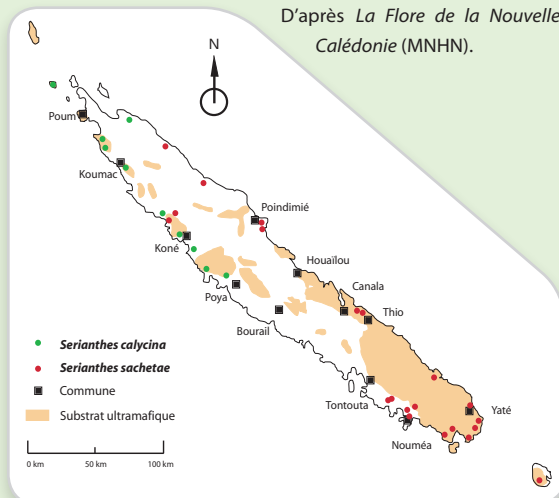
PHÉNOLOGIE :

Floraison étalée d'octobre à juillet, et surtout de février à mai.

Fructification étalée de novembre à avril, maturité des gousses principalement de décembre à mars.

DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE :

D'après *La Flore de la Nouvelle-Calédonie* (MNHN).



Fleur de *S. sachetae*.

STADE ET TECHNIQUE DE COLLECTE :

Les gousses contenant les fruits sont récoltées lorsqu'elles sont dures, bien gonflées et noirâtres, à l'aide d'un sécateur ou d'un échenilloir.

EXTRACTION ET TRAITEMENT DES GRAINES :

Les gousses sont ouvertes à l'aide d'un sécateur longitudinalement ou transversalement. Les graines sont souvent attaquées par des insectes.

DONNÉES QUANTITATIVES :

240-330 g environ pour 1 000 graines triées.

TEST DE VIABILITÉ :

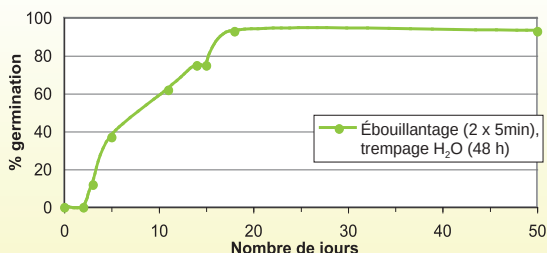
Le test de germination est le plus fiable, toutes les graines viables germent en moins de 20 jours (après ébouillantage, cf. ci-après).

GERMINATION / PRÉTRAITEMENT :

Les graines présentent une dormance physique, variable selon les lots : le meilleur résultat (93 % de germination) a été obtenu par double ébouillantage (verser de l'eau bouillante sur les graines dans un récipient, laisser 5 min et recommencer l'opération, puis laisser tremper pendant 48 h). Il est possible également de réaliser une légère scarification à l'aide d'un scalpel à l'opposé du hile.



Graines de *S. sachetae*.



Courbe de germination de *Serianthes sachetae*. Culture : en salle (arrosage, température extérieure, démarrage en novembre). Traitement en légende.

STOCKAGE :

Graines probablement orthodoxes : le taux de germination ne varie pas après 26 mois de conservation en boîtes hermétiques à 3 °C. Pas encore de résultats au-delà.

CULTURE EN PÉPINIÈRE :

Facile à cultiver à partir de graines. Repiquer au stade « allumette » (ne pas attendre le déploiement des cotylédons). Croissance rapide, durée de culture : environ 8 à 10 mois, en alvéoles assez profondes (au moins 500 ml, 750 ml de préférence). Les jeunes plants supportent mal le manque d’arrosage. Attendre que le système racinaire soit bien développé avant de planter. Présence fréquente en serre de cochenilles farineuses (traitement chimique possible).



Jeunes plants de *S. sachetae* en pépinière (à 6 mois).



Germination de *S. sachetae*.

REMARQUE :

Parmi les *Serianthes*, *S. petitiana* est assez commun dans les maquis rivulaires et parfois de piedmont de l’extrémité sud du massif du Sud, et se distingue par ses nombreuses folioles très petites. Fructifications jamais observées.

COMPOSITION MINÉRALE FOLIAIRE MOYENNE : (n = nb d’analyses) (Source : T. Jaffré, IRD)

	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Na (%)	Mn (ppm)	Ni (ppm)	SiO ₂ (%)
<i>S. calycina</i> (n = 2)	2,93	0,07	0,60	2,30	0,30	0,04	227	76	3,64
<i>S. petitiana</i> (n = 1)	2,57	0,04	0,79	0,93	0,27	0,04	300	49	
<i>S. sachetae</i> (n = 1)	4,07	0,16	1,25	0,52	0,37	0,06	46	30	0,46

Espèces particulièrement intéressantes en raison des teneurs élevées en azote dans leurs feuilles (en relation avec l’existence d’une symbiose racinaire avec des rhizobiums).

La composition minérale foliaire de *S. calycina* (comparée avec celle d’autres espèces implantées sur le mont Dore) se différencie de la composition minérale des rameaux chlorophylliens des trois espèces du genre *Gymnostoma* par des teneurs supérieures en azote, phosphore et potassium et par des teneurs très inférieures en sodium. Par rapport à *Geissois pruinosa* qui est une espèce hyperaccumulatrice de nickel (Jaffré *et al.* 1979), *S. calycina* se comporte en « excluser » (Baker 1981), de même qu’à l’égard du manganèse, dont les teneurs les plus élevées se trouvent chez *Grevillea exul*.



S. calycina de 15 ans sur saprolites au mont Dore (essai IRD). Noter la présence, à proximité, de nombreux recrûs issus de graines (*Scaevola* sp., *Costularia comosa*, *Machaerina deplanchei*, *Dodonaea viscosa*, *Alphitonia neocaledonica*, *Hibbertia* sp., *Schoenus juvenis*, *Acacia spirorbis*...).

COMPOSITION CHIMIQUE DU SOL MINIER DU MONT DORE : (Source : T. Jaffré, IRD)

	pH	N (%)	P (mg/ kg)	CEC (meq/ 100g)	Cations échangeables (meq/100g)				Éléments totaux (%)				Extraits DTPA (ppm)	
					Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	k ⁺	Na ⁺	Ni	Mn	Cr	Co	Ni	Mn
<i>Sol nu</i> (n = 4)	7,28 ±0,2	0,001 ±0	6,5 ±2,5	8,7 ±1,1	0,38 ±0,21	5,59 ±0,63	0,02 ±0,01	0,003 ±0,001	1,93 ±0,1	0,17 ±0,02	0,13 ±0,03	0,04 ±0,01	314 ±28	15 ±2
<i>Sol sous</i> <i>S. calycina</i> (n = 5)	6,69 ±0,05	0,12 ±0,05	53,2 ±32,4	12,9 ±1,4	3,51 ±1,51	7,02 ±0,77	0,09 ±0,1	0,17 ±0,09	1,94 ±0,05	0,16 ±0,01	0,11 ±0,02	0,04 ±0	435 ±132	151 ±34

REMARQUES SUR *SERIANTHES CALYCINA* :

De forme élancée à l'abri du vent, cette espèce prend en zone exposée une forme plus ramassée, avec un tronc plus court (1,5-3 m) portant des branches latérales également plus courtes et ramifiées. Comme elle possède en outre un puissant système racinaire, elle est bien adaptée pour résister aux vents cycloniques (constaté lors du puissant cyclone Erica en 2003, avec des vents de plus de 150 km/h). Bien que d'affinité plutôt forestière, cette espèce a donné des résultats étonnamment positifs pour la revégétalisation d'un site dénudé excessivement riche en nickel. En outre, bien plus que toutes les autres espèces testées sur site, elle a favorisé l'implantation naturelle de plusieurs espèces voisines à partir de semences, et a permis d'améliorer la fertilité du sol (cf. photo ci-dessus et tableau). *S. calycina* comprendrait deux variétés : *calycina* var. *calycina* et *calycina* var. *kaalaensis*, qui seraient distinguées par leur taille (10 m de haut contre moins de 3 m). Toutefois, il est probable que cette forme résulte simplement de l'effet des conditions stationnelles.



SOUS-FAMILLE : Caesalpinioideae.
SOUS-ESPÈCES :

Storckiella pancheri subsp. *acuta*,
Storckiella pancheri subsp. *pancheri*.

STATUT DE L'ESPÈCE : Endémique.

DESCRIPTION :

Caractères communs au genre : Arbustes ou arbres à floraison jaune spectaculaire (blanche dans le cas de l'espèce rare *S. neocaledonica*). Stipules petites et caduques. Limbes imparipennés, folioles opposées ou alternes, pétiolées. Inflorescences en pan-

icules denses. Fleurs bisexuées, actinomorphes, bractées caduques. Sépales imbriqués et pétales au nombre de 3 à 5.

Caractères communs aux deux sous-espèces : Face supérieure des folioles totalement glabre, face inférieure marron-vert glabre ou légèrement pubescente. Pennes comportant environ 9 paires de nervures. Panicules, de couleur jaune, en position terminale de 12 x 9 cm avec une importante pubescence. Hypanthium pubescent long de 1 mm. Fleurs comportant 4 sépales et 4 pétales pubescents le long de la veine principale. Sépales de (6-)10-14 x 1,2-3,2 mm. Pétales de (8-)10-13 x 1,2-2,5 mm. Gousses, en forme de rein, environ 5-9 x 3,5-4,5 cm, comportant 1 à 2 graines de 8-10,5 x 7-8,5 x 4 mm.

Distinction des deux sous-espèces :

Caractère discriminant	<i>S. pancheri</i> subsp. <i>acuta</i>	<i>S. pancheri</i> subsp. <i>pancheri</i>
Hauteur maximale	30 m	8 m
Diamètre maximal du tronc	80 cm	30 cm
Taille des folioles	2,7-6,2 x 0,9-2,62 cm	3-5 x 1,4-2,7(3,5) cm
Apex des folioles	aigu-acuminé (voire largement aigu)	rétus ou obtus

HABITAT :

- *S. pancheri* subsp. *acuta* : Cette sous-espèce, plus commune sur substrat ultramafique que sur roches acides, se trouve en forêt ou en maquis sur sols bruns hypermagnésiens et sur sols ferrallitiques, à des altitudes comprises entre 20 et 300 m (exceptionnellement à 500 m). Elle se développe surtout dans la partie centrale et dans le sud de la Nouvelle-Calédonie.
- *S. pancheri* subsp. *pancheri* : Cette espèce se trouve en maquis sur serpentinites (sols bruns hypermagnésiens), sur sols latéritiques rocaillieux et sur sols alluvionnaires. Elle est plutôt cantonnée au nord de la Nouvelle-Calédonie, entre 0 et 600 m d'altitude.



Détail des feuilles de *S. pancheri* subsp. *acuta*.

PHÉNOLOGIE :

- *S. pancheri* subsp. *acuta* : Floraison et fructification possibles toute l'année. Maturité des fruits surtout entre janvier et avril.
- *S. pancheri* subsp. *pancheri* : Floraison entre juin et janvier. Fructification entre novembre et juin.



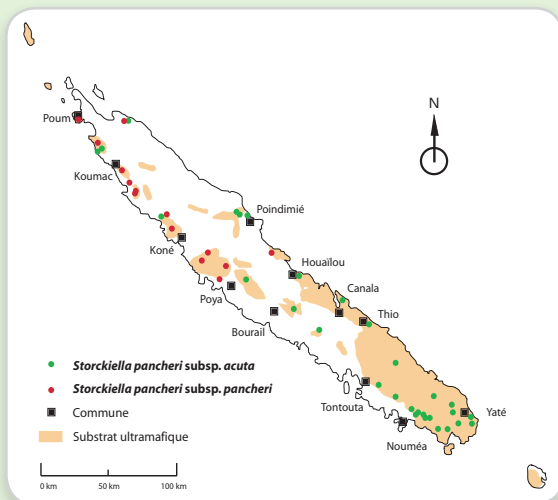
Branches et inflorescences de *S. pancheri* subsp. *acuta*.



Détail d'une inflorescence de *S. pancheri* subsp. *acuta*.



Extrémité d'une tige de *S. pancheri* subsp. *acuta* (avec apex aigu).

DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE :

D'après Nielsen et al. 2005.

Storckiella pancheri

STADE ET TECHNIQUE DE COLLECTE :

Les gousses se récoltent à l'aide d'un sécateur, d'un échenilloir ou à la main, lorsqu'elles commencent à sécher.

EXTRACTION ET TRAITEMENT DES GRAINES :

Les gousses sont ouvertes manuellement ou à l'aide d'un sécateur longitudinalement ou transversalement. Les graines sont souvent attaquées par des insectes.



© IRD / J. Munzinger

Gousses de *S. pancheri* subsp. *acuta*.



Graines de *S. pancheri* subsp. *acuta*.

DONNÉES QUANTITATIVES :

153,4 g pour 1 000 graines triées.
Espèces ayant une faible production de graines.

TEST DE VIABILITÉ :

Un test à la coupe permet d'appréhender rapidement la viabilité d'un lot de graines. La graine est albuminée, même si les structures de l'embryon sont déjà bien développées : il convient de bien noter la présence de l'embryon, de couleur verte, et de l'albumen, de couleur blanche.

GERMINATION / PRÉTRAITEMENT :

Légère dormance physique : la germination est favorisée par un ramollissement des téguments dans de l'eau chaude (mettre dans de l'eau à environ 60 °C et laisser refroidir).
Les premières germinations apparaissent au bout d'une à deux semaines, le taux final pouvant atteindre 80 %.

STOCKAGE : Pas de données

CULTURE EN PÉPINIÈRE :

Répiquer au stade 2 feuilles cotylédonaires.
Croissance assez rapide, durée de culture : environ 10 à 12 mois, en alvéoles assez profondes (au moins 500 ml, voire 750 ml).
Bouturage possible.

REMARQUE :

Le nom *Storckiella comptonii* a été invalidé et remplacé par *S. pancheri* subsp. *pancheri*.

COMPOSITION MINÉRALE FOLIAIRE MOYENNE : (n = nb d'analyses) (Source : T. Jaffré, IRD)

	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Na (%)	Mn (ppm)	Ni (ppm)	SiO ₂ (%)
<i>Storckiella pancheri</i> (n = 3)	2,29	0,08	0,83	0,28	0,19	0,05	54	48	13,63

Cette espèce possède des teneurs en azote relativement importantes dans ses feuilles (bien que l'association avec des rhizobiums n'ait pas encore été mise en évidence).

La famille des Goodeniaceae comporte dans le monde 12 genres et environ 440 espèces, la plus grande partie se trouvant en Australie, et le plus souvent en régions sèches.

La famille n'est représentée en Nouvelle-Calédonie que par un seul genre, *Scaevola*, comprenant neuf espèces dont six endémiques. Huit d'entre elles, dont deux ubiquistes, se rencontrent sur terrains miniers. Toutes sont des arbustes ou des arbrisseaux, qui se développent dans le maquis minier ou en lisière de forêt.

DESCRIPTION BOTANIQUE DE LA FAMILLE :

Arbustes ou arbrisseaux, dressés, ou très rarement rampants.

Feuilles alternes, simples, groupées au sommet des rameaux, à marges entières à dentées.

Inflorescences à l'aisselle de bractées foliacées, en cymes ou en racèmes, ou encore en fleurs solitaires. Fleurs hermaphrodites, sessiles ou pédonculées, accompagnées de 2 bractéoles étroites, pileuses à la base. Cinq sépales, plus ou moins triangulaires, courts, parfois très petits, intérieurement pourvus à la base d'une petite barbe. Corolle dorsalement incisée jusqu'à la base, à 5 lobes subégaux, ailés ou non, le plus souvent étalés comme les doigts d'une main, intérieurement couverts de poils très longs le plus souvent. Cinq étamines, libres, à filets filiformes.

Fruits indéhiscent en drupes ; endocarpe le plus souvent ligneux, à deux loges (une graine par loge) ; mésocarpe plus ou moins charnu ou rarement membraneux, de couleur noire, rarement verte. Graines à albumen mince.

Remarque : La manière dont se fait la fécondation chez les Goodeniaceae a attiré l'attention de nombreux botanistes. Les anthères, en cercle très proche du style, libèrent leur pollen alors que la fleur est encore en bouton. Le stigmate sera fonctionnel plus tard. En grandissant, le stigmate pousse le pollen au bord de la fleur où il est enlevé par les visiteurs (abeilles, papillons, oiseaux). Il semble ainsi que l'allogamie soit la règle, bien que l'autofécondation ne puisse être exclue.



Scaevola montana (Tontouta).

Scaevola cylindrica, Scaevola montana



Scaevola cylindrica.

STATUT DES ESPÈCES : Indigènes.

DESCRIPTION :

Caractères communs aux deux espèces présentées :
Arbustes ou arbrisseaux, feuilles pétiolées (pétiole de 1-2 cm), à marge révolutée, entière à dentée sur la moitié ou les trois quarts supérieurs. Fleurs présentant la particularité d'être asymétriques et de ressembler à une main ouverte par leurs pétales pubescents (longueur : 12-18 mm) au nombre de 5. Fruits de couleur noire, à mésocarpe charnu, endocarpe ligneux.

Distinction des deux espèces :

Caractère discriminant	<i>S. cylindrica</i>	<i>S. montana</i>
Taille maximale	8 m	2 m
Rameaux	glabres, à côtés longitudinaux	glabres ou à pubescence
Taille du limbe	6-18 x 1-4 cm	(1,5-)6(-10) x 1,5-2 cm
Nervure médiane des feuilles	proéminente sur les deux faces	saillante
Nervures secondaires	finies et visibles	invisibles
Inflorescence	terminale en cymes lâche, souvent multiflore (60 fleurs)	terminale en grappe de cymes ou en grappe simple
Taille du fruit	4-5 x 3-4 mm	2,5-5 x 2-3 mm
Taille de la graine	2 x 0,5 mm	2 x 1,2 mm

HABITAT :

Ces deux espèces sont bien distribuées sur l'ensemble du territoire, des Bélep à l'île des Pins. *S. cylindrica* croît en maquis, en forêt humide et sur brûlis, de 200 à 1 100 m d'altitude. *S. montana* se trouve plutôt en maquis jusqu'à 800 m d'altitude. Les deux espèces se développent sur sols issus de péridotites ou de serpentinites, et *S. montana* croît également sur des sols issus de roches calcaires ou de roches acides.

PHÉNOLOGIE :

- *S. cylindrica* : Floraison et fructification semblent être étalées sur toute l'année.
- *S. montana* : Floraison principalement de mai à novembre, fructification de octobre à février.

REMARQUE :

La distinction entre *S. montana* et *S. cylindrica* peut poser parfois quelques difficultés. En effet, il semble exister des individus intermédiaires présentant une grande amplitude de variations morphologiques, qui concernent la surface du noyau, la forme du limbe, la longueur du tube floral, la pubescence.

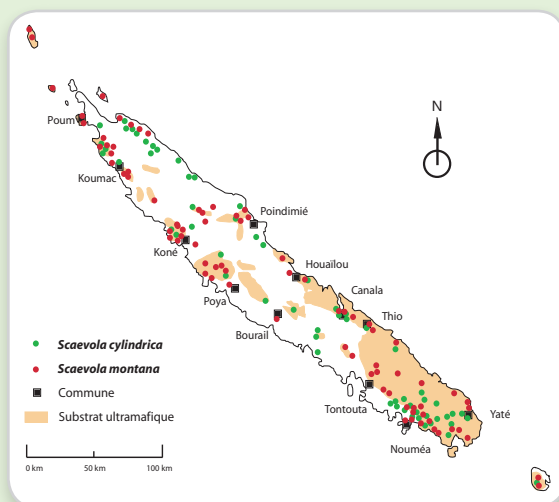


Fleurs de *S. montana*.

Feuilles de *S. cylindrica*.Feuilles de *S. montana*.

DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE :

D'après *La Flore de Nouvelle-Calédonie* (MNHN).

Fruits mûrs (de *S. cylindrica*).

STADE ET TECHNIQUE DE COLLECTE :

Cueillette manuelle des fruits à maturité (de coloration noirâtre). On peut utiliser une fourchette dont les dents auront été pliées pour récolter plus de fruits à la fois. Le ramassage des fruits d'un plant peut se faire quand environ 3 fruits sur 4 sont noirs. N. B. : Les fruits tachent les vêtements et les doigts durablement.

EXTRACTION ET TRAITEMENT DES GRAINES :

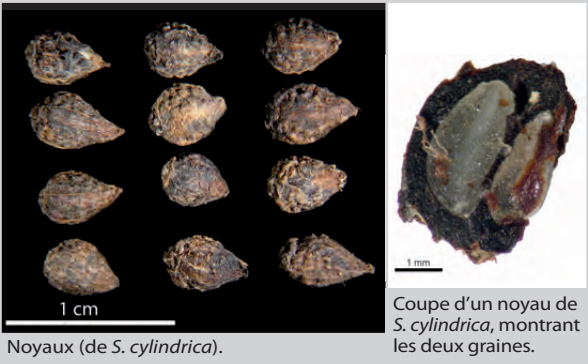
Les fruits de *Scaevola* doivent être déulpés rapidement après la récolte (manuellement ou mécaniquement avec une dépulpeuse). Si les fruits sont secs, les faire tremper quelques jours. Il suffit de les frotter contre un tamis fin (n° 12 ou 14), sous un filet d'eau, pour retirer la pulpe. Les noyaux sont séchés, puis éventuellement passés au « vacuum cleaner » pour éliminer les matières inertes fines.

DONNÉES QUANTITATIVES :

Entre 10 et 30 g pour 1 000 noyaux. Chaque noyau contient normalement 2 graines.

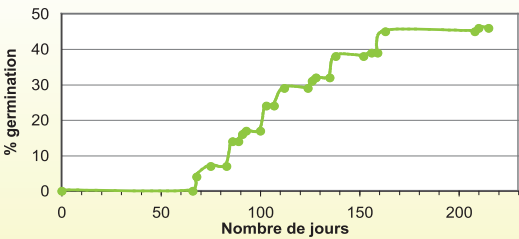
TEST DE VIABILITÉ :

La germination des graines est très étalée dans le temps, ne permettant pas de quantifier rapidement la viabilité d'un lot. Le plus simple semble être le test de la coupe : chaque fruit contient deux loges où se trouvent les graines, qui sont de couleur blanches ou claires lorsqu'elles sont viables.



Noyaux (de *S. cylindrica*).

Coupe d'un noyau de *S. cylindrica*, montrant les deux graines.



Courbe de germination de *Scaevola cylindrica*. Conditions de culture : arrosage régulier, enceinte (29 °C+éclairage 12 h / 22 °C sans éclairage 12 h). Traitement : H₂O / 2 mois, changé régulièrement.

GERMINATION / PRÉTRAITEMENT :

Cette espèce présente de fortes dormances, vraisemblablement physique et physiologique. Des études sont en cours afin de les préciser.

STOCKAGE :

Graines probablement orthodoxes : le taux de germination ne varie pas après 2,5 ans de conservation en boîtes hermétiques à 3 °C (avec une teneur en eau de 11,8 %).

CULTURE EN PÉPINIÈRE :

Assez facile à cultiver à partir de graines. Repiquer au moins au stade 2 feuilles cotylédonaire. Durée de culture : environ 10 à 12 mois, en alvéoles de 250 ml. Pas de maladies ni de ravageurs constatés. Le bouturage donne de bons résultats.



Jeune plant de *S. montana* (à environ 8 mois).

COMPOSITION MINÉRALE FOLIAIRE MOYENNE : (n = nb d'analyses). (Source : T. Jaffré, IRD)

	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Na (%)	Mn (ppm)	Ni (ppm)	SiO ₂ (%)
<i>S. cylindrica</i> (n = 3)	1,00	0,05	1,86	0,90	0,64	0,83	95	142	0,06
<i>S. montana</i> (n = 33)	1,32	0,05	1,21	1,30	0,64	0,73	201	37	0,07

Espèces intéressantes en raison de teneurs élevées en potassium dans leurs feuilles.

La famille des **Joinvilleaceae** est représentée en Nouvelle-Calédonie par deux espèces, dont une seule, également présente à Vanuatu, à Fidji et aux îles Salomon, *Joinvillea plicata* var. *plicata*, se rencontre sur terrains miniers. C'est une espèce herbacée robuste, fréquente en lisière de forêts denses humides le long d'anciennes pistes forestières.

DESCRIPTION BOTANIQUE DE LA FAMILLE :

Herbes (monocotylédones) pérennes, se développant à partir d'un rhizome sympodial, tiges aériennes érigées, sans ramification, creuses à l'exception des nœuds.

Feuilles en insertion distique, plus ou moins ligulées, limbe linéaire à lancéolé à base pubescente, à veines anastomosées.

Inflorescence terminale, paniculée, présence de bractées. Fleurs sessiles à sub-sessiles, hermaphrodites, actinomorphes, trimères. Tépalés libres, persistants.

Fruits en baies, noires à maturité, comportant 0 à 3 graines.



Joinvillea plicata (Tontouta).

Joinvillea plicata ssp. *plicata*



STATUT DE L'ESPÈCE :

Indigène (également représentée dans d'autres îles du Pacifique).

DESCRIPTION :

Espèce herbacée pouvant atteindre entre 1 et 5 m de hauteur et présentant plusieurs tiges partant de la base du plant. Feuilles engainantes autour de la tige principale et présentant des plissures à l'image d'un soufflet d'accordéon. Inflorescence mesurant entre 10 et 40 cm, en large panicule, érigée, comportant 3 à 5 embranchements. Fruits (baies) noirs à maturité, de 4-6 mm, comprenant 0 à 3 graines rondes (d'environ 2 mm) de couleur blanche.

Critères de reconnaissance : Cette espèce est facilement reconnaissable. Il faut toutefois éviter de la confondre avec les *Flagellaria* qui ont la particularité d'avoir une vrille à l'extrémité des feuilles, et dont le limbe est lisse.

HABITAT :

Cette espèce se rencontre souvent au bord des pistes minières, sur substrat latéritique, entre 200 et 1 300 m d'altitude.

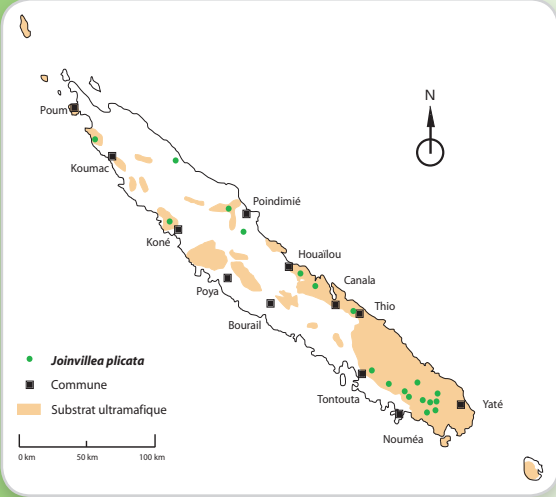
PHÉNOLOGIE :

La floraison s'étale d'avril à septembre. La fructification a lieu entre les mois d'août et mars.

DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE :



Touffes de *J. plicata* en bord de piste.



D'après l'herbier du centre IRD (NOU).

STADE ET TECHNIQUE DE COLLECTE :

Les infrutescences doivent être récoltées lorsque les fruits sont bien mûres (fruits noirs et charnus), à l'aide d'un sécateur ou d'un échenilloir.

EXTRACTION ET TRAITEMENT DES GRAINES :

Les fruits de *Joinvillea* doivent être dépulpés rapidement après la récolte. Si les fruits sont secs, il est nécessaire de les faire tremper quelques jours. Il convient ensuite de les frotter contre un tamis fin (16), sous un filet d'eau, pour retirer la pulpe. Les graines sont séchées, puis éventuellement passées au « vacuum cleaner » pour enlever les matières fines inertes restantes.



Détail d'inflorescence de *J. plicata*.



Détail des feuilles et inflorescence de *J. plicata*.



Infrutescence de *J. plicata*.



Tige, détail des limbes et inflorescence de *J. plicata*.

Joinvillea plicata ssp. *plicata*

DONNÉES QUANTITATIVES :

2 à 4 g pour 1 000 graines triées.

TEST DE VIABILITÉ :

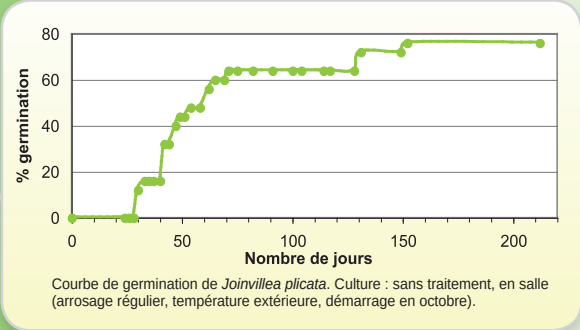
Il est difficile de conseiller un test de viabilité rapide pour cette espèce, sachant que l'embryon est très difficile à repérer dans la graine. Il est juste possible de quantifier le nombre de graines par fruit (entre 0 et 3).



Graines et fruits (séchés) de *J. plicata*.

GERMINATION / PRÉTRAITEMENT :

Les graines semblent présenter une dormance physiologique et morphologique (à confirmer toutefois). Une application de GA₃ (0,3 g/l) permet d'obtenir une germination un peu plus rapide, mais sans améliorer le taux final.



STOCKAGE :

Graines probablement orthodoxes : le taux de germination ne varie pas après 24 mois de conservation en boîtes hermétiques à 3 °C (avec une teneur en eau de 12,5 %).

CULTURE EN PÉPINIÈRE :

Repiquage au stade environ 2 feuilles. Durée de culture : environ 12 mois (selon la température et le substrat), en alvéoles de 250 ml. Pas de maladies ni de ravageurs constatés.



Germination des 3 graines contenues dans le fruit de *J. plicata*.



Jeunes plants de *J. plicata* (à environ 8 mois).

COMPOSITION MINÉRALE FOLIAIRE MOYENNE : (n = nb d'analyses). (Source : T. Jaffré, IRD)

	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Na (%)	Mn (ppm)	Ni (ppm)	SiO ₂ (%)
<i>J. plicata</i> (n = 2)	1,55	0,07	1,29	0,20	0,19	0,24	197	8	2,06

Les teneurs en azote et en potassium sont assez intéressantes.

La famille des Malpighiaceae comprend sur le territoire sept espèces, dont quatre sont endémiques (trois espèces du genre *Rhyssopteris*, et *Acridocarpus austrocaledonica*, toutes les quatre présentes en maquis miniers). Cette dernière est une espèce à large répartition géographique, qui se développe préférentiellement à basse altitude (< 600 m), le plus souvent sur des sols magnésiens.

DESCRIPTION BOTANIQUE DE LA FAMILLE :

Lianes, arbustes ou petits arbres.

Feuilles opposées ou alternes, avec ou sans stipules.

Fleurs hermaphrodites, calice à 5 lobes, 5 pétales, 10 étamines, à anthères à 2 loges s'ouvrant par des fentes longitudinales, ovaire libre, à 3 loges.



Acridocarpus austrocaledonica (Tontouta).

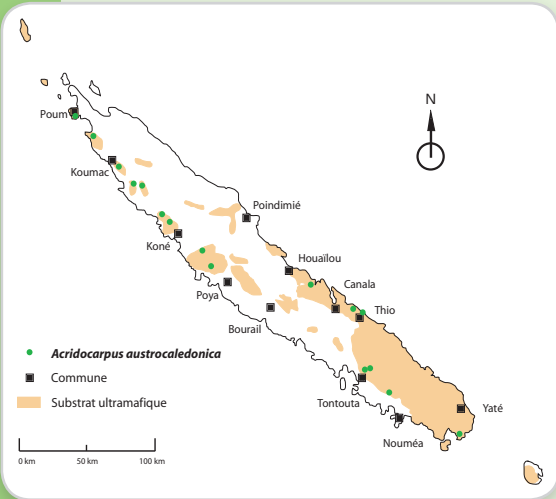
Acridocarpus austrocaledonica



PHÉNOLOGIE :

La floraison s'étale de novembre à mai et la fructification de janvier à juin.

DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE :



STATUT DE L'ESPÈCE : Endémique.

DESCRIPTION :

Arbre ou arbrisseau. Feuilles simples, elliptiques, alternes, sans stipules, revers du limbe à tomentum roux puis brun. Inflorescence en panicule de fleurs jaune pâle. Fleurs à 5 pétales et à 5 sépales. Infrutescence formée par 1-3 disamares à ailes longitudinales, comportant une graine par samare.

Critères de reconnaissance : Graines ailées, feuillage rouge en dessous.

HABITAT :

Cette espèce à large répartition géographique se trouve en maquis arbustifs, préférentiellement sur sols bruns hypermagnésiens, de 30 à 650 m d'altitude.



Feuilles d'*Acridocarpus austrocaledonica*.

D'après l'herbier du centre IRD (NOU).

STADE ET TECHNIQUE DE COLLECTE :

Les graines ailées sont collectées lorsqu'elles ont pris une couleur jaunâtre à brun clair. La récolte peut se faire à la main ou à l'aide d'un échenilloir.

EXTRACTION ET TRAITEMENT DES GRAINES :

Les disamares (graines ailées) sont triées manuellement puis séchées en salle sur un tamis. Les ailes peuvent être enlevées pour prendre moins de place lors du stockage.



Rameaux d'*A. austrocaledonica*.



Revers des feuilles d'*A. austrocaledonica*.



Infrutescence et disamares matures d'*A. austrocaledonica*.



Inflorescence d'*A. austrocaledonica*.

© Cirad - IAC / M. Ducousso

Acridocarpus austrocaledonica

DONNÉES QUANTITATIVES :

21,2 à 24,3 g pour 1 000 graines ailées.

TEST DE VIABILITÉ :

Le test de germination est le moyen le plus simple. Une durée de 80 jours est nécessaire pour s'assurer que toutes les graines viables ont germé. Toutefois, on peut estimer qu'environ 80 % des graines viables ont germé au bout de 20 jours.



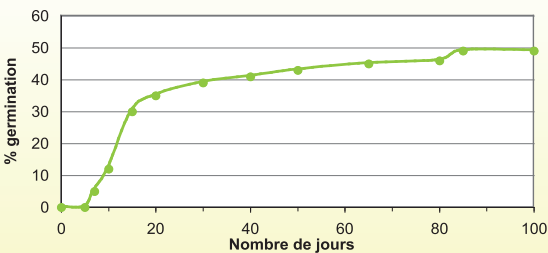
Disamare d'A. austrocaledonica, séparée.

GERMINATION / PRÉTRAITEMENT :

Graines exalbuminées, sans dormance observée. Aucun prétraitement n'est nécessaire. La germination est rapide, la majorité des graines émergent en 3 semaines.

STOCKAGE :

Graines probablement orthodoxes (teneur en eau après séchage à l'air libre : 9,2 %). À conserver après séchage en boîtes hermétiques à 3 °C. Pas de données sur la conservation à long terme.



Courbe de germination d'Acridocarpus austrocaledonica. Culture : sans traitement, arrosage, enceinte (29 °C +éclairage 12 h / 22 °C sans éclairage 12 h).

CULTURE EN PÉPINIÈRE :

Facile à cultiver à partir de graines. Repiquer de préférence au stade 2 feuilles cotylédonaire, possible au stade « allumette ». Durée de culture : environ 12 à 14 mois, en alvéoles de 250 ml. Pas de maladies ni de ravageurs constatés.



Jeune plant d'A. austrocaledonica (à 3 mois).



Plant d'A. austrocaledonica (à 10 mois).

COMPOSITION MINÉRALE FOLIAIRE MOYENNE : (n = nb d'analyses). (Source : T. Jaffré, IRD)

	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Na (%)	Mn (ppm)	Ni (ppm)	SiO ₂ (%)
A. austrocaledonica (n = 12)	1,48	0,05	0,87	1,69	0,42	0,05	151	39	0,40

Cette espèce a des teneurs relativement élevées en azote et en calcium dans ses feuilles.

La famille des Myodocarpaceae était précédemment incluse au sein de la famille des Araliaceae *sensu lato*, qui a été également amputée, pour la Nouvelle-Calédonie, des genres *Apiopetalum*, *Apium* et *Centella* (Apiaceae). Elle comprend le genre endémique *Myodocarpus* (10 espèces) et le genre *Delarbrea* (6 espèces endémiques).

Huit espèces du genre *Myodocarpus* ne se rencontrent que sur terrains miniers, cinq d'entre elles, dont *M. fraxinifolius*, se trouvent en forêt et en maquis, deux exclusivement en forêt et une se développe uniquement en maquis humides.

Le genre *Delarbrea* est principalement forestier et préforestier et ne possède que deux espèces strictement associées aux roches ultramafiques. Trois espèces sont ubiquistes et deux absentes des terrains miniers.

DESCRIPTION BOTANIQUE DE LA FAMILLE :

Arbres ou arbustes, le plus souvent monocaules ou très peu ramifiés.

Apex des tiges, pétioles et base des inflorescences souvent glauques.

Feuilles simples, découpées, ou imparipennées, alternes, regroupées au bout des rameaux. Folioles opposées à sub-opposées (quelquefois alternes), entièrement ou partiellement dentées. Pétiole avec une base embrassante, lisse ou à marge membraneuse ou scarieuse (organe mince, membraneux, sec, parfois translucide).

Inflorescences en panicules d'ombelles, terminales. Fleurs hermaphrodites et protandres.

Sépales soudés à la base en un court tube, 5 pétales. Ovaire infère à 2 carpelles.

Fruits charnus ou ailés. Présence de vésicules huileuses dans l'endocarpe.



Myodocarpus fraxinifolius et *M. involucratus* (Sud).

Myodocarpus fraxinifolius



ANCIENNE FAMILLE : Araliaceae.

STATUT DE L'ESPÈCE : Endémique.

DESCRIPTION :

Arbuste ou petit arbre (en forêt secondaire) à feuilles alternes, condensées en bouquet à l'extrémité des rameaux et longuement pétiolées. Limbe imparipenné, de 4 à 14 paires de pennes opposées ; folioles dentées en général, avec une dernière foliole seule en position terminale. Inflorescence en panicule. Fruits secs en 2 akènes ailés (ou disamares).

Critères de reconnaissance : Les Myodocarpaceae sont facilement reconnaissables sur le terrain grâce à leur port et à l'insertion des feuilles sur le tronc (cf. photos). Les *Myodocarpus* se distinguent par des fruits secs ailés (tandis que les *Polyscias* ont des fruits charnus).

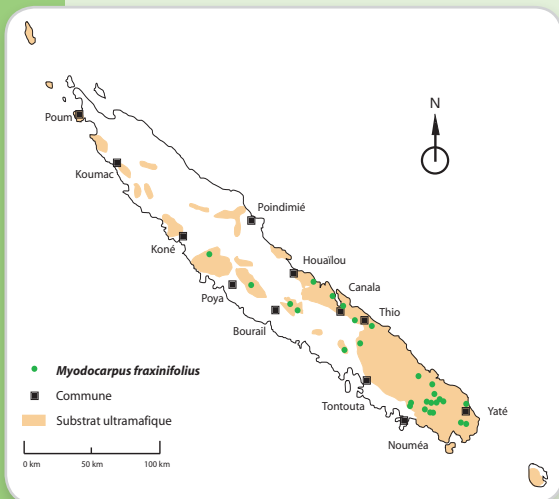
HABITAT :

Les Myodocarpaceae sont une composante importante de la flore du maquis arbustif et paraforestier. *M. fraxinifolius* se retrouve le plus souvent sur sols latéritiques de piedmont et sur gabbros, entre 150 et 1 100 m d'altitude.

PHÉNOLOGIE :

La floraison s'étale principalement de novembre à janvier. La fructification a lieu entre février et juin (surtout entre février et mars).

DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE :



Détail des feuilles de *M. fraxinifolius*.

D'après l'herbier du centre IRD (NOU).

Inflorescences de *M. fraxinifolius*.Fruits mûrs de *M. fraxinifolius*.

STADE ET TECHNIQUE DE COLLECTE :

Les disamares se récoltent lorsqu'elles sont bien sèches et qu'elles se détachent facilement de l'infrutescence. Collecter l'infrutescence entière ou l'envelopper dans un sac afin de faire tomber les graines si celles-ci se détachent trop facilement.

EXTRACTION ET TRAITEMENT DES GRAINES :

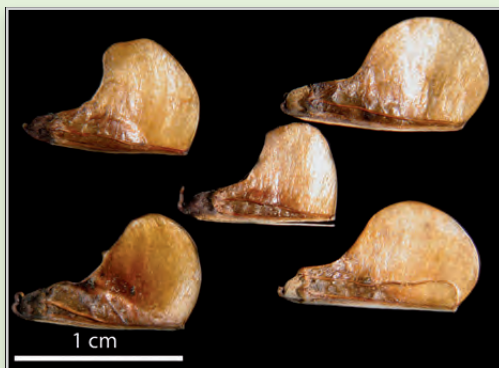
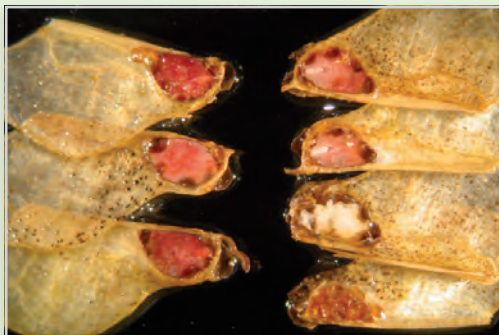
Les graines encore attachées sont séparées des infrutescences par battage manuel. Afin de faciliter le stockage, il est possible de retirer les ailes puis de tamiser pour éliminer les matières inertes.

DONNÉES QUANTITATIVES :

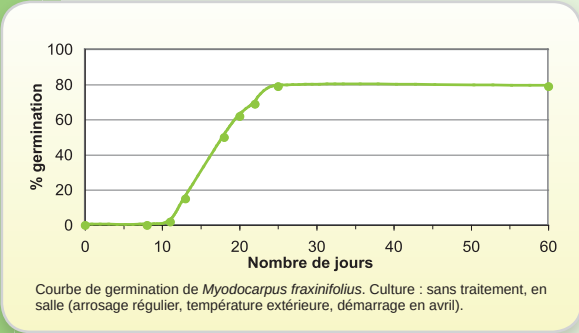
8 g pour 1 000 graines triées.

TEST DE VIABILITÉ :

Un test à la coupe semble suffire pour quantifier la viabilité d'un lot, éventuellement avec coloration au tétrazolium (cf. photo). Sinon, le test de germination donne également un résultat rapidement, la totalité des graines germant en moins de 25 jours.

Graines de *M. fraxinifolius*.Test de viabilité sur *M. fraxinifolius*, par coloration au tétrazolium : seules les graines à gauche sont viables.

Myodocarpus fraxinifolius



GERMINATION / PRÉTRAITEMENT :

Graines albuminées, sans dormance observée. Aucun prétraitement n'est nécessaire. La germination est rapide, la majorité des graines émergent en 3 semaines.



Myodocarpus involucratus (Grand Sud).



Jeune plant de *M. fraxinifolius* (à environ 16 mois).

STOCKAGE :

Graines probablement intermédiaires : avec une teneur en eau à 12 % après séchage à l'air libre, et un stockage en boîtes hermétiques à 3 °C, le taux de germination ne change pas pendant environ 18 mois. Au-delà, il a tendance à baisser.

CULTURE EN PÉPINIÈRE :

Assez facile à cultiver à partir de graines. Repiquer de préférence au stade 2 feuilles cotylédonaire. Mortalité assez fréquente des jeunes plants. Durée de culture : environ 12-14 mois, en alvéoles de 250 ml. Pas de maladies ni de ravageurs constatés. Cochenilles à bouclier parfois sur *M. involucratus* (traitement possible).

COMPOSITION MINÉRALE FOLIAIRE MOYENNE : (n = nb d'analyses) (Source : T. Jaffré, IRD)

	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Na (%)	Mn (ppm)	Ni (ppm)	SiO ₂ (%)
<i>M. fraxinifolius</i> (n = 12)	0,98	0,03	1,00	1,05	0,22	0,53	239	30	-

REMARQUE :

Le genre *Myodocarpus* comporte 6 espèces en maquis. En fonction de celles présentes sur les sites à revégétaliser, les autres espèces de *Myodocarpus* peuvent être récoltées et utilisées en restauration (notamment *M. crassifolius*, *M. involucratus* (cf. photo) et *M. nervatus*), leurs caractéristiques germinatives étant similaires à celles de *M. fraxinifolius*. Ce genre se retrouve souvent dans les maquis peu évolués et sur les anciennes pistes minières où il se comporte en pionnier. La bonne productivité en graines et sa croissance rapide en font un candidat intéressant en revégétalisation. Il faut toutefois noter que ce genre contient dans ses tissus des huiles inflammables, à l'odeur de térébenthine, qui constitueraient une défense contre les phytophages tout en le rendant plus sensible aux incendies.

La famille des Myrtaceae est la plus riche en espèces de toute la flore de la Nouvelle-Calédonie, avec environ 250 espèces autochtones (toutes endémiques, sauf trois espèces, dont le « niaouli »), ainsi que de la flore des substrats ultramafiques avec plus de 180 espèces. Elle est largement représentée dans les forêts et dans les maquis, par exemple par les « goyas » (regroupant diverses Myrtaceae), le « chêne gomme » (*Arillastrum gummiferum*), le « faux teck » (*Carpolepis laurifolia*), exploités pour leur bois. Les Myrtaceae de Nouvelle-Calédonie appartiennent à deux groupes (ou tribus) : les Leptospermoideae à fruits secs et les Myrtoideae à fruits charnus.

Le groupe des **Leptospermoideae** a fait l'objet d'une révision. Il possède 75 espèces réparties sur 10 genres dont 4 endémiques (*Arillastrum*, *Carpolepis*, *Cloezia* et *Purpleostemon*) ; 69 espèces se développent sur roches ultramafiques et 49 ne s'en écartent pas. Le genre *Xanthostemon* comprend 19 espèces dont 17 sur roches ultramafiques (14 dans le maquis minier et 3 en forêt) ; les autres espèces se développent uniquement en forêt. Le genre *Metrosideros* rassemble 18 espèces dont 13 se rencontrent sur roches ultramafiques : 10 espèces se trouvent dans le maquis dont 5 également en forêt. Le genre *Tristaniopsis* possède 12 espèces (sur un total de 13) sur roches ultramafiques, 12 se trouvent en maquis et 5 en forêt. Le genre *Melaleuca* possède neuf espèces, toutes représentées dans le maquis minier, deux se développent également en forêt et une (*Melaleuca quinquenervia*) préférentiellement en savane sur roches acides. Le genre *Sannantha* (ex-*Babingtonia* et ex-*Baeckea*) possède quatre espèces, dont trois ubiquistes, dans le maquis minier. Le genre *Cloezia* compte six espèces dans le maquis, incluant deux espèces ubiquistes et deux rivulaires. Le genre *Carpolepis* comprend trois espèces dont deux exclusivement sur roches ultramafiques dans le maquis et en forêt. Les genres *Arillastrum* (une espèce d'origine forestière) et *Pleurocalyptus* (deux espèces forestières dont une également dans le maquis minier) ne se trouvent que secondairement dans le maquis. L'importance des espèces sur roches ultramafiques placerait ce groupe en tête des familles sur-représentées sur ce substrat, s'il était élevé au rang de famille.

Le groupe des **Myrtoideae** comprend environ 175 espèces, réparties sur une douzaine de genres. Le genre *Syzygium* (le seul ayant fait l'objet d'une révision dans *La flore de la Nouvelle-Calédonie*) possède 68 espèces, dont 46 sur terrains miniers et 21 ne s'en écartant pas ; 24 espèces sont représentées dans le maquis minier et 14 y sont strictement inféodées. Le genre *Eugenia* (en cours de révision, J. W. Dawson, com. pers.) possède 52 espèces, dont 33 sur roches ultramafiques et 18 strictement liées à ce substrat ; 23 espèces ont été recensées dans le maquis minier et seulement 7 espèces ne s'en écartent pas. Le genre *Ptilocalyx*, qui doit être mis en synonymie avec le genre *Syzygium* (Craven et al. 2006), aurait une dizaine d'espèces, majoritairement forestières et d'égale importance sur roches ultramafiques et sur roches acides. Les genres *Gossia*, *Archirhodomyrtus*, *Rhodomyrtus* et *Uromyrtus* (un total d'une trentaine d'espèces actuellement à l'étude) seraient majoritairement représentés sur roches ultramafiques et compteraient de 15 à 20 espèces dans le maquis. Le genre endémique *Myrtastrum* (une espèce) est strictement lié aux maquis tandis que le genre *Kanakomyrtus* (endémique) n'a qu'une espèce sur cinq sur terrains miniers..

DESCRIPTION BOTANIQUE DE LA FAMILLE :

Arbres, arbustes. Feuilles aromatiques à glandes pellucides, opposées sauf chez *Tristaniopsis* (feuilles alternes) et *Xanthostemon* (alternes souvent sub-verticillées), présence d'une nervure marginale chez de nombreuses espèces. Fleurs hermaphrodites ou unisexuées, sépales et pétales généralement par 4-5, parfois soudés ou adhérents, disque tapissant le tube du calice ou le haut de l'ovaire, étamines nombreuses.



STATUT DE L'ESPÈCE : Endémique.

DESCRIPTION :

Arbuste ou arbre de 1,5-18 m de haut. Jeunes rameaux à 6 angles ailés. Feuilles entières à pétiole court, à limbe ovale, opposées ou verticillées par 3. Inflorescences groupées par 3 à 5 au sommet des rameaux, chacune composée de 2 ou 3 fleurs. Fleurs jaunes, à 5 sépales et à 5 pétales, étamines nombreuses, plus longues que les pétales ; corolle de 1-1,5 cm. Fruits secs en capsules de 5-8 mm de hauteur sur 8-12 mm de diamètre, s'ouvrant à maturité. Graines ailées de 2,5-3 x 0,7-1 mm.

Critères de reconnaissance : Jeunes rameaux anguleux, jeunes feuilles souvent rouges, feuillage groupé aux extrémités des branches supérieures et fleurs jaunes.

HABITAT :

Espèce largement répandue sur la Grande Terre. On la trouve en forêt et en maquis (sa taille est alors réduite) sur substrat ultramafique, entre 5 et 1 600 m d'altitude, parfois en peuplements denses. Il existe deux variétés :

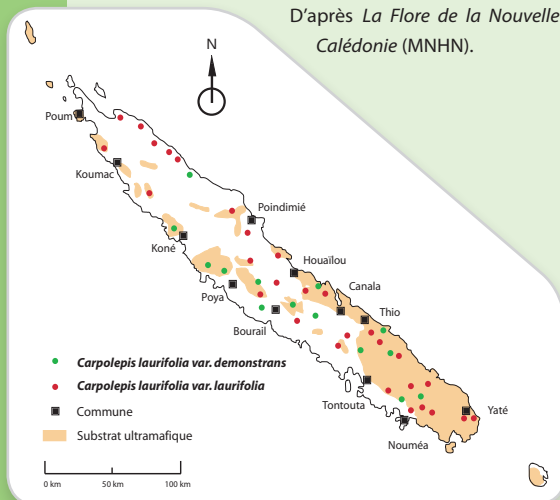
- la variété *laurifolia*, qui se trouve surtout à basse altitude, en forêt humide ;
- la variété *demonstrans*, qui croît principalement en altitude dans les forêts basses et en maquis, surtout sur substrat péridotitique, mais aussi sur schistes.

PHÉNOLOGIE :

Floraison de décembre à mars, avec un pic en janvier. Fructification d'avril à septembre (fruits mûrs surtout entre avril et juillet). Les arbres ne fleurissent pas tous les ans.

DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE :

D'après *La Flore de la Nouvelle-Calédonie* (MNHN).



Fleurs de *C. laurifolia*.



Fruits de *C. laurifolia*.

STADE ET TECHNIQUE DE COLLECTE :

Récolte des fruits sur l'arbre avant déhiscence, quand leur couleur passe au marron clair. Si les fruits sont trop mûrs, les graines restantes tombent très facilement, on peut alors utiliser un sac ou une bâche et secouer les branches.

EXTRACTION ET TRAITEMENT DES GRAINES :

Les capsules sont séchées sur tamis fin (n° 14 ou 16). À la déhiscence totale des fruits, le tamis est secoué manuellement afin de libérer les graines. Les graines fertiles sont ailées et présentent un embryon bombé (cf. photo).

DONNÉES QUANTITATIVES :

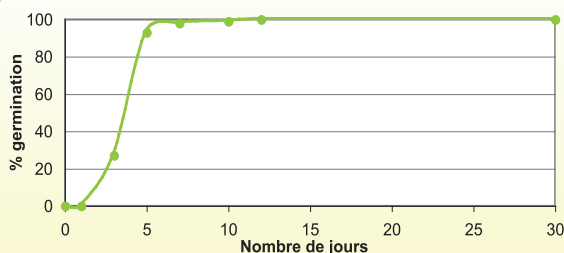
De 0,1 à 0,5 g pour 1 000 graines triées. Nombreuses graines par fruit. Beaucoup sont vides, en forme d'écaille aplatie (90 à 95 %).

TEST DE VIABILITÉ :

Le test de germination est le plus fiable, la totalité des graines viables germent en moins de 10 jours.



Graines de *C. laurifolia* (la plupart vides).



Courbe de germination de *Carpolepis laurifolia*. Culture : sans traitement, en salle (arrosage régulier, température extérieure, démarrage en juin).

GERMINATION / PRÉTRAITEMENT :

Pas de dormance, germination rapide sans aucun traitement (cf. courbe ; seules sont testées les semences d'aspect fertile). Prendre en compte la forte proportion de graines vides dans un lot. Les graines germent entre 7 et 35 °C, avec un optimum entre 25 et 35 °C.

STOCKAGE :

Graines probablement orthodoxes : à conserver après séchage en boîtes hermétiques à 3 °C. Avec cette méthode, le taux de germination ne varie pas après 3,5 ans (avec une teneur en eau de 14 %, après séchage en salle) ; il a tendance à diminuer après. À l'air libre en laboratoire, on constate une baisse de viabilité après 2 mois et une perte totale en 12 mois.

CULTURE EN PÉPINIÈRE :

Assez facile à cultiver à partir de graines. Repiquage délicat : plantules de petite taille, à ne pas repiquer trop tôt (stade 2 ou 4 vraies feuilles). À ce stade, éviter les arrosages à grosses gouttes. Durée de culture : environ 12 à 14 mois (selon la température et le substrat), en alvéoles de 250 ml. Pas de maladies ni de ravageurs constatés. Peut se multiplier par bouturage.



Plant en pépinière de *C. laurifolia*.

COMPOSITION MINÉRALE FOLIAIRE MOYENNE : (n = nb d'analyses) (Source : T. Jaffré, IRD)

	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Na (%)	Mn (ppm)	Ni (ppm)	SiO ₂ (%)
<i>C. laurifolia</i> (n = 15)	0,62	0,04	0,28	1,46	0,26	0,29	906	38	0,03



STATUT DE L'ESPÈCE : Endémique.

DESCRIPTION :

Arbrisseau ou arbuste de 0,5-4 m de haut. Feuilles opposées à pétiole de 3-11 mm de long ; limbe souvent vert glauque, pouvant être vert pâle ou vert foncé, souvent terne ou parfois luisant ; glabre ou à pubescence dense au stade jeune. Inflorescence axillaire en cyme, comportant 3-21 fleurs généralement jaunes, parfois blanches. Fruits en capsules, contenant des graines linéaires de 3-4,5 mm de long et 0,7-1 mm de large.

Critères de reconnaissance : Aspect vert clair de la face inférieure des feuilles. Feuillage polymorphe.

Il existe trois variétés : var. *artensis*, répandue sur tout le territoire sur terrains miniers, var. *basilaris*, qui se retrouve dans le massif ultramafique du Sud, et var. *riparia*, inféodée aux seules berges de la haute Tontouta. Pour la revégétalisation, il est préférable de se concentrer sur la variété *artensis* ou sur celle présente sur le site.

HABITAT :

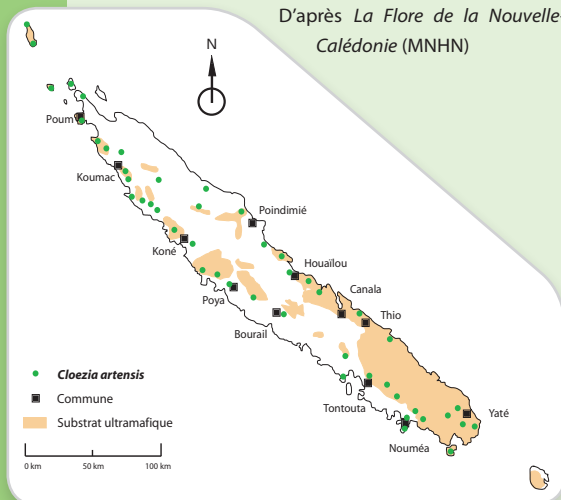
Espèce commune, largement répandue sur substrat ultramafique, et localement sur schistes et sur roches calcaires. Elle croît dans le maquis et les forêts basses, sur les versants rocheux et les alluvions, de 10 à 1 000 m d'altitude, aussi bien dans des endroits secs que dans des lieux humides.

PHÉNOLOGIE :

Floraison de novembre à mai. Fructification abondante de mai à novembre.

DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE :

D'après *La Flore de la Nouvelle-Calédonie* (MNHN)



Rameau de *Cloezia artensis*.

STADE ET TECHNIQUE DE COLLECTE :

Récolte de préférence quand les fruits commencent à s'ouvrir. Récolte possible des fruits fermés, de couleur virant au brun, mais bien formés. Si les fruits sont très ouverts, on peut secouer les rameaux pour faire tomber les graines dans un sac. Un individu porte souvent des fruits à des stades différents, ce qui permet de collecter sur une assez large période.

EXTRACTION ET TRAITEMENT DES GRAINES :

Après séchage en salle, à leur déhiscence, les capsules sont tapotées sur tamis afin de libérer les semences. Les graines sont ensuite tamisées plusieurs fois à travers des tamis de mailles différentes. Il n'est pas possible d'utiliser un « vacuum cleaner » pour séparer les graines des matières inertes restantes.



Fleurs et fruits de *C. artensis*.



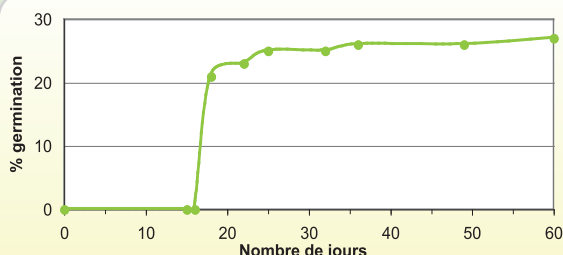
Graines de *Cloezia artensis* (les viables et les stériles sont peu différenciables).

DONNÉES QUANTITATIVES :

De 0,3 à 0,5 g pour 1 000 graines triées. Les fruits libèrent un grand nombre de graines, la plupart vides (plus de 85 %).

TEST DE VIABILITÉ :

Le test de germination est le plus fiable, la majorité des graines viables germent en 20 jours.



Courbe de germination de *Cloezia artensis*. Culture : sans traitement, en salle (arrosage régulier, température extérieure, démarrage en septembre).

GERMINATION / PRÉTRAITEMENT :

Pas de dormance, aucun traitement nécessaire (cf. courbe ; seules sont testées les semences d'aspect fertile). Qualité des lots collectés variable (graines souvent vides).

N.B. : Les graines vides et les viables sont difficiles à séparer, même sur table lumineuse.

STOCKAGE :

Graines probablement orthodoxes : à conserver après séchage en boîtes hermétiques à 3 °C. Avec cette méthode, le taux de germination ne varie pas après 3,5 ans (avec une teneur en eau de 11,2 %, après séchage en salle). Pas encore de résultats au-delà.

CULTURE EN PÉPINIÈRE :

Facile à cultiver à partir de graines. Repiquage délicat, au stade 2 vraies feuilles. À ce stade, éviter d'arroser à grosses gouttes. Durée de culture : 10 à 12 mois (selon la température et le substrat), en alvéoles de 250 ml. Pas de maladies ni de ravageurs constatés. Peut se multiplier par bouturage.

COMPOSITION MINÉRALE FOLIAIRE MOYENNE : (n = nb d'analyses) (Source : T. Jaffré, IRD)

	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Na (%)	Mn (ppm)	Ni (ppm)	SiO ₂ (%)
<i>C. artensis</i> (n = 50)	0,82	0,02	0,73	1,01	0,53	0,03	148	250	0,20

Myrtastrum rufo-punctatum



STATUT DE L'ESPÈCE : Endémique.

DESCRIPTION :

Arbrisseau ayant généralement un port en boule. Feuilles opposées-décussées de petite taille (10 x 5 mm), possédant des glandes bien visibles sur la face inférieure. Marge des feuilles légèrement révolutée. Fleurs de couleur blanche comportant de nombreuses étamines. Baies de couleur noire, de diamètre compris entre 5 et 10 mm et contenant plusieurs graines d'environ 1 mm de diamètre.

HABITAT :

Cette espèce se trouve sur substrat ultramafique, préférentiellement sur sols bruns hypermagnésiens et sur sols peu évolués d'érosion, entre 100 et 1 300 m d'altitude. Elle présente une bonne résistance à l'aridité.

PHÉNOLOGIE :

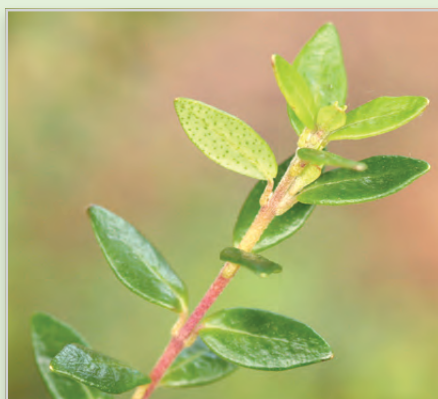
Floraison entre novembre et avril. Fructification étalée entre avril et décembre (collecte surtout entre août et novembre).



Fleurs de *Myrtastrum rufo-punctatum*.

DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE :

D'après l'herbier du centre IRD (NOU).



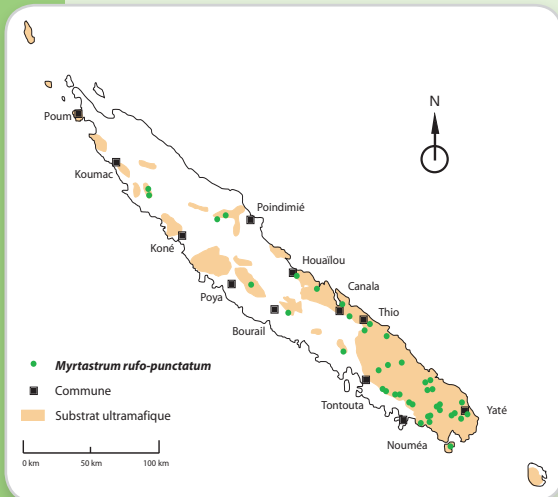
Feuilles de *M. rufo-punctatum* (revers du limbe en haut à gauche).

STADE ET TECHNIQUE DE COLLECTE :

Les baies sont récoltées manuellement lorsqu'elles sont bien noires. Fructification souvent abondante.

EXTRACTION ET TRAITEMENT DES GRAINES :

Les baies sont dépulpées manuellement, juste après la récolte, sur un tamis fin (n° 16), sous un filet d'eau. Les graines sont séchées à l'air, puis éventuellement passées au « vacuum cleaner » afin d'éliminer les fines matières inertes restantes.



Graines de *M. rufo-punctatum*.**DONNÉES QUANTITATIVES :**

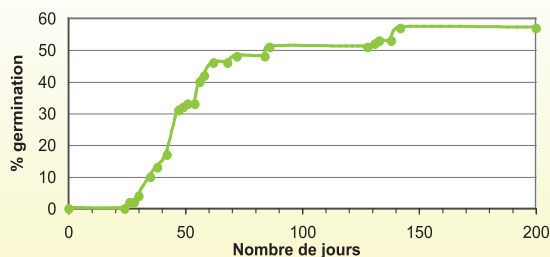
0,45 g pour 1 000 graines triées. Nombreuses graines par fruit (plus de 10 à 20).

TEST DE VIABILITÉ :

Vu la taille des graines, les tests à la coupe ou au tétrazolium sont difficiles à réaliser. Le test de germination est le plus fiable, mais il faut attendre environ 50 à 60 jours pour voir 80 % des graines viables germer.

GERMINATION / PRÉTRAITEMENT :

Dormance : soit absente, soit légère (en cours d'étude). De bons résultats sont obtenus sans traitement (cf. courbe). Le nitrate de potassium (3 g/l) pendant 48 heures améliore la vitesse et le nombre de germinations.



Courbe de germination de *Myrtastrum rufo-punctatum*. Culture : sans traitement, arrosage, enceinte (29 °C + éclairage 12 h / 22 °C sans éclairage 12 h).

Baies de *M. rufo-punctatum*.**STOCKAGE :**

Graines probablement orthodoxes : à conserver après séchage en boîtes hermétiques à 3 °C. Avec cette méthode, le taux de germination ne varie pas après deux ans (avec une teneur en eau de 11,3 %, après séchage en salle). Pas encore de résultats au-delà.

CULTURE EN PÉPINIÈRE :

Facile à cultiver à partir de graines. Repiquage délicat, au stade 2 vraies feuilles. À ce stade, éviter d'arroser à grosses gouttes. Croissance assez lente, durée de culture : environ 12 à 14 mois (selon la température et le substrat), en alvéoles de 250 ml. Pas de maladies ni de ravageurs constatés.

Peut se multiplier par bouturage.

Jeune plant de *M. rufo-punctatum*.**COMPOSITION MINÉRALE FOLIAIRE MOYENNE :** (n = nb d'analyses) (Source : T. Jaffré, IRD)

	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Na (%)	Mn (ppm)	Ni (ppm)	SiO ₂ (%)
<i>M. rufo-punctatum</i> (n = 6)	0,53	0,02	0,48	0,55	0,54	0,06	-	50	0,08



STATUT DE L'ESPÈCE : Endémique.

DESCRIPTION :

Arbrisseau pouvant atteindre 2 m de haut. Rameaux dressés. Feuilles opposées-décussées, coriaces et presque cylindriques, de 5 à 12 x 0,6 à 1 mm, avec un sillon au milieu du limbe. Inflorescence de 1 à 3 fleurs. Fleurs blanches abondantes, d'environ 5 mm de diamètre. Capsules de 1,5 mm de haut et 2 mm de diamètre.

Critères de reconnaissance : Cette espèce est caractérisée par ses feuilles disposées sur 4 rangs, relativement petites, presque cylindriques, à sommet arrondi, éricoïdes (rappelant la bruyère *Erica* sp.), par ses pédoncules et pédicelles courts, par ses petites fleurs blanches ayant un petit nombre d'étamines.

HABITAT :

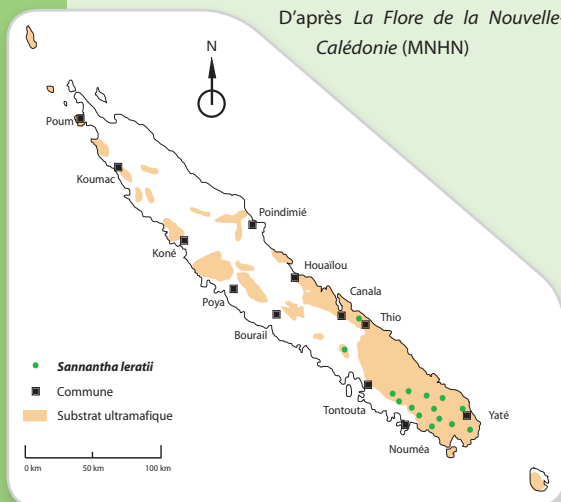
Cette espèce est commune sur substrat ultramafique dans le Sud. Il existe également deux populations plus au nord (mont Do et col de Petchikara). Elle est présente à la fois en maquis, en zone humide et en savane, entre 0 et 1 000 m d'altitude.

PHÉNOLOGIE :

Floraison étalée entre octobre et mars. Fructification entre janvier et juin (collecte surtout de janvier à mars).

DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE :

D'après *La Flore de la Nouvelle-Calédonie* (MNHN)



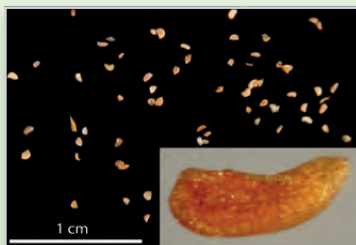
Feuilles de *Sannantha leratii*.



Fleurs de *S. leratii*.

STADE ET TECHNIQUE DE COLLECTE :

Les fruits se récoltent juste avant ou au début de leur déhiscence, quand ils ont une couleur brune. Sélectionner les capsules, un même pied présentant des fruits à des stades différents.

Fruits matures de *S. leratii*.Graines de *S. leratii* (la plupart vides).

GERMINATION / PRÉTRAITEMENT :

Pas de dormance, aucun traitement nécessaire (cf. courbe ; seules sont testées les semences d'aspect fertile, en forme de virgule avec un embryon bombé, et d'aspect translucide sur table lumineuse).

Jeune plant de *S. leratii* (de 12 mois).

EXTRACTION ET TRAITEMENT DES GRAINES :

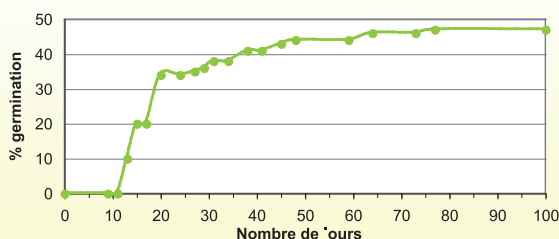
Après séchage en salle, à leur déhiscence, les capsules sont tapotées sur tamis afin de libérer les semences. Les graines sont ensuite tamisées plusieurs fois à travers des tamis de mailles différentes. Il est impossible d'utiliser un « vacuum cleaner » pour cette espèce, les graines étant trop légères.

DONNÉES QUANTITATIVES :

0,013 g pour 1 000 graines. Nombreuses graines par fruit.

TEST DE VIABILITÉ :

Le test de germination est le plus fiable, la majorité des graines viables germent en 25 jours.



Courbe de germination de *Sannantha leratii*. Culture : sans traitement, en salle (arrosage régulier, température extérieure, démarrage en février).

STOCKAGE :

Graines probablement orthodoxes : à conserver après séchage en boîtes hermétiques à 3 °C. Avec cette méthode, le taux de germination ne varie pas après 32 mois (avec une humidité des graines de 9,3 %, après séchage en salle). Pas de résultats au-delà.

CULTURE EN PÉPINIÈRE :

Assez facile à cultiver à partir de graines. Repiquage délicat : plantules de petite taille, à ne pas repiquer trop tôt (stade 2 ou 4 vraies feuilles). À ce stade, éviter les arrosages à grosses gouttes. Croissance assez rapide, durée de culture : environ 10 à 12 mois (selon la température et le substrat), en alvéoles de 250 ml. Pas de maladies ni de ravageurs constatés. Peut se multiplier par bouturage.

COMPOSITION MINÉRALE FOLIAIRE MOYENNE : (n = nb d'analyses) (Source : T. Jaffré, IRD)

	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Na (%)	Mn (ppm)	Ni (ppm)	SiO ₂ (%)
<i>S. leratii</i> (n = 10)	0,87	0,03	0,43	0,45	0,20	0,33	540	38	0,40

Tristaniopsis calobuxus, T. glauca, T. guillainii



Tristaniopsis glauca.

STATUT DES ESPÈCES : Endémiques.

DESCRIPTION :

Caractères communs aux trois espèces présentées :
 Arbustes ou arbres à feuilles alternes. Dense pubescence blanchâtre sur les jeunes rameaux et les feuilles juvéniles, qui deviennent progressivement glabres. Nervure médiane saillante en dessous, réseau de nervilles indistinct. Inflorescence située à l'aisselle des feuilles de l'extrémité des rameaux ordinaires. Les différents éléments floraux sont couverts d'une dense pubescence. Les étamines sont rassemblées en faisceaux.

Distinction des trois espèces :

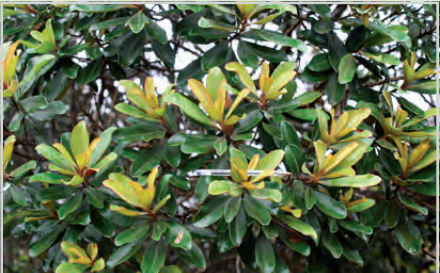
Caractère discriminant	<i>T. calobuxus</i>	<i>T. glauca</i>	<i>T. guillainii</i>
Taille maximale	4 m	6 m	15 m
Pubescence des rameaux	longs poils blanchâtres, étalés, devenant progressivement glabres et brun-noir	dense pubescence blanchâtre, devenant rapidement glabre et brun foncé	poils courts, denses, tordus, cramoisis ou rouille sur les jeunes rameaux, devenant glabres et noirs à brun moyen
Dimensions du pétiole	1-5 x 1-2 mm	6-12 x 1-2,5 mm	5-20 x 1,5-2,5(5) mm
Dimensions du limbe	1-4 x 1-2 cm	7-12 x 2-3,5 cm	4-12 x 1-5 cm
Nombre de fleurs par inflorescence	1-3, parfois 4	jusqu'à 31	2-10
Dimensions du pédoncule	2-5 x 1-2 mm	aplati, de 10-30 x 1-2,5 mm	10-30 x 1-3 mm, s'élargissant vers le haut
Dimensions de la capsule	5-7 x 4-5 mm	3,5-5 x 3-4 mm	7,5-12 x 7-11 mm
Dimensions de la graine	4 x 1,3 mm	2,3 x 1 mm	4 x 2 mm

REMARQUE :

Deux variétés de *T. guillainii* ont été décrites : *T. guillainii* var. *guillainii* et *T. guillainii* var. *balansana*. Elles se distinguent par le nombre d'étamines par faisceau : 15-30 pour la première (cantonnée au nord de la ligne Thio-La Foa), 50-70 pour la seconde (dans le Sud).



Détail des feuilles de *T. calobuxus*.



Feuilles de *T. guillainii*.

HABITAT :

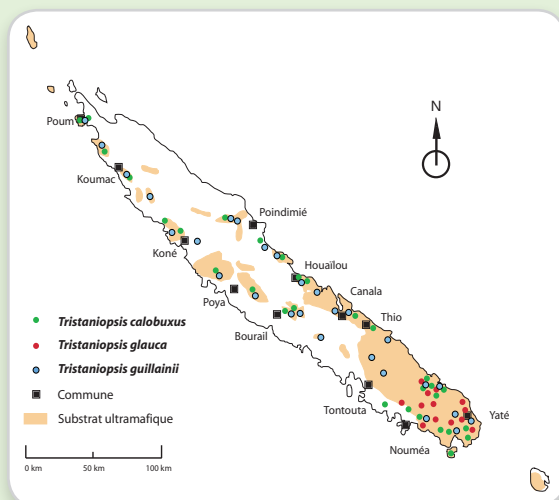
- *T. calobuxus* est une composante commune des maquis buissonnants sur sols latéritiques, de 10 à 1 100 m d'altitude, ainsi que sur sols bruns hypermagnésiens. Cette espèce existe aussi dans les maquis sur roches acides du nord de la Grande Terre.
- *T. glauca* : Cette espèce est très commune dans la moitié sud du grand massif ultramafique, en maquis sur divers sols latéritiques et sur gabbros. Elle se développe entre 50 et 1 000 m d'altitude, mais plus fréquemment dans les zones basses.
- *T. guillainii* : Cette espèce se retrouve sur tous les massifs de roches ultramafiques de la Grande Terre, entre 140 et 1 200 m d'altitude, souvent en peuplements denses. Elle affectionne surtout les sols ferrallitiques caillouteux ou gravillonnaires plus ou moins acides. Elle résiste bien à l'aridité.

PHÉNOLOGIE :

- *T. calobuxus* : Floraison étalée de mai à décembre, voire février (surtout de juillet à octobre). Fructification étalée de juillet à mai (surtout de septembre à mars). Cycles phénologiques variables selon les lieux, les années et les individus.
- *T. glauca* : Floraison de janvier à avril (surtout en février-mars). Fructification de mars à octobre (surtout de mai à août). Cycles assez réguliers entre les années, selon les lieux et les individus.
- *T. guillainii* : Floraison étalée d'avril à décembre (surtout de mai à octobre). Fructification de juin à janvier (surtout de juillet à novembre). Cycles phénologiques très variables selon les lieux, les années et les individus, et à des stades différents au même moment. Il semble qu'en zone plus sèche les individus fleurissent et fructifient plus précocement.

DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE :

D'après *La Flore de Nouvelle-Calédonie* (MNHN).



Feuilles et fleurs de *T. calobuxus*.



Feuilles et fleurs de *T. glauca* (caractérisé par de grandes feuilles d'un vert glauque dont la face inférieure est terne).



Feuilles et fleurs de *T. guillainii*.



Fruits de *T. calobuxus* (mûrs et passés).



Fruits de *T. glauca* (mûrs et passés).



Fruits de *T. guillainii* (immatures).

STADE ET TECHNIQUE DE COLLECTE :

Les capsules se récoltent manuellement ou au sécateur lorsqu'elles commencent à brunir et que les fentes de déhiscence commencent à se voir.

EXTRACTION ET TRAITEMENT DES GRAINES :

Mis à sécher en salle, les fruits s'ouvrent complètement. Ils sont tapotés manuellement sur tamis afin de libérer les semences. Il convient ensuite de tamiser plusieurs fois les graines à travers des tamis de maillages différents. Il n'est pas possible d'utiliser le « vacuum cleaner » pour cette espèce, les graines sont trop légères. Les graines fertiles sont ailées et présentent un embryon bombé (cf. photos).



Graines de *T. calobuxus* (encadré : graine fertile).



Graines de *T. glauca* (encadré : graine fertile).

DONNÉES QUANTITATIVES :

	<i>T. calobuxus</i>	<i>T. glauca</i>	<i>T. guillainii</i>
Pour 1 000 graines triées	1,3 g	0,3 à 0,6 g	0,6 g

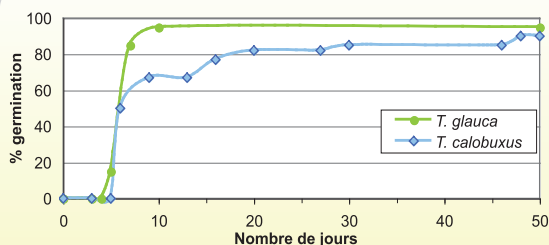
Un fruit peut contenir 15 à 30 graines, mais la plupart sont vides (80 à 95 % en général) et souvent parasitées.

TEST DE VIABILITÉ :

Le test de germination est le plus fiable, 90 % des graines viables germent en 10 à 20 jours.

GERMINATION / PRÉTRAITEMENT :

Pas de dormance, germination rapide sans aucun traitement (cf. courbes ; seules sont testées les semences d'aspect fertile). Peu de différences de réponse entre les températures estivales et hivernales (en salle, soit entre 20 et 30 °C environ).



Courbes de germination de *Tristaniopsis glauca* et de *T. calobuxus*. Culture : sans traitement, arrosage, enceinte (29 °C + éclairage 12 h / 22 °C sans éclairage 12 h).

REMARQUE :

En fonction des sites à revégétaliser, d'autres espèces du genre *Tristaniopsis* (*T. capitulata*, *T. macphersonii*, *T. yateensis*) devraient pouvoir être aussi utilisées en restauration, les techniques de collecte et les caractéristiques germinatives étant vraisemblablement similaires à celles détaillées ci-dessus.

STOCKAGE :

Graines probablement orthodoxes : à conserver après séchage en boîtes hermétiques à 3 °C. Avec cette méthode, le taux de germination ne varie pas après 12 mois de stockage (avec une humidité des graines de 8,7 %, après séchage en salle). Pas encore de résultats au-delà.

CULTURE EN PÉPINIÈRE :

Facile à cultiver à partir de graines. Repiquage délicat, au stade 2 (voire 4) vraies feuilles. Croissance assez lente, durée de culture : environ 12 à 14 mois (selon la température et le substrat), en alvéoles de 250 ml. Pas de maladies ni de ravageurs constatés. Bouturage possible sur *T. calobuxus* et *T. glauca* (résultats toutefois moyens).



Jeune plant de *T. glauca* (à 12 mois).



Jeune plant de *T. calobuxus*.



Xanthostemon ruber.

STATUT DES ESPÈCES : Endémiques.

DESCRIPTION:

Critères de reconnaissance :

- *X. aurantiacus* : Espèce facilement reconnaissable à ses feuilles relativement étroites, de plus de 6 cm, à revers blanchâtre et à nombreuses nervilles, ainsi qu'à ses fleurs à hypanthium profond et à pétales orange ou rouges.
- *X. multiflorus* : Espèce caractérisée par ses fleurs jaunes. Feuillage et taille variables, 5 pétales, 5 sépales ; feuilles vernissées. Peut être confondu avec *X. laurinus*, qui diffère par des feuilles très

épaisses, à pétiole court, ainsi que par des fleurs et des fruits aussi plus grands.

- *X. ruber* : Cette espèce est une des plus faciles à reconnaître avec son hypanthium plat et ses fleurs rouge vif très voyantes.

Distinction des trois espèces :

(Pour les caractères communs, voir la page sur la famille.)

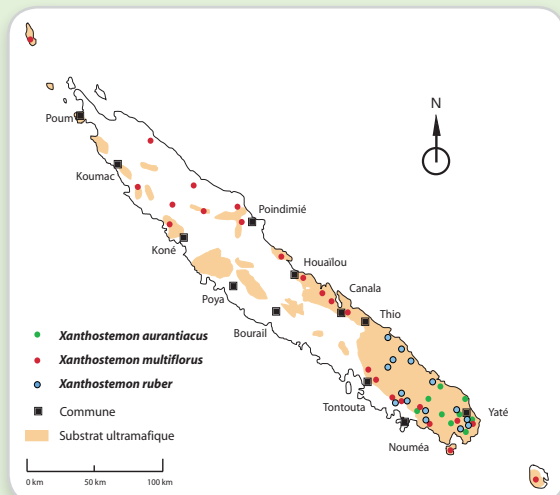
Caractère discriminant	<i>X. aurantiacus</i>	<i>X. multiflorus</i>	<i>X. ruber</i>
Taille maximale	3 m	30 m	20 m
Pubescence	glabre et pourvue de poils épars, argentés sur les parties jeunes	appareil végétatif et fleurs glabres, ou d'abord garnis d'une pubescence grise et devenant glabres	poils épars sur les parties jeunes, devenant rapidement glabres.
Dimensions du pétiole	6-12 x 2-3 mm	4-20 x 1-3 mm	4-6 x 1,5-2 mm
Dimensions du limbe	épais, plat de 7-9 x 1,5-3,5 cm	4-15 x 2-8 cm	4-7 x 2-3,5 cm
Nervures	nervure médiane saillante en dessous, 20-30 paires de nervures secondaires peu marquées, réseau de nervilles bien visibles en dessous	nervure médiane saillante en dessous et vers la base au-dessus, 15-25 paires de nervures secondaires peu marquées	nervure médiane saillante en dessous, souvent foncée, 25-40 paires de nervures secondaires peu marquées
Nombre de fleurs par inflorescence	jusqu'à 12	jusqu'à 18	jusqu'à 5
Couleur des pétales	rouge à orange (rarement jaune ou blanche)	jaune ou blanc crème	rouge
Dimensions de l'hypanthium	10-15 x 7-9 mm	4-7 x 5-11 mm	plat ou légèrement concave, de 9-18 mm de diamètre
Dimensions des sépales	4-6,5 x 5-7 mm	2-16 x 3-6 mm	4-6,5 x 2,5-3 mm
Dimensions des pétales	12-18 x 10-13 mm	5-10 x 5-10 mm	15-25 x 10-15 mm
Dimensions de la capsule	12-15 x 11-13 mm	8-12 x 9-15 mm	8-10 x 10-12 mm

HABITAT :

- *X. aurantiacus* : Cette espèce est localement abondante dans la moitié méridionale du massif ultramafique du Sud. Elle se trouve en maquis, entre 30 et 700 m d'altitude, le plus souvent sur sols rocheux et sur colluvions à basse altitude.
- *X. multiflorus* : C'est l'espèce du genre *Xanthostemon* la plus répandue, du niveau de la mer à 600 m d'altitude, sur l'ensemble des massifs de roches ultramafiques. Elle se rencontre en maquis minier sur sols rocheux, et sur schistes le long de la côte nord-ouest. Elle atteint la taille d'un arbre dans les lambeaux forestiers, près des cours d'eau.
- *X. ruber* : Cette espèce se rencontre dans plusieurs localités du massif ultramafique du Sud, en forêt basse et en maquis, sur sol magnésien ou sur serpentinite, entre 30 et 850 m d'altitude.

PHÉNOLOGIE :

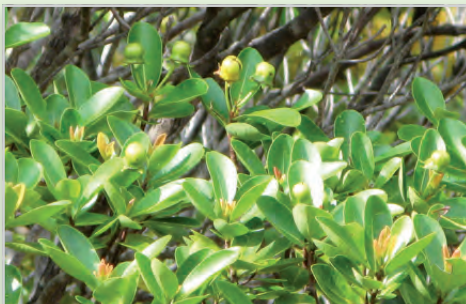
- *X. aurantiacus* : Floraison étalée du mois d'octobre au mois de mai. Fructification étalée sur l'année, collecte principalement entre juin et novembre.
- *X. multiflorus* : Floraison étalée entre octobre et juillet (principalement vers avril). Fructification étalée sur l'année, collecte principale entre août et octobre.
- *X. ruber* : Floraison entre les mois de mai et août (surtout juin-juillet), assez synchrone. Maturation des fruits principalement entre novembre et février.

DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE : D'après *La Flore de Nouvelle-Calédonie* (MNHN).

Détail des feuilles de *X. aurantiacus* (revers blanchâtre).



Détail des feuilles de *X. multiflorus*.



Détail des feuilles de *X. ruber*.

**STADE ET TECHNIQUE
DE COLLECTE :**

Les capsules se récoltent manuellement ou au sécateur lorsque les fentes de déhiscence commencent à se voir, ou avant déhiscence lorsque les capsules commencent à brunir. Si les capsules sont déjà ouvertes, mettre un récipient ou un drap en dessous et secouer la branche. Les graines sont ensuite récupérées.



Fleurs de *X. aurantiacus*.



Détail des fleurs de *X. multiflorus*.



Fleurs de *X. ruber*.

**EXTRACTION ET TRAITEMENT
DES GRAINES :**

Les capsules ouvertes après séchage en salle sont tapotées manuellement sur tamis afin de libérer les semences. Elles sont ensuite tamisées plusieurs fois à travers des tamis de mailles différentes. Un passage au « vacuum cleaner » permet d'enlever les matières inertes.



Fruits de *X. multiflorus*.

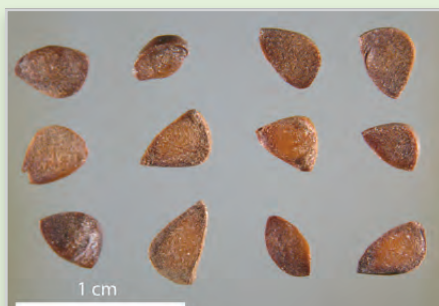
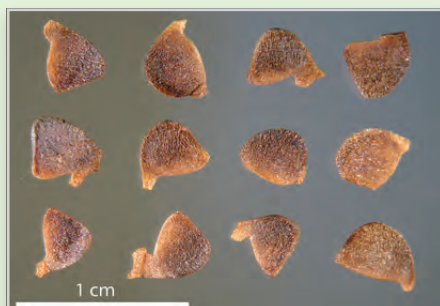
DONNÉES QUANTITATIVES :

	<i>X. aurantiacus</i>	<i>X. multiflorus</i>	<i>X. ruber</i>
Pour 1 000 graines triées	1,7 à 2,1 g	2,2 à 2,5 g	3,6 g

Un fruit contient souvent plus de 50 graines, mais la plupart sont vides (> 90 % en général).

TEST DE VIABILITÉ :

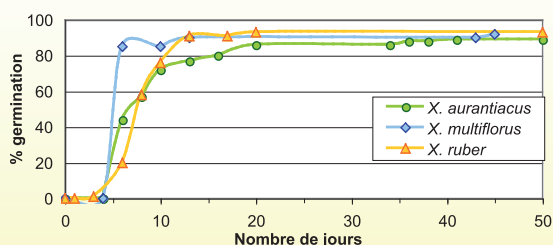
Le test de germination est le plus fiable car 90 % des graines viables germent en 15 jours environ.

Détail des graines de *X. aurantiacus*.Détail des graines de *X. multiflorus*.Fruits de *X. ruber* séchés en salle.

GERMINATION / PRÉTRAITEMENT :

Pas de dormance, germination rapide sans aucun traitement (cf. courbes ; seules sont testées les semences d'aspect fertile, lesquelles, mises sur table lumineuse, apparaissent plus claires sur une grande partie de la graine).

Peu de différences de réponse entre les températures estivales et hivernales (en salle, soit entre 20 et 30 °C environ).



Courbes de germination de *Xanthostemon aurantiacus*, de *X. multiflorus* et de *X. ruber*. Culture : sans traitement, enceinte (29 °C + éclairage 12 h / 22 °C sans écl. 12 h).

STOCKAGE :

Graines probablement orthodoxes : à conserver après séchage en boîtes hermétiques à 3 °C. Avec cette méthode, le taux de germination ne varie pas après 3 ans de stockage (avec une humidité des graines de 11 à 14 %, après séchage en salle).

CULTURE EN PÉPINIÈRE :

Facile à cultiver à partir de graines. Repiquage au stade 2 (voire 4) vraies feuilles.

Durée de culture : environ 10 à 12 mois pour *X. aurantiacus*, 12 à 14 mois pour les autres (selon la température et le substrat), en alvéoles de 250 ml.

Cochenilles farineuses parfois sur *X. multiflorus* (traitement chimique possible).

X. aurantiacus peut se multiplier par bouturage.

Plantules de *X. ruber* (à 4 mois).

Xanthostemon aurantiacus, *X. multiflorus*, *X. ruber*

COMPOSITION MINÉRALE FOLIAIRE MOYENNE : (n = nb d'analyses) (Source : T. Jaffré, IRD)

	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Na (%)	Mn (ppm)	Ni (ppm)	SiO ₂ (%)
<i>X. aurantiacus</i> (n = 13)	0,64	0,02	0,71	1,43	0,17	0,05	129	29	0,31
<i>X. multiflorus</i> (n = 8)	0,67	0,03	0,37	1,32	0,32	0,10	27	27	3,28
<i>X. ruber</i> (n = 4)	0,68	0,02	0,44	0,89	0,32	0,13	20	14	2,36



Jeune plant en pépinière de *X. aurantiacus* (à 14 mois).



Plant de *X. multiflorus*.

REMARQUE :

Le genre *Xanthostemon* est très diversifié en Nouvelle-Calédonie et possède de nombreuses espèces à caractère pionnier. Plusieurs sont cantonnées à des zones géographiques restreintes : *X. carlii* dans les secteurs du Boulinda et du Koniambo, *X. ferrugineus* dans les secteurs du Boulinda et du Kopéto, *X. francii* dans la vallée de la Tontouta, *X. gugerlii* dans la région de Poro-Kouaoua, *X. laurinus* sur serpentinites au nord de Poya, *X. pubescens* sur les massifs de la côte ouest...

Il est donc important de n'utiliser que les espèces de *Xanthostemon* naturellement présentes sur le secteur où s'effectue la revégétalisation. Les techniques de collecte, les caractéristiques germinatives et de conservation de ces espèces sont similaires à celles décrites ici.



X. gugerlii (Kouaoua, route de Poro) (cf. remarque).



X. francii (vallée de la Tontouta, mont Vulcain) (cf. remarque).

La famille des Picrodendraceae était précédemment incluse au sein de la famille des Euphorbiaceae *sensu lato*, laquelle a été également amputée de la famille des Phyllanthaceae (genres *Phyllanthus*, *Antidesma*, *Bischofia*, *Breynia*, *Cleistanthus* et *Glochidion* pour la Nouvelle-Calédonie). La famille des Picrodendraceae comprend les genres *Austrobuxus* (15 espèces dont 14 endémiques), *Longetia* (1 espèce) et *Scagea* (2 espèces), ces deux derniers genres étant endémiques..

Neuf espèces du genre *Austrobuxus* sont strictement associées aux roches ultramafiques et *A. carunculatus* y est plus fréquente et plus abondante que sur tous autres substrats. Six espèces se trouvent aussi bien dans le maquis que dans la forêt, trois sont uniquement forestières et une seule n'a été recensée que dans le maquis.

Longetia buxoides ainsi que les deux espèces du genre *Scagea* se trouvent essentiellement sur terrains miniers. *Longetia buxoides* est principalement dans le maquis, l'une des espèces du genre *Scagea* en zone rivulaire et la seconde dans le maquis et en forêt.

DESCRIPTION BOTANIQUE DE LA FAMILLE :

Arbustes ou arbres monoïques ou dioïques.

Feuilles entières décidues, alternes, long pétiole, petites stipules caduques ou persistantes.

Fleurs solitaires à 4-6 sépales, sans pétales, sur des inflorescences en cymes unisexuées ou bisexuées, en grappes, supra-axillaires, axillaires ou terminales. Fleurs mâles avec 8-27 étamines, fleurs femelles avec un ovaire à 2 loges, 2 ovules par loge.

Fruits soit en capsules contenant des graines arillées (parfois à caroncules), soit drupacés avec des graines sans caroncules.



Austrobuxus carunculatus (mont Dore).



STATUT DE L'ESPÈCE : Endémique.

DESCRIPTION :

Arbuste ou arbre pouvant atteindre 15 m de hauteur. Rameaux couverts d'une pubescence rouille, devenant glabres. Feuilles de forme ovale, opposées ; limbe de 3-15 cm de long sur 2-7 cm de large dont la base est en forme de cœur ; pétiole de 3-13 mm de long, creusé d'un sillon peu profond. Espèce dioïque. Inflorescences mâles axillaires de 1-4 cm de long, fleurs mâles de 2-3 mm de diamètre à 4 sépales, 8-12 étamines ; inflorescences femelles axillaires comportant 1-7 fleurs, fleurs femelles d'environ 5-6 mm de diamètre, à 5 sépales pubescents ; fleurs de couleur crème à vert clair. Infrutescences de 1-4 fruits, en capsules de 11-17 x 11-15 mm à 3-4 loges. Graines ovoïdes de 7-9 x 5 mm et 3 mm d'épaisseur ; caroncule importante de couleur jaune-orangé.

Critères de reconnaissance : *A. carunculatus* est une espèce polymorphe. Elle se reconnaît à la disposition de ses feuilles opposées en bout de rameaux, aux pétioles courts de 1-2 mm d'épaisseur (cf. photos) et aux pédicelles des fruits de 3-7 mm.

HABITAT :

A. carunculatus est largement répandu dans les différents maquis miniers et en forêts sur roches ultramafiques, ainsi que sur roches métamorphiques, entre 0 et 1 100 m. Cette espèce est présente également dans des formations sclérophylles proches du littoral sur sols bruns hypermagnésiens.

PHÉNOLOGIE :

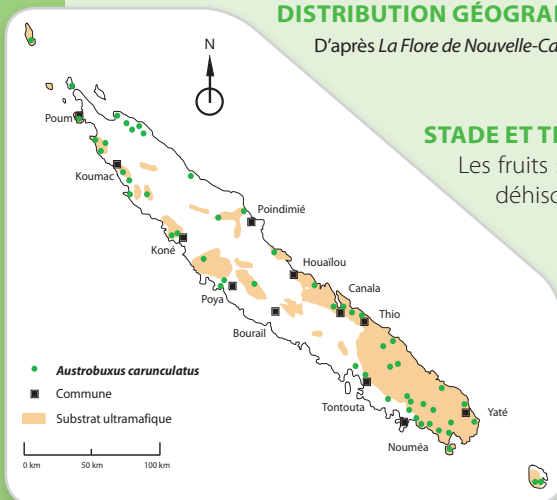
Floraison de septembre à mai (surtout de décembre à février). Fructification étalée, collecte principalement entre août et décembre.



Rameaux et feuilles d'*A. carunculatus*.

DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE :

D'après *La Flore de Nouvelle-Calédonie* (MNHN).



STADE ET TECHNIQUE DE COLLECTE :

Les fruits sont collectés à la main dès que des fentes de déhiscence apparaissent sur l'enveloppe extérieure.

EXTRACTION ET TRAITEMENT DES GRAINES :

Les capsules sont séchées sur tamis fin en attendant leur déhiscence. Lorsque les fruits se sont ouverts, utiliser un tamis de maille un peu plus grande que les graines. Les graines fertiles sont noires, gonflées et brillantes. Les graines ridées ou creuses ne sont pas viables.



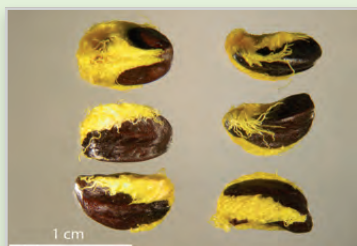
Inflorescence mâle d'*A. carunculatus*.



Fruits d'*A. carunculatus*.

DONNÉES QUANTITATIVES :

50 à 72 g pour 1 000 graines. Nombre de graines par fruit : 4 en moyenne.



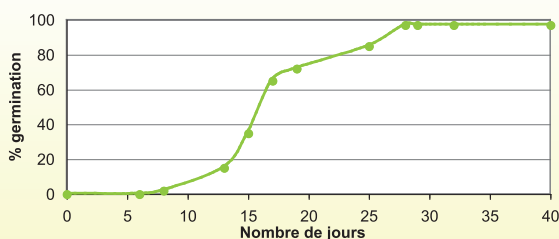
Graines d'*A. carunculatus*.

GERMINATION / PRÉTRAITEMENT :

Pas de dormance, aucun traitement nécessaire (cf. courbe). Peu de différences de réponse entre les températures estivales et hivernales (en salle, soit entre 20 et 30 °C environ).

TEST DE VIABILITÉ :

Le test de germination est le plus fiable, sachant que toutes les graines viables germent en moins de 30 jours. Le test de coloration au tétrazolium donne d'assez bons résultats.



Courbe de germination d'*Austrobuxus carunculatus*. Culture : sans traitement, en salle (arrosage, température extérieure, démarrage en octobre).



Jeune plant d'*A. carunculatus*.

STOCKAGE :

Graines probablement intermédiaires : après séchage à l'air (teneur en eau des graines : 6,3 %) et conservation en boîtes hermétiques à 3 °C, le taux de germination a tendance à diminuer après 16 mois de stockage, voire 6 mois selon les lots (perte de viabilité totale après 28 mois, confirmée par le test au tétrazolium).

CULTURE EN PÉPINIÈRE :

Facile à cultiver à partir de graines. Repiquer au stade 2 feuilles cotylédonaire. Durée de culture : environ 10 à 14 mois (selon la température et le substrat), en alvéoles de 250 ml. Feuilles parfois attaquées par des chenilles. Pas de maladies constatées.

COMPOSITION MINÉRALE FOLIAIRE MOYENNE : (n = nb d'analyses) (Source : T. Jaffré, IRD)

	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Na (%)	Mn (ppm)	Ni (ppm)	SiO ₂ (%)
<i>A. carunculatus</i> (n = 8)	0,94	0,04	0,52	1,26	0,49	0,10	88	21	2,34



STATUT DE L'ESPÈCE : Endémique.

DESCRIPTION :

Arbrisseau ou arbuste pouvant atteindre 4 m de haut. Feuilles opposées, simples, à marges entières, à pétiole de 1-5 mm, à nervation pennée. Plante monoïque. Inflorescences à l'aisselle des feuilles ou terminales, organisées en cymes, de 3-4 cm. Fleur mâle formée de 6 sépales imbriqués ; pas de pétales ; 9-17 étamines ; présentant un pistillode. Fleur femelle souvent terminale, formée de 6 sépales ; pas de pétales ; ovaire à 3 loges, contenant chacune 2 ovules ; 3 styles courts, 3 stigmates triangulaires charnus. Capsules tricoques de 7-9 x 8 mm. Graines ovoïdes de 4-5 x 3 mm et de 2 mm d'épaisseur, de couleur variable (marron, gris, orangé), lisses et luisantes, à caroncule non découpée.

Critères de reconnaissance : Cette espèce se reconnaît à ses feuilles opposées ainsi qu'aux entre-nœuds rouges des rameaux juvéniles. Les fruits tricoques sont bien caractéristiques de cette espèce et de toutes les Picrodendraceae.

HABITAT :

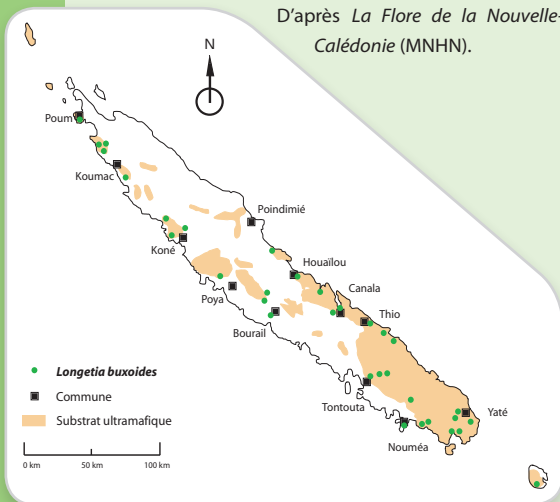
Cette espèce se rencontre sur l'ensemble des massifs ultramafiques de la Grande Terre, aussi bien sur sols bruns hypermagnésiens que sur sols ferrallitiques, entre 20 et 900 m d'altitude. Elle s'accommode assez bien des variations d'humidité du sol.

PHÉNOLOGIE :

Floraison de mars à août. Maturation des fruits d'octobre à mars (principalement de novembre à février).

DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE :

D'après La Flore de la Nouvelle-Calédonie (MNHN).



Rameaux juvéniles de *Longetia buxoides*.



Détail des feuilles et des entre-nœuds de *L. buxoides*.



Fleurs mâles et fleurs femelles de *L. buxoides*.



Inflorescences de *L. buxoides*.

STADE ET TECHNIQUE DE COLLECTE :

Les fruits déhiscents se récoltent manuellement, de préférence lorsqu'ils changent de couleur (jaunâtre puis brune), avec des fentes de déhiscence qui se distinguent nettement. Il est possible de les collecter quand ils sont encore vert clair mais bien formés. Les fruits peuvent se récolter dans des draps disposés au pied de l'arbuste. Fructification assez abondante et relativement synchrone sur un même individu, ce qui permet de collecter des quantités assez importantes, à condition d'être présent au bon moment.

EXTRACTION ET TRAITEMENT DES GRAINES :

Les capsules sont enlevées manuellement de leur grappe, puis mises à sécher à l'air libre sur tamis fin (n° 14 ou 16) jusqu'à leur déhiscence. Il est important de recouvrir le tamis pour éviter la perte de graines qui sont expulsées lors de l'ouverture des capsules (surtout si elles sont mises au soleil).

Les fruits ouverts sont passés au tamis de maille à peine supérieure à la taille des graines. Un passage au « vacuum cleaner » permet d'éliminer les fines matières inertes.



Fruits mûrs de *L. buxoides*.

DONNÉES QUANTITATIVES :

24 à 26 g pour 1 000 graines triées. Nombre de graines par fruit : 3 en moyenne.

TEST DE VIABILITÉ :

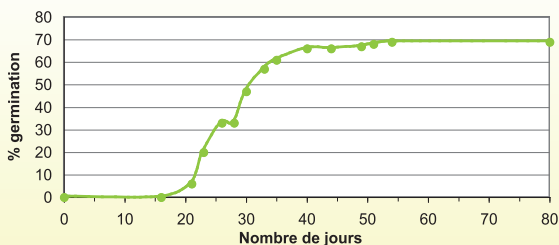
Le test de germination est le plus fiable, sachant que la quasi-totalité des graines germent sur une période d'environ 35 jours.



Graines de *L. buxoides*.

GERMINATION / PRÉTRAITEMENT :

Pas de dormance, aucun traitement nécessaire (cf. courbe). Développements fongiques fréquents sur les graines en cours de germination (en boîtes de Petri en enceinte de culture). Température optimale de germination entre 25 et 30 °C.



Courbe de germination de *Longetia buxoides*. Culture : sans traitement, en salle (arrosage régulier, température extérieure, démarrage en avril).

STOCKAGE :

Graines probablement intermédiaires : après séchage à l'air (teneur en eau des graines : 10,4 %) et conservation en boîtes hermétiques à 3 °C, le taux de germination ne varie pas après 12 mois de stockage, puis il a tendance à diminuer à partir de 18 mois de stockage (-50 %).

CULTURE EN PÉPINIÈRE :

Facile à cultiver à partir de graines. Repiquer de préférence au stade 2 feuilles cotylédonaire. Croissance assez lente, durée de culture : environ 12 à 14 mois (selon la température et le substrat), en alvéoles de 250 ml. Pas de maladies ni de ravageurs constatés. Peut se multiplier par bouturage.



Plants de *L. buxoides* en pépinière.



Jeune plant de *L. buxoides* sur le terrain (issu de germination naturelle).

En Nouvelle-Calédonie, **la famille des Proteaceae** rassemble 43 espèces, toutes endémiques, réparties sur 9 genres dont 6 endémiques. Elle comprend des arbres et des arbustes et a un nombre sensiblement égal d'espèces en maquis et en forêt. Plus de 80 % d'entre elles se rencontrent sur terrains miniers et 41 % ne s'en écartent pas.

Parmi les genres les plus fréquents du maquis, *Grevillea* (trois espèces) et les genres endémiques monospécifiques *Garnieria* et *Beaupreopsis* se trouvent essentiellement sur roches ultramafiques.

Le genre endémique *Beauprea* a 11 de ses 12 espèces sur roches ultramafiques : 7 espèces sont représentées dans le maquis, mais seulement 2 ne se retrouvent pas aussi en forêt.

Les 12 espèces du genre *Stenocarpus* se rencontrent sur terrains miniers et 8 ne s'en écartent pas ; 11 espèces se développent dans le maquis, dont 2 également en forêt.

Le genre *Eucarpha* (ex-*Knightia*) possède une espèce exclusive des maquis miniers et une espèce forestière sur roches acides.

Les genres endémiques essentiellement forestiers : *Sleumerodendron* (une espèce ubiquiste), *Kermadecia* et *Viotia*, avec respectivement trois espèces sur quatre et le même nombre d'espèces sur roches acides et sur roches ultramafiques, sont moins liés aux terrains miniers que les Proteaceae des maquis.

DESCRIPTION BOTANIQUE DE LA FAMILLE :

Arbres ou arbustes, généralement à feuilles alternes, pouvant être composées pennées ou pennatiséquées (cas de plusieurs espèces du genre *Beauprea*).

Inflorescences en grappes, en épis, quelquefois en ombelles (*Stenocarpus* sp.).

Fleurs généralement hermaphrodites. Pas de corolle, 4 étamines, opposées aux lobes du calice. Anthères généralement sessiles. Ovaire supère, sessile ou stipulé, à un locule. Glandes hypogynes souvent présentes. Un ovule par fleur, style simple, souvent rigide et persistant, stigmate généralement proéminent, quelquefois oblique. Chaque fleur (monochlamidée) sans corolle possède un calice pétaloïde à 4 segments, aux pièces le plus souvent récurvées ou enroulées.

Fruit généralement déhiscent et folliculaire (*Stenocarpus*, *Eucarpha* (ex-*Knightia*), *Grevillea*), ou drupacé indéhiscent (*Beauprea*, *Beaupreopsis*, *Garnieria*, *Kermadecia*...).

Graines aplaties ou plus ou moins charnues, peu nombreuses, souvent partiellement ailées.



Grevillea exul ssp. *exul* (Canala).



Grevillea exul ssp. *rubiginosa*.

STATUT DES ESPÈCES : Endémiques.

DESCRIPTION :

Espèces arbustives. Rameaux couverts d'un tomentum rubigineux à gris sur les formes juvéniles, glabres ensuite. Bourgeons revêtus d'une pubescence argentée à rubigineuse. Feuilles alternes, simples, entières, coriaces et pétiolées. Forme du limbe très polymorphe : de lancéolé, oblong spatulé à linéaire spatulé. Inflorescences en grappes, terminales ou parfois axillaires. Fleurs hermaphrodites, apétales. Style nettement plus long que les tépales et demeurant courbé jusqu'à l'ouverture complète de la fleur. Étamines courtes, fixées à la base des tépales. Fruits en follicules déhiscents suivant une fente longitudinale, de couleur verte à brune selon la maturation, se maintenant longtemps sur l'arbre (jusqu'à 1 ou 2 ans). Une ou deux graines par fruit, arrondies ou ovales, plates, légèrement ailées.

Distinction des trois espèces :

Caractère discriminant	<i>G. exul</i>	<i>G. gillivrayi</i>	<i>G. meisneri</i>
Taille maximale	10 m (5 m en général)	10 m (moyenne 2-5 m)	7 m
Longueur du pétiole	5-15 mm	3-20 mm	5-20 mm
Dimensions du limbe	45-120 x 1,5-50 mm (limbe étroit : ssp. <i>exul</i>)	35-150 x 3-70 mm (variations fortes)	35-140 x 6-70 mm
Revers de la feuille	vert (ssp. <i>exul</i>) ou roux (ssp. <i>rubiginosa</i>)	vert	argenté
Forme des inflorescences	unilatérales (« brosses »), jamais pendantes	cylindriques ou coniques, non pendantes	courtement cylindriques, grappes pendantes
Couleur des fleurs	blanche à blanc jaunâtre, parfois blanc rosé	rouge à rose	rouge
Stigmate	terminal	terminal	latéral
Dimensions et forme du fruit	12-20 x 9-15 mm très bombé	20 x 8-10 mm aplati	15 x 8 mm assez aplati
Répartition géographique	Grande Terre (ssp. <i>exul</i>), Sud (ssp. <i>rubiginosa</i>)	sud du territoire	Nord-Ouest

Grevillea exul réunit deux sous-espèces :

- *G. exul* ssp. *exul* : axe de l'inflorescence soit revêtu d'une pubescence blanche à gris argenté, soit en partie glabre. Feuilles étroites. Large répartition.
- *G. exul* ssp. *rubiginosa* : axe de l'inflorescence toujours revêtu d'une pubescence brun-rouge. Feuilles larges, rousses en dessous. Répartition uniquement dans le Grand Sud.



Inflorescences et feuilles de *G. exul* ssp. *rubiginosa*.

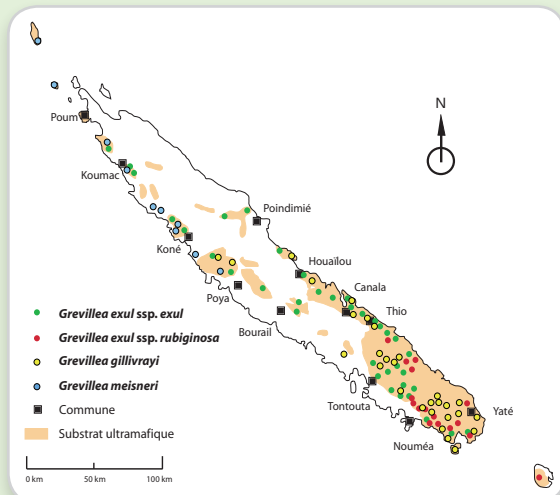
HABITAT :

- *G. exul* ssp. *exul* se rencontre fréquemment à travers le grand ensemble péridotitique du Sud. Peut se retrouver dans les massifs ultramafiques du Nord-Ouest. Cette espèce se développe aussi bien sur les sols bruns hypermagnésiens, de pH neutres ou basiques, que sur les sols latéritiques. Elle est répartie du niveau de la mer jusqu'à 1 000 m d'altitude.
- *G. exul* ssp. *rubiginosa* se développe dans le massif péridotitique du Sud jusqu'à Thio, en milieu ouvert et ensoleillé en maquis, principalement sur des sols ferrallitiques. Cette espèce est distribuée du niveau de la mer jusqu'à 1 400 m d'altitude (au mont Humboldt). *G. exul* possède un réseau racinaire important et résiste bien à l'aridité.
- *G. gillivrayi* se développe dans le grand massif péridotitique du Sud et son prolongement le long de la côte est jusqu'à Houaïlou. Peut se retrouver dans des massifs ultramafiques de la côte ouest jusqu'à Poya (Kopéto-Boulinda). Présent jusqu'à 1 000 m d'altitude, sur sols ferrallitiques gravillonnaires ou cuirassés ainsi que sur sols bruns hypermagnésiens.
- *G. meisneri* se trouve sur les massifs péridotitiques de la côte ouest du nord de la Grande Terre (au nord de Poya), ainsi qu'aux îles Art, Tanlé et Yandé, préférentiellement sur sols bruns hypermagnésiens. Cette espèce n'a pas été signalée au-dessus de 650 m d'altitude.

PHÉNOLOGIE :

La floraison est étalée toute l'année, principalement entre octobre et juin. La maturation des fruits s'effectue entre décembre et mai, collecte principale entre janvier et mars.

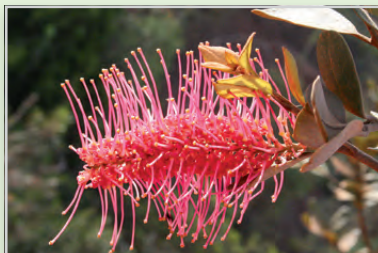
DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE : D'après La Flore de la Nouvelle-Calédonie (MNHN).



Inflorescence et feuilles de *G. meisneri*.



Inflorescence et feuilles de *G. exul* ssp. *exul*.
Noter les feuilles plus étroites que celles de la ssp. *rubiginosa*.



Inflorescence et feuilles de *G. gillivrayi*.

STADE ET TECHNIQUE DE COLLECTE :

Collecte des infrutescences quand les fruits sont marron et à peine ouverts ; ou alors encore fermés, verts virant au brun (pourront s'ouvrir en salle). Ils ne doivent pas être percés (graines souvent attaquées par des insectes). Les fruits bien ouverts peuvent être tapotés pour vérifier s'ils contiennent encore leurs graines. Forte variabilité entre peuplements, comme au sein d'une même population, d'où la nécessité d'un minutieux suivi de terrain.

N. B. : Les fruits noirs correspondent la plupart du temps à des fruits vides issus de la fructification précédente.

EXTRACTION ET TRAITEMENT DES GRAINES :

Les infrutescences sont séchées sur un tamis, dans un endroit sec et aéré. À la déhiscence, les capsules sont tapotées sur un tamis (n° 4), sous lequel sont récupérées les graines. Un passage au « vacuum cleaner » permet d'éliminer les fines matières inertes.



Infrutescence de *G. exul* ssp. *exul*, portant des fruits mûrs et des fruits presque mûrs.



Fruits collectés de *G. exul* ssp. *rubiginosa*, la plupart au bon stade (bruns, encore fermés ou à peine ouverts).



Graines de *G. exul* ssp. *rubiginosa*.

DONNÉES QUANTITATIVES :

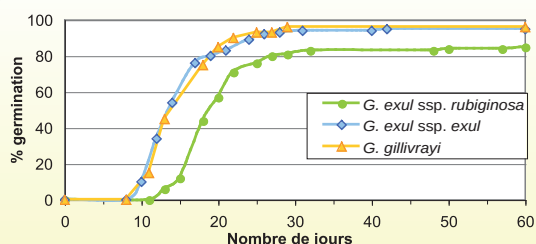
De 10 à 17 g pour 1 000 graines.

TEST DE VIABILITÉ :

Le test de germination est le plus fiable, la majorité des graines viables germent entre 25 et 30 jours (à 25-30 °C). Toutefois, le test à la coupe permet d'évaluer assez précisément et rapidement la viabilité d'un lot (présence d'un embryon entier, bien formé et blanchâtre), ainsi que le test au tétrazolium (lecture après 48 h).



Graines de *G. gillivrayi*.



Germination de *Grevillea exul* ssp. *rubiginosa*, de *G. exul* ssp. *exul* et de *G. gillivrayi*. Culture : sans traitement, en salle (arrosage régulier, température extérieure, démarrage en février pour *G. exul*, en avril pour *G. gillivrayi*).

GERMINATION / PRÉTRAITEMENT :

Pas de dormance, germination rapide sans aucun traitement (cf. courbes).

Température optimale : environ 25-35 °C. Germination ralentie à 15-20 °C : 60 à 90 jours sont nécessaires pour obtenir toutes les germinations, sans toutefois changer le taux final.

STOCKAGE :

Graines probablement orthodoxes : à conserver après séchage en boîtes hermétiques à 3 °C. Avec cette méthode, le taux de germination ne varie pas après 4 ans de stockage (avec une humidité des graines de 9 à 9,7 %, après séchage en salle).

CULTURE EN PÉPINIÈRE :

Facile à cultiver à partir de graines. Repiquage au stade « allumette », ou à 2 feuilles cotylédonaire. Croissance assez rapide, durée de culture : environ 10 à 12 mois (selon la température et le substrat), en alvéoles de 250 ml. Parfois attaques modérées de chenilles au stade jeune plantule. Feuilles et jeunes pousses de *G. exul* ssp. *exul* parfois brunes, dû à une attaque fongique en cas d'arrosage excessif.

Ces espèces peuvent se multiplier par bouturage.



Jeune plant de *G. exul* ssp. *rubiginosa* (à 12 mois).

COMPOSITION MINÉRALE FOLIAIRE MOYENNE : (n = nb d'analyses) (Source : T. Jaffré, IRD)

	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Na (%)	Mn (ppm)	Ni (ppm)	SiO ₂ (%)
<i>G. exul</i> ssp. <i>rubiginosa</i> ou ssp. <i>exul</i> (n = 39)	0,86	0,03	0,50	0,62	0,21	0,10	2 833	130	0,08
<i>G. meisneri</i> (n = 13)	0,75	0,04	0,29	0,42	0,33	0,18	2 590	19	0,21

La composition foliaire de ces espèces est caractérisée par des teneurs basses pour la plupart des éléments et par des teneurs élevées en manganèse (plus de 1 000 ppm) (Jaffré 1979).

REMARQUE :

En fonction de la pubescence extérieure des fleurs et de la forme des feuilles, *La Flore de la Nouvelle-Calédonie* distingue plusieurs variétés et formes au sein de ces espèces, qui se répartissent différemment selon le milieu et le sol. Il est ainsi recommandé de n'utiliser que les espèces de *Grevillea* naturellement présentes sur le secteur à revégétaliser.

Les plantes de la famille des Proteaceae sont caractérisées par la présence de racines protéoïdes spécialisées, qui seraient à l'origine de l'absence ou de la faible symbiose avec des mycorhizes à arbuscules. Elles sont adaptées aux sols pauvres en phosphore : les apports en P doivent être faibles, car des effets toxiques ont été souvent rapportés.



Stenocarpus umbelliferus.

STATUT DES ESPÈCES : Endémiques.

DESCRIPTION :

Caractères communs aux deux espèces : Arbustes ou arbres. Feuilles alternes, pétiolées, entièrement glabres en dessous à l'état adulte. Inflorescences terminales (exceptionnellement axillaires) en ombelles. Fleurs hermaphrodites, de couleur blanchâtre, jaunâtre ou jaune verdâtre, parfois rougeâtre. Fruits en follicules, allongés en forme de gousse, glabres, brunâtres et s'ouvrant par une seule fente longitudinale à maturité. Graines aplaties, ailées, jaune-brun, de 0,7-1 cm de long pour 0,3-0,4 cm de large.

Distinction des deux espèces :

Caractère discriminant	<i>S. milnei</i>	<i>S. umbelliferus</i>
Taille maximale	10 m	5 m
Rameaux jeunes	tomentum rubigineux	pruine bleuâtre
Bourgeons	tomentum rubigineux	glabres ou légèrement velus
Feuilles	en général découpées étroitement, parfois simples, entières et fines (en coexistence sur le même individu)	simples, entières, assez épaisses, pruine bleuâtre sur les jeunes
Dimensions du limbe	feuilles divisées : 25-170 x 15-180 mm feuilles entières : 25-120 x 2-6 mm	15-110 x 2-40 mm
Taille du pétiole	5-50 mm sur les feuilles divisées, 5-10 mm sur les feuilles entières	3-12 mm
Longueur du pédoncule	8-60 mm	10-90 mm
Nombre de fleurs par ombelle	2-10	3-8
Dimensions du fruit	25-120 x 2-5 mm	25-80 x 3-5 mm

HABITAT :

- *S. milnei* : Cette espèce est relativement commune au sein des massifs péridotitiques, sur sols bruns hypermagnésiens ou ferrallitiques. Elle a tendance à se développer dans les maquis et les forêts claires, montrant toutefois une prédilection pour les franges arbustives bordant les rivières et les ruisseaux. Elle est plus fréquente à basses altitudes, mais se rencontre aussi, souvent avec un feuillage plus dense, entre 600 et 1 000 m.
- *S. umbelliferus* : Cette espèce est dotée d'une forte amplitude écologique. Commune sur substrat ultramafique, sur sols bruns hypermagnésiens ou ferrallitiques, notamment à l'intérieur du grand massif péridotitique méridional, elle se rencontre aussi sur des substrats métamorphiques. Bien qu'elle ait une préférence pour les basses altitudes, il est possible de la trouver jusqu'à 1 300 m d'altitude.



Détail des feuilles de *S. umbelliferus*.

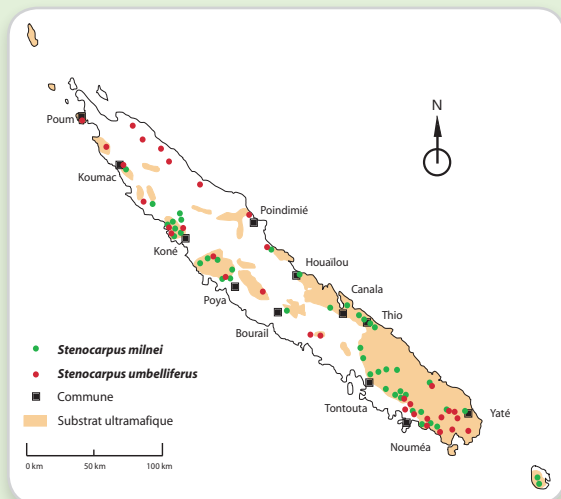


Détail des feuilles de *S. milnei*.

PHÉNOLOGIE :

- *S. milnei* : Floraison étalée entre janvier et septembre. Maturation des fruits entre juin et février (principalement octobre-novembre).
- *S. umbelliferus* : Floraison étalée, principalement entre septembre et avril. Maturation des fruits entre janvier et septembre (surtout février-mars).

DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE : D'après *La Flore de la Nouvelle-Calédonie* (MNHN).



Inflorescence en ombelle de *S. umbelliferus* (fréquente présence d'abeilles).



Fruits (follicules) mûrs de *S. umbelliferus*.

STADE ET TECHNIQUE DE COLLECTE :

La récolte s'effectue manuellement, de préférence lorsque les fruits ont une couleur marron, qu'ils soient fermés ou ouverts. Il est possible de les collecter quand ils sont encore verts, mais bien formés. Des fruits verts, des fruits mûrs et des fruits passés peuvent être présents sur le même pied en même temps.

EXTRACTION ET TRAITEMENT DES GRAINES :

Un séchage dans un endroit sec et aéré permet la déhiscence complète des fruits. Les graines peuvent se détacher manuellement. Un passage au « vacuum cleaner » permet d'éliminer les matières inertes.

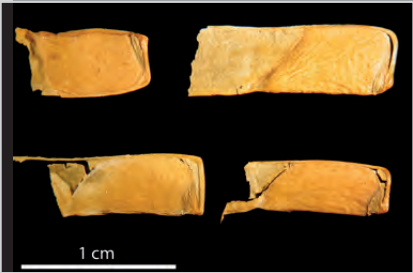
Stenocarpus milnei, Stenocarpus umbelliferus

DONNÉES QUANTITATIVES :

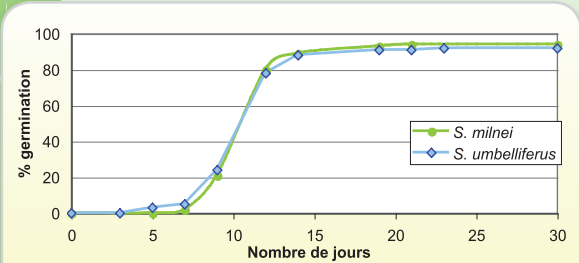
Poids pour 1 000 graines : *S. milnei* : 10 g ; *S. umbelliferus* : 12 g.
5 à 10 graines par fruit en moyenne.

TEST DE VIABILITÉ :

Le test de germination est le plus fiable, sachant que toutes les graines viables germent en moins de 20 jours (à 25-35 °C). Toutefois, le test à la coupe permet d'évaluer très rapidement et assez précisément la viabilité d'un lot (présence d'un embryon entier, bien formé et blanchâtre), ainsi que le test au tétrazolium.



Graines de *S. umbelliferus*.



Courbes de germination de *Stenocarpus milnei* et de *S. umbelliferus*. Culture : sans traitement, en salle (arrosage, température extérieure, démarrage en avril).

GERMINATION / PRÉTRAITEMENT :

Pas de dormance, germination rapide sans traitement (cf. courbes). Peu de différences de réponse entre les températures estivales et hivernales en salle (entre 20 et 30 °C environ).

STOCKAGE :

Graines probablement orthodoxes : à conserver après séchage en boîtes hermétiques à 3 °C. Avec cette méthode, le taux de germination ne varie pas après 3,5 ans de stockage (avec une humidité des graines de 9,6 à 10,9 %, après séchage en salle).

CULTURE EN PÉPINIÈRE :

Facile à cultiver à partir de graines. Repiquage au stade 2 feuilles cotylédonaire. Croissance moyenne, durée de culture : environ 12 mois (selon la température et le substrat), en alvéoles de 250 ml. Pas de maladies ni de ravageurs constatés. Remarque : Au stade jeune plant, les feuilles ont des formes très variables et les deux espèces peuvent être confondues.



Jeune plant de *S. milnei*.



Jeune plant de *S. umbelliferus*.

COMPOSITION MINÉRALE FOLIAIRE MOYENNE : (n = nb d'analyses) (Source : T. Jaffré, IRD)

	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Na (%)	Mn (ppm)	Ni (ppm)	SiO ₂ (%)
<i>S. milnei</i> (n = 16)	0,80	0,03	0,52	0,32	0,16	0,09	1 489	19	0,87

La composition foliaire est caractérisée par des teneurs assez basses pour la plupart des éléments sauf pour le manganèse (plus de 1 000 ppm).

La famille des Rhamnaceae rassemble en Nouvelle-Calédonie 10 espèces dont 7 endémiques ; 7 espèces croissent sur roches ultramafiques. Elles sont réparties en six genres dont trois se trouvent sur terrains miniers.

Le genre *Alphitonia* possède trois espèces dont deux strictement liées aux terrains miniers (*A. erubescens* en maquis et *A. xerocarpa* en forêt et parfois en maquis) et une espèce ubiquiste édaphique, en maquis et en forêt (*A. neocaledonica*). Cette dernière est une espèce arbustive dans le maquis et arborescente en forêt. Elle est ubiquiste, mais moins commune sur roches acides que sur roches ultramafiques où elle est fréquente sur différentes catégories de sols, depuis des sols basiques hypermagnésiens à des sols acides ferrallitiques gravillonnaires ou cuirassés. Elle se comporte en espèce pionnière (ex. : sur l'ancienne mine de fer de Prony, sur les anciennes pistes de prospection d'Inco dans le massif du Sud en association avec *Gymnostoma deplancheanum*, sur d'anciens chemins de tirage du bois en forêt...).

Le genre *Ventilago* possède trois espèces lianescentes sur roches ultramafiques, dont deux dans le maquis, et le genre *Gouania* comporte une espèce, également lianescente, dans le maquis minier ainsi que dans des formations secondarisées sur substrats divers.

DESCRIPTION BOTANIQUE DE LA FAMILLE :

Arbres ou arbustes souvent grimpants.

Feuilles alternes, stipulées.

Fleurs hermaphrodites, calice à 4-5 lobes, 4-5 pétales, souvent en capuchon, 5 étamines, opposées aux pétales, anthères à 2 loges s'ouvrant par des fentes longitudinales.

Fruit en capsule, s'ouvrant en deux valves, en samare ou en drupe.



Alphitonia neocaledonica (Dumbéa).



STATUT DE L'ESPÈCE : Endémique.

DESCRIPTION :

Arbre ou arbuste à écorce blanche marbrée. Rameaux veloutés gris, pousses de jeunesse fauves. Feuilles simples entières alternes, pétiole de 1-3 cm ; limbe ovale 3 x 8 cm environ, pubescent, fauve puis blanc en dessous ; nervures canaliculées en dessus, pennées et saillantes en dessous. Fleurs en petites panicules veloutées fauves, insérées à l'aisselle des feuilles terminales, 4 mm de diamètre ; 5 sépales en étoile charnus, triangulaires, veloutés à l'extérieur, lisses, blanc verdâtre à l'intérieur ; 5 étamines. Infrutescences composées de nombreux fruits (drupes), ronds (1-1,5 cm de diamètre), verts puis noirs à maturité, contenant 2 graines noires, lisses, de 5 x 3 mm.

Critères de reconnaissance :

Écorce à odeur camphrée. Revers des feuilles roussâtre ou blanc. Fruits noirs à maturité, avec un mésocarpe orangé farineux, contenant deux graines hémisphériques.

HABITAT :

Le plus fréquemment en maquis sur sols ferrallitiques, se rencontre aussi sur sols bruns hypermagnésiens dans l'ensemble des massifs miniers, et plus rarement sur schistes ou terrains volcano-sédimentaires, entre 0 et 1 000 m d'altitude. Peut se retrouver dans la strate arborée en forêt dense humide.

PHÉNOLOGIE :

Floraison étalée de décembre à mai. Maturation des fruits entre septembre et mars, et collecte principale entre décembre et février. Fructifications souvent abondantes.

DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE :

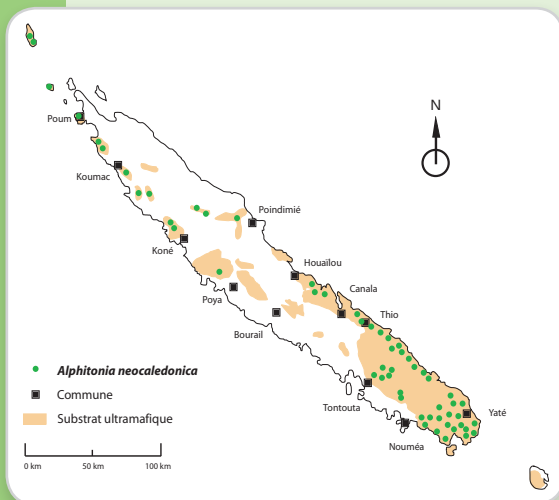
D'après l'herbier du centre IRD (NOU).

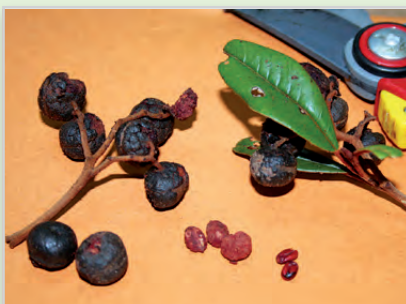


Détail d'un rameau et du feuillage d'*A. neocaledonica*.



Inflorescence d'*A. neocaledonica*.



Fruits mûrs d'*A. neocaledonica*.Détail de fruits mûrs, du mésocarpe et des noyaux d'*A. neocaledonica*.

STADE ET TECHNIQUE DE COLLECTE :

Les fruits se récoltent lorsqu'ils sont devenus noirs et que la pulpe est devenue sèche, par grappes, au sécateur ou à la main. Les fruits peuvent rester longtemps attachés à l'arbre.

EXTRACTION ET TRAITEMENT DES GRAINES :

Les fruits sont dépulpés manuellement ou mécaniquement (à l'aide d'un dépulpeur) jusqu'à l'apparition des noyaux durs (2 noyaux par fruit, contenant chacun une graine). L'extraction est ensuite assez difficile : il convient de leur faire subir une alternance de phases d'humidification (avec un pulvérisateur par exemple) et de séchage au soleil, pour qu'ils s'ouvrent et afin d'en extraire les graines entourées d'un arille rouge. Il est possible de retirer cet arille (en frottant les graines sur un tamis fin) avant la mise en germination ou la conservation.

DONNÉES QUANTITATIVES :

22 à 23 g pour 1 000 graines triées. Un individu porte souvent de nombreux fruits.



Test de viabilité par coupe de graine.

Graines d'*A. neocaledonica*.

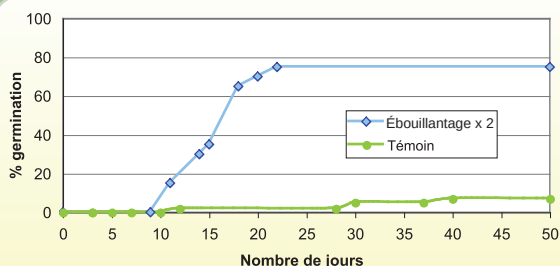
TEST DE VIABILITÉ :

Le test de germination est le plus fiable. Toutes les graines viables germent en moins de 15 à 20 jours. Il est toutefois nécessaire de traiter les graines pour arriver à ce résultat, par une scarification ou un ébouillantage (cf. point suivant). La viabilité peut aussi être évaluée rapidement, avec une précision moyenne, par un test à la coupe (présence d'un embryon entier, bien formé et blanchâtre ; cf. photo), ou par un test au tétrazolum (avec trempage préalable $H_2O/24$ h).

GERMINATION / PRÉTRAITEMENT :

Ces graines présentent une forte dormance physique. Il faut scarifier les graines à l'aide d'un scarificateur mécanique ou manuellement entre deux feuilles de papier de verre, jusqu'à ce que des tissus plus clairs commencent à apparaître. Un double ébouillantage permet également de lever cette dormance assez bien (verser de l'eau bouillante sur les graines dans un récipient, laisser 5 min et recommencer l'opération).

La germination est possible entre 10 et 40 °C, et optimale entre 25 et 35 °C. Les graines scarifiées germent en une 10-15 jours entre 20 et 40 °C, en 1 ou 2 mois entre 10 et 20 °C.



Courbe de germination d'*Alphitonia neocaledonica*. Culture : enceinte (29 °C + éclairage 12 h / 22 °C sans éclairage 12 h). Traitements : voir légende.

STOCKAGE :

Graines probablement orthodoxes : à conserver après séchage en boîtes hermétiques à 3 °C. Avec cette méthode, le taux de germination ne varie pas après 4 ans de stockage (avec une humidité des graines de 8 %, après séchage en salle).

CULTURE EN PÉPINIÈRE :

Facile à cultiver à partir de graines. Repiquage au stade 2 feuilles cotylédonaire. Croissance moyenne, durée de culture : environ 12 mois (selon la température et le substrat), en alvéoles de 250 ml. Pas de maladies ni de ravageurs constatés.

REMARQUE :

Cette espèce est souvent observée en tant que pionnière abondante, associée à *Gymnostoma deplancheanum*, comme sur les sols décapés de l'ancienne mine de fer de Prony et sur d'anciens chantiers miniers dans le massif du Sud.

Bien que la famille des Rhamnaceae soit une des 8 familles possédant des plantes actinorhiziennes, il n'a pas été observé de nodules actinorhiziens fixateurs d'azote sur les racines d'*Alphitonia neocaledonica*. Il a été cependant constaté une prolifération importante de *Frankia* dans sa rhizosphère (Gauthier *et al.* 2000). Cette espèce pourrait ainsi constituer un réservoir à *Frankia* et faciliter l'installation ultérieure d'espèces de *Gymnostoma*.



Jeune plant d'*A. neocaledonica* (à 11 mois).



Plants d'*A. neocaledonica* sur un essai à Tontouta (2,5 ans après plantation, sur top-soil fertilisé).

La famille des Sapindaceae rassemble sur le territoire 66 espèces, dont 61 endémiques, réparties sur 13 genres dont 4 endémiques (*Gongrodiscus*, *Loxodiscus*, *Podonephelium* et *Storthocalyx*). Parmi ces espèces, 47 sont représentées sur substrat ultramafique, mais seulement 17 y sont strictement cantonnées.

Les genres *Cupaniopsis* (28 espèces) et *Guioa* (9 espèces) sont représentés respectivement par 20 et 9 espèces sur substrat ultramafique. Toutefois, seulement sept espèces du genre *Cupaniopsis* et une espèce du genre *Guioa* leur sont strictement liées. Dix espèces du genre *Cupaniopsis* et six espèces du genre *Guioa* se rencontrent dans le maquis minier.

Les quatre espèces forestières du genre *Storthocalyx* se trouvent sur roches ultramafiques, de même que les trois espèces du genre *Gongrodiscus* et deux espèces, sur un total de trois, du genre *Elatostachys*.

Les genres *Dodonaea*, *Cossinia* et *Loxodiscus*, représentés par une seule espèce chacun, se rencontrent dans le maquis minier.

DESCRIPTION BOTANIQUE DE LA FAMILLE :

Arbustes ou arbres.

Feuilles alternes souvent composées pennées (simples chez *Dodonaea*), sans stipules. Fleurs généralement dioïques, 4-5 sépales et 4-5 (ou 0) pétales. Disque complet ou unilatéral, étamines 8-10, insérées à l'intérieur du disque, ovaire libre à 2-3 loges avec 1-2 ovules par loge.

Fruit en capsule s'ouvrant par des valves, en samare ou drupacé. Graine souvent pourvue d'un arille.



Dodonaea viscosa, pied femelle (Tontouta).



STATUT DE L'ESPÈCE : Indigène.

DESCRIPTION :

Arbuste ou petit arbre pouvant atteindre 5 m de hauteur. Feuilles simples, alternes, entières, oblongues à lancéolées, de 2 cm x 10-15 cm, à court pétiole. La nervation très dense est pennée. Espèce généralement dioïque, parfois monoïque. Inflorescences en panicules, le plus souvent terminales. Fleurs petites, apétales, de couleur blanc crème à jaune-orange. Fruits en capsules à 3 ailes (parfois 2 ou 4), verts puis changeant de teinte (jaune, rose, pourpre, rouge-brun), marron à maturité, contenant en général 3 graines. Graines dures, noires et luisantes, mesurant environ 3 mm de diamètre.

Critères de reconnaissance : Les feuilles rougissent en conditions sèches. Grappe de fruits souvent rose pâle à rose soutenu, puis marron, généralement en bout de rameau. Au toucher, les fruits secs ont un aspect de papier. L'écorce grise se détache en lambeaux.

HABITAT :

Cette plante à caractère pionnier est largement répandue sur l'ensemble du territoire. Elle se développe sur sols bruns hypermagnésiens, sur latérites ou sur terrains volcano-sédimentaires, surtout en basse altitude (à moins de 500 m, parfois jusqu'à 800 m).

PHÉNOLOGIE :

Floraison de mai à septembre. Fructification de juin à décembre, collecte entre août et novembre, selon les sites et les années.

DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE :

Cette espèce est distribuée sur l'ensemble du territoire, sur tous les types de sols.



Feuilles de *Dodonaea viscosa*.



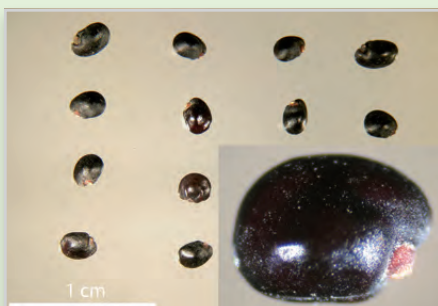
Écorce de *D. viscosa*.

Fleurs mâles de *D. viscosa*.Fruits immatures de *D. viscosa*.**STADE ET TECHNIQUE DE COLLECTE :**

Collecte des fruits à maturité, quand ils se dessèchent et présentent une coloration brune. Les fruits peuvent être récoltés avant la dessiccation complète de la capsule. Évaluation de la maturité par observation des graines : elles doivent être bien formées, noires, brillantes, dures et sans défaut (pas d'attaques d'insectes...). Les fruits sont assez souvent parasités.

Fruits mûrs de *D. viscosa*.**EXTRACTION ET TRAITEMENT DES GRAINES :**

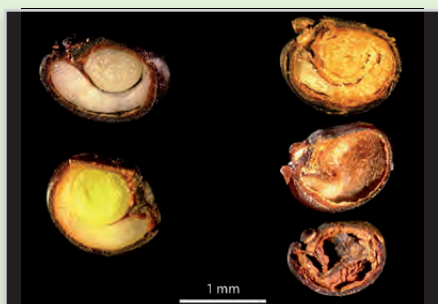
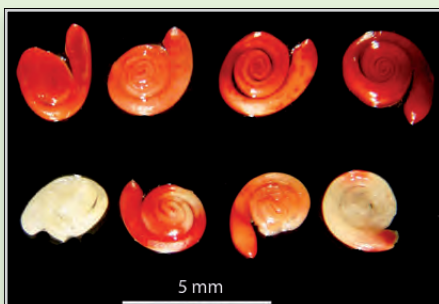
Les capsules sont d'abord séchées sur tamis (jusqu'à coloration marron à marron clair), puis frottées entre les mains ou sur une grille de tamis (maille 5 mm) laissant passer les petits éléments tels que les semences et quelques matières inertes. Un passage au « vacuum cleaner » permet d'éliminer les matières inertes.

Graines de *D. viscosa*.**DONNÉES QUANTITATIVES :**

4 à 7 g pour 1 000 graines. Fructification souvent abondante sur un individu.

TEST DE VIABILITÉ :

Le test de germination est le plus fiable, la majorité des graines viables germent en moins de 30 jours dans la plupart des cas. Il est toutefois nécessaire de traiter les graines (par ébouillantage) pour arriver à ce résultat (cf. point suivant).

Test de viabilité : coupe de graines de *D. viscosa* (graines viables à gauche).Test de viabilité par coloration au tétrazolium de graines de *D. viscosa* (graines viables en haut).

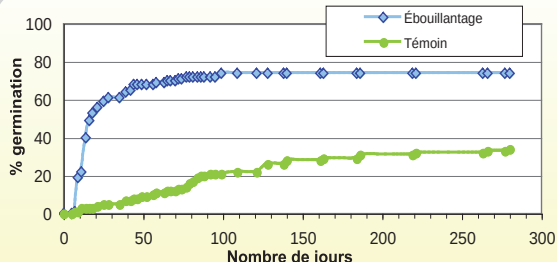
GERMINATION / PRÉTRAITEMENT :

Ces graines présentent une forte dormance physique : pour une germination rapide, il faut les ébouillanter un court instant (entre 1 et 60 s) ou les scarifier. Un apport de GA_3

semble accélérer légèrement la germination, mais n'est pas indispensable.

Cette levée de dormance par ébouillantage a été également mise en évidence sur des graines de *Dodonaea viscosa* d'Hawaii (Baskin *et al.* 2004). La dormance peut être absente ou plus faible sur des graines fraîches immatures.

La germination est un peu plus lente en saison hivernale en salle (environ 15-22 °C), par rapport à l'été (environ 25-33 °C).



Courbe de germination de *Dodonaea viscosa*. Conditions de culture : arrosage, enceinte (29 °C + éclairage 12 h / 22 °C sans éclairage 12 h).

STOCKAGE :

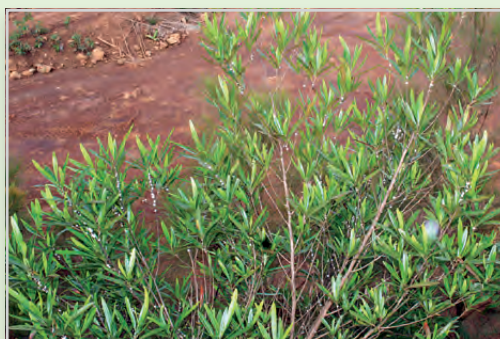
Graines probablement orthodoxes : à conserver après séchage en boîtes hermétiques à 3 °C. Avec cette méthode, le taux de germination ne varie pas après 2,5 ans de stockage (avec une humidité des graines de 10,6 %, après séchage en salle).

CULTURE EN PÉPINIÈRE :

Facile à cultiver à partir de graines. Repiquage au stade 2 feuilles cotylédonaire, ou « allumette ». Croissance rapide, durée de culture : environ 7 à 9 mois (selon la température et le substrat), en alvéoles de 250 ml. Pas de maladies ni de ravageurs constatés.



Jeune plant de *D. viscosa* en pépinière (à 3 mois).



Les plants de *D. viscosa* plantés sont assez souvent parasités par de nombreuses cochenilles *in situ*.

COMPOSITION MINÉRALE FOLIAIRE MOYENNE :

Dodonaea viscosa a des teneurs élevées en azote dans ses tissus foliaires, elle est donc, à ce titre, une espèce améliorante (cf. tableau 3.3, chapitre 3).

REMARQUE :

Il semble que des plants de *D. viscosa* puissent porter à la fois des fleurs femelles et des fleurs mâles, dans ce cas un plant seul pourra produire des fruits. La plupart des autres plants porteront soit des fleurs femelles, soit des fleurs mâles, dans ce cas au moins un plant mâle sera nécessaire pour que les plants femelles puissent produire des fruits.

3. QUELQUES AUTRES FAMILLES, GENRES ET ESPÈCES POTENTIELLEMENT UTILES POUR LA REVÉGÉTALISATION

Certaines familles ne figurent pas dans les fiches techniques, bien qu'elles soient représentées dans la flore des maquis. Cela étant dû au manque de connaissances sur la multiplication et la culture de leurs espèces. Ces familles sont néanmoins brièvement présentées ci-dessous, afin que la flore des maquis miniers de Nouvelle-Calédonie puisse être appréhendée de manière plus complète. Les études actuellement poursuivies dans le but d'élargir le choix des espèces à proposer pour la restauration des habitats remarquables des terrains miniers aboutiront probablement à l'utilisation de plusieurs espèces de ces familles.

Apocynaceae

Il s'agit ici de la famille des Apocynaceae *sensu stricto*. Cette famille *sensu lato* inclut aussi désormais la famille des Asclepiadaceae. Elle compte en Nouvelle-Calédonie 102 espèces, réparties en 13 genres présentant un endémisme de plus de 90 %. Les espèces les plus communes dans le maquis appartiennent aux genres *Alstonia* (14 espèces dont 7 dans le maquis), *Alyxia* (21 espèces dont 15 dans le maquis), *Melodinus* (6 espèces dont 3 dans le maquis), *Parsonsia* (16 espèces dont 8 dans le maquis) et *Rauvolfia* (4 espèces dont 2 dans le maquis). *Neisosperma* compte 5 espèces forestières, dont une très rare, *N. sevenetii*, qui se développe aussi en milieu ouvert.

Les espèces du genre *Alyxia*, qui se développent dans des conditions de milieux très variées, aussi bien du point de vue édaphique que climatique, mériteraient d'être largement testées. La multiplication d'espèces rares, réalisée avec succès (*Rauvolfia sevenetii* par Vale Inco (McCoy, com. pers.) et *Neisosperma sevenetii* par la Siras Pacifique pour le compte de la SLN sur Tiébaghi), permet de penser que d'autres espèces de ces genres, et tout particulièrement *Rauvolfia semperflorens*, espèce commune très fructifère qui se développe sur des sols variés, devraient être étudiées en priorité. Les espèces du genre *Alstonia*, plutôt représentées dans des groupements arbustifs, possèdent des graines qui se récoltent et qui germent facilement. Elles n'ont pas encore fait l'objet d'essais en revégétalisation, mais elles mériteraient que l'on s'attarde sur leurs aptitudes. *Cerberiopsis candelabra*, espèce pionnière arborescente à croissance rapide et à longue durée de vie (Read *et al.* 2008), pourrait être utilisée, une fois le sol reconstitué et enrichi en azote et en éléments minéraux, pour accélérer le retour vers des groupements forestiers. Toutefois, cette espèce présente l'inconvénient d'être monocarpique (l'arbre ne fleurit qu'une seule fois puis meurt).



Alyxia leucogyne.

© IAC / G. Gateblé

DESCRIPTION BOTANIQUE DE LA FAMILLE :

Arbres et arbustes, parfois grimpants, latex blanc toujours présent. Feuilles simples, entières, opposées ou verticillées, rarement alternes, sans ou avec stipules fréquemment intra-pétiolaires, libres ou soudées à la face interne du pétiole. Inflorescences généralement en cymes. Fleurs régulières actinomorphes, hermaphrodites ; calice à préfloraison quinconciale, à segments soudés à la base sur une hauteur variable ; 5 lobes, corolle à 5 lobes, tordue, 5 étamines, insérées sur le tube de la corolle, anthères à 2 loges s'ouvrant par deux fentes longitudinales ; ovaire à 2 loges, 1 style, parfois fendu en deux à la base, ovules 2-∞ par loge. Fruits en follicules plus ou moins allongés ou en baies, charnus et indéhiscents, généralement doubles.

Araliaceae

La famille des Araliaceae, amputée des genres *Apiopetalum* (2 espèces), *Apium* et *Centella* (1 espèce chacun), inclus désormais dans la famille des Apiaceae, et des genres *Myodocarpus* (10 espèces) et *Delarbrea* (6 espèces), formant la famille des Myodocarpaceae, rassemble en Nouvelle-Calédonie environ 70 espèces, toutes endémiques, réparties sur 4 genres. Elle comprend une majorité de grands arbres de forêt (« les ralias ») et une vingtaine d'arbustes et petits arbres qui peuvent se développer dans le maquis et en lisière de forêt où ils se comportent en espèces pionnières cicatricielles. Le genre *Polyscias* (ex-*Tieghemopanax*) rassemble 23 espèces dont 12 sur roches ultramafiques et 8 exclusivement dans le maquis. Les genres *Schefflera* (*sensu lato*), devant être scindés entre les genres *Schefflera* et *Plerandra* (Pete Lowry, com. pers.), *Meryta* et *Arthrophyllum* (totalisant une quarantaine d'espèces) sont prédominants sur roches ultramafiques mais essentiellement en forêt ou en lisière de forêt.

Les espèces du genre *Polyscias*, abondantes dans différents maquis, et dont les fruits sont prisés des oiseaux, devraient pouvoir être utilisées en revégétalisation. Toutefois, des dormances endogènes de type physiologique de leurs graines semblent constituer pour l'instant une difficulté à surmonter.



Polyscias pancheri. L'étude de la germination des graines de cette espèce est en cours (IAC).

DESCRIPTION BOTANIQUE DE LA FAMILLE :

Arbres ou arbustes. Feuilles alternes, stipules formant une aile à la base du pétiole ou soudées en lame intra-pétiolaire. Inflorescences en ombelles ou en capitules. Fleurs hermaphrodites, calice à lobes peu ou pas distincts, généralement 5 pétales alternant avec les sépales, 5 étamines, parfois plus. Fruits en drupes charnues, parfois soudés en fruits composés.

Ericaceae

Cette famille est représentée sur le territoire par 23 espèces dont 22 sont endémiques. Parmi elles, 20 se rencontrent sur terrains miniers et 18 ne s'en écartent pas. Seules les deux espèces du genre *Paphia* et une espèce du genre *Dracophyllum* se trouvent uniquement sur roches acides. Une seule espèce des terrains miniers (*Styphelia balansae*) ne se rencontre pas dans le maquis. Les trois espèces du genre endémique *Cyathopsis* sont cantonnées aux maquis. C'est aussi le cas de six espèces sur neuf du genre *Dracophyllum* et de quatre espèces sur neuf du genre *Styphelia*.

Les espèces du genre *Cyathopsis* (tout particulièrement *Cyathopsis albicans* et *C. floribunda*) seraient sans doute les plus intéressantes pour la revégétalisation. Elles sont en effet très fructifères, fixent bien le sol en profondeur, comme le font généralement les espèces arbustives, et ont, de plus, un port en boule à même le sol, permettant de freiner l'écoulement des eaux de pluie et ainsi de réduire l'érosion superficielle. Les fruits de ces espèces peuvent être disséminés par des animaux, ce qui permet de réenclencher des interactions faune-flore, assurant ainsi un meilleur brassage génétique des populations d'espèces déjà présentes sur le site. Toutefois, les graines des Ericaceae sont dotées de fortes dormances, qu'il conviendrait de pouvoir lever au moment voulu pour qu'elles soient vraiment utilisables en revégétalisation.

DESCRIPTION BOTANIQUE DE LA FAMILLE :

Arbustes. Feuilles alternes, spiralées, soit plus ou moins éparées, imbriquées le long des rameaux, soit fortement condensées à l'extrémité des tiges, quelquefois rapprochées en faux verticilles séparés par des entre-nœuds plus ou moins longs, pétiolées, sessiles ou engainantes à la base, raides, coriaces, de structure xéromorphe, pas de stipules. Feuilles à nervures parallèles, sauf chez *Paphia* sp. Inflorescences terminales ou axillaires en épis, en grappes simples ou composées (parfois fleurs solitaires). Fleurs hermaphrodites, régulières, calice à 4-5(-6) sépales libres, imbriqués et persistants. Corolle gamopétale, régulière (actinomorphe). Étamines en nombre égal à celui des lobes de la corolle et alternes avec ceux-ci. Fruits en drupes à mésocarpe charnu ou en capsules déhiscentes.



Cyathopsis albicans. Des germinations sont obtenues entre 1,5 mois et 8 mois (20 % après traitement par GA₃) (IAC, com. pers.).

© IRD / T. Jaffré



Styphelia pancheri. Des germinations nombreuses de *Styphelia cymbulae* peuvent être obtenues entre 3 et 8 mois (IAC, com. pers.).

Lamiaceae

La famille des Lamiaceae compte 31 espèces arbustives ou lianescentes, dont 25 endémiques. Parmi elles, 21 se rencontrent sur terrains miniers. Elles appartiennent aux genres *Gmelina* (3 espèces sur un total de 5), *Oxera* (16 espèces sur un total de 19), *Premna* et *Vitex* (1 espèce pour chaque genre). Au total, 15 espèces (10 *Oxera*, 3 *Gmelina*, 1 *Vitex* et l'unique espèce du genre *Premna*) se rencontrent dans le maquis.

Oxera neriifolia, espèce lianescente commune, testée dans les essais réalisés par l'Orstom (IRD) sur saprolites sur le mont Dore, a donné de bons résultats. De plus, les travaux de G. Gateblé (2009^a, 2009^b) ont montré que les espèces du genre *Oxera* se multipliaient assez facilement. Plusieurs espèces de ce genre devraient donc pouvoir être utilisées à l'avenir.



Oxera neriifolia. Les graines ne présentent pas de dormance et germent rapidement. Le bouturage de cette espèce est également aisé.

DESCRIPTION BOTANIQUE DE LA FAMILLE :

Arbres, arbustes, arbrisseaux, lianes et herbes. Feuilles sans stipule, opposées-décussées, verticillées ou alternes, composées ou simples, souvent aromatiques. Fleurs bisexuées ou fonctionnellement unisexuées, généralement bractéolées et en inflorescences terminales ou axillaires, parfois en fleurs solitaires. Calice généralement persistant, parfois accrescent et charnu, à (4)5(-9) dents ou lobes, ou bilabié. Corolle à (4)5(-16) lobes, (1)2-labiée ou parfois 4-lobée. Étamines 4 ou 2 avec 2 staminodes, ou toutes staminodales, insérées sur le tube de la corolle, anthères à déhiscence longitudinale, insérée sur le tube de la corolle. Fruits en drupes ou fruits secs, agrégats de méricarpes, capsules, 1-4 graines, à péricarpe dur.

Rubiaceae

La famille des Rubiaceae serait, avec environ 230 espèces et une vingtaine de genres, après les Myrtaceae, la famille la plus riche en espèces de la flore de la Nouvelle-Calédonie. Elle comprend des arbustes, des arbrisseaux et des lianes. Comme elle est en cours de révision, les données concernant la distribution des espèces demeurent très imprécises. Environ 125 espèces (60 % du total) se rencontrent sur roches ultramafiques, mais moins de 100 espèces (40 %) y seraient cantonnées.

La distribution des espèces des genres *Psychotria* (85 espèces dont 26 dans le maquis), *Cyclophyllum* (16 espèces dont 6 dans le maquis) et *Randia* (9 espèces dont 2 dans le maquis) est relativement équilibrée entre les substrats sur roches ultramafiques et les autres substrats. Ces trois genres demeurent toutefois prédominants en milieu forestier.

Les genres *Guettarda* (une dizaine d'espèces dont la moitié se trouvent dans le maquis), *Morinda* (14 espèces dont 9 dans le maquis), *Tarenna* (8 espèces dont 6 dans le maquis) et *Coelospermum* (3 espèces dont 2 dans le maquis) sont davantage liés aux roches ultramafiques. À l'opposé, les espèces des genres *Atractocarpus* (12 espèces dont 3 dans le maquis), *Ixora* (16 espèces dont 4 dans le maquis) et *Gardenia* (10 espèces dont 2 dans le maquis) se développent majoritairement en forêt et le plus souvent sur roches volcano-sédimentaires. Les genres endémiques *Morierina* (2 espèces forestières), *Bikkia* (12 espèces, 11 dans le maquis) et *Normandia* (1 espèce du maquis) sont principalement associés aux roches ultramafiques.

Les espèces les plus prometteuses pour la revégétalisation comprennent *Normandia neocaledonica* et certaines espèces du genre *Psychotria*. *Normandia neocaledonica* affectionne les sols érodés et les talus escarpés, et tolère des teneurs élevées en nickel et en magnésium. Il se reproduit très facilement par bouturage et par graines, et a montré, dans un essai Orstom (IRD)-IAC à Thio, qu'il réagissait très bien aux apports d'engrais, étant capable de doubler facilement de taille et de vitesse de croissance. Il produit des graines qui germent rapidement, mais qui sont difficiles à collecter en raison de leur petite taille. Le genre *Psychotria* est très diversifié et les espèces du maquis se rencontrent sur toutes les catégories de sols. Une assez bonne germination des graines de l'espèce forestière accumulatrice de nickel *Psychotria douarrei* (Jaffré, com. pers.) laisse penser que plusieurs espèces de ce genre pourraient être utilisées pour la revégétalisation.

DESCRIPTION BOTANIQUE DE LA FAMILLE :

Presque toujours arbres ou arbustes parfois grimpants. Feuilles simples, entières, opposées, stipulées, stipules souvent inter-pétiolaires. Fleurs hermaphrodites ou unisexuées, calice à 4-6 lobes, corolle en tube en 3-6 lobes, 3-6 étamines, insérées sur le tube de la corolle, anthères à 2 loges s'ouvrant par des fentes longitudinales, ovaire infère, à 1-10 loges, 1 style. Fruits en baies libres, ou soudées en fruits composés (*Morinda* sp.), en drupes ou en capsules s'ouvrant par des valves.



Normandia neocaledonica. Les graines germent rapidement (pas de dormance) (IAC, com. pers.).

Rutaceae

La famille des Rutaceae compte dans la flore de la Nouvelle-Calédonie 94 espèces, dont plus de 90 % sont endémiques, réparties sur 21 genres. Les espèces les plus communes dans le maquis appartiennent aux genres *Boronella* (4 espèces, toutes dans le maquis), *Comptonella* (8 espèces sur 10 dans le maquis) et *Myrtopsis* (8 espèces, essentiellement dans le maquis).

Comptonella drupacea, espèce arbustive buissonnante, produisant beaucoup de fruits, pourrait être utilisée en revégétalisation. Toutefois, la germination de ses graines nécessite une longue période d'attente, en raison d'une dormance physiologique, qui existe chez de nombreuses Rutaceae.

DESCRIPTION BOTANIQUE DE LA FAMILLE :

Arbres ou arbustes à poches sécrétrices pellucides dans l'écorce, les feuilles, les fleurs et les fruits. Feuilles généralement opposées, pas de stipules. Fleurs hermaphrodites ou plus ou moins unisexuées, 4-5 sépales, 4-5 pétales, parfois 0, étamines 4-5-∞, libres ou soudées en faisceaux, carpelles 4-5, libres ou soudés en ovaire à 4-5-∞ loges, styles 4-5, soudés par le stigmate, ou 1. Fruits en capsules s'ouvrant par des fentes longitudinales, en drupes ou en baies.



Comptonella drupacea.



Jeune plant de *Comptonella drupacea*.
La germination est très étalée (entre un mois et deux ans ; étude en cours par l'IAC).

Sapotaceae

Cette famille est en cours de révision. En l'état actuel des connaissances, elle est divisée en deux groupes selon que les espèces possèdent ou non des staminodes (J. Munzinger, com. pers.). Les genres avec staminodes sont : *Planchonella* (36 espèces dont 24 sur substrats ultramafiques), *Beccariella* (environ 14 espèces dont 9 sur roches ultramafiques), *Pichonia* (7 espèces dont 4 sur substrats ultramafiques). Les genres sans staminodes sont : *Leptostylis* (10 espèces dont 8 sur terrains miniers), *Pycnandra* (une vingtaine d'espèces, principalement forestières, dont plus du tiers sur roches ultramafiques), *Trouettia* (2 espèces, uniquement sur substrats ultramafiques), *Ochrothallus* (9 espèces dont 7 sur terrains miniers), *Corbassona* (3 espèces, uniquement sur substrats ultramafiques), *Sebertia* (2 espèces, uniquement sur substrats ultramafiques) et *Niemeyera* (1 espèce ubiquiste). Tous ces genres seront prochainement regroupés sous le genre *Pycnandra*.

Les espèces à caractère préforestier, au sein de différents genres (*Leptostylis*, *Ochrothallus*, *Planchonella*...), dont les graines sont souvent transportées par les oiseaux, pourraient être implantées – tout comme les espèces des genres *Myodocarpus* et *Delarbrea* (Myodocarpaceae), *Geissois* et *Codia* (Cunoniaceae), *Garcinia* (Cluseaceae)... – après la phase pionnière de la succession végétale, pour accélérer le retour vers des stades plus forestiers.

DESCRIPTION BOTANIQUE DE LA FAMILLE :

Arbres ou arbustes. Présence de latex blanc, parfois bleu-vert (*Pycnandra acuminata*), exsudation plus ou moins importante, exceptionnellement très peu apparent chez quelques espèces (*Leptostylis* sp.) ainsi que pour les espèces de forêt sèche. Feuilles alternes, entières, parfois opposées, ou sub-opposées chez *Leptostylis* et *Pichonia*. Feuilles souvent groupées en touffes terminales et dressées parfois au sommet des rameaux, présentant souvent un tomentum ferrugineux ou grisâtre à l'état juvénile, qui persiste plus ou moins longtemps en dessous du limbe. Pas de stipules. Fleurs généralement hermaphrodites, solitaires ou fasciculées à l'aisselle des feuilles terminales, ou à l'aisselle des cicatrices sur les rameaux âgés défeuillés, ou parfois même sur le vieux bois. Corolle gamopétale, à plusieurs lobes et à tube plus ou moins long. Étamines insérées au bord ou à l'intérieur du tube. Fruits charnus contenant des graines à tégument épais, brillants, lisses, de couleur marron, grise ou noire, avec une cicatrice (hile) latérale mate et rugueuse.



Beccariella sebertii.

Simaroubaceae

Cette famille comprend en Nouvelle-Calédonie 11 espèces endémiques appartenant au genre *Soulamea*. Elles se développent toutes sur roches ultramafiques, une seule espèce se développe également sur roches sédimentaires, deux espèces sont essentiellement forestières et quatre strictement inféodées aux maquis miniers.

Soulamea pancheri, l'espèce la plus commune, produit des graines qui germent assez facilement, et devrait faire l'objet d'essais de multiplication et d'implantation sur sites.



Soulamea pancheri.

DESCRIPTION BOTANIQUE DE LA FAMILLE :

Arbres ou arbustes. Feuilles alternes, généralement composées-pennées, pas de stipules. Fleurs unisexuées ou hermaphrodites, calice à 3-5 lobes, 3-5 pétales, 6-10 étamines, anthères à 2 loges s'ouvrant par des fentes longitudinales, 5 carpelles, libres ou soudés en ovaire à 2 loges, 2 ou 5 styles. Fruits secs, indéhiscent, souvent en samares.



Soulamea pancheri (plantules de 10 mois) : germination sans traitement au bout de 3 à 4 semaines (IAC, com. pers.).

BIBLIOGRAPHIE

- Aerts R., Chatain P.S. 2000. The mineral nutrient of wild plants revisited : a re-evaluation of processes and patterns. *Adv. Ecol. Res.* 30 : 1-67.
- Agosti D., Alonso L.E. 2000. The ALL protocol. A standard protocol for the collection of ground-dwelling ants : 204- 206. In : Agosti et al. (eds.) : *Ants. Standard methods for measuring and monitoring biodiversity*. Smithsonian Institution Press, Washington.
- Agren J., Elmqvist T., Tunlid A. 1986. Pollination by deceit, floral sex ratios and seed set in dioecious *Rubus chamaemorus* L. *Oecologia* 70 : 332-338.
- Allee W. C. 1931. Animal aggregations, a study in general sociology. Univ. Chicago Press, Chicago.
- Allee W. C. 1941. Integration of problems concerning protozoan populations with those of general biology. *Am. Nat.* 75 : 473-487.
- Amir H., Lagrange A., 2008. Arbuscular mycorrhizal fungi from New Caledonian ultramafic soil improve the tolerance to nickel of endemic plant species. Sixth International Conference on Serpentine Ecology, 16-23 juin, Bar Harbor, USA.
- Amir H., Pineau R. 2003a. Relationship between extractable Ni, Co and others metals and microbiological characteristics of different ultramafic soils from New Caledonia. *Aust. J. Soil Res.* 41 : 1-14.
- Amir H., Pineau R. 2003b. Release of Ni and Co by microbial activity in New Caledonian ultramafic soils. *Can. J. Microbiol.* 49 : 288-293.
- Amir H., Pineau R., Violette Z. 1997. Premiers résultats sur les endomycorhizes des plantes de maquis miniers de Nouvelle-Calédonie. In : *Écologie des milieux sur roches ultramafiques et sur sols métallifères* (Eds Jaffré T., Reeves R. D., Becquer T.), pp.75-85. Doc. Sci. Tech. III2, ORSTOM, Nouméa.
- Amir H., Barré N., Boulègue H., Colin F., Dreyfus B., Marini J-F., Mennesson T., Pelletier B., Quantin C., Pineau R., Tassin J. 2003. Résumé des travaux du colloque et recommandations. Colloque Préservation et restauration écologique en milieux tropical minier, juillet 2003, Nouméa.
- Amir H., Perrier N., Rigault F., Jaffré T. 2007. Relationships between Ni-hyperaccumulation and mycorrhizal status of different endemic plant species from New Caledonian ultramafic soils. *Plant Soil* 293 : 23-35.
- Amir H., Jasper D.A., Abbott L.K. 2008. Tolerance and induction of tolerance to Ni of arbuscular mycorrhizal fungi from New Caledonian ultramafic soils. *Mycorrhiza* 19 : 1-6
- Andrianovelina O., Favreau B., Ramamonjisoa L., Bouvet J-M. 2009. Small effect of fragmentation detected by chloroplast and nuclear microsatellites on the genetic diversity of *Dalbergia monticola* Bosser & R.Rabev., an endangered tree species of the eastern forest of Madagascar. *Ann. Bot.* 104 (6) : 1231-1242.
- Arcas X. 2008. Caractérisation des dynamiques germinatives d'espèces indigènes de maquis minier de Nouvelle Calédonie : étude comparative en conditions contrôlées et sur site minier avec différents déblais. Stage IAC, Mémoire Master Gestion de la biodiversité, Univ. Paul Sabatier, Toulouse, août 2008, 73 p.
- Armstrong J.A. 1979. Biotic pollinisation mechanisms in the Australian flora-a review. *New Zeal. J. Bot.* 467-508.
- Asher C.J., Bell L.C. (Eds.). 1999. *Proceedings of the Workshop on Indicators of Ecosystem Rehabilitation Success*. Melbourne, 23-24 October 1998. (Australian Centre for Mining Environmental Research : Brisbane).
- Aubreville A., Le Roy J.F., Mac Kee H., Morat P. 1967-2006. *Flore de la Nouvelle-Calédonie et dépendances*. Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris. 25 tomes.
- Bà A.M. 1990. Contribution à l'étude de la symbiose ectomycorhizienne chez deux essences forestières d'Afrique intertropicale : *Azelia africana* Sm. et *Uapaca guineensis* Müll.Arg. Thèse, USTL, Montpellier, France, 193 p.
- Bailly Y. 1986. Étude de la germination et de la conservation des semences d'essences forestières d'intérêt économique. Rapport de convention ORSTOM/CTFT. 429 p.
- Bailly C., Benamar A., Corbinea F., Côme D. 1997. Changes in superoxide dismutase, catalase and glutathione reductase activities in sunflower seeds during accelerated ageing and subsequent priming. In : *Basic and Applied Aspects of Seed Biology*, (Eds : Ellis R. H., Black M., Murdoch A. J., Hong T. D.) Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. pp 665-672.
- Baker A.J.M. 1981. Accumulators and excluders-strategies in the response of plants to heavy metals. *J. Plant Nut.* 3 : 643-654
- Baker A.J.M., Proctor J., Reeves R.D. 1992. *The Vegetation of Ultramafic (Serpentine) Soils* Intercept Ltd. Andover, U.K.
- Balkwill K. 2001. Serpentine ecology. *Proceedings of the third International Conference on Serpentine Ecology*. South Afr. J. Sci. 97 (part 2 special issue).
- Baroni Urbani C., Wilson E.O., 1987. The fossil members of the ant tribe Leptomyrmecini (Hymenoptera, Formicidae). *Psyche* 94 : 1-8.
- Barrabé L. 2005. Application d'une méthode d'échantillonnage floristique aux forêts denses humides de la Nouvelle-Calédonie. Mémoire ingénieur, IRD/INA Paris-Grignon.
- Barrett S. C. H. 1998. The evolution of mating strategies in flowering plants. *Trends Plant Sci.* 3 : 335-341.
- Barrière R., Dagostini G., Rigault F., Munzinger J. 2007. Caractérisation et cartographie de la végétation des milieux miniers de la côte Ouest de la Nouvelle-Calédonie. Rapport de Convention IRD/ DDEE Province Nord. 55 p+ cartes en annexe.
- Barrière R., Nigote W., Rigault F., Dagostini G., Munzinger J. 2008. Caractérisation et cartographie de la végétation des milieux miniers de la côte Nord Est de la Nouvelle-Calédonie. Rapport de Convention IRD/ DDEE Province Nord. 38 p + cartes en annexe.
- Bartish I.V., Swenson U.V., Munzinger J., Anderberg A.A. 2005. Phylogenetic relationships among New Caledonian Sapotaceae (Ericales) : molecular evidence for genetic polyphyly and repeated dispeal. *Am. J. Bot.* 92 : 667-673.
- Baskin C., Baskin J. 1998. *Seeds, Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination*. Academic Press.
- Baskin J., Baskin C. 2004. A classification system for seed dormancy. *Seed Sci. Res.* 14 : 1-6.

- Baskin J., Davis B. H., Baskin C., Gleason S. M., Cordell S. 2004. Physical dormancy in seeds of *Dodonaea viscosa* (Sapindales, Sapindaceae) from Hawaii. *Seed Sci. Res.* 14 : 81-90.
- Bauer A.M., De Vane K.D. 1987. Aspects of diet and habitat use in some New Caledonian lizards. *Amphibia-Reptilia* 8 : 349-364.
- Bauer A.M., Sadler R.A. 2000. The Herpetofauna of New Caledonia. Society for the Study of Amphibians and Reptiles. Ithaca, New York, USA, 310 p.
- Becher M., Talke I.N., Krall L., Krämer U. 2004. Cross-species microarray transcript profiling reveals high constitutive expression of metal homeostasis genes in shoot of the zinc hyperaccumulator *Arabidopsis halleri*. *Plant J.* 37 : 251-268.
- Becquer T., Bourdon E., Pétard J. 1995a. Disponibilité du nickel le long d'une toposéquence de sol développé sur roches ultramafiques de Nouvelle-Calédonie. *C.R. Acad. Sci. Paris, Ser. IIa*, 321 : 585-592.
- Becquer T., Bourdon E., L'Huillier L. 1995b. Disponibilité du nickel dans les sols développés sur roches ultramafiques de Nouvelle-Calédonie. 3^e Conférence Internationale sur la Biogéochimie des Éléments Traces, Ministère de l'Environnement, 15-19 mai 1995, Paris.
- Becquer T., Bourdon E., L'Huillier L. 1997. Mobilité du nickel dans les sols ferrallitiques ferritiques du Sud de la Nouvelle-Calédonie. In : *Écologie des milieux sur roches ultramafiques et sur sols métallifères* (éds Jaffré T., Reeves R. D., Becquer Th.), pp.57-63. Doc. Sci. Tech. III2, ORSTOM, Nouméa.
- Becquer T., Bourdon E., L'Huillier L., Quantin P., Herbillon A. 1998. Sources du nickel biodisponible dans les sols ferrallitiques ferritiques du sud de la Nouvelle-Calédonie. 16^e Congrès Mondial de la Science du Sol, 20-26 août 1998, Montpellier.
- Becquer T., Quantin C., Sicot M., Boudot J.P. 2003. Chromium availability in ultramafic soils from New-Caledonia. *Sci. Total Environ.* 301 : 251-261.
- Bellefontaine R., Sabir M., Kokou K., Guinko S., Saadou M., Ichaou A., Chaar H., Battono B.A., Saley K., Jhonn L. 2003. Revégétalisation, une quatrième voie : la propagation végétative naturelle. In : *Actes du XII^e Congrès forestier mondial*. La forêt, source de vie, Québec, Canada.
- Bewley J. D. 1997. Seed germination and dormancy. *Plant Cell* 9 : 1055-1066.
- Bird E.C., Dubois J.P., Iltis J.A. 1984. The impact of opencast mining on the rivers and coast of New Caledonia. The United Nations University. 53 p. Tokyo.
- Black M., Bewley D., Halmer P. 2006. The Encyclopedia of Seeds : Science, Technology and Uses. Ed. CAB.
- Boissenin M., Gomez S., Barré N., Chambrey C., Tassin J. 2006. Interactions entre l'avifaune frugivore et la flore ligneuse en forêt sèche de Nouvelle-Calédonie. Rapport Programme Forêt Sèche n°3/2006.
- Bolton B. 1995. A new general catalogue of the ants of the World (Hymenoptera : Formicidae). Harvard University Press, Cambridge.
- Bonello P., Bruns T.D., Gardes M. 1998. Genetic structure of a natural population of the ectomycorrhizal fungus *Suillus pungens*. *New Phytol.* 138 : 533-542.
- Bonzon B., L'Huillier L., Edighoffer S., Bourdon E., Becquer T., Laubreaux P. 1995. Facteurs de la fertilité et de mise en valeur des sols ferrallitiques du Sud de la Grande Terre. Historique et résultats des recherches. Questions pour l'avenir. Nouméa, ORSTOM. *Conv. Sci. Vie; Agropédo.* 31 : 32 p.
- Bonzon B., Edighoffer S., L'Huillier L., Bourdon E., Becquer T. 1997. Facteurs de fertilité et conditions de mise en valeur des sols ferrallitiques ferritiques du Sud de la Grande Terre : problématique de leur étude. In : *Écologie des milieux sur roches ultramafiques et sur sols métallifères* (éds Jaffré T., Reeves R. D., Becquer T.), pp.39-47. Doc. Sci. Tech. III2, ORSTOM, Nouméa.
- Bonzon B., Dupont S., L'Huillier L. 2001. Mise en valeur des sols ferrallitiques des massifs du Sud de la Nouvelle-Calédonie. Fertilisations phosphatées et toxicités métalliques. Synthèse des résultats. Nouméa : ORSTOM. *Conv. ; Sci. Vie ; Agropédo.*, 36 : 61 p.
- Bottin L. 2006. Déterminants de la variation moléculaire et phénotypique d'une espèce forestière en milieu insulaire : cas de *Santalum austrocaledonicum* en Nouvelle-Calédonie. Thèse, Univ. Montpellier II, 132 p + annexes.
- Bottin L., Verhaegen D., Tassin J., Olivier I., Vaillant A., Bouvet J.M. 2005. Genetic diversity and population structure of an insular tree, *Santalum austrocaledonicum* in New Caledonian archipelago. *Mol. Ecol.* 14 : 1979-1989.
- Bourdon E., Becquer T., Edighoffer S., Bonzon B. 1997. Caractérisation du comportement physique de deux types de faciès de sol ferrallitiques issus de roches ultramafiques. In : *Écologie des milieux sur roches ultramafiques et sur sols métallifères* (éds Jaffré T., Reeves R. D., Becquer T.), pp.49-55. Doc. Sci. Tech. III2, ORSTOM, Nouméa.
- Bouterin D., Bron G. 2002. Multiplication des plantes horticoles. Ed. Tec & Doc. 2^e édition. 248 p.
- Boyd R.S. 2002. Does elevated body Ni concentration protect insects against pathogens ? A test using *Melanotrichus boydi* (Heteroptera : Miridae). *Am. Midl. Nat.* 147 (2) : 225-236.
- Boyd R.S. 2009. High nickel insects and nickel hyperaccumulator plants : a review. *Insect Sci.* 16 : 19-31
- Boyd R.S., Jaffré T. 2009. Elemental concentration of eleven New Caledonian plant species from serpentine soils : Elemental correlations and leaf age effects. *Northeast. Nat.* 16 (5) : 93-110.
- Boyd R.S., Martens S.N. 1992. The raison d'être for metal hyperaccumulation by plants. pp 279-289. In : *The vegetation of ultramafic (serpentine) soils* (Baker A.J.M., Proctor J., Reeves R.D., eds). Intercept, Andover, UK.
- Boyd R.S., Baker A.J.M., Proctor J. 2004. Ultramafic rocks : their soils, vegetation and fauna. Proceedings of the 4th International Conference on Serpentine Ecology. Science reviews 2000 Ltd. St Albans, Herts, UK.
- Boyd R.S., Wall M., Jaffré T. 2006. Nickel levels in arthropods associated with Ni hyperaccumulator plants from an ultramafic site in New Caledonia. *Insect Sci.* 13 : 271-277.
- Bradshaw A. D. 1997a. Restoration after mining for metals - an ecological view. In : *Écologie des milieux sur roches ultramafiques et sur sols métallifères* (éds T Jaffré, R. D. Reeves, Th Becquer), pp.239-248. Doc. Sci. Tech. III2, ORSTOM, Nouméa.

BIBLIOGRAPHIE

- Bradshaw A. D. 1997b. Restoration of mined lands – using natural processes. *Ecol. Eng.* 8 : 255-269.
- Brady K.U., Kruckeberg A.R. and Bradshaw Jr. H.D. 2005. Evolutionary ecology of plant adaptation to serpentine soils. *Ann. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 36 : 243-266.
- Brinon L.C. 2009. Répartition, écologie et multiplication de deux espèces de *Xanthostemon*, pour la conservation des espèces et la restauration des sites miniers. Rapport stage IAC, 2^e année Deust RGE, Univ. Nouvelle-Calédonie, 41 p.
- Brooks R.R. 1987. *Serpentines and its vegetation : a multi-disciplinary approach*. Dioscorides Press, Portland Oregon.
- Brooks R.R., Lee J., Reeves R.D., Jaffré T. 1977. Detection of nickeliferous rocks by analysis of herbarium specimens of indicator plants. *J. Geochem. Explor.* 7 : 49-57.
- Brundrett M. Mycorrhizal associations : the web resource, [En ligne]. <http://mycorrhizas.info/info.html> (Page consultée le 1^{er} décembre 2009).
- Brundrett M.C. 2009. Mycorrhizal associations and other means of nutrition of vascular plants : understanding the global diversity of host plants by resolving conflicting information and developing reliable means of diagnosis. *Plant and Soil*, 320 : 37-77.
- Brys R., Jacquemyn H., Hermy M. 2008. Pollination efficiency and reproductive patterns in relation to local plant density, population size, and floral display in the rewarding *Listera ovata* (Orchidaceae). *Bot. J. Linn. Soc.* 157 : 713-721.
- Buyck B., Hofstetter V., Eberhardt U., Verbeke A., Kauff F. 2008. Walking the thin line between *Russula* and *Lactarius* : the dilemma of *Russula* subsect. *Ochriconcompactae*. *Fungal Divers.* 28 : 15-26.
- Chaintreuil C., Rigault F., Moulin L., Jaffré T., Fardoux J., Giraud E., Dreyfus B., Bailly X. 2008. Nickel resistance determinants in *Bradyrhizobium* strains from nodules of the endemic New Caledonian legume *Serianthes calycina*. *Appl. Environ. Microb.* 73 : 8018-8022.
- Chaney R.L., Angle J.S., Broadhurst C.L., Peters C.A., Tappero R.V., Sparks D.L. 2007. Improved understanding of hyperaccumulation yields commercial phytoextraction and phytomining technologies. *J. Environ. Qual.* 36 : 1429-1443.
- Chapman H.P. 1966. *Diagnostic criteria for plants and soils*. Riverside Univ. of California, Div. Agr. Sciences.
- Chazeau J. 1993. Research on New Caledonian terrestrial fauna : achievements and prospects. *Biodiv. Letters* 1 : 123-129.
- Chazeau J. 1997. Caractères de la faune de quelques milieux naturels sur sols ultramafiques en Nouvelle-Calédonie. In : *Écologie des milieux sur roches ultramafiques et sur sols métallifères* (éds Jaffré T., Reeves R. D., Becquer T.), pp. 95 -105. Doc. Sci. Tech. III2, ORSTOM, Nouméa.
- Chazeau J., Jourdan H., Sadlier R., Bonnet de Larbogne L., Konghouleux J., Potiéro T. 2003. Identification, typologie et cartographie des groupements végétaux de basse altitude du Grand Sud calédonien et de la vallée de la Tontouta. Caractérisation écologique, botanique et zoologique des écosystèmes représentatifs de ces secteurs (Convention Province Sud/IRD). Rapport final 2^e partie, étude zoologique. Rap. No. 15. Conventions Sciences de la Vie Zoologie. IRD, Nouméa.
- Chazeau J., Jourdan H., Bonnet de Larbogne L., Konghouleux J., Potiéro T. 2004. Recherche des caractéristiques faunistiques des habitats se trouvant sur les sites retenus pour l'installation des infrastructures minières et industrielles du complexe de Goro Nickel. Contrat de Consultance Institutionnelle Goro Nickel/IRD. Rapport final. IRD, Nouméa.
- Cherrier J.F. 1974. Inventaire des ressources forestières de la Nouvelle-Calédonie, inventaire des peuplements de niaouli. CTFT, 41 p+ annexes.
- Cherrier J.F. 1983. Les essences forestières exploitables de Nouvelle-Calédonie. CTFT, Nouméa.
- Cherrier J.F. 1990. Reverdissement des terrains miniers en Nouvelle-Calédonie. *Bois et Forêts des Tropiques* 226 (3) : 5-23.
- Chiarucci A., Baker A.J.M. 2007. Proceedings of the fifth International Conference on Serpentine Ecology. *Plant Soil* 293 (special issue).
- Cohic F. 1959a. Contribution à l'étude des cochenilles de Nouvelle-Calédonie (Hom.) *Neoclavicornus ferrisi* n.g. n. sp. et *Neoclavicornus bugnicourti* n. sp. *Bulletin de la Société entomologique de France* 64 : 88-91.
- Cohic F. 1959b. Notes sur les espèces néocalédoniennes du genre *Orchamoplatus* Russell (Homoptera Aleyrodidae). *Journal d'Agriculture tropicale et de Botanique appliquée* 6 : 494-497.
- Colin F., Parron C., Bocquier G., Nahon D. 1980. Nickel and chromium concentration by chemical weathering of pyroxenes and olivine. UNESCO Intern. Symp. Athènes, 2 : 56-66.
- Côme D. 1982. Germination. pp. 129-225. In : Mazliak P., eds. *Physiologie végétale, II. Croissance et développement*. Hermann, Paris.
- Côme D., Corbineau F. 2000. Storage of seeds. pp. 755-770. In : *Improving Postharvest Technologies of Fruits, Vegetables and Ornamentals*, Artes F., Gill M.J., Conesa M.A. (eds).
- Côme D., Corbineau F. 2006. *Dictionnaire de la biologie des semences et des plantules*. Ed. Tec & Doc.
- Cooke J. A., Johnson M.S. 2002. Ecological restoration of land with particular reference to the mining of metals and industrial minerals : a review of theory and practice. *Environ. Rev.* 10 : 41-71.
- Cornu A., Sarraillh J-M., Marion F. 2001. Espèces endémiques et restauration écologique en Nouvelle-Calédonie. *Bois et Forêts des Tropiques* 268 : 57-67.
- Dagostini G., Veillon J.M., Jaffré T. 1997. Inventaire et caractérisation de la flore et des groupements végétaux du massif de la Tiébaghi. Convention ORSTOM/SLN. Nouméa 14 p+ annexes.
- Davis H. G., Taylor C. M., Lambrinos J. G., Strong D. R. 2004. Pollen limitation causes an Allee effect in a wind-pollinated invasive grass (*Spartina alternifolia*). *Proc. Natl. Acad. Sci.* 101 : 13804-13807.
- Derroire G., Lagrange A., Tassin J. 2008. Flowering and fruiting phenology in maquis of New Caledonia. *Acta Bot. Gallica* 155 : 263-275.
- Desmoulin F., Barré N. 2004. Inventaire et écologie de l'avifaune du plateau de Goro. Rapport IAC/Programme Elevage et Faune Sauvage n° 9/2004, 47 p.

- Dionisio C. 2008. Étude de l'impact du cerf rusa *Cervus timorensis* russe sur la restauration des sites miniers de Nouvelle-Calédonie. Stage IAC, Mémoire 2^e année Master Conservation et Restauration des Écosystèmes, Univ. Paul Verlaine – Metz, juillet 2008, 129 p.
- Dobzhansky T. 1937. Genetics and the Origin of Species, Columbia University Press.
- Ducousso M., Contesto C., Jaffré T., Rigault F., Reddell P., Dreyfus B., Prin Y. 2001. Molecular and cytological characterization of a *Glomus* sp. induce myconodules in Casuarinaceae. In : 12th International Meeting on Frankia and Actinorhizal Plants, 17-21 June 2001, Carry-le-Rouet.
- Ducousso M., Contesto C., Cossegal M., Prin Y., Rigault F., Eyssartier G., 2004. *Cantharellus garnierii* sp. nov., une nouvelle chanterelle des maquis miniers nickélifères de Nouvelle-Calédonie. Cryptogamie Mycol. 25 : 115-125.
- Duhoux E., Rinaudo G., Diem H.G., Augy F., Fernandez D., Boguusz D., Franche C., Dommergue Y., Huguenin B. 2001. Angiosperm *Gymnostoma* trees produce root nodules colonized by arbuscular mycorrhizal fungi related to *Glomus*. New Phytol. 149 : 115-125.
- Dumbleton L.J. 1961. The Aleyrodidae (Hemiptera-Homoptera) of New Caledonia. Pacific Science 15 : 114-136.
- Dupon J.F. 1986. Les effets de l'exploitation minière sur les îles hautes : le cas de l'extraction du minerai de nickel en Nouvelle-Calédonie. Environnement étude de cas, Pacifique Sud N°1, PROE, PNUE, CPS Nouméa.
- Duponnois R., Garbaye J., Bouchard D., Churin J.L. 1993. The fungus-specificity of mycorrhization helper bacteria (MHBs) used as an alternative to soil fumigation for ectomycorrhizal inoculation of bare-root Douglas-fir planting stocks with *Laccaria laccata*. Plant Soil 157 : 257-262.
- Duponnois R., Ouahmane L., Galiana A., Hafidi M., Prin Y., Dreyfus B. 2007. Valoriser et conserver les ressources forestières méditerranéennes : rôle potentiel des champignons mycorrhiziens associés à la strate arbustive pionnière. Bois et Forêts des Tropiques 294 : 29-37.
- Elam D. R., Ridley C. E., Goodell K., Ellstrand N. C. 2007. Population size and relatedness affect fitness of a self-incompatible invasive plant. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 104 :549-552.
- Emerson B. C. 2002. Evolution on oceanic islands : molecular phylogenetic approach to understanding pattern and processes. Mol. Ecol. 11 : 951-966.
- Enright N.J., Rigg L., Jaffré T. 2001. Environmental controls on species composition along a (maquis) shrubland to forest gradient on ultramafics at Mt Do, New Caledonia. South African J. Sci. 97 : 573-580.
- Eyssartier G. 2009. Mission d'introduction à un inventaire mycologique de la Nouvelle-Calédonie. Rapport de mission, CIRAD, 10 p.
- Eyssartier G., Buyck B., Ducousso M. 2009. *Cortinarius meleagris*, *Paxillus chalybaeus* et *Pluteus bressollensis* sp. nov., trois Agaricales remarquables de Nouvelle-Calédonie. Bulletin de la société mycologique de France, sous presse.
- Falk D.A., Knapp E.E., Guerrant E.O. 2001. An introduction to restoration genetics. Society for Ecological Restoration, for : Plant Conservation Alliance, Bureau of Land Management, US Department of Interior, 33 p.
- Fatercal V. 2009. Base de données sur la faune terrestre de Nouvelle-Calédonie. IRD/UMR 022 CBGP, Nouméa.
- Fernando D.R., Woodrow E., Jaffré T., Dumontet, V., Marshall A.T., Baker A.J.M. 2008. Foliar manganese accumulation by *Maytenus fournieri* (Celastraceae) in its native New Caledonia habitats : Populational variations and localisation by x ray microanalysis. New Phytol. 177 : 178-185.
- Field T., Brodribb T.J. 2005. A unique mode of parasitism in the conifer coral tree *Parasitaxus ustus* (Podocarpaceae). Plant Cell Environ. 28 : 1316-1325.
- Finch-Savage W. E., Leubner-Metzger G. 2006. Seed dormancy and the control of germination. New Phytol. 171 : 501-523.
- Florabank. 2007. Professional development training course for Seed Collectors.
- Fogliani B. 2002. De la connaissance physiologique des Cunoniaceae endémiques de la Nouvelle-Calédonie, à la recherche des caractéristiques physico-chimiques et biologiques de leurs substances bioactives d'intérêt. Thèse, Univ. Nouvelle-Calédonie, Nouméa.
- Fogliani B. 2008. Les végétaux terrestres de Nouvelle-Calédonie : mécanismes adaptatifs, conservation et valorisation. Thèse d'habilitation à diriger des recherches, Univ. Provence, 84 p.
- Ford, H. A., Paton, D.C. 1986. The dynamic partnership. Birds and Plants in Southern Australia. D. J. Woolman, Adelaide, Australia.
- Frankham R. 1997. Do island populations have less genetic variation than mainland populations? Heredity 78 : 311-327.
- Frankham R. 1998. Inbreeding and extinction : island populations. Conserv. Biol. 78 : 665-675
- Gâteblé G. 2009a. New Caledonia and its potential for new horticulture crops. Acta Horticulturæ 813 : 29-36.
- Gâteblé G. 2009b. Potentialités de valorisation de la flore néo-calédonienne en horticulture ornementale. PHM Revue horticole, 524 : 39-44.
- Gâteblé G., Pastor M. 2006. Ontogenic stage, auxin type and concentration influence rooting of *Oxera sulfurea* stem cuttings. Acta Horticulturæ 723 : 269-272.
- Gateblé G., Poitcilli E. 2007. Installation d'une unité de multiplication végétative. La Calédonie Agricole. 112 : 20-24.
- Gâteblé G., Wamytan D. 2008. Substrats en horticulture ornementale. La Calédonie Agricole. 116 : 40-45.
- Gauthier D., Navarro E., Rinaudo G., Jaffré T., Jourand P., Prin Y. 1999a. Isolation, caractérisation (PCR-RFLP) and specificity of *Frankia* from 8 *Gymnostoma* species endemic to New Caledonia. Eur. J. Soil Biol. 35 : 199-205.
- Gauthier D., Jaffré T., Prin Y. 1999b. Occurrence of both *Casuarina*-infective and *Elaeagnus*-infective *Frankia* strains within actinorhizae of *Casuarina collina*, endemic to New Caledonia. Eur. J. Soil Biol. 35 : 9-15.
- Gauthier D., Jaffré T., Prin Y. 2000. Abundance of *Frankia* from *Gymnostoma* spp. in the rhizosphere of *Alphitonia neocaledonica*, a non-nodulated Rhamnaceae endemic to New Caledonia. Eur. J. Soil Biol. 36 : 169-175.
- Gendre D., Czernic P., Conéjéro G., Pianelli K., Briat J-F., Lebrun M. and Mari S. 2007. TcYSL3, a member of the YSL gene family from the hyperaccumulator *Thlaspi caerulescens*, encodes a nicotianamine-Ni/Fe transporter. Plant J. 49 : 1-15.

BIBLIOGRAPHIE

- Godley, E. J. 1979. Flower biology in New Zealand. *New Zeal. J. Bot.* 467-508.
- Grandcolas P., Muriénne J., Robillard T., Desutter-Grandcolas L., Jourdan H., Guilbert E., Deharveng L. 2008. New Caledonia very old Darwinian island? *Phil. Trans. R. Soc. B.* 363 : 3309-3317.
- Grant K., Koch J. 2007. Decommissioning Western Australia's First Bauxite Mine : Co-evolving vegetation restoration techniques and targets. *Ecol. Manag. & Rest.* 8 (2) : 92-105.
- Grignon C. 2006. Accumulation et synthèse de données floristiques relatives à la réserve de la Forêt Nord de Nouvelle-Calédonie. IRD/ Univ. P. et M Curie. 61 p.
- Grignon C., Dagostini G., Rigault F., Munzinger J. 2009. Caractérisation et cartographie des formations végétales de huit aires protégées de la Province Sud. (Rapport d'étape n°2). Convention IRD/DENV Province Sud. 69 p.
- Grosman R. 1968. Le chrome dans le sol et la plante. Mise au point bibliographique. *Bull. Assoc. Et. Sol.* 3 : 115-124.
- Guilbert E. 1994. Biodiversité des arthropodes de la canopée dans deux forêts primaires en Nouvelle-Calédonie. Thèse de Doctorat, Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 189 p., annexes.
- Guilbert E., Chazeau J., Bonnet de Larbogne L. 1994. Canopy arthropod diversity of New Caledonian forests sampled by fogging : preliminary results. *Memoires of the Queensland Museum* 36 : 77-85.
- Guilbert E., Baylac M., Najt J. 1995. Canopy arthropod diversity in a New Caledonian primary forest sampled by fogging. *Pan-Pacific Entomol.* 71 : 3-12.
- Guillon J.H. 1975. Les massifs de péridotites de Nouvelle-Calédonie. *Mém. ORSTOM*, 76, 120 p.
- Hackney E. E. McGraw J. B. 2001. Experimental demonstration of an Allee effect in American ginseng. *Conserv. Biol.* 15 : 129-136.
- Hackskaylo E., Vozzo J.A. 1967. Inoculation of *Pinus caribaea* with pure cultures of mycorrhizal fungi in Puerto Rico. XVI IUFRO-Congress Munich, Vol. V, 139-148.
- Hanikenne M., Talke I.N., Haydon M.J., Lanz C., Nolte A., Motte P., Kroymann J., Weigel D., Krämer U. 2008. Evolution of metal hyperaccumulation required cis-regulatory changes and triplication of HMA4. *Nature* 453 : 391-395.
- Haydon M.J., Cobbett C.S. 2007. Transporters of ligands for essential metal ions in plants. *New Phytol.* 174 : 499-506.
- Hegarty T.W. 1978. The physiology of seed hydration and dehydration, and the relation between water stress and the control of germination : a review. *Plant Cell Environ.* 1 : 101-119.
- Heller R. 1969. Biologie végétale. II. Masson et Cie, 578 p.
- Herbert J., Hollingsworth P.M., Gardner M.F., Mill R.R., Thomas P.L., Jaffré T. 2002. Conservation genetics and phylogenetics of New Caledonian *Retrophillum* (Podocarpaceae) species. *New Zeal. J. Bot.* 40 (2) : 175-188.
- Herrera A., Hery M., Stach J.E.M., Jaffré T., Normand P., Navarro E. 2007. Species richness and phylogenetic diversity comparisons of soil microbial communities affected by nickel-mining and revegetation efforts in New Caledonia. *Eur. J. Soil Biol.* 43 : 130-139.
- Hery M., Nazaret S., Jaffré T., Normand Ph., Navarro E. 2003. Adaptation to nickel spiking of bacterial communities in Neo-caledonian soils. *Environ. Microbiol.* 5 (1) : 3-12.
- Hery M., Philippot L., Meriaux E., Poly F., Le Roux X., Navarro E. 2005. Nickel mine spoils revegetation attempts : effect of pioneer plant on two functional bacterial communities involved in the N-cycle. *Environ. Microbiol.* 7 : 486-498.
- Hibbett D.S., Donoghue M.J. 2000. Evolutionary instability of ectomycorrhizal symbioses in basidiomycetes. *Nature* 407 : 506-508.
- Higgins P.J. 1999. Handbook of Australian, New Zealand and Antarctic birds. Vol 4. Parrots to Dollarbirds. P.J. Higgins Editeur. Oxford University Press.
- Higgins P.J., Peter J.M., Steele W.K. (eds) 2001. Handbook of Australian, New Zealand and Antarctic birds. Vol 5. Tyrant-flycatchers to Chats. Oxford University Press.
- Hobbs R.J., Harris J.A. 2001. Restoration Ecology : repairing the Earth's ecosystems in the New Millennium. *Restor. Ecol.* 9 : 239-246.
- Holloway J. 1979. A survey of the Lepidoptera, biogeography and ecology of New Caledonia. W. Junk, The Hague, Series Entomologica 15, 588 p.
- Honnay O., Jacquemyn H. 2006. Susceptibility of common and rare plant species to the genetic consequences of habitat fragmentation. *Conserv. Biol.* 21 : 823-831.
- Hope G., Pask J. 1998. Tropical vegetational change in the late Pleistocene of New Caledonia. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 142 : 1-21.
- ISTA. 2003. ISTA Working Sheets on Tetrzolium testing, Vol 1 : Agricultural, Vegetable and Horticultural Species, Ed. ISTA.
- Jaffré T. 1974. La végétation et la flore d'un massif de roches ultramafiques de Nouvelle-Calédonie : le Koniambo Candollea 29 : 493-499.
- Jaffré T. 1976. Composition chimique et condition de l'alimentation minérale des plantes sur roches ultrabasiqes (Nouvelle-Calédonie). *Cahiers ORSTOM sér. Biol.* XI (1) : 53-63.
- Jaffré T. 1978. Accumulation du manganèse par des espèces associées aux terrains ultrabasiqes de Nouvelle-Calédonie. *C.R. Acad. Sci. Paris (D)* 289 : 425-428.
- Jaffré T. 1979. Accumulation du manganèse par les Protéacées de Nouvelle-Calédonie. *C.R. Acad. Sciences. Paris (D)* 284 (16) : 1573- 1575.
- Jaffré T. 1980. Étude écologique du peuplement végétal des sols dérivés de roches ultrabasiqes en Nouvelle-Calédonie. Thèse, Univ. Paris-Sud (XI)-ORSTOM, Paris.
- Jaffré T. 1992. Floristic and Ecological diversity of the vegetation on ultramafic rocks in New Caledonia. 101-107. In : *The Vegetation of Ultramafic (Serpentine) Soils*, (eds Baker A.J.M., Proctor J., Reeves R.D.). Intercept Ltd. Andover, U.K.
- Jaffré T. 1993. The relationship between ecological diversity and floristic diversity in New Caledonia. *Biodiversity letter* 1 : 82-87.
- Jaffré T. 1995. Distribution and ecology of the conifers of New Caledonia.. In : *Conifers of the Southern Hemisphere*, (eds N.J. Enright, R.S. Hill). Melbourne University Press, Australia. pp. 177-196

- Jaffré T. 1996. Étude comparative des formations végétales et des flores des roches ultramafiques de Nouvelle-Calédonie et d'autres régions du monde. In : Phytogéographie tropicale, réalités et perspectives. (eds Guillaumet J.L., Belin M.), pp. 137-149. Colloques et Séminaire ORSTOM, Paris.
- Jaffré T. 2003. Reconnaissance et caractérisation de la végétation et de la flore de la presqu'île de Vavouta. Rapport de consultance IRD/Falconbridge 20 p.
- Jaffré T., Latham M. 1974. Contribution à l'étude des relations sol-végétation sur un massif de roches ultrabasiqes de la côte Ouest de la Nouvelle-Calédonie : le Boulinda. *Adansonia* 14 (3) : 311-336.
- Jaffré T., Latham M. 1976. Recherches sur les possibilités d'implantation végétale sur déblais miniers. Rapport de convention ORSTOM/SLN. 16 p.
- Jaffré T., Pelletier B. 1992. Plantes de Nouvelle-Calédonie permettant de revégétaliser des sites miniers. S.L.N., Nouméa. 114 p.
- Jaffré T., Rigault F. 1989. Recherches sur les possibilités d'implantation végétale sur sites miniers. Nouméa : ORSTOM, 20 p.
- Jaffré T., Rigault F. 1991a. Recherches sur les possibilités d'implantation végétale sur déblais miniers. ORSTOM/SLN, Nouméa. *Sci. Vie, Bota., Convention*, n°5. 77 p.
- Jaffré T., Rigault F. 1991b. Recherches sur les possibilités d'implantation végétale sur déblais miniers ORSTOM/SLN, Nouméa. *Sci. Vie, Bota., Convention*, n°4. 43 p.
- Jaffré T., Rigault F. 1998. Gestion de la diversité floristique en zone minière. Actes du colloque sur l'environnement Koné 29-31 juillet 1998 (ed. B.Cressens, Province Nord) pp 166-170. Pouembout Nouvelle-Calédonie.
- Jaffré T., Schmid M. 1974. Accumulation du nickel par une Rubiacée de Nouvelle-Calédonie, *Psychotria douarrei* (Beauvisage G.) Däniker. *C.R. Acad. Sci. Paris, (D)* 278 : 1727-1730.
- Jaffré T., Veillon J.M. 1990. Étude floristique et structurale de deux forêts denses humides sur roches ultrabasiqes en Nouvelle-Calédonie. *Bull. Mus. Natl. Hist. Nat., Paris, sér. 12, section B, Adansonia* 1990 (3-4) : 243-273.
- Jaffré T., Latham M., Quantin P. 1971. Les sols des massifs miniers de Nouvelle-Calédonie et leur relation avec la Végétation. Rapport ORSTOM. 26 p + annexes.
- Jaffré T., Brooks R.R., Lee J., Reeves R.D. 1976. *Sebertia acuminata* : a hyperaccumulator of nickel from New-Caledonia. *Science* 193 : 579-580.
- Jaffré T., Latham M., Schmid M. 1977. Aspects de l'influence de l'extraction du minerai de nickel sur la végétation et les sols en Nouvelle-Calédonie. *Cah. ORSTOM (Biol.)*, 12 (4) : 307-321.
- Jaffré T., Brooks R.R., Trow J.M. 1979a. Hyperaccumulation of nickel by *Geissois* species. *Plant Soil* 51 (1) : 157-162.
- Jaffré T., Kersten W., Brooks R.R., Reeves R.D. 1979b. Nickel uptake by Flacouriaceae of New-Caledonia. *Proc. R. Soc. Lond. (B)* 205 : 385-394.
- Jaffré T., Morat P., Veillon J.M., MacKee H.S. 1987. Changements dans la végétation de la Nouvelle-Calédonie au cours du Tertiaire : la végétation des roches ultrabasiqes. *Bull. Mus. natl. Hist. nat., B, Adansonia*, 4è. Sér. 9 (3) : 273-288.
- Jaffré T., Rigault F., Sarrailh J.M. 1993. Essais de revégétalisation par des espèces locales d'anciens sites miniers de la région de Thio. ORSTOM – CIRAD - Province Sud – SLN, Nouméa. *Sci. Vie, Bota., Convention*, n°7. 31 p.
- Jaffré T., Gauthier D., Rigault F., McCoy S. 1994a. Les Casuarinaceae endémiques, caractéristiques écologiques et nutritionnelles. *Bois et Forêts des Tropiques* 242 : 31-43.
- Jaffré T., Morat P., Veillon J.M. 1994b. La flore, caractéristiques et composition floristique des principales formations végétales. Dossier Nouvelle-Calédonie. *Bois et Forêts des Tropiques* 242 : 7-30.
- Jaffré T., Rigault F., Sarrailh J.M. 1994c. Végétalisation des anciens sites miniers. Dossier Nouvelle-Calédonie, Bois et Forêts des Tropiques 242 : 45-57.
- Jaffré T., McCoy S., Rigault F., Dagostini G. 1997a. Quelle méthode de végétalisation pour la réhabilitation des anciens sites miniers de Nouvelle-Calédonie. In : Écologie des milieux sur roches ultramafiques et sur sols métallifères (éds Jaffré T., Reeves R. D., Becquer T.), pp. 285-288. *Doc. Sci. Tech. III2, ORSTOM, Nouméa*.
- Jaffré T., Reeves R.D., Becquer T. 1997b. Écologie des milieux sur roches ultramafiques et sur sols métallifères (Ecology of ultramafic and metalliferous areas). *Proceedings of the 2nd International Conference on Serpentine Ecology. Doc. Sci. Tech. III2, (special issue) ORSTOM, Nouméa*.
- Jaffré T., Veillon J.M., Pintaud J.C. 1997c. Comparaison de la diversité floristique des forêts denses humides sur roches ultramafiques et sur substrats différents en Nouvelle-Calédonie. In : Écologie des milieux sur roches ultramafiques et des sols métallifères (éds Jaffré T., Reeves R.D., Becquer T.), pp.163-170. *Doc. Sci. Tech. III2, ORSTOM, Nouméa*.
- Jaffré T., Bouchet P., Veillon J.M. 1998a. Plant extinction in New Caledonia : is the system of protection adequate? *Biodivers. Conserv.* 7 : 109-135.
- Jaffré T., Rigault F., Dagostini G. 1998b. Impact des feux de brousse sur les maquis ligno-herbacés des roches ultramafiques de Nouvelle-Calédonie. *Adansonia*, sér. 3. 20 (1) : 173-189.
- Jaffré T., Dagostini G., Rigault F. 2001a. Végétation et flore du site d'implantation de la future usine de INCO Goro Nickel SA. Consultance pour INCO Goro Nickel, Nouméa IRD. 28 p.
- Jaffré T., McCoy S., Rigault F., Navarro E. 2001b. Comparative study of flora and symbiotic micro-flora diversity in two *Gymnostoma* formations on ultramafic rocks in New Caledonia. *South African Journal of Science* 97 : 599-603.
- Jaffré T., Morat P., Veillon J.M., Rigault F., Dagostini G. 2001c. Composition et caractérisation de la flore indigène de Nouvelle-Calédonie. Nouméa : IRD. *Doc. Sci. Tech. II 4*, 121 pp. (seconde édition + addenda 2004).
- Jaffré T., Dagostini G., Rigault F. 2003. Identification typologie et cartographie des groupements végétaux de basse altitude du Grand Sud Calédonien et de la vallée de la Tontouta. Convention IRD/ Province Sud. IRD Nouméa. (Sci., Vie, Bota., n°12). 84 p. + annexes.
- Jaffré T., Dagostini G., Rigault F., Coic N. 2004. Inventaires floristiques des unités de végétation de la zone d'implantation des infrastructures minières et industrielles de Goro Nickel. Rapport de synthèse. Consultance IRD/ Goro Nickel SA. 42 p. + annexes.

- Jaffré T., Rigault F., Munzinger J. 2008. Identification and characterisation of floristic groups in dry forest relicts of a West Coast region of New Caledonia. *Pacific Conservation Biology* 14 (2) : 128-145.
- Jaffré T., Rigault F., Dagostini G., Tinel J., Munzinger J. 2009a. Fichier floristique et écologique des plantes vasculaires autochtones de la Nouvelle-Calédonie. IRD, UMR AMAP. Laboratoire de Botanique et d'Écologie Appliquée, Herbarium (NOU), Nouméa. (Inédit).
- Jaffré T., Rigault F., Dagostini G., Tinel-Fambart J., Wulff A., Munzinger J. 2009b. Input of the different vegetation units to the richness and endemism of the New Caledonian flora. Proceedings of the 11th Pacific Sciences Inter Congress, 2-6 march 2009, Tahiti, French Polynesia.
- Jaffré T., Munzinger J., Lowry II P.P. 2010. Threats to the conifer species found on New-Caledonia's ultramafic massifs and proposals for urgently needed measure to improve their protection. *Biodivers. Conserv.* 19 : 1485-1502.
- Jourdan H. 1997. Are serpentine biota free from successful biological invasions? Southern New Caledonian ant community example : 107-108. In : *Écologie des milieux sur roches ultramafiques et sur sols métallifères*. (eds Jaffré T., Reeves R.D., Becker T.). ORSTOM, Nouméa.
- Jourdan H. 1999. Dynamique de la biodiversité de quelques écosystèmes terrestres néo-calédoniens sous l'effet de l'invasion de la fourmi peste *Wasmannia auropunctata* (Roger), 1863 (Hymenoptera : Formicidae). Thèse, Univ. Paul Sabatier, Toulouse.
- Jourdan H. 2002. New Caledonian ant fauna : a hot spot for ant diversity in the Pacific. In : XIV International Congress of IUSSI. The golden Jubilee Proceedings, 27th July - 3rd August 2002. Hokkaido Univ., Sapporo. p. 167.
- Jourdan H., Sadlier R., Bauer A. 2001. Little fire ant invasion (*Wasmannia auropunctata*) as a threat to New Caledonian lizards : evidence from a sclerophyll forest (Hymenoptera : Formicidae). *Sociobiology* 38 : 283-301.
- Karnadi G. 2008. Identification de méthodes permettant de caractériser la viabilité de graines d'espèces de terrains miniers de Nouvelle-Calédonie. Rapport stage IAC, Deust RGEM, Univ. Nouvelle-Calédonie, décembre 2008, 63 p.
- Kato M., Kawakita A. 2004. Plant-pollinator interactions in New Caledonia influenced by introduced honey bees. *Am. J. Bot.* 91 : 1814-1827.
- Kazakou E., Dimitrakopoulos P.G., Baker A.J.M., Reeves R.D., Troumbis A.Y. 2008. Hypotheses, mechanisms and trade-offs of tolerance and adaptation to serpentine soils : from species to ecosystem levels. *Biol. Rev.* 83 : 495-508.
- Kersten W.J., Brooks R.R., Reeves R.D., Jaffré T. 1979. Nickel uptake by New Caledonian species of *Phyllanthus*. *Taxon* 28 (5-6) : 529-534.
- Kersten W.J., Brooks R.R., Reeves R.D., Jaffré T. 1980. Nature of nickel complexes in *Psychotria douarrei* and other nickel accumulating plants. *Phytochem.* 19 : 1963-1965.
- Kettle C. J., Hollingsworth P. M., Jaffré T., Moran B., Ennos R. A. 2007. Identifying the early genetic consequences of habitat degradation in a highly threatened tropical conifer, *Araucaria nemorosa* Laubenfels, *Mol. Ecol.* 16 : 3581-3591.
- Kettle C.J., Ennos R.A., Jaffré T., Gardner M., Hollingsworth P. 2008. Cryptic genetic bottlenecks during restoration of an endangered tropical conifer. *Biol. Conserv.* 141 : 1955-1961.
- Khade S.W., Adholeya A. 2007. Feasible bioremediation through arbuscular mycorrhizal fungi imparting heavy metal tolerance : a retrospective. *Bioremediation Journal*, 11 : 33-43.
- Kier G., Kreft H., Lee T.M., Jetz W., Ibsch P.L., Nowicki C., Mutke J., Barthlott W. 2009. A global assessment of endemism and species richness across island and mainland regions. *PNAS* 106 (23): 9322-9327.
- Kotiluoto R., Ruokolainen K., Kettunen M. 2009. Invasive *Acacia auriculiformis* Benth. in different habitats in Unguja, Zanzibar. *Afr. J. Ecol.* 47(1) : 77-86.
- Krämer U., Talke I., Hanikenne M. 2007. Transition metal transport. *FEBS Lett.* 581 : 2263-2272.
- Kranitz M.L. 2005. Systematics and evolution of New Caledonian *Araucaria*. Thèse, Univ. Edinburgh, UK. 218 p.
- Krückeberg A.R. 1954. The ecology of serpentine soils. III. Plant species in relation to serpentine soils. *Ecology* 35 : 267-274.
- Kull C. A., Tassin J., Rambeloarisoa G., Sarraillh J.M. 2008. Invasive Australian acacias on western Indian Ocean islands : a historical and ecological perspective. *Afr. J. Ecol.* 46(4) : 684-689.
- L'Huillier L. 1994. Biodisponibilité du nickel dans les sols ferrallitiques ferritiques de Nouvelle-Calédonie. Effets toxiques de Ni sur le développement et la physiologie du maïs. Thèse, Univ. Montpellier II, France.
- L'Huillier L. 1997a. Mécanismes d'action toxique du nickel chez le maïs. In : *Écologie des milieux sur roches ultramafiques et des sols métallifères* (eds Jaffré T., Reeves R.D., Becquer T.), pp.215-222. Doc. Sci. Tech. III2, ORSTOM, Nouméa.
- L'Huillier L. 1997b. Mise en valeur des sols ferrallitiques des massifs du Sud de la Nouvelle-Calédonie. Evaluation de la sensibilité au nickel des plantes cultivées. 1. Premiers résultats sur des espèces maraichères. Nouméa : ORSTOM. *Conv. ; Sci. Vie; Agropédo.* 35 : 22 p.
- L'Huillier L. 1998. Mise en valeur des sols dérivés des massifs ultrabasiques de Nouvelle-Calédonie. Détermination de la sensibilité des plantes cultivées aux métaux (Ni, Mn). Résultats sur des espèces maraichères, fruitières et fourragères. Nouméa : ORSTOM. *Conv. ; Sci. Vie; Agropédo.* 44 : 40 p.
- L'Huillier L. 2007. Assessment of soil seed banks for rehabilitation of nickel mines in New Caledonia. In "Proceedings of the Seed Ecology II 2007 Conference, 9-13 September, Perth, Australia" (Eds. S Turner S., Merritt D., Clarke S., Commander L., Dixon K.). p 51. Kings Park and Botanic Garden, Perth, Australia.
- L'Huillier L., Edighoffer S. 1991. Mise en valeur des sols ferrallitiques des massifs du Sud de la Nouvelle-Calédonie. Étude de la toxicité du nickel sur les plantes cultivées : synthèse des connaissances actuelles. Nouméa : ORSTOM. *Conv. ; Sci. Vie; Agropédo.* 11 : 16 p.
- L'Huillier L., Edighoffer S. 1996. Extractability of nickel and its concentration in cultivated plants in Ni rich ultramafic soils of New Caledonia. *Plant soil* 186 : 255-264.
- L'Huillier L., d'Auzac J., Durand M., Michaud-Ferrière N. 1996. Nickel effects on two maize (*Zea mays*) cultivars : growth, structure, Ni concentration and localization. *Can. J. Bot.* 74 : 1547-1554.

- L'Huillier L., Dupont S., Dubus I., Becquer T., Bourdon E., Laubreaux P., Bonzon B. 1998. Carence et fixation du phosphore dans les sols ferrallitiques ferritiques de Nouvelle-Calédonie. 16^e Congrès Mondial de la Science du Sol, 20-26 août 1998, Montpellier.
- Lagrange A. 2009. Études écologique et microbiologique des espèces du genre *Costularia* (Cyperaceae), pionnières des sols ultramafiques en Nouvelle-Calédonie : perspectives d'application à la restauration écologique. Thèse, Univ. Nouvelle-Calédonie, 234 p.
- Lagrange A., Derroire G., Tassin J. 2004. Projet d'optimisation des coûts pour la réhabilitation minière : synthèse des travaux effectués dans le cadre de l'essai 584. Rapport de convention IAC-Falconbridge, Ed. IAC, 2004, 56 p.
- Lagrange A., Ducousso M., Jourand P., Majorel C., Amir H. 2009. New insights into the mycorrhizal behaviour of Cyperaceae. Role of arbuscular mycorrhizas in growth and adaptation of *Costularia comosa* in New Caledonian ultramafic soils. Can. J. Microbiol. soumis.
- Lagrange A., Rigault F., L'Huillier L., Derroire G., Jaffré T., Ambrosi J. P. 2010. Phytosociology and soil chemistry relationships on an ultramafic weathering sequence of New Caledonia. (soumis à Oecologia).
- Lambers H., Raven J.A., Shaver G.R., Smith S.E. 2007. Plant nutrient-acquisition strategies change with soil age. Trends Ecol. Evol. 23 (2) : 95-106.
- Latham M. 1975a. Les sols d'un massif de roches ultrabasiques de la côte Ouest de la Nouvelle-Calédonie : Le Boulinda. Les sols à accumulation humifère. Cah. ORSTOM, Sér. Pédologie Vol XIII : 27-35.
- Latham M. 1975b. Les sols d'un massif de roches ultrabasiques de la côte Ouest de la Nouvelle-Calédonie : Le Boulinda. Les sols à accumulation ferrugineuse relative. Cah. ORSTOM, Sér. Pédologie Vol. XIII : 159-172.
- Latham M. 1986. Altération et pédogenèse sur roches ultramafiques en Nouvelle-Calédonie. Genèse et évolution des accumulations de fer et de silice en relation avec les formations du modelé. Étude et thèses. ORSTOM Paris.
- Latham M., Quantin P., Aubert G. 1978. Étude des sols de Nouvelle-Calédonie. Notice explicative n° 78. ORSTOM Paris.
- Le Breton J., Chazeau J., Jourdan H. 2003. Immediate impacts of invasion by *Wasmannia auropunctata* (Hymenoptera : Formicidae) on native litter ant fauna in a New Caledonian rain forest. Austral Ecol. 28 : 204-209.
- Le Floch E., Aronson J. 1995. L'Écologie de la restauration. Définition de quelques concepts de base. Natures, Sciences, Sociétés 3, Hors série, 29-35.
- Le Mire-Pécheux L. 1996. Impact écologique de l'introduction d'une espèce végétale sur la diversité floristique endémique des maquis miniers de la Nouvelle-Calédonie : le cas des plantations de *Pinus caribaea* var *hondurensis* (Wild) dans la Province Sud (Plaine des Lacs). Mémoire DEA, Univ. Orléans, France, 80 p. + annexes.
- Lee J., Reeves R.D., Brooks R.R., Jaffré T. 1977. Isolation and identification of a citrate-complex of nickel from nickel-accumulating plants. Phytochem. 16 : 1503-1505.
- Lemay V., Gâteblé G. 2007. Essais de macro-bouturage d'espèces endémiques rares pour la société Goro Nickel. Rapport final de convention IAC/Goro Nickel. 58 p.
- Lemay V., Gâteblé G., McCoy S. 2009. Vegetative propagation of two endemic species of *Cloezi* Brongn. & Gris for conservation and mining revegetation activities in New Caledonia. New Forest 37 : 1-8.
- Léon V. 2005. Contribution à la caractérisation des stratégies mises en jeu par les plantes endémiques à la Nouvelle-Calédonie pour leur développement sur les sols nickelifères. Thèse, Univ. Nouvelle-Calédonie. 382 p.
- Lhuillier E., Broucke A., Vaillant A., Maggia L. 2009a. The population genetics approach : a sustainable management tool of the natural resources and environment for New Caledonia. In : Proceedings 11th Pacific Science Intercongress 2009, Tahiti – Polynésie française.
- Lhuillier E., Broucke A., Maggia L. 2009b. Mécanismes biologiques de la colonisation des paysages de Nouvelle-Calédonie par le niaouli (*Melaleuca quinquenervia*). Rapport final projet MOM 2005, 38 p + annexes.
- Lister R., Gregory B.D., Ecker J.R. 2009. Next is now : new technologies for sequencing of genomes, transcriptomes, and beyond. Curr. Opin. Plant Biol. 12 : 107-118
- Lloyd M.V., Barnett G., Doherty M.D., Jeffree R.A., John J., Majer J.D., Osborne J.M., Nichols O.G. 2002. Managing the impacts of the Australian minerals industry on biodiversity. Final Report. ACMER (Australian Center for Mining Environmental Research), Curtin.
- Lowry P.P.II. 1996. Diversity, endemism, and extinction in the flora of New Caledonia. In : C.I Peng and P.P II Lowry eds, Rare, Threatened, and endangered floras of Asia of the Pacific Rim. Institute of botany, Academia Sinica, Monogr. Ser. N° 16, Taipei. pp 181-206.
- Lowry P.P. II., Munzinger J., Bouchet P., Géraux H., Bauer A., Langrand O. and Mittermeier R.A. 2004b New Caledonia. In : Mittermeier R.A., et al. (eds), Hotspots Revisited : Earth's Biologically Richest and Most Threatened Terrestrial Ecoregions, CEMEX, Mexico. pp. 193-197.
- Luçon S., Marion F., Niel J.F., Pelletier B. 1997. Réhabilitation des sites miniers sur roches ultramafiques en Nouvelle-Calédonie. Écologie des milieux sur roches ultramafiques et sur sols métallifères (éds Jaffré T., Reeves R. D., Becquer T.), Doc. Sci. Tech. III2, ORSTOM, Nouméa. pp. 297-303
- Manauté J., Jaffré T., Veillon J.M., Kranitz M.L. 2004. Review of the Araucariaceae in New Caledonia. In : Proc. of the Symp. of Dendrology, Auckland. pp 403-417 (version Française IRD/Province Sud, Nouméa).
- Margara J. 1989. Bases de la multiplication végétative. Ed. INRA. 262 p.
- Mari S., Gendre D., Pianelli K., Ouerdane L., Lobinski R., Briat J-F., Lebrun M. and Czernic P. (2006) Root-to-shoot long-distance circulation of nicotianamine and nicotianamine-nickel chelates in the metal hyperaccumulator *Thlaspi caerulescens*. J. Exp. Bot., 57 : 4111-4122.
- Marques C. M., Vasquez-Kool J., Carocha V. J., Ferreira J. G., O'Malley D. M., Liu B.-H. et Sederoff R. 1999. Genetic dissection of vegetative propagation traits in *Eucalyptus tereticornis* and *E. globulus*. Theor. Appl. Genet. 99 : 936-946.
- Marushia R. G., Holt J. S. 2008. Reproductive strategy of an invasive thistle : Effects of adults on seedling survival. Biol. Invasions 10 : 913-924.

BIBLIOGRAPHIE

- Matile-Ferrero D. 1988. Homoptères Coccoidea de Nouvelle-Calédonie. Un nouveau genre cryptique d'Eriococcidae. Mémoires du Muséum national d'Histoire naturelle, Zoologie, 142 : 67-74.
- Matthiessen, J.N., Springett B.P. 1973. The food of the silvereye, *Zosterops gouldi* (Aves : Zosteropidae), in relation to its role as a vector of a granulosis virus of the potato moth, *Phthorimaea operculella* (Lepidoptera : Gelechiidae). Aust. J. Zool. 21 : 533-540.
- Mayr E. 1942. Systematics and the Origin of Species. Columbia University Press, Harvard University Press.
- McCoy S. 2005. Broadcast seeding trials of native species on ultramafic laterites in southern New Caledonia. In : Proceedings of the Fifth Australian Workshop on Native Seed Biology. (Eds Adkins S.W., Ainsley P.J., Bellairs S.M., Coates D.J., Bell L.C.). 21-23 June 2004. Brisbane, Queensland. pp. 267-274 (Australian Centre for Minerals Extension and Research : Brisbane).
- McCoy S.G., Ash J., Jaffré T. 1997. The effect of *Gymnostoma deplancheanum* (Casuarinaceae) litter on seedling establishment of New Caledonian ultramafic maquis species. In : Proceeding of the second Australian biology for revegetation workshop (Eds Bellairs S.M., J.M. Osborne). pp 127-135.
- McCoy S., Jaffré T., Rigault F., Ash J.E. 1999. Fire and succession in the ultramafic maquis of New Caledonia. J. Biogeogr. 26 (3) : 579-594.
- McCoy S., Kurpitz D., Newenou S. 2002. Species selection for revegetation of the Goro-Nickel Project area in New Caledonia. In : Proceedings of the 26th Annual British Symposium Dawson Creek British Colombia. pp. 213-225.
- Mercky S. 1999. Rhizobactéries natives de Nouvelle-Calédonie promotrices de la croissance des plantes. Bois et Forêts des Tropiques 262 : 80-83
- Meyer J.Y., Loope L.L., Sheppard A., Munzinger J., Jaffré T. 2006. Les plantes envahissantes et potentiellement envahissantes dans l'archipel néo-calédonien : première évaluation et recommandations de gestion. In : Beauvais M. L., Coléno A., Jourdan H. (Eds). Les espèces envahissantes dans l'archipel néo-calédonien = Invasive species in the New Caledonian archipelago. Paris : IRD, pp 50-115.
- Morat P. 1993. Our knowledge of the flora of New Caledonia : endemism and diversity in relation to vegetation types and substrates. Biodiversity letters 1 :72-81.
- Morat P., Jaffré T., Veillon J.M., Mac Kee H.S. 1981. Végétation. Atlas de la Nouvelle-Calédonie et Dépendances. planche 15, carte et notice. ORSTOM, Paris.
- Morat P., Jaffré T., Veillon J.M. 1986. Affinités floristiques et considérations sur l'origine des maquis miniers de la Nouvelle-Calédonie. Bull. Mus. natl. Hist. nat., Paris, sér. 9, section B, Adansonia (2) : 133-182.
- Morat P., Jaffré T., Veillon M. 1994. Richesse et affinités floristiques de la Nouvelle-Calédonie : conséquences directes de son histoire géologique. Mém. Soc. Biogéogr. (3^e série) IV : 111-123.
- Morat P., Jaffré T., Veillon J.M. 1995. Data sheet of Grande Terre, New Caledonia. Centres of Plant Diversity : a guide and strategy for their conservation (eds David S.D., Heywood V.H., Hamilton A.C.). IUCN-WWF. Oxford University Press, pp 529-637
- Morat P., Jaffré T., Veillon J.M. 1999. Menaces sur les taxons rares et endémiques de la Nouvelle-Calédonie. Bull. Soc. Bota. du Centre Ouest 19 : 129-144.
- Morat P., Jaffré T., Tronchet F., Munzinger J., Pillon Y., Veillon J.M. Chalopin M. 2010. Référentiel taxonomique de la flore vasculaire indigène de la Nouvelle-Calédonie. (En préparation).
- Munzinger J., Dagostini G., Rigault F., Kurpitz D. 2007. Inventaire de la réserve de Forêt Nord. Rapport de Consultance IRD/ Goro Nickel S.A.
- Munzinger J., Kurpitz D., Rigault F., Dagostini G. 2008a. Caractérisation taxonomique et patrimoniale des lambeaux forestiers dans le Grand Sud Calédonien, implication pour la gestion et la préservation de ces formations. Rapport de Convention IRD/DRN Province Sud. 65 p.
- Munzinger J., McPherson G., Lowry P.P. II. 2008b. A second species in the endemic New Caledonian genus *Gastrolepis* (Stemonuraceae), and its implication for the conservation status of high altitude maquis vegetation : Coherent application of the IUCN red list criteria is urgently needed in New Caledonia. Bot. J. Linn. Soc. 157 : 775-788.
- Murienne J., Grandcolas P., Piulachs M.D., Belles X, D'Haese, Legendre F., Pellens R., Guilbert E. 2005. Evolution on a shaky piece of Gondwana : is local endemism recent in New Caledonia? Cladistics 21 :2-7.
- Myers N. 1998. Threatened biotas "Hot Spots" in tropical forest. The Environmentalist 8 : 107-208.
- Myers N., Mittermeier R.A., Mittermeier C.G., da Fonseca G.A.B., Kent J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature 403 :853-858.
- Nasi R., Jaffré T., Sarraillh J.M. 2002. Les forêts de montagne de Nouvelle-Calédonie. Bois et Forêts des Tropiques 274 : 5-17.
- Navarro E., Nalin R., Gauthier D., Normand P. 1997. The nodular microsymbionts of *Gymnostoma* spp. are *Elaeagnus*-infective *Frankia* strains. Appl. Environ. Microb. 63 : 1610-1616.
- Navarro E., Rouvier C., Normand P., Domenach A.M., Simonet P., Prin Y. 1998. Evolution of *Frankia*-Casuarinaceae interactions. Genetics selection evolution, 30 suppl. 1 : S357-S372. Colloque national BRG/USTL. 2, 1997-10-08/1997-10-10, Lille, France.
- Navarro E., Jaffré T., Gauthier D., Gourbière F., Rinaudo G., Simonet P., Normand P. 1999. Distribution of *Gymnostoma* spp. microsymbiotic *Frankia* strains in New Caledonia is related to soil type and to host-plant species. Mol. Ecol. 8 : 1781-1788.
- Nielsen I., Labat J.N., Munzinger J. 2005. Synopsis of *Storckia* Seem. (Leguminosae-Caesalpinioideae) with description of a new species and a new subspecies from New Caledonia. Adansonia, sér. 3, 27 : 217-230.
- Nikolaeva M.G. 1969. Physiology of deep dormancy in seeds. Izdatel'stvo "Nauka", Leningrad [Translated from Russian by Z. Shapiro, National Science Foundation, Washington, DC].
- Nikolaeva M.G. 1977. Factors controlling the seed dormancy pattern. In : the Physiology and Biochemistry of Seed Dormancy and Germination" (A. A. Khan, ed.), North-Holland, Amsterdam/New York. pp.51-74.

- Oddi A. 2004. Caractérisation floristique et structurale de deux forêts denses humides du Sud de la Nouvelle-Calédonie. IRD/Univ. Rouen. 22 p.
- O'Dowd D.J., Green P.T., Lake P.S. 2003. Invasional 'meltdown' on an oceanic island. *Ecol. Lett.* 6 (9) : 812-817.
- Oostermeijer J.G.B., Luijten S.H., den Nijs J.C.M. 2003. Integrating demographic and genetic approaches in plant conservation. *Biol. Conserv.* 113 : 389-398.
- Orvain M. 2007. Identification et caractérisation des Cypéracées candidates à la restauration des sites miniers de Nouvelle-Calédonie. Rapport de stage IAC, IUT de Caen, 43 p.+annexes.
- Ozbingol N., Corbineau F., Come D. 1998. Responses of tomato seeds to osmoconditionning as related to temperature and oxygen. *Seed Sci. Res.* 8 : 377-384.
- Papineau C. 1989. Le Chêne Gomme (*Arillastrum gummiferum*) en Nouvelle-Calédonie. Mémoire 3^e année.
- Paris J.P. 1981. Géologie de la Nouvelle-Calédonie. Un essai de synthèse Mém. N°113, Bureau de Recherches Géologiques et Minière, Orléans 278 p.
- Paton D.C. 1982. The diet of the New-Holland Honeyeater *Phylidonyris novaehollandiae*. *Aust. J. Ecol.* 7 : 279-298.
- Pauly A., Munzinger J. 2003. Contribution à la connaissance des Hyménoptères Apoïdes de Nouvelle-Calédonie et de leurs relations avec la flore butinée. *Ann. Soc. Entomol. Fr.* 39 : 153-166.
- Pauwels M., Roosens N., Frérot H. and Saumitou-Laprade P. 2008. When population genetics serve genomics : putting adaptation back in a spatial and historical context. *Curr. Opin. Plant Biol.* 11 : 129-134.
- Pelletier B. 1990a. De la prospection à la mine. Edition SLN, Nouméa 45 p.
- Pelletier B. 1990b. Techniques minières permettant de préserver l'environnement autour des gisements de nickel néocalédoniens. International Society for reef Studies. UFP, Nouméa pp. 27-34.
- Pelletier B. 2003. Les méthodes d'exploitation et de revégétalisation mises en place depuis les années 70 sur les mines de nickel de Nouvelle-Calédonie. Bulletin de l'Union Française des Géologues.
- Pelletier B. 2006. Geology of the New Caledonia region and its implications for the study of the New Caledonian biodiversity. Forum Biodiversité des écosystèmes corallines (éds Païry C., Richer de Forges B.). Doc. Sci. Tech. IRD II 7 Nouméa. pp17-30.
- Pelletier B., Esterle M. 1995. Revegetation of nickel mines in New Caledonia. In : Quelle recherche française en environnement dans le Pacifique Sud, Bilan et perspectives. 28-31 March, Paris.
- Perrier N. 2006. Biogéo-diversité fonctionnelle des sols latéritiques de Nouvelle-Calédonie : application à la restauration écologique. Thèse, Univ. Nouvelle-Calédonie, 213 p.
- Perrier N., Colin F., Jaffré T., Ambroisi J.P., Ballero J.P. 2004. Nickel speciation in *Sebertia acuminata*, a plant growing on a laterite soil in New Caledonia. *C.R. Géoscience* 333 : 567-577.
- Perrier N., Ambroisi J.P., Colin F., Gilkes R.J. 2006a. Biogeochemistry of a regolith : The New Caledonian Koniambo ultramafic massif. *J. Geochem. Expl.* 88 : 54-58.
- Perrier N., Amir H., Colin F. 2006b. Occurrence of mycorrhizal symbioses in the metal-rich lateritic soils of the Koniambo Massif, New Caledonia. *Mycorrhiza* 16 : 449-458.
- Petiot M. 1991. Valorisation de la flore de Nouvelle-Calédonie : Étude du potentiel horticole de quelques espèces des terrains miniers. ORSTOM/ENSH, Nouméa.
- Pillon Y. 2008. Biodiversité, origine et évolution des Cunoniaceae : implication pour la conservation de la flore de Nouvelle-Calédonie. Thèse, IRD, Univ. Nouvelle-Calédonie.
- Pillon Y., Munzinger J., Amir H., Hopkins H., Chase M.W. 2009. Reticulate evolution on a mosaic of soils; diversification of the New Caledonian endemic genus *Codia* (Cunoniaceae). *Mol. Ecol.* 18 : 2263-2275.
- Pintaud J.C. 2006. The impact of forest disturbance on the palms of New Caledonia. *Palms* 50 (3) : 123-135.
- Pintaud J.C., Jaffré T. 2001. Pattern of diversification of palms on ultramafic rocks in New Caledonia. *South Afr. J. Sci.* 97 (11-12 part 2) : 548-550.
- Pintaud J.C., Jaffré T., Puig H. 2001. Chorology of New Caledonian palms and possible evidence of Pleistocene rain refugia. *C. R. Acad. Sci.* 324 : 1-11.
- Platnick N. 1993. The araneomorph spider fauna of New Caledonia. *Biodiv. Lett.* 1 : 102-106.
- Proctor J. 1970. Magnesium as a toxic element. *Nature* 227 : 742-743.
- Proctor J. 2003. Vegetation and soil and plant chemistry on ultramafic rocks in the tropical Far East. *Perspec. Plant Ecol.* 61, 2 : 105-124.
- Proctor J., McGowan I. 1976. Influence of magnesium on nickel toxicity. *Nature* 176 : 234.
- Proctor J., Nagy 1992. Ultramafic rocks and their vegetation. The Vegetation of Ultramafic (Serpentine) Soils, (eds Baker A.J.M., Proctor J., Reeves R.D.), pp.101-107. Intercept Ltd. Andover, U.K.
- Proctor J., Woodell S.R.J. 1975. The ecology of serpentine soils; *Adv. Ecol. Res.* 9 : 255-365.
- Pupier C. 2006. Influence de la mycorrhization sur la croissance de quelques espèces végétales en présence de concentrations phytotoxiques de nickel. Mémoire Ingénieur, Institut National Polytechnique de Lorraine, Nancy. 39 p.
- Qiu Y.-L., Lee J., Bernasconi-Quadroni F., Soltis D.E., Soltis P.S., Zanis M., Zimmer E.R., Savolainen V., Chase M.W. 1999. The earliest angiosperms : evidence from mitochondrial, plasmid and nuclear genomes. *Nature* 402 : 404-407.
- Quantin P., Bourdon E., Becquer T. 1997. Minéralogie et contraintes édaphiques des sols «ferritiques» dérivés de roches ultramafiques en Nouvelle-Calédonie : relation entre constituants minéraux et disponibilité en certains éléments (Al, Fe, Si, Mg, Mn, Ni, Co, Cr, Cu, Zn, et Mo) facilement solubles. Écologie des milieux sur roches ultramafiques et sur sols métallifères (éds Jaffré T., Reeves R. D., Becquer T.). Doc. Sci. Tech. III2, ORSTOM, Nouméa. pp.13-25.

BIBLIOGRAPHIE

- Quantin C., Becquer T., Berthelin J., 2002. Mn-Oxide : a major source of easily mobilisable Co and Ni under reducing conditions in New Caledonia ferralsols. *CR. Geosci.* 334 : 273-278.
- Rajakaruna N., Boyd R.S. (Eds). 2009. Soil and biota of serpentine : a world view. Proceedings of the sixth International Conference on Serpentine Ecology. Northeast. Nat. 16 (special issue 5).
- Rao N. K., Hanson J., Dulloo M. E., Ghosh K., Nowell D., Larinde M. 2006. Manuel de la manipulation des semences dans les banques de gènes. Manuels pour les banques de gènes N°8. Biodiversity International, Rome, Italie.
- Raven P.H., Axelrod D.I. 1972. Plate tectonics and Australasian biogeography. *Science* 176 : 1379-1386.
- Raven R.J. 1991. A revision of the Mygalomorph spider family Dipluridae in New Caledonia (Araneae). *Mémoires du Muséum national d'Histoire naturelle, Zoologie* 149 : 87-117.
- Raven R.J. 1994. Mygalomorph spiders of the Barychelidae in Australia and the western Pacific. *Memoirs of the Queensland Museum* 35 : 291-706.
- Raynal J. 1974. Notes cypérolologiques 22. Les *Costularia* de Nouvelle-Calédonie. *Adansonia*, ser.2, 14 : 337-377.
- Read J., Hallam P., Cherrier J.F. 1995. The anomaly of monodominant tropical rainforests : some preliminary observations in the *Nothofagus*-dominated rainforest in New Caledonia. *J. Trop. Ecol.* 11, 3 : 359-389.
- Read J., Jaffré T., Godrie E., Hope G., Veillon J.M. 2000. Structural and floristic characteristics of some monodominant and adjacent mixed rainforests in New Caledonia. *J. Biogeogr.* 27 : 233-250.
- Read J., Sanson G.D., de Garine-wichatitsky M., Jaffré T. 2006a. Sclerophylly in two contrasting tropical environments; low nutrient vs. low rainfall. *Am. J. Bot.* 93 (11) : 1601-1614.
- Read J., Sanson G.D., Jaffré T., Burd M. 2006b. Does tree size influence timing of flowering in *Cerberiopsis candelabra* (Apocynaceae), a long-lived semelparous tree? *J. Tro. Ecol.* 22 : 621-629.
- Read J., Sanson G., Burd M., Jaffré T. 2008. Mass flowering and parental death in the regeneration of *Cerberiopsis candelabra* (Apocynaceae), a long live monocarpic tree in New Caledonia. *Am. J. Bot.* 96 (5) : 558-567.
- Reeves R.D. 2003. Tropical hyperaccumulators of metals and their potential for phytoextraction. *Plant Soil* 249 : 57-65.
- Reeves R.D., Baker A.J.M. 2000. Metal-accumulating plants. In : *Phytoremediation of toxic metals*. Raskin I., Ensley B.D. eds, John Wiley, New York : pp 193-229.
- Reeves R.D., Baker A.J.M., Borhidi A., Berazain R. 1999. Nickel hyperaccumulation in the serpentine flora of Cuba. *Ann. Bot.* 83 : 29-38.
- Reusch T. B. H. 2003. Floral neighbourhoods in the sea : how floral density, opportunity for outcrossing and population fragmentation affect seed set in *Zostera marina*. *J. Ecol.* 91(4) : 610-615.
- Rey F., Ballais J.L., Marrec A., Rovérat G. 2004. Rôle de la végétation dans la protection contre l'érosion hydrique de surface. *C.R. Geosci.* 336 : 991-998.
- Richau K.H., Kozhevnikova A.D., Seregin I.V., Vooijs R., Koevoets P.L.M., Smith A.C., Ivanov V.B., Schat H. 2009. Chelation by histidine inhibits the vacuolar sequestration of nickel in roots of the hyperaccumulator *Thlaspi caerulescens*. *New Phytol.* 183 : 106-116.
- Rigault F., Dagostini G., Jaffré T. 1996. Contribution à la mise au point de techniques d'ensemencement hydrauliques sur sites miniers : implantation d'espèces locales et relation avec les conditions climatiques. ORSTOM-SLN, Nouméa. Sci., Vie, Bota., Convention, n°8. 60 p.
- Rigault F., Dagostini G., Jaffré T. 2003. Légumineuses d'intérêt majeur pour la réhabilitation des anciens sites miniers : *Serianthes calycina* Benth. Poster, Fête de la Science, IRD Nouméa.
- Rigg L.S., Enright N., Jaffré T. 1998. Stand structure of the emergent conifer *Araucaria laubenfelsii*, in maquis and rainforest, Mt Do, New Caledonia. *Aus. J. Ecol.* 23 : 528-538.
- Rigg L.S., Enright N. J., Jaffré T., Perry G.L.W. 2010. Contrasting population dynamics of the endemic New Caledonian conifer, *Araucaria laubenfelsii*, in maquis and rainforest. *Biotropica* (sous presse).
- Rokich D. P., Dixon K. W., Sivasithamparan K., Meney K. A. 2000. Topsoil handling and storage effects on woodland restoration in Western Australia. *Restor. Ecol.*, 8 (2) : 196-208.
- Roosens N.H., Willems G., Saumitou-Laprade P. 2008. Using *Arabidopsis* to explore zinc tolerance and hyperaccumulation. *Trends Plant Sci.*, 13 : 208-215.
- Ross S.M. 1994. Retention, transformation and mobility of toxic metal in soils. Toxic metals in soil-plant systems. (ed. S.M. Ross) John Wiley & Sons Ltd. pp. 63-152.
- Ruiz O. 2006. Étude de top-soils des terrains miniers en Nouvelle-Calédonie. Premiers résultats sur leur potentiel germinatif. Mémoire, Master Biologie Géosciences Agroressources Environnement 2^e année, Univ. Montpellier II, septembre 2006, 53 p.+annexes.
- Sadler R.A., Smith S.A., Whitaker A., Bauer A.M. 2008. A New Live-Bearing Species of Scincid Lizard (Reptilia : Scincidae) from New Caledonia, Southwest Pacific. *Pac. Sci.* 63 (1) : 123-136.
- Saley K., Battonio Babou A., Bellefontaine R., Ichaou A. 2003. Reboiser au moindre coût les zones semi-arides par marcottage naturel : A less costly reforestation of semi-arid areas by natural layering. In : *Actes du XII^e Congrès forestier mondial. La forêt, source de vie*, Québec, Canada.
- Sarlin P. 1954. Bois et forêts de la Nouvelle-Calédonie. Centre Techn. Forest. Trop. 330 p.
- Sarraillh J.M. 2001. Bilan des recherches menées par l'IAC sur la revégétalisation des sites miniers. IAC Programme Forêt Nouméa.
- Schmid M. 1981. Fleurs et plantes de Nouvelle-Calédonie. Les Editions du Pacifique 164 p.
- Schmid M. 1982. Endémisme et spéciation en Nouvelle-Calédonie. *C. R. Soc. Biogéogr.* 58 (2) : 52-60.
- Schüßler A., Schwarzott D., Walker C., 2001. A new fungal phylum, the Glomeromycota : phylogeny and evolution. *Mycol. Res.* 105 : 1413-1421.

- Selosse M.A., Baudoin E., Vandenkoornhuyse P. 2004. Symbiotic microorganisms, a key for ecological success and protection of plants. *CR. Biol.* 327 : 639-648.
- SER 2004. The SER International Primer on ecological restoration, Version 2. Society for Ecological Restoration Sciences and Policy Working Group, [En ligne]. http://www.ser.org/content/ecological_restoration_primer.asp (Page consultée le 1^{er} décembre 2009).
- Serret J. 2007. Étude de la diversité génétique de *Captaincookia margaretae*, espèce endémique des forêts sèches de Nouvelle-Calédonie. Mémoire de stage « Génie des biotechnologies végétale », Ecole Nationale de Formation Agronomique, CIRAD, Univ. Paul Sabatier – Toulouse III, France. 28 p + annexes.
- Setoguchi H., Ohsawa P., Pintaud J.C., Jaffré T., Veillon J.M. 1998. Phylogenetic relationship of Araucariaceae inferred from *rbcl* gene sequence. *Am. J. Bot.* 85 (11) : 1507-1516.
- Shea G., Jourdan H., Sadlier R., Bauer A. 2009. Natural history of the New Caledonian whiptailed skink *Tropidoscincus variabilis* (Bavay, 1869) (Squamata : Scincidae). *Amphibia-Reptilia* 30 : 207-220.
- SLN. 2005. Lutte contre l'érosion et le transport solide dans les exploitations de minerais de nickel en Nouvelle-Calédonie. Guide pratique, techniques et ouvrages hydrauliques. Edition SLN, août 2005, 24 p.
- Smith S.E., Read D.J. 2008. Mycorrhizal symbiosis. 3rd edition, Academic Press, London.
- Solomon M. E. 1958. Meaning of density-dependence and related terms in population dynamics. *Nature* 181 : 4626, 1778-1780.
- Soucrant O. 2008. Intérêt du Top soil en restauration des sites miniers dégradés en Nouvelle-Calédonie. Résultats sur l'essai de la Tontouta. Rapport stage IAC, Deust RGEM, Univ. Nouvelle-Calédonie, 55 p.
- Stephens P. A., Sutherland W. J. and Freckleton R. P. 1999. What is the Allee effect? *Nordic Society Oikos* 87 : 185-190.
- Strullu J.A. 1991. Les mycorhizes des arbres et plantes cultivées. Lavoisier, Paris.
- Sweedman L., Merritt D. 2006. Australian Seeds, a guide to their Collection, Identification and Biology, CSIRO Publishing.
- Swenson U., Baklund A., McLoughlin S., Hill R.S. 2001. *Nothofagus* biogeography revisited with special emphasis on the enigmatic distribution of subgenus *Brassospora* in New Caledonia. *Cladistics* 17 : 28-47.
- Talke I., Hanikenne M., Krämer U. 2006. Zinc dependent global transcriptional control, transcriptional de-regulation and higher gene copy number for genes in metal homeostasis of the hyperaccumulator *Arabidopsis halleri*. *Plant Physiol.* 142 : 148-167.
- Tassin J., Boissenin M., Barré N. 2009. Can *Ptilinopus greyi* (Columbidae) disperse dry-forest fleshy fruits in New Caledonia. (Accepté Pacific Science).
- Tewksbury J. J., Levey D. J., Haddad N. M., Sargent S., Orrock J. L., Weldon A., Danielson B. J., Brinkerhoff J., Damschen E. I., Townsend P. 2002. Corridors affect plants, animals, and their interactions in fragmented landscapes. *Ecology* 99 (20) : 1223-1226
- Trescases J.J. 1975. L'évolution géochimique supergène des roches ultrabasiqes en zone tropicale. Mémoire ORSTOM, n°78, Paris.
- Udo H., Gâteblé G. 2009. Études complémentaires sur le macro-bouturage d'espèces végétales endémiques. Rapport de convention intermédiaire n°1 IAC/KNS. 21 p.
- Valéry L., Fritz H., Lefeuvre J.C., Simberloff D. 2009. Ecosystem-level consequences of invasions by native species as a way to investigate relationships between evenness and ecosystem function. *Biol. Invasions* 11 : 609-617.
- Veillon J.M. 1971. Une Apocynacée monocarpique de Nouvelle-Calédonie *Cerberiopsis candelabrum* Vieill. *Adansonia ser.* 2, 11 : 625-639.
- Verbruggen N., Hermans C., Schat H. 2009. Molecular mechanisms of metal accumulation in plants. *New Phytol.* 181 : 759-776.
- Viette P. 1961. Découverte de la famille des Hepialidae en Nouvelle-Calédonie. *Bull. Soc. Entomol. Fr.* 66 : 106-108.
- Viroi R. 1956. La végétation canaque. Mémoire. Mus. Nat. Hist Nat, Paris, sér. Bot., 8 Paris.
- Wagenius S., Lonsdorf E., Neuhauser C. 2007. Patch aging and the S-alley effect : Breeding system effects on the demographic response of plants to habitat fragmentation. *The Am. Nat.* 169 : 383-397.
- Wahlund S. 1928. Zusammensetzung von populationen und korrelationserscheinungen von standpunkt der vererbungslehre aus betrachtet. *Hereditas* 11 : 65-106.
- Walker R.B., Walker H.M. 1955. Calcium-magnesium nutrition with special reference to serpentine soils. *Plant Physiol.* 30 : 214-221.
- Wamytan D., Gâteblé G. 2007. Essais de macro-bouturage d'espèces endémiques pour Koniambo Nickel SAS. Rapport de convention intermédiaire IAC/KNS. 30 p.
- Wanat M. 2008. The Apionidae (Coleoptera : Curculionidae) of New Caledonia. Genus Megatracheloides. In : *Zoologia Neocaledonica* 6. Systématique et endémisme en Nouvelle-Calédonie (Ed. Grandcolas P.), Mémoires du Mus. Nat. Hist Nat., 197, Paris : pp 297-322.
- Wanégui J. 2007. Influence de différents substrats dans le développement sous serre de plantes pionnières des terrains miniers de Nouvelle-Calédonie. Rapport de stage, IAC, Master Science de l'Environnement, Univ. Rouen, août 2007, 50 p.
- Ward S. C., Koch J.M., Ainsworth G.L. 1996. The effect of timing of rehabilitation procedures on the establishment of a jarrah forest after bauxite mining. *Restor. Ecol.* 4, 19-24.
- Weber M., Harada E., Vess C., von Roepenack-Lahaye E., Clemens S. 2004. Comparative microarray analysis of *Arabidopsis thaliana* and *Arabidopsis halleri* roots identifies nicotianamine synthase, a ZIP transporter and other genes as potential metal hyperaccumulation factors. *Plant J.* 37 : 269-281.
- Whiting S.N., Reeves R.D., Richards D., Johnson M. S., Cooke J.A., Malaisse F., Paton A., Smith J.A.C. Angle J.S., Chaney R.L., Ginocchio R., Jaffré T., Johns R., McIntyre T., Purvis O.W., Salt D.E., Schat H., Zhao F. J., Baker A.J.M. 2004. Research priorities for conservation of metallophyte biodiversity and its sustainable uses in ecological restoration and site. *Restor. Ecol.* 12 (1) : 106-116.

BIBLIOGRAPHIE

- Wilson E.O., Hölldobler B. 2005. The rise of the ants : A phylogenetic and ecological explanation. *Proc. Natl Acad. Sci.* 102 (21) : 7411-7414.
- Wulff A., L'Huillier L., Veà C., Tassin J. 2008. Caractéristiques germinatives de graines d'espèces indigènes candidates à la restauration des sites ultramafiques dégradés de Nouvelle-Calédonie. Ed. IAC, Rapport de convention SYSMIN 8^e FED, 92 p.
- Wulff A., L'Huillier L., Fogliani B., Veà C. 2009. Understanding germination characteristics of common species in order to conserve micro-endemic species in New Caledonia : the *Hibbertia* (Dilleniaceae) model. 19th Conference of the Society for Ecological Restoration International, 23-27 August, Perth, Western Australia, Australia.
- Wyndham E., Cannon C.E. 1985. Parrots of eastern Australian forests and woodlands : the genera *Platycerus* and *Trichoglossus*. In : *Birds of Eucalyptus forests and woodlands : Ecology, Conservation and Management*. (Eds. Keast A., Recher H.F., Ford H., Saunders O. Surry Beaty & Sons and RAOU, NSW.
- Yates D. I., Earp B.L., Lew F., Walker E.S. 2006. Propagation of *Sciadopitys verticillata* (Thunb.) Sieb. & Zucc. by stem cuttings and properties of its latex-like sap. *HortScience* 41 : 1662-1666.
- Yoshinaga A. Y., Walters C. 2004. Conservation of Tropical Island Seeds : an example from Hawai'i. In : *Seed Conservation : Turning Science Into Practice* (Eds : Smith, R., Dickie, J., Linington, S., Pritchard, H., Probert, R.). Kew Publishing, pp. 957-963.
- Young GR, Bellis GA, Brown GR, Smith ESC. 2001. The crazy ant *Anoplolepis gracilipes* (Smith) (Hymenoptera : Formicidae) in East Arnhem land, Australia. *Aus. Entomol.* 28 : 97-104.
- Young T.P., Petersen D.A., Clary J.J. 2005. The ecology of restoration : historical links, emerging issues and unexplored realms. *Ecol. Lett.* 8 : 662-673.
- Zongo C., Saintpierre-Bonaccio D., McGill C.R., Bouraïma-Madjèbi S., Hnawia E., Fogliani B. 2007. Lipid contents and fatty acids composition of seed storage reserves of eight species used for re-vegetation in New Caledonia and their implication for long term conservation. In : *Conference Proceedings "Seed ecology II, the 2nd International Society for Seed Science Meeting on Seeds and the Environment"*. (Eds : Turner, S., Merritt, S., Clarke, L., Commander, L., Dixon, K.), 9-13 september, Perth, Western Australia.
- Zongo C., Fogliani B., McGill C.R., Saintpierre-Bonaccio D., Bouraïma-Madjèbi S. 2008a. Morphological adaptations and chemical composition of seeds of New Caledonian native plants used for mining revegetation. 9th ISSS Conference on Seed Biology, 6-11 juillet, Olsztyn, Poland.
- Zongo C., Fogliani B., Bombarda I., McGill C.R., Doumenq P. 2008b. Chemical composition of seeds from two New Caledonian plants used for revegetation : Identification of unusual isomers of C14 :1, C16 :1 and C18 :1 in their oil. *Symposium : Seeds for Futures Massey University*, 26-27 Novembre, Palmerston North, New Zealand.
- Zongo C., Fogliani B., Desvals L., Henriot L., Bouraïma-Madjèbi S. 2009. Études approfondies de semences de Cypéracées, herbacées pionnières utilisées pour la revégétalisation des terrains miniers néo-calédoniens : le cas de *Gahnia aspera*. 11^e Inter-congrès des Sciences du Pacifique et 2^{èmes} Assises de la Recherche française dans le Pacifique, 2-6 mars 2009, Tahiti – Polynésie française.
- Zongo C., McGill C. R., Rabier J., Saintpierre-Bonaccio D., L'Huillier L., Fogliani B. 2010. Structure and biology of kuà seeds (*Alphitonia neocaledonica*) used for revegetation in New Caledonia. (soumis à *Forest Ecology and Management*).

SIGLES et ACRONYMES

- ABA** : Acide abscissique.
- AIA** : Acide indole acétique (hormones de bouturage).
- AIB** : Acide indole butyrique (hormones de bouturage).
- Amap** : botAnique et bioinforMatique de l'Architecture des Plantes.
- ANA** : Acide naphtalène acétique (hormones de bouturage).
- APG III** : Angiosperm Phylogeny Group (3^e classification publiée).
- BP** : Before Present (traduit par avant le présent, terme de référence chronologique).
- CEC** : Capacité d'échange cationique.
- Cirad** : Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement.
- CNRT** : Centre national de recherche technologique.
- CTFT** : Centre technique forestier tropical (dorénavant intégré dans le Cirad).
- DDEE** : Direction du développement économique et de l'environnement (province Nord).
- DDR** : Direction du développement rural (province Sud).
- Dimenc** : Direction de l'industrie, des mines et de l'énergie de Nouvelle-Calédonie.
- DTPA** : Diéthylène triamine penta acide (chélateur, notamment pour métaux de transition).
- GA3** : Acide gibbérellique de la famille des Gibbérellines (phytohormones).
- Gemini** : Société gestion-exploitation des mines de nickel.
- GPS** : Global Positioning System.
- IAC** : Institut agronomique néo-calédonien.
- IRD** : Institut de recherche pour le développement.
- Isee** : Institut de la statistique et des études économiques.
- ISTA** : International Seed Testing Association.
- IUCN** : Union internationale pour la conservation de la nature.
- KNS** : Koniambo Nickel SAS.
- Live** : Laboratoire insulaire du vivant et de l'environnement.
- méq** : milliéquivalent (1 mmole de K⁺ = 1 méq ; 1 mmole de Ca⁺² = 2 méq).
- MNHN** : Muséum national d'histoire naturelle.
- MTH** : Millions de tonnes humides.
- NMC** : Nickel Mining Company.
- ONG** : Organisation non gouvernementale.
- Orstom** : Institut français de recherche scientifique pour le développement en coopération.
- PIB** : Produit intérieur brut.
- ppm** : partie par million (par ex. mg/kg).
- SLN** : Société Le Nickel.
- SMCB** : Société des mines du cap Bocage.
- SMGM** : Société minière Georges Montagnat.
- SMN** : Société des mines de Nakéty.
- SMP** : Société des mines de Poro.
- SMSP** : Société minière du Sud Pacifique.
- SMT** : Société des mines de Tontouta.
- Step (boues de)** : Station d'épuration.
- Sysmin** : Système pour les minerais (fonds de stabilisation pour les produits miniers des pays liés à l'Union européenne).
- TTC** : Triphényl 2,3,5 tétrazolium chlorure.
- UE** : Union européenne.
- UNC** : Université de la Nouvelle-Calédonie.