

La faune des milieux sur roches ultramatiques

Nicolas Barré, Jean Chazeau, Herve Jourdan

▶ **To cite this version:**

Nicolas Barré, Jean Chazeau, Herve Jourdan. La faune des milieux sur roches ultramatiques. Laurent L'Huillier; Tanguy Jaffré; Adrien Wulff. Mines et environnement en Nouvelle Calédonie : les milieux sur substrats ultramafiques et leur restauration, IAC, p. 105-128, 2010, Etudes Synthèses, 978-2-9523950-8-3. ird-03039764

HAL Id: ird-03039764
https://ird.hal.science/ird-03039764

Submitted on 4 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.

IAC
Institut Agronomique néo-Calédonien

IRD
Institut de recherche pour le développement

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

ISBN : 978-2-9523950-8-3
9 782952 395083

Tabi Editions

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

IAC Institut Agronomique néo-Calédonien

Mines et Environnement en Nouvelle-Calédonie :

les milieux sur substrats ultramafiques et leur restauration

Laurent L'HUILLIER
Tanguy JAFFRÉ
Adrien WULFF

IAC Editions

Etudes & 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
1re édition, 2010

ISBN : 978-2-9523950-8-3
Dépôt légal : 2010

Conception et réalisation : Tabu 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 1er juillet 1992 – art. L. 122-4 et L. 122-5 et Code pénal art. 425).

Partenaires institutionnels de l'IAC :

GOUVERNEMENT DE LA NOUVELLE CALÉDONIE
PROVINCE DES ILES LOYAUTÉ
PROVINCE NORD
PROVINCE SUD
Liberté • Égalité • Fraternité RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
cirad LA RECHERCHE AGRONOMIQUE POUR LE DÉVELOPPEMENT
CHAMBRE D'AGRICULTURE NOUVELLE CALEDONIE

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 MINERAI 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 MINIERS (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 MINIERS** 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 MINIERS 118
3.1. L'intérêt faunistique des milieux sur terrains miniers 118
3.2. La guilde 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 MINIERS . . .128

CHAPITRE 5

LES BACTÉRIES ET LES CHAMPIGNONS DU SOL SUR ROCHES ULTRAMAFIQUES
(Amir H. et Ducousso 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 MINIERS 138

5. LES SYMBIOSES FIXATRICES D'AZOTE. 140
5.1 Les symbioses à *Frankia* 140
5.2 Les symbioses à *Rhizobium* 141

6. LES BACTÉRIES RHIZOSPHÉRIQUES STIMULATRICES DE LA CROISSANCE DES PLANTES 142

7. INOCULATION CONTRÔLÉE AVEC DES BACTÉRIES SYMBIOTIQUES OU RHIZOSPHÉRIQUES, APPLIQUÉE À LA RESTAURATION ÉCOLOGIQUE DES TERRAINS MINIERS 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., Véa 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 MINIERS (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 MINIERS 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

LA FAUNE DES MILIEUX SUR ROCHES ULTRAMAFIQUES

Nicolas BARRÉ, Jean CHAZEAU et Hervé JOURDAN

1. RÔLE DES OISEAUX DANS LA DYNAMIQUE DE LA VÉGÉTATION DU MAQUIS
- 1.1. Les oiseaux qui fréquentent le maquis
- 1.2. La quête du nectar et la pollinisation
- 1.3. La consommation des fruits et la dissémination des semences
- 1.4. La capture et le contrôle des insectes phytophages
- 1.5. Rôle des oiseaux en maquis minier : conclusion

2. L'HERPÉTOFAUNE DES TERRAINS MINIERS
- 2.1. Isolement et radiation endémique des reptiles
- 2.2. Les ressources exploitées par les reptiles des terrains miniers
- 2.3. Préservation des milieux et conservation des reptiles

3. LES ARTHROPODES DES MASSIFS MINIERS
- 3.1. L'intérêt faunistique des milieux sur terrains miniers
- 3.2. La guilde des fourmis sur les terrains miniers
- 3.3. Caractères des peuplements d'arthropodes des terrains miniers
- 3.4. La frontière des milieux sur roches ultramafiques
- 3.5. Milieux ultramafiques et invasions biologiques

4. POUR CONCLURE SUR LA FAUNE DES TERRAINS MINIERS

L'idée qu'il existait un paradoxe de la nature néo-calédonienne, la richesse et la diversité d'une flore très originale contrastant avec la relative pauvreté d'une faune plus banale, a été définitivement écartée par les acquis scientifiques des dernières décennies. La découverte d'une importante faune fossile de vertébrés éteints à l'arrivée de l'homme, l'accroissement considérable de notre connaissance des reptiles et la prise en compte des arthropodes montrent que la diversité et l'endémisme de cette faune sont comparables à ceux de la flore (Chazeau 1993).

Les milieux sur les sols issus de roches ultramafiques contribuent fortement à l'originalité de cette faune. Le présent chapitre ne saurait faire la synthèse de l'ensemble des connaissances sur le monde animal des terrains miniers, connaissances d'ailleurs bien lacunaires pour de nombreux groupes faunistiques. On présentera donc les vertébrés, oiseaux et reptiles, pour lesquels des études particulières ont été conduites dans le domaine minier néo-calédonien, et on donnera une vue d'ensemble de la faune des arthropodes. On évoquera aussi certains acquis et quelques hypothèses quant au rôle de certains groupes dans le fonctionnement de ces milieux.

1. RÔLE DES OISEAUX DANS LA DYNAMIQUE DE LA VÉGÉTATION DU MAQUIS

Un partenariat gagnant-gagnant

Les oiseaux tirent parti du milieu qu'ils occupent et avec lequel ils ont – notamment – des relations trophiques : arthropodes présents sur la végétation, nectar des fleurs, exsudats, fruits, graines… Dans la dynamique des maquis miniers, les oiseaux nectarivores ou frugivores ont un rôle majeur. Les premiers participent à la pollinisation, les seconds à la dissémination des semences (ornithochorie). Les oiseaux nectarivores, en introduisant leur bec à la base des pièces florales pour y collecter le nectar, assurent la pollinisation des fleurs. Du pollen prélevé sur les étamines à l'insu de l'oiseau, adhérant au bec ou sur les plumes de la tête, peut être déposé sur le pistil de la fleur suivante et assurer ainsi sa fécondation. Les graines consommées par les oiseaux granivores sont broyées dans le gésier, l'amande est détruite et digérée et les fientes ne contiennent plus d'éléments vitaux. Les oiseaux ayant ce régime alimentaire ne participent donc pas – ou de façon marginale pour des graines très petites ou particulièrement dures – à la dispersion des espèces. Il en va autrement pour les oiseaux frugivores. Le fruit est ingéré tel quel et seule la pulpe est digérée, le noyau ou les graines étant rejetés avec les fientes sur le sol où ils peuvent germer. Parmi les autres interactions entre l'avifaune et la végétation, certaines, telles que la prédation d'arthropodes phytophages (chenilles, pucerons…), sont bénéfiques pour les plantes, tandis que d'autres, incluant la prédation des pollinisateurs, sont naturellement néfastes.

1.1. Les oiseaux qui fréquentent le maquis

Une trentaine d'espèces, toutes natives, ont été répertoriées en Nouvelle-Calédonie dans les maquis étudiés (Goro et Koniambo), parmi lesquelles seules 11 ont un régime constitué essentiellement de matériel végétal (tableau 4.1). Parmi celles-ci, cinq espèces (trois Meliphagidae, un Psittacidae et un Zosteropidae) ont une fréquence supérieure à 20 % des points d'écoute réalisés et sont donc bien représentées dans cette formation. De plus, *Trichoglossus haematodus*, le Loriquet à tête bleue, bien qu'assez peu fréquent en maquis, y est très attiré par les fleurs et les fruits. Citons encore le Méliphage toulou ou « méliphage noir » *Gymnomyza aubriana,* un grand mais rarissime Meliphagidae forestier qui vient occasionnellement sur des arbres en fleur en lisière de forêt. Évoquons également la Perruche de la chaîne *Eunymphicus cornutus* qui peut quitter la forêt pour exploiter les formations

paraforestières et la bordure du maquis. Ces dernières espèces n'ont pas été recensées lors des prospections en maquis sur le plateau de Goro (Desmoulins & Barré 2004). Parmi les espèces les plus impliquées dans une association avec les plantes de maquis, on compte quatre espèces assez strictement nectarivores appartenant à la famille des Meliphagidae et trois plus ubiquistes et en partie frugivores : deux Psittacidae et un Zosteropidae (tableau 4.1). Concernant les oiseaux typiquement frugivores, les deux Columbidae et le Stourne sont trop rares pour contribuer de façon significative à la dynamique du maquis. L'Échenilleur, qui consomme occasionnellement des fruits, est lui aussi peu fréquent dans ce milieu. Il n'existe, enfin, aucune espèce granivore particulièrement inféodée au maquis.

Tableau 4.1 : Fréquence (% de points où l'espèce a été contactée) et abondance (% d'individus de l'espèce par rapport au total des individus contactés) des oiseaux du maquis de Goro en saison sèche (152 points d'écoute) et en saison humide (147 des mêmes points), qui sont – ou pourraient être – impliqués dans la dynamique végétale. Les espèces qui entretiennent les interactions les plus significatives avec les plantes du maquis sont en gras. (D'après Desmoulins et Barré 2004)

Nom scientifique (et statut*)	**Nom français et code**	**Famille**	**Fréquence d'occurrence**		**Abondance relative**		**Évolution SS/SH**
			Saison sèche	Saison humide	Saison sèche	Saison humide	
Glycifohia undulata ** (E)	Méliphage barré MEBA	Meliphagidae	86,3	81,5	14,2	20,7	stable
Lichmera incana* ssp. *incana (sE)	Méliphage à oreillons gris MEOR	Meliphagidae	78,4	18,3	26,1	3,6	diminue
Myzomela caledonica (E)	Myzomèle calédonien MYCA	Meliphagidae	75,2	38,6	12,0	6,1	diminue
Zosterops xanthochroa (E)	Zostérops à dos vert ZODV	Zosteropidae	52,3	66,0	11,3	26,4	augmente
Cyanoramphus saisseti (E)	Perruche à front rouge PEFR	Psittacidae	17,0	20,9	1,5	3,2	stable
Trichoglossus haematodus* ssp. *deplanchii (sE)	Loriquet à tête bleue LOTE	Psittacidae	6,5	6,5	1,0	1,4	stable
Ducula goliath (E)	Carpophage géant (Notou) NOTO	Columbidae	4,6	4,6	0,5	0,6	stable
Coracina caledonica (sE)	Échenilleur calédonien ECCA	Campephagidae	2,0	2,0	0,2	0,3	stable
Aplonis striatus (E)	Stourne calédonien STCA	Sturnidae	1,3	0,6	0,1	0,1	stable
Philemon diemenensis (E)	Polochion moine POMO	Meliphagidae	0	7,2	0	1,0	augmente
Columba vitiensis ssp. *hypoenochroa* (sE)	Pigeon à gorge blanche	Columbidae	0	6,5	0	0,8	augmente

* Statut : E : espèce endémique ; sE : sous-espèce endémique. ** Nom de genre ayant changé récemment : il appartenait précédemment au genre *Phylidonyris,* qui n'est plus valide.

1.2. La quête du nectar et la pollinisation

Elle est surtout le fait d'une famille spécialisée, les Meliphagidae, bien représentée en Nouvelle-Calédonie (5 espèces, 5 genres), mais qui l'est encore mieux en Australie (73 espèces et 23 genres sur les 182 espèces et 42 genres que compte la famille). Ces oiseaux sont agiles et ont des adaptations anatomiques conformes à leur régime : un bec long et incurvé, une langue fendue à l'extrémité en quatre parties, effilochées sur les côtés et formant un pinceau qui collecte le nectar par capillarité (HANZAB 2001). Les méliphages sont considérés comme des pollinisateurs importants des plantes australiennes et néo-zélandaises appartenant en particulier aux familles des Myrtaceae, Proteaceae et Ericaceae (Armstrong 1979, Godley 1979, Ford & Paton 1986). Les essences exploitées ont un port buissonnant à arborescent, leurs inflorescences sont souvent rouges, jaunes ou blanches, les fleurs en forme de coupe, de tube ou de brosse. Plusieurs genres parmi les plus visités *(Xanthostemon, Grevillea, Geissois, Oxera)* ont des organes reproducteurs fins et proéminents facilitant le dépôt du pollen sur le plumage de la tête et du ventre de l'oiseau lors de la visite de la fleur, puis son transfert ultérieur sur le stigmate d'une autre fleur (figures 4.1 à 4.2). Les fleurs qu'exploitent les oiseaux possèdent des caractéristiques visuelles et anatomiques attirant ces pollinisateurs et assurant le contact avec les organes reproducteurs. Les oiseaux impliqués sont, eux, dotés d'adaptations comportementales et morphologiques spécialisées pour une collecte efficace du nectar. Leur capacité de vol assure ensuite la dissémination du pollen et donc des gènes des espèces végétales. C'est l'aboutissement d'une coévolution entre la plante et l'oiseau, permettant une interaction fonctionnelle bénéfique au profit des deux.



© ECCET / F. Desmoulins

Figure 4.1 : Fleur de *Grevillea exul*. À maturité, et aidé par le passage d'un oiseau, le style se dégage des tépales et se dresse.



© ECCET / F. Desmoulins

Figure 4.2 : Le stigmate à l'extrémité du style est enduit de pollen qui est directement accessible au plumage d'un oiseau, facilitant son transport vers une autre fleur, et permettant, outre une auto-fécondation, une fécondation croisée.

Parfois, ce ne sont pas les fleurs mais les autres organes producteurs de nectar qui sont recherchés, comme chez *Oxera robusta*, une liane de forêt dont les feuilles présentent des glandes nectarifères à la base du limbe, et qui sont soigneusement visitées par des méliphages.

Ces oiseaux effectuent des déplacements saisonniers conditionnés par la floraison, comme il ressort du tableau 4.1. Les fréquences dans le maquis sont plus élevées en saison sèche qu'en saison humide pour *Lichmera incana* le Méliphage à oreillons gris ou « suceur » (figure 4.3) et *Myzomela caledonica* le Myzomèle calédonien ou « sucrier écarlate » (figure 4.4). Ces deux espèces ont une gamme d'habitats variés : jusqu'à la côte pour le « suceur » et vers la forêt humide pour le « sucrier ».



© ECCET / F. Desmoulins

Figure 4.3 : Méliphage à oreillons gris sur *Grevillea exul* ssp. *rubiginosa*. Le « suceur » est surtout présent en maquis en saison sèche et vient dans les formations de basse altitude le reste de l'année.



© ECCET / F. Desmoulins

Figure 4.4 : Mâle de Myzomèle calédonien sur *Grevillea exul* ssp. *rubiginosa*. La femelle de ce petit « sucrier » est plus terne. Cet oiseau est présent aussi en forêt humide.



© SCO / P. Bachy

Figure 4.5 : Polochion moine sur *Syzygium multipetalum*. La « grive moine », espèce agressive et vocale, est surtout une espèce des forêts humides.



© SCO / P. Bachy

Figure 4.6 : Méliphage barré sur *Cunonia deplanchei*.



© SCO / P. Bachy

Figure 4.7 : Méliphage barré sur *Xanthostemon ruber*. C'est l'oiseau le plus spécifique du maquis.

Le Polochion moine, « oiseau » ou « grive moine » *Philemon diemenensis* (figure 4.5) est plutôt un oiseau des forêts humides sempervirentes qui ne vient en maquis qu'occasionnellement et, semble-t-il, seulement en saison humide. Finalement, le Méliphage barré ou « grive perlée » *Glycifohia undulata* (figures 4.6 et 4.7) est l'espèce la plus spécifique du maquis et la mieux adaptée à ce milieu où il est présent, avec une fréquence égale, toute l'année. C'est d'ailleurs l'oiseau le plus souvent observé visitant les plantes du maquis ; celui aussi ayant le plus large spectre avec 26 espèces exploitées sur les 35 sujettes à la nectarivorie (tableau 4.2).

D'autres espèces moins spécialisées ont tout de même une activité nectarivore importante : c'est le cas du Loriquet à tête bleue *Trichoglossus haematodus* (figure 4.8) qui, en Australie, tire 87 % de sa nourriture des fleurs (Wyndham & Cannon 1985) et du Zostérops à dos vert ou « lunette à dos vert » *Zosterops xanthochroa* (figure 4.9), très commun dans tous les habitats néo-calédoniens dont les formations sur substrats ultramafiques (tableau 4.1).



© SCO / P. Bachy

Figure 4.8 : Loriquet à tête bleue sur *Grevillea exul.*



© ECCET / F. Desmoulins

Figure 4.9 : Zostérops à dos vert sur *Grevillea exul.*



© SCO / P. Bachy

Figure 4.9 bis : Zostérops à dos vert sur *Syzygium multipetalum.*

Nos connaissances sur le rôle de ces oiseaux dans la pollinisation des plantes du maquis sont très fragmentaires et ne reposent que sur des relevés ponctuels (tableau 4.2). Trois genres de plantes, *Grevillea* (Proteaceae), *Storckiella* (Fabaceae) et *Syzygium* (Myrtaceae), très florifères et communs dans le maquis, attirent le Loriquet, les quatre méliphages et le Zostérops, qui peuvent se succéder sur un même arbuste en fleur (figures 4.3 à 4.5 et 4.8, 4.9). Il est probable que la plupart des espèces de ces familles de plantes ainsi que de nombreuses Cunoniaceae soient visitées par les oiseaux. Les fleurs tubulaires des *Oxera* (Lamiaceae) sont, elles, convoitées par la plupart des Meliphagidae (R. de Kok, obs. pers., in Mabberley & de Kok 2004) qui accèdent parfois au nectar en perforant la corolle plutôt que par l'ouverture (R. de Kok, G. Gateblé, F. Desmoulins, obs. pers.). Les oiseaux de petite taille que sont le Zostérops et le Myzomèle sont capables de butiner les fleurs des plantes robustes en concurrence avec les autres oiseaux, mais se réservent les plus graciles comme certains *Scaevola*. Une hiérarchie s'établit pour l'exploitation d'arbustes très convoités, généralement surveillés et défendus par les oiseaux les plus belliqueux (Polochion moine).

Tableau 4.2 : Plantes de terrains miniers dont les fleurs sont visitées par les oiseaux. (En partie d'après P. Bachy, A. Wulff, L. L'Huillier, J. Munzinger, com. pers. 2009, Kato *et al.* 2004, Mabberley & de Kok 2004, Nielsen *et al.* 2005) (Code des noms d'oiseaux au tableau 4.1 ; METO : Méliphage toulou.)

Espèce de plante	Famille	Habitat*	LOTE	POMO	MEBA	MEOR	METO	MYCA	ZODV
Deplanchea speciosa	Bignoniaceae	FM		●			●		
Storckiella pancheri ssp. *acuta*	Fabaceae	FM	●	●	●	●		●	
Cunonia deplanchei	Cunoniaceae	FMR			●	●		●	
Geissois hirsuta	Cunoniaceae	FN		●		●		●	
Geissois pruinosa	Cunoniaceae	M		●	●	●		●	
Geissois magnifica	Cunoniaceae	M			O	O			
Geissois sp.	Cunoniaceae		●						
Pancheria alaternoides	Cunoniaceae	M				●			
Scaevola coccinea	Goodeniaceae	M			●	●		●	
Scaevola cylindrica	Goodeniaceae	MN			●			●	
Scaevola montana	Goodeniaceae	LM							●
Montrouziera rhodoneura	Clusiaceae	M			●				
Montrouziera sphaeroidea	Clusiaceae	M						●	
Montrouziera sp.	Clusiaceae	FM		●					
Dubouzetia caudiculata	Elaeocarpaceae	M			O	O			
Dracophyllum verticillatum	Ericaceae	M			●				
Oxera baladica ssp. *baladica*	Lamiaceae	FM			●				
Oxera baladica ssp. *nuda*	Lamiaceae	FM							●
Oxera brevicalyx	Lamiaceae	LM			●				
Oxera coriacea	Lamiaceae	FM			●				
Oxera neriifolia	Lamiaceae	M				●			
Oxera palmatinervia	Lamiaceae	FM		●	●			●	●
Amyema scandens	Loranthaceae	FM		●	●	●		●	
Serianthes calycina	Fabacae	FM			●				
Carpolepis laurifolia	Myrtaceae	FM			●			●	
Melaleuca dawsonii	Myrtaceae	M			●				
Melaleuca pancheri	Myrtaceae	FM			●				
Syzygium multipetalum	Myrtaceae	FMR	●	●	●	●		●	●
Tristaniopsis guillainii	Myrtaceae	M			●				
Xanthostemon aurantiacus	Myrtaceae	MR			●	●		●	
Xanthostemon laurinus	Myrtaceae	M			●	●			
Xanthostemon ruber	Myrtaceae	FM			●	●	O	●	
Grevillea exul ssp. *exul*	Proteaceae	M	●	●	●	●		●	●
G. exul ssp. *rubiginosa*	Proteaceae	M	●	●	●	●		●	●
Grevillea gillivrayi	Proteaceae	MR		●	●	●			
Trouettea lissophylla	Sapotaceae	M						●	

* Habitat d'après Jaffré *et al.* 2001. F : forêt dense humide ; L : forêt sclérophylle ; M : maquis ; N : fourrés secondaires ; R : végétation des zones humides.
● = identification certaine ; O = doute sur l'identité du méliphage.

Si les données sont encore limitées pour la Nouvelle-Calédonie, des observations très complètes sont disponibles en Australie pour des espèces d'oiseaux et de plantes proches des nôtres (tableau 4.3). Elles donnent une idée assez précise du spectre des plantes utilisées et de leur appartenance botanique. Il est probable que nos oiseaux utilisent également une large gamme de fleurs, en grande partie de ces mêmes familles.

Tableau 4.3 : Fleurs butinées en Australie par quatre espèces de Meliphagidae, une espèce de Zosteropidae et une de Psittacidae (incluant les fruits consommés pour ces deux dernières), de mêmes genres que les quatre Meliphagidae, le Zosterops et le Loriquet rencontrés dans le maquis néo-calédonien (d'après HANZAB 1999 et 2001).

Espèces	Monocotylédones		Dicotylédones			Total espèces
	Familles	Espèces	Familles	Espèces	Dont espèces par famille	
Trichoglossus haematodus	4	9	22	93	38 Myrtaceae 14 Proteaceae 1 Ericaceae*	102
*Glycifohia** novaehollandiae*	4	8	11	209	40 Myrtaceae 48 Proteaceae 4 Ericaceae	217
Lichmera indistincta	3	10	24	260	107 Myrtaceae 70 Proteaceae 18 Ericaceae	270
Myzomela sanguinolenta	0	0	11	33	12 Myrtaceae 5 Proteaceae	33
Philemon citreogularis	1	1	19	75	37 Myrtaceae 5 Proteaceae 1 Ericaceae	76
Zosterops lateralis	7	20	44	203	26 Myrtaceae 26 Proteaceae 8 Ericaceae	222

* Anciennement *Epacridaceae*. ** Anciennement *Phylidonyris*.

Plusieurs familles dont celles des Euphorbiaceae et des Dilleniaceae ne sont pas visitées par les oiseaux. Elles le sont, en revanche, par les insectes, qui participent également à la pollinisation, attirés comme les oiseaux par le nectar ou par le pollen. L'abeille domestique introduite est omniprésente dans tous les milieux, y compris le maquis, et aurait une influence sur les interactions plantes-pollinisateurs (Kato *et al.* 2004). Les abeilles autochtones, qui sont, elles, uniquement solitaires, sont également observées sur les fleurs de nombreuses familles (Cunoniaceae, Dilleniaceae, Myrtaceae, Goodeniaceae, Ericaceae…) (Pauly & Munzinger 2003, obs. pers.) (cf. encadré sur les abeilles, section 3.1). La présence de ces insectes sur les fleurs ne semble pas gêner les oiseaux, hormis par compétition alimentaire pour le partage de la ressource.

1.3. La consommation des fruits et la dissémination des semences

Pour permettre un transport efficace et un dépôt de la semence à une certaine distance, les fruits, ou au moins quelques graines, doivent être ingérés en entier. Des oiseaux frugivores qui ne consommeraient que la pulpe n'auraient pas d'interaction fonctionnelle avec la végétation. La frugivorie pour des plantes de maquis concerne essentiellement le Zostérops à dos vert et, dans une moindre mesure, les Psittacidae.

Le comportement alimentaire du Zostérops a été étudié en forêt sèche (Boissenin *et al.* 2006) où cet oiseau consomme les fruits de 18 espèces d'arbres et arbustes. Il est attiré par des fruits de couleur verte et de couleurs vives et foncées. Il est capable d'ingérer entièrement des drupes et des baies de neuf espèces végétales d'un diamètre polaire compris entre 5 et 11,2 mm et d'un diamètre équatorial compris entre 4,5 et 9,8 mm. Parmi ces neuf espèces, seules deux : *Jasminum didymum* (Oleaceae), dont la drupe est lie-de-vin, et *Premna serratifolia* (Lamiaceae), à la petite drupe noire, sont présentes également en maquis (Jaffré *et al.* 2001). Le transit intestinal des graines est généralement rapide, de 13 à 14 min, raccourci de 2 min si les fruits sont consommés en série. Pendant ce temps, l'oiseau, qui prospecte d'un buisson à l'autre, peut parcourir une centaine de mètres. Plusieurs observations ont montré que des graines débarrassées de leur pulpe au cours du transit intestinal avaient un taux de germination plus élevé que celui des fruits entiers ou dépulpés mécaniquement (Tassin *et al.* 2009). Il est probable que les groupes du Zostérops à dos vert, très commun, mobile et très éclectique, consomment une large gamme de fruits de petite taille, en plus des insectes et du nectar, et en assurent la dissémination. Les petites drupes jaunes charnues de 3-4 mm de diamètre de *Styphelia*, notamment *S. pancheri* et *S. veillonii,* communes dans les maquis miniers et recherchées par cet oiseau, sont de parfaites candidates à l'ornithochorie (figure 4.10).



© IAC / N. Barré

Figure 4.10 : Les petits fruits de *Styphelia veillonii* sont recherchés par les bandes vagabondes du Zostérops à dos vert.



© SCO / P. Bachy

Figure 4.11 : Perruche à front rouge venant au sol pour consommer les fruits d'*Uromyrtus emarginata*.



© SCO / P. Bachy

Figure 4.12 : Perruches de la chaîne *Eunymphicus cornutus,* venant au sol pour consommer les fruits d'*Uromyrtus emarginata*. Ces perruches sont également friandes de bourgeons et de fleurs, dont celles des *Grevillea*.

Parmi les Psittacidae, et par analogie avec sa congénère néo-zélandaise, la Perruche à front rouge *Cyanoramphus saisseti* est omnivore et mange des baies, des fruits, des graines, des bourgeons, des feuilles, des fleurs, du lichen, des morceaux de bois mort ou d'écorce et des invertébrés (HANZAB 1999). Elle a été notée mangeant des fruits à maturité de *Tristaniopsis glauca* (Myrtaceae) et des fleurs de *Grevillea*. Comme la Perruche de la chaîne, elle affectionne les baies, notamment celles d'un petit arbuste du maquis souvent prostré, *Uromyrtus emarginata* (Myrtaceae), dont elle ingère et propage probablement les petites graines (figures 4.11 et 4.12). Ces deux espèces pour lesquelles la durée de transit pourrait se rapprocher de celle de Columbidae de même taille, soit une trentaine de minutes à une heure (Boissenin *et al.* 2006), peuvent contribuer à une dissémination à plus longue distance. Bien que très rare en maquis (tableau 4.1), le Stourne calédonien *Aplonis striatus* a été vu consommant des fruits d'*Oxera neriifolia* (Mabberley & de Kok 2004) et pourrait en assurer la dissémination.

1.4. La capture et le contrôle des insectes phytophages

Nous ne citerons ce groupe trophique que pour mémoire, compte tenu du rôle probable de ces oiseaux dans le contrôle d'arthropodes phytophages. La plupart des oiseaux consomment des insectes, soit exclusivement ou presque : Gérygone mélanésienne *Gerygone flavolateralis* (57,5 % des points d'écoute en maquis en saison sèche et 72 % en saison humide), Rhipidure à collier *Rhipidura albiscapa* (34,6 et 30 %), Siffleur itchong *Pachycephala rufiventris* (46,5 et 6,5 %), Échenilleur pie *Lalage leucopyga* (41,8 et 18,9 %), salanganes (7,8 et 11,1 %)…, soit de façon opportuniste comme le font les méliphages et le Zostérops, en période de reproduction notamment. En effet, une partie des insectes du feuillage et des fleurs est aussi consommée par ces oiseaux nectarivores. Une étude sur le régime de *Glycifohia (Phylidonyris) novaehollandiae* dans le Victoria, portant sur 10 548 observations, a montré que 80,7 % des comportements alimentaires concernent la prise de nectar et 19,3 % la capture d'arthropodes (Paton 1982). Dans un travail conduit en Australie-Occidentale, Matthiessen & Springett (1973) ont rapporté que 43,5 % des 191 *Zosterops lateralis* examinés avaient consommé du matériel végétal, mais 68,6 % des lépidoptères et 49,2 % des hémiptères, attestant de leur rôle dans la régulation de ces insectes phytophages.

1.5. Rôle des oiseaux en maquis minier : conclusion

Même si le nombre d'espèces d'oiseaux néo-calédoniens fréquentant le maquis et ayant des relations trophiques avec les plantes est relativement faible, puisqu'on n'y rencontre régulièrement que quatre méliphages, trois Psittacidae et un Zostérops, ces oiseaux ont vraisemblablement une fonction de premier plan dans la dynamique des communautés végétales. Une famille spécialisée comme les Meliphagidae, qui assure la pollinisation de nombreuses plantes lors du prélèvement de nectar, a un rôle vecteur essentiel dans la propagation des gènes. La stratégie mise en œuvre procure un bénéfice mutuel. Peu d'espèces (deux perruches et le Zostérops) sont, en partie au moins, frugivores et capables d'assurer la dissémination des graines. S'agissant du Zostérops, c'est le cas pour des fruits de faible diamètre, tandis que les perruches peuvent disséminer des graines de très petite taille qui échappent au broyage, ou encore déplacer des fruits incomplètement consommés. On peut considérer qu'il est peu probable que des espèces frugivores de plus grande taille ayant occupé cet habitat aient aujourd'hui disparu. D'autres modes de dissémination auraient donc été privilégiés au cours de l'évolution des écosystèmes des maquis.

2. L'HERPÉTOFAUNE DES TERRAINS MINIERS

2.1. Isolement et radiation endémique des reptiles

Avec près d'une centaine d'espèces, la faune de reptiles (herpétofaune) de la Nouvelle-Calédonie est riche et originale. Les geckos sont des Gekkonidae (6 espèces) ou des Diplodactylidae (40 espèces endémiques) et les lézards sont tous des Scincidae (52 espèces, en majorité endémiques) (Bauer & Sadlier 2000, Sadlier *in lit.*) (figures 4.13 et 4.14).



© R. Sadlier

Figure 4.13 : *Kanakysaurus zebratus* (lézard de la famille des Scincidae).



© IRD / H. Jourdan

Figure 4.14 : *Rhacodactylus auriculatus* (gecko de la famille des Diplodactylidae).

Les massifs miniers abritent la plus grande partie de cette faune particulière à la Nouvelle-Calédonie, et leur intérêt comme zones d'endémisme a suscité plusieurs études dans la dernière décennie. Les spécialistes estiment que le tiers des espèces vivant dans ces milieux reste encore à découvrir et à décrire (Sadlier *et al.* 2008). Mais tous les milieux miniers ne sont pas également favorables à la vie des reptiles, qui sont tous des prédateurs et qui sont très sensibles à la dessiccation.

Ainsi, dans le grand massif minier du sud de la Grande Terre, la majorité des espèces recensées se rencontre dans les milieux forestiers (33 espèces). Les maquis paraforestiers et les maquis arbustifs ou ligno-herbacés abritent une faune beaucoup moins diverse (13 et 10 espèces respectivement). Dans ces maquis, créant sous leur couvert discontinu des conditions de milieu plus sèches, pauvres en abris convenables, la présence de blocs de cuirasse est un facteur favorable à la survie des espèces. De même, les maquis d'altitude, plus frais et plus humides, peuvent abriter des espèces habituellement observées en milieux forestiers (Sadlier *in lit.*). Les maquis miniers de moyenne et de haute altitude des massifs ultramafiques de la côte ouest semblent plus riches en espèces que ceux des massifs du Grand Sud (Sadlier *et al.* 2008).

Les espèces qui semblent restreintes aux milieux sur terrains miniers sont données dans le tableau 4.4.

Tableau 4.4 : Reptiles endémiques qui semblent restreints aux milieux sur terrains miniers. (*Source : IRD - Base Fatercal*)

Diplodactylidae	Scincidae
Bavayia geitana	*Graciliscincus shonae*
Bavayia goroensis	*Kanakysaurus zebratus*
Bavayia pulchella	*Lacertoides pardalis*
Bavayia robusta	*Lioscincus maruia*
Bavayia septuiclavis	*Lioscincus tillieri*
Dierogekko kaalaensis	*Lioscincus vivae*
Dierogekko koniambo	*Marmorosphax boulinda*
Dierogekko nehoueensis	*Marmorosphax kaala*
Dierogekko poumensis	*Marmorosphax montana*
Dierogekko thomaswhitei	*Marmorosphax taom*
Rhacodactylus auriculatus	*Nannoscincus garrulus*
Rhacodactylus ciliatus (aussi sur l'île des Pins)	*Nannoscincus manautei*
Rhacodactylus sarasinorum	*Nannoscincus mariei*
	Sigaloseps deplanchei
	Sigaloseps ruficauda
	Simiscincus aurantiacus
	Tropidoscincus variabilis

2.2. Les ressources exploitées par les reptiles des terrains miniers

Régime alimentaire

Il n'existe qu'une étude publiée sur la biologie d'une espèce, *Tropidocincus variabilis* (Shea *et al.* 2009). Les échantillons proviennent de la région de la plaine des Lacs, dans le Grand Sud ultramafique de la Nouvelle-Calédonie. Ce scinque de taille moyenne est principalement forestier, mais il se rencontre aussi en maquis.

L'analyse des contenus stomacaux révèle une activité prédatrice diurne et un régime carnivore à large spectre, composé d'invertébrés qui sont essentiellement des arthropodes, parmi lesquels une majorité d'araignées (surtout des Salticidae) et d'orthoptères (Gryllidae). Les lépidoptères, coléoptères, blattes, diptères, hyménoptères, hémiptères et isopodes sont aussi communs (constituant plus de 5 % des débris identifiés, ou présents dans au moins 15 % des contenus stomacaux analysés). Il apparaît que les juvéniles consomment proportionnellement plus d'araignées, d'hémiptères (punaises des végétaux) et d'isopodes (crustacés terrestres) que les adultes. Il semble que cela reflète la disponibilité des proies dans le milieu plutôt qu'une stratégie de chasse, mais certaines proies (punaises des végétaux, isopodes) semblent négligées ou évitées par les adultes. Cette espèce ne semble pas consommer d'autres lézards de taille plus modeste, contrairement à ce qui a été observé occasionnellement pour *Lioscincus nigrofasciolatus* ou *Caledoniscincus festivus*. Ces données confirment, en les précisant, les résultats généraux obtenus pour le groupe par Bauer et De Vaney (1987).

Une autre étude en cours, portant sur une vingtaine d'espèces de scinques et de geckos des maquis et des forêts de Nouvelle-Calédonie, témoigne de l'existence de régimes principalement insectivores. Mais plusieurs espèces, tant scinques que geckos,

consomment des nectars floraux, ce qui permet de supposer qu'elles jouent un rôle de pollinisateurs occasionnels. D'autres consomment aussi des fruits et peuvent participer à la dispersion des semences, bien qu'aucune étude n'ait vérifié la capacité germinative des graines rejetées. Dans l'état actuel des connaissances sur la biologie des reptiles en Nouvelle-Calédonie, il ne semble pas exister de différence qualitative marquée entre les régimes des espèces sur terrains miniers et hors de ces zones (Jourdan & Sadlier, en préparation).

Ressources disponibles et populations

Une étude des maquis de la basse Tontouta (Chazeau *et al.* 2003) a permis de recenser six espèces seulement de reptiles sur l'ensemble des sites prospectés : cinq espèces de scinques (*Caledoniscincus atropunctatus, C. austrocaledonicus, C. haplorhinus, Marmorosphax tricolor* et *Tropidoscincus variabilis*) et une espèce de gecko *(Bavayia septuiclavis)*. La seule espèce commune à tous les milieux est *C. austrocaledonicus,* mais son abondance, qui varie avec les sites, n'est jamais grande. Les trois *Caledoniscincus* sont petits (longueur du corps environ 50 mm) et ils ont au sol une activité diurne. Deux *C. haplorhinus* seulement et un seul *T. variabilis* ont été observés. Les maquis ouverts ont la richesse spécifique la plus faible (trois espèces de scinques).

Ces milieux montrent donc, pour les populations reptiliennes, des niveaux d'abondance et de diversité modestes, niveaux qui peuvent simplement résulter de la nature particulière des habitats. En termes de micro-habitats, les maquis arbustifs ou les maquis ligno-herbacés sont des milieux relativement ouverts qui, comparés à la forêt humide, ont une diversité structurelle limitée pour les sites susceptibles d'abriter les geckos. En termes d'abondance des reptiles, la « capacité de charge » de ces milieux peut être limitée par la quantité des ressources trophiques qui y sont disponibles. En outre, ces milieux sont souvent dégradés (passage de feux, présence d'espèces envahissantes). La quantité des ressources alimentaires exploitables limite le nombre des espèces recensées dans une station, comme elle limite le nombre des individus observés. La relative pauvreté en reptiles des maquis de la basse Tontouta contraste fortement avec la richesse et l'originalité de la flore de cette zone (Jaffré *et al.* 2003). Dans ces milieux, la vie, ou la survie, des reptiles, situés en bout de la chaîne alimentaire, apparaît donc difficile.

2.3. Préservation des milieux et conservation des reptiles

L'étude des reptiles néo-calédoniens montre que le grand massif minier du Sud et les massifs du Centre et du Nord-Ouest sont des zones d'endémisme bien distinctes. Le Sud a ainsi l'exclusivité de 10 espèces de scinques des genres *Sigaloseps, Graciliscincus, Simiscincus, Lacertoides, Nannoscincus, Marmorosphax, Tropidoscincus* et *Lioscincus* (figure 4.15) et de 4 geckos des genres *Bavayia* et *Rhacodactylus*. Les massifs miniers de l'Ouest abritent six scinques endémiques appartenant aux genres *Marmorosphax, Kanakysaurus, Lioscincus* et *Nannoscincus,* six geckos du genre *Dierogecko* et plusieurs *Bavayia* non décrits (Sadlier *in. lit.*).



© IRD / H. Jourdan

Figure 4.15 : *Nannoscincus gracilis* (scinque endémique).

Cet endémisme localisé s'explique par l'isolement de ces massifs, pour lesquels on peut parler d'une structure d'îles dans l'île. Ainsi, les deux scinques endémiques du Kopéto (*Nannoscincus manautei* et *Lioscincus vivae*) sont confinés à cette localité et il en va de même pour *Dierogecko kaalensis* ou *Marmorosphax kaala* du Kaala, ou pour les deux autres espèces endémiques des mêmes genres qui vivent sur l'Ouazangou-Taom. Au sein du grand massif du Sud, le même phénomène est d'ailleurs observé pour les zones sommitales.

Au plan de la conservation, la restriction extrême des aires de répartition de plusieurs espèces endémiques est une donnée qui interpelle. Dans le domaine minier, l'exploitation du milieu par l'homme signifie sa destruction totale, ce qui implique l'extinction des espèces qui ne se retrouvent en aucune autre localité. Cette particularité doit donc être intégrée dans la définition des stratégies de conservation.

3. LES ARTHROPODES DES MASSIFS MINIERS

Des herbivores aux prédateurs, comment s'adapter au milieu

Lorsqu'un visiteur curieux de nature déambule dans un maquis minier ligno-herbacé, il ne peut manquer d'observer la discrétion de la faune : les oiseaux sont rares, les furtifs lézards encore plus, et l'amateur d'insectes doit se contenter des vols de mouches et de modestes papillons, ou des prospections inlassables de quelques fourmis dont le but n'apparaît guère. Lorsque ce visiteur gagne les maquis hauts, et plus encore les forêts, la vie animale s'exprime avec plus de vigueur. Mais, pour le zoologiste familier de l'exubérance tropicale, les milieux sur terrains miniers sont au premier abord des zones surprenantes sinon décevantes. Les premiers hommes qui ont vécu en Nouvelle-Calédonie ont sans doute perçu leur caractère hostile : ces terrains étaient traditionnellement des zones de parcours et de coupe, dans lesquelles l'homme ne s'établissait pas.

3.1. L'intérêt faunistique des milieux sur terrains miniers

Le naturaliste qui s'intéresse à ces milieux est cependant vite convaincu de leur grand intérêt scientifique : à la diversité et à l'originalité de la flore répondent une diversité et une spécificité comparables de la faune. Les zones ultramafiques participent fortement à l'endémisme de la Nouvelle-Calédonie. La contribution des divers groupes animaux à cet endémisme varie beaucoup et on se bornera à commenter les plus remarquables. Il faut aussi rappeler que la connaissance des invertébrés, compte tenu de leur nombre et du faible effectif des spécialistes mobilisés pour leur étude, est loin d'être aussi satisfaisante que celle des vertébrés (Chazeau 1993).

Un endémisme ultramafique aux niveaux générique et spécifique s'observe chez des parasites strictement inféodés à un hôte végétal. La faune des cochenilles (hémiptères, *Coccoidea*) est riche en espèces cryptiques à l'aisselle des feuilles de plantes endémiques du maquis minier du Sud : *Abrallaspis* sur Cyperaceae sp., *Chazeauana* sur *Gahnia* (Cyperaceae), *Neoclavicoccus* sur *Sannantha, Tessarobelus* sur *Tristaniopsis* (deux Myrtaceae), *Diaspis* et *Tessarobelus* sur *Gymnostoma* (Casuarinaceae). Une radiation endémique du groupe voisin des hémiptères Aleyrodidae (aleurodes, ou mouches blanches) est observée sur les Araliaceae, les Cunoniaceae, les Ericaceae, les Myrtaceae et les Loranthaceae (Cohic 1959[a], 1959[b], Dumbleton 1961, Matile-Ferrero 1988). Les thrips gallicoles du genre *Teuchothrips* (thysanoptères) montrent une spéciation endémique sur les *Hibbertia* (Dilleniaceae) et les *Codia* (Cunoniaceae). Le même phénomène est observé chez les coléoptères Apionidae, sur les *Hibbertia* (Wanat 2008).

Des groupes beaucoup plus mobiles, comme certains papillons (lépidoptères macro-hétérocères), présentent aussi sur les terrains miniers une radiation endémique, en rapport avec la phytophagie stricte qui les lie aux plantes hôtes de leurs chenilles : c'est le cas des genres *Adeixis, Codalithia, Scopula, Cofimpacia, Fabresema*. Les forêts denses sur terrains miniers, où le caractère ultramafique des sols est atténué par l'humus abondant, hébergent elles aussi des espèces qui ne se retrouvent pas sur roches sédimentaires *(Neola octofera, Stictoptera tridentifera)*. Le beau *Compsulyx cochereaui* (Holloway 1979), puissant voilier comme tous les sphinx, est capturé le plus souvent en zone ultramafique, du fait de l'abondance de ses plantes hôtes, les *Tristaniopsis* (Myrtaceae) (figures 4.16 et 4.17). Les *Hibbertia* et les *Nothofagus* sont, dans ces milieux, les hôtes exclusifs de la superbe hépiale *Aenetus cohici* (Viette 1961), que l'on croyait très rare parce que sa vie adulte ne dure que quelques jours (deux au maximum, observé en conditions d'élevage), alors que son cycle larvaire dure de longs mois (T. Salesne, com. pers.) (figures 4.18 à 4.20).


© SENC / T. Salesne

Figure 4.16 : *Compsulyx cochereaui*, chenille au dernier stade.


© SENC / T. Salesne

Figure 4.17 : *Compsulyx cochereaui*, mâle en position de défense, ouvrant ses ailes.


© SENC / T. Salesne

Figure 4.18 : *Aenetus cohici*, émergence du papillon femelle.


© SENC / T. Salesne

Figure 4.19 : *Aenetus cohici*, femelle, une fois les ailes sèches.


© SENC / T. Salesne

Figure 4.20 : *Aenetus cohici*, émergence d'un mâle.

L'endémisme ultramafique s'observe aussi dans des groupes *a priori* moins strictement inféodés à un hôte végétal : les collemboles brouteurs d'épiphytes, qui vivent dans les sols suspendus des forêts du Grand Sud, certains floricoles aux larves mycétophages (Mycetophilidae, Keroplatidae), des diptères prédateurs, comme les syrphes (Syrphidae) ou les taons (Tabanidae), et les Ceratopogonidae, parasites de divers hôtes invertébrés ou vertébrés.

D'autres arthropodes contribuent fortement à l'endémisme des terrains miniers, telles les mygales Barychelidae et Dipluridae, toutes endémiques (figure 4.21). Une barychelide du genre *Idioctis* habite les crevasses de cuirasse, dans la zone intertidale du Sud néo-calédonien, où elle capture ses proies. La plupart vivent dans des terriers, fermés par un opercule soyeux, que l'on peut observer sur les côtés des routes forestières. La moitié des 32 espèces connues du genre *Encyocrypta* est restreinte aux substrats ultramafiques et les 6 espèces connues du genre endémique *Stenygrocercus* ne vivent que sur ces substrats (Raven 1991, 1994).



© IRD / H. Jourdan

Figure 4.21 : *Mygale Barychelidae,* typique des terrains miniers.

LES ABEILLES

Bien que les abeilles constituent un groupe très important parmi les hyménoptères, relativement peu d'études leur ont été consacrées en Nouvelle-Calédonie. Contrairement à la flore locale, les Apoidae apparaissent peu diversifiés. Ainsi, seulement 21 espèces, dont environ un tiers sont endémiques, ont été inventoriées par Pauly & Munzinger (2003). Certaines abeilles seraient strictement inféodées à une espèce végétale, alors que d'autres semblent nettement opportunistes. C'est le cas de l'abeille endémique *Austronomia sicheli* qui a été observée sur plusieurs espèces végétales, uniquement autochtones, dont certaines croissant sur substrats ultramafiques *(Sannantha leratii, Styphelia pancheri…)* (figure 4.22). L'abeille à miel introduite *Apis mellifera* est signalée dans tous les milieux, à toute altitude, sur la Grande Terre. Elle représente près de 90 % de l'ensemble des abeilles observées sur 95 espèces végétales indigènes, tandis que les abeilles natives n'ont été répertoriées que sur 11 espèces végétales (Kato & Kawakita 2004). Selon ces auteurs, la pollinisation est assurée principalement par les abeilles (46,3 %), puis par les papillons (20 %), les oiseaux (11,6 %), les coléoptères (8,4 %)… Les études ne permettent cependant pas de définir une répartition des abeilles en fonction des milieux ou d'entrevoir un particularisme associé aux terrains miniers.



© IRD / J. Munzinger

Figure 4.22 : *Austronomia sicheli* (abeille endémique) sur une inflorescence de *Dracophyllum verticillatum*.

3.2. La guilde des fourmis sur les terrains miniers

Les insectes sociaux et plus particulièrement les fourmis dominent la plupart des écosystèmes terrestres tropicaux ; ces dernières sont considérées comme un groupe « clé de voûte » pour les communautés animales et comme de bons marqueurs des habitats et de leur état de conservation (Agosti *et al.* 2000, Wilson & Hölldobler 2005). À l'échelle du globe, on considère qu'elles ont une action majeure dans la dispersion des graines (près de 35 % des plantes à graines) et qu'elles sont parmi les plus grands prédateurs et détritivores, consommant 90 % des arthropodes morts. Les communautés de Formicidae sont des indicateurs biologiques relativement fiables et sensibles (Lloyd *et al.* 2002). Elles offrent un fort potentiel pour l'évaluation de l'impact des changements globaux induits par l'homme (destruction d'habitat, propagation d'espèces envahissantes, changement microclimatique…). À travers des protocoles standardisés (protocole ALL : Agosti *et al.* 2000), elles sont utilisées comme indicateurs dans les pré-études et les études d'impact en milieux sur terrains miniers, notamment en Nouvelle-Calédonie.

LE PROTOCOLE ALL
(Ants of the Leaf Litter)
Un outil pour l'évaluation et le suivi de la qualité des milieux

Il consiste en un double échantillonnage au sol, le long d'un transect à travers le milieu étudié. Deux méthodes complémentaires sont mises en œuvre de façon synchrone. Des échantillons de litière sont systématiquement prélevés le long du transect, tous les 10 m, sur une surface de 1 m^2, et la faune qu'ils abritent est récupérée au moyen d'extracteurs de Winkler. Des pièges d'interception de type Barber *(pitfall traps)* sont posés au voisinage des points de prélèvement de la litière et sont laissés en place pendant 48 heures. Dans la pratique, le marquage du transect et la pose des pièges de Barber sont faits le même jour ; le relevé des pièges est fait après 48 heures de capture et le prélèvement de la litière est fait immédiatement après. Les espèces capturées sont identifiées et les données d'occurrence et d'abondance sont traitées, pour obtenir des indices de richesse et de diversité qui complètent l'information et facilitent la comparaison des milieux (Agosti *et al.* 2000).

La longueur des transects dans le protocole ALL est variable et elle conditionne le nombre des échantillons : plus long est le transect, plus nombreux sont les échantillons. Le nombre d'échantillons préconisé est compris entre 20 et 50, ce qui implique des transects de 200 à 500 m (Fisher *et al.* 2000). Dans le cadre des études conduites dans les milieux miniers de la Nouvelle-Calédonie, la longueur retenue pour les transects est de 200 m, ce qui semble le maximum possible compte tenu de la taille des formations échantillonnées, souvent fragmentées, avec des changements de faciès sur de courtes distances. Pour que la caractérisation des milieux par leur diversité soit correcte, il faut traiter des stations écologiquement homogènes. C'est pourquoi, dans ces milieux, il s'avère parfois nécessaire de mener cet échantillonnage sur un layon non rectiligne ou sur 2 layons de 100 m, pour éviter de sortir de la station choisie sur la zone type étudiée, ou d'y inclure une zone trop altérée (piste, clairière trop vaste, layon) (Chazeau *et al.* 2004).

La myrmécofaune néo-calédonienne actuellement répertoriée compte 132 espèces et 4 sous-espèces taxonomiquement valides, réparties en 50 genres dont aucun n'est endémique. Les travaux en cours laissent penser que cette faune pourrait dépasser 180 espèces (Jourdan *in lit.*). Près de 85 % des espèces sont endémiques ou natives de Nouvelle-Calédonie. On y remarque de nombreuses fourmis primitives (Myrmeciinae : *Myrmecia apicalis* ; Cerapachyinae : 7 espèces ; présence du genre *Leptomyrmex*, qui a connu une distribution mondiale il y a environ 90 millions d'années et qui ne se rencontre plus qu'en Australasia ; figure 4.23) (Baroni Urbani *et al.* 1987) et la grande contribution des Ponerinae (au moins 45 espèces de *Prionopelta, Amblyopone, Proceratium* et *Rhytidoponera,* pour ne citer que les plus remarquables). La myrmécofaune présente donc des caractères originaux, qui témoignent de son origine continentale ancienne (Ward 1985, Jourdan 2002). La diversité du genre *Discothyrea,* avec 5 espèces endémiques (description en préparation), est remarquable puisque ce genre, un des plus archaïques des Formicidae, ne compte que 7 espèces en Australie et 27 dans toute la ceinture tropicale (Bolton 1995). Ce sont des prédateurs spécialisés d'œufs d'arthropodes (surtout araignées) et on peut rapprocher leur radiation en Nouvelle-Calédonie de la grande diversité des arachnides sur substrats ultramafiques (Platnick 1993).

Au plan structurel, on remarque la faiblesse de la faune arboricole (quasi-absence de genres arboricoles dominants sous les tropiques, comme *Crematogaster* et *Polyrhachis ;* figures 4.24 et 4.25) et la dominance d'espèces terricoles qui occupent les niches de la strate intermédiaire, comme les *Paratrechina*.



© IRD / H. Jourdan

Figure 4.23 : *Leptomyrmex pallens* (fourmis araignées, indigènes) transportant une proie.



© IRD / H. Jourdan

Figure 4.24 : *Camponotus gambeyi* (endémique) sur nectaires extra-floraux de *Deplanchea* sp.



© IRD / H. Jourdan

Figure 4.25 : *Polyrhachis guerini* (espèce endémique) entretenant des cochenilles.

Une étude récente a porté sur une gamme représentative des habitats de basse altitude d'un domaine minier du Sud néo-calédonien, préalablement à son exploitation (Chazeau *et al.* 2004). Les stations retenues ont échantillonné divers milieux naturels : maquis arbustifs à hydromorphie temporaire, maquis arbustifs ouverts, maquis arbustifs semi-ouverts sur cuirasse, maquis ligno-herbacés, maquis paraforestiers à chêne gomme, maquis paraforestiers à *Gymnostoma*, maquis paraforestiers de piedmont et sur éboulis, formations préforestières à *Metrosideros*, forêts rivulaires, forêts à chêne gomme et forêts de piedmont sur alluvions-colluvions. Ces stations ont été étudiées suivant le protocole ALL (voir encadré).

Tableau 4.5 : Identité et statut des espèces de la myrmécofaune recensées pendant une étude des habitats ultramafiques de la région de Goro (Chazeau *et al.* 2004).

Espèce	Statut
Adelomyrmex sp. *GA*	E
Anochetus graeffei	N
Anonychomyrma sp. *GA*	E
Anoplolepis gracilipes	I
Brachymyrmex obscurior	I
Camponotus gambeyi	E
Camponotus hoplites	E
Camponotus sommeri	N
Cardiocondyla emeryi	I
Cerapachys sp. *GA*	E
Crematogaster sp. *GA*	E
Discothyrea sp. *GA*	E
Discothyrea sp. *GB*	E
Eurhopalothrix caledonica	E
Hypoponera sp. *GA*	N
Iridomyrmex calvus	E
Iridomyrmex sp.	I
Leptomyrmex pallens	N
Leptomyrmex pallens nigriceps	E
Lordomyrma rouxi	E
Lordomyrma sp. *GA*	E
Lordomyrma sp. *GB*	E
Lordomyrma sp. *GC*	E
Lordomyrma sp. *GD*	E
Lordomyrma sp. *GE*	E
Megalomyrmex sp.	E
Meranoplus levellei	E
Monomorium floricola	I
Monomorium longipes	E
Monomorium sp. *GA*	N
Monomorium sp. *GB*	E
Monomorium sp. *GC*	E
Monomorium tricolor	E

Espèce	Statut
Ochetellus glaber	N
Odontomachus simillimus	N
Oligomyrmex sodalis	N
Oligomyrmex sp. *GA*	E
Orectognathus sarasini	E
Paratrechina caledonica	E
Paratrechina foreli	E
Paratrechina longicornis	I
Paratrechina sp. *GA*	E
Paratrechina sp. *GB*	E
Paratrechina sp. *GC*	E
Paratrechina sp. *GD*	E
Paratrechina vaga	I
Pheidole luteipes	E
Pheidole sp. *GA*	E
Pheidole sp. *GB*	E
Pheidole sp. *GC*	E
Pheidole sp. *GD*	E
Podomyrma sp.	E
Polyrhachis guerini	E
Pyramica (Glamyromyrmex) sp. *GA*	E
Rhytidoponera littoralis	E
Rhytidoponera luteipes	E
Rhytidoponera numeensis	E
Rhytidoponera versicolor	E
Solenopsis geminata	I
Strumigenys lamia	E
Strumigenys sp. *GA*	N
Strumigenys sp. *GB*	N
Tetramorium sp. *GA*	N
Tetramorium tenuicrinis	N
Tetramorium tonganum	I
Wasmannia auropunctata	I

E : espèce endémique ; I : espèce introduite ; N : espèce native (indigène).

La faune myrmécologique recensée compte 66 espèces, appartenant à 32 genres (tableau 4.5) et présente un grand intérêt aux plans de la taxonomie et de la biogéographie. Elle est riche et diverse, avec plus du tiers des espèces de fourmis, décrites ou non, inventoriées en Nouvelle-Calédonie. L'endémisme spécifique est très élevé (deux tiers des espèces), une espèce sur cinq est native, et le caractère archaïque de plusieurs genres *(Leptomyrmex, Discothyrea, Cerapachys…)* en accroît l'intérêt scientifique et patrimonial.

Plusieurs milieux sont de bonne qualité écologique. Sur les huit espèces les plus fréquentes (occurrence dans les stations), sept sont endémiques. En l'absence d'envahisseurs, l'originalité faunistique, la richesse spécifique et l'équilibre des peuplements se traduisent par une diversité élevée. Les différences faunistiques entre les grands ensembles sont assez bien marquées, richesse et originalité faunistiques allant croissant avec la complexité du milieu. Du fait de leur anthropisation sensible, les maquis ligno-herbacés sont de peu d'intérêt, au contraire des formations paraforestières, préforestières et forestières, dont plusieurs stations montrent une faune « en place » très équilibrée ; les maquis arbustifs eux-mêmes, malgré leur richesse encore modeste, montrent une originalité faunistique. Les différences entre ces ensembles sont d'ailleurs estompées par les différences entre les stations étudiées dans chacune des formations : plus du quart des espèces recensées pendant l'étude ne sont connues que d'une seule station. Ces milieux jouent donc le rôle de refuges pour une faune originale, aux caractères souvent archaïques.

L'ouverture des milieux s'accompagne d'une présence relative plus importante des espèces introduites (15 % des espèces recensées). Si certaines, comme *Cardiocondyla emeryi* ou *Monomorium floricola*, sont toujours discrètes malgré leur large répartition, d'autres, comme *Anoplolepis gracilipes* et surtout *Wasmannia auropunctata,* peuvent causer à la faune des dégâts irréversibles : la différence est très sensible entre les stations où la faune native est soumise à la pression des espèces introduites et les stations indemnes d'envahisseurs.

Ces résultats sont étayés par ceux d'une autre étude, menée sur les maquis de la basse Tontouta (Chazeau *et al.* 2003). Elle a fourni 27 espèces sur huit stations échantillonnées par le même protocole ; 4 espèces, parmi les 7 recensées qui ne se retrouvent pas dans l'inventaire du tableau 4.5, sont des espèces introduites ; les 9 endémiques recensées ne sont pas restreintes aux maquis, et aucun élément remarquable par son archaïsme n'y figure. La myrmécofaune des maquis miniers apparaît donc appauvrie par rapport à celle des milieux fermés sur substrats ultramafiques et, en particulier, à celle des milieux forestiers.

On remarquera, pour conclure, que sept genres récemment ajoutés à la faune des fourmis néo-calédoniennes ne sont connus que des habitats sur les terrains miniers. Ils montrent tous une affinité australasienne forte et sont interprétés comme des témoins de la faune ancienne du territoire. Les terrains miniers apparaissent donc bien comme un des milieux refuges pour les éléments originaux de la myrmécofaune (Jourdan 1997, 2002), mais ils constituent également l'environnement naturel soumis aux plus fortes agressions en Nouvelle-Calédonie. Tout fragment d'une formation haute fermée remarquable par sa richesse, son équilibre et la qualité de sa faune mérite donc *a priori* de retenir l'attention dans une perspective de conservation.

3.3. Caractères des peuplements d'arthropodes des terrains miniers

Associations d'espèces

Holloway (1979) a traité numériquement 118 espèces de lépidoptères macrohétérocères, provenant de 61 échantillons prélevés dans divers milieux néo-calédoniens, sur et hors terrains miniers. Ses résultats l'ont conduit à distinguer trois associations d'espèces principales (« Ultramafique », « Forêts denses et formations secondaires », « Formations de type Côte Ouest »). L'association ultramafique correspond aux stations de divers types de maquis sur terrains miniers.

L'originalité de cette association ultramafique est forte : elle compte 74 % d'espèces endémiques (trois fois plus que les deux autres), plus d'un tiers des espèces endémiques taxonomiquement isolées, avec une proportion inversée pour les familles Geometridae et Noctuidae (figures 4.26 et 4.27). Elle contient les éléments les plus particuliers de la Nouvelle-Calédonie et probablement les plus anciens éléments faunistiques des macrolépidoptères. Elle inclut aussi les exemples les plus nombreux de radiation endémique. Ces milieux se distinguent nettement des milieux forestiers denses humides des zones sur terrains miniers, dont la faune apparaît comme une déclinaison appauvrie de celle des forêts sur roches sédimentaires, avec quelques espèces particulières.

La régularité de la répartition de la richesse en espèces des maquis miniers (courbe espèce/abondance) peut être interprétée comme l'indication d'un établissement ancien, le nombre d'espèces approchant le maximum possible pour les ressources disponibles. Cette richesse spécifique est faible en proportion des surfaces occupées et de la diversité floristique du milieu. Les espèces réellement ultramafiques sont en fait restreintes au maquis à *Sannantha* et exclues des maquis arbustifs et des forêts humides. Les faunes des maquis arbustifs et buissonnants à *Gymnostoma* (Casuarinaceae) sont les plus pauvres, ce qui peut être la conséquence de l'accentuation de certaines caractéristiques d'origine ultramafique de leurs sols (Holloway 1979).



© IRD / J. Chazeau

Figure 4.26 : *Nadagara serpentina* (Geometridae).



© IRD / J. Chazeau

Figure 4.27 : *Oenochroma unifasciata* (Geometridae).

Structures des peuplements des arthropodes forestiers

Les études conduites sur la structure des peuplements d'arthropodes dans les canopées de forêts néo-calédoniennes, en utilisant des techniques d'échantillonnage par thermonébulisation, montrent des différences sensibles dans la structure des guildes trophique entre les forêts de basse altitude sur substrats ultramafiques et les forêts denses humides sempervirentes « classiques » d'autres zones tropicales. Ce sont : la faiblesse des phytophages broyeurs et des suceurs de phloème, l'importance des brouteurs d'épiphytes, la faiblesse des insectes prédateurs et l'importance des autres groupes prédateurs, la faiblesse des fourmis de la canopée.

En revanche, ces différences s'atténuent quand on compare ces forêts aux forêts sclérophylles (forêts sèches) ou sclérophylles-mésophiles de Nouvelle-Calédonie, bien qu'on observe toujours la faiblesse relative des suceurs de phloème en forêt sur roches ultramafiques. Mais la structure taxonomique des guildes diffère et l'étude des densités des peuplements montre que le substrat ultramafique supporte les densités les plus faibles (282 i/m^2 contre 472 en forêt sclérophylle et 543 en forêt mésophile, après exclusion de la fourmi pionnière *Wasmannia auropunctata*, envahisseur récent), cela bien que la hauteur de la canopée des forêts étudiées sur substrat ultramafique double ou triple le volume traité, par rapport à la forêt sclérophylle. La diversité spécifique et générique est cependant plus élevée : dans une étude comparative portant sur un échantillon de 20 familles de coléoptères, diptères et hyménoptères, on a dénombré 259 espèces en 111 genres en forêt dense sur sols issus de roches ultramafiques et seulement 111 espèces en 67 genres en forêt sclérophylle (Guilbert 1994, Guilbert *et al.* 1994, 1995).

Ces résultats pourraient indiquer que la structure trophique des peuplements des forêts denses humides sur terrains miniers se rapproche de celle des forêts sclérophylles. On manque cependant, en Nouvelle-Calédonie même, de données pour les forêts denses humides sur substrats différents (Chazeau 1997).

3.4. La frontière des milieux sur roches ultramafiques

Les milieux sur sols dérivés des roches ultramafiques présentent deux aspects défavorables pour un nouvel arrivant : leur productivité est faible et les ressources offertes peuvent être toxiques.

Les plantes qui poussent sur ces sols ont de faibles concentrations en éléments nutritifs (phosphore, azote, potassium) et possèdent dans certains cas des teneurs anormalement élevées en certains métaux potentiellement toxiques (cf. chapitre 3). Les faibles teneurs en azote et en phosphore des feuillages et leur caractère sclérophylle sont défavorables aux phytophages brouteurs, diminuant leur fécondité, leur vitesse de développement et leur taille. Ces espèces doivent donc s'adapter à la faible biomasse disponible, et on comprend que cette faible biomasse, à travers une adaptation à la parcimonie, se retrouve tout au long de la chaîne trophique, jusqu'aux niveaux supérieurs.

On sait aussi que les plantes accumulatrices de nickel ont un phloème toxique, qui les protège efficacement contre les phytophages : diminution de l'appétence, altération ou retard du développement larvaire (Boyd & Martens 1992, Boyd 2009). On observe ainsi que la défoliation d'*Alphitonia neocaledonica* par les chenilles est plus forte sur les individus installés hors des terrains miniers. Certains insectes ont aussi développé la capacité d'accumuler le nickel (Boyd *et al.* 2006), mais il ne semble pas que celle-ci améliore leur résistance aux pathogènes (Boyd 2002). On ignore si cette accumulation accroît la résistance aux prédateurs, ou si elle est seulement le produit d'une réaction de détoxication. Pour le phytophage, comme pour les échelons suivants de la chaîne alimentaire, l'acquisition d'une capacité d'utiliser des ressources toxiques (la réponse évolutive) est certainement un processus complexe et long.

Pour les animaux comme pour les végétaux, la barrière trophique est un filtre efficace à l'installation d'espèces concurrentes et facilite donc, dans un second temps, la réussite du pionnier et la radiation spécifique. La radiation endémique des lépidoptères est ainsi concentrée sur substrats ultramafiques et non sur substrats sédimentaires. Les autres radiations observées peuvent procéder du même phénomène. Le compartimentage des écosystèmes en Nouvelle-Calédonie peut avoir conservé certaines répartitions ultramafiques, en particulier chez des non-phytophages peu mobiles.

Un modèle d'établissement est suggéré par l'étude des lépidoptères macrohétérocères. Holloway (1979) émet l'hypothèse que les espèces réellement ultramafiques seraient exclues des maquis arbustifs et buissonnants en raison des caractéristiques de nutrition des sols (formations très pauvres en espèces), mais exclues aussi des forêts denses humides sempervirentes par la compétition avec les espèces de l'association forestière, plus nombreuses du fait de l'atténuation du caractère ultramafique des milieux forestiers par l'humus des sols. La dépendance trophique d'un hôte restreint aux substrats ultramafiques n'est pas le seul facteur en cause, comme on l'observe pour le genre *Adeixis* (Geometridae) : celui-ci compte trois espèces endémiques liées aux *Sannantha* du maquis minier, mais seule *A. major* se retrouve parfois sur d'autres *Sannantha* sur terrains sédimentaires, bien qu'elle puisse se développer sur ces nouvelles plantes hôtes ; son absence est attribuée à des phénomènes de compétition.

On peut ainsi supposer que la réussite d'une adaptation aux substrats ultramafiques implique souvent une situation de non-retour, l'acquisition des caractères nécessaires entraînant une perte de compétitivité hors de ces substrats. Pour de nombreux groupes animaux, les milieux sur roches ultramafiques marquent bien une frontière.

3.5. Milieux ultramafiques et invasions biologiques

Quels que soient les obstacles que la frontière ultramafique oppose aux nouveaux venus, certaines espèces pionnières ont la capacité de les franchir et d'en exploiter les ressources du milieu. Les milieux naturels sur terrains miniers ne sont donc pas à l'abri des invasions biologiques, et les activités que l'homme y développe multiplient les risques d'introduction d'espèces qui peuvent causer des dégâts irréversibles dans cet environnement fragile. La petite taille des arthropodes permet une diffusion facile lors du déplacement de gros matériel, dont la décontamination préalable est trop souvent négligée par les entrepreneurs qui n'en mesurent pas la nécessité.

Les fourmis sont certainement les envahisseurs les plus redoutables pour l'intégrité des milieux sur terrains miniers. Sur les 25 espèces de Formicidae considérées comme allochtones à la Nouvelle-Calédonie (Jourdan 2002), et qui pour la plupart se rencontrent en milieu dégradé, 3 espèces sont répertoriées parmi les plus envahissantes au niveau mondial et menacent véritablement la biodiversité locale : *Anoplolepis gracilipes, Pheidole megacephala* et *Wasmannia auropunctata* (figure 4.28). Deux d'entre elles sont très présentes sur les substrats ultramafiques.



© IRD / H. Jourdan

Figure 4.28 : Prédation de la fourmi électrique *Wasmannia auropunctata* sur une abeille.

Anoplolepis gracilipes, introduite en Nouvelle-Calédonie depuis plus d'un siècle, est fréquente dans les maquis miniers du Sud néo-calédonien. Il est difficile d'apprécier aujourd'hui ce qu'a pu être son impact sur la faune originelle. Sa discrétion relative ne doit pas faire oublier une réputation bien établie de fourmi destructrice (Haines & Haines 1978, Young *et al.* 2001, O'Dowd *et al.* 2003), et donc qu'elle demeure un problème pour le reste de la faune : les résultats d'une étude menée dans les maquis miniers du Sud conduisent à s'interroger sur son rôle dans la pauvreté surprenante de l'herpétofaune de certains habitats (Chazeau *et al.* 2004).

Plus récente, l'invasion des terrains miniers du Sud par la « fourmi électrique » *Wasmannia auropunctata* semble directement liée à des introductions ponctuelles d'origine anthropique, liées à l'histoire des zones d'exploitation, et en particulier aux défrichements de layons par des engins qui ont pu transporter ses nids avec des souches et de la terre. L'espèce montre des préférences mésophiles, mais elle peut facilement s'établir en milieu forestier dense humide comme dans des maquis plus arides. En traversant des sites contaminés, les cours d'eau peuvent faciliter l'invasion des milieux situés en aval (rivière Bleue). Les conséquences néfastes de sa présence dans différents milieux néo-calédoniens ont fait l'objet de constats très alarmants (Chazeau *et al.* 2002, Jourdan 1997, 1999, Jourdan *et al.* 2001, Le Breton *et al.* 2003).

4. POUR CONCLURE SUR LA FAUNE DES TERRAINS MINIERS

Les exemples ne manquent pas, dans la faune néo-calédonienne, qui conduisent le naturaliste à comparer les milieux ultramafiques à une île, ou à un chapelet d'îles pour les massifs miniers de l'Ouest. Y accéder, s'y établir suppose de passer une frontière, de s'adapter à un milieu médiocrement productif, à des ressources parfois toxiques. Mais ce milieu difficile est riche en nouvelles niches, créées par la spéciation des végétaux sur terrains miniers et par celle qu'elle induit, en cascade, le long de la chaîne alimentaire.

La vie animale sur substrats ultramafiques peut alors être comprise comme un équilibre entre, d'une part, l'avantage acquis par l'espèce établie sur les candidats potentiels non adaptés à ces substrats et, d'autre part, le double handicap de l'inadaptation aux caractères les plus extrêmes de ces milieux et d'un manque de compétitivité sur substrats moins contraignants (du fait de l'adaptation à la parcimonie : vitesse de développement et fécondité réduites). L'équilibre est fragile et les espèces envahissantes sont une redoutable menace pour la conservation de cette biodiversité.

Mais le monde animal est multiple : il y a loin du coup d'aile de l'oiseau chasseur à la déambulation limitée d'une mygale, de la polyphagie d'une blatte de litière au spectre alimentaire étroit d'un papillon, lié par sa chenille à une plante hôte localisée, ou aux conditions de vie d'une cochenille, tout à la fois fixée à son hôte et strictement monophage. Il n'est donc pas surprenant que les réponses que chaque groupe animal apporte au problème de son établissement en milieu minier amènent, chez les spécialistes de ces groupes, autant de positions sur la signification des terrains miniers dans l'évolution de la vie animale en Nouvelle-Calédonie.

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 plan 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

Andrianoelina 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.

Bâ A.M. 1990. Contribution à l'étude de la symbiose ecto-mycorhizienne chez deux essences forestières d'Afrique intertropicale : *Afzelia 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., Corbineau 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 Intenational Conference on Serpentiner 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 ingéniorat, 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 dispesal. 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 Vaney K.D. 1987. Aspects of diet and habitat use in some New Caledonian lizards. Amphibia-Reptilia 8 : 349-364.

Bauer A.M., Sadlier 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. 3e 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. 16e 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., Bationo B.A., Saley K., Jhonn L. 2003. Revégétalisation, une quatrième voie : la propagation végétative naturelle. In : Actes du XIIe 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. CABI.

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 etude. 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., Olivieri 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.

Boutherin D., Bron G. 2002. Multiplication des plantes horticoles. Ed. Tec & Doc. 2e 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. Poceedings 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, 2e année Deust RGEM, 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 1er décembre 2009).

Brundrett MC, 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., Verbeken A., Kauff F. 2008. Walking the thin line between *Russula* and *Lactarius :* the dilemma of *Russula* subsect. Ochricompactae. 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., Potiroa 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 2e partie, étude zoologique. Rap. No. 15. Conventions Sciences de la Vie Zoologie. IRD, Nouméa.

Chazeau J., Jourdan H., Bonnet de Larbogne L., Konghouleux J., Potiaroa 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.) Neoclavicoccus ferrisi n.g. n. sp. et Neoclavicoccus 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. Athène, 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.I., 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., Sarrailh 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.

Desmoulins 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* russa sur la restauration des sites miniers de Nouvelle-Calédonie. Stage IAC, Mémoire 2e année Master Conservation et Restauration des Ecosystèmes, 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 mycorhiziens 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 floriculture crops. Acta Horticulturae 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 Horticulturae 723 : 269-272.

Gateblé G., Poitchili 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, characterisation (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., Murienne 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.

Hacskaylo E., Vozzo J.A. 1967. Inoculation of *Pinus caribeae* 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 *Retrophyllum* (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, Palaeoclimatologie, Palaeoecology 142 : 1-21.

ISTA. 2003. ISTA Working Sheets on Tetrazolium 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 ultrabasiques (Nouvelle-Calédonie). Cahiers ORSTOM sér. Biol.XI (1) : 53-63.

Jaffré T. 1978. Accumulation du manganèse par des espèces associées aux terrains ultrabasiques 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 ultrabasiques 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 Vavouto. 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 ultrabasiques 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 ultrabasiques 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., KerstenW., 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 ultrabasiques. 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., Coïc 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.

BIBLIOGRAPHIE

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 endemicity of the New Caledinian 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 successfull 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. Crypyic 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., Ibisch 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.

Kruckeberg A.R. 1954. The ecolgy of serpentine soils. III. Plant species in relation to serpentines soils. Ecology 35 : 267-274.

Kull C. A., Tassin J., Rambeloarisoa G., Sarrailh 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 (éds 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 maraîchères. 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 maraîchères, 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. 16e 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, Ser., 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 *Cloezia* Brongn. & Gris for conservation and mining revegetation activities in New Caledonia. New Forest 37 : 1-8.

Léon V. 2005. Contribution à la caracterisation des stratégies mises en jeu par les plantes endémiques à la Nouvelle-Calédonie pour leur developpement 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 PP II Lowry eds, Rare, Threatened, and endangered floras of Asia of the Pacific Rim. Institude of botany, Academia Sinica, Monogr. Ser. N° 16, Tapei. 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, Aukland. pp 403-417 (version Française IRD/Province Sud, Nouméa).

Margara J. 1989. Bases de la multiplication vegetative. 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. (3e 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-Caledonie. (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., Sarrailh 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 *Storckiella* 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 patern. 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 Niijs 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 3e 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 Hymenoptera Apoidea 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 ecosystems corallines (éds Pairy 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.

Petinot 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 mycorhization sur la croissance de quelques espèces végétales en présence de concentrations phytotoxiques de nickel. Mémoire Ingéniorat, 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 élements (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 cypérologiques 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 semelparoustree? 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., Rovérad 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* Bentham. 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. Sivasithamparam 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 hyperacumulation. 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 2e année, Univ. Montpellier II, septembre 2006, 53 p.+annexes.

Sadlier 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., Batonio Babou A., Bellefontaine R., Ichaou A. 2003. Reboiser au moindre coût les zones semi-arides par marcottage naturel : A less costly reafforestation of semi-arid areas by natural layering. In : Actes du XIIe 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.

Sarrailh 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 1er 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. Phylogenic 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 ultrabasiques 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.

Virot 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-allee 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 vererbungshehre 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., Vea 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 8e FED, 92 p.

Wulff A., L'Huillier L., Fogliani B., Vea 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., Levv 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 inexplored 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 Autralia.

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-Madjebi S. 2009. Études approfondies de semences de Cypéracées, herbacées pionnières utilisées pour la revégétalisation des terrains miniers néo-calédoniens : le cas de Gahnia aspera. 11e Inter-congrès des Sciences du Pacifique et 2emes 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.