Conditions de milieu des terrains miniers

Tanguy Jaffré, L. L'Huillier

▶ **To cite this version:**

Tanguy Jaffré, L. L'Huillier. Conditions de milieu des terrains miniers. Laurent L'Huillier; Tanguy Jaffré; Adrien Wulff. Mines et environnement en Nouvelle-Calédonie : les milieux sur substrats ultramafiques et leur restauration, IAC, p. 33-44, 2010, Etudes Synthèses, 978-2-9523950-8-3. ird-03039725

HAL Id: ird-03039725
https://ird.hal.science/ird-03039725

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

CONDITIONS DE MILIEU DES TERRAINS MINIERS

Tanguy JAFFRÉ et Laurent L'HUILLIER

1. NATURE ET ORIGINE DU SUBSTRAT GÉOLOGIQUE

2. GENÈSE ET CARACTÉRISTIQUES DES SOLS ET DES MINERAIS DE NICKEL
- **2.1. Les « terres rouges » ou « latérites »**
- **2.2. Les sols bruns hypermagnésiens**
- **2.3. Les minerais de nickel**

3. CONDITIONS DE NUTRITION MINÉRALE DES PLANTES
- **3.1. Les carences en éléments nutritifs**
- **3.2. Teneurs excessives en magnésium**
- **3.3. Risques de toxicité en certains métaux**

4. CONDITIONS D'ALIMENTATION HYDRIQUE DES PLANTES
- **4.1 Conditions hydriques liées au climat**
- **4.2 Conditions hydriques liées à la nature du sol**

L'archipel néo-calédonien est situé dans le sud-ouest de l'océan Pacifique. D'une superficie émergée de 19 100 km^2, il s'étend sur environ 500 km de long et 50 km de large, entre le 18^e et le 23^e degré de latitude sud et entre le 163^e et le 168^e degré de longitude est (figure 2.1a). Il est constitué d'une île principale, la Grande Terre, prolongée au nord par les îles Bélep et au sud par l'île des Pins, ainsi que des îles Loyauté à l'est, et de quelques îlots et récifs inhabités (figure 2.1b).

Les « terrains miniers » désignent en Nouvelle-Calédonie les substrats issus des roches ultramafiques (ultrabasiques), qui recèlent les minerais de nickel, de chrome et de cobalt.

1. NATURE ET ORIGINE DU SUBSTRAT GÉOLOGIQUE

Les roches ultramafiques proviennent d'un feuillet du manteau terrestre (partie située sous l'écorce terrestre) qui a recouvert la Grande Terre et ses prolongements (Bélep et île des Pins) à la fin de l'Éocène (37 millions d'années), pendant une phase de submersion totale, lors de la collision entre les plaques Pacifique et indo-australienne (Paris 1981, Pelletier 2006). Après l'émersion qui s'ensuivit, ce feuillet de roches ultramafiques a été érodé et fragmenté en plusieurs massifs (figure 2.1b). Ceux-ci occupent environ le tiers de l'île principale de l'archipel (la Grande Terre), soit une superficie de 5 500 km^2, s'étendent du bord de la mer à 1 618 m d'altitude (Jaffré 1993) et constituent des reliefs accidentés avec de très forts dénivelés (figure 2.2). Ils sont constitués majoritairement de péridotites, reposant le plus souvent sur une semelle de serpentinites laminées. Des affleurements de serpentinites s'observent également à l'intérieur des massifs où ils sont liés à des failles, et sous forme de filons, au sein des formations métamorphiques, où ils représentent des vestiges du recouvrement ultramafique initial (Guillon 1975, Paris 1981).

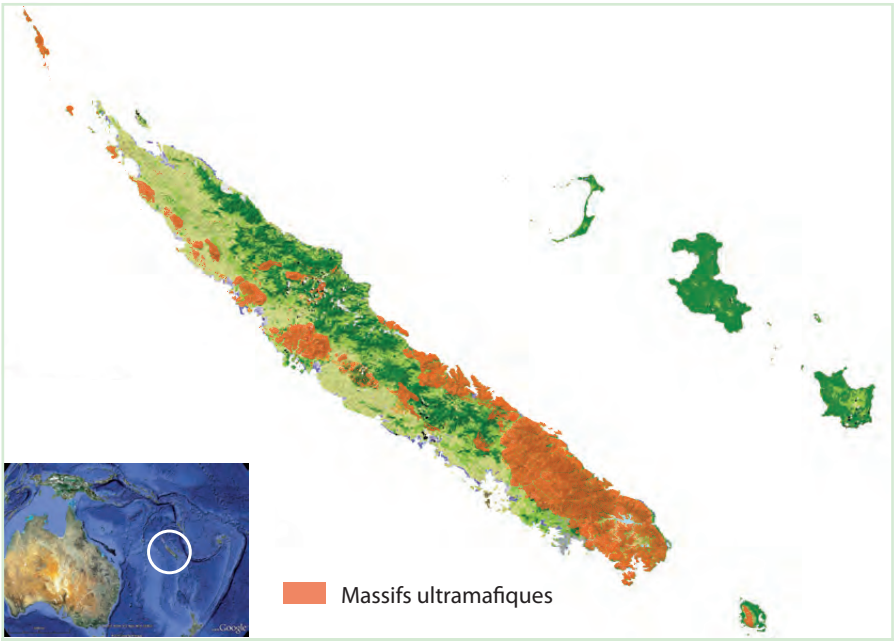
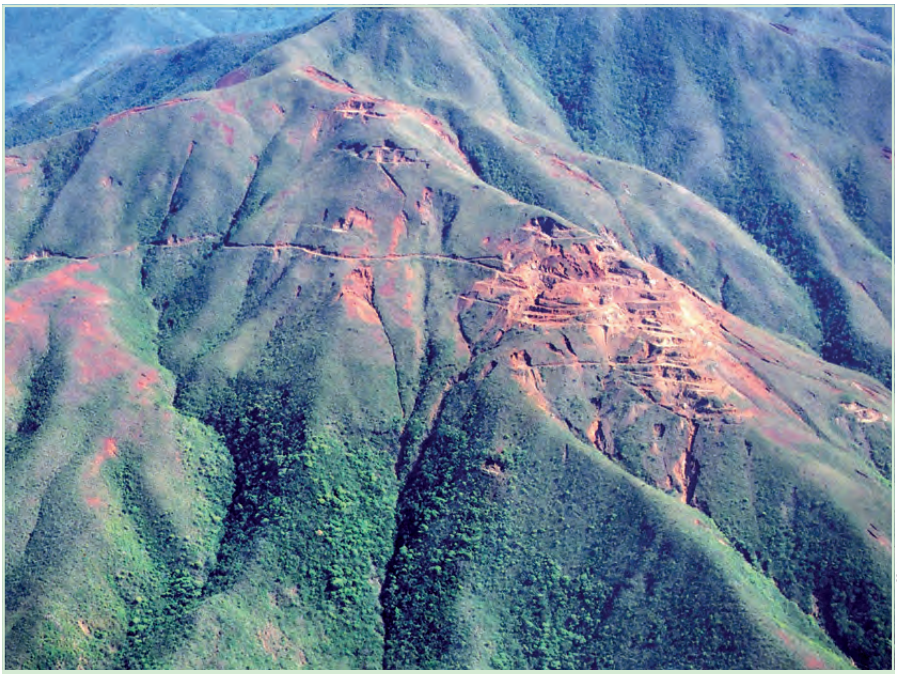


Figure 2.1 : Situation de la Nouvelle-Calédonie dans le Pacifique Sud et localisation des massifs de roches ultramafiques. (source DTSI)



© IRD / T. Jaffré

Figure 2.2 : Vue aérienne illustrant le relief accidenté des massifs ultramafiques.

Les péridotites (comprenant des harzburgites et des dunites) ainsi que les serpentinites (forme hydratée des péridotites) sont constituées de silicates ferromagnésiens et sont caractérisées par des teneurs en silice < 45 %, des teneurs très faibles en aluminium, calcium et potassium, des teneurs très élevées en magnésium (40 %) et élevées en fer (6-8 %), ainsi qu'en certains métaux : nickel (0,3 %), chrome (0,6 %), cobalt (0,2 %), manganèse (0,3 %), rangés habituellement parmi les éléments traces des roches (Guillon 1975) (figure 2.3).

© IAC / L. L'Huillier

Figure 2.3 : Bloc de péridotite (harzburgite).

Au sein des affleurements de roches ultramafiques de la planète, ceux de Nouvelle-Calédonie ont une importance particulière. En effet, alors qu'ils ne représentent qu'environ 1 % de la surface de toutes les terres émergées (Brooks 1987), ils occupent, avec 5 600 km^2, près de 30 % de la superficie du pays et près du tiers de la Grande Terre. Bien que peu représentés à l'échelon mondial, les milieux issus de roches ultramafiques suscitent un grand intérêt scientifique, comme en témoignent les conférences internationales qui se tiennent régulièrement sur le sujet (Baker *et al.* 1992, Balkwill 2001, Boyd *et al.* 2004, Chiarucci & Baker 2007, Jaffré *et al.* 1997[b], Rajakaruna & Boyd 2009).

2. GENÈSE ET CARACTÉRISTIQUES DES SOLS ET DES MINERAIS DE NICKEL

Aux péridotites sont associés des sols appelés localement « terres rouges », qui peuvent contenir par endroits du minerai de nickel, et aux serpentinites, des sols bruns hypermagnésiens.

2.1. Les « terres rouges » ou « latérites »

Elles sont le résultat d'une transformation (altération) des péridotites sous climat chaud et humide depuis le Miocène (20 millions d'années), marquée par la lixiviation du magnésium et de la silice et par l'accumulation corrélative sur place du fer ainsi que du chrome (Colin *et al.* 1980, Trescases 1975). Les sols ainsi formés, qui sont les plus communs sur tous les massifs, sont des sols ferrallitiques ferritiques (Latham 1975[b]), composés en grande partie d'oxydes et d'hydroxydes de fer (figure 2.4). Ils appartiennent au groupe des sols oxydiques (appelés aussi sols latéritiques, ferrallitisols ou ferralsols), largement représentés en zone tropicale (Latham 1986, Latham *et al.* 1978, Quantin *et al.* 1997).

Les sols issus de roches ultramafiques se distinguent toutefois par l'absence d'aluminium et, de ce fait, d'argiles du type kaolinite (phyllosilicates d'aluminium) ainsi que par des teneurs élevées en nickel, chrome et cobalt. La présence d'argiles « granulométriques » (particules de taille < 2 µm) est due principalement aux oxydes de fer, celles-ci ne devant pas être confondues avec les véritables argiles d'un point de vue minéralogique. La profondeur de sol varie de moins d'un mètre sur pente à plus d'une dizaine de mètres en zone plane.

© IAC / L. L'Huillier

Figure 2.4 : Profil de sol ferrallitique ferritique, comportant un horizon épais de latérites rouges (Thio).

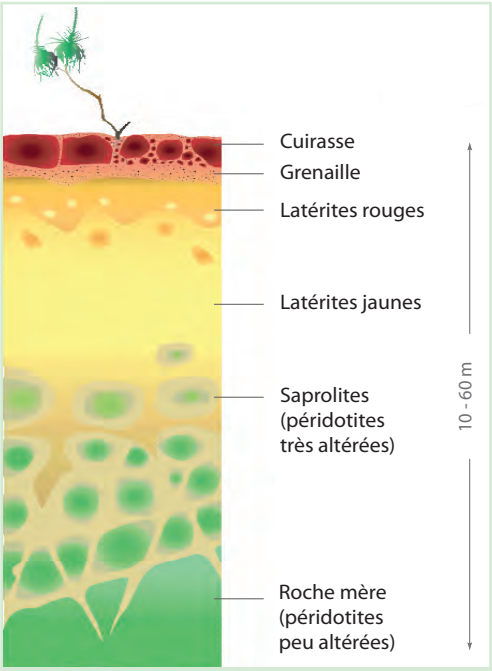


Figure 2.5 : Coupe schématique d'un profil type de sol issu de roches ultramafiques.

Sur un profil type (figure 2.5), non remanié par des phénomènes d'érosion ou de colluvionnement, on distingue un horizon supérieur, meuble, de texture graveleuse, parfois cuirassé en surface, appauvri en éléments fins. Il est constitué d'oxydes de fer (hématite) et d'oxy-hydroxydes de fer (goethite) bien cristallisés. Cet horizon, dit de « latérites rouges » en raison de sa couleur, passe progressivement à un horizon dit de « latérites jaunes ». Ce dernier, de texture argilo-limoneuse, est constitué d'amas très fins d'oxy-hydroxydes de fer (principalement de la goethite) peu ou mal cristallisés. Sous les latérites jaunes se trouvent les saprolites, constituées de la roche mère partiellement décomposée, mais ayant conservé la structure de la péridotite. Elles sont composées principalement d'oxy-hydroxydes de fer (amas très fins de goethite mal cristallisée) et contiennent aussi des argiles magnésiennes ou ferrifères du type smectites, résultant de la recombinaison de silice, de magnésium et d'hydroxydes de fer. Les teneurs en fer et en chrome décroissent de l'horizon supérieur à l'horizon saprolitique, tandis que l'inverse s'observe pour le magnésium, la silice et pour le nickel. Le cobalt et le manganèse ont leurs plus fortes teneurs dans la partie inférieure de l'horizon de latérites jaunes. Ces sols ont un pH fortement à moyennement acide dans les horizons supérieurs et aux alentours de 7 à la base du profil. Leur capacité d'échange (de rétention des cations échangeables) est réduite, mais s'accroît avec la présence d'argiles magnésiennes en profondeur et en fonction de l'importance de la matière organique, dans les horizons de surface. Les teneurs en bases échangeables sont très faibles, à l'exception de Mg^{++} à la base du profil (Jaffré *et al.* 1971, Jaffré & Latham 1974, Latham 1975[b], 1986).

© IRD / T. Jaffré

Figure 2.6 : Sol ferrallitique ferritique remanié par érosion sur pente.

© IAC / L. L'Huillier

Figure 2.7 : Sol ferrallitique ferritique colluvionné de piedmont.

À l'échelon du paysage, les sols latéritiques (ferrallitiques ferritiques) présentent des faciès très influencés par l'histoire géomorphologique du massif (remaniement, rajeunissement) et leur position topographique actuelle (Bourdon *et al.* 1997, Latham 1975[ab], 1986). Les sols de crêtes et de pentes sont des sols érodés, rajeunis par troncature du profil initial. Ils sont en général peu profonds (souvent moins de 20 cm), parsemés de blocs rocheux, constitués, en proportions variables, de latérites jaunes, de saprolites et de roches en voie d'altération. Ils sont recouverts de manière inégale de colluvions ferrallitiques, formant par endroits des poches plus importantes entre les rochers (figure 2.6). Les zones de piedmonts possèdent des sols profonds constitués d'une accumulation de colluvions latéritiques (figure 2.7).

Ces derniers sols sont souvent légèrement enrichis en magnésium et plus fortement en manganèse du fait du lessivage oblique de ces éléments qui s'accumulent dans les zones plus basses (Jaffré & Latham 1974). Les sols de plaines sont généralement formés d'alluvions sablo-limoneuses et de colluvions (figure 2.8). Ils sont plus ou moins hydromorphes et sont enrichis en nickel et en magnésium (L'Huillier 1994, L'Huillier & Edighoffer 1996). Les sols en position de plateaux en zone basse ou intermédiaire, non remaniés et ayant subi une profonde évolution, sont caractérisés par des horizons de surface gravillonnaires ou cuirassés, fortement désaturés en éléments échangeables (figure 2.9) (tableau 2.1).

© IRD

Figure 2.8 : Sol latéritique alluvionné de plaine (région de la Madeleine, Sud).

© IRD / T. Jaffré

Figure 2.9 : Sol ferrallitique ferritique cuirassé (creek Pernod).

© IAC / L. L'Huillier

Figure 2.10 : Sol brun hypermagnésien sur serpentinite (mont Dore).

2.2. Les sols bruns hypermagnésiens

Ils se situent principalement à la base des massifs et sont généralement peu épais et caillouteux, de couleur brune, parfois rubéfiés par des apports de colluvions latéritiques (figure 2.10). Ils ont une texture argileuse, un pH faiblement acide à basique, en raison de fortes teneurs en magnésium. Leurs teneurs en nickel et en manganèse sont variables. Ils sont riches en argiles magnésiennes et ferrifères de type smectite, provenant de l'altération sans lessivage des éléments minéraux constitutifs des serpentinites. En zone de piedmont et de plaine, les serpentinites donnent des sols plus profonds, appartenant aux sols vertiques hypermagnésiens. Dans les deux cas, la présence d'argile leur confère une forte capacité d'échange qui est saturée en majorité par Mg^{2+} (Jaffré & Latham 1974, Latham *et al.* 1978, Proctor 2003) (tableaux 2.1 et 2.2).

Tableau 2.1 : Analyse chimique de l'horizon racinaire (0-20 cm) de quatre catégories de sols de maquis sur roches ultramafiques. (Jaffré, com. pers.)

	Sols ferrallitiques rajeunis par érosion		Sols ferrallitiques gravillonnaires ou cuirassés		Sols ferrallitiques hydromorphes sur alluvions	Sols bruns hyper-magnésiens	
	Moyenne (± écart type) (n = 43)		Moyenne (± écart type) (n = 55)		Moyenne	Moyenne (± écart type) (n = 80)	
pH	5,96	(0,32)	4,69	(0,39)	6,35	6,81	(0,45)
Cations échangeables (méq/100 g)							
Ca^{2+}	0,93	(0,96)	0,60	(0,65)	2,53	2,35	(2,31)
Mg^{2+}	2,04	(1,54)	0,52	(0,52)	10,26	33,50	(15,0)
K^{+}	0,06	(0,04)	0,08	(0,12)	0,07	0,22	(0,17)
Na^{+}	0,08	(0,07)	0,08	(0,08)	0,09	0,35	(0,19)
Capacité d'échange (méq/100 g)	8,15	(6,15)	7,65	(6,48)	15,56	40,90	(18,2)
P total (mg/kg)	83,00	(47)	185	(117)	460	108	(89)
SiO_2 (%)	5,20	(6,4)	1,37	(2,4)	11,49	30,20	(9,4)
Al (%)	2,63	(1,13)	3,00	(1,43)	7,03	1,84	(1,19)
Fe (%)	42,50	(9,84)	46,50	(4,60)	36,50	17,30	(7,75)
Mn (%)	0,47	(0,28)	0,46	(0,36)	0,72	0,43	(0,38)
Ni (%)	0,94	(0,26)	0,26	(0,11)	0,84	0,60	(0,27)
Cr (%)	2,11	(1,46)	4,24	(2,82)	4,62	1,20	(1,37)
Co (%)	0,09	(0,03)	0,03	(0,03)	-	0,06	(0,05)

2.3. Les minerais de nickel

Ils correspondent à des horizons pédologiques des sols latéritiques, localement plus fortement enrichis en nickel. Les latérites jaunes (limonite) constituent le minerai latéritique, ou minerai oxydé, lorsque les teneurs en nickel sont suffisantes pour être traitées par procédé métallurgique (à partir de 1,2 à 1,6 % actuellement). Les saprolites rentrent dans la catégorie des minerais silicatés (ou saprolitiques) lorsque les teneurs en nickel sont de l'ordre de 2,5 % (figure 2.11). Un minerai de couleur verte, pouvant contenir plus de 20 % de nickel et riche en silice, appelé garniérite, est parfois associé, au niveau de fissures, au minerai saprolitique (figure 2.12). Les premières extractions concernaient des minerais saprolitiques riches en garniérites, dont les teneurs en nickel étaient supérieures à 10 %. Elles étaient encore de plus de 3 % en 1980, avant de se stabiliser aux alentours de 2,5 % (Pelletier 2003). Le chapitre 6 donne davantage de détails sur la nature des substrats miniers à revégétaliser.

© IAC / L. L'Huillier

Figure 2.11 : Évacuation des latérites de surface pour accéder au minerai saprolitique (Tontouta).

© SLN / R. Pacta

Figure 2.12 : Garniérite (phyllosilicate double de nickel et de magnésium).

3. CONDITIONS DE NUTRITION MINÉRALE DES PLANTES

3.1. Les carences en éléments nutritifs

Les sols ferrallitiques et les sols bruns sont fortement carencés, tant en éléments totaux (phosphore, potassium et calcium) qu'en bases échangeables (Ca^{2+} et K^{+}). Le calcium étant toutefois généralement sensiblement plus abondant dans les sols bruns que dans les sols ferrallitiques. Le phosphore est de surcroît fortement retenu par les oxydes de fer, la fraction assimilable étant très faible (généralement entre 0 et 30 mg/kg) (Bonzon *et al.* 1995, 1997, 2001, L'Huillier *et al.* 1998). Les teneurs en azote et en phosphore disponibles pour les plantes varient en fonction de l'importance de la matière organique dans les horizons supérieurs recouverts de végétation. En maquis, l'azote est présent en faible quantité, la matière organique étant peu abondante et se dégradant de surcroît très lentement. La carence assez générale en calcium est d'autant plus accentuée que le rapport des bases échangeables Ca^{2+}/Mg^{2+} est faible (< 1) (Jaffré 1976, Jaffré 1980, Proctor 2003) (tableau 2.1).

3.2. Teneurs excessives en magnésium

Les teneurs excessives en magnésium, qui pourraient avoir dans certains cas un effet toxique direct sur les végétaux (Proctor 1970), ont un effet antagoniste reconnu sur l'absorption du calcium (Kruckeberg 1954, Proctor & Nagy 1992, Walker & Walker 1955). Les fortes teneurs en magnésium vont de pair avec une élévation du pH, une prédominance de cet élément dans le complexe d'échange et dans la solution du sol. Elles s'observent principalement dans les sols bruns hypermagnésiens, les sols alluviaux, certains sols colluviaux de piedmonts secondairement enrichis en magnésium, ainsi que, plus rarement, dans des sols ferrallitiques peu évolués d'érosion (Jaffré & Latham 1974) (tableau 2.1).

3.3. Risques de toxicité en certains métaux

La toxicité, pour les plantes, des métaux (Ni, Mn, Cr, Co) contenus en excès dans ces sols dépend de leur « phytodisponibilité » (Ross 1994), communément appelée « biodisponibilité » (L'Huillier 1994). Celle-ci varie en fonction du pH et des équilibres ioniques de la solution aqueuse du sol ; ainsi les fortes teneurs en magnésium diminueraient-elles les risques de toxicité en nickel par effet antagoniste de l'absorption (Proctor & Gowan 1976). La toxicité du nickel dépend aussi de la nature des minéraux secondaires auxquels il est associé et des conditions de drainage du sol (Becquer *et al.* 1995[a,b], 1997, 1998, L'Huillier 1994, Perrier *et al.* 2004).

La biodisponibilité des métaux est aussi largement influencée par les sécrétions racinaires des plantes, les micro-organismes du sol, et notamment par la présence de bactéries ou de mycorhizes formant des associations symbiotiques avec certaines espèces (Ducousso & Amir, chapitre 5).

Il a été montré que les risques de toxicité en nickel pour les plantes étaient importants sur les sols érodés laissant affleurer des roches en voie d'altération (matériaux saprolitiques) (Jaffré 1980), ainsi que sur les sols alluviaux hydromorphes (L'Huillier & Edighoffer 1996). Cela tient à la présence de nickel biodisponible, associé, dans le premier cas, à des minéraux silicatés secondaires des saprolites (Perrier *et al.* 2006[a]) et, dans le second, à des argiles et à des oxy-hydroxydes de fer peu cristallisés ou à plus grande surface d'échange (goethite) formés à partir de limons et de sables d'origine ultramafique en milieu hydromorphe (Becquer *et al.* 1995[b], 1997). Les risques de toxicité en nickel sont faibles sur cuirasse et sur latérites rouges, la mobilité du nickel étant moindre dans ces matériaux, tout au moins dans de bonnes conditions de drainage. Ils sont modérés sur les sols bruns hypermagnésiens de pente, en raison du pH élevé et de l'excès en magnésium, mais sont plus importants en conditions d'hydromorphie de bas de pente, ainsi que sur les sols magnésiens d'alluvions contenant des minéraux en cours d'altération, libérant du nickel dans la solution du sol. Cela pourrait expliquer l'appauvrissement de la flore, ainsi que la richesse et l'abondance exceptionnelles des espèces hyperaccumulatrices de nickel dans la forêt sur alluvions, comparativement à la forêt sur sol ferrallitique sur pentes, dans le parc provincial de la rivière Bleue (Jaffré & Veillon 1990).

Des méthodes chimiques permettant d'évaluer rapidement la biodisponibilité du nickel dans les sols ferrallitiques ont été développées (L'Huillier & Edighoffer 1996, Becquer *et al.* 1997). Ainsi, des extractions à l'aide de DTPA 5 mM à pH 5,3 ont montré de grandes différences entre les sols de piedmonts constitués de colluvions latéritiques et les sols d'alluvions en plaine en conditions hydromorphes, les premiers libérant en général moins de 10 ppm (mg/kg) de nickel, tandis que les seconds libèrent environ 100 ppm, et parfois plus de 200 ppm. Ces niveaux se sont révélés nettement corrélés avec les teneurs en nickel dans des végétaux cultivés.

Il convient de noter que les risques de toxicité du nickel pour l'homme semblent relativement faibles : son absorption par voie alimentaire présente très peu de risques, l'homme étant capable de l'éliminer assez rapidement. Il n'est pas impossible, cependant, qu'une alimentation basée uniquement sur des produits anormalement riches en nickel ne puisse avoir à la longue des effets sur les voies digestives et urinaires, il ne s'agit toutefois que d'une hypothèse. Des effets néphrotoxiques ont été observés dans des cas d'exposition industrielle accidentelle à du carbonyle de nickel absorbé par voie respiratoire. L'hypersensibilité de contact est, en revanche, très largement documentée.

Les risques de toxicité en manganèse seraient les plus accentués sur les sols colluviaux de piedmonts et de plaines, en raison des fortes teneurs en Mn associées à un pH acide et parfois à des phénomènes d'hydromorphie (Jaffré 1980, L'Huillier & Edighoffer 1996).

Les risques de toxicité en chrome (liés à la présence de chrome soluble sous forme de chrome hexavalent Cr(VI)) et en cobalt n'ont pas été clairement mis en évidence. Toutefois la présence de chrome hexavalent, associée à un possible effet toxique de cet élément sur des mandariniers cultivés, a été constatée sur sols ferrallitiques amendés en phosphore, ce dernier entrant en compétition avec le Cr(VI) dans l'adsorption sur les oxydes de fer, provoquant sa désorption et son passage dans la solution du sol (Becquer *et al.* 2003).

4. CONDITIONS D'ALIMENTATION HYDRIQUE DES PLANTES

Elles varient pour un site donné, en fonction des conditions climatiques, principalement pluviométriques, et des caractéristiques édaphiques.

4.1. Conditions hydriques liées au climat

La Nouvelle-Calédonie jouit d'un climat tropical océanique chaud et humide (pluviométrie et température annuelles moyennes de 1 700 mm et de 23 °C), marqué par des variations pluviométriques saisonnières et interannuelles très importantes.

Les périodes de sécheresse se situent normalement de septembre à novembre, mais peuvent être plus précoces ou plus tardives et se prolonger sur les mois de décembre à mars, habituellement les plus pluvieux. Ces variations du régime pluviométrique entraînent l'existence d'épisodes de grande sécheresse ou d'années très humides. L'irrégularité de la pluviométrie est accentuée par le passage de dépressions cycloniques, qui peuvent être accompagnées de pluies torrentielles. Ainsi la station météorologique de Népoui, à la base du massif du Boulinda, n'a-t-elle enregistré entre juillet 1972 et juillet 1973 (période de 12 mois) que 168 mm de pluie, contre 1 400 mm pour la même période en 1974-1975.

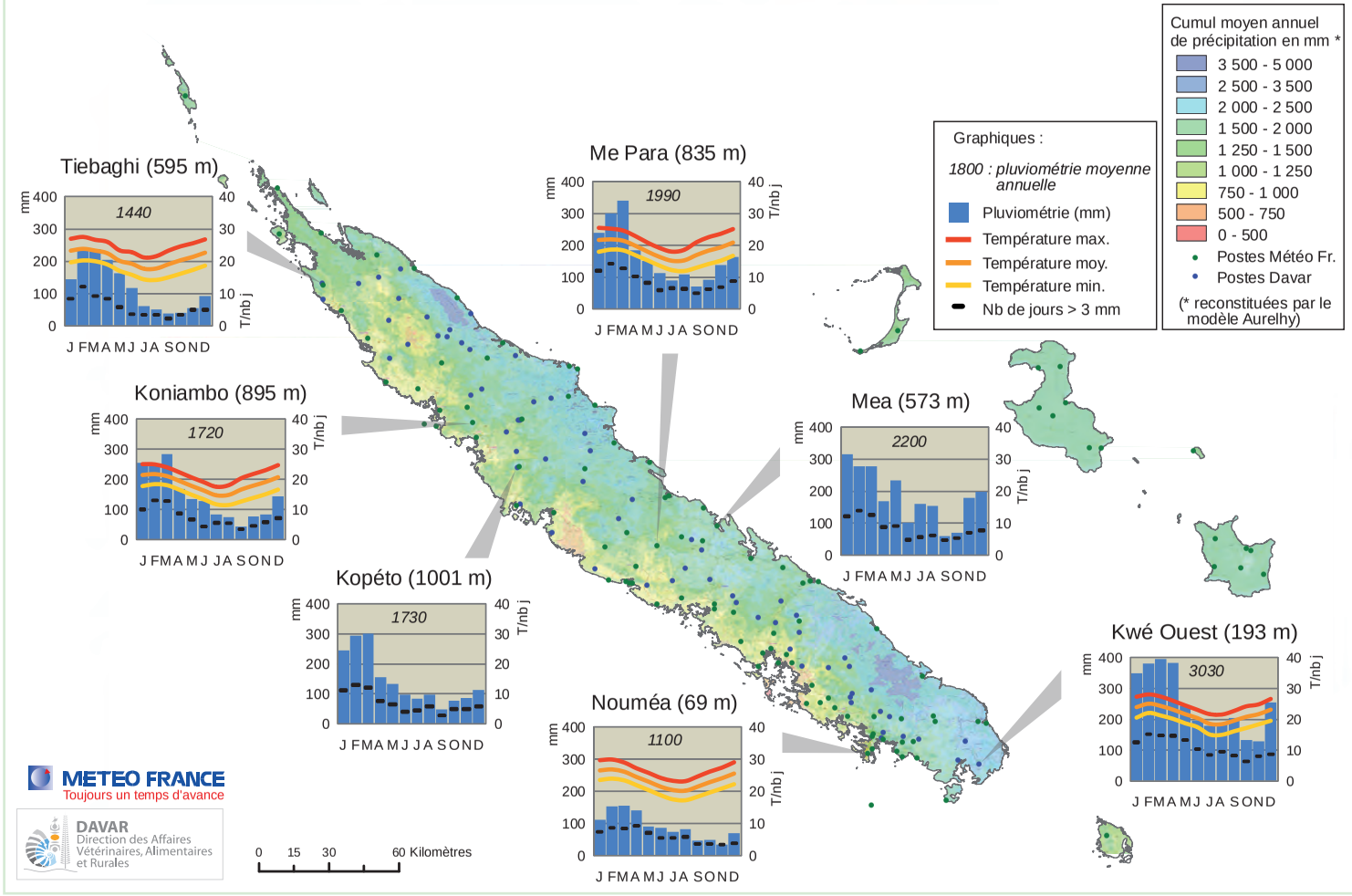
Les conditions climatiques et pluviométriques stationnelles sont largement fonction de l'altitude et de l'exposition. Les précipitations annuelles moyennes varient de l'ordre de 800 mm au niveau de la mer sur la côte ouest à plus de 4 000 mm sur les sommets de plus de 1 500 m d'altitude et dans le massif du Sud. D'une manière générale, les versants orientaux soumis aux alizés du sud-est sont plus arrosés que les versants occidentaux (communication Météo-France, Nouvelle-Calédonie).

Les variations de température sont également importantes, les mois les plus froids étant juillet et août, avec des minima souvent situés sous les 10 °C la nuit, tandis que les températures atteignent 30 à 38 °C aux heures les plus chaudes entre janvier et mars.

Ainsi, l'intervalle entre septembre et novembre, voire décembre selon les années et les localités, est une période critique pour les jeunes plants encore faiblement enracinés, en particulier ceux installés sur des sols filtrants à faible capacité de rétention en eau (la plupart des cas sur terrains miniers), le risque étant encore accentué par une forte exposition au vent et au soleil. Ces paramètres climatiques doivent être considérés soigneusement pour une gestion optimisée d'une opération de revégétalisation (disponibles à Météo-France, ou auprès de certaines sociétés minières en fonction des sites).

La figure 2.13 présente les précipitations moyennes annuelles, ainsi que les variations de pluviométrie et de température sur plusieurs sites miniers.

Figure 2.13 : Précipitations annuelles moyennes (1991-2000) et données climatiques de quelques stations, dont plusieurs sur sites miniers (données Météo-France).



4.2. Conditions hydriques liées à la nature du sol

Les sols ferrallitiques ont une réserve en eau très faible dans les horizons gravillonnaires, mais celle-ci augmente rapidement dans les horizons limono-argileux sous-jacents, qui possèdent une bonne microporosité. En outre, l'horizon gravillonnaire peut se comporter comme un « mulch » pour les réserves en eau des horizons sous-jacents. Les sols bruns hypermagnésiens ont, grâce à la présence d'argiles gonflantes (smectites), une réserve hydrique assez forte à pF 3 (capacité au champ), mais la quantité d'eau retenue au point de flétrissement (pF 4,2) est élevée, ce qui la rend difficilement utilisable pour la végétation (Jaffré 1980) (tableau 2.2).

Tableau 2.2 : Caractéristiques physicochimiques de différents horizons de quatre sols de maquis sur roches ultramafiques. (D'après Jaffré *et al.* 1971)

	Sol ferrallitique rajeuni par érosion		Sol ferrallitique gravillonnaire à cuirassé			Sol ferrallitique hydromorphe sur alluvions		Sol brun hyper-magnésien	
Horizons (cm)	0-15	45-50	0-15	18-24	27-32	0-15	25-35	0-5	5-10
Matière organique (%)	3,0	0,3	1,6	-	-	9,6	-	3,0	3,5
Argile (%)	27,9	22,9	11,9	17,2	27,8	41,8	50,9	46,5	49,2
Limon (%)	28,1	23,4	6,8	6,4	11,6	8,5	13,8	19,4	15,6
Sable fin (%)	23,1	31,2	24,5	30,0	34,0	33,8	17,0	19,6	17,9
Sable grossier (%)	17,9	22,1	55,2	46,0	26,5	6,2	17,4	11,5	13,7
Humidité à pF 3 (%)	29,4	37,1	12,8	16,8	23,7	86,3	59,9	31,2	38,5
Humidité à pF 4,2 (%)	22,0	15,5	9,3	11,7	16,4	59,5	43,0	22,5	28,4
Eau utile (%)	7,4	21,6	3,5	5,1	7,3	26,8	16,9	8,7	10,1
Capacité d'échange (méq/100 g)	7,6	2,4	5,1	2,0	1,2	10,1	2,7	30,7	35,3

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.