



HAL
open science

L'exploitation des minerais de nickel en Nouvelle Calédonie

L. L'Huillier, Tanguy Jaffré

► **To cite this version:**

L. L'Huillier, Tanguy Jaffré. L'exploitation des minerais de nickel en Nouvelle Calédonie. Laurent L'Huillier; Tanguy Jaffré; Adrien Wulff. Mines et environnement en Nouvelle-Calédonie: les milieux sur substrats ultramafiques et leur restauration, IAC, p. 21-31, 2010, 978-2-9523950-8-3. ird-03039719

HAL Id: ird-03039719

<https://ird.hal.science/ird-03039719>

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.



Institut Agronomique
néo-Calédonien



Institut de recherche
pour le développement



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

ISBN : 978-2-9523950-8-3



9 782952 395083

Tabi
ÉDITIONS



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

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

Laurent L'HUILLIER
Tanguy JAFFRÉ
Adrien WULFF



Études &
Synthèses

Mines et Environnement en Nouvelle-Calédonie :

les milieux sur substrats ultramafiques et leur restauration

Laurent L'HUILLIER
IAC

Tanguy JAFFRÉ
IRD / Amap

Adrien WULFF
IAC / UNC

Avec la collaboration de :

**Michel LEBRUN, Laurent MAGGIA,
Nicolas BARRÉ, Jean CHAZEAU, Hervé JOURDAN,
Hamid AMIR, Marc DUCOUSSO,
Gildas GÂTEBLÉ, Bruno FOGLIANI, Charly ZONGO, Casimir VÉA**

Éditions IAC
BP 73 - 98890 Païta
Nouvelle-Calédonie

© **Institut Agronomique néo-Calédonien**

BP 73, 98890 Païta, Nouvelle-Calédonie

1^{re} édition, 2010

ISBN : 978-2-9523950-8-3

Dépôt légal : 2010

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

Correction : Claudine Bousquet

Photographie de couverture : Laurent L'Huillier

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

Citation de l'ouvrage :

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

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

Partenaires institutionnels de l'IAC :



SOMMAIRE

INTRODUCTION 17

CHAPITRE 1

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

1. **IMPORTANCE DE L'EXPLOITATION MINIÈRE ET DE
LA MÉTALLURGIE DU NICKEL EN NOUVELLE-CALÉDONIE.** . . . 22

2. **HISTORIQUE DE L'ACTIVITÉ MINIÈRE ET MÉTALLURGIQUE** . . . 24

3. **LES MÉTHODES D'EXPLOITATION DU MINÉRAI DE NICKEL** . . . 26

4. **IMPACTS SUR L'ENVIRONNEMENT** 28

5. **LA RÉGLEMENTATION** 30

5.1 Code minier 30

5.2 Délibération n° 104 et Fonds Nickel 30

5.3 Code de l'environnement de la province Nord 31

5.4 Code de l'environnement de la province Sud 31

CHAPITRE 2

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

1. **NATURE ET ORIGINE DU SUBSTRAT GÉOLOGIQUE** 34

2. **GENÈSE ET CARACTÉRISTIQUES DES SOLS
ET DES MINÉRAIS DE NICKEL** 36

2.1. Les « terres rouges » ou « latérites » 36

2.2. Les sols bruns hypermagnésiens 39

2.3. Les minerais de nickel 40

3. **CONDITIONS DE NUTRITION MINÉRALE DES PLANTES** 40

3.1. Les carences en éléments nutritifs 40

3.2. Teneurs excessives en magnésium 40

3.3. Risques de toxicité en certains métaux 41

4. **CONDITIONS D'ALIMENTATION HYDRIQUE DES PLANTES** . . . 42

4.1 Conditions hydriques liées au climat 42

4.2 Conditions hydriques liées à la nature du sol 44

CHAPITRE 3

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

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

CHAPITRE 4

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

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

SOMMAIRE

3. LES ARTHROPODES DES MASSIFS MINIERS118
3.1. L'intérêt faunistique des milieux sur terrains miniers	118
3.2. La guilda 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 MINIERS128

CHAPITRE 5

LES BACTÉRIES ET LES CHAMPIGNONS DU SOL SUR ROCHES ULTRAMAFIQUES (Amir H. et Ducouso M.)129
--	-------------

1. INTRODUCTION130
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 ECTOMYCORHIZES135
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 MINIERS138
5. LES SYMBIOSES FIXATRICES D'AZOTE.140
5.1 Les symbioses à <i>Frankia</i>	140
5.2 Les symbioses à <i>Rhizobium</i>	141
6. LES BACTÉRIES RHIZOSPHERIQUES STIMULATRICES DE LA CROISSANCE DES PLANTES142
7. INOCULATION CONTRÔLÉE AVEC DES BACTÉRIES SYMBIOTIQUES OU RHIZOSPHERIQUES, APPLIQUÉE À LA RESTAURATION ÉCOLOGIQUE DES TERRAINS MINIERS142
8. PERSPECTIVES144

CHAPITRE 6

LA RESTAURATION DES SITES MINIERES

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

L'EXPLOITATION DES MINÉRAIS DE NICKEL EN NOUVELLE-CALÉDONIE

Laurent L'HUILLIER et Tanguy JAFFRÉ

**1. IMPORTANCE DE L'EXPLOITATION MINIÈRE
ET DE LA MÉTALLURGIE DU NICKEL
EN NOUVELLE-CALÉDONIE**

**2. HISTORIQUE DE L'ACTIVITÉ MINIÈRE
ET MÉTALLURGIQUE**

**3. LES MÉTHODES D'EXPLOITATION
DU MINÉRAI DE NICKEL**

4. IMPACTS SUR L'ENVIRONNEMENT

5. LA RÉGLEMENTATION

5.1 Code minier

5.2 Délibération n° 104 et Fonds Nickel

5.3 Code de l'environnement de la province Nord

5.4 Code de l'environnement de la province Sud

1. IMPORTANCE DE L'EXPLOITATION MINIÈRE ET DE LA MÉTALLURGIE DU NICKEL EN NOUVELLE-CALÉDONIE

L'activité minière et industrielle du nickel occupe une place très importante dans l'économie de la Nouvelle-Calédonie : son poids dans le PIB représente près de 10 % en moyenne sur la période 1998-2008 et il pourrait atteindre 30 à 40 % avec la mise en œuvre des nouveaux projets métallurgiques. La contribution du nickel au PIB est cependant très variable, du fait de sa forte dépendance aux cours du London Metal Exchange (figure 1.1). Les exportations des produits de l'activité minière (minerais et produits de fusion) représentent, en valeur, plus de 95 % des exportations totales, soulignant à nouveau l'importance de ce secteur dans l'économie locale.

Située actuellement entre le 3^e et le 5^e rang mondial des producteurs de nickel, avec une part avoisinant les 10 % (les exportations néo-calédoniennes de nickel – minerais, mattes de nickel et ferronickel – sont globalement stables autour de 110 000 tonnes de nickel contenu par an), la Nouvelle-Calédonie possède vraisemblablement entre 20 et 30 % des ressources mondiales de ce métal (associé à du cobalt exploitable dans les minerais latéritiques), représentant entre 100 et 200 années d'exploitation.

Elle est aujourd'hui dans une phase de développement minier sans précédent, devant aboutir à une extraction annuelle d'environ 16 MTH (Millions de Tonnes de minerai Humide) et à une production métallurgique multipliée par trois, passant de 60 000 à environ 200 000 tonnes de nickel à l'horizon 2013-2015. Cette production repose sur une augmentation de la capacité de traitement de l'usine pyrométallurgique de la SLN à l'horizon 2015 (programme « 75 000 tonnes », révisé autour de 65 000 t/an), la construction d'une usine hydrométallurgique pour le traitement de minerais latéritiques par Vale Inco Nouvelle-Calédonie (ex-Goro Nickel) dans le massif du Sud pour une mise en route en 2010 (60 000 t de Ni + 5 000 t de Co par an), la construction d'une seconde usine pyrométallurgique par KNS (SMSP-Xstrata) en province Nord (production à partir de 2012, avec un objectif de 60 000 t de Ni par an), l'exportation de minerais pour l'approvisionnement de l'usine métallurgique de Gwangyang (SMSP-POSCO) en Corée du Sud, depuis 2008, et des exportations intermittentes notamment vers le Japon, Taïwan, l'Australie et la Chine (la figure 1.2 présente la répartition des sites miniers en activité en 2010).

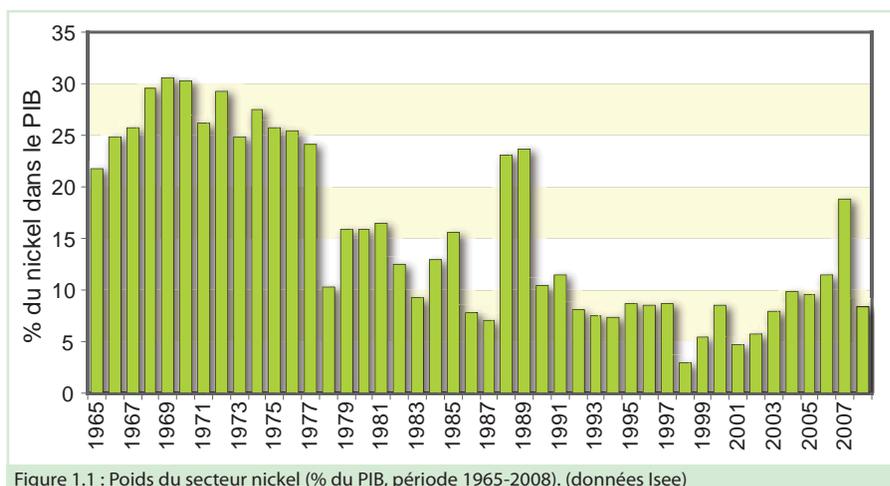


Figure 1.1 : Poids du secteur nickel (% du PIB, période 1965-2008). (données Isee)

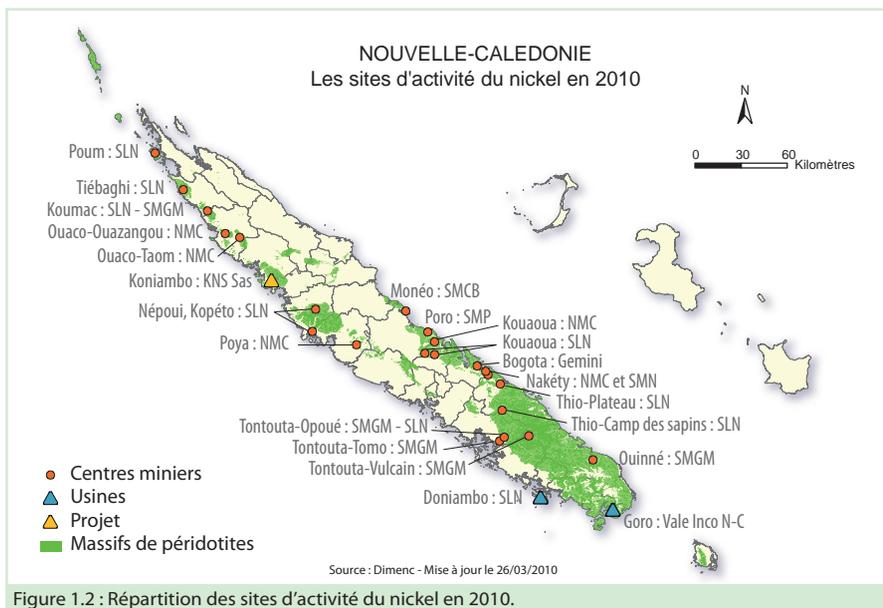


Figure 1.2 : Répartition des sites d'activité du nickel en 2010.

Le marché du nickel a montré à plusieurs reprises, et encore récemment, qu'il pouvait traverser des périodes très instables, avec des cours pouvant varier fortement (de 3 à plus de 18 US\$/Lb entre 2002 et 2007). Néanmoins, la tendance de la demande mondiale de nickel suit une augmentation soutenue, la croissance de sa consommation s'établissant autour de 4 % en moyenne par an sur la période des cinquante dernières années. Cette demande est tirée principalement par la production mondiale d'aciers inoxydables, qui est la principale destination du nickel (représentant 60 % de la production).

En termes d'emploi, l'industrie minière et métallurgique néo-calédonienne occupait en 2008 environ 3 500 salariés, soit près de 6 % de la population active. Avec les deux projets métallurgiques, Vale Inco et KNS, environ 2 000 emplois directs supplémentaires et 2 500 emplois indirects devraient être créés durant leur phase d'exploitation, ce qui générera au moins un doublement du nombre de salariés dans ce secteur.

Les recettes perçues au budget de la Nouvelle-Calédonie au titre de l'activité des sociétés minières et métallurgiques varient, selon les années, environ entre 1 (parfois 0) et 20 milliards de F CFP par an et peuvent ainsi représenter une part importante de son budget (jusqu'à 15 %). En outre, cette part augmentera avec la mise en place des nouveaux projets une fois soumis au régime de l'impôt sur les sociétés.

Au-delà des chiffres, le nickel en Nouvelle-Calédonie occupe une place hautement symbolique : moteur essentiel du tissu industriel, produisant d'importants effets primaires et induits sur l'économie, il a une influence déterminante sur la démographie, l'aménagement du territoire, les modes de vie et les comportements. À ce titre, l'implication des communautés prend une part de plus en plus importante dans la mise en place des projets miniers, générant souvent des conflits en raison des enjeux considérables qu'ils représentent et des changements qu'ils entraînent dans la société et sur l'environnement.

Le nickel constitue ainsi un enjeu majeur au cœur des questions de rééquilibrage économique et social entre les provinces. L'usine de la province Nord, fortement et longtemps attendue par la population, devrait y contribuer. Mais ce besoin existe également au sein des communes à l'écart des principaux pôles d'activités, pour lesquelles l'exploitation de gisements secondaires, par de petites ou moyennes entreprises d'extraction (les « petits mineurs »), constitue une opportunité de développement local et de maintien des populations, l'activité minière permettant de créer des emplois directs ainsi que des emplois indirects dans les domaines des transports, du commerce, de l'agriculture et des services.

2. HISTORIQUE DE L'ACTIVITÉ MINIÈRE ET MÉTALLURGIQUE

L'activité minière est indissociable de l'histoire de la Nouvelle-Calédonie. Les découvertes minérales se sont succédé (charbon, or, cuivre, cobalt, chrome, antimoine...) mais la richesse minière du pays repose en tout premier lieu sur l'extraction et le traitement des minerais de nickel. La production épisodique de minerais de chrome (chromite) et de cobalt (asbolane) est actuellement arrêtée, toutefois l'extraction du cobalt, lors du traitement hydrométallurgique des latérites nickélifères, devrait faire progresser la contribution de la Nouvelle-Calédonie à la production mondiale de ce métal.

L'histoire du nickel en Nouvelle-Calédonie commence en 1864, lorsque Jules Garnier, ingénieur des Mines, découvre à Dumbéa une roche alors inconnue de couleur verte. Identifiée comme constituée de silicate de nickel et de magnésium, elle sera baptisée plus tard « garniérite » (figure 2.12). En raison de ses teneurs élevées en nickel (jusqu'à 15 %), ce minerai particulier rencontré au niveau de la saprolite a été l'objet des toutes premières exploitations mais s'est rapidement raréfié. L'exploitation de nickel porte aujourd'hui sur des saprolites (appelées encore parfois « garniérites » par abus de langage) et des latérites titrant respectivement moins de 2,5 % et environ 1,5 % de nickel.



Figure 1.3A : Ancienne mine à Thio (mine Zizette), exploitée manuellement.

© IAC / L. Huillier



Figure 1.3B : Ancienne mine sur Koniambo (noter au-dessus de la carrière les traces de puits de prospection creusés à mains d'homme).

© IRD / T. Jaffré



Figure 1.3C : Mine de Méa (Kouaoua).

© IRD / T. Jaffré

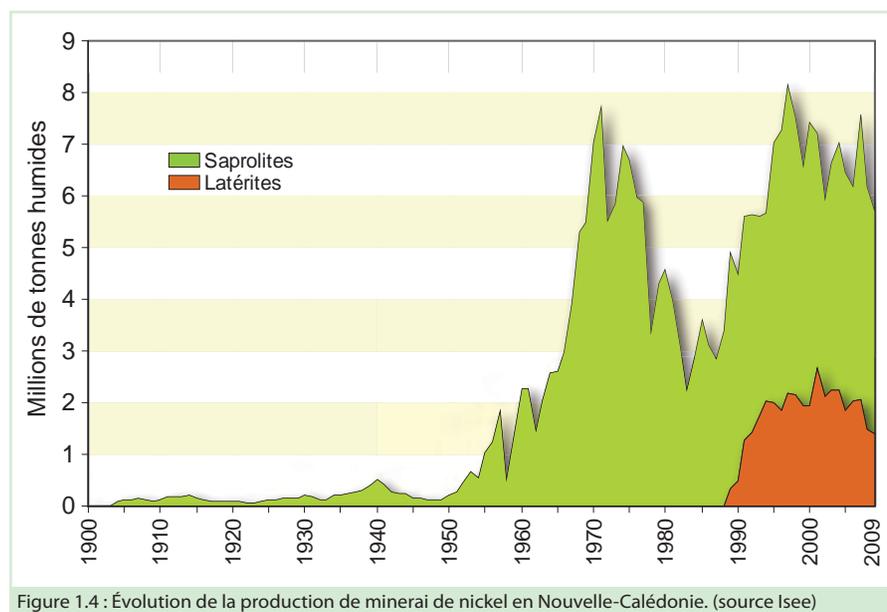
L'exploitation du minerai de nickel a débuté en 1873 par une première extraction au mont Dore (par M. Coste) (principalement de garniérite), et s'est étendue aux régions de Thio, Canala et Houailou. Elle a pris son véritable essor avec la création de la Société Le Nickel (SLN) en 1880. Depuis lors, l'activité minière, comprenant l'extraction du minerai et son traitement pour partie sur place, par des usines créées successivement à la Pointe Chaleix (Nouméa) en 1877, puis à Thio et enfin à Doniambo (Nouméa), n'a cessé globalement de s'accroître, en dépit de soubresauts liés aux variations de la demande internationale en nickel.

Les premières exploitations se faisaient par galeries souterraines le long de filons garniériques dont les teneurs en nickel étaient de l'ordre de 15 %. Les teneurs moyennes ont toutefois progressivement diminué pour atteindre environ 5 % en 1920. Les années qui ont suivi ont vu les exploitations à ciel ouvert se généraliser (cf. figures 1.3 A, B et C). À partir de la Seconde Guerre mondiale, la mécanisation s'est largement répandue et a permis d'augmenter progressivement les volumes extraits. De 1950 à 1957, la production minière annuelle (pour l'ensemble des mines de Nouvelle-Calédonie) est passée de 200 000 tonnes de minerai saprolitique à près de 2 millions de tonnes. En 1971, la production annuelle atteint un sommet avec 7,7 MTH (période du « boom » du nickel).

À partir de la fin des années 1980, les latérites prennent une part dans la production, pour atteindre un volume de 2 millions de tonnes par an, sur un total annuel qui varie depuis plusieurs années autour de 7 MTH de minerai (période 1995-2008 ; cf. figure 1.4).

Jusqu'à fin 2007, il a été produit au total 258 millions de tonnes humides de minerai de nickel (224 MTH sous forme silicatée, 34 MTH sous forme latéritique), correspondant à une quantité de métal contenu estimée à environ 5 millions de tonnes.

Avec l'arrivée des procédés hydrométallurgiques, moins coûteux en énergie, les gisements de nickel de moindre teneur pourront être exploités, offrant de nouvelles perspectives aux entreprises minières.



Le minerai de chrome, principalement sous forme de chromite massive primaire (amas rocheux à l'intérieur des massifs de péridotites), a été exploité de 1880 à 1962, puis de nouveau de 1982 à 1990, par différentes sociétés, dans le massif de la Tiébaghi, à l'origine d'environ 70 % de la production totale. De 1975 à 1981 et de 1990 à 1992, plusieurs petites exploitations ont été rouvertes dans les massifs du Sud, pour ensuite s'arrêter en raison d'un manque de rentabilité. La production totale est estimée à environ 3,76 millions de tonnes de minerai à 52 % de Cr_2O_3 .

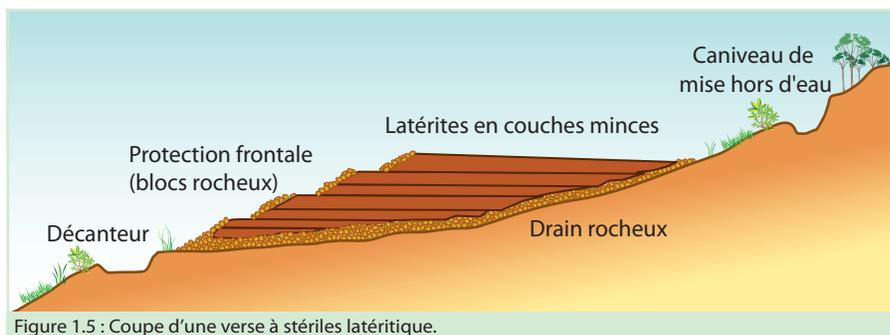
Le cobalt, associé au nickel dans les latérites, dans des dépôts d'asbolane titrant de 4 à 5 % de Co, fut exploité dès l'année 1876, jusqu'au début du siècle suivant, à partir de galeries étroites ouvertes dans les latérites (« trous de cobaleurs »). La Nouvelle-Calédonie fut pratiquement le seul producteur de cobalt du monde avant les découvertes des gisements de cobalt du Canada et du Katanga. Le cobalt des minerais néo-calédoniens est aujourd'hui récupéré, comme sous-produit du nickel, principalement dans les latérites traitées par hydrométallurgie (par Queensland Nickel, en Australie, à partir de minerais exportés et, localement, par Vale Inco). La production totale de cobalt demeure mal connue. De 1876 à 1925, environ 103 000 tonnes de minerai à 5 % auraient été produites et, de 1983 à 2001, le cobalt contenu dans les minerais traités par Queensland Nickel en Australie aurait été de 29 600 tonnes.

Plus de 3 580 titres d'exploitation ont été institués en Nouvelle-Calédonie, dont environ 1 700 étaient encore valides en 2008. Sur ces titres, près de 96 % sont valables pour le nickel, le chrome et le cobalt, représentant une superficie de plus de 260 000 ha (Schéma de mise en valeur des richesses minières de la Nouvelle-Calédonie, 2008).

3. LES MÉTHODES D'EXPLOITATION DU MINÉRAI DE NICKEL

L'exploitation du minerai de nickel, de type saprolitique, effectuée par galeries souterraines jusqu'en 1920, est désormais essentiellement effectuée en carrières à ciel ouvert, ce qui nécessite le décapage de la végétation et des horizons supérieurs du sol à trop faible teneur, qui recouvrent les minerais. Les horizons décapés, ainsi que les fragments de roches peu altérés, triés du minerai, constituent les déblais, ou « stériles miniers », qui doivent être déplacés et stockés.

Aux premières extractions manuelles, sans grands impacts directs sur l'environnement, mais souvent accompagnées d'incendies de la végétation, ont succédé à partir de 1950 des extractions mécanisées permettant d'atteindre les minerais sous de plus grandes épaisseurs de stériles. Réalisées sans beaucoup de précautions environnementales, ces extractions mécanisées se sont révélées particulièrement destructrices pour l'environnement. Les stériles miniers (latérites à faible teneur et blocs rocheux) étaient en effet déversés sur les versants jusqu'en 1975, date à partir de laquelle de nouvelles méthodes d'exploitation, élaborées par la SLN, ont été appliquées par la plupart des sociétés minières. En outre, les travaux de prospection, encouragés par l'administration dans les années 1960-1970 pour une meilleure connaissance des ressources, ont ouvert des pistes sur la plupart des massifs parfois sans intérêt et surtout sans précaution en poussant au bulldozer les matériaux en aval, laissant de nombreuses cicatrices toujours visibles sur les versants montagneux.



Les nouvelles techniques utilisées, plus respectueuses de l'environnement, comprennent :

- l'utilisation de pelles hydrauliques et de camions d'évacuation, au lieu de pelles à chenilles et de bulldozers, pour les décapages et les ouvertures des pistes d'accès ;
- le transport des stériles et leur stockage en verses¹ stabilisées et drainées, protégées de l'érosion, dans des sites choisis (figures 1.5 à 1.8). Ainsi, de 1976 à 2008, il est estimé que plus de 300 millions de tonnes de stériles miniers ont été stockées dans des verses à stériles. Depuis le début des années 1990, l'épaisseur maximale initialement limitée à 40 m peut désormais être portée à 100 m environ, en réduisant légèrement la pente du talus frontal, ce qui doit permettre de limiter le nombre de sites ;



Figure 1.6 : Pistes de prospection (Koniambo).

© IRD / T. Jaffré



Figure 1.7 : Verse à stériles sur le Kopéto (K10).

© SLN



Figure 1.8 : Verse à stériles à Kouaoua.

© SLN

- la conservation d'un merlon de terrain naturel protecteur en bordure des pistes et des zones d'extraction ;
- la mise en place de caniveaux et de décanteurs pour réguler les flux hydriques et réduire la charge solide des eaux de ruissellement.

Ces nouvelles techniques minières ont été complétées par la mise en œuvre de nouvelles méthodes de prospection et de sondage, utilisant des moyens hélicoptérés, et par la réalisation de travaux de réhabilitation des anciennes zones exploitées (Pelletier 1990^{ab}, 2003).

Aujourd'hui, l'exploitation des minerais latéritiques de faible teneur en nickel implique la mise au point de nouvelles techniques d'extraction et de stockage, mises en œuvre par Vale Inco dans le Sud (figure 1.9). L'extraction du minerai, qui s'effectue en zone relativement plane, nécessite des excavations pouvant dépasser plusieurs dizaines de mètres de profondeur. Elle s'accompagne du déplacement de quantités considérables de stériles à basse teneur et exige une gestion des eaux souterraines, dont les réseaux pourraient être perturbés (des études préalables sont actuellement en cours). Les résidus industriels « solides » ou épaisiss (de 5 à 7 millions de mètres cubes par an au total), issus du traitement des minerais à l'acide sulfurique et neutralisés par de la chaux et du calcaire, seront stockés dans les excavations successives (les « cellules minières »), puis recouverts par les stériles, pour enfin être revégétalisés.



Figure 1.9 : Zone de décapage à Goro.

© IRD / T. Jaffré

¹ Le terme « décharge minière » a souvent été employé dans le passé. Il est convenu de parler aujourd'hui de « verse à stériles latéritiques ».

4. IMPACTS SUR L'ENVIRONNEMENT

L'impact visuel des anciennes exploitations minières s'exprime dans le paysage par des zones dénudées mal délimitées, entourées de coulées de « terres rouges », de matériaux déplacés par érosion ou par déversement, tandis que les exploitations plus récentes se traduisent par des surfaces dénudées et des verses à stériles mieux circonscrites (figures 1.10 à 1.15).



© IRD / T. Jaffré

Figure 1.10 : Ancienne mine sur le mont Dore.

À l'impact visuel, résultant de l'accumulation depuis plus d'un siècle de destructions du sol et de la couverture végétale, accélérées entre 1950 et 1975, sont associés des perturbations des régimes hydriques, un accroissement de l'érosion et des transports de matériaux sur les pentes et dans les creeks, une pollution et un engravement des cours inférieurs des rivières et des dépôts d'alluvions dans les zones basses et le long du rivage des centres miniers (Bird *et al.* 1984, Dupon 1986, Jaffré *et al.* 1977).

Les décapages, tout comme les recouvrements par des déblais terreux ou la pollution des rivières, entraînent inéluctablement la réduction de certains écosystèmes, ainsi que celle des effectifs de nombreuses populations d'espèces animales et végétales. Ces réductions peuvent entraîner une perte de biodiversité globale, ainsi qu'un dépérissement à plus long terme des populations et même des espèces dont les effectifs deviennent insuffisants pour assurer le maintien de la diversité génétique en leur sein (Honnay & Jacquemyn 2006, Oostermeijer *et al.* 2003). Des populations entières et parfois des espèces, lorsqu'elles sont très localisées, peuvent être aussi directement mises en danger d'extinction si des précautions ne sont pas prises à temps pour éviter leur destruction par arrachage ou ensevelissement.



© IAC / L. L'Huilier

Figure 1.11 : Impacts sur le versant nord-est du mont Dore.



© IRD / T. Jaffré

Figure 1.12 : Ancienne mine sur Boakaine (Canala).



La Dimenc a recensé en 2007 environ 20 000 ha de sols nus dégradés par l'activité minière, sur 21 communes impactées, soit 1,2 % de la surface du territoire. Les communes les plus touchées (Houaïlou, Thio et Kouaoua) représentent 40 % de ces surfaces.

De 1971 à 2008, 296 ha ont été revégétalisés, sachant qu'entre 2003 et 2006 le rythme était de 30 à 40 ha par an (cf. annexe 4).

Les risques de perte de biodiversité sont d'autant plus importants que l'écosystème touché par l'activité minière se trouve déjà dans une situation critique, en raison de sa faible étendue naturelle (cas de certains biotopes d'altitude, ou des zones humides, ou d'écosystèmes comportant des espèces à faible répartition, par exemple *Araucaria nemorosa* à Port Boisé) (Kettle *et al.* 2007) ou en raison de sa fragmentation et de sa réduction par des incendies répétés (cas des forêts rivulaires et des forêts de basse et de moyenne altitude sur la plupart des massifs miniers) (Jaffré *et al.* 2004, Jaffré *et al.* 2010).



© IAC / L. L'Huillier

Figure 1.13 : Ancienne mine sur Poro (Houaïlou).



© IAC / L. L'Huillier

Figure 1.14 : Mines sur Kouaoua.

5. LA RÉGLEMENTATION

L'histoire de la réglementation minière en Nouvelle-Calédonie est très liée à celle de l'exploitation du minerai de nickel. Les premiers textes datant des années 1870. Toutefois leurs dispositions ont toujours porté principalement sur des modalités d'obtention des concessions minières (surfaces, durées, redevances, permis de recherches...) et de classement des substances, mais jamais sur des questions d'environnement. Ainsi, jusqu'en 2008, il n'existait aucun moyen juridique efficace pour garantir la protection de l'environnement sur site minier, ce qui paraît inconcevable au regard du rôle protecteur de la couverture végétale dans un relief particulièrement montagneux et de la valeur tout à fait extraordinaire en termes d'originalité, de biodiversité et d'endémisme des biotopes sur terrains miniers.

5.1. Code minier

Après un travail de plusieurs années, le Schéma de mise en valeur des richesses minières, prévu dans la loi organique de 1999 et devant comporter notamment les principes directeurs en matière de protection de l'environnement pour l'exploitation des gisements, a finalement été adopté en 2008 par la Nouvelle-Calédonie¹. Il a ensuite servi de fondement à l'élaboration par le gouvernement du Code minier² applicable depuis le 1^{er} mai 2009, document unique regroupant l'ensemble des règles concernant le nickel, le chrome et le cobalt, dont l'objectif est de clarifier et de simplifier la réglementation minière, de donner les règles sur lesquelles doivent reposer l'essor et la consolidation du secteur de la mine et de la métallurgie.

Parmi les nombreuses dispositions nouvellement introduites en matière d'environnement, on peut citer :

- l'obligation de fournir une étude d'impact avant exploitation (état initial de la flore et de la faune, analyse des impacts, mesures prévues, mesures particulières pour les espèces rares et les écosystèmes protégés...);
- la constitution par l'exploitant d'un schéma de réhabilitation des zones dégradées (mesures prévues pour la remise en état), complété par un plan de restauration et de fermeture (décrivant les techniques de revégétalisation utilisées...);
- la soumission préalable à enquête publique et à la commission minière communale pour les centres d'exploitation;
- l'obligation de réparation des dégradations dues à l'activité minière, notamment par la constitution préalable de garanties financières destinées à assurer la remise en état et la réhabilitation des zones dégradées.

Tel que prévu dans la loi organique, il revient ensuite aux provinces de déterminer les modalités d'application de cette réglementation (celle-ci est présentée plus largement en annexe 1).

5.2. Délibération n° 104 et Fonds Nickel

Cette délibération, adoptée le 20 avril 1989, donne la possibilité aux entreprises minières de participer à la réhabilitation des sites ayant subi des dégâts environnementaux antérieurs à 1975, la plupart n'étant plus couverts par une concession (« mines orphelines »), en versant une fraction de leur impôt sur les bénéfices aux communes concernées. Au total, plus de 2 milliards F CFP ont ainsi été versés depuis 1990 à quatorze communes, dont 82 % durant la période 2000-2008, un maximum ayant été atteint en 2008 avec un total de 650,4 millions F CFP versés par neuf sociétés minières.

En 2008, des travaux de réhabilitation avaient été réalisés ou étaient en cours de réalisation sur dix-neuf sites miniers. Toutefois seule une partie de ces travaux concerne des opérations de revégétalisation, la majorité des fonds étant consommée pour des travaux de gestion des eaux.

Depuis 2009, le "Fonds Nickel" a été mis en place, avec reprise des missions et des financements de la délibération n° 104 (cf. annexe 1).

5.3. Code de l'environnement de la province Nord

Validé le 24 octobre 2008, ce code prévoit plusieurs dispositions en rapport avec l'exploitation minière. Il institue en province Nord un dispositif de protection des espaces naturels : les aires naturelles protégées, qui comportent six catégories. Il prévoit également une liste des espèces protégées en province Nord et une liste des espèces envahissantes. Ces listes sont appelées à évoluer rapidement, des genres protégés demandant notamment à être précisés (*Tristaniopsis* spp., *Xanthostemon* spp.) (cf. annexe 1).

5.4. Code de l'environnement de la province Sud

Adopté le 20 mars 2009, le Code de l'environnement de la province Sud est une révision et une compilation importante de textes de la province. Il comporte en particulier : la description des aires protégées ; la définition des écosystèmes d'intérêt patrimonial à des fins de conservation : les forêts denses humides, les forêts sèches, les mangroves, les herbiers et les récifs coralliens (on peut regretter que certaines formations particulières sur terrains miniers n'aient pas été prises en compte, telles que, au moins, les groupements des zones humides du Sud et certaines catégories de maquis rares ou très originaux) ; une liste des espèces protégées en province Sud ainsi qu'une liste des espèces envahissantes, qui sont également appelées à évoluer rapidement. Il convient de signaler aussi un nouveau texte important relatif à la récolte et à l'exploitation des ressources biologiques, qui concerne tout collecteur en province Sud (le texte est précisé en annexe 1).



Figure 1.15 : Verse à stériles sur le massif du Kopéto (K7).

¹ Le Schéma de mise en valeur des richesses minières a été adopté par le congrès de la Nouvelle-Calédonie le 18 mars 2009.

² La loi du pays n° 2009-6 relative au Code minier (partie législative) a été adoptée par le Congrès de la Nouvelle-Calédonie le 16 avril 2009. La partie réglementaire du Code minier a été adoptée par arrêté n° 2009-2205 du gouvernement de la Nouvelle-Calédonie le 28 avril 2009. Documents téléchargeables : <http://dimenc.gouv.nc>

BIBLIOGRAPHIE

- Aerts R., Chatain P.S. 2000. The mineral nutrient of wild plants revisited : a re-evaluation of processes and patterns. *Adv. Ecol. Res.* 30 : 1-67.
- Agosti D., Alonso L.E. 2000. The ALL protocol. A standard protocol for the collection of ground-dwelling ants : 204- 206. In : Agosti et al. (eds.) : *Ants. Standard methods for measuring and monitoring biodiversity.* Smithsonian Institution Press, Washington.
- Agren J., Elmqvist T., Tunlid A. 1986. Pollination by deceit, floral sex ratios and seed set in dioecious *Rubus chamaemorus* L. *Oecologia* 70 : 332-338.
- Allee W. C. 1931. *Animal aggregations, a study in general sociology.* Univ. Chicago Press, Chicago.
- Allee W. C. 1941. Integration of problems concerning protozoan populations with those of general biology. *Am. Nat.* 75 : 473-487.
- Amir H., Lagrange A., 2008. Arbuscular mycorrhizal fungi from New Caledonian ultramafic soil improve the tolerance to nickel of endemic plant species. Sixth International Conference on Serpentine Ecology, 16-23 juin, Bar Harbor, USA.
- Amir H., Pineau R. 2003a. Relationship between extractable Ni, Co and others metals and microbiological characteristics of different ultramafic soils from New Caledonia. *Aust. J. Soil Res.* 41 : 1-14.
- Amir H., Pineau R. 2003b. Release of Ni and Co by microbial activity in New Caledonian ultramafic soils. *Can. J. Microbiol.* 49 : 288-293.
- Amir H., Pineau R., Violette Z. 1997. Premiers résultats sur les endomycorhizes des plantes de maquis miniers de Nouvelle-Calédonie. In : *Écologie des milieux sur roches ultramafiques et sur sols métallifères* (Eds Jaffré T., Reeves R. D., Becquer T), pp.75-85. Doc. Sci. Tech. III2, ORSTOM, Nouméa.
- Amir H., Barré N., Boulègue H., Colin F., Dreyfus B., Marini J-F., Mennesson T., Pelletier B., Quantin C., Pineau R., Tassin J. 2003. Résumé des travaux du colloque et recommandations. Colloque Préservation et restauration écologique en milieux tropical minier, juillet 2003, Nouméa.
- Amir H., Perrier N., Rigault F., Jaffré T. 2007. Relationships between Ni-hyperaccumulation and mycorrhizal status of different endemic plant species from New Caledonian ultramafic soils. *Plant Soil* 293 : 23-35.
- Amir H., Jasper D.A., Abbott L.K. 2008. Tolerance and induction of tolerance to Ni of arbuscular mycorrhizal fungi from New Caledonian ultramafic soils. *Mycorrhiza* 19 : 1-6
- 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.
- Bà A.M. 1990. Contribution à l'étude de la symbiose ectomycorhizienne chez deux essences forestières d'Afrique intertropicale : *Azelia africana* Sm. et *Uapaca guineensis* Müll.Arg. Thèse, USTL, Montpellier, France, 193 p.
- Bailly Y. 1986. Étude de la germination et de la conservation des semences d'essences forestières d'intérêt économique. Rapport de convention ORSTOM/CTFT. 429 p.
- Bailly C., Benamar A., Corbineaue F., Côme D. 1997. Changes in superoxide dismutase, catalase and glutathione reductase activities in sunflower seeds during accelerated ageing and subsequent priming. In : *Basic and Applied Aspects of Seed Biology*, (Eds : Ellis R. H., Black M., Murdoch A. J., Hong T. D.) Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. pp 665-672.
- Baker A.J.M. 1981. Accumulators and excluders-strategies in the response of plants to heavy metals. *J. Plant Nut.* 3 : 643-654
- Baker A.J.M., Proctor J., Reeves R.D. 1992. *The Vegetation of Ultramafic (Serpentine) Soils* Intercept Ltd. Andover, U.K.
- Balkwill K. 2001. Serpentine ecology. *Proceedings of the third International Conference on Serpentine Ecology.* South Afr. J. Sci. 97 (part 2 special issue).
- Baroni Urbani C., Wilson E.O., 1987. The fossil members of the ant tribe Leptomyrmecini (Hymenoptera, Formicidae). *Psyche* 94 : 1-8.
- Barrabé L. 2005. Application d'une méthode d'échantillonnage floristique aux forêts denses humides de la Nouvelle-Calédonie. Mémoire ingénieur, IRD/INA Paris-Grignon.
- Barrett S. C. H. 1998. The evolution of mating strategies in flowering plants. *Trends Plant Sci.* 3 : 335-341.
- Barrière R., Dagostini G., Rigault F., Munzinger J. 2007. Caractérisation et cartographie de la végétation des milieux miniers de la côte Ouest de la Nouvelle-Calédonie. Rapport de Convention IRD/ DDEE Province Nord. 55 p+ cartes en annexe.
- Barrière R., Nigote W., Rigault F., Dagostini G., Munzinger J. 2008. Caractérisation et cartographie de la végétation des milieux miniers de la côte Nord Est de la Nouvelle-Calédonie. Rapport de Convention IRD/ DDEE Province Nord. 38 p + cartes en annexe.
- Bartish I.V., Swenson U.V., Munzinger J., Anderberg A.A. 2005. Phylogenetic relationships among New Caledonian Sapotaceae (Ericales) : molecular evidence for genetic polyphyly and repeated dispersal. *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., Sadler R.A. 2000. The Herpetofauna of New Caledonia. Society for the Study of Amphibians and Reptiles. Ithaca, New York, USA, 310 p.
- Becher M., Talke I.N., Krall L., Krämer U. 2004. Cross-species microarray transcript profiling reveals high constitutive expression of metal homeostasis genes in shoot of the zinc hyperaccumulator *Arabidopsis halleri*. *Plant J.* 37 : 251-268.
- Becquer T., Bourdon E., Pétard J. 1995a. Disponibilité du nickel le long d'une toposéquence de sol développé sur roches ultramafiques de Nouvelle-Calédonie. *C.R. Acad. Sci. Paris, Ser. IIa*, 321 : 585-592.
- Becquer T., Bourdon E., L'Huillier L. 1995b. Disponibilité du nickel dans les sols développés sur roches ultramafiques de Nouvelle-Calédonie. 3^e Conférence Internationale sur la Biogéochimie des Éléments Traces, Ministère de l'Environnement, 15-19 mai 1995, Paris.
- Becquer T., Bourdon E., L'Huillier L. 1997. Mobilité du nickel dans les sols ferrallitiques ferritiques du Sud de la Nouvelle-Calédonie. In : *Écologie des milieux sur roches ultramafiques et sur sols métallifères* (éds Jaffré T., Reeves R. D., Becquer Th.), pp.57-63. Doc. Sci. Tech. III2, ORSTOM, Nouméa.
- Becquer T., Bourdon E., L'Huillier L., Quantin P., Herbillon A. 1998. Sources du nickel biodisponible dans les sols ferrallitiques ferritiques du sud de la Nouvelle-Calédonie. 16^e Congrès Mondial de la Science du Sol, 20-26 août 1998, Montpellier.
- Becquer T., Quantin C., Sicot M., Boudot J.P. 2003. Chromium availability in ultramafic soils from New-Caledonia. *Sci. Total Environ.* 301 : 251-261.
- Bellefontaine R., Sabir M., Kokou K., Guinko S., Saadou M., Ichaou A., Chaar H., Battono B.A., Saley K., Jhonn L. 2003. Revégétalisation, une quatrième voie : la propagation végétative naturelle. In : *Actes du XII^e Congrès forestier mondial. La forêt, source de vie*, Québec, Canada.
- Bewley J. D. 1997. Seed germination and dormancy. *Plant Cell* 9 : 1055-1066.
- Bird E.C., Dubois J.P., Iltis J.A. 1984. The impact of opencast mining on the rivers and coast of New Caledonia. The United Nations University. 53 p. Tokyo.
- Black M., Bewley D., Halmer P. 2006. *The Encyclopedia of Seeds : Science, Technology and Uses*. Ed. CAB.
- Boissenin M., Gomez S., Barré N., Chambrey C., Tassin J. 2006. Interactions entre l'aviafaune frugivore et la flore ligneuse en forêt sèche de Nouvelle-Calédonie. Rapport Programme Forêt Sèche n°3/2006.
- Bolton B. 1995. A new general catalogue of the ants of the World (Hymenoptera : Formicidae). Harvard University Press, Cambridge.
- Bonello P., Bruns T.D., Gardes M. 1998. Genetic structure of a natural population of the ectomycorrhizal fungus *Suillus pungens*. *New Phytol.* 138 : 533-542.
- Bonzon B., L'Huillier L., Edighoffer S., Bourdon E., Becquer T., Laubreaux P. 1995. Facteurs de la fertilité et de mise en valeur des sols ferrallitiques du Sud de la Grande Terre. Historique et résultats des recherches. Questions pour l'avenir. Nouméa, ORSTOM. *Conv. Sci. Vie; Agropédo.* 31 : 32 p.
- Bonzon B., Edighoffer S., L'Huillier L., Bourdon E., Becquer T. 1997. Facteurs de fertilité et conditions de mise en valeur des sols ferrallitiques ferritiques du Sud de la Grande Terre : problématique de leur étude. In : *Écologie des milieux sur roches ultramafiques et sur sols métallifères* (éds Jaffré T., Reeves R. D., Becquer T.), pp.39-47. Doc. Sci. Tech. III2, ORSTOM, Nouméa.
- Bonzon B., Dupont S., L'Huillier L. 2001. Mise en valeur des sols ferrallitiques des massifs du Sud de la Nouvelle-Calédonie. Fertilisations phosphatées et toxicités métalliques. Synthèse des résultats. Nouméa : ORSTOM. *Conv. ; Sci. Vie ; Agropédo.*, 36 : 61 p.
- Bottin L. 2006. Déterminants de la variation moléculaire et phénotypique d'une espèce forestière en milieu insulaire : cas de *Santalum austrocaledonicum* en Nouvelle-Calédonie. Thèse, Univ. Montpellier II, 132 p + annexes.
- Bottin L., Verhaegen D., Tassin J., Olivier I., Vaillant A., Bouvet J.M. 2005. Genetic diversity and population structure of an insular tree, *Santalum austrocaledonicum* in New Caledonian archipelago. *Mol. Ecol.* 14 : 1979-1989.
- Bourdon E., Becquer T., Edighoffer S., Bonzon B. 1997. Caractérisation du comportement physique de deux types de faciès de sol ferrallitiques issus de roches ultramafiques. In : *Écologie des milieux sur roches ultramafiques et sur sols métallifères* (éds Jaffré T., Reeves R. D., Becquer T.), pp.49-55. Doc. Sci. Tech. III2, ORSTOM, Nouméa.
- Boutherin D., Bron G. 2002. Multiplication des plantes horticoles. Ed. Tec & Doc. 2^e édition. 248 p.
- Boyd R.S. 2002. Does elevated body Ni concentration protect insects against pathogens ? A test using *Melanotrichus boydi* (Heteroptera : Miridae). *Am. Midl. Nat.* 147 (2) : 225-236.
- Boyd R.S. 2009. High nickel insects and nickel hyperaccumulator plants : a review. *Insect Sci.* 16 : 19-31
- Boyd R.S., Jaffré T. 2009. Elemental concentration of eleven New Caledonian plant species from serpentine soils : Elemental correlations and leaf age effects. *Northeast. Nat.* 16 (5) : 93-110.
- Boyd R.S., Martens S.N. 1992. The raison d'être for metal hyperaccumulation by plants. pp 279-289. In : *The vegetation of ultramafic (serpentine) soils* (Baker A.J.M., Proctor J., Reeves R.D., eds). Intercept, Andover, UK.
- Boyd R.S., Baker A.J.M., Proctor J. 2004. Ultramafic rocks : their soils, vegetation and fauna. *Proceedings of the 4th International Conference on Serpentine Ecology. Science reviews 2000 Ltd.* St Albans, Herts, UK.
- Boyd R.S., Wall M., Jaffré T. 2006. Nickel levels in arthropods associated with Ni hyperaccumulator plants from an ultramafic site in New Caledonia. *Insect Sci.* 13 : 271-277.
- Bradshaw A. D. 1997a. Restoration after mining for metals - an ecological view. In : *Écologie des milieux sur roches ultramafiques et sur sols métallifères* (éds T. Jaffré, R. D. Reeves, Th Becquer), pp.239-248. Doc. Sci. Tech. III2, ORSTOM, Nouméa.

- Bradshaw A. D. 1997b. Restoration of mined lands – using natural processes. *Ecol. Eng.* 8 : 255-269.
- Brady K.U., Kruckeberg A.R. and Bradshaw Jr. H.D. 2005. Evolutionary ecology of plant adaptation to serpentine soils. *Ann. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 36 : 243-266.
- Brinon L.C. 2009. Répartition, écologie et multiplication de deux espèces de *Xanthostemon*, pour la conservation des espèces et la restauration des sites miniers. Rapport stage IAC, 2^e année Deust RGE, Univ. Nouvelle-Calédonie, 41 p.
- Brooks R.R. 1987. Serpentine and its vegetation : a multi-disciplinary approach. Dioscorides Press, Portland Oregon.
- Brooks R.R., Lee J., Reeves R.D., Jaffré T. 1977. Detection of nickeliferous rocks by analysis of herbarium specimens of indicator plants. *J. Geochem. Explor.* 7 : 49-57.
- Brundrett M. Mycorrhizal associations : the web resource, [En ligne]. <http://mycorrhizas.info/info.html> (Page consultée le 1^{er} décembre 2009).
- Brundrett M.C., 2009. Mycorrhizal associations and other means of nutrition of vascular plants : understanding the global diversity of host plants by resolving conflicting information and developing reliable means of diagnosis. *Plant and Soil*, 320 : 37-77.
- Brys R., Jacquemyn H., Hermy M. 2008. Pollination efficiency and reproductive patterns in relation to local plant density, population size, and floral display in the rewarding *Listera ovata* (Orchidaceae). *Bot. J. Linn. Soc.* 157 : 713-721.
- Buyck B., Hofstetter V., Eberhardt U., Verbeke A., Kauff F. 2008. Walking the thin line between *Russula* and *Lactarius* : the dilemma of *Russula* subsect. *Ochricompaetae*. *Fungal Divers.* 28 : 15-26.
- Chaintreuil C., Rigault F., Moulin J., 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 2^e partie, étude zoologique. Rap. No. 15. Conventions Sciences de la Vie Zoologie. IRD, Nouméa.
- Chazeau J., Jourdan H., Bonnet de Larbogne L., Konghouleux J., Potiroa 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.) *Neoclaviccoccus ferrisi* n.g. n. sp. et *Neoclaviccoccus bugnicourti* n. sp. *Bulletin de la Société entomologique de France* 64 : 88-91.
- Cohic F. 1959b. Notes sur les espèces néocalédoniennes du genre *Orchamoplatus* Russell (Homoptera Aleyrodidae). *Journal d'Agriculture tropicale et de Botanique appliquée* 6 : 494-497.
- Colin F., Parron C., Bocquier G., Nahon D. 1980. Nickel and chromium concentration by chemical weathering of pyroxenes and olivine. UNESCO Intern. Symp. Athènes, 2 : 56-66.
- Côme D. 1982. Végétation. pp. 129-225. In : Mazliak P, eds. *Physiologie végétale, II. Croissance et développement*. Hermann, Paris,
- Côme D., Corbinau F. 2000. Storage of seeds. pp. 755-770. In : *Improving Postharvest Technologies of Fruits, Vegetables and Ornamentals*, Artes F., Gill M.J., Conesa M.A. (eds).
- Côme D., Corbinau 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., Sarraill J-M., Marion F. 2001. Espèces endémiques et restauration écologique en Nouvelle-Calédonie. *Bois et Forêts des Tropiques* 268 : 57-67.
- Dagostini G., Veillon J.M., Jaffré T. 1997. Inventaire et caractérisation de la flore et des groupements végétaux du massif de la Tiébaghi. Convention ORSTOM/SLN. Nouméa 14 p + annexes.
- Davis H. G., Taylor C. M., Lambrinos J. G., Strong D. R. 2004. Pollen limitation causes an Allee effect in a wind-pollinated invasive grass (*Spartina alternifolia*). *Proc. Natl. Acad. Sci.* 101 : 13804-13807.
- Derroire G., Lagrange A., Tassin J. 2008. Flowering and fruiting phenology in maquis of New Caledonia. *Acta Bot. Gallica* 155 : 263-275.
- Desmoulin F., Barré N. 2004. Inventaire et écologie de l'avifaune du plateau de Goro. Rapport IAC/Programme Elevage et Faune Sauvage n° 9/2004, 47 p.

- Dionisio C. 2008. Étude de l'impact du cerf rusa *Cervus timorensis* rusa sur la restauration des sites miniers de Nouvelle-Calédonie. Stage IAC, Mémoire 2^e année Master Conservation et Restauration des Écosystèmes, Univ. Paul Verlaine – Metz, juillet 2008, 129 p.
- Dobzhansky T. 1937. Genetics and the Origin of Species, Columbia University Press.
- Ducoussou 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.
- Ducoussou M., Contesto C., Cossegal M., Prin Y., Rigault F., Eyssartier G., 2004. *Cantharellus garnierii* sp. nov., une nouvelle chanterelle des maquis miniers nickélifères de Nouvelle-Calédonie. Cryptogamie Mycol. 25 : 115-125.
- Duhoux E., Rinaudo G., Diem H.G., Augy F., Fernandez D., Boguusz D., Franche C., Dommergue Y., Huguenin B. 2001. Angiosperm *Gymnostoma* trees produce root nodules colonized by arbuscular mycorrhizal fungi related to *Glomus*. New Phytol. 149 : 115-125.
- Dumbleton L.J. 1961. The Aleyrodidae (Hemiptera-Homoptera) of New Caledonia. Pacific Science 15 : 114-136.
- Dupon J.F. 1986. Les effets de l'exploitation minière sur les îles hautes : le cas de l'extraction du minerai de nickel en Nouvelle-Calédonie. Environnement étude de cas, Pacifique Sud N°1, PROE, PNUE, CPS Nouméa.
- Duponnois R., Garbaye J., Bouchard D., Churin J.L. 1993. The fungus-specificity of mycorrhization helper bacteria (MHBs) used as an alternative to soil fumigation for ectomycorrhizal inoculation of bare-root Douglas-fir planting stocks with *Laccaria laccata*. Plant Soil 157 : 257-262.
- Duponnois R., Ouahmane L., Galiana A., Hafidi M., Prin Y., Dreyfus B. 2007. Valoriser et conserver les ressources forestières méditerranéennes : rôle potentiel des champignons mycorrhiziens associés à la strate arbustive pionnière. Bois et Forêts des Tropiques 294 : 29-37.
- Elam D. R., Ridley C. E., Goodell K., Ellstrand N. C. 2007. Population size and relatedness affect fitness of a self-incompatible invasive plant. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 104 :549-552.
- Emerson B. C. 2002. Evolution on oceanic islands : molecular phylogenetic approach to understanding pattern and processes. Mol. Ecol. 11 : 951-966.
- Enright N.J., Rigg L., Jaffré T. 2001. Environmental controls on species composition along a (maquis) shrubland to forest gradient on ultramafics at Mt Do, New Caledonia. South African J. Sci. 97 : 573-580.
- Eyssartier G. 2009. Mission d'introduction à un inventaire mycologique de la Nouvelle-Calédonie. Rapport de mission, CIRAD, 10 p.
- Eyssartier G., Buyck B., Ducoussou 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., Poitichili E. 2007. Installation d'une unité de multiplication végétative. La Calédonie Agricole. 112 : 20-24.
- Gâteblé G., Wamytan D. 2008. Substrats en horticulture ornementale. La Calédonie Agricole. 116 : 40-45.
- Gauthier D., Navarro E., Rinaudo G., Jaffré T., Jourand P., Prin Y. 1999a. Isolation, caractérisation (PCR-RFLP) and specificity of *Frankia* from 8 *Gymnostoma* species endemic to New Caledonia. Eur. J. Soil Biol. 35 : 199-205.
- Gauthier D., Jaffré T., Prin Y. 1999b. Occurrence of both *Casuarina*-infective and *Elaeagnus*-infective *Frankia* strains within actinorhizae of *Casuarina collina*, endemic to New Caledonia. Eur. J. Soil Biol. 35 : 9-15.
- Gauthier D., Jaffré T., Prin Y. 2000. Abundance of *Frankia* from *Gymnostoma* spp. in the rhizosphere of *Alphitonia neocaledonica*, a non-nodulated Rhamnaceae endemic to New Caledonia. Eur. J. Soil Biol. 36 : 169-175.
- Gendre D., Czernic P., Conéjéro G., Pianelli K., Briat J-F., Lebrun M. and Mari S. 2007. TcYSL3, a member of the YSL gene family from the hyperaccumulator *Thlaspi caerulescens*, encodes a nicotianamine-Ni/Fe transporter. Plant J. 49 : 1-15.

BIBLIOGRAPHIE

- Godley, E. J. 1979. Flower biology in New Zealand. *New Zeal. J. Bot.* 467-508.
- Grandcolas P, 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 caribaea* with pure cultures of mycorrhizal fungi in Puerto Rico. XVI IUFRO-Congress Munich, Vol. V, 139-148.
- Hanikken M., Talke I.N., Haydon M.J., Lanz C., Nolte A., Motte P., Kroymann J., Weigel K., Krämer U. 2008. Evolution of metal hyperaccumulation required cis-regulatory changes and triplication of HMA4. *Nature* 453 : 391-395.
- Haydon M.J., Cobbett C.S. 2007. Transporters of ligands for essential metal ions in plants. *New Phytol.* 174 : 499-506.
- Hegarty T.W. 1978. The physiology of seed hydration and dehydration, and the relation between water stress and the control of germination : a review. *Plant Cell Environ.* 1 : 101-119.
- Heller R. 1969. Biologie végétale. II. Masson et Cie, 578 p.
- Herbert J., Hollingsworth P.M., Gardner M.F., Mill R.R., Thomas P.L., Jaffré T. 2002. Conservation genetics and phylogenetics of New Caledonian *Retrophillum* (Podocarpaceae) species. *New Zeal. J. Bot.* 40 (2) : 175-188.
- Herrera A., Hery M., Stach J.E.M., Jaffré T., Normand P., Navarro E. 2007. Species richness and phylogenetic diversity comparisons of soil microbial communities affected by nickel-mining and revegetation efforts in New Caledonia. *Eur. J. Soil Biol.* 43 : 130-139.
- Hery M., Nazaret S., Jaffré T., Normand Ph., Navarro E. 2003. Adaptation to nickel spiking of bacterial communities in Neo-caledonian soils. *Environ. Microbiol.* 5 (1) : 3-12.
- Hery M., Philippot L., Meriaux E., Poly F., Le Roux X., Navarro E. 2005. Nickel mine spoils revegetation attempts : effect of pioneer plant on two functional bacterial communities involved in the N-cycle. *Environ. Microbiol.* 7 : 486-498.
- Hibbett D.S., Donoghue M.J. 2000. Evolutionary instability of ectomycorrhizal symbioses in basidiomycetes. *Nature* 407 : 506-508.
- Higgins P.J. 1999. Handbook of Australian, New Zealand and Antarctic birds. Vol 4. Parrots to Dollarbirds. P.J. Higgins Editeur. Oxford University Press.
- Higgins P.J., Peter J.M., Steele W.K. (eds) 2001. Handbook of Australian, New Zealand and Antarctic birds. Vol 5. Tyrant-flycatchers to Chats. Oxford University Press.
- Hobbs R.J., Harris J.A. 2001. Restoration Ecology : repairing the Earth's ecosystems in the New Millennium. *Restor. Ecol.* 9 : 239-246.
- Holloway J. 1979. A survey of the Lepidoptera, biogeography and ecology of New Caledonia. W. Junk, The Hague, Series Entomologica 15, 588 p.
- Honnay O., Jacquemyn H. 2006. Susceptibility of common and rare plant species to the genetic consequences of habitat fragmentation. *Conserv. Biol.* 21 : 823-831.
- Hope G., Pask J. 1998. Tropical vegetational change in the late Pleistocene of New Caledonia. *Palaeogeography, 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 ultrabasiques 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 Vavouta. Rapport de consultance IRD/Falconbridge 20 p.
- Jaffré T., Latham M. 1974. Contribution à l'étude des relations sol-végétation sur un massif de roches ultrabasiqes de la côte Ouest de la Nouvelle-Calédonie : le Boulinda. *Adansonia* 14 (3) : 311-336.
- Jaffré T., Latham M. 1976. Recherches sur les possibilités d'implantation végétale sur déblais miniers. Rapport de convention ORSTOM/SLN. 16 p.
- Jaffré T., Pelletier B. 1992. Plantes de Nouvelle-Calédonie permettant de revégétaliser des sites miniers. S.L.N., Nouméa. 114 p.
- Jaffré T., Rigault F. 1989. Recherches sur les possibilités d'implantation végétale sur sites miniers. Nouméa : ORSTOM, 20 p.
- Jaffré T., Rigault F. 1991a. Recherches sur les possibilités d'implantation végétale sur déblais miniers. ORSTOM/SLN, Nouméa. *Sci. Vie, Bota., Convention*, n°5. 77 p.
- Jaffré T., Rigault F. 1991b. Recherches sur les possibilités d'implantation végétale sur déblais miniers ORSTOM/SLN, Nouméa. *Sci. Vie, Bota., Convention*, n°4. 43 p.
- Jaffré T., Rigault F. 1998. Gestion de la diversité floristique en zone minière. Actes du colloque sur l'environnement Koné 29-31 juillet 1998 (ed. B.Cressens, Province Nord) pp 166-170. Pouembout Nouvelle-Calédonie.
- Jaffré T., Schmid M. 1974. Accumulation du nickel par une Rubiacée de Nouvelle-Calédonie, *Psychotria douarrei* (Beauvisage G.) Däniker. *C.R. Acad. Sci. Paris, (D)* 278 : 1727-1730.
- Jaffré T., Veillon J.M. 1990. Étude floristique et structurale de deux forêts denses humides sur roches ultrabasiqes en Nouvelle-Calédonie. *Bull. Mus. Natl. Hist. Nat., Paris, sér. 12, section B, Adansonia* 1990 (3-4) : 243-273.
- Jaffré T., Latham M., Quantin P. 1971. Les sols des massifs miniers de Nouvelle-Calédonie et leur relation avec la Végétation. Rapport ORSTOM. 26 p + annexes.
- Jaffré T., Brooks R.R., Lee J., Reeves R.D. 1976. *Sebertia acuminata* : a hyperaccumulator of nickel from New-Caledonia. *Science* 193 : 579-580.
- Jaffré T., Latham M., Schmid M. 1977. Aspects de l'influence de l'extraction du minerai de nickel sur la végétation et les sols en Nouvelle-Calédonie. *Cah. ORSTOM (Biol.)*, 12 (4) : 307-321.
- Jaffré T., Brooks R.R., Trow J.M. 1979a. Hyperaccumulation of nickel by *Geissois* species. *Plant Soil* 51 (1) : 157-162.
- Jaffré T., Kersten W., Brooks R.R., Reeves R.D. 1979b. Nickel uptake by Flacourciaceae of New-Caledonia. *Proc. R. Soc. Lond. (B)* 205 : 385-394.
- Jaffré T., Morat P., Veillon J.M., MacKee H.S. 1987. Changements dans la végétation de la Nouvelle-Calédonie au cours du Tertiaire : la végétation des roches ultrabasiqes. *Bull. Mus. natl. Hist. nat., B, Adansonia*, 4è. Sér. 9 (3) : 273-288.
- Jaffré T., Rigault F., Sarraillh 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., Sarraillh 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.

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

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

- 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, *Phthorimaema 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 Columbia. pp. 213-225.
- Mercky S. 1999. Rhizobactéries natives de Nouvelle-Calédonie promotrices de la croissance des plantes. Bois et Forêts des Tropiques 262 : 80-83
- Meyer J.Y., Loope L.L., Sheppard A., Munzinger J., Jaffré T. 2006. Les plantes envahissantes et potentiellement envahissantes dans l'archipel néo-calédonien : première évaluation et recommandations de gestion. In : Beauvais M. L., Coléno A., Jourdan H. (Eds). Les espèces envahissantes dans l'archipel néo-calédonien = Invasive species in the New Caledonian archipelago. Paris : IRD, pp 50-115.
- Morat P. 1993. Our knowledge of the flora of New Caledonia : endemism and diversity in relation to vegetation types and substrates. Biodiversity letters 1 :72-81.
- Morat P., Jaffré T., Veillon J.M., Mac Kee H.S. 1981. Végétation. Atlas de la Nouvelle-Calédonie et Dépendances. planche 15, carte et notice. ORSTOM, Paris.
- Morat P., Jaffré T., Veillon J.M. 1986. Affinités floristiques et considérations sur l'origine des maquis miniers de la Nouvelle-Calédonie, Bull. Mus. natl. Hist. nat., Paris, sér. 9, section B, Adansonia (2) : 133-182.
- Morat P., Jaffré T., Veillon M. 1994. Richesse et affinités floristiques de la Nouvelle-Calédonie : conséquences directes de son histoire géologique. Mém. Soc. Biogéogr. (3^e série) IV : 111-123.
- Morat P., Jaffré T., Veillon J.M. 1995. Data sheet of Grande Terre, New Caledonia. Centres of Plant Diversity : a guide and strategy for their conservation (eds David S.D., Heywood V.H., Hamilton A.C.). IUCN-WWF. Oxford University Press, pp 529-637
- Morat P., Jaffré T., Veillon J.M. 1999. Menaces sur les taxons rares et endémiques de la Nouvelle-Calédonie. Bull. Soc. Bota. du Centre Ouest 19 : 129-144.
- Morat P., Jaffré T., Tronchet F., Munzinger J., Pillon Y., Veillon J.M. Chalopin M. 2010. Référentiel taxonomique de la flore vasculaire indigène de la Nouvelle-Calédonie. (En préparation).
- Munzinger J., Dagostini G., Rigault F., Kurpitz D. 2007. Inventaire de la réserve de Forêt Nord. Rapport de Consultance IRD/Goro Nickel S.A.
- Munzinger J., Kurpitz D., Rigault F., Dagostini G. 2008a. Caractérisation taxonomique et patrimoniale des lambeaux forestiers dans le Grand Sud Calédonien, implication pour la gestion et la préservation de ces formations. Rapport de Convention IRD/DRN Province Sud. 65 p.
- Munzinger J., McPherson G., Lowry P.P. II. 2008b. A second species in the endemic New Caledonian genus *Gastrolepis* (Stemonuraceae), and its implication for the conservation status of high altitude maquis vegetation : Coherent application of the IUCN red list criteria is urgently needed in New Caledonia. Bot. J. Linn. Soc. 157 : 775-788.
- Murienne J., Grandcolas P., Piulachs M.D., Belles X, D'Haese, Legendre F., Pellens R., Guilbert E. 2005. Evolution on a shaky piece of Gondwana : is local endemism recent in New Caledonia? Cladistics 21 :2-7.
- Myers N. 1998. Threatened biotas "Hot Spots" in tropical forest. The Environmentalist 8 : 107-208.
- Myers N., Mittermeier R.A., Mittermeier C.G., da Fonseca G.A.B., Kent J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature 403 :853-858.
- Nasi R., Jaffré T., Sarraillh J.M. 2002. Les forêts de montagne de Nouvelle-Calédonie. Bois et Forêts des Tropiques 274 : 5-17.
- Navarro E., Nalin R., Gauthier D., Normand P. 1997. The nodular microsymbionts of *Gymnostoma* spp. are *Elaeagnus*-infective *Frankia* strains. Appl. Environ. Microb. 63 : 1610-1616.
- Navarro E., Rouvier C., Normand P., Domenach A.M., Simonet P., Prin Y. 1998. Evolution of *Frankia*-Casuarinaceae interactions. Genetics selection evolution, 30 suppl. 1 : S357-S372. Colloque national BRG/USTL. 2, 1997-10-08/1997-10-10, Lille, France.
- Navarro E., Jaffré T., Gauthier D., Gourbière F., Rinaudo G., Simonet P., Normand P. 1999. Distribution of *Gymnostoma* spp. microsymbiotic *Frankia* strains in New Caledonia is related to soil type and to host-plant species. Mol. Ecol. 8 : 1781-1788.
- Nielsen I., Labat J.N., Munzinger J. 2005. Synopsis of *Storckiaella* Seem. (Leguminosae-Caesalpinioideae) with description of a new species and a new subspecies from New Caledonia. Adansonia, sér. 3, 27 : 217-230.
- Nikolaeva M.G. 1969. Physiology of deep dormancy in seeds. Izdatel'stvo "Nauka", Leningrad [Translated from Russian by Z. Shapiro, National Science Foundation, Washington, DC].
- Nikolaeva M.G. 1977. Factors controlling the seed dormancy pattern. In : the Physiology and Biochemistry of Seed Dormancy and Germination" (A. A. Khan, ed.), North-Holland, Amsterdam/New York. pp.51-74.

- Oddi A. 2004. Caractérisation floristique et structurale de deux forêts denses humides du Sud de la Nouvelle-Calédonie. IRD/Univ. Rouen. 22 p.
- O'Dowd D.J., Green P.T., Lake P.S. 2003. Invasional 'meltdown' on an oceanic island. *Ecol. Lett.* 6 (9) : 812-817.
- Oostermeijer J.G.B., Luijten S.H., den Nijs J.C.M. 2003. Integrating demographic and genetic approaches in plant conservation. *Biol. Conserv.* 113 : 389-398.
- Orvain M. 2007. Identification et caractérisation des Cypéracées candidates à la restauration des sites miniers de Nouvelle-Calédonie. Rapport de stage IAC, IUT de Caen, 43 p.+annexes.
- Ozbingol N., Corbineau F., Come D. 1998. Responses of tomato seeds to osmoconditionning as related to temperature and oxygen. *Seed Sci. Res.* 8 : 377-384.
- Papineau C. 1989. Le Chêne Gomme (*Aristolochia gummiferum*) en Nouvelle-Calédonie. Mémoire 3^e année.
- Paris J.P. 1981. Géologie de la Nouvelle-Calédonie. Un essai de synthèse Mém. N°113, Bureau de Recherches Géologiques et Minières, Orléans 278 p.
- Paton D.C. 1982. The diet of the New-Holland Honeyeater *Phylidonyris novaehollandiae*. *Aust. J. Ecol.* 7 : 279-298.
- Pauly A., Munzinger J. 2003. Contribution à la connaissance des Hyménoptères 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 écosystèmes corallines (éds Paury 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.
- Petinet M. 1991. Valorisation de la flore de Nouvelle-Calédonie : Étude du potentiel horticole de quelques espèces des terrains miniers. ORSTOM/ENSH, Nouméa.
- Pillon Y. 2008. Biodiversité, origine et évolution des Cunoniaceae : implication pour la conservation de la flore de Nouvelle-Calédonie. Thèse, IRD, Univ. Nouvelle-Calédonie.
- Pillon Y., Munzinger J., Amir H., Hopkins H., Chase M.W. 2009. Reticulate evolution on a mosaic of soils; diversification of the New Caledonian endemic genus *Codia* (Cunoniaceae). *Mol. Ecol.* 18 : 2263-2275.
- Pintaud J.C. 2006. The impact of forest disturbance on the palms of New Caledonia. *Palms* 50 (3) : 123-135.
- Pintaud J.C., Jaffré T. 2001. Pattern of diversification of palms on ultramafic rocks in New Caledonia. *South Afr. J. Sci.* 97 (11-12 part 2) : 548-550.
- Pintaud J.C., Jaffré T., Puig H. 2001. Chorology of New Caledonian palms and possible evidence of Pleistocene rain refugia. *C. R. Acad. Sci.* 324 : 1-11.
- Platnick N. 1993. The araneomorph spider fauna of New Caledonia. *Biodiv. Lett.* 1 : 102-106.
- Proctor J. 1970. Magnesium as a toxic element. *Nature* 227 : 742-743.
- Proctor J. 2003. Vegetation and soil and plant chemistry on ultramafic rocks in the tropical Far East. *Perspec. Plant Ecol.* 61, 2 : 105-124.
- Proctor J., McGowan I. 1976. Influence of magnesium on nickel toxicity. *Nature* 176 : 234.
- Proctor J., Nagy 1992. Ultramafic rocks and their vegetation. The Vegetation of Ultramafic (Serpentine) Soils, (eds Baker A.J.M., Proctor J., Reeves R.D.), pp.101-107. Intercept Ltd. Andover, U.K.
- Proctor J., Woodell S.R.J. 1975. The ecology of serpentine soils; *Adv. Ecol. Res.* 9 : 255-365.
- Pupier C. 2006. Influence de la mycorrhization sur la croissance de quelques espèces végétales en présence de concentrations phytotoxiques de nickel. Mémoire Ingénieur, Institut National Polytechnique de Lorraine, Nancy. 39 p.
- Qiu Y-L., Lee J., Bernasconi-Quadroni F., Soltis D.E., Soltis P.S., Zanis M., Zimmer E.R., Savolainen V., Chase M.W. 1999. The earliest angiosperms : evidence from mitochondrial, plasmid and nuclear genomes. *Nature* 402 : 404-407.
- Quantin P., Bourdon E., Becquer T. 1997. Minéralogie et contraintes édaphiques des sols «ferritiques» dérivés de roches ultramafiques en Nouvelle-Calédonie : relation entre constituants minéraux et disponibilité en certains éléments (Al, Fe, Si, Mg, Mn, Ni, Co, Cr, Cu,Zn, et Mo) facilement solubles. Écologie des milieux sur roches ultramafiques et sur sols métallifères (éds Jaffré T., Reeves R. D., Becquer T.). Doc. Sci. Tech. III2, ORSTOM, Nouméa. pp.13-25.

BIBLIOGRAPHIE

- Quantin C., Becquer T., Berthelin J. 2002. Mn-Oxide : a major source of easily mobilisable Co and Ni under reducing conditions in New Caledonia ferralsols. *CR. Geosci.* 334 : 273-278.
- Rajakaruna N., Boyd R.S. (Eds). 2009. Soil and biota of serpentine : a world view. Proceedings of the sixth International Conference on Serpentine Ecology. Northeast. Nat. 16 (special issue 5).
- Rao N. K., Hanson J., Dulloo M. E., Ghosh K., Nowell D., Larinde M. 2006. Manuel de la manipulation des semences dans les banques de gènes. Manuels pour les banques de gènes N°8. Biodiversity International, Rome, Italie.
- Raven P.H., Axelrod D.I. 1972. Plate tectonics and Australasian biogeography. *Science* 176 : 1379-1386.
- Raven R.J. 1991. A revision of the Mygalomorph spider family Dipluridae in New Caledonia (Araneae). Mémoires du Muséum national d'Histoire naturelle, Zoologie 149 : 87-117.
- Raven R.J. 1994. Mygalomorph spiders of the Barychelidae in Australia and the western Pacific. *Memoirs of the Queensland Museum* 35 : 291-706.
- Raynal J. 1974. Notes cypérolologiques 22. Les *Costularia* de Nouvelle-Calédonie. *Adansonia*, ser.2, 14 : 337-377.
- Read J., Hallam P., Cherrier J.F. 1995. The anomaly of monodominant tropical rainforests : some preliminary observations in the *Nothofagus*-dominated rainforest in New Caledonia. *J. Trop. Ecol.* 11, 3 : 359-389.
- Read J., Jaffré T., Godrie E., Hope G., Veillon J.M. 2000. Structural and floristic characteristics of some monodominant and adjacent mixed rainforests in New Caledonia. *J. Biogeogr.* 27 : 233-250.
- Read J., Sanson G.D., de Garine-wichatitsky M., Jaffré T. 2006a. Sclerophylly in two contrasting tropical environments; low nutrient vs. low rainfall. *Am. J. Bot.* 93 (11) : 1601-1614.
- Read J., Sanson G.D., Jaffré T., Burd M. 2006b. Does tree size influence timing of flowering in *Cerberiopsis candelabra* (Apocynaceae), a long-lived semelparous tree? *J. Trop. 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., Berzain 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 hyperaccumulation. *Trends Plant Sci.*, 13 : 208-215.
- Ross S.M. 1994. Retention, transformation and mobility of toxic metal in soils. Toxic metals in soil-plant systems. (ed. S.M. Ross) John Wiley & Sons Ltd. pp. 63-152.
- Ruiz O. 2006. Étude de top-soils des terrains miniers en Nouvelle-Calédonie. Premiers résultats sur leur potentiel germinatif. Mémoire, Master Biologie Géosciences Agrosources Environnement 2^e année, Univ. Montpellier II, septembre 2006, 53 p.+annexes.
- Sadler R.A., Smith S.A., Whitaker A., Bauer A.M. 2008. A New Live-Bearing Species of Scincid Lizard (Reptilia : Scincidae) from New Caledonia, Southwest Pacific. *Pac. Sci.* 63 (1) : 123-136.
- Saley K., Batonio Babou A., Bellefontaine R., Ichaou A. 2003. Reboiser au moindre coût les zones semi-arides par marcottage naturel : A less costly reforestation of semi-arid areas by natural layering. In : Actes du XII^e Congrès forestier mondial. La forêt, source de vie, Québec, Canada.
- Sarlin P. 1954. Bois et forêts de la Nouvelle-Calédonie. Centre Techn. Forest. Trop. 330 p.
- Sarraillh J.M. 2001. Bilan des recherches menées par L'IAIC sur la revégétalisation des sites miniers. IAC Programme Forêt Nouméa.
- Schmid M. 1981. Fleurs et plantes de Nouvelle-Calédonie. Les Editions du Pacifique 164 p.
- Schmid M. 1982. Endémisme et spéciation en Nouvelle-Calédonie. *C. R. Soc. Biogéogr.* 58 (2) : 52-60.
- Schüßler A., Schwarzott D., Walker C., 2001. A new fungal phylum, the Glomeromycota : phylogeny and evolution. *Mycol. Res.* 105 : 1413-1421.

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

BIBLIOGRAPHIE

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

SIGLES et ACRONYMES

- ABA** : Acide abscissique.
- AIA** : Acide indole acétique (hormones de bouturage).
- AIB** : Acide indole butyrique (hormones de bouturage).
- Amap** : botAnique et bioinforMatique de l'Architecture des Plantes.
- ANA** : Acide naphthalène 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.