

LA FAUNE DES MILIEUX SUR ROCHES ULTRAMAFIQUES

Nicolas BARRÉ, Jean CHAZEAU et Hervé JOURDAN

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

- 1.1. Les oiseaux qui fréquentent le maquis
- 1.2. La quête du nectar et la pollinisation
- 1.3. La consommation des fruits et la dissémination des semences
- 1.4. La capture et le contrôle des insectes phytophages
- 1.5. Rôle des oiseaux en maquis minier : conclusion

2. L'HERPÉTOFAUNE DES TERRAINS MINIERS

- 2.1. Isolement et radiation endémique des reptiles
- 2.2. Les ressources exploitées par les reptiles des terrains miniers
- 2.3. Préservation des milieux et conservation des reptiles

3. LES ARTHROPODES DES MASSIFS MINIERS

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

4. POUR CONCLURE SUR LA FAUNE DES TERRAINS MINIERS

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

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

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

Un partenariat gagnant-gagnant

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

1.1. Les oiseaux qui fréquentent le maquis

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

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

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

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

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

1.2. La quête du nectar et la pollinisation

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



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



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

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

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



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

© ECCET / F. Desmoulin



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

© ECCET / F. Desmoulin



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

© SCO / P. Bachy



Figure 4.6 : Méliphage barré sur *Cunonia deplanchei*.

© SCO / P. Bachy



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

© SCO / P. Bachy

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

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



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

© SCO / P. Bachy



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

© ECCET / F. Desmoulins



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

© SCO / P. Bachy

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

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

Espèce de plante	Famille	Habitat*	LO	PO	ME	ME	ME	MY	ZO
			TE	MO	BA	OR	TO	CA	DV
<i>Deplanchea speciosa</i>	Bignoniaceae	FM		●				●	
<i>Storckiella pancheri ssp. acuta</i>	Fabaceae	FM	●	●	●	●			●
<i>Cunonia deplanchei</i>	Cunoniaceae	FMR			●	●			●
<i>Geissois hirsuta</i>	Cunoniaceae	FN		●		●			●
<i>Geissois pruinosa</i>	Cunoniaceae	M		●	●	●			●
<i>Geissois magnifica</i>	Cunoniaceae	M			○	○			
<i>Geissois sp.</i>	Cunoniaceae		●						
<i>Pancheria alaternoides</i>	Cunoniaceae	M				●			
<i>Scaevola coccinea</i>	Goodeniaceae	M			●	●			●
<i>Scaevola cylindrica</i>	Goodeniaceae	MN			●				●
<i>Scaevola montana</i>	Goodeniaceae	LM							●
<i>Montrouziera rhodoneura</i>	Clusiaceae	M			●				
<i>Montrouziera sphaeroidea</i>	Clusiaceae	M							●
<i>Montrouziera sp.</i>	Clusiaceae	FM		●					
<i>Dubouzetia caudiculata</i>	Elaeocarpaceae	M			○	○			
<i>Dracophyllum verticillatum</i>	Ericaceae	M			●				
<i>Oxera baladica ssp. baladica</i>	Lamiaceae	FM			●				
<i>Oxera baladica ssp. nuda</i>	Lamiaceae	FM							●
<i>Oxera brevicalyx</i>	Lamiaceae	LM			●				
<i>Oxera coriacea</i>	Lamiaceae	FM			●				
<i>Oxera neriifolia</i>	Lamiaceae	M				●			
<i>Oxera palmatinervia</i>	Lamiaceae	FM		●	●			●	●
<i>Amyema scandens</i>	Loranthaceae	FM		●	●	●		●	
<i>Serianthes calycina</i>	Fabaceae	FM			●				
<i>Carpolepis laurifolia</i>	Myrtaceae	FM			●			●	
<i>Melaleuca dawsonii</i>	Myrtaceae	M			●				
<i>Melaleuca pancheri</i>	Myrtaceae	FM			●				
<i>Syzygium multipetalum</i>	Myrtaceae	FMR	●	●	●	●		●	●
<i>Tristaniopsis guillainii</i>	Myrtaceae	M			●				
<i>Xanthostemon aurantiacus</i>	Myrtaceae	MR			●	●		●	
<i>Xanthostemon laurinus</i>	Myrtaceae	M			●	●			
<i>Xanthostemon ruber</i>	Myrtaceae	FM			●	●	○	●	
<i>Grevillea exul ssp. exul</i>	Proteaceae	M	●	●	●	●		●	●
<i>G. exul ssp. rubiginosa</i>	Proteaceae	M	●	●	●	●		●	●
<i>Grevillea gillivrayi</i>	Proteaceae	MR		●	●	●			
<i>Trouettea lissophylla</i>	Sapotaceae	M						●	

* Habitat d'après Jaffré *et al.* 2001. F : forêt dense humide ; L : forêt sclérophylle ; M : maquis ; N : fourrés secondaires ; R : végétation des zones humides.

● = identification certaine ; ○ = doute sur l'identité du méliphage.

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

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

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

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

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

1.3. La consommation des fruits et la dissémination des semences

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

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



© IAC / N. Barré

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



© SCO / P. Bachy

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



© SCO / P. Bachy

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

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

1.4. La capture et le contrôle des insectes phytophages

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

1.5. Rôle des oiseaux en maquis minier : conclusion

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

2. L'HERPÉTOFAUNE DES TERRAINS MINIERS

2.1. Isolement et radiation endémique des reptiles

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



© R. Sadlier

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



© IRD / H. Jourdan

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

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

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

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

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

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

2.2. Les ressources exploitées par les reptiles des terrains miniers

Régime alimentaire

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

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

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

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

Ressources disponibles et populations

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

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

2.3. Préservation des milieux et conservation des reptiles

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



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

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

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

3. LES ARTHROPODES DES MASSIFS MINIERS

Des herbivores aux prédateurs, comment s'adapter au milieu

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

3.1. L'intérêt faunistique des milieux sur terrains miniers

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

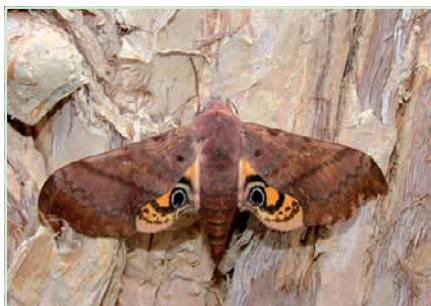
Un endémisme ultramafique aux niveaux générique et spécifique s'observe chez des parasites strictement inféodés à un hôte végétal. La faune des cochenilles (hémiptères, *Coccoidea*) est riche en espèces cryptiques à l'aisselle des feuilles de plantes endémiques du maquis minier du Sud : *Abrallaspis*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

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



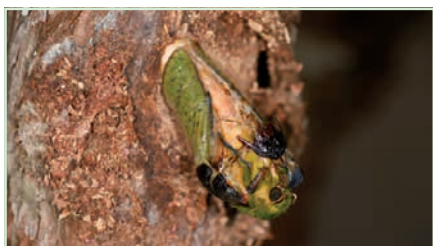
© SENC / T. Salesne

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



© SENC / T. Salesne

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



© SENC / T. Salesne

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



© SENC / T. Salesne

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



© SENC / T. Salesne

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

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

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



© IRD / H. Jourdan

Figure 4.21 : Mygale Barychelidae, typique des terrains miniers.

LES ABEILLES

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



© IRD / J. Munzinger

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

3.2. La guilde des fourmis sur les terrains miniers

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

LE PROTOCOLE ALL (Ants of the Leaf Litter)

Un outil pour l'évaluation et le suivi de la qualité des milieux

Il consiste en un double échantillonnage au sol, le long d'un transect à travers le milieu étudié. Deux méthodes complémentaires sont mises en œuvre de façon synchrone. Des échantillons de litière sont systématiquement prélevés le long du transect, tous les 10 m, sur une surface de 1 m², et la faune qu'ils abritent est récupérée au moyen d'extracteurs de Winkler. Des pièges d'interception de type Barber (*pitfall traps*) sont posés au voisinage des points de prélèvement de la litière et sont laissés en place pendant 48 heures. Dans la pratique, le marquage du transect et la pose des pièges de Barber sont faits le même jour ; le relevé des pièges est fait après 48 heures de capture et le prélèvement de la litière est fait immédiatement après. Les espèces capturées sont identifiées et les données d'occurrence et d'abondance sont traitées, pour obtenir des indices de richesse et de diversité qui complètent l'information et facilitent la comparaison des milieux (Agosti *et al.* 2000).

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

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

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



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

© IRD / H. Jourdan



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

© IRD / H. Jourdan



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

© IRD / H. Jourdan

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

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

Espèce	Statut	Espèce	Statut
<i>Adelomyrmex</i> sp. GA	E	<i>Ochetellus glaber</i>	N
<i>Anochetus graeffei</i>	N	<i>Odontomachus simillimus</i>	N
<i>Anonychomyrma</i> sp. GA	E	<i>Oligomyrmex sodalis</i>	N
<i>Anoplolepis gracilipes</i>	I	<i>Oligomyrmex</i> sp. GA	E
<i>Brachymyrmex obscurior</i>	I	<i>Orectognathus sarasini</i>	E
<i>Camponotus gambeyi</i>	E	<i>Paratrechina caledonica</i>	E
<i>Camponotus hoplites</i>	E	<i>Paratrechina foreli</i>	E
<i>Camponotus sommeri</i>	N	<i>Paratrechina longicornis</i>	I
<i>Cardiocondyla emeryi</i>	I	<i>Paratrechina</i> sp. GA	E
<i>Cerapachys</i> sp. GA	E	<i>Paratrechina</i> sp. GB	E
<i>Crematogaster</i> sp. GA	E	<i>Paratrechina</i> sp. GC	E
<i>Discothyrea</i> sp. GA	E	<i>Paratrechina</i> sp. GD	E
<i>Discothyrea</i> sp. GB	E	<i>Paratrechina vaga</i>	I
<i>Eurhopalothrix caledonica</i>	E	<i>Pheidole luteipes</i>	E
<i>Hypoponera</i> sp. GA	N	<i>Pheidole</i> sp. GA	E
<i>Iridomyrmex calvus</i>	E	<i>Pheidole</i> sp. GB	E
<i>Iridomyrmex</i> sp.	I	<i>Pheidole</i> sp. GC	E
<i>Leptomyrmex pallens</i>	N	<i>Pheidole</i> sp. GD	E
<i>Leptomyrmex pallens nigriceps</i>	E	<i>Podomyrma</i> sp.	E
<i>Lordomyrma rouxi</i>	E	<i>Polyrhachis guerini</i>	E
<i>Lordomyrma</i> sp. GA	E	<i>Pyramica (Glamyromyrmex)</i> sp. GA	E
<i>Lordomyrma</i> sp. GB	E	<i>Rhytidoponera littoralis</i>	E
<i>Lordomyrma</i> sp. GC	E	<i>Rhytidoponera luteipes</i>	E
<i>Lordomyrma</i> sp. GD	E	<i>Rhytidoponera numeensis</i>	E
<i>Lordomyrma</i> sp. GE	E	<i>Rhytidoponera versicolor</i>	E
<i>Megalomyrmex</i> sp.	E	<i>Solenopsis geminata</i>	I
<i>Meranoplus levellei</i>	E	<i>Strumigenys lamia</i>	E
<i>Monomorium floricola</i>	I	<i>Strumigenys</i> sp. GA	N
<i>Monomorium longipes</i>	E	<i>Strumigenys</i> sp. GB	N
<i>Monomorium</i> sp. GA	N	<i>Tetramorium</i> sp. GA	N
<i>Monomorium</i> sp. GB	E	<i>Tetramorium tenuicrinis</i>	N
<i>Monomorium</i> sp. GC	E	<i>Tetramorium tonganum</i>	I
<i>Monomorium tricolor</i>	E	<i>Wasmannia auropunctata</i>	I

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

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

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

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

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

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

3.3. Caractères des peuplements d'arthropodes des terrains miniers

Associations d'espèces

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

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

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



Figure 4.26 : *Nadagara serpentina* (Geometridae).

© IRD / J. Chazeau



Figure 4.27 : *Oenochroma unifasciata* (Geometridae).

© IRD / J. Chazeau

Structures des peuplements des arthropodes forestiers

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

En revanche, ces différences s'atténuent quand on compare ces forêts aux forêts sclérophylles (forêts sèches) ou sclérophylles-mésophiles de Nouvelle-Calédonie, bien qu'on observe toujours la faiblesse relative des suceurs de phloème en forêt sur roches ultramafiques. Mais la structure taxonomique des guildes diffère et l'étude des densités des peuplements montre que le substrat ultramafique supporte les densités les plus faibles (282 i/m² contre 472 en forêt sclérophylle et 543 en forêt mésophile, après exclusion de la fourmi pionnière *Wasmannia auropunctata*, envahisseur récent), cela bien que la hauteur de la canopée des forêts étudiées sur substrat ultramafique double ou triple le volume traité, par rapport à la forêt sclérophylle. La diversité spécifique et générique est cependant plus élevée : dans une étude comparative portant sur un échantillon de 20 familles de coléoptères, diptères et hyménoptères, on a dénombré 259 espèces en 111 genres en forêt dense sur sols issus de roches ultramafiques et seulement 111 espèces en 67 genres en forêt sclérophylle (Guilbert 1994, Guilbert *et al.* 1994, 1995).

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

3.4. La frontière des milieux sur roches ultramafiques

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

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

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

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

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

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

3.5. Milieux ultramafiques et invasions biologiques

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

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



© IRD / H. Jourdan

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

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

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

4. POUR CONCLURE SUR LA FAUNE DES TERRAINS MINIERES

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

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

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

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

Laurent L'HUILLIER

Tanguy JAFFRÉ

Adrien WULFF



Etudes &
Synthèses

Mines et Environnement en Nouvelle-Calédonie :

les milieux sur substrats ultramafiques et leur restauration

Laurent L'HUILLIER
IAC

Tanguy JAFFRÉ
IRD / Amap

Adrien WULFF
IAC / UNC

Avec la collaboration de :

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

Éditions IAC
BP 73 - 98890 Païta
Nouvelle-Calédonie

© **Institut Agronomique néo-Calédonien**

BP 73, 98890 Païta, Nouvelle-Calédonie

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

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.



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

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

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

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

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



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

ISBN : 978-2-9523950-8-3

Tabi
ÉDITIONS



9 782952 395083