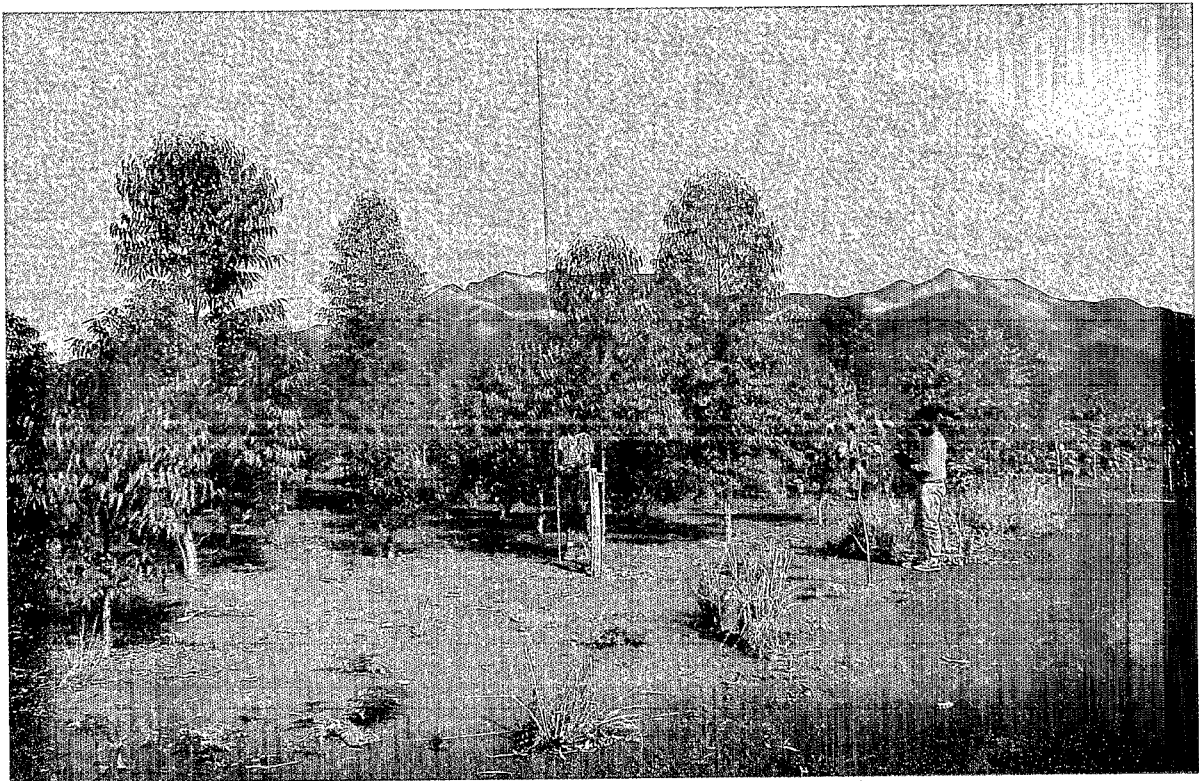


REVERDISSEMENT DES TERRAINS MINIERS en Nouvelle-Calédonie

par J.-F. CHERRIER
Directeur du C.T.F.T./Nelle-Calédonie



Ouénarou - sud du Territoire - Plantation d'Eucalyptus (ici, E. pilularis) âgés de 3 ans.

SUMMARY

RECONSTITUTION OF VEGETATIVE COVER IN MINE AREAS IN NEW CALEDONIA

Open-cut mines have produced nickel ore in New-Caledonia for over a century. The exploited areas remain bare and subject to erosion, the soils involved being poor and of an unusual type deficient in N, P, K and with high levels of Ni, Co, Mg.

Mechanical means to rehabilitate the environment have been followed by a biological approach. Revegetation trials started between 1973 and 1981, tested 8 herbaceous and 72 woody species which were evaluated over 15 years. The 16 continuing trials cover a wide range of sites and techniques (density, fertilization, preparation of the soil, mulching...).

*The results show that some species succeed, particularly *Acacia spirorbis* and *Casuarina collina*. Their foliage forms fairly soon a litter and then a humus in which the surrounding natural vegetation re-seeds.*

RESUMEN

EL REVERDECIMIENTO DE LOS TERRENOS MINEROS EN NUEVA CALEDONIA

Nueva Caledonia viene produciendo mineral de níquel desde ya un siglo, en minas de cielo abierto. Los terrenos interesados son sumamente pobres y presentan elevadas concentraciones de elementos minerales. Después de su explotación, los emplazamientos permanecen desnudos y sometidos a los efectos de la erosión.

Nueva Caledonia toma actualmente medidas de lucha contra las degradaciones del medio ambiente. A las acciones mecánicas ya aplicadas se añaden diversas acciones biológicas. Entre 1973 y 1981 se han emprendido ensayos de reverdecimiento. Ocho espacios herbáceos y 72 espacios plantados de árboles han sido sometidos a prueba y seguidos durante unos quince años. Los 16 ensayos existentes constituyen una gama importante de intervenciones técnicas (densidad, fertilización, labores del suelo, empajado, etc.) y de emplazamientos.

Los resultados demuestran que ciertas especies se desarrollan perfectamente, y fundamentalmente, Acacia spirorbis y Casuarina collina. Su hojarasca forma rápidamente una camada, y acto seguido un humus y la vegetación natural circundante siembra de nuevo el medio así preparado.

Il y a 30 millions d'années que la Nouvelle-Calédonie a sa forme et sa position actuelles. Elle était alors faite de roches sédimentaires et métamorphiques. Puis, des phénomènes volcaniques mettent en place les péridotites, roches grenues, riches en magnésie, en silice, en fer et en nickel ; ce dernier donnera, par accumulation, des gisements qui seront découverts en 1863 par l'Ingénieur des mines Jules GARNIER. L'aventure du nickel en Nouvelle-Calédonie peut alors commencer.

Depuis un siècle, de très nombreuses mines à ciel ouvert ont été exploitées avec des conséquences économiques positives mais avec un impact sur le milieu, souvent négatif.

Depuis une quinzaine d'années, des mesures ont été prises pour limiter les conséquences de cette activité ; il a été, en particulier, confié au Centre Technique Forestier Tropical de Nouvelle-Calédonie la tâche de procéder à des essais de reverdissement des sites miniers. Cet article expose les problèmes posés et les résultats obtenus.

CARACTÉRISTIQUES DES TERRAINS MINERS

Les péridotites sont riches en Mg et SiO₂. Ils portent, selon le climat, des sols bruns, des vertisols magnésiens ou des sols ferrallitiques ferritiques ; ces derniers sont rajeunis par érosion sur les pentes fortes et portent souvent des cuirasses de fer ; sur ces dernières, la formation forestière à *Casuarina deplancheana* est très caractéristique. Ces roches couvrent le tiers sud du territoire et de nombreuses zones de la côte ouest (carte).

Le climax est souvent une forêt dense où dominent certaines familles comme les *Araucariacées* ; sur les zones dégradées et aux conditions climatiques rudes, se trouve le « maquis minier » : formation sclérophylle, ligno-herbacée dont la composition varie avec les propriétés physiques et chimiques des sols. Le minerai de Ni se trouve sous tous les types de végétation.

INFLUENCE DE L'ACTIVITÉ MINIÈRE SUR LA VÉGÉTATION ET LES SOLS DES TERRAINS MINERS

Les premières exploitations minières se faisaient à la pioche, en suivant les filons de garniérites (minerai de nickel riche). Les quantités de minerai traité et de stériles (matériau sans nickel) déplacées étaient modestes.

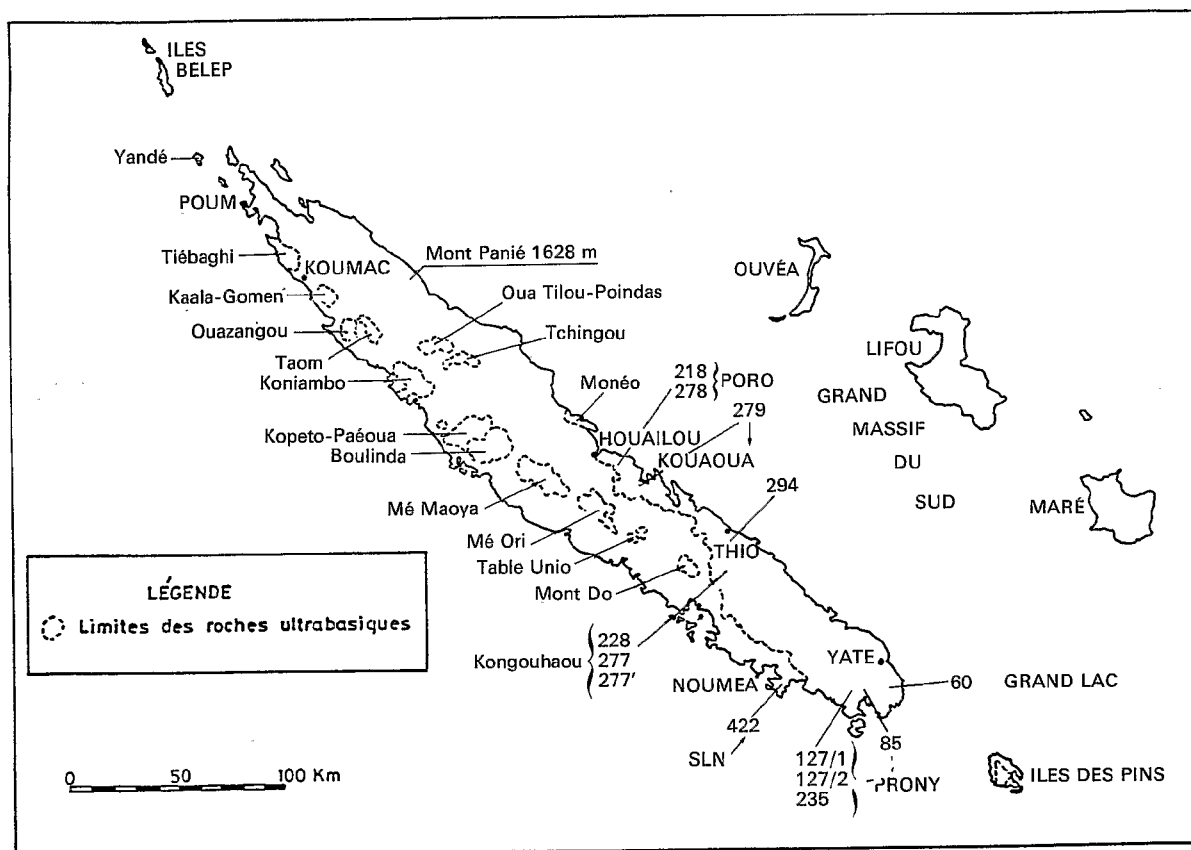
Avec l'arrivée de moyens mécaniques de plus en plus nombreux et puissants et l'exploitation du minerai terreux moins riche, les quantités de matériaux manipulés se sont chiffrées en millions, voire en dizaine de millions de tonnes, dans des mines à ciel ouvert.

Les stériles déversés sur les pentes (la Nouvelle-Calédonie est un pays très montagneux) sont livrés à l'attraction terrestre et aux pluies tropicales. Ils polluent les versants sur lesquels ils sont déversés, les rivières, les pâturages et les cultures de la plaine alluviale en aval (en

les recouvrant d'alluvions riches en éléments toxiques) ; cette pollution atteint également une partie du lagon, au niveau des embouchures, en provoquant des dégradations mécaniques et/ou chimiques.

En outre, de nombreux feux ont parcouru ces terrains et ont beaucoup contribué à les dégrader.

Sur les terrains soumis à toutes ces actions, le sol est constitué seulement de tout, ou partie, de l'horizon B. La végétation est très clairsemée et l'érosion active. Les caractéristiques de ces sols sont extrêmes : les conditions micro-climatiques qui y règnent sont des conditions d'aridité (à certaines époques) et d'intense érosion (à la période des pluies).



Carte des sites miniers et des localisations des essais du C.T.F.T. en Nouvelle-Calédonie.

Le sol est tassé et constitué de matériaux composites, d'où des caractéristiques physiques très défavorables aux plantes : texture « argileuse » compacte mais de faible capacité de rétention en eau, formation d'une croûte de surface de dessiccation.

L'analyse chimique fait ressortir de grandes variations mais avec les éléments dominants suivants :

- de fortes teneurs en Ni, Fe, Cr...

- une absence quasi totale de NPK.

Ce sont donc des sols **stériles** et, *a priori*, toxiques si l'on considère les éléments qui influencent la croissance de la végétation ou l'absence de couvert végétal.

A ces destructions d'ordre biologique s'ajoutent une pollution esthétique (surfaces rouges visibles de très loin) et une pollution forte par les poussières dès que le temps est sec.

ACTIONS ENTREPRISES POUR LA LUTTE CONTRE LES DÉGRADATIONS

Depuis une quinzaine d'années, les sociétés minières et les Autorités du Territoire prennent des dispositions pour éviter de créer des zones stériles.

La réhabilitation des terrains est l'ensemble des deux groupes d'actions suivantes :

Des actions mécaniques

Ces actions consistent en :

- Un stockage des stériles dans des décharges contrôlées, où ils sont déposés par couches compactées et à pente douce pour permettre le ruissellement de l'eau de

pluie, dans une petite vallée de l'aval fermée par un barrage rocheux. Le site final est uniforme ou en gradins.

- Un contrôle des eaux de ruissellement en aval soit par des barrages filtrants, soit par des ouvrages de décantation ou encore par des ouvrages de protection des rivières.

Des actions biologiques (= reverdissements)

La reconstitution d'un couvert végétal et la recherche d'espèces pouvant croître sur ce milieu a été confiée au C.T.F.T., dont les travaux et les résultats font l'objet de cet article.

Le milieu à reverdir est l'ensemble

- des sites des anciennes exploitations,
- des stériles stockés dans des bassins,
- des terrains érodés, non exploités par les mines mais détruits par le feu et qui portent le « maquis minier ».

La surface de l'ensemble des anciennes mines et décharges de stériles est de quelques milliers d'hectares, mais sur plusieurs centaines de sites.

Ainsi, un programme d'essais de reverdissement des

terrains miniers a-t-il été mené de 1971 à 1981 avec un suivi jusqu'en 1987 ; quatorze essais ont été mis en place.

Les premiers essais ont été réalisés dans le sud du Territoire, sur des déblais latéritiques (essais n° 60-85-127-235) et les suivants, dans le centre de l'île, sur des sites de mines à ciel ouvert (essais n° 218-277-278-279-294) et sur des terrains miniers dégradés par les feux (essai n° 228).

Différents types d'essais furent implantés ; les tableaux I et II résument et comparent leurs caractéristiques. Les résultats sont synthétisés dans le tableau IV pp. 20-21. Ces essais et les résultats se présentent ainsi :

Tableau I

Liste des essais et leurs caractéristiques

N°	Localisation	Année de plantation	Surface (ha)	Nombre d'espèces testées	Caractéristiques du site			Densité de plantation
					Pluies/an (mm)	Température moyenne annuelle	Altitude (m)	
60	Sud - Plaine des lacs Essai de fertilisation en champ	1971	0,5	5	2 500	22 °C	160	1 m × 1 m
85	Sud - Prony Etude de l'érosion	1973-1974	0,5	4	2 500	22 °C	180	0,5 m × 0,5 m
127/1	Sud - Prony : Essai d'engazonnement de latérites	1975	0,5	2	2 000	24 °C	150	0,5 m × 2,0 m 1,0 m × 1,0 m 2,0 m × 2,0 m
127/2	Sud - Prony : Essai de plantation sur latérite . (2 sites)	1977	0,25	17	2 000	24 °C	150	0,5 m × 2,0 m 1,0 m × 1,0 m 2,0 m × 2,0 m
218	Centre-Poro : Comportement d'espèces diverses	1978	1,6	25	2 000	20/22 °C	170-200	2,0 m × 2,0 m
228	Centre-Thio : Camp des sapins ; comportement d'espèces diverses	1978	0,87	30	2 500	≈ 20 °C	760	2,0 m × 2,0 m
235	Sud-Prony : idem 127/2	1978	0,45	33	2 000	24 °C	150	2,0 m × 2,0 m
277	Centre-Thio-Kongouharou - idem 218	1979	0,77	11	2 000	≈ 20 °C	650	2,0 m × 4,0 m
277 bis	Centre-Thio-Kongouharou idem 218	1979	0,15	12	2 000	≈ 20 °C	620	2,0 m × 2,0 m
278	Centre - Poro - idem 218	1979	1,4	22	2 004	≈ 20 °C	200	2,0 m × 2,0 m 2,0 m × 4,0 m
279	Centre - Kuaua - idem 218	1979	0,65	22	2 000	20 °C	200	2,0 m × 2,0 m
294	Centre - Thio village idem 218	1981	1,6	15	1 500	≈ 20 °C	430/600	2,0 m × 2,0 m 2,0 m × 3,0 m
422	SLN - Usine de Nouméa	1987	0,3	6	1 000	+ 24 °C	2	2,0 m × 2,0 m

Tableau II

Liste des essais et leurs caractéristiques

	N° des essais												
	60	85	127/1	127/2	218	228	235	277	277'	278	279	294	422
1. Nature du terrain													
● maquis minier ligno-herbacé ..			x pie		x	x							
● stériles en place ou stockés	x	x	x	x			x	x	x	x	x	x	scories
2. Dispositifs													
● en blocs complets randomisés .	x			x pie	x pie								
● en collection d'espèces en parcelles de 25-36-50-100 individus en carré ou en lignes, avec ou sans répétitions	x	x	x	x pie	x	x	x	x	x	x	x	x	x
● enherbement			x					x pie		x pie	x pie		
3. Travail du sol													
● simplement une trouaison à la pioche		x	x	x		x			x		x		x
● rippage (50 cm à 80 cm) suivi d'une trouaison à la pioche selon la pente et le terrain	x				x	x	x	x		x	x pie	x	
4. Pente du site													
● surface plane ou légèrement en pente	x		x			x	x pie	x	x	x	x	x	
● surface pentue		x			x	x	x pie				x pie		x
5. Fumures (*) (doses : voir texte)													
● à la plantation	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
● à 1 an						x							
● à 2 ans						x		x	x	x	x		
● à 3 ans	x				x	x	x			x			
● à 6 ans		x											
6. Epandage de terre végétale					x			x pie					x
7. Paillage (pour éviter le dessèchement du sol)			x	x	x		x						
8. Traitement au curasol		x pie	x pie										

(*) Effectuées soit en plein avant le travail du sol, soit en couronne autour du plant et mélangé à la terre, soit dans des trous faits à la barre à mine au-dessus du plant en cas de forte pente.

— Les plants sont éduqués dans des pots en polyéthylène de 20 cm × 6 cm × 10 cm. A la plantation, le fond du pot est coupé avec les racines et le sachet retiré.

LES PREMIERS ESSAIS

ESSAIS N° 60 ET 85

Ces deux essais, situés dans le sud, sont les plus anciens. Ils sont situés sur des décharges latéritiques telles

qu'elles devraient provenir de l'exploitation du minerai pauvre : « les latérites nickelifères ». Ce minerai, bien que pauvre en teneur, représente des réserves importantes en nickel. L'exploitation à ciel ouvert consiste à enlever la couverture végétale et les premiers mètres de sol au rythme de plusieurs dizaines d'hectares par an. Le volume à remuer est considérable ; la recolonisation par une végétation est d'autant plus importante et urgente que, naturellement, rien ne pousse sur ces décharges et sur les sites miniers épuisés.

Des dispositifs ont donc été mis en place avec ce matériau dans des conditions très proches des conditions industrielles prévues.

ESSAI N° 60 — GRAND LAC (Sud)

Deux parcelles ont été créées à partir de deux types de sols :

- sol de cuirasse,
- latérites de profondeur.

Les matériaux ont été étalés et la surface présente une pente de 10 %. Un rippage croisé à 50 cm a suivi.

Cinq espèces (1 exotique et 4 indigènes) ont été testées avec une fertilisation de 1 500 kg/ha de superphosphate à la plantation (puis une deuxième à 6 ans : 100 g/plant d'engrais 10-14-12). La plantation a été manuelle.

Résultats

Le tableau ci-dessous montre les croissances en hauteur. Trois espèces ont très peu poussé mais les pins et les Casuarinas ont eu des croissances notables et forment une litière et un début d'humus dès l'âge de 15 ans.

ESSAI N° 85

Cet essai a été réalisé à Prony sur un sol latéritique disposé en talus à 50 % de pente. Le matériau provient du même mode d'exploitation que pour l'essai N° 60.

Le dispositif prévoit en plus d'une parcelle-témoin :

- 2 parcelles plantées avec 4 espèces à 0,5 m × 0,5 m : sur une parcelle les plants sont protégés par un barrage de blocs de cuirasse situés en amont du plant. Une fertilisation est réalisée à raison de 1 500 kg/ha de superphosphate et 50 g d'engrais 10-12-14/plant à 2 ans ;

Hauteurs en m à 16 ans (1987)

Essai n° 60

Espèces	Témoin		Engrais		\bar{X}	p.p.d.s. à 5 %
	Latérite	Cuirasse	Latérite	Cuirasse		
<i>Pinus eliottii</i>	3,82	4,98	6,46	8,21	5,85	
Bois de fer (<i>Casuarina deplancheana</i>) ...	2,90	1,56	1,71	2,77	2,235	
Chêne-gomme (<i>Arillastrum gummiferum</i>)	1,70	1,08	1,36	1,90	1,51	
Pommaderis (<i>Alphitonia neocaledonica</i>) ...	1,37	0,72	0,74	1,65	1,12	
Candélabre (<i>Cerberiopsis candelabra</i>)	0,62	0,75	1,35	0,97	0,92	



Prony - Vue d'une ancienne exploitation de latérites : 15 ans après, il n'y a toujours pas de végétation.



Prony - Essai d'espèces ligneuses âgées de 6 ans. C'est un « désert d'arbres » et rien ne pousse entre les plants.

- 1 parcelle nue traitée au curasol (50 g/m²) : le curasol AH est une résine qui joue un rôle de fixateur de sol ; elle est utilisée diluée dans de l'eau à 2,5 %, soit 3,5 kg de produit/100 m² ;

- 1 dispositif de récupération des eaux et des éléments solides pour mesurer l'érosion.

Résultats

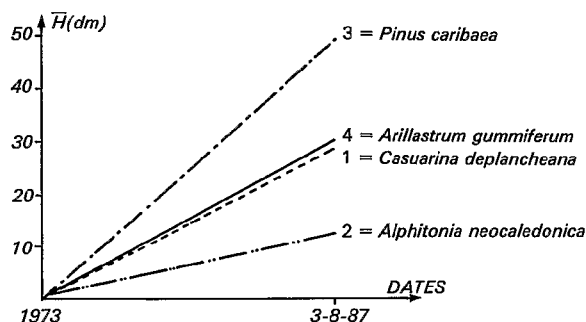
L'érosion observée est forte. La quantité de terre érodée est de 250 t/ha/an (mesurée sur un an avec une pluviométrie de 2 266 mm).

L'effet du curasol a été peu probant.

Hauteurs moyennes à 13 ans Essai n° 85

ESPÈCES	n vivants 1987	\bar{H} (cm) 1987	σ (cm)	Mortalité
1) <i>Casuarina deplancheana</i>	(244)	27,29	4,54	5 %
2) <i>Alphitonia neocaledonica</i> (Pomaderris)	(147)	12,20	2,25	43 %
3) <i>Pinus caribaea</i>	(221)	47,87	8,57	15 %
4) <i>Arrillastrum gummiferum</i> (Chêne-gomme) ..	(227)	29,39	10,22	11 %

N° Espèces		Nombre
1	<i>Casuarina deplancheana</i>	257
2	<i>Alphitonia neocaledonica</i>	257
3	<i>Pinus caribaea</i>	259
4	<i>Arrillastrum gummiferum</i>	265



Croissance en hauteur en fonction du temps des 4 spp. de l'essai 85.

Il est possible de conclure de ces essais que :

- Les pins, malgré une mortalité moyenne, se maintiennent, fructifient et ont les meilleures croissances.
- Les *Casuarina* se développent surtout en volume et couvrent bien le sol ; ils forment comme les pins une épaisse litière et ils fructifient.
- Les chênes-gomme, pommaderris et candélabres poussent peu et leur mortalité est importante. Ces trois espèces sont normalement présentes sur ce type de sol, où elles se développent bien naturellement. Leur faible croissance ici est due à la stérilité des sols de profondeur sur lesquels elles sont plantées.

- Sans intervention humaine, aucune végétation naturelle ne s'installe.

- Les espèces testées se développent d'autant mieux qu'une fumure est réalisée et répétée chaque année, et qu'une densité de plantation plus faible est retenue (par exemple : 2 m × 2 m).

- A 15 ans d'âge, un humus se forme à partir d'une litière importante et une végétation naturelle s'installe. Une association végétale se met en place sous l'ombrage des arbres (cf. § tableau III, p. 19).

- Sur l'essai N° 85, la parcelle où les plants sont protégés du ruissellement montre une meilleure litière et la présence d'un horizon A d'environ 5 cm.

ESSAI D'ENHERBEMENT

ESSAI N° 127/1 - PRONY

En 1975, dans la région de Prony, un essai d'enherbement sur décharge latéritique a été mis en place avec deux graminées :

- *Cynodon dactylon* - chiendent (lot 74-109)
 - *Pennisetum clandestinum* - kikuyu (lot 75-76)
- sur deux sites, en combinant divers traitements.

Site 1 : décharge latéritique provenant d'une exploitation mécanique à la « dragline » présentant une pente de 70 % ; l'essai mesure 30 m × 30 m. Il a été divisé en 16 parcelles de 100 m² plantées à la densité de 50 cm (sur la ligne) × 2 m (entre les lignes) - 8 parcelles sont en *Cynodon dactylon*, et 8 en *Pennisetum clandestinum*. La moitié de l'essai a reçu un arrosage permanent, pendant 3 mois, et une autre moitié a reçu un apport de curasol.

Site 2 : décharge latéritique présentant une pente légère (< 10 %). L'essai comprend 36 parcelles de 100 m². La moitié a été recouverte d'éléments de surface (présentant ainsi une maigre matière organique) et de la cuirasse de fer qui assure une certaine protection du sol). L'écartement est de : 2 m × 2 m.

Traitement	Espèces	<i>Cynodon dactylon</i>	<i>Pennisetum clandestinum</i>
Curasol + élément de surface		5	—
Curasol + élément de surface + Paillage		1	—
Curasol seul		5	—
Curasol + Paillage		1	—
Éléments de surface seuls .		6	6
Décharges latéritiques seules		5	5
Paillage seul		1	1
		24 parcelles	12 parcelles

En outre, il faut noter :

- Une fertilisation de départ épandue à la volée :
N : 60 UF ammonitrate perlée à 33 % = 2 kg/are
P : 200 UF
K : 100 UF

- Un semis, à la volée, de graines mélangées à du sable : 100 g/are de *Cynodon dactylon* à 23 % de taux de germination (100 graines/g) et 20 g de *Pennisetum clandestinum* (2 500 graines/g) à 90 % de taux de germination.

Résultats

Les graines ont levé au bout de 4-5 jours.

A 1 mois, les levées étaient homogènes ; le *Cynodon dactylon* avait 1 cm sur les parcelles de latérite, 3 cm sur celles ayant reçu ces éléments de surface et 1 cm de racines. Le *Pennisetum clandestinum* était plus beau : il avait 4 à 5 cm de haut et 2 à 3 cm de racines !

A 9 mois, le *Cynodon dactylon* avait 15/20 cm de haut et 10 cm de racines mais commençait à sécher ; le *Pennisetum clandestinum* avait 15/20 cm de haut et 20 cm de racines et était nettement plus vert et plus abondant.

A 18 mois, le *Cynodon dactylon* était stationnaire mais le *Pennisetum clandestinum* s'était développé et étalé.

Des ravines d'érosion apparaissaient sur les deux sites (mais plus nombreuses sur le site 2).

A 30 mois, le *Cynodon dactylon* commençait à disparaître alors que le *Pennisetum clandestinum* se développait toujours bien.

A 10 ans, le *Cynodon dactylon* a disparu mais il reste quelques taches de *Pennisetum clandestinum* (< 10 % de la surface).

Commentaires

Les graines des deux espèces ont bien germé ; les plants se sont bien développés au cours des premiers mois mais ils n'ont pu ni se maintenir ni refaire un humus.

L'effet de l'arrosage a été annulé par les pluies abondantes qui ont suivi la plantation et qui ont duré quelques mois.

Les éléments de surface ont influencé la croissance puisque les graminées se multipliaient un peu mieux sur les parcelles qui en portaient. De plus, une meilleure structure du sol (meilleure en surface que dans les horizons plus profonds) a contribué à limiter nettement l'érosion et a entraîné une meilleure stabilité du remblai.

Le curasol permet une répartition plus homogène des semences mais amène un jaunissement plus rapide de la végétation.

Le paillage a eu un effet positif net sur les deux espèces (plus important sur le *Pennisetum clandestinum*).

La fertilisation s'est révélée indispensable sur ces « sols » quasi stériles. Le *Pennisetum clandestinum* a donné de meilleurs résultats dans l'ensemble que le *Cynodon dactylon*.

ESSAI N° 277 A THIO au centre de l'île

Sur un site, à 650 m d'altitude, une décharge minière classique peu pentue, non compactée, a été ensemencée à la volée en *Pennisetum clandestinum* à raison de 25 kg de graines/ha après un rippage du sol et une fertilisation avec 400 kg/ha de 12-12-20.

La graminée a bien germé et s'est développée normalement pendant les deux premières années mais, à 10 ans, elle ne couvrait que 25 % à 30 % de la surface et elle était mal venante.

Quelques fougères s'installent naturellement dans les raies de sous-solage ; l'on y rencontre :

- *Sphenomeris deltoidea* - Lindsaeacée
- *Pteridium aquilinum* - Dennstaedtiacée
- *Phymatodes sp.*, cf. *scolopendria* - Polypodiacée.

ESSAI N° 278

Le site se trouve à Poro (côte est), à plus de 200 m d'altitude, proche du littoral. Le « sol » est une décharge de stériles non compactés provenant de l'exploitation minière. L'essai d'enherbement a porté sur deux parcelles d'1/4 ha chacune avec le kikuyu (*Pennisetum clandestinum*). la fumure a été de 500 kg/ha d'engrais complet. L'opération a été réalisée en août 1979.

Contrairement à l'essai 127/1, celui-ci n'a pas été arrosé mais les résultats sont comparables. L'espèce a germé et occupé le terrain mais a quasiment disparu à l'âge de 4 ans.



Grand Lac - Essai N° 60 - âgés de 16 ans : les *Pinus eliottii*. Notez la litière.



Essai N° 127/2 - Prony - parcelle de *Casuarina collina* à 1 m × 1 m - présence d'une épaisse litière.

ESSAI N° 279

Situé à Kouaoua (au sud de Poro), l'essai d'enherbement a été réalisé avec trois espèces, en août 1979.

Un semis de *Pennisetum clandestinum* a été planté sur une plate-forme de décharge de 1 100 m² présentant une pente de 5 à 10 %. Une fumure en plein, à raison de 500 kg/ha d'engrais NPK, a été faite.

La plantation de boutures de *Arundo donax* et de *Pennisetum purpureum* a été réalisée en bordure de la partie de l'essai planté en espèces ligneuses (en bas de pente). Fumure : 150 g d'engrais NPK/plant autour de chaque plant.

Résultats

Les deux mois suivant la plantation ont été secs, ce qui a interdit la levée du semis et gêné la reprise des boutures.

À 2 ans, le kikuyu est médiocre, l'*Arundo donax* a subi une forte mortalité et la troisième espèce a disparu.

À 7 ans, il ne reste que quelques éclats d'*Arundo donax* et les deux autres espèces ont disparu. Les ravines d'érosion sur la plate-forme, maintenant nue, sont nombreuses et profondes.

ESSAI D'ESPÈCES LIGNEUSES

En parallèle, des essais ont été menés avec des espèces ligneuses. Les objectifs étaient les suivants :

- s'affranchir de la phase d'enherbement ;
- tester un plus grand nombre d'espèces ;
- varier et baisser la densité de plantation et donc les coûts ;
- tester diverses formules de fertilisation et de travaux de sol.

ESSAI N° 127/2 - PRONY

En 1977, deux ans et demi après les essais d'enherbement sur les mêmes sites (Essai 127/1), mais sur 50 % de la surface, un essai a été implanté avec des espèces ligneuses, dans le but de reconstituer une formation arborescente qui permettrait, en cas de succès, à terme et sur de grandes surfaces, une reconstitution des sols et une régulation du régime des eaux.

La liste des espèces figure dans le tableau IV, pp. 20-21. Les espèces sélectionnées pour cet essai ont été :

- des espèces locales : *Casuarina*, *Acacia*, ...
- des espèces exotiques peu exigeantes, *Pinus* ...
- des espèces exotiques améliorantes, *Acacia spp.* ...

Le dispositif est en blocs complets randomisés pour les deux premiers sites :

□ Site 1 : 8 espèces, 2 répétitions, 50 plants/parcelle à 2 m × 0,5 m.

□ Site 2 : 8 espèces, 2 répétitions, 50 plants/parcelles (et 7 espèces sans répétitions) à 1 m × 1 m.

□ Site 3 : fait de 3 parcelles sous forme d'une simple plantation :

- 100 plants de *Casuarina collina* à 2 m × 2 m,
- 100 plants d'*Acacia spirorbis* à 2 m × 2 m,
- 1 semis de 100 g de *Casuarina collina* sur 100 m².

Une fumure de N (5 g), P (11 g de P₂O₅), K (5 g de K₂O) a été mélangée à la terre du trou de plantation et un complément de fumure de 150 g de 12-12-20 a été apporté en avril 1983.

Un paillage a été réalisé au pied de chaque plant.

La pluviométrie, pendant la période de plantation, a été forte.

Résultats à l'âge de 6 ans

- Les *Casuarina collina* et les *Acacia spirorbis*, deux espèces indigènes en Nouvelle-Calédonie, se sont bien développées et présentent un couvert complet, avec une hauteur moyenne de 4 à 5 m. Une litière se forme, quelques plants fructifient.

- Les acacias exotiques ont bien démarré mais ont très vite présenté une forte mortalité. Les pins se développent mais couvrent mal le sol et souffrent de carences minérales.

- Les espèces locales, a priori adaptées, telles que kaori, chêne-gomme, **araucaria**, ont une croissance lente et hétérogène.

- Les autres espèces se sont révélées inadaptées. Le semis de *Casuarina collina* a été un échec. L'apport d'éléments de surface n'a pas eu d'effet significatif. L'écartement de 2 m × 2 m donne de très bons résultats et se révèle préférable aux autres puisqu'il est nettement moins coûteux.

A 10 ans, ces résultats sont confirmés. Le sol, sous les arbres, se forme : une litière épaisse couvre un sol formé de plus de 20 cm d'épaisseur, noir, riche en matière organique, en racines, à structure grumeleuse et renfermant une abondante micro-faune.

Aspects économiques

Le coût des travaux sur le site 1 (talus à forte pente) est le double de celui du site 2 (sur terrain plat).

Le coût est quatre fois plus élevé pour l'écartement de 1 m × 1 m que pour celui de 2 m × 2 m.

ESSAI N° 235 - PRONY

Cet essai est situé à Prony, sur un terrain fait d'un mélange de latérite et d'éléments de la cuirasse de fer de surface pour augmenter la stabilité de l'ensemble. 33 espèces sont testées à une densité de 2 m × 2 m.

Le dispositif retenu est le suivant :

- un dépôt de « latérite » simplement aplani ;
- la plate-forme d'un barrage de retenue de boue, faite du même matériau.

La fumure a été de 100 g par plant de 10-14-12 à la plantation en mélange à la terre et, à 3 ans, il y a eu un complément de fumure de 150 g par plant de 12-12-20 sur le site 1. Un paillage a été réalisé. La plantation, faite sous la forme d'une collection, n'a pas de répétitions.

A noter que les conditions météorologiques qui ont suivi la plantation ont été défavorables : forte sécheresse et vents forts.

Résultats

- Les *Acacia spp.* poussent vite mais assurent un couvert assez clair. Dès 3-4 ans, les arbres souffrent : les cimes sèchent, la mortalité est forte, la croissance s'arrête.

- Certaines espèces sont nettement inadaptées : *Manguier*, *Santal*, *Macadamia*, *Samanea*, *Cedrela*, *Anacardier*, *Swietenia*, *Kohu*, *Carya*, *Okoumé*, *Bois noir*, *Martaoui*.

- Un troisième groupe est formé par les espèces montrant une croissance difficile et des carences minérales ; elles couvrent mal le sol mais se maintiennent avec une très faible mortalité. Ce sont des espèces locales a priori adaptées : *Araucaria*, *Arillastrum*, *Casuarina* ou des exotiques telles que *Araucaria*, *Casuarina*.

- Les herbacées, glycine et *Phaseolus*, après un démarrage, n'ont pas survécu. Leur présence préalable à une plantation d'arbres n'est pas indispensable.

- L'*Acacia spirorbis* est la seule espèce qui se soit montrée bien adaptée en couvrant le sol et en ne présentant pas de carences et, à un moindre degré, l'*Albizia falcata*. Les fumures ont été utiles et la densité de 2 m × 2 m a été suffisante quand l'espèce se développait bien.

ESSAI N° 294 À THIO

Cet essai a été réalisé sur deux sites de déblais compactés, c'est-à-dire sur une décharge contrôlée ; les 15 espèces ont été plantées après un rippage et une fumure de 200 g de 12-12-20/plant.

Or, quelques semaines après la plantation, un cyclone a traversé le Territoire et a détruit l'essai à 90 % (il est tombé 400 mm de pluie en 36 heures en février 1981 !). Les diverses espèces sont mortes (les rares individus qui ont survécu n'ont quasiment pas poussé). Cependant, les *Acacia spirorbis* et les *Casuarina collina* ont partiellement résisté et crû ; leur hauteur moyenne variait de 50 à 100 cm à l'âge de 5 ans !

ESSAI N° 228 - KONGOUHAOU

Cet essai se situe en altitude (760 m) et au centre de l'île. Il est formé de 4 zones situées soit sur remblai, soit sur le terrain en place. La plantation a été faite en début de saison sèche avec une fertilisation de 150 g de 10-14-12/plant (renouvelée à 1 an : 100 g/plant de 10-14-12 et, à 2 ans, 150 g/plant de 12-12-20). Un paillage a été fait.

Quatre zones ont été plantées :

- **Zones 1 et 2** : terrains décapés et travaillés mécaniquement, rippage à — 80 cm, avec une pente de 10-15 %.
- **Zone 3** : terrains décapés mais non mécaniquement travaillés, avec une pente de 10-15 %.
- **Zone 4** : remblai de route avec une pente de 70 à 80 %.

Résultats

Qualitativement, les résultats de l'essai 228 sont relativement homogènes et les espèces réagissent de façon nette.

Dans l'ensemble, peu d'espèces se sont montrées adaptées mais cela tient :

- aux conditions très rudes du milieu,
- aux conditions très rudes lors de la mise en place et du suivi,
- à la stérilité du terrain,
- aux effets mécaniques et physiologiques des vents,
- au cyclone « Cliff » de février 1981.

Les résultats sont identiques à ceux relevés dans d'autres sites et pour des essais semblables, ainsi :

- Les *Acacia* se développent vite au départ puis, dès 3/4 ans, commencent à dépérir tout en créant une litière. Seul l'*Acacia spirorbis* se trouve être bien adapté. Il couvre le sol et ne semble pas souffrir de problèmes nutritionnels.

- *Albizia falcata* est inadaptée, ainsi qu'*Acacia simplex*, *Albizia granulosa*, *Cedrela odorata*, *Cedrus atlantica*, *Macadamia ternifolia*, *Samanea saman*, *Mangifera indica* et *Glycine javanica*.

- Les *Araucaria*, espèces de terrains miniers et de terrains difficiles, ne donnent que des croissances médiocres et ils souffrent nettement de problèmes nutritionnels. Ils sont jaunâtres et ne poussent plus. Avec une fumure fréquente et une densité plus forte, ils devraient donner de bons résultats (des peuplements naturels d'*Araucaria rulei* croissent à proximité et sont bien adaptés à ce type de terrain).

- Les *Agathis* se développent mais, comme les *Arillastrium* et les *Alphitonia*, ils donnent des croissances en deçà de ce que l'on pourrait obtenir. Il leur manque un ombrage de départ et une fumure plus fréquente.

- Les *Casuarina spp.* et les *Pinus spp.* donnent des résultats corrects à bons. Ils sont nettement plus adaptés.

Cependant, comme dans tous les essais, deux espèces sont toujours les meilleures ; il s'agit de :

- *Acacia spirorbis* - Légumineuse - Gaïac,
 - *Casuarina collina* - Casuarinacée - Bois de fer,
- qui sont deux espèces indigènes en Nouvelle-Calédonie et qui ont des nodules (de *Rhizobium* sur *Acacia* et *Frankia* sur *Casuarina*) sur leurs racines ; ces dernières les aident dans leur nutrition azotée, ce qui explique en partie leur bonne adaptation.

ESSAI N° 277 - KONGOUHAOU

Les deux essais (277 et 277') sont marginaux par leur petite taille. Leur intérêt réside dans la tentative d'association entre des espèces à croissance plus lente mais pouvant donner à terme du bois d'œuvre (Araucariacées).

Cet essai a été réalisé sur une décharge minière compactée, faite surtout d'éléments terreux avec une pente de 3 %, à 650 m d'altitude. La plantation a été faite

en ligne après un sous-solage du terrain et un épandage de terre végétale sur une partie de l'essai (6 cm d'épaisseur) et une fumure de 800 kg/ha de NPK sur l'ensemble ; à 2 ans, un complément de fumure, à raison de 150 g de NPK/plant, a été réalisé.

Résultats

Ici aussi, les *Casuarina collina* et *Acacia spirorbis* sont, de loin, les espèces les mieux adaptées ; cela était déjà net à 2 ans. De plus, elles fructifient et quelques semis apparaissent.

Les espèces inadaptées sont *Grevillea robusta*, *Acacia simplex*, *Acacia melanoxylon*, *Acacia auriculiformis* malgré une croissance rapide au départ.

L'*Albizia falcata* et l'*Acacia dealbata* démarrent vite, puis dépérissent dès l'âge de 2-3 ans.

Les *Araucaria* se développent correctement pendant 1 à 2 ans, puis s'arrêtent de croître. Ils jaunissent mais peuvent persister ainsi durant des années.

En revanche, la zone recouverte de terre végétale a donné de meilleurs résultats : les plants sont plus grands mais surtout plus vigoureux et bien venants dans l'ensemble.

De façon spontanée, quelques espèces herbacées du maquis se régénèrent sur la parcelle ; notons :

- *Lepidosperma perteres* Cypéracée
- *Cladium deplanchei* Cypéracée
- *Lophoschoenus sp.* Cypéracée
- *Psilotum nudum* Fougères - Psilotacée

ESSAI N° 277 - KONGOUHAOU

Il est situé dans la même région que l'essai 277, à 620 m, donc à une altitude légèrement plus basse. Le site est plat ; il est fait de déblais.

13 espèces ont été testées avec une forte fertilisation par rapport aux autres essais : 1 000 kg de NPK/ha à la plantation et 400 kg/ha à 2 ans.

Résultats

Dans l'ensemble, aucune espèce ne convient sur ce site. Plusieurs sont nettement inadaptées : *Fagraea*, *Khaya*, *Anacardium*, *Intsia*, *Swietenia*, *Dalbergia*.

Seules *Acacia elata* et *Eucalyptus camaldulensis* dépassent 1 m de hauteur.

Les *Casuarina* et les pins n'ont pas été mis sur cet essai, ni le gaïac (*Acacia spirorbis*) qui sont les espèces susceptibles de donner de bons résultats.

ESSAI N° 218 - PORO

Il porte sur une décharge contrôlée, en deux sites situés à 170 et 200 m d'altitude ; le matériau est un ensemble de

latérites et de blocs rocheux, riche en Fe, Mg, SiO₂, pauvre en N-P-K-Ca et acide ; le sol est tassé, ce qui gêne sa perméabilité. Il n'y a aucune végétation naturelle.

Dispositif en trois blocs

1. Le bloc I est fait de « stériles » riches en éléments rocheux, compactés. Une couche de 30 cm d'éléments de surface a été répandue après un sous-solage à 70 cm. Surface plane - plantation en blocs (3) complets et 36 plants/parcelle.

2. Le bloc II est une zone très pentue (70 à 80 % de pente) qui n'a reçu aucun travail du sol. Une collection d'espèces en petit nombre a été mise en terre (12 parcelles).

3. Le bloc III est une surface plane, moins rocheuse et plus meuble que celle du bloc I. Il a été planté en *Acacia spirorbis* et en *Araucaria* après un sous-solage.

La mise en terre a été réalisée en février 1978. Les plants ont été éduqués en pépinière sauf l'*Anacardium occidentale*, qui a été semé, et l'*Azadirachta indica*, planté en stumps.

La fertilisation de départ, de 75 g/plant de PK, a été complétée à 3 mois avec 10 g de N à 47 % et renouvelée à 3 ans avec 150 g de NPK/plant. Un paillage de chaque plant a clos les travaux de plantation de mars à avril 1978.

Résultats

Ils sont hétérogènes, ce qui s'explique par :

□ La diversité des matériaux des sites.

Les décharges tassées sont très peu perméables. Cette faible perméabilité entraîne un très fort ruissellement, d'où un caractère de sécheresse du sol qui ne récupère qu'une partie de l'eau de pluie.

□ L'insuffisance générale et l'irrégularité de la fumure d'entretien dues notamment au passage d'un cyclone après la première fumure d'entretien.

□ La sécheresse répétée du site (notamment en août et septembre 1979). Ajoutons que, sur le site de Poro, la période chaude coïncide avec la période la plus pluvieuse mais que, pendant ces mois, les précipitations sont surtout dues à des pluies cycloniques d'intensité élevée qui jouent peu sur la réserve en eau des sols ; par conséquent, les sites se trouvent dans des conditions micro-climatiques très arides pendant la saison sèche d'août à novembre ou décembre, et l'on peut conclure à des conditions de revégétalisation particulièrement difficiles.

Même pour les espèces introduites en petits plateaux, les résultats corroborent dans l'ensemble ceux observés dans d'autres sites : Centre de Thio (sur essais 228 et 277) et site de Prony (sur essais 127/2 et 235).



Essai N° 127/1 - la zone enherbée se recouvre naturellement d'une végétation herbacée et ligneuse.

Diverses espèces à croissance assez rapide au départ, telles que *Acacia dealbata*, *Acacia mearnsii*, *Acacia melanoxylon*, *Albizia falcata*..., subissent rapidement un dépérissement partiel ou total dans les conditions très sévères de Poro, montrant une inadaptation climatique et édaphique. Le dépérissement se traduit par une faiblesse et une hétérogénéité de couvert trop importantes pour que ces espèces puissent recoloniser les décharges minières sans apport régulier d'éléments nutritifs.

Albizia falcata devrait être essayé sur des sites très à l'abri du vent.

Certaines espèces de « terrains miniers » sont à croissance trop lente pour être vraiment utiles dans une première phase. C'est le cas, par exemple, d'*Araucaria rulei*, d'*Araucaria scopulorum*, de *Casuarina deplancheana*... D'ailleurs, ces espèces que l'on trouve naturellement autour des sites d'exploitation minière ne recolonisent pas spontanément les décharges.

Les meilleures espèces testées sont, comme pour les autres essais, deux espèces endémiques : *Acacia spirorbis* et *Casuarina collina*. *Casuarina equisetifolia* est toujours chlorosé et moins homogène que *Casuarina collina*. *Acacia spirorbis* est satisfaisant, tant sur l'essai proprement dit que sur la grande zone plantée en gaïac en bordure de l'essai.

Les cyclones de 1981 ont fortement accentué les phénomènes d'érosion.

A 7 ans, les résultats déjà observés à 2 ans se confirment et se précipitent pour être, là aussi, semblables à ceux des autres essais pour les mêmes espèces.

Les autres légumineuses se développent bien au départ, puis dépérissent. Les autres espèces se montrent nettement inadaptées, sauf les espèces locales qui montrent néanmoins des signes de carence nutritionnelle.

ESSAI N° 422 - NOUMÉA

Cet essai est différent des autres dans la mesure où il a été mis en place sur les scories issues de l'extraction du nickel du minerai par fusion. Ces scories sont donc des résidus sidérurgiques et servent en partie aux remblaiements de zones de mangroves et du littoral de la presqu'île de Nouméa. Une forte proportion est inutilisée et stockée en merlon (c'est-à-dire en buttes délimitant la périphérie du site, face à la mer) sur le périmètre de l'usine couvrant ainsi de grandes surfaces. Leur composition est de : 55 % SiO₂, 6 à 8 % FeO, 35 % MgO et quelques % de divers oxydes. La densité est de 2,8. La granulométrie est en moyenne de 40 % de grains < 3 mm et 60 % > 3 mm. C'est donc un sable stérile de couleur noire.

Une plantation a été faite en juillet 1987 avec cinq espèces dans des trous de plantation remplis de terre végétale et avec une fumure de 150 g/plant de NPK.

Résultats

Les *Acacia spirorbis* et les *Casuarina collina* ont bien poussé. Les *Araucaria* ont souffert de la sécheresse, les cocotiers ont été ... volés, les *Carpobrotus* se développent lentement mais sans problèmes apparents et les cerisiers de Panama se sont montrés inadaptés.

ESSAI N° 278 - PORO

Cet essai en deux sites se place près de ceux de l'essai N° 218, donc dans les mêmes conditions de milieu. Il s'agissait essentiellement de tester de nouvelles espèces, associées de façons diverses à une densité différente de celle de l'essai N° 218, et un enherbement.

La plantation a été faite sous forme de collection en août 1979 après un sous-solage croisé et une fumure (500 kg/ha de NPK). Une fumure complémentaire a été effectuée à l'âge de 2 ans (150 g/plant de 12-12-20).

Résultats

Ils sont très semblables à ceux des autres essais :

Les *Acacia spp.* et *Albizia spp.* croissent vite au départ et dépérissent dès 3-4 ans en couvrant mal le sol et en créant une légère litière.

Certaines espèces sont nettement inadaptées (mortalité supérieure à 90 % et très faible croissance) : *Albizia lebbek*, *Anacardium occidentale*, *Eucalyptus spp.*, *Fagraea schlechteri*, *Grevillea robusta*, *Intsia bijuga*, *Khaya senegalensis*, *Swietenia macrophylla*, *Terminalia mantaly*, *Thespesia populnea*.

Araucaria spp. et *Arillastrum gummiferum* donnent des croissances intermédiaires.

Les raisons d'un tel résultat sont les mêmes que dans l'essai N° 218. En outre, la plantation a été faite trop tardivement.

Sur ces deux essais (N° 218 et N° 278), de bonnes croissances sont obtenues avec *Casuarina collina* et *Acacia spirorbis*. *Albizia falcata* se développe bien en zones abritées (mais les sites miniers sont souvent ventés).

Les espèces locales de terrains miniers ont une croissance lente et ne peuvent être plantées qu'en association avec une espèce adaptée.

L'écartement de 2 m × 4 m est trop lâche et ne permet pas un recouvrement rapide du sol. Celui de 2 m × 2 m convient bien.

ESSAI N° 279 - KUAUA

Situé entre Poro et Thio, sur la côte est, c'est le seul essai de la très importante région de Kouaoua. Cet essai a été mis en place en août 1979 sur une décharge minière présentant une forte pente (> 50 %). Le matériau est constitué de latérites fines non tassées.

La plantation a été manuelle ; la plate-forme a bénéficié d'un rippage croisé et d'une banquette destinée à détourner les eaux de ruissellement. La fumure de départ a été de 150 g/plant de 12-12-20, répétée à 2 ans.

Résultats

Le mois qui a suivi la plantation a été sec, puis une forte pluie est tombée sur la région : la reprise des plants a été assez bonne (sauf pour le semis de kikuyu) mais des crevasses d'érosion et des glissements de terrain importants ont été observés.

DISCUSSION

Cet ensemble d'essais menés de 1971 à 1981 et suivis jusqu'en 1990 a permis de tester un grand nombre d'espèces et plusieurs méthodes de travail du sol et de fumures.

Les essais ont été implantés dans une gamme de sites et de natures de terrain réunissant la majorité des cas possibles. Les résultats obtenus sont nets et homogènes.

La composition chimique des milieux faisait craindre, dès le départ, de grandes difficultés : la richesse en éléments présents normalement à de très petites quantités (Ni, Cr, Co, Mg...) laissait penser que ces sols étaient toxiques et qu'il serait quasiment impossible d'y faire croître des végétaux. Ceci était « confirmé », *a priori*, par l'absence totale de reverdissement naturel des sites dégradés comme des décharges minières et des anciennes mines.

Des divers travaux des sols, on peut conclure que :

- Un sous-solage, comme tout ameublement du site, facilite la pénétration des racines et la croissance des plantes.

- Les dépôts de « stériles » en surfaces planes ou peu pentues sont préférables à ceux présentant des pentes, pour des raisons économiques ; les travaux y sont nettement moins coûteux alors que les croissances ne sont pas affectées.

- Les quelques traitements au curasol n'ont pas montré de différences très nettes. Ce traitement augmente les manipulations, et donc les coûts, sans effet notable sur les croissances et l'érosion.

- Le paillage des plants a, en revanche, été efficace en freinant le dessèchement du sol autour des plants.

- Les densités se situant autour de 2 500 tiges/ha sont celles qui se montrent les moins coûteuses en offrant une rapide couverture du sol avec les espèces adaptées.

Par contre, l'épandage de terre végétale et les fumures ont eu des résultats très positifs et très nets. Tout se passe, pour certaines espèces, comme si ces sols étaient non pas toxiques mais simplement stériles : dès qu'une fertilisation est apportée, la plupart des espèces se développent.

Les essais réalisés avec des herbacées n'ont pas donné de résultats intéressants : les semences germent correctement et les stolons commencent à couvrir le terrain. Lorsque 50-60 % du sol est enherbé, les espèces régressent et disparaissent ; ceci est dû à la pauvreté des sols, à leur dureté et à leur grande perméabilité ; les plantes ne prospectent donc qu'un volume de sol faible, sec et stérile.

Les résultats des 75 espèces testées sont très homogènes dans les divers essais et sont les mêmes, quel que soit le type de terrain retenu alors que les compositions chimiques sont très différentes d'un sol à l'autre. Nous pouvons les regrouper ainsi :

- *L'Acacia spirorbis* et le *Casuarina collina* : ces espèces se développent très bien et ne montrent pas de signes de carences. Elles couvrent vite le sol et forment une litière, puis un humus vers 8-10 ans.

- *Les légumineuses locales ou exotiques* : certaines se sont bien développées dès le départ, ont donné assez vite une légère litière mais ont dépéri dès 3-4 ans. Ce sont : *Acacia auriculiformis* - *Acacia dealbata* - *Acacia mangium* - *Acacia mearnsii* - *Acacia melanoxylon* - *Acacia spectabilis* - *Albizia falcata*.

D'autres, au contraire, sont toutes mortes : *Acacia simplex* - *Albizia julibriscens* - *Archidendropsis granulosa* - *Albizia lebbek* - *Pterocarpus indicus* - *Samanea saman* - *Delonix regia* - *Dalbergia sisoo* - *Gliricidia maculata* - *Bauhinia carronii* - *Intsia bijuga* - *Leucaena leucocephala*.

- Le groupe des *espèces locales* qui, provenant des terrains miniers et en apparence adapté, n'a pas donné les résultats escomptés.

Cependant, les plants qui sont généralement présents souffrent de carences minérales mais ne demandent qu'à se développer dès qu'une fumure est apportée. Ces espèces, mises en association avec celles qui se développent bien et qui couvrent vite le sol, peuvent avoir de bonnes croissances et rendre les reboisements de protection intéressants sur le plan économique. Ce sont : *Agathis lanceolata* - *Araucaria luxurians* - *Araucaria montana* - *Araucaria muelleri* - *Araucaria rulei* - *Araucaria scopulorum* - *Elaeocarpus angustifolius* - *Arillastrum gummiferum*.

- Un quatrième groupe est formé d'espèces locales et/ou exotiques, qui donnent des résultats variables et convenant à certains sites. Ces espèces sont les pins, les *Casuarina spp.*, le santal (en association avec une plante-hôte adaptée).

Puis nous trouvons des cas particuliers :

- Les *Eucalyptus*, qui n'ont donné aucun résultat intéressant alors qu'ils donnent, sur les mêmes sols, dans des essais d'introduction dans le sud (Ouénarou et Champ-de-Bataille), de très belles croissances (il est vrai qu'ils sont sur des sols très travaillés et fertilisés).

- *L'Alphitonia neocaledonica* et le *Cerberiopsis candelabra*, qui croissent naturellement et abondamment sur certains sites mais se montrent médiocres en plantation.

Tableau III

Liste des espèces qui se sont développées spontanément lors de trois essais

N°	Espèce	Famille		N° ESSAI		
				60	85	127
1	<i>Ageratum conizoides</i> (i)	Composée	herbe			
2	<i>Agrostis verticillata</i> (i)	Graminée	herbe	x		
3	<i>Alphitonia neocaledonica</i>	Rhamnacee	arbre			x
4	<i>Amaranthus sp.</i> , cf. <i>paniculatus</i> (i)	Amaranthacee	herbe			x
5	<i>Baeckea ericoïdes</i>	Myrtacée	arbuste	x		x
6	<i>Bidens pilosa</i> (i)	Composée	herbe			x
7	<i>Blechnum sp.</i>	Blechnacée	fougère	x		x
8	<i>Borreria laevis</i> (i)	Rubiacee	arbuste			x
9	<i>Casuarina deplancheana</i>	Casuarinacée	arbre			x
10	<i>Cheilanthes sp.</i>	Adiantacée	fougère			x
11	<i>Cladonia retipora</i>	Lichens	—	x		x
12	<i>Dacrydium araucarioïdes</i>	Podocarpacee	arbuste	x		
13	<i>Dianella sp.</i>	Liliacée	herbe			x
14	<i>Dicranopteris linearis</i>	Gleicheniacée	fougère	x	x	x
15	<i>Dracophyllum ramosum</i>	Epacridacée	arbuste	x		
16	<i>Drynaria rigidula</i>	Polypodiacee	fougère	x	x	x
17	<i>Emilia sonchifolia</i> (i)	Composée	herbe			x
18	<i>Eriaxis rigida</i>	Orchidée	herbe	x	x	
19	<i>Erigeron sp.</i> , cf. <i>crispus</i> (i)	Composée	herbe			x
20	<i>Gleichenia dichotoma</i>	Gleicheniacée	fougère	x		x
21	<i>Hibbertia sp.</i> , cf. <i>scabra</i>	Dilleniacee	arbuste	x		
22	<i>Hypochoeris glabra</i> (i)	Composée	herbe			x
23	<i>Imperata cylindrica</i>	Graminée	herbe	x		x
24	<i>Killinga brevifolia</i>	Cypéracée	herbe			x
25	<i>Lepidosperma perteres</i>	Cypéracée	herbe	x		
26	<i>Lophoschoenus sp.</i> , cf. <i>neo-caledonicus</i>	Cypéracée	herbe			x
27	<i>Lomandra sp.</i> , cf. <i>neo-caledonica</i>	Liliacée	liane	x		
28	<i>Lycopodium sp.</i> , cf. <i>cernuum</i>	Lycopodiacee	fougère	x	x	
29	<i>Microsorium punctatum</i>	Polypodiacee	fougère			x
30	<i>Myodocarpus sp.</i>	Ombellifère	arbuste	x		
31	<i>Nephrolepis hirsutula</i>	Davalliacee	fougère	x	x	x
32	<i>Oxalis debilis</i> (i)	Oxalidacée	herbe			
33	<i>Paspalum conjugatum</i> (i)	Graminée	herbe	x		x
34	<i>Paspalum paniculatum</i> (i)	Graminée	herbe	x		x
35	<i>Phyllanthus sp.</i>	Euphorbiacee	herbe			x
36	<i>Phymatodes scolopendria</i>	Polypodiacee	fougère	x		x
37	<i>Polygala paniculata</i> (i)	Polygalacée	herbe	x		x
38	<i>Psilotum nudum</i>	Psilotacée	fougère	x		x
39	<i>Pteris sp.</i>	Adiantacée	fougère	x	x	
40	<i>Pterocaulon sp.</i> , cf. <i>serrulatus</i>	Composée	herbe			x
41	<i>Rynchelytrum roseum</i> (i)	Graminée	herbe			x
42	<i>Scaevola sp.</i>	Goodeniacee	arbuste	x		
43	<i>Schoenus sp.</i> , cf. <i>brevifolius</i>	Cypéracée	herbe			x
44	<i>Siegesbeckia orientalis</i> (i)	Composée	herbe			x
45	<i>Smilax sp.</i> , cf. <i>neo-caledonica</i>	Liliacée	liane	x		
46	<i>Solanum nigrum</i> (i)	Solanacée	herbe			x
47	<i>Spathoglottis sp.</i> , cf. <i>vieillardii</i>	Orchidée	herbe		x	x
48	<i>Stachytarpheta urticaefolia</i> (i)	Verbenacée	herbe	x		x
49	<i>Styphelia albicans</i>	Epacridacée	arbuste	x	x	
50	<i>Tridax procumbens</i> (i)	Composée	herbe			x
51	et une mousse indéterminée					

* (i) = introduite.

Tableau IV

Récapitulatif des espèces étudiées

N°	ESPÈCES	LOTS	ORIGINES
1	<i>Acacia auriculiformis</i>	—	P.N.G.
2	<i>Acacia dealbata</i>	Mimosa	P.N.G.
3	<i>Acacia elata</i>	—	P.N.G.
4	<i>Acacia mangium</i>	—	P.N.G.
5	<i>Acacia mearnsii</i>	—	P.N.G.
6	<i>Acacia melanoxylon</i>	—	P.N.G.
7	<i>Acacia simplex</i>	Martaoui	N.C.
8	<i>Acacia spectabilis</i>	—	Australie
9	<i>Acacia spirorbis</i>	Faux Gaïac	N.C.
10	<i>Agathis lanceolata</i>	Kaori	N.C.
11	<i>Albizia falcata</i> = <i>Paraserianthes salcataria</i>	—	N.C.
12	<i>Archidendropsis granulosa</i> (<i>Albizia granulosa</i>)	Acacia noir	N.C.
13	<i>Albizia julibriscens</i>	—	N.C.
14	<i>Albizia lebbek</i>	Bois noir	N.C.
15	<i>Albizia spectabilis</i>	—	N.C.
16	<i>Alphitonia neocaledonica</i>	Pomaderris	N.C.
17	<i>Anacardium occidentale</i>	Noix de cajou	Sénégal
18	<i>Araucaria cunninghamii</i>	—	P.N.G.
19	<i>Araucaria columnaris</i>	Pin colonnaire	N.C.
20	<i>Araucaria excelsa</i>	Pin de Norfolk	Norfolk
21	<i>Araucaria humsteini</i>	—	P.N.G.
22	<i>Araucaria luxurians</i>	—	N.C.
23	<i>Araucaria montana</i>	—	N.C.
24	<i>Araucaria muelleri</i>	—	N.C.
25	<i>Araucaria rulei</i>	—	N.C.
26	<i>Araucaria scopulorum</i>	—	N.C.
27	<i>Arundo donax</i>	Canné de provence	—
28	<i>Aucoumea klaineana</i>	Okoumé	Gabon
29	<i>Azadirachta indica</i>	Neem	Cameroun
30	<i>Bauhinia monandra</i>	Faux arbre de Judée	N.C.
31	<i>Callistemon pancheri</i>	—	N.C.
32	<i>Carya oliviformis</i>	—	N.C.
33	<i>Carpobrotus edulis</i>	—	N.C.
34	<i>Casuarina chamaecyparis</i>	Bois de fer	N.C.
35	<i>Casuarina collina</i>	Bois de fer	N.C.
36	<i>Casuarina deplancheana</i>	Voyou	N.C.
37	<i>Casuarina equisetifolia</i>	Filao	N.C.
38	<i>Cedrela odorata</i>	Acajou rouge	Australie
39	<i>Cedrus atlantica</i>	Cèdre	Maroc
40	<i>Cerberiopsis candelabra</i>	Candélabre	N.C.
41	<i>Cocos nucifera</i>	Cocotier	N.C.
42	<i>Cynodon dactylon</i>	Chiendent	N.C.

N°	ESPECES	LOIS	ORIGINES
43	<i>Dalbergia sisoo</i>	—	Cameroun
44	<i>Elaeocarpus angustifolius</i>	Cerisier bleu	N.C.
45	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	—	Australie
46	<i>Eucalyptus gomphocephala</i>	—	Australie
47	<i>Fagraea schlechteri</i>	Bois tabou	N.C.
48	<i>Glycine javanica</i>	—	Australie
49	<i>Grevillea robusta</i>	Chêne argenté	Australie
50	<i>Ghricidia maculata</i>	—	N.C.
51	<i>Intsia bijuga</i>	Kohu	N.C.
52	<i>Khaya senegalensis</i>	Acajou d'Afrique	Afrique
53	<i>Leucaena leucocephala</i>	Faux mimosa	Amérique centrale
54	<i>Macadamia ternifolia</i>	Noyer	Australie
55	<i>Mangifera indica</i>	Manguier	N.C.
56	<i>Muntingia calabura</i>	« Cerisier de Panama »	Amérique centrale
57	<i>Pennisetum clandestinum</i>	Kikuyu	—
58	<i>Pennisetum purpureum</i>	—	—
59	<i>Phaseolus artropurpureus</i>	Siratro	Australie
60	<i>Pinus caribaea</i>	Pin	Amérique centrale
61	<i>Pinus elliottii</i>	Pin	Floride
62	<i>Pinus kesiya</i>	Pin	Asie
63	<i>Pinus patula</i>	Pin	Mexique
64	<i>Pinus oocarpa</i>	Pin	Amérique centrale
65	<i>Pinus taeda</i>	Pin	Australie
66	<i>Poinceana regia</i> = <i>Delonix regia</i>	Flamboyant	N.C.
67	<i>Pueraria thumbergiana</i>	—	—
68	<i>Pterocarpus indicus</i>	Sang-dragon	Inde
69	<i>Samanea saman</i>	Bois noir de Haïti	Amérique centrale
70	<i>Santalum austrocaledonicum</i>	Santal	N.C.
71	<i>Schinus molle</i>	Faux poivrier	Maroc
72	<i>Arillastrum gummiferum</i>	Chêne-gomme	N.C.
73	<i>Swietenia macrophylla</i>	Acajou	Amérique centrale
74	<i>Terminalia mantaly</i>	—	Madagascar
75	<i>Thespesia populnea</i>	Bois rose	N.C.

Les autres espèces se sont, sur tous les sites, montrées décevantes.

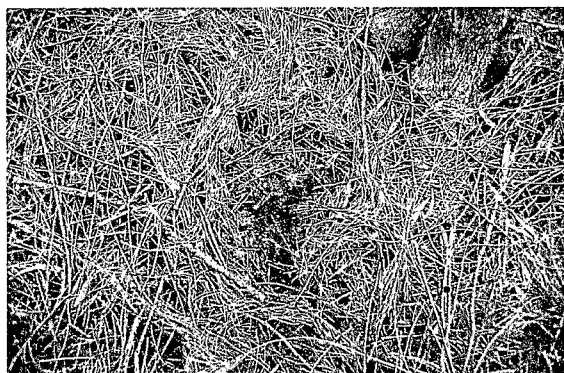
Des solutions de reverdissement des décharges apparaissent donc à la suite de ces essais. Il est certain, cependant, que d'autres espèces pourraient aussi convenir, si d'autres combinaisons de conditions de mises en place étaient essayées, si d'autres espèces étaient testées, si d'autres fumures étaient utilisées, si..., mais il n'y a pas alors de raisons de cesser de faire des essais !

Le but était de trouver une ou plusieurs espèces pouvant pousser sur ces matériaux, d'en préciser les conditions, à des coûts compatibles avec l'économie minière. Il est possible d'écrire aujourd'hui que ce but a été atteint au niveau de l'expérimentation.

Avec une vingtaine d'années de recul pour les essais les plus anciens, nous constatons que :

□ Les phases préliminaires d'enherbement ne sont pas impératives mais qu'elles aident très bien au démarrage d'espèces ligneuses, en préparant le sol et en apportant de la matière organique.

□ Les feuilles et les aiguilles qui tombent au sol couvrent ce dernier d'une litière épaisse, sous laquelle un humus se forme surtout sous *Acacia spirorbis* et sous *Casuarina collina*. Ceci permet le développement, de façon naturelle, des espèces du milieu environnant (qui ensemencent le site) : 51 espèces ont ainsi été recensées



Essai N° 127/2 - âgé de 14 ans - un humus se fait sous la litière.

sur les essais du sud à l'âge de 12 ans (cf. tableau III, p. 19).

Donc de véritables associations végétales, sur un vrai humus, se créent naturellement, ce qui est prometteur pour l'avenir quand on se rappelle que, redisons-le, rien ne pousse naturellement sur ces sites même après des dizaines d'années.

Ces résultats ont été utilisés dans une « recette » qui a été mise en place sur deux sites très différents en 1990. La « recette » a montré qu'elle fonctionne et qu'elle est solide. Elle a donc été exposée et diffusée auprès des Autorités Territoriales et Provinciales dès 1991.

EXEMPLE DE FLORE DES TERRAINS MINIERES Relevé floristique à Ouénarou-Scierie

ARALIACÉES *Myodocarpus* sp. 1 - *Myodocarpus fraxinifolius*

CASUARINACÉES *Casuarina deplancheana*

CELASTRACÉES *Peripterygia marginata*

CUNONIACÉES *Codia discolor* - *Cunonia* spp. 1-2 - *Pancheria hirsuta*

CYPERACÉES *Costularia nervosa* - *Lepidosperma perteres*

DILLENIIACÉES *Hibbertia* spp. 1-2

EPACRIDACÉES *Dracophyllum ramosum* - *Dracophyllum verticillatum* - *Styphelia pancheri*

EUPHORBIACÉES *Phyllanthus aeneus*

FLACOURTIACÉES *Casearia silvana*

FLAGELLARIACÉES *Flagerlaria neocaledonica*

GOODENIACÉES *Scaevola* sp.

GUTTIFÈRES *Garcinia amplexicaulis* - *Montrouziera* sp. - *Montrouziera verticillata*

LICHENS *Cladonia retipora* - *Cladonia pycnoclada*

LILIACÉES *Dianella* sp. - *Smilax* sp.

MYRTACÉES *Baeckea ericoides* - *Cloezia artensis* - *Syzygium ngoyense* - *Tristania glauca* - *Tristania callobuxus*

ORCHIDACÉES *Eriaxis rigida* - *Megastylis gigas*

PTERIDOPHYTES *Pteridium aquilinum*

PROTÉACÉES *Grevillea gillivrayi* - *Grevillea exul* - *Stenocarpus umbelliferus*

RUTACÉES *Myrtopsis macrocarpa*

SAPINDACÉES *Stortocalyx* sp.

SCHIZAEACÉES *Schizea dichotoma* - *Schizea laevigata*

THYMELEACÉES *Wickstroemia viridiflora*

CONCLUSION

Les dégradations sauvages des terrains miniers en Nouvelle-Calédonie sont maintenant arrêtées. Une lutte contre les feux existe. Les exploitations sont contrôlées et appliquent des cahiers de charges sévères.

La Nouvelle-Calédonie a pris des mesures d'aménagement de ses richesses naturelles :

Avant exploitation

- de grandes zones sont interdites à l'exploration et à l'exploitation minière ;

- une commission technique, chargée de l'estimation des dommages que causerait la future exploitation, analyse la situation sur les dossiers et sur le terrain. Elle fixe les dispositions d'ordre technique à prendre pendant l'exploitation.

Pendant l'exploitation

- les stériles sont stockés,
- les routes sont stabilisées et comprennent un merlon,
- les décharges sont contrôlées.

Après exploitation

- le dernier niveau d'extraction est aménagé en un ultime barrage filtrant,
- les barrages et les routes sont entretenus.

Ces actions sont d'ordre mécanique. Les résultats des essais de reverdissement montrent que des actions biologiques peuvent s'y ajouter. Un couvert rapide des sites peut être obtenu et une association végétale s'installe par la suite. L'ensemble de ces actions mécaniques et biologiques permet la réhabilitation des terrains dégradés.

L'aspect le plus délicat de ces opérations reste toujours leur coût et la difficulté de les financer bien que des solutions existent et commencent à être appliquées en 1991.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- CTFT/NC, 1985. — Revégétalisation de terrains miniers après exploitation à Prony. Engazonnement. Dossier 127/1, rapport de synthèse.
- CTFT/NC, 1985. — Revégétalisation de terrains miniers après exploitation à Prony. Dossier 127/2, rapport de synthèse.
- CTFT/NC, 1985. — Revégétalisation de terrains miniers après exploitation à Prony. Dossier 235, rapport de synthèse.
- CTFT/NC, 1986. — Réaménagement du milieu naturel après exploitation minière. Rapports de synthèse n° 228, 277, 277', 294, 218, 278, 279, 422.
- CTFT/NC, 1987. — Reverdissement de terrains miniers. Rapport annuel, n° 60-85, rapports de synthèse.
- C.T.R.D.P., 1987. — Ecologie en Nouvelle-Calédonie, 297 p.
- JAFFRE (T.), VEILLON (J.-M.), CHERRIER (J.-F.), 1987. — Sur la présence de 2 Cupressacées dans le massif de Pacoua et localités nouvelles de gymnospermes en Nouvelle-Calédonie. Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle, 4^e série, 9 - Section B - Adansonia n° 3 : 273-288.
- PAPAIL (F.), 1983. — Impact de l'exploitation minière sur l'environnement en Nouvelle-Calédonie. Rapport de stage. Lycée Agricole de Neuvic d'Ussel, 70 p.
- SARLIN (P.), 1954. — Bois et Forêts de Nouvelle-Calédonie. C.T.F.T.

Toutes les photos sont de J.-F. CHERRIER.