



Nutrition minérale des eucalyptus

Les travaux effectués au FOFIFA / DRFP

Les besoins des ménages malgaches en bois d'énergie



Tableau I: Consommation en bois d'énergie des ménages malgaches

	Bois ramassé	Bois acheté	Charbon	Total
Capitale	3,35%	2,75%	84,83%	90,93%
GCU	11,23%	7,53%	75,85%	94,62%
GCS	54,33%	12,30%	32,93%	99,56%
Rural	86,23%	5,57%	6,50%	98,30%

• Les données du tableau I, aimablement mises à disposition par l'INSTAT, donnent la moyenne des ménages malgaches utilisant le bois comme source d'énergie pour les années 1999, 2002, 2004 et 2005. Il y a peu de variation d'une année à l'autre;

• Le bois restera pour longtemps encore la seule source d'énergie pour les ménages malgaches, d'où un danger de surexploitation des peuplements.

La nutrition minérale des peuplements forestiers

- Les peuplements forestiers non exploités sont en situation stable car les éléments minéraux soutirés sont restitués au sol par l'intermédiaire des litières;
- L'exploitation entraîne un déséquilibre par l'exportation des éléments minéraux;
- Les eucalyptus repoussent après coupe et les exploitants pensent pouvoir les exploiter indéfiniment;
- **Une surveillance de l'état nutritionnel des peuplements est nécessaire car la surexploitation peut entraîner la mort de l'arbre.**



Les travaux effectués au FOFIFA DRFP

- Les travaux effectués au FOFIFA / DRFP concernent deux peuplements:
 - Un peuplement surexploité situé dans la région de Manjakandriana et
 - Un peuplement peu exploité situé dans la région de Moramanga.



La région de Manjakandriana: principal fournisseur de bois d'énergie de la Capitale



- Manjakandriana:
 - Altitude: 1426m;
 - Climat tropical d'altitude:
 - Température:
 - Moy: 19°C;
 - Max: 24°C
 - Min: 8°C
 - Pluviométrie: 1618mm, pas de mois sec.
 - **Principal fournisseur de bois d'énergie de la Capitale: la gestion est caractérisée par des périodes de révolution très courtes: 2 ans et même moins (Rambeloarison, G.E., 1987).**
- Les travaux ont été effectués sur un peuplement d'E. robusta installé sur un relief résiduel à la place d'un lambeau de forêt naturelle.

Eucalyptus robusta de Manjakandriana: les travaux effectués

Dans un dispositif expérimental mis en place pour étudier trois durées de rotation - 2 ans, 3 ans et 6 ans – l'évaluation des éléments minéraux:

Stockés dans le sol;

Stockés dans les litières;

Restitués au sol par le feuillage après l'exploitation;

Exporté par le tronc et les écorces

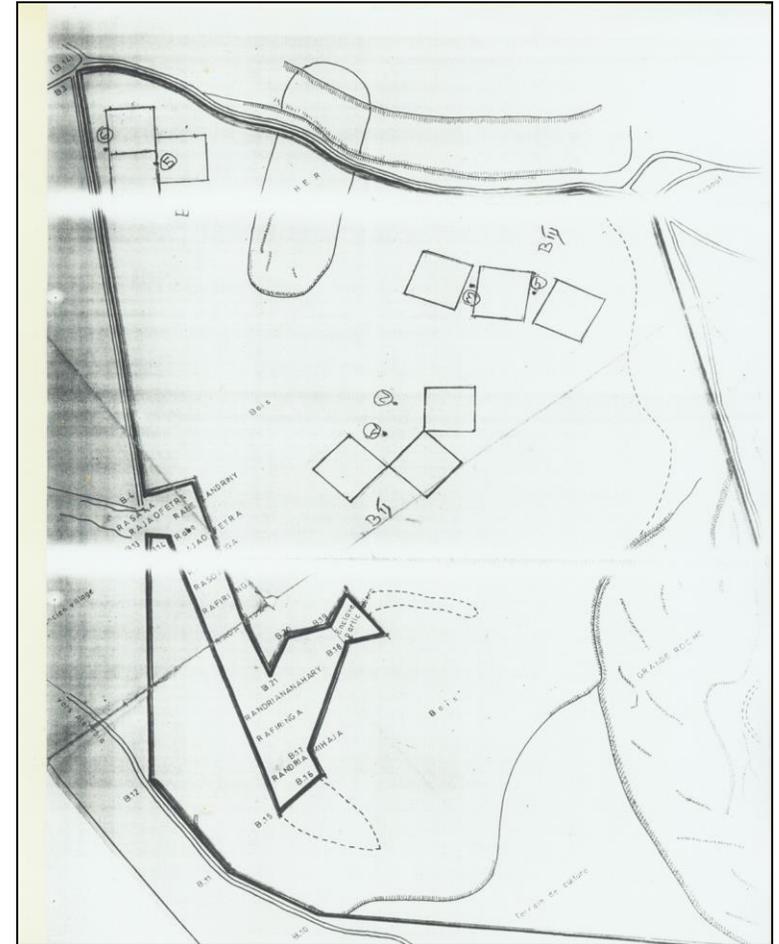
a été effectuée.

Le prélèvement d'échantillons de sol a été effectué dans les différents horizons sur 6 fosses pédologiques creusées jusqu'à 1m environ.

Le prélèvement des échantillons de **litières** a été effectué dans un cadre en bois de dimensions intérieures 50 cm x 50 cm. Au total, 25 échantillons de litières et **20** échantillons de retombées ont été prélevés.

Un seul arbre, de 2 ans, a été abattu pour effectuer le prélèvement de biomasse. **Les résultats ont donc une valeur uniquement indicative.**

Les échantillons ont été préparés et analysés selon les méthodes traditionnelles.



Eucalyptus robusta de Manjakandriana: les caractéristiques du sol



Le sol est un sol ferrallitique typique rouge sur granite, à structure polyédrique. Jusqu'à 1m 50, on peut distinguer trois horizons minéraux qui se différencient par l'abondance des racines qui décroît en profondeur. La consistance, friable au niveau de l'horizon humifère, se raffermi en profondeur. La texture devient plus argileuse en profondeur. La transition entre les horizons minéraux est très progressive.

C'est un sol acide (pH variant de 5,00 à 5,69 en profondeur), mais bien pourvu en matières organiques avec des teneurs en azote et des rapports C/N satisfaisants jusqu'à 54 cm. C'est un sol pauvre en cations échangeables et épuisé en phosphore assimilable.

Tableau II: *E. robusta* de Manjakandriana: éléments minéraux exportés et restitués après une rotation de deux ans

	Azote	Phosphore	Potassium	Calcium	Magnésium
Sol jusqu'à 86 cm	8576	21	276	1157	351
Litières	276,0	4,6	16,0	28,7	30,8
Feuillage	71,8	9,5	51,9	510,9	284,2
Bois +écorces	2	30	319	1177	397
Éléments minéraux exportés par le bois en %	$2 \cdot 10^{-4}$	117%	109%	99%	104%
Éléments minéraux restitués par le feuillage en %	0,08	37%	18%	43%	74%

Eucalyptus robusta de Manjakandriana: éléments minéraux exportés et restitués après une rotation de deux ans

- Les chiffres nous montrent que les eucalyptus ont épuisé les éléments minéraux assimilables du sol et se sont approvisionnés sur les réserves.
- **Ces réserves ne sont pas inépuisables!** Il est probable que la production est en diminution.



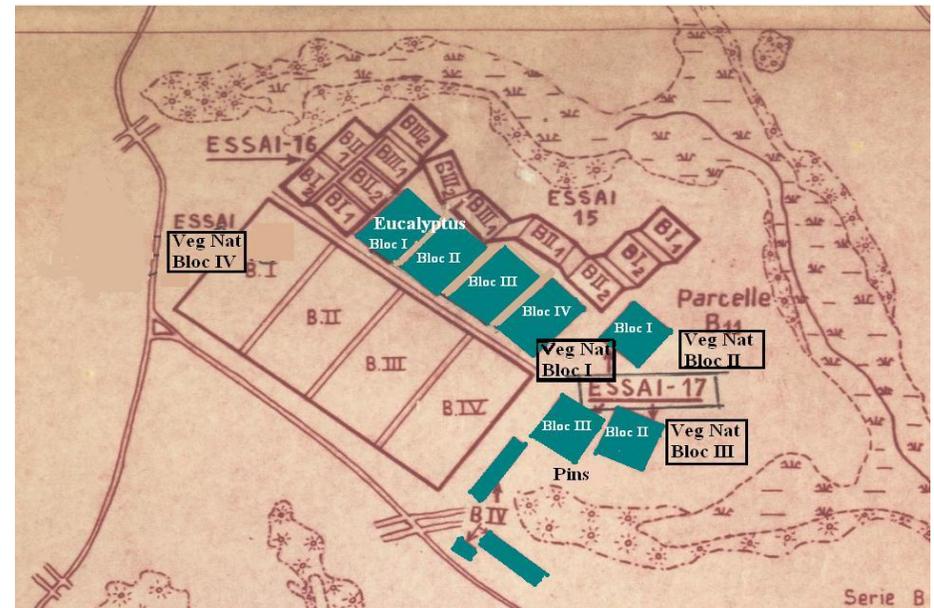
Tableau III: *Eucalyptus robusta* de Manjakandriana: efficacité des éléments minéraux

Éléments minéraux	E. obliqua: 66ans	E. grandis: 27 ans	E. robusta de Manjakandriana : 2 ans
Phosphore	15,51	26,40	3,57
Calcium	1,33	1,43	0,09
Potassium	1,33	0,76	0,34

- **L'efficacité est la biomasse en tonne produite par kg d'élément nutritif consommé** (Gonçalves et al. 1997]. Le calcul de l'efficacité des éléments minéraux permet d'évaluer la durabilité du système. Les chiffres présentés dans ce tableau concernent uniquement le bois (branches + tronc).
- Nous constatons une très faible efficacité des éléments minéraux par comparaison avec des peuplements plus âgés. La gestion actuelle, caractérisée par des durées de rotation très courtes, amène donc à un gaspillage des éléments minéraux. Les résultats obtenus sur cet essai en matière de sylviculture avaient amené le DRFP à fixer à 6 ans, la durée de rotation acceptable.

Comparaison des caractéristiques d'un sol sous peuplement d'*E. grandis*, sous peuplement de *P. kesiya* et sous végétation naturelle mise en défens

- Dans le périmètre de reboisement de la société Fanalamanga, la juxtaposition d'essais de fertilisation de *P. kesiya* et d'*E. grandis* ont été mis à profit pour comparer leurs effets sur le sol après 21 ans de croissance. Les pins n'ont pas subi de traitement sylvicole autre que la fertilisation. Les eucalyptus ont été traités en taillis pour certains blocs et en taillis sous futaie pour d'autres blocs, à l'âge de 14 ans.
- Situé sur les Hautes terres, à l'est de Manjakandriana, à une altitude supérieure à 700m, la station est caractérisée par un climat tropical d'altitude avec une température moyenne variant entre 15°C et 23°C et une pluviométrie de 1500 mm en moyenne. La saison humide est bien marquée, de novembre à mars, et la saison hivernale est caractérisée par la fréquence de pluies fines.
- Malheureusement, ces peuplements ont été victimes d'un incendie accidentel avant que nous puissions prélever la litière et la biomasse.



Les caractéristiques du sol étudié



- Le sol étudié est un sol ferrallitique fortement désaturé jaune sur rouge sur alluvions anciennes. L'épaisseur des litières est d'environ 1cm sous végétation naturelle, de 5cm sous eucalyptus et de 20 cm sous pins. Il est caractérisé par la présence d'un horizon minéral jaune très compact entre 30 et 75 cm et d'un horizon rouge, peu compact à friable au-dessous de 1m. On observe, entre l'horizon humifère et l'horizon minéral jaune et entre les deux horizons minéraux, des horizons intermédiaires très tranchés.
- Sur le plan chimique, le sol est très acide avec un pHeau variant de 4,5 en surface à 5,0 à partir de 75 cm. Jusqu'à 30 cm, l'acidité est due surtout à la présence d'aluminium échangeable. Les matières organiques sont abondantes et mal minéralisées, typiques d'un sol forestier, avec des rapports C/N variant de 17 en surface à 15 en profondeur. De plus, le sol est épuisé en éléments minéraux assimilables : K, Ca, Mg et P.

Tableau IV: Consommation d'éléments minéraux: peu de différences entre la végétation naturelle et les forêts plantées

Élément	Nb d'éch	Horizon [cm]	Vég. Nat (a)	Pins (b)	Eucalyptus (c)	Classement
Al/Ac d'éch en %	9	20-30	73	48	51	$a^* > c = b^{NS}$
Ca [cmole/kg]	15	0-20	0,12	0,02	0,03	$a^{**} > c^* > b^*$
	10	20-30	0,05	0,02	0,03	$a^{**} > c = b^{NS}$
	14	30-75	0,04	0,03	0,02	$a = b^{NS} > c^*$
N%	15	0-20	0,19	0,16	0,13	$a \gg b > c$

** différences significatives à 1% ; * différences significatives à 5% ; NS différences non significatives

La végétation naturelle plus nocive que les plantations forestières

- L'acidité de ce sol est due en grande partie à la présence d'Al échangeable, au niveau de l'horizon humifère et de l'horizon qui lui est sous-jacent. On constate qu'entre 20 et 30 cm, $Al_{\text{éch}}$ représente 73% de l'ac. d'échange sous la végétation naturelle, à dominante de *Philippia* et d'*Helichrysum* tandis que cette part n'est que d'environ 50% sous les peuplements forestiers, 21 ans après la, plantation.
- On constate une plus grande consommation d'azote par les peuplements forestiers au niveau de l'horizon humifère.
- On constate une plus grande consommation de calcium par les pins jusqu'à 30 cm, et jusqu'à 75 cm pour les eucalyptus.

Tableau V: Les eucalyptus plus efficaces pour coloniser les horizons profonds

Végétation	Vég. nat.	Pins	Eucalyptus
% de profils contenant encore des racines au-dessous de 1m	11 sur 14, soit 79%	22 sur 36, soit 61%	23 sur 26, soit 88%

- Le tableau V ci-dessous montre que, contrairement aux pins, les eucalyptus sont aussi efficaces que la végétation naturelle pour passer au travers de l'horizon minéral jaune très compact, situé entre 30 et 75 cm. Ceci est d'ailleurs conforté par sa capacité à consommer du calcium au –dessous de 75 cm.

Conclusions

- Ces travaux, effectués avec de très faibles moyens, ne peuvent donner que des tendances:
- Les durées de rotation très courtes amènent à un gaspillage des éléments minéraux et peuvent aboutir à un épuisement complet du sol, et donc à la mort des arbres;
- La végétation naturelle, à dominance de *Philippia* et d'*Helichrysum* a tendance à libérer plus d'Al échangeable que les peuplements de pins et d'eucalyptus;
- Les eucalyptus et les pins semblent consommer des quantités non négligeables d'Azote et de Calcium, mais ceci reste à vérifier car aucune évaluation de biomasse n'a pu être effectuée sur le peuplement peu exploité;
- Les eucalyptus se singularisent par leur capacité à traverser des horizons minéraux très compacts pour s'ancrer en profondeur.

Références

- Gonçalves, J.L.M., Barros, N.F., Nambiar, E.K.S., and Novais, R.F. 1997. Soil and Stand Management for Short-rotation Plantations. In : Nambiar , E.K.S. and Brown A. S. ed. Management of Soil, Nutrients and Water in Tropical Plantation Forests. ACIAR Monograph n°43. 339-378. 379-417.
- Rambeloarison G.E. 1987. Conduite d'exploitation et de sylviculture dans un taillis d'*Eucalyptus robusta* à Andranomangatsiaka, Fivondronnampokontany de Manjakandriana. Université de Madagascar. 99 + 34 p.
- Trendelenburg Rakotonirina M. C. 2008 (2011). BAM LXXXVII, 117-129
- Turner, J. 1981. Nutrient supply in relation to immobilization in biomass and nutrient removal in harvesting. In : Proceedings Australian Forest Nutrition Workshop. Productivity in Perpetuity. 263-275.

Remerciements

- A mesdames et messieurs les Directeurs du FOFIFA anciens et nouveaux: les travaux présentés ont été financés uniquement sur fonds propres FOFIFA;
- A messieurs les anciens Directeurs de la société FANALAMANGA;
- Au Dr Randrianjafy Honoré, FOFIFA/DRFP;
- A monsieur Rasamindisa Alain, ingénieur forestier au FOFIFA/DRFP;
- A l'INSTAT;
- Les photos ont été aimablement mises à disposition par le Dr Verhaegen Daniel

Merci de votre aimable attention

