

B. - LES PROBLÈMES DE CONSERVATION DES SOLS DANS LES RÉGIONS DE L'ANKARATRA ET DU LAC ITASY

I. RÉGION DE L'ANKARATRA Station Agricole de Nanokely

1° FORME D'ÉROSION

La culture de la pomme de terre est pratiquée sur les sols volcaniques de l'Ankaratra, dans des régions accidentées où la pente souvent très forte se prête à une érosion en nappes (sheet-érosion) intense.

Cette forme d'érosion joue par entraînement des couches supérieures de sol.

L'érosion en ravins (gully-erosion) est peu développée. Cependant, la culture de la pomme de terre pratiquée en billons, tracés le plus fréquemment dans le sens de la pente, ne permet pas de se rendre compte de façon parfaite de l'intensité du ravinement.

Les ravins sont peu profonds, à parois peu inclinées.

Autour des villages, des parcelles sont cultivées de façon irrégulière. Fréquemment laissées en jachère, les parcelles se réengazonnent lentement. Deux années paraissent nécessaires pour que les billons se recouvrent d'un tapis de graminées.

Fréquemment 4 à 5 années s'écoulent avant que la parcelle soit à nouveau cultivée, la végétation naturelle est constituée par un tapis de graminées.

2° TYPE DE SOL DE LA RÉGION DE L'ANKARATRA

Entre Ambohibary et Faratsiho, les roches éruptives récentes — Basaltes et Trachytes — donnent naissance à des sols volcaniques de couleur brune.

Près de la Station Agricole de Nanokely (altitude 2.000 m.) on peut observer le profil suivant :

0 à 40 cm. : horizon argilo-limoneux brun foncé, humifère, structure grossièrement grumeleuse, peu compact.

40 à 100 cm. : horizon argilo-limoneux jaune, compact, présentant à la base des débris de roches en décomposition.

Plus de 100 cm. : Roche mère en voie de décomposition trachyte de couleur grise.

CARACTÈRES PHYSIQUES ET CHIMIQUES :

a) Les horizons supérieurs humifères présentent des teneurs en limon de l'ordre de 40 à 50 %, des teneurs en argile variant de 10 à 20 %.

Ces terres ont une structure excellente.

Les teneurs en éléments organiques sont élevées :

Matière organique totale	5 à 8 %
Azote total	1,4 à 0,6 ‰
Carbone organique	3 à 5 %
Humus	3 à 7 ‰
C	
Rapport — variant de	30 à 50
N	
Rapport $\frac{\text{Humus} \times 100}{\text{Mat. org. totale}}$	4 à 8

Les teneurs en éléments minéraux sont de l'ordre de :

0,02 à 0,035 ‰	pour l'acide phosphorique assimilable (Truog)
0,5 à 1,90 ‰	pour l'acide phosphorique total
0,1 à 0,25 ‰	pour la potasse échangeable
0,5 à 0,8 ‰	pour la potasse totale
0,5 à 0,8 ‰	pour la chaux échangeable
1,2 à 2 ‰	pour la chaux totale.

Ces terres sont fortement acides : pH = 4,5 à 4,8.

b) Les horizons jaunes compacts de profondeur présentent à peu près les mêmes teneurs en éléments minéraux et les mêmes valeurs du pH ; ils sont bien moins riches en éléments organiques :

Matière organique totale	1 à 3 %
Azote total	0,5 à 0,8 ‰
Carbone organique	0,5 à 2 %
Rapport C/N variant de	6 à 30
Humus	0,4 à 1,6 ‰

La texture est souvent plus sableuse (sable fin) que celle des horizons supérieurs.

En résumé, les sols volcaniques de l'Ankaratra sont bien pourvus en éléments organiques, ont des réserves moyennes en chaux et en acide phosphorique.

Ils sont fortement acides. Matières organiques et chaux concourent au maintien d'un bon état physique (structure grumeleuse).

Ces sols évoluent normalement vers l'obtention d'une argile brune latéritique. Il faut sauvegarder la richesse en éléments organiques, c'est-à-dire protéger les horizons supérieurs humifères contre l'érosion en nappes et en ravins.

3° MESURES À ENVISAGER POUR LUTTER CONTRE L'ÉROSION

Les mesures antiérosives qui s'imposent sont :

a) Cultures en bandes suivant les courbes de niveau (Stripcropping) - Utilisation de tranchées et de drains luttant contre le ruissellement - Utilisation de barrages végétaux pour freiner l'érosion en nappes.

b) Application d'une rotation culturale faisant alterner la pomme de terre avec des légumineuses et des graminées - Assolement en bandes alternées.

Ces méthodes seront difficilement vulgarisées, cependant la Station Agricole se doit de donner l'exemple aux cultivateurs autochtones en appliquant de façon parfaite les techniques antiérosives.

Dans l'immédiat : la propagande agricole devra s'attacher à répandre l'utilisation des légumineuses engrais verts et plantes de couverture. Des tranchées empêchant le ruissellement pourraient également faire l'objet d'aménagements sommaires sur des périmètres témoins.



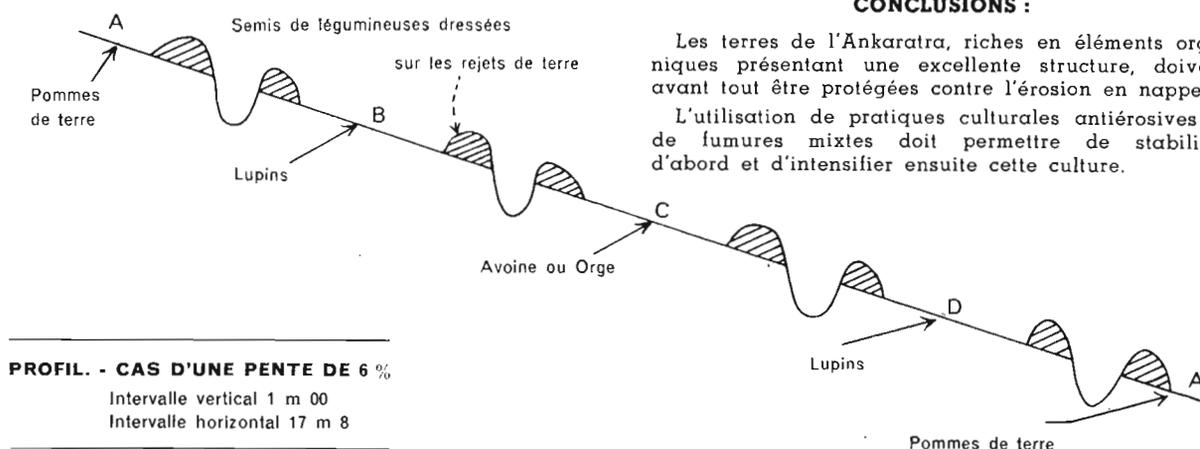
Plantation d'Aleurites Fordii en Itasy.

Une légumineuse, le Lupin (*Lupinus angustifolius*) semble particulièrement bien adaptée à la région. Le Genêt végète également fort bien et pourrait être utilisé pour créer des haies selon les courbes de niveau en vue de freiner l'érosion en nappes.

A la Station Agricole de Nanokely, un essai anti-érosif doit être entrepris. Culture suivant courbes de niveau. L'intervalle vertical à respecter entre axes des terrasses est de 1 m. 10 pour une pente de 6 à 7 %.

Après les repérages des courbes, on creusera un canal de 0 m. 50 de profondeur en rejetant la terre vers le bas de la pente et en suivant les courbes de niveau. Sur la crête supérieure du canal, on plantera des légumineuses arbustives (*Cajanus*, *Crotalaria*, *Tephrosia*).

On fera alterner une bande cultivée en pomme de terre, culture se prêtant à l'érosion, avec une bande cultivée en légumineuses (*lupinus angustifolius*) ou avec une bande cultivée en graminées avoine ou orge de brasserie.



L'assolement proposé est le suivant :

Type a : 1^{re} année : Pomme de terre.
2^e année : Lupin engrais vert.
3^e année : Avoine ou orge de brasserie.
4^e année : Lupin engrais vert.

Type b : 1^{re} année : Pomme de terre.
2^e et 3^e année : Lupin engrais vert.

Une bande sur quatre sera cultivée en pommes de terre.

BANDES	ANNÉES			
	1952	1953	1954	1955
A	Pommes de terre	Lupin	Avoine ou Orge	Lupin
B	Lupin	Avoine ou Orge	Lupin	Pommes de terre
C	Avoine ou Orge	Lupin	Pommes de terre	Lupin
D	Lupin	Pommes de terre	Lupin	Avoine ou Orge

4^e FUMURE DE LA POMME DE TERRE. ENTRETIEN DE LA FERTILITE DES SOLS.

Un essai comparatif a été proposé pour la mise au point d'une formule de fumure minérale de la pomme de terre.

Variété utilisée : « Fin de Siècle ». Méthode des blocs. 6 répétitions. Dimension des parcelles élémentaires. 100 m².

Traitements étudiés :

- 1^o Fumier de ferme
- 2^o Fumier de ferme + Fumure minérale NPK
- 3^o Fumier de ferme + Fumure minérale PK
- 4^o Fumier de ferme + Fumure minérale P
- 5^o Fumier de ferme + Fumure minérale K
- 6^o Témoin.

Fumier de ferme : 20 t./ha.

N : Sulfate d'ammoniaque 100 kg./ha.

P : Phosphate bicalcique 220 kg./ha. N/P/K

K : Chlorure de potasse 330 kg./ha. 2/10/15

CONCLUSIONS :

Les terres de l'Ankaratra, riches en éléments organiques présentant une excellente structure, doivent avant tout être protégées contre l'érosion en nappes.

L'utilisation de pratiques culturales anti-érosives et de fumures mixtes doit permettre de stabiliser d'abord et d'intensifier ensuite cette culture.

II. RÉGION DU LAC ITASY

Soavinandriana

1° FORME D'ÉROSION :

Dans la région du Lac Itasy, la culture de l'Aleurites s'est développée sur les pentes volcaniques entourant Soavinandriana. Le socle cristallin constitué par des gneiss et des orthogneiss fortement latéritisés a été recouvert par des roches éruptives récentes : Basanites, Basanitoïdes, Trachytes (moins répandus), qui ont donné naissance à des sols volcaniques de couleur brune.

a) Dans le « Haut » Itasy (Soavinandriana), les Aleurites sont cultivés sur des pentes très fortes de l'ordre de 8 à 10 % et souvent plus. La hauteur moyenne des pluies à Soavinandriana est de l'ordre de 1.400 mm. par an, réparties sur 140 jours.

L'érosion en nappes est forte, le haut des pentes est nettement moins brun, moins humifère que le bas des pentes ; la coloration jaune foncé du sous-sol apparaît.

L'érosion en ravins est peu intense, peu apparente ; elle est cependant présente sur les mamelons volcaniques entourant la concession de la S.I.C.E. (par exemple).

En saison sèche, l'érosion éolienne est active, là où le défrichement met la terre à nu, en raison de la structure poussiéreuse de l'horizon supérieur des sols volcaniques.

De nombreux feux de brousse parcourant chaque année les hauteurs volcaniques escarpées non cultivées détruisent le couvert de graminées (*Hyparrhenia rufa*) et favorisent l'érosion en nappes. Les éléments entraînés s'accumulent en bas de pente.

Les concessions cultivant l'aleurites doivent se protéger des dangers d'incendie par des pare-feux fréquemment entretenus.

b) Dans le « Bas » Itasy (Analavory, Ampify), la culture de l'aleurites, du tabac, de l'arachide a tendance à se faire sur des pentes moins escarpées. M. GOHIER à Analavory plante les aleurites dans les bas fonds. La région est plus sèche que le « Haut » Itasy, les cultures sur les pentes réussiraient moins bien.

Favorisée par les feux de brousse, l'érosion en nappes est intense sur les hauteurs volcaniques, les fonds de vallée et les bas de pente s'enrichissent sans cesse par les éléments provenant de l'érosion.

2° CARACTERES PHYSIQUES ET CONSTITUTION CHIMIQUE DES SOLS DE L'ITASY

Les sols volcaniques formés sur roches éruptives récentes (Basanites, Trachytes) sont bien représentés par le profil observé dans la concession Lacroix-Golaz à Andranomena. 0 à 25 cm. horizon noir humifère, structure grumeleuse poussiéreuse, meuble, texture limoneuse.

25 à 80 cm. horizon jaunâtre, très compact, homogène, texture limoneuse.

Au-dessous de 80 cm. gravillons volcaniques en décomposition.

L'horizon humifère de surface présente des teneurs en éléments organiques de l'ordre de :



Plantation d'Aleurites Fordii sur sols en pente en Itasy.

	Appréciation
1 à 2 ‰ en azote total	fort
3 à 5 ‰ en carbone organique	moyen - fort
6 à 9 ‰ en matière organique totale	moyen - fort
1 à 6 ‰ en humus	moyen - fort
Rapport C/N 20 à 45	moyen - fort
Rapport $\frac{\text{Humus} \times 100}{\text{Mat. org. totale}}$	2 à 7 .. moyen - fort

teneurs en éléments minéraux de l'ordre de :

	Appréciation
0,02 à 0,12 ‰ en acide phosphorique assimilable	faible - moyen
2 à 4 ‰ en acide phosphorique total	moyen - fort
0,05 à 0,20 ‰ en potasse échangeable	faible - moyen
0,30 à 0,70 ‰ en potasse totale	faible - moyen
0,20 à 1 ‰ en chaux échangeable	moyen
1,5 à 2,5 ‰ en chaux totale	moyen - fort

Le pH est franchement acide 4,6 à 5,2.

Cet horizon est riche en éléments organiques, particulièrement en azote ; il est pauvre en potasse échangeable et totale ; pauvre en acide phosphorique assimilable, moyennement pourvu en chaux, bien pourvu en acide phosphorique total.

Il y a un déséquilibre très net azote - potasse.

Le stock d'acide phosphorique total explique la bonne réussite des cultures de maïs sur ce type de sol.

L'horizon jaune compact de profondeur est **faiblement pourvu en éléments organiques** :

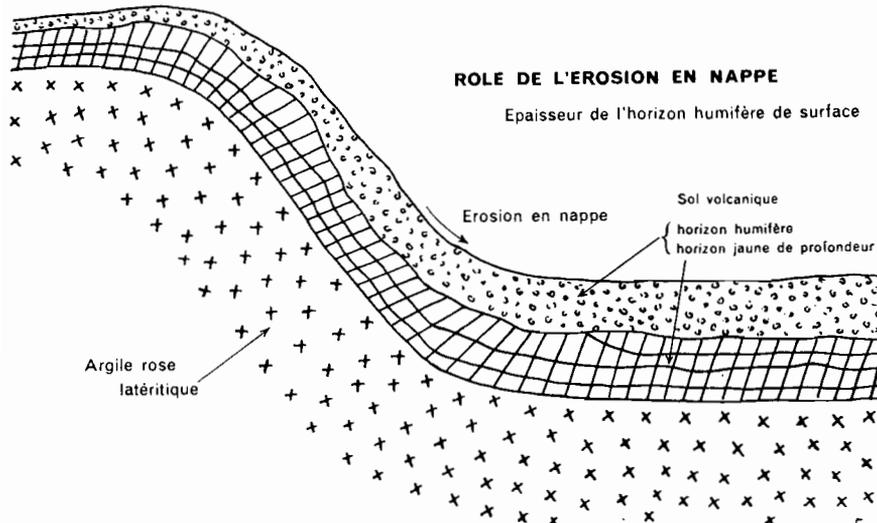
Azote total	0,4 à 0,8 ‰
Carbone organique	1,8 à 3 ‰
Humus	0,4 à 1 ‰
Rapport C/N	20 à 35

moyennement pourvu en éléments minéraux :

Acide phosphorique assimilable	0,02 à 0,05 ‰
Acide phosphorique total	1 à 4 ‰
Potasse échangeable	0,02 à 0,10 ‰
Potasse totale	0,20 à 0,50 ‰
Chaux échangeable	0,10 à 0,60 ‰
Chaux totale	1 à 2 ‰

Le pH est toujours franchement acide voisin de 5.

La fertilité de ces sols volcaniques est fonction de l'épaisseur de la couche humifère meuble de surface, mais également de l'importance du revêtement volcanique au-dessus de la latérite rose formant le socle



gneissique. Ce revêtement est très irrégulier, il dépend de l'exposition des pentes de la topographie. En certains points, il peut atteindre plusieurs mètres, en d'autres points, il n'a que 30 à 40 cm. d'épaisseur, comme on peut l'observer sur la concession de M. CHANDOUTIS à Soavinandriana.

La latérite sous-jacente est de couleur rose vif, elle est de texture argilo-limoneuse très pauvre en éléments organiques (humus 0,3 ‰), très pauvre également en éléments minéraux.

Sur la concession de M. DESBLANC à Soavinandriana, le recouvrement volcanique est de faible épaisseur ; vers le haut de la pente, l'argile latéritique apparaît en de nombreux points.

Parfois, les projections et les roches volcaniques sont très abondantes en surface du sol. On a affaire à un sol squelettique volcanique de faible valeur agricole.

3° MESURES A ENVISAGER POUR LUTTER CONTRE L'ÉROSION

a) Techniques actuellement utilisées dans l'Itasy.

A Analavory. M. GOHIER cultive d'abord des arachides sur défrichement, la plantation d'aleurites est effectuée l'année suivante, pendant plusieurs années une culture associée : aleurites et maïs ou arachides est pratiquée.

Le *Cajanus indicus* (Ambrevade) est également utilisé dans les interlignes des plantations, hâché à l'aide d'un cover-crop ou d'un pulvérisateur à disque,

cette légumineuse donne une bonne couverture du sol. Les plantations étant effectuées dans les bas fonds, l'érosion est très faible. L'exposition des plantations au Sud-Sud-Est donne les meilleurs résultats.

A Soavinandriana, des haies d'arbres brise-vents sont partout utilisées : Filao, Grevillea donnent d'excellents résultats. Ils concourent sur les pentes à la lutte contre l'érosion.

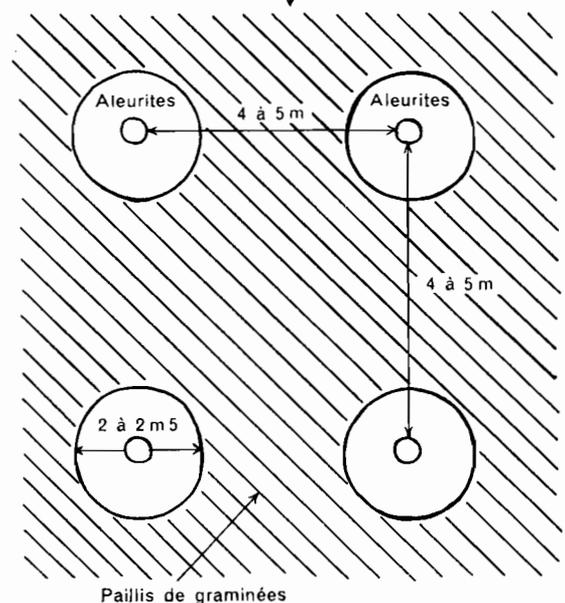
M. GOLAZ a constaté l'influence favorable des lignes de Grevillea dans les plantations d'aleurites. Il envisage d'intensifier l'utilisation de cet arbre jouant le rôle de brise-vent.

Lorsque la pente n'est pas trop forte, les façons culturales sont effectuées au tracteur : labour avec charrue à soc portée, pulvérisage.

Lorsque la pente est forte, l'entretien de la plantation se fait à la main, le sol qui reste le plus souvent nu est soumis à l'érosion.

A la concession de la S.I.C.E., M. MAULEON a mis au point une technique intéressante assurant de façon efficace la lutte contre l'érosion. Les plantations d'aleurites sont situées sur de faibles pentes ; les graminées, poussant dans les interlignes, sont fauchées mécaniquement à 2 ou 3 reprises pendant la saison des pluies, cela fournit un excellent paillage du sol.

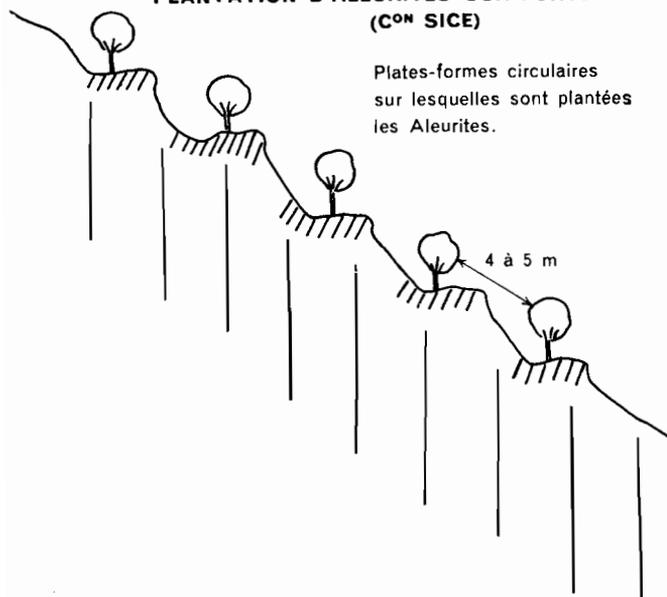
PLANTATION D'ALEURITES SUR FAIBLE PENTE (SICE)



Paillis de graminées

Sarclage autour des pieds d'Aleurites. Le tenina "*Imperata cylindrica*" est particulièrement envahissant et fait dépérir les plantations.

PLANTATION D'ALEURITES SUR FORTES PENTES (CON SICE)



Plates-formes circulaires sur lesquelles sont plantées les Aleurites.

Plusieurs passages de cover-crop hachent la paille de graminées et assurent l'entretien de la plantation sans jamais laisser la terre à nu.

Au pied des aleurites, des circonférences de 2 à 3 m. de diamètre sont sarclées pour éviter la concurrence entre les aleurites et les graminées spontanées.

Sur les fortes pentes, les aleurites sont plantés sur de petites terrasses arrondies et sarclées ; le reste de la pente est recouvert par la végétation de graminées spontanées fauchées à 2 ou 3 reprises pendant la saison des pluies.

L'inconvénient de ce système est l'antagonisme possible entre aleurites et graminées spontanées.

b) Mesures proposées pour lutter contre l'érosion.

Dans les plantations déjà existantes, effectuées sur de fortes pentes, 6 à 10 %, une mesure qui s'impose est l'utilisation de canaux et de billons pour briser le ruissellement, freiner l'érosion et favoriser l'infiltration de l'eau de pluie. Ces canaux-billons seront placés de préférence suivant les courbes de niveau et tracés à des intervalles verticaux variables suivant la pente, d'après les indications fournies par le tableau ci-joint.

Entre haies antiérosives

Pentes %	Intervalle vertical	Intervalle horizontal
1	0,60 m.	60 m.
2	0,75 ,	37 ,
3	0,83 ,	27 ,
4	0,90 ,	22 ,
5	0,98 ,	19 ,
6	1,06 ,	17 ,
7	1,14 ,	16 ,
8	1,21 ,	15 ,
9	1,29 ,	14 ,
10	1,36 ,	13 m. 5
11	1,44 ,	13 ,
12	1,52 ,	12 m. 5

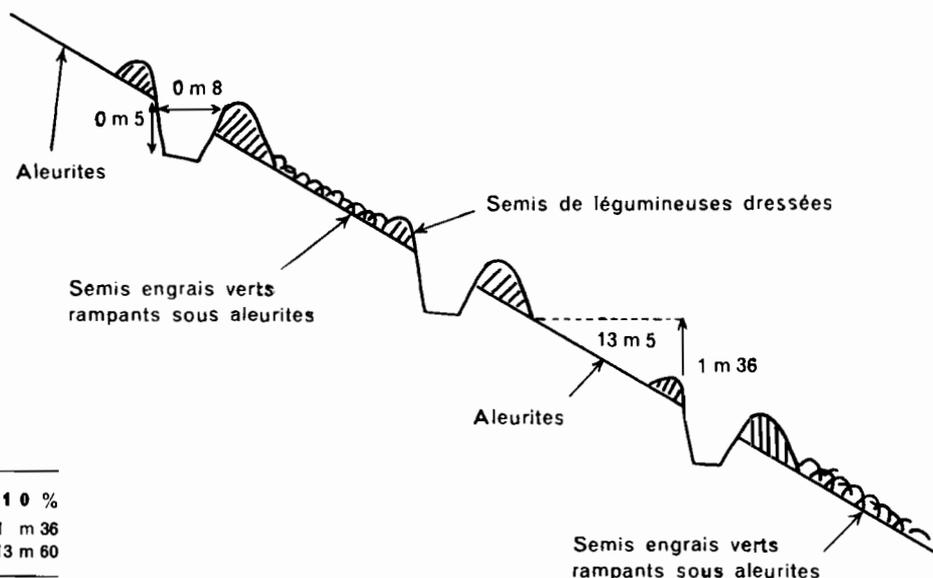
Sur la crête supérieure du canal, on sèmera une rangée de légumineuses arbustives :

- x *Cajanus indicus*.
- x *Crotalaria anagyroides*.
- x *Tephrosia candida*.

Des graminées, telles que le *Pennisetum purpureum* (Eléphant grass), pourront également être utilisées pour réduire l'érosion. Une bande sur deux sera, en outre, enssemencée avec des engrais verts rampants, tels que :

- x *Dolichos lablab*.
- x Soja.
- x Lupin.
- x *Vigna sinensis*.

La lutte contre l'envahissement par l'*Imperata cylindrica* sera facilitée par un semis très dense de légu-



EXEMPLE PENTE 10 %

Intervalle vertical 1 m 36
Intervalle horizontal 13 m 60

mineuse de couverture. L'entretien annuel des canaux de protection, en rejetant les éléments entraînés dans le canal vers le haut de pente, concourra à la réalisation d'une terrasse à lit en pente. Il faudra prendre la précaution de maintenir sous engrais vert au moins une bande sur deux.

La Station Agronomique du Lac Alaotra a fourni une collection de légumineuses pour la réalisation des essais antiérosifs.

Les bandes cultivées en légumineuses sous aleurites seront, au cours de la saison sèche, recouvertes d'un paillis naturel provenant de la végétation des engrais verts. En fin de saison sèche, un passage de cover-crop hachera et enfouira en partie ces résidus végétaux. L'année suivante, ce sont les courbes non cultivées en légumineuses la première année qui seront ensemencées à leur tour.

Dans les plantations d'aleurites à créer au cours des prochaines années, il faudrait réaliser la plantation sur courbes de niveau et prévoir un système de canaux de protection rationnellement aménagé avec évacuateurs pour les pluies d'orage.

4° ENTRETIEN DE LA FERTILITE DES TERRES VOLCANIQUES CULTIVEES EN ALEURITES, PROBLEMES DES FUMURES

Généralement on admet que des aleurites de 6 à 10 ans, plantés à raison de 400 pieds à l'hectare, produisent 7 à 12 kg. de fruits secs par pied, soit 3 à 5 tonnes de fruits à l'hectare.

Une récolte de 5 tonnes de fruits secs à l'hectare enlève au sol d'après AUMANN :

Azote	P ² O ⁵	K ² O	CaO
76 kg. 8	22 kg. 5	100 kg.	25 kg.

L'exportation est surtout importante pour la potasse et l'azote.

Les agriculteurs de l'Itasy ont bien compris l'importance des fumures de restitution. Le fumier de parc est employé à la dose de 15 à 20 kg. par arbre. On restitue aux plantations le maximum de tourteaux et de coques d'aleurites riches en potasse. Les cendres végétales sont également utilisées.

Sans restitution, le rendement de l'aleurite ne tarde pas à baisser et il n'est pas rare de voir des arbres dépérir vers la 10^e ou 12^e année.

Les sols volcaniques de l'Itasy sont bien pourvus en azote, en acide phosphorique et en chaux ; une fumure minérale avec dominance en potasse complétant une fumure organique au fumier de parc semble devoir convenir.

Le nitrate de potasse serait vraisemblablement une bonne forme d'apport azoté et potassique pour l'aleurites. Il doit être expérimenté cette année chez M. GOHIER à Analavory.

Un essai de fertilisation de l'aleurite doit être mené parallèlement dans le « Haut » Itasy chez M. GOLAZ, Concession LACROIX, et dans le « Bas » Itasy chez M. GOHIER.

Les traitements suivants seront étudiés :

- 1° Fumier de ferme + NPK
- 2° Fumier de ferme + PK
- 3° Fumier de ferme + P
- 4° Fumier de ferme + K
- 5° Fumier de ferme seul
- 6° Fumure minérale NPK seule

L'essai sera réalisé suivant la méthode des blocs avec 4 répétitions - 6 parcelles élémentaires par bloc, 20 arbres par parcelle élémentaire (arbres en pleine production, âgés de dix ans).

Doses par arbre :

Fumier de ferme 50 kg.
 N : Sulfate d'ammoniaque 0 kg. 200 à 20 % de N
 P : Phosphate bicalcique . 0 kg. 600 à 38 % de P²O⁵
 K : Chlorure de potasse. 0 kg. 400 à 58 % de K²O

Une expérimentation sérieuse portant sur plusieurs années pourra seule permettre la mise au point d'une formule de fumure équilibrée et économique.

La région du Lac Itasy ayant développé la culture de l'aleurite sur des sols volcaniques riches et fortement en pente doit prendre rapidement des mesures pour éviter l'érosion et pour entretenir la fertilité de ses terres. Elle constitue une belle région agricole où les techniques agronomiques appliquées avec discernement permettront d'obtenir d'excellents résultats.



Les feux de brousse sont une des causes principales de l'érosion. Ils sont à l'heure actuelle sévèrement réprimés. (Voir chapitre C : Observations sur l'essai anti-érosif.)

RECHERCHE AGRONOMIQUE de MADAGASCAR



INSPECTION GÉNÉRALE DES SERVICES AGRICOLES

RECHERCHE AGRONOMIQUE DE MADAGASCAR

N° 1

COMPTE RENDU 1952