

Photo Bailly.

Reboisement de Pinus patula sur les Hauts Plateaux (Matsiatra).

CONSERVATION DES SOLS EN AFRIQUE ET A MADAGASCAR ⁽¹⁾

III. — INFLUENCE DES ROTATIONS ET DES PRATIQUES CULTURALES SUR LE RUISSELLEMENT ET LES PERTES EN TERRE A MADAGASCAR

par

MM. GOUJON, BAILLY, DE VERGNETTE,
BENOIT DE COIGNAC,
Centre Technique Forestier Tropical

M. ROCHE,
*Institut de Recherches Agronomiques
de Madagascar*

(1) Voir également les numéros 118 et 119.

RESUMEN

CONSERVATION DE LOS SUELOS EN AFRICA Y EN MADAGASCAR

III. — Influencia de las rotaciones y de las prácticas de cultivo sobre la escorrentía y las pérdidas de tierra en Madagascar.

La densidad de la población rural en ciertas regiones obliga a cultivar los suelos en pendiente, que son frecuentemente muy sensibles a la erosión, siendo interesante a este respecto tratar en encontrar los métodos sencillos de conservación que permitan limitar la escorrentía y la erosión en las tierras cultivadas.

El Centro Técnico Forestal Tropical de Francia ha experimentado, durante el transcurso de estos últimos años, la eficacia de ciertas medidas de conservación, cuya aplicación a las tierras cultivadas de Madagascar debe resultar posible.

Estas distintas medidas (rotación, fertilización, procedimientos de cultivo) constituyen un conjunto indisoluble y deberán ser puestas en aplicación simultáneamente para conseguir la conservación de la fertilidad del suelo y del suelo propiamente dicho.

SUMMARY

SOIL CONSERVATION IN AFRICA AND MADAGASCAR

III. — The influence of cultivation practices and rotations on rainwater run-off and soil losses in Madagascar

The rural population density in some areas makes it necessary to put sloping ground under cultivation ; such ground is often very sensitive to erosion, and it is worth-while seeking simple methods of conservation allowing of the limitation of rainwater run-off and erosion in such cases.

The Centre Technique Forestier Tropical has in recent years carried out experiments on the efficacy of certain conservation measures whose application to cultivated areas in Madagascar should be possible.

These various measures — rotation, fertilization, cultivation practices — constitute an indissoluble whole, and must be applied simultaneously in order to ensure the conservation of the soil and its continued fertility.

Si la couverture végétale permanente constitue la protection la plus efficace contre l'érosion du sol, il n'est pas toujours possible de maintenir sous prairie ou sous forêt les terres dont la sensibilité à l'érosion est certaine. La pression démographique oblige presque toujours à mettre en culture toutes les terres à vocation agricole et, lorsque ces dernières sont sujettes à l'érosion, il est indispensable de prendre certaines précautions pour éviter une baisse catastrophique des rendements.

Le dispositif expérimental des parcelles élémen-

taires utilisé à Madagascar pour l'étude du couvert végétal a permis également d'étudier l'influence des rotations et des pratiques culturales sur le ruissellement et les pertes en terre et d'en tirer des renseignements utiles pour l'aménagement des terres à vocation agricole.

Les expériences ont été menées essentiellement en trois points différents de l'île : au lac Alaotra, à Nanisana près de Tananarive et à Nanokely dans le massif de l'Ankaratra.

Le tableau n° 1 récapitule les études qui ont été poursuivies dans ces diverses stations.

TABLEAU I. — Parcelles de mesure du ruissellement et de l'érosion
Récapitulation des dispositifs se rapportant aux expérimentations de mise en culture.

Région naturelle et Station	Dispositifs	Type de l'étude poursuivie
1. Centre des Hauts Plateaux Ambatobe-Nanisana	Cultures : 8 parcelles de 75 m ² .	Etude d'une rotation suivie de l'installation de la prairie.
2. Lac Alaotra Vallée Témoin Station Agronomique I. R. A. M.	Cultures : 4 parcelles de 75 et 150 m ² . Cultures.	Influences de la longueur suivant la pente et de l'installation de la prairie. Rotations culturales — Influence de la fertilisation.
3. Massif de l'Ankaratra Nanokely	Cultures : 5 parcelles de 50 m ² . Prairie et cultures : 3 parcelles de 200 m ² .	Etude d'un assolement suivi de l'installation de la prairie. Influence d'une culture traditionnelle.
4. Côte-Est Ivoloina	Cultures : 5 parcelles de 200 et 500 m ² .	Problème des « tavy ».
5. Palaise Périnet	Cultures : 1 parcelle.	Influence d'une culture traditionnelle.

RÉSULTATS

De tous ces types d'expérimentations, on peut tirer des résultats portant :

- sur les rotations culturales,
- sur les pratiques culturales.

I. ROTATIONS CULTURALES ET FERTILISATION

1^o EXPÉRIMENTATIONS DU LAC ALAOTRA

Une première série d'expérimentations a été réalisée sur deux types de sols à la Station Agronomique Alaotra de 1953 à 1959.

On a comparé trois types de rotations culturales :

Le Tableau 2 ci-après donne pour chaque type de sol l'érosion annuelle moyenne (pertes en terre exprimées en tonnes/ha), le ruissellement moyen en %, le ruissellement moyen annuel en mm.

Le Tableau 3 indique les rendements moyens annuels obtenus pour les différentes cultures avec les diverses rotations culturales.

Pour la région du Lac Alaotra, la rotation cultu-

rale la plus conservatrice est la suivante : arachide (1 an), prairie temporaire (3 ans). La rotation n° 1 (arachide, engrais vert, manioc, fourrages) accuse une érosion annuelle plus de deux fois plus forte que la rotation n° 3 arachide (1 an), prairie temporaire chloris (3 ans).

La pratique de l'engrais vert précoce (*Vigna*) enfoui en mars entraîne des risques d'érosion graves lors des derniers orages de la saison des pluies. Cette pratique est à rejeter. Il faut utiliser un engrais vert plus tardif (*Dolichos*, *Mucuna*, *Crotalaria*) et l'enfouir impérativement après le 1^{er} avril.

TABLEAU 2

1. Sol rouge ferrallitique sur amphibolite

Pluviométrie 1953-58 : 5.464 mm	Erosion annuelle en tonnes/ha	Ruissellement moyen sur 5 ans %	Ruissellement moyen annuel en mm
1 ^o Rotation (5 ans) Arachides-engrais vert-Manioc-fourrages	15,6 t	9,6 %	113 mm
2 ^o Rotation (4 ans) Arachides-engrais vert-Mais-fourrages	12,1 t	8,3 %	90 mm
3 ^o Rotation (4 ans) Arachides-Prairie temporaire.	7,7 t	6,9 %	75 mm

2. Sol jaune ferrallitique sur alluvions anciennes lacustres

Pluviométrie 1954-59 : 6.239 mm	Erosion annuelle en tonnes/ha	Ruissellement moyen sur 5 ans %	Ruissellement moyen annuel en mm
1 ^o Rotation (5 ans) Arachides-engrais vert-Manioc-fourrages	15,5 t	9,4 %	118 mm
2 ^o Rotation (4 ans) Arachides-engrais vert-Mais-fourrages	11,0 t	8,1 %	101 mm
3 ^o Rotation (4 ans) Arachides-Prairie temporaire.	6,0 t	5,9 %	74 mm

TABLEAU 3

Rendements moyens annuels obtenus par les cultures sur les différentes rotations culturales (en tonnes/hectare)

	Sol rouge ferrallitique sur amphibolite				Sol jaune ferrallitique sur alluvions lacustres anciennes			
	Arachides	Engrais vert	Manioc (Racine)	Fourrages verts	Arachides	Engrais vert	Manioc	Fourrages (Euchloena + Soja)
1 ^o Rotation	1,976 t/ha	14,8 t/ha	24 t/ha	35,6 t/ha	1,728 t/ha	11,2 t/ha	36,6 t/ha	30,3 t/ha
2 ^o Rotation	1,852 t/ha	"	Mais (épis) 3,253 t	31,76 t/ha	1,727 t/ha	"	3,354 t/ha	27,5 t/ha
3 ^o Rotation	Arachides 2,878 t/ha	Prairie Chloris 18,8 t/ha		Prairie Napier 36,6 t/ha	Arachides 1,382 t/ha	Prairie Chloris 15,6 t/ha		Prairie Napier 36,6 t/ha

Les ruissellements annuels oscillent entre 75 et 115 mm. Le système antiérosif d'absorption totale pratiqué au lac Alaotra (haie isohypse d'herbe à éléphant ou de graminées naturelles semées ou repiquées sur brouillard de terre) permet donc de retenir et de faire infiltrer au minimum dans le sol chaque année 750 à 1.150 m³ d'eau par hectare. Cette contribution à l'alimentation en eau des plantes cultivées, sur les pentes de 6 à 12 %, doit avoir, particulièrement en année à pluviométrie déficiente, inférieure à 1.000 mm, une influence heureuse sur le rendement des récoltes. C'est là un aspect du rôle des techniques antiérosives trop souvent ignoré.

Une deuxième série d'expériences a été réalisée sur les mêmes types de sols à partir de 1959, à la demande du professeur ALBERT. Il s'agissait de tester l'influence de la fertilisation du sol sur sa couverture et de ce fait sur les pertes en terre et le ruissellement.

a) Sur sol rouge ferrallitique dérivé d'amphibolite présentant une carence en potasse, on a apporté dans la rotation (5 ans) : Arachide, Engrais vert, Manioc, Manioc, Fourrages, une fertilisation comportant :

- Fumier de ferme 30 t/ha
- Chlorure de potasse 200 kg/ha

soit 120 u de K₂O une fois tous les 5 ans, sur le Manioc 1^{re} année.

Une deuxième série de parcelles expérimentales était suivie avec la même rotation, la fertilisation apportée sur Manioc ne comportant que 200 kg/ha de chlorure de potasse (120 u K₂O) une fois tous les 5 ans, sur le Manioc 1^{re} année.

Une troisième série de parcelles expérimentales suivait la même rotation culturale et ne recevait aucune fertilisation. La couverture du sol était mal assurée du fait de la mauvaise croissance des plantes (particulièrement Manioc).

Sur 8 ans de contrôle 1958-59/1965-66, soit sur une rotation culturale et demie, on a observé les pertes en terre et les ruissellements indiqués dans le tableau 4 :

TABLEAU 4

1 ^{re} Rotation		2 ^e Rotation	3 ^e Rotation
Arachides, engrais vert, manioc, fourrages-fertilisation : Fumier + K		-id- fertilisation K	-id- non fertilisé
Pertes en terre tonnes/ha/an	11,730 t/ha	15,67 t/ha	15,80 t/ha
Ruissellement %	5,81 %	5,93 %	5,83 %

Au cours de la dernière année d'observation (1965-66) les pertes en terre et le ruissellement enregistrés sont indiqués dans le tableau 5.

On voit que si, sur l'ensemble des huit années de contrôle, les pertes en terre pour la rotation fertilisée avec Fumier + K ne sont que de 4 t/ha/an inférieures aux pertes observées sur la rotation fertilisée avec K seul ou sur la rotation témoin non fertilisée, par contre en huitième année d'essai, le déséquilibre s'aggrave chaque année, un manioc de 2 ans perd 17,46 t/ha/an de terre sur la rotation non fertilisée — 12,93 t/ha/an de terre sur la rotation fertilisée avec K seul — 2,90 t/ha/an de terre sur la rotation fertilisée avec F + K.

Cette même année (1965-66), la rotation fertilisée Fumier + K perd en moyenne 10,58 t/ha/an de terre, la rotation fertilisée K seule perd en moyenne 14,93 t/ha/an de terre, la rotation non fertilisée, témoin, perd en moyenne 15,83 t/ha/an de terre.

Il en résulte donc à moyen terme un appauvrissement sélectif du sol lorsque l'apport de fumure mixte, Fumier + Potasse, n'est pas réalisé.

b) Sur sol jaune ferrallitique dérivé d'alluvions anciennes lacustres.

La rotation culturale Arachides, Engrais vert (Dolichos), Maïs, Fourrages (Maïs + Soja) s'étendant sur 4 ans, a été, pour une première série de parcelles expérimentales, fertilisée une fois dans

TABLEAU 5

	Rotation fertilisée F + K		Rotation non fertilisée		Rotation fertilisée K	
	Pertes en terre t/ha	Ruis. %	Pertes en terre t/ha	Ruis. %	Pertes en terre t/ha	Ruis. %
Manioc de 1 an	15,28	12,1	19,60	31,6	22,93	17,1
Manioc de 2 ans	2,90	3,4	17,46	16,5	12,93	16,7
Fourrages (Soja + Maïs)	4,10	4,0	18,53	17,8	18,53	18,4
Arachides	14,30	8,8	9,60	14,8	9,60	5,7
Engrais vert (Vigna)	16,26	17,6	14,00	19,5	10,66	10,2

TABLEAU 6

	1° Rotation Arachides-Engrais vert-Maïs-fourrages fertilisation NPK	2° Rotation Arachides-Engrais vert-Maïs-fourrages fertilisation Fumier 30 t/ha	3° Rotation Arachides-Engrais vert-Maïs-fourrages non fertilisée Témoin
Pertes en terre en t/ha/an	12,95 t	6,88 t	14,17 t
Ruissellement %	4,76 %	2,86 %	3,84 %

TABLEAU 7

	Rotation fertilisée NPK		Rotation non fertilisée		Rotation fertilisée fumier 30 t/ha	
	Pertes en terre t/ha	Ruis. %	Pertes en terre t/ha	Ruis. %	Pertes en terre t/ha	Ruis. %
Maïs	0,66 t	0,3 %	6,26 t	1,9 %	2,26 t	0,9 %
Fourrages (Soja + Maïs)	1,86 t	6,5 %	20,80 t	13,9 %	1,06 t	0,4 %
Arachides	2,36 t	3,0 %	5,20 t	5,4 %	2,28 t	0,7 %
Engrais vert (Dolichos)	5,20 t	7,1 %	10,66 t	4,4 %	1,20 t	0,3 %
Moyenne de rotation année 65-66	2,52 t		10,73 t		1,68 t	

la rotation, sur la culture de maïs grain, avec 40 unités N, 90 unités P_2O_5 , 60 unités de K_2O .

Une autre série de parcelles expérimentales a été fertilisée, une fois dans la rotation, sur la culture de maïs grain, avec 30 t/ha/an de fumier de ferme.

Enfin la dernière série de parcelles expérimentales, suivant la même rotation culturale n'a reçu aucune fertilisation au cours des sept années de contrôle (1959-1966). On a observé les pertes en terre et les ruissellements indiqués dans le tableau 6 (moyennes sur 7 ans).

Les pertes en terre et les ruissellements au cours de la dernière année 1965-66, ont été indiqués dans le tableau 7.

Ici encore les moyennes sur 7 ans donnent des pertes en terre et des pourcentages de ruissellement nettement moins élevés (environ 2 fois) sur la rotation culturale recevant du fumier de ferme (30 t/ha sur maïs).

Il y a peu de différences entre la rotation culturale recevant une fumure minérale NPK (sur maïs) et la rotation culturale non fertilisée.

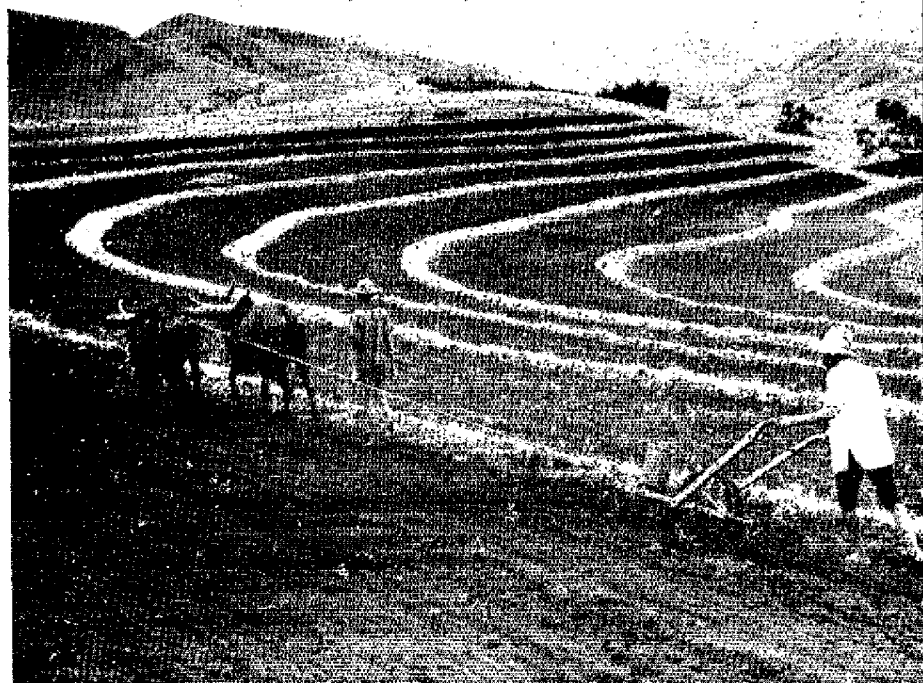
En dernière année de contrôle cependant (1965-66) la rotation non fertilisée voit ses pertes en terre, principalement sous fourrages et sous engrais vert, considérablement augmentées par rapport à la rota-

tion fertilisée avec fumier de ferme ou avec fumure minérale NPK.

La rotation fertilisée au fumier de ferme perd en moyenne sur l'ensemble de ses parcelles en 1965-66, 1,68 t/ha/an, la rotation fertilisée avec NPK perd 2,52 t/ha/an et la rotation témoin non fertilisée perd 10,73 t/ha/an.

Il en résulte un appauvrissement sélectif du sol lorsque la fumure organique ou la fumure minérale NPK n'est pas apportée.

En général, on peut retirer de cette expérimentation l'observation suivante :



Cultures sèches sur courbes de niveau
(Bassin du lac Alaotra).

Photo Service de Défense
et de Restauration des sols.

— La fumure organique au fumier de ferme permet sur les deux familles de sol une meilleure tenue à l'érosion.

— Les pertes en terre sont sensiblement inférieures par rapport à un apport de fumure minérale seule, et elles sont très nettement inférieures par rapport à la rotation culturale non fertilisée.

— La fertilisation mixte ou organique et la fertilisation minérale permettent de lutter contre le ruissellement et les pertes en terre. Ceci se comprend aisément d'une part en raison d'une

meilleure couverture du sol, d'autre part en raison de l'amélioration possible de la structure du sol.

Notons qu'avec les années (à moyen terme 7 à 8 ans) les différences ont tendance à s'accroître, les sols fertilisés perdent de moins en moins de terre et d'eau, les sols non fertilisés perdent proportionnellement de plus en plus de terre et d'eau.

L'évolution des rendements des cultures entrant dans la rotation explique ces différences de comportement à l'érosion.

TABLEAU 8. -- Evolution des rendements en t/ha

Sol rouge ferrallitique sur amphibolite				Sol jaune ferrallitique sur alluvions anciennes			
Plante cultivée	Rotation fertilisée F + K	Rotation fertilisée K	Rotation non fertilisée Témoin	Plante cultivée	Rotation fertilisée NPK	Rotation fertilisée F	Rotation non fertilisée Témoin
Arachides gousses				Arachides gousses			
1960-61	2,40 t	2,10 t	2,40 t	1960	2,05 t	2,00 t	1,90 t
1961-62	3,06 t	3,46 t	1,73 t	1962	3,06 t	3,86 t	1,46 t
1962-63	1,86 t	1,33 t	1,06 t	1963	1,33 t	1,73 t	0,93 t
1963-64	1,06 t	1,16 t	1,06 t	1964	1,73 t	2,43 t	0,66 t
1964-65	1,76 t	2,13 t	0,20 t	1965	1,76 t	2,56 t	0,18 t
Manioc vert				Maïs grain	t/ha		
1961	38,6 t	35,6 t	26,0 t	1960	4,05 t	3,95 t	1,35 t
1962	44,6 t	41,7 t	29,0 t	1961	4,60 t	4,10 t	1,00 t
1963	43,9 t	27,7 t	8,9 t	1962	4,26 t	5,66 t	1,85 t
1964	48,6 t	31,6 t	9,4 t	1963	4,80 t	4,24 t	1,20 t
1965	42,2 t	24,0 t	13,8 t	1964	4,22 t	5,33 t	2,26 t
				1965	3,34 t	2,03 t	1,02 t
Fourrage vert				Fourrage vert			
Soja + Maïs				Soja + maïs			
1960	31,7 t	33,3 t	20,6 t	1960	35,0 t	31,0 t	29,5 t
1961	26,6 t	24,6 t	24,0 t	1961	32,0 t	27,0 t	26,0 t
1962	44,8 t	57,3 t	45,9 t	1962	45,8 t	36,6 t	31,9 t
1963	—	—	—	1963	34,0 t	46,1 t	28,1 t
1964	34,1 t	27,3 t	20,9 t	1964	32,5 t	30,6 t	25,0 t

2° EXPÉRIMENTATION DE NANISANA

Les résultats de cette expérimentation sur cinq ans ont permis de dégager quelques idées sur les ruissellements annuels et les pertes en terre de la rotation Pommes de terre, Arachides, Maïs + Pois mascaté, trois ans de Prairie.

a) Ruissellement.

Au bout de cinq campagnes sur l'ensemble des 5 parcelles de 75 m², on a observé :

- 8 ruissellements inférieurs à 5 %
- 13 ruissellements compris entre 5 et 10 %
- 10 ruissellements compris entre 10 et 15 %
- 7 ruissellements compris entre 15 et 20 %
- 1 ruissellement compris entre 20 et 30 %.

Il résulte de ces observations que l'arachide et le maïs occasionnent les plus forts ruissellements (23 % pour la culture d'arachide à plat en 1960-61).

b) Pertes en terre.

L'ensemble des observations permet de dire que toute mise en cultures doit nécessiter des techniques culturales antiérosives.

Les pertes en terre sont variables d'une année à l'autre et sont en relation avec les caractéristiques des averses. Les pluies érosives semblent être caractérisées par des hauteurs d'eau supérieures à 20 ou 30 mm avec une intensité de pointe de l'ordre de 2 mm/mn.

On a pu constater que la répartition des pluies érosives était la suivante sur les 5 campagnes :

Novembre 9	Décembre 26	Janvier 7
Février 1	Mars 4	

L'état de saturation du sol joue un rôle très important pour caractériser les averses érosives. Les fortes intensités se succédant à faible intervalle

TABLEAU 9. — Parcelle de mesure du ruissellement et de l'érosion à Nanisana-Ambatobe bilans annuels comparés 1958-1963
Ruissellements en % — Pertes en terre en tonnes/hectare

Culture	Pommes de terre à plat	Arachides à plat	Maïs + pois mascate à plat	Pommes de terre en billons	Arachides en billons	Maïs + pois mascate en billons	Prairie 1 ^{re} année	Prairie 2 ^e année
1958-1959 ...	12,8 % 15,3 t/ha	7,7 % 14,1 t/ha	5,5 % 5,5 t/ha	14,3 % 14,1 t/ha	11,0 % 5,6 t/ha	6,2 % 2,6 t/ha	7,6 % 1,9 t/ha	— --
1959-1960 ...	8,0 % 2,6 t/ha	8,5 % 9,9 t/ha	10,2 % 10,3 t/ha	3,5 % 2,5 t/ha	9,8 % 4,2 t/ha	8,1 % 3,5 t/ha	13,9 % 9,5 t/ha	1,2 % 0,1 t/ha
1960-1961 ...	10,4 % 2,9 t/ha	23,0 % 10,9 t/ha	17,0 % 10,9 t/ha	14,4 % 2,2 t/ha	17,5 % 5,5 t/ha	5,6 % 5,0 t/ha	17,0 % 14,7 t/ha	0,8 % 0,1 t/ha
1961-1962 ...	10,1 % 2,6 t/ha	3,6 % 1,4 t/ha	7,7 % 1,0 t/ha	2,9 % 0,5 t/ha	10,0 % 2,0 t/ha	11,3 % 3,6 t/ha	19,4 % 20,7 t/ha	0 % 0 t/ha
1962-1963 ...	4,6 % 2,4 t/ha	16,0 % 26,4 t/ha	17,1 % 67,8 t/ha	6,5 % 1,7 t/ha	7,4 % 3,5 t/ha	6,3 % 4,9 t/ha	15,8 % 33,8 t/ha	0,8 % 0,1 t/ha
Moyenne.....	5,1 t/ha	12,3 t/ha	19,1 t/ha	4,2 t/ha	4,1 t/ha	3,9 t/ha	16,1 t/ha	0,1 t/ha

causent le maximum d'érosion. Ceci se produit généralement durant les mois de novembre et décembre au moment où les sols qui viennent d'être labourés et pulvérisés ont le maximum de susceptibilité à l'érosion. Les pertes en terre au cours d'une rotation sur l'assolement préconisé ont été de :

10,5 t/ha/an pour la culture à plat.

5,7 t/ha/an pour la culture en billons.

Ceci montre l'intérêt de ce dernier mode de culture avec billons de 25 cm de hauteur espacés de 80 à 100 cm. Prises annuellement les quantités de terre entraînées sont parfois très importantes puisqu'elles atteignent 60 t/ha/an sous culture de maïs à plat.

La prairie de 1^{re} année cause des pertes de l'ordre de 16 t/ha étant donné les difficultés d'implantation et l'impossibilité d'installer des billons ; ce n'est qu'en deuxième année qu'on obtient des pertes quasiment négligeables (100 kg/ha), d'où l'intérêt de prévoir dans l'assolement une prairie temporaire pour diminuer la moyenne annuelle des pertes, qui ne doit pas dépasser 10 t/ha/an.

c) Pertes en éléments fertilisants.

La comparaison terre en place et terre entraînée permet de dire que sur ces sols assez profonds les

teneurs en éléments minéraux et organiques sont très voisines.

Sur les parcelles en billons la texture de la terre entraînée semble plus fine que celle de la terre en place, et de plus ces parcelles ont perdu sélectivement argile et limon.

Les pertes en éléments fertilisants ne sont pas négligeables ; c'est ainsi qu'en 1962-63, on a eu les résultats ci-après :

TABLEAU 10

Pertes en éléments fertilisants campagne 62-63

	Parcelle 3 (Arachides)	Parcelle 4 (Maïs)
Matière organique	14 kg	20 kg
Azote	57 kg	173 kg
P ² O ⁵	37 kg	48 kg
CaO	25 kg	30 kg
K ² O	35 kg	7 kg
MgO	1,5 kg	3,5 kg

Les pertes dans les eaux de ruissellement ne sont pas non plus négligeables. Ainsi pour la parcelle 4 un bilan approximatif pour 110 mm, soit environ le tiers du ruissellement annuel, donne 1,8 tonne de terre ainsi entraînée.

3^o EXPÉRIMENTATION DE NANOKEYLY

a) Ruissellements.

Pour les ruissellements, il faut noter une variation suivant les cultures qui se sont suivies dans la rotation.

Le tableau ci-contre donne les ruissellements moyens.

Là aussi on voit l'intérêt d'inclure dans l'assolement une prairie temporaire de 3 ans.

Les ruissellements instantanés montent jusqu'à près de 50 % : on a relevé 47,8 % pour la crue du 12-1-62 sur la parcelle 1 en fromental 1^{re} année, et 42,7 % sur la parcelle 5 en avoine pour la même crue.

TABLEAU 11

Cultures	Ruissellement %	Observations
Avoine	20,4	sur 5 années
Lupin	21,4	sur 4 années
Fromental		
1 ^{re} année	21,1	sur 4 années
2 ^e année	8,8	sur 3 années
3 ^e année	2,0	sur 1 année
Eragrostis curvula		
1 ^{re} année	15,8	sur 1 année
2 ^e année	0,9	sur 1 année
Pomme de terre à plat...	20,5	sur 5 années

TABLEAU 12

Nanokely. Ruissellements et pertes en terre
Bilans annuels

Parcelles	Année 1957-58 (1)			Année 1958-59			Année 1959-60			Année 1960-61			Année 1961-62		
	Ruissel- lement		Pertes terre t/ha /an	Ruissel- lement		Pertes terre t/ha /an	Ruissel- lement		Pertes terre t/ha /an	Ruissel- lement		Pertes terre t/ha /an	Ruissel- lement		Pertes terre t/ha /an
	%	mm		%	mm		%	mm		%	mm		%	mm	
1	38,1	125,1	32,9	15,5	246,7	8,6									
2	30,9	113,4	48,9	16,9	269,0	6,8		6,0	14,5	188,9	16,0	12,3	230,1	29,4	
3	27,7	101,7	33,0	20,3	323,2	17,6		12,8	3,4	44,4	0,	2,0	37,2	0,1	
4	31,7	116,5	23,2	22,9	364,6	21,4		4,4	17,8	230,2	11,4	13,9	259,2	3,1	
5	30,7	112,9	40,2	14,3	227,6	1,0		16,0	15,3	205,1	84,4	0,9	6,3	0,1	
								1,0	13,5	175,2	27,8	12,1	225,2	26,0	
Pluviométrie	366,9 mm			1.592,0 mm						1.290,3 mm			1.855,9 mm		

(1) Les ruissellements et la pluviométrie sont donnés pour la période du 1. 2. 58 au 1. 5. 58. Les pertes en terre sont données pour la campagne complète 1957-58.

b) Pertes en terre.

Les pertes en terre de 1957 à 1963 donnent les résultats suivants sur les diverses cultures pouvant entrer dans une rotation adaptée à la région.

TABLEAU 13

Cultures	T/ha/an	Observations
Pommes de terre	8	6 années d'observ.
Fromental 1 ^{re} année	22,5	5 — — —
Fromental 2 ^e année	1,5	4 — — —
Fromental 3 ^e année	0,1	2 — — —
Lupin	17,7	4 — — —
Avoine	17	6 — — —
Eragrostis 1 ^{re} année	84,4	1 — — —
Eragrostis 2 ^e année	8,1	1 — — —
Eragrostis 3 ^e année	Néant	1 — — —

ROCHE cite des chiffres plus importants sous culture de lupin (de l'ordre de 35 t/ha) et en conclut que l'enfouissement de l'engrais vert est loin de compenser les pertes en matière organique et en chaux ce qui condamne sur ces sols l'utilisation de l'engrais vert sur les parcelles non protégées par des travaux antiérosifs.

II. PRATIQUES CULTURALES

Les travaux de conservation des sols ne peuvent être dissociés des pratiques culturales.

Nous examinerons successivement les effets sur la conservation des sols des pratiques culturales suivantes :

— longueur de la parcelle suivant la pente,

Ceci nous montre l'intérêt de la prairie de 3 ans dans l'assolement puisque les 2^e et 3^e années n'occasionnent que des pertes quasiment négligeables.

On note également une plus forte érosivité au début de la saison des pluies comme le montre le tableau ci-dessous :

TABLEAU 14

Campagnes	Cultures	% des pertes annuelles (1) avant le 15 janvier
1960-61	Avoine	82
1960-61	Fromental	44
1961-62	Avoine	100
1961-62	Fromental	100

En ce qui concerne les pertes en éléments fertilisants la comparaison entre terre en place et terre entraînée fait apparaître que la chaux échangeable est près de 10 fois plus riche dans la terre entraînée, la magnésie échangeable près de 3 fois plus, la potasse près de 2 fois plus. On peut donc observer ici un entraînement sélectif des éléments minéraux. Pour l'azote la différence reste faible, et le taux de matière organique à peu près identique.

- culture en billons,
- date d'installation de la prairie,
- pratique du tavy (culture sur brûlis).

(1) Il s'agit de l'année « agricole » allant du 1^{er} octobre au 30 septembre.

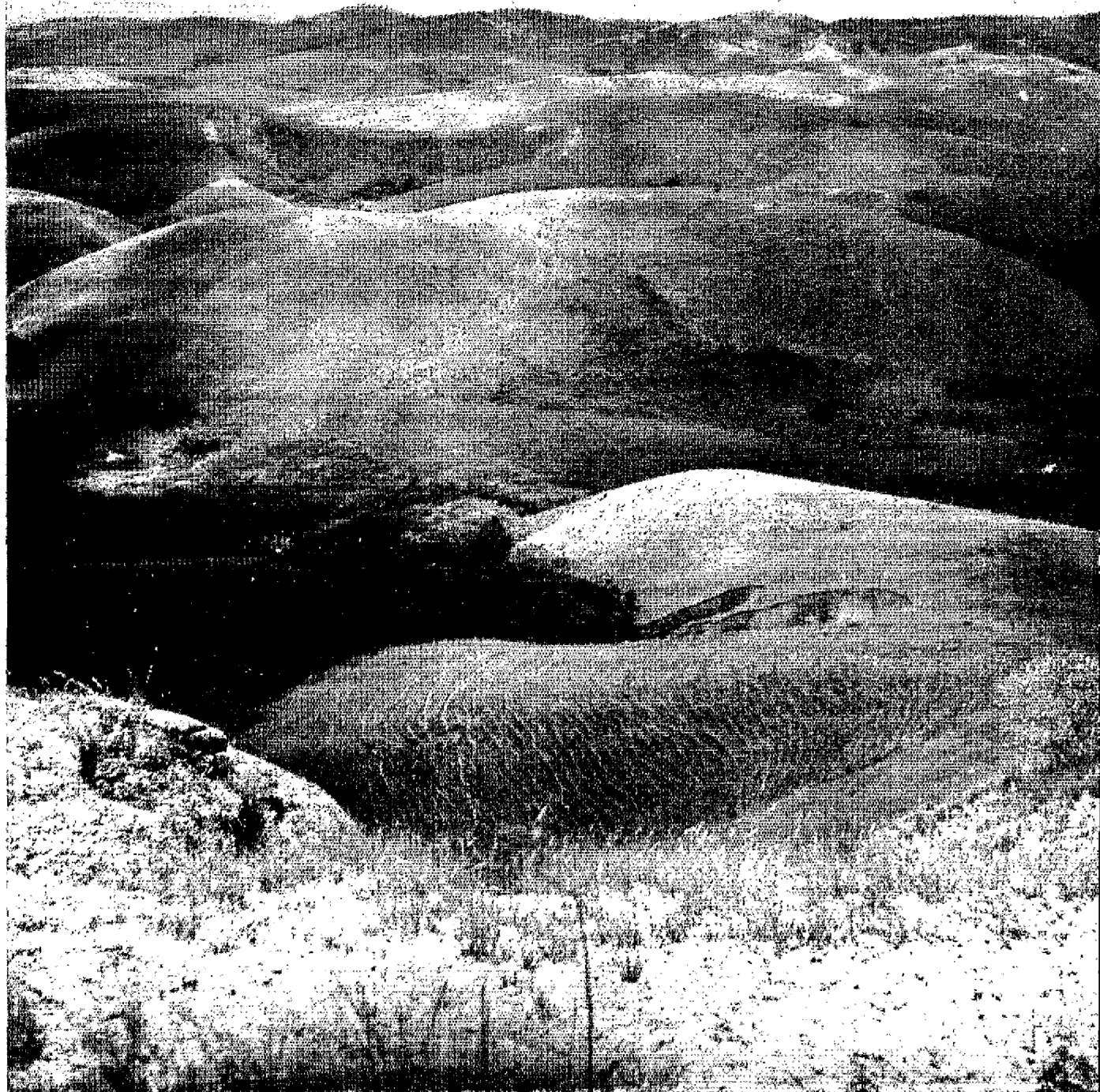


Photo C. T. F. T.

*Erosion sur pentes fortes déboisées, dans la région du lac Alaotra.
Au 1^{er} plan, pâturage en voie de dégradation.*

1^o LONGUEUR DE LA PARCELLE SUIVANT LA PENTE

Rappelons que cette expérimentation a été réalisée au Lac Alaotra et a porté sur trois campagnes 1959-60 à 1961-62 sur des parcelles de pente moyenne 8 %. La longueur de la parcelle est mesurée entre 2 lignes successives d'ouvrages antiérosifs.

On relève que sur trois campagnes les ruissellements sont plus forts dans la parcelle qui a la

longueur la plus faible suivant la pente, et pour les pertes en terre cette même constatation se trouve vérifiée pour les deux dernières campagnes seulement. A. BAYER révèle des faits semblables sur des pentes inférieures à 10 % mais malheureusement ne donne pas d'explication.

Par contre sur des pentes plus fortes, A. BAYER

cite des expérimentations où le phénomène est inversé (ruissellement passant de 21 à 24 % pour une longueur suivant la pente passant de 36 à 72 pieds).

A l'Ivoloina, on a observé la même chose sur des pentes de 40 %.

En effet, dans cette station, on a mis en place des parcelles de 200 m² sur des terrains utilisés traditionnellement pour la culture du riz de montagne. La parcelle 1 est une parcelle témoin, la parcelle 2 est cultivée selon le mode traditionnel de riz de montagne sur une longueur suivant la pente de 25 m alors que la parcelle 3, cultivée selon

la même technique, n'a que 8 m dans le sens de la pente. On a pu constater (campagnes 60-61, 61-62, 62-63 et 63-64) un ruissellement annuel plus faible pour les parcelles allongées horizontalement par rapport aux parcelles allongées selon la pente et un ruissellement maximum également plus faible (54 contre 15).

En résumé, on peut dire que la formule de RAMSER modifiée qui a servi pour l'établissement des réseaux antiérosifs pour les cultures sèches sur pente inférieure à 12 % doit être appliquée avec circonspection en tenant compte des impératifs locaux.

2° CULTURES A PLAT ET CULTURES EN BILLONS

Cette pratique culturale a été expérimentée à Nanisana et Nanokely.

On peut dire d'une façon générale que la culture en billons réduit notablement les pertes en terre. Sur cinq années d'observations à Nanisana, on a obtenu :

TABLEAU 15

Arachides		Pommes de terre		Maïs + Pois mascate	
à plat	en billon	à plat	en billon	à plat	en billon
12,3 t/ha	4,1 t/ha	5,1 t/ha	4,2 t/ha	19,1 t/ha	3,9 t/ha

A Nanokely, on a comparé les résultats sur culture de pommes de terre en billons traditionnels (suivant la pente) et en billons isohypses.

On a obtenu les pertes en terre suivantes :

en 1960-61 29,5 t/ha avec billons traditionnels
13,4 t/ha avec billons isohypses

en 1961-62 14,7 t/ha avec billons traditionnels
0,7 t/ha avec billons isohypses.

Cette différence peut, certaines années, être beaucoup plus marquée allant de 1 à 60 pour des champs n'ayant que 20 m de longueur suivant la pente ce qui est inférieur au cas général.

3° DATE D'INSTALLATION DE LA PRAIRIE

Nous avons vu plus haut tout l'intérêt de la prairie de 3 ans, mais étant donné les difficultés d'implantation, l'expérimentation a porté sur des dates de semis échelonnés en novembre-décembre et janvier pour en déduire les différences dans le ruissellement et les pertes en terre.

Les relevés des stations de Nanisana, Nanokely et du Lac Alaotra donnent les pertes en terre mentionnées dans le tableau ci-contre.

Le régime pluviométrique des Hauts-Plateaux montre que ce sont les averses des mois de novembre et décembre qui ont les intensités les plus fortes, mais ce régime est soumis à de telles variations qu'une recherche en matière d'érosion n'est valable que si elle est poursuivie pendant un certain nombre d'années (dix ans au minimum).

Or, dans le cas de cette expérimentation sur la date d'installation de la prairie, nous avons un recul de trois campagnes seulement ce qui est insuffisant, et les résultats dont nous disposons ne

nous permettent pas d'en tirer des conclusions valables.

TABLEAU 16

Pertes en terre en tonnes/ha

	Nanisana	Nanokely	Lac Alaotra
1963-64			
Semis en Nov...	8,0	1,6	9,2
Semis en Déc...	0,3	10,5	—
Semis en Janv...	3,4	8,6	18,5
1964-65			
Semis en Nov...	4,7	—	29,7
Semis en Déc...	3,1	—	—
Semis en Janv...	8,3	—	8,7
1965-66			
Semis en Nov...	30,0	14,3	Les semis ont été réalisés début & fin Janv. : 0,6 et 0,2.
Semis en Déc...	1,9	0	
Semis en Janv...	1,8	0	

4° LE TAVY (CULTURE SUR BRULIS)

Cette expérimentation a démarré à Périnet. La parcelle a porté deux années de riz de montagne et une année de manioc.

Sur trois campagnes, on a obtenu des ruissellements moyens annuels de 2 à 6 fois supérieurs sur tavy que sur savoka (forêt secondaire). Les ruissel-

lements maxima sont également plus élevés bien que déjà fort importants sous savoka.

Si le recul est insuffisant encore à Périnet pour dégager quelques enseignements, par contre les expérimentations de l'Ivoloina font déjà apparaître plusieurs points intéressants.

Il semble que la brousse secondaire à Ravenala laisse passer un ruissellement assez important.

En ce qui concerne les pertes en terre, on constate qu'elles demeurent assez modestes (en 1962-63, la parcelle 2 a donné 9,2 t/ha). Ceci est confirmé par les résultats obtenus sur la parcelle de jachère cultivée installée en 1965 pour déterminer l'indice sol de l'équation de Wischmeier.

Les entraînements en solution et en suspension semblent donner des teneurs plus fortes que sur les terres des hauts-plateaux. Cet écoulement étudié est le seul écoulement superficiel, or il apparaît

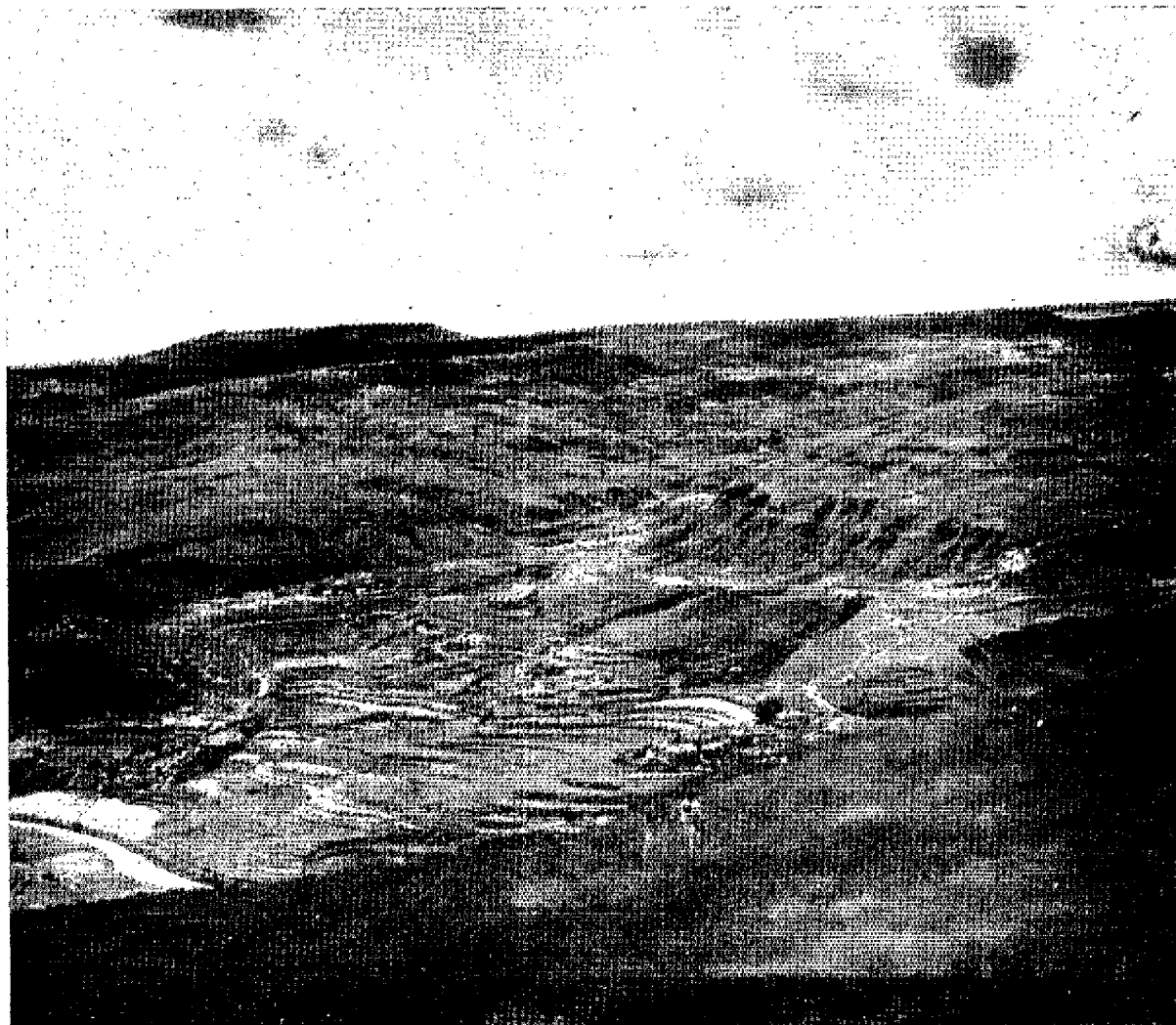
nettement à l'observation qu'il existe (c'est le cas aussi à Périnet), un écoulement « hypodermique » non mesuré fort important.

Il semble donc que la dégradation et l'érosion des sols déclanchées par le défrichement présentent des caractères particuliers différents de ceux des sols des Hauts-Plateaux, comme le signalait SOUCHIER en 1963.

Le premier stade serait une dégradation physico-chimique insidieuse de la couche superficielle sans perte en terre notable, tout au moins les premières années, et, s'il n'y a pas de grosses intensités cycloniques, avec saturation du sol. Il semble qu'il y ait entraînement sélectif des éléments minéraux échangeables d'où saturation du complexe absorbant et qu'il apparaisse dans les horizons supérieurs une augmentation du pourcentage d'éléments fins.

Rizières en terrasses, dominées par un bassin versant dégradé (région des Hauts Plateaux).

Photo Dinard.



Les phénomènes d'érosion semblent dans ces zones forestières plus insidieux et moins nets, sans pour cela être moins graves que sur les Hauts-

Plateaux ; les expérimentations futures tant sur bassins versants que sur parcelles doivent permettre de préciser ces phénomènes.

APPLICATIONS DES RÉSULTATS OBTENUS

Un certain nombre de points sont particulièrement intéressants et permettent une application directe dans le cadre de l'aménagement rationnel de la ferme.

Nous avons répété souvent que les pratiques agronomiques ne pouvaient être dissociées des techniques antiérosives. Ces techniques sont simples et les résultats obtenus sur la variation de longueur de la parcelle au Lac Alaotra ont montré qu'on pouvait se dispenser de rester dans un cadre trop rigide et dans une certaine mesure donner satisfaction aux cultivateurs qui reprochent généralement au système des courbes de niveau de créer des parcelles trop étroites.

Les pratiques agronomiques complémentaires (rotation, fertilisation, techniques culturales) sont indispensables si l'on veut arriver à une mise en culture rationnelle et permanente avec maintien de la fertilité.

Sur les Hauts-Plateaux notamment les sols accusent une pauvreté quasi générale en éléments minéraux et la première chose à faire est de reconstituer le stock de fertilité par apport de fumure minérale ou d'une fumure mixte organo-minérale.

Le capital ainsi investi ne doit pas être gaspillé ; les résultats obtenus quant aux pertes en terre montrent que l'érosion, si la mise en culture est faite sans précaution, peut entraîner des quantités fort importantes de sol, et souvent d'une manière sélective. L'aménagement antiérosif associé aux pratiques complémentaires est donc indispensable.

De plus il ne faut pas oublier le rôle joué par les techniques antiérosives sur l'alimentation en eau des plantes cultivées qui a, surtout lors des saisons à pluviométrie déficitaire, une grosse influence sur les rendements.

La rotation doit tenir compte des besoins de la population, de leurs habitudes et surtout des impératifs climatiques.

Nous avons vu que certaines cultures causaient des pertes en terre importantes, il arrive même que, malgré le système de cultures en courbes de niveau, on observe des départs de terre jusqu'à la semelle de labour ; ceci peut être corrigé par des techniques culturales appropriées ainsi que par l'application d'un calendrier de cultures tenant compte des

périodes à risque d'érosion maximum (début de la saison des pluies).

C'est ainsi que la technique du billon isohypse pour la culture de pommes de terre entre autres permet une réduction appréciable du ruissellement et des pertes en terre.

D'autres techniques telles que le labour de la courbe en versant vers le bas permet d'atteindre sans modifier brutalement les sols, le profil en terrasse qui est le moins sensible à l'érosion. L'effet de décapage de la partie amont de la courbe demeurant sensible tant que le profil en terrasse n'est pas atteint on a intérêt dès lors à forcer la fumure sur le tiers supérieur de la courbe.

Enfin le rôle très important de la prairie dans la rotation apparaît très clairement. Si malheureusement la première année d'installation est encore très érosive, les résultats montrent bien que les 2^e et 3^e années sont des années « payantes ». Si l'on veut obtenir en fin d'assolement une quantité moyenne de terre entraînée inférieure à 10 ou 12 t/ha/an, il n'y a que le passage par le stade prairie qui permette d'obtenir un tel résultat.

Outre son intérêt capital pour maintenir les pertes en terre sur une rotation dans des limites raisonnables et son action sur la structure du sol, la prairie temporaire permet également d'envisager la réalisation d'une exploitation équilibrée où l'élevage ait sa place. Les animaux nourris en partie sur la prairie permettent de produire le fumier nécessaire au maintien de la fertilité.

C'est ce maintien du « capital sol » qu'il est indispensable de prévoir et toutes les dépenses incombant aux travaux de régénération et de protection des sols sont inutiles si la conservation de la fertilité en cours d'assolement n'est pas réalisée.

Or, cette conservation de la fertilité consiste à restituer au sol ce qu'il a perdu soit par l'exportation des cultures, soit par les pertes en terre, ce qui est aisé à calculer.

L'enfouissement d'engrais vert peut contribuer à cette restitution, mais comme l'a montré P. ROCHE cette pratique ne permet de restituer au sol que certains éléments et doit être complétée par apport des éléments manquants.

