

MODIFICATIONS DE LA MICROFLORE D'UN SOL LATÉRIQUE SOUS DIFFÉRENTES COUVERTURES MORTES

par

Cl. MOUREAUX
(O.R.S.T.O.M., Madagascar)

La carence en matière organique, ou sa dégradation rapide, étant un des principaux obstacles à la mise en valeur des sols latéritiques, toute mesure tendant à maintenir, voire à accroître le stock organique du sol mérite de retenir l'attention. C'est le cas de la couverture du sol à l'aide de débris végétaux de nature diverse (paillis végétal) qui s'est avérée souvent une méthode très efficace de mise en valeur en climat tropical. Les raisons principales en sont les suivantes :

1° Le paillis réduit l'érosion, agent le plus actif de la destruction de l'horizon humifère ; il maintient et améliore la structure, la stérilité des sols latéritiques étant souvent due en très grande partie à leur compacité avec des densités apparentes atteignant 1,8.

2° Le paillis se décomposant peu à peu, au contact du sol, il se produit un apport continu de débris végétaux en décomposition.

De nombreux points, cependant, sont loin d'avoir recueilli l'accord des différents chercheurs, d'autant plus que, chaque fois, les conditions climatiques locales interviennent dans l'importance des modifications apportées par le paillis.

L'activité microbiologique jouant un rôle primordial quant à la fertilité des sols, son étude permet d'aborder le problème de la fertilité dans le cas particulier du paillis.

Des blocs d'essai établis par R. Pernet, aux environs de Tananarive, sur sol colluvial latéritique, rouge (pH 6,7, C 9 ‰, N 0,60 ‰) comportaient les traitements suivants :

Sol nu, paillis d'*Aristida similis*, d'*Eucalyptus*, de *Solanum auriculatum*, de *Pennisetum purpureum*, d'*Eugenia sp.*, de Pin, couverture de tourbe (tourbe de l'Ankaratra, relativement riche en azote avec un rapport C/N de 30, alors que cette valeur peut dépasser 80 dans les tourbes du Lac Alaotra).

Quatorze mois après l'instauration des traitements, au cours de la deuxième saison chaude et humide qu'ils subissaient en décembre, nous avons prélevé, stérilement, des échantillons de 0 à 5 cm et de 10 à 15 cm ; les analyses suivantes représentent la moyenne de deux échantillons composites dans deux blocs comportant les mêmes traitements (les couvertures avaient été renouvelées de façon à entretenir une épaisseur d'environ 10 cm).

TABLEAU 1

	Na par cm		Nc par cm		Am. par cm		Nx par cm		C par cm		Enz par cm		pH par cm	
	0-5	10-15	0-5	10-15	0-5	10-15	0-5	10-15	0-5	10-15	0-5	10-15	0-5	10-15
	Sol nu.....	2.050	1.180	585	1.060	0,44	0,59	421	358	278	265	1,00	1,15	6,72
Paillis d' <i>Aristida</i>	2.115	2.405	605	760	0,70	0,95	443	362	492	343	2,85	1,45	6,22	6,26
Paillis d' <i>Eucalyptus</i> ...	1.100	1.205	560	1.210	1,04	1,09	310	416	1.170	1.110	3,20	0,80	6,35	6,54
Paillis de <i>Solanum</i>	2.120	1.345	800	775	0,94	0,99	300	358	1.325	727	4,35	4,25	6,08	6,30
Paillis de <i>Pennisetum</i> ..	2.250	770	770	975	1,10	0,82	238	345	1.105	1.103	5,75	1,30	6,98	7,00
Paillis de Pin	1.475	665	620	915	0,74	0,70	145	197	1.255	630	2,45	0,90	6,37	6,12
Paillis d' <i>Eugenia</i>	1.065	1.005	655	735	0,59	0,66	254	131	1.527	902	4,80	1,30	6,71	6,87
Couverture de Tourbe	1.585	1.225	595	1.025	0,45	0,73	445	460	545	404	0,45	0,80	6,37	6,47

Na : Nombre de colonies, fixatrices d'azote en aérobiose (1) * par g de sol.
Nc : Nombre de colonies, fixatrices d'azote en anaérobiose (1) * par g de sol.
Nx : Nombre de germes nitrificateurs par g de sol (1).
C : Nombre de germes cellulolytiques en aérobiose (1) par g de sol.
Am : Pouvoir ammonifiant (mg NH₃ dégagé par g de sol en trois jours à partir de l'urée) (7).
Enz : Pouvoir enzymatique (mg sucres réducteurs dédoublés à partir du Saccharose par g de sol) (3 et 6).
* Les chiffres entre parenthèses renvoient à la bibliographie.

Il ressort du tableau 1 que l'action la plus généralement marquée des couvertures utilisées est l'augmentation de l'activité cellulolytique, de l'ammonification et du pouvoir enzymatique (3 et 6).

La densité des germes cellulolytiques croît le plus sous *Eugenia* et *Pennisetum*, alors qu'elle augmente beaucoup moins sous *Aristida* et tourbe. Ces différences d'action tiennent vraisemblablement d'une part à la très grande pauvreté d'*Aristida* en éléments minéraux en dehors de la silice et, d'autre part, à la faible teneur de la tourbe en cellulose. La densité des Champignons inférieurs et *Actinomycètes* cellulolytiques croît d'ailleurs beaucoup plus que celle des *Cytophaga*.

L'ammonification augmente d'une façon générale par rapport au sol nu, sans variation significative toutefois, pour la tourbe en surface.

Le pouvoir enzymatique, reflet de l'activité biologique globale, mesuré d'après Hofmann (3 et 6) est plus élevé sous tous les paillis, tandis qu'il diminue sous tourbe.

Ces déterminations du pouvoir enzymatique peuvent remplacer celles des variations de l'activité microbiologique globale d'après le nombre total de germes. Cependant l'appréciation de l'activité des différents groupes physiologiques du sol donne des renseignements plus précis, puisque toute décomposition organique peut s'accompagner de la présence d'une multitude de germes saprophytes ne jouant pas un rôle direct quant à la fertilité.

Le pH augmente sous *Eugenia* et *Pennisetum* tandis qu'il s'abaisse sous tous les autres traitements.

Quels renseignements peut-on tirer des groupes physiologiques ?

1) Germes cellulolytiques :

L'activité cellulolytique régit dans une large mesure la fertilité future puisqu'elle libère des éléments énergétiques indispensables à tous les hétérotrophes, germes fixateurs d'azote atmosphérique en particulier.

Or l'augmentation des germes cellulolytiques aérobies sous paillis semble très générale d'après également d'autres essais et même en anciennes rizières où l'on aurait pu craindre un effet défavorable par augmentation de l'humidité déjà forte.

2) Ammonification en nitrification :

Alors que l'ammonification augmente sous tous les paillis, la densité des germes nitreux ne suit pas cette amélioration et même diminue (la variation sous *Aristida* par rapport au sol nu n'étant pas significative).

Cette inhibition du pouvoir nitrificateur due à l'abaissement de la teneur en oxygène ou à l'action inhibitrice de substances organiques solubles est-elle un inconvénient majeur du paillis ?

Nous ne le pensons pas d'autant que plusieurs mesures en cours de saison des pluies ont nettement montré que les nitrates sont moins lessivés sous paillis que sous sol nu (la lame d'eau retenue par la masse végétale et s'évaporant après la pluie ne provoquant aucun lessivage).

En outre, en saison sèche, quand l'eau de la surface du sol nu s'abaisse en dessous du point de flétrissement la nitrification est meilleure sous paillis. En effet, le paillis conserve une certaine humidité

indispensable et surtout sert d'écran thermique (les nitrificateurs sont tués à 50°-55° C et ces températures sont parfois atteintes sur sol rouge nu). Ayant suivi les variations de température pendant 24 heures par ciel clair en mai, nous avons noté à 3 cm de profondeur en sol nu des extrêmes de 15° et 38°5 C et sous paillis seulement de 18° et 22°5. A 13 cm de profondeur les extrêmes étaient encore de 17° et 29°5 en sol nu alors qu'en sol paillé les températures restaient pratiquement les mêmes qu'en surface. On note sous la tourbe le maintien de la densité des germes nitréux en surface et une légère augmentation en profondeur.

3) Pouvoir fixateur d'azote atmosphérique :

Les augmentations de densité des germes fixateurs d'azote atmosphérique, *Azotobacter indicum* et *Clostridium pasteurianum* ne sont généralement pas significatives vu la variabilité des numérations sur plaques. Il y a d'ailleurs plus souvent baisse de densité mais dans les sols ferrallitiques, la fertilité observée est souvent en désaccord avec la densité de ces germes, peut-être par suite de leur faible efficacité en sol pauvre.

Par ailleurs, nous avons dosé le potassium échangeable et le phosphore assimilable en sol nu et sous paillis en utilisant la méthode à l'*Aspergillus niger*, les résultats étant exprimés en prenant la base 100 pour le sol nu témoin. L'azote nitré a été déterminé dans le sol ainsi que l'azote minéralisable d'après Drouineau (2) après séjour du sol humide quatre semaines à l'étuve de 30°.

TABLEAU 2

	P ₂ O ₅	K ₂ O	N-NO ₃ p.p.m.	N minéralisable p.p.m.
Sol nu.....	100	100	3,1	7,2
Paillis d' <i>Aristida</i>	108	108	2,6	0,9
Paillis d' <i>Eucalyptus</i>	86	146	3,0	3,0
Paillis de <i>Solanum</i>	163	111	4,2	4,6
Paillis de <i>Pennisetum</i>	155	140	3,0	4,1
Paillis de Pin.....	96	101	3,8	0
Couverture de Tourbe.....	117	120	14,3	41,7

La nette augmentation des taux de phosphore assimilable sous *Solanum* et *Pennisetum* peut être expliquée par la lente solubilisation des phosphates de fer et d'alumine par les acides organiques. L'accroissement assez général des taux de potasse échangeable (les variations sous *Aristida* et Pin n'étant pas significatives), a déjà été remarqué notamment par H. Laudelout et H. Du Bois au Congo belge (4), sous couvertures mortes.

Le taux d'azote minéralisable diminue pour tous les paillis mais augmente pour la tourbe sous laquelle les germes nitréux étaient aussi, d'ailleurs, en légère augmentation.

Notons un point particulier : le même sol nu ayant reçu les végétaux correspondant aux paillis (séchés, coupés finement et mis en surface à la dose de 1 % par rapport au sol) a séjourné un mois à 30° en étuve, à l'humidité au champ, dans des bédons. Nous avons déterminé

après ce délai l'indice glucose qui exprime l'activité biologique globale (6). Or il y a eu forte baisse de cet indice dans tous les sols traités (excepté sous *Solanum* et *Eugenia*) par rapport au sol témoin nu. Les plus fortes baisses sont celles sous *Aristida* ($I_g = 6,2$) et sous *Eucalyptus* ($I_g = 6,5$), le témoin présentant un indice glucose $I_g = 18,4$. Ceci indique une action bactériostatique des substances végétales immédiatement solubles (il n'y avait pas drainage dans l'essai effectué), mais cet effet inhibiteur doit être de courte durée dans les conditions naturelles quand le drainage est bon. Cette action inhibitrice a déjà été signalée pour des Graminées africaines et par De Barjac pour la tourbe; de toutes façons, elle n'est pas décelable *in situ*, ici, pour les paillis sous lesquels les prélèvements n'ont pas suivi immédiatement le renouvellement de couverture.

BIBLIOGRAPHIE

- (1) DOMMERGUES Y. (1952). L'analyse microbiologique des sols tropicaux acides. Mém. de l'Inst. Scient. de Madagascar, série D, Tome IV, Fasc. 2. p. 169-181.
- (2) DROUINEAU G., LEFEBVRE G. et Mme BLANC-AICARD (1952). Estimation de la richesse des sols en azote et aspect particulier de ce problème dans la région méditerranéenne. International soil fertility meeting, Dublin, July 1952, Transactions, Vol. I, p. 13-21.
- (3) HOFMANN Von Ed. (1952). Enzymreaktionen und ihre Bedeutung für die Bestimmung der Bodenfruchtbarkeit. Zeit für Pflanzenernährung, Düngung, Bodenkunde, Berlin, 56. (101) p. 68-72.
- (4) LANDELOUT H. et DU BOIS H. (1951). Microbiologie des sols latéritiques de l'Uele. Publication de l'INEAC, n° 30, p. 1-36.
- (5) MEIKLEJOHN J. (1953). The effect of bushburning on the microflora of some Kenya soils. Atti del VI congresso internazionale di microbiologia, Vol. III, p. 317-319.
- (6) MOUREAUX Cl. (1955). Tests biochimiques de l'activité biologique de quelques sols malgaches. Mém. de l'Inst. Scient. de Madagascar, (sous presse).
- (7) POCHON J. et YAO-TSENG TCHAN (1948). Précis de microbiologie du sol. Masson, Paris.

ZUSAMMENFASSUNG

Der Gebrauch von verschiedenen Strohdecken vermehrt die biologische Tätigkeit des Bodens. Die Vermehrung verändert sich mit den verschiedenen Decken. Die besten Decken sind von *Pennisetum*, *Eugenia* und *Solanum* gegeben.

Verminderung der Tätigkeit der Nitrifikations-Bakterien während der Regenzeit kann nützlich sein, denn sie vermindert das Auslaugen von Stickstoff, wie schon von J. Meicklejohn (5) gesagt. Im Gegensatz dazu verminderte der Gebrauch von Torf als Bodendecken die ganze mikrobiologische Tätigkeit mit Ausnahme der Nitrifikation.

SUMMARY

Mulches have been found to raise the microbiological activity. This effect is more or less noticeable according to the mulches used, *Pennisetum*, *Eugenia* and *Solanum* being the best. Decrease of the nitric bacteria activity during the rainy season can be useful since it

lessens the leaching of nitrogen as already stated by J. Meicklejohn (5).

On the contrary, the peat-mulch decreases the microbiological activity on the whole except nitrification.

RESUMÉ

On peut conclure ici à un effet bénéfique des pailis prolongés sur l'activité de la microflore et par suite sur la fertilité, action plus ou moins marquée selon le végétal utilisé, *Pennisetum*, *Eugenia* et *Solanum* ressortant comme les plus favorables. La limitation de l'activité des germes nitreux en saison des pluies peut être d'ailleurs avantageuse puisqu'elle freine le lessivage de l'azote du sol, opinion déjà exprimée par J. Maiklejohn (5).

Au contraire, la couverture de tourbe, bien qu'abaissant l'activité microbienne globale et tous les groupes physiologiques de germes à l'exception des nitreux, a causé une amélioration de la nitrification.