

# QUELQUES DONNEES SUR LA MICROFLORE DES SOLS PRESAHARIENS DU TAFILALT

Irène BRYSSINE

## Introduction

La région du Tafilalt se trouve dans la zone présaharienne, au Sud-Est du Maroc. Au sens large, elle correspond aux cours inférieurs des trois fleuves : Ziz, Rheris et Guir, dont les bassins couvrent 700-800 km<sup>2</sup>. Cette région est limitée au Nord et à l'Ouest par le Haut Atlas et au Sud par les plateaux des divers *hammada*. A l'Est, la région s'étend jusqu'à la frontière algérienne. Elle est délimitée par les longitudes ouest 4°14' et 5°32' et les latitudes nord 31°17' et 31°56'.

Au mois de novembre 1966, nous avons eu l'occasion de procéder à l'analyse microbiologique des échantillons \* de sols provenant de la ferme expérimentale de Toubouassant, située dans le Tafilalt. Or, depuis les travaux de Killian de 1940, concernant les sols présahariens de l'Algérie, aucune autre étude n'avait été consacrée à ces régions et il nous a paru intéressant de présenter nos résultats.

Le but de nos recherches a été de comparer l'influence des divers types de culture sur la microflore.

## Conditions climatiques

Cette région possède toutes les caractéristiques d'une zone prédésertique.

Il tombe en moyenne 70 mm de pluie par an à Erfoud, poste météorologique situé à 12 km environ de la Station expérimentale.

---

\* Echantillons prélevés par G. BRYSSINE au cours de sa mission dans le Tafilalt: Al Awamia, 23, pp. 125-136, avril, 1967.

Les auteurs de la Carte des domaines pluviométriques du Maroc ont classé Erfoud dans le Domaine présaharien.

En raison de cette faiblesse des précipitations, aucune production agricole n'est possible dans le Tafilalt sans le secours de l'irrigation.

Les températures sont très élevées en été et les écarts entre les maxima et les minima sont très grands (TABLEAU I). Le coefficient pluviothermique d'EMBERGER, égal à 4,8, traduit des conditions très sèches. La moyenne des températures minimales du mois le plus froid, égale à 2,0°C, permet de classer Erfoud dans le sous-étage à hiver frais de l'étage bioclimatique saharien. Nous ne possédons aucune mesure de la température du sol.

TABLEAU I  
Moyennes des températures mensuelles (°C)  
Station de Erfoud 1934-1951

Mois	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	M
Maxima	17,6	20,4	26,7	28,7	32,5	39,6	42,7	41,9	36,6	28,4	20,1	17,9	28,6
Minima	2,0	4,3	8,1	12,8	16,5	22,8	25,0	25,8	21,7	14,0	7,4	3,2	13,5

A cause de l'aridité du climat, la nature des roches mères revêt une importance particulière pour les sols. Leur évolution est en effet très faible et porte le cachet du substratum sur lequel ils se forment.

Du point de vue lithologique, on peut distinguer deux zones bien distinctes : la zone montagneuse du Primaire et du Tertiaire composée de schistes et de calcaires et la zone plane du Quaternaire. Les apports quaternaires reposent sur les formations primaires et constituent des terrasses et des zones d'épandage des fleuves.

Généralement, on distingue la haute, la moyenne et la basse terrasse. Les sols cultivés actuellement, formés de limons et de sables fins, occupent surtout les basses terrasses.

### Les sols

#### a. Origine des sols

Les sols se sont formés à partir des dépôts actuels, d'origine variée. Les dépôts proviennent soit des crues au cours desquelles les alluvions

fines sableuses se déposent sur la plus basse terrasse, soit de l'irrigation par épandage des eaux de crues, pratiquée dans ce pays depuis une dizaine de siècles et qui laisse dans les palmeraies un dépôt fin appelé limon de palmeraie.

### *b. Caractères des sols*

Les échantillons que nous avons analysés proviennent de ce limon de palmeraie. Ces apports, épais de deux mètres environ dans le périmètre de la Ferme expérimentale, sont homogènes, riches en calcaire, sans gravier et sans fossiles. A la base de ce limon, on trouve quelques cailloux roulés. Les prélèvements ont été faits jusqu'à 50 cm de profondeur, dans quatre parcelles de la Ferme dont deux étaient cultivées, l'une en luzerne, l'autre en coton, les deux autres étant en jachères, l'une moderne et l'autre traditionnelle. Comme témoin, nous avons pris la jachère traditionnelle.

Les parcelles ont été fumées de la façon suivante : fumier 20 t/ha, superphosphate 1 000 kg/ha, sulfate de potassium 500 kg/ha sulfate d'ammoniaque 400 kg/ha. La parcelle de jachère traditionnelle n'a reçu aucun engrais.

#### 1. Description des profils

Nous présentons ici un profil dont la description a été faite par A. RUELLAN en juin 1966.

#### Sol jeune alluvial de palmeraie

0 à 5-10 cm : Dépôt de crue de cette année très compact, non structuré.

5-10 à 15-20 cm : Horizon de labour ; structure polyédrique à nuciforme, assez peu développée.

15-20 à 55 cm : Horizon compact ; structure continue ; porosité faible ; quelques éléments coprogènes, plus nombreux en surface où l'humidification récente des dernières crues a permis une vie animale très active. Présence d'un niveau plus limoneux de 2-3 cm d'épaisseur vers 40 cm.

55 à 105 cm : Texture plus limoneuse, compacité plus faible ; la porosité radiculaire reste faible et les éléments coprogènes assez rares.

105 + : Dépôt plus rose ; structure légèrement polyédrique, inclusions à structure lamellaire ; quelques éléments coprogènes ; présence de niveaux plus sableux ; les racines de palmiers apparaissent à 180 cm.

## 2. Données analytiques (TABLEAU II)

L'analyse granulométrique nous montre que ces sols sont constitués essentiellement par des fractions fines (colonnes 4 et 5). Les fractions sableuses fines et grossières paraissent contenir surtout des grains de calcaire. Dans les fractions fines, on note la prédominance du limon sur l'argile (col. 4 et 5). Le taux de calcaire est élevé avec une répartition uniforme dans les profils (col. 3). En ce qui concerne l'humidité, l'analyse montre que la parcelle sous luzerne reste plus humide que celle sous coton et que les jachères.

Le pH légèrement basique de ces sols est favorable au développement des microorganismes. Le taux d'azote, relativement élevé en surface, diminue légèrement en profondeur. Il est plus élevé dans la parcelle sous luzerne et nettement plus faible dans la parcelle de jachère traditionnelle (col. 9). Les mêmes observations peuvent être faites à propos de la teneur en humus.

### Etude microbiologique

Nous avons suivi la méthode d'analyse mise au point par POCHON et ses collaborateurs en 1954. Les résultats analytiques sont présentés dans le TABLEAU III.

#### c. Cycle de l'azote

##### 1. Fixation de l'azote atmosphérique

Le taux d'*Azotobacter* est moyennement élevé. La distribution dans le profil de ces germes est en relation étroite avec la teneur en humidité des sols de la Ferme. Ces germes sont nombreux dans la couche superficielle. En profondeur, ils deviennent plus rares. Leur maximum se trouve dans les parcelles portant la jachère cultivée.

Le taux de *Clostridium*, moyennement élevé, ne paraît pas subir de variations notables, ni selon le profil, ni selon le traitement.

Il en résulte que la fixation de l'azote atmosphérique, non symbiotique, est active aussi bien dans les conditions d'aérobiose (*Azotobacter*) que d'anaérobiose (*Clostridium*), tout au moins à l'époque du prélèvement (novembre). Toutefois, cette fixation se fait surtout dans les conditions d'aérobiose, car les *Azotobacter* sont plus nombreux que les *Clostridium*.

TABLEAU II

## Résultats d'analyses granulométrique (sans décalcification préalable) et chimique partielle

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Humidité au moment de l'analyse en %	Humidité équivalente	Calcaire en %	Argile en %	Limons en %	Sable fin en %	Sable grossier en %	pH (à l'eau)	Taux d'azote en %	Humus C x 1,72
Parcelle de luzerne										
0-10 cm	16,5	30,0	40,0	39,5	54,5	7,2	3,2	7,7	1,26	1,44
20-30 cm	13,1	26,5	35,1	39,5	46,3	6,1	3,4	7,8	0,90	2,39
40-50 cm	13,2	27,7	34,5	43,5	43,5	6,3	3,8	7,7	0,89	0,95
Parcelle de coton										
0-10 cm	11,1	30,5	34,5	36,7	47,8	17,8	2,0	7,8	1,21	1,27
20-30 cm	10,3	31,0	35,0	33,6	54,6	14,8	0,7	7,8	1,04	1,15
40-50 cm	5,1	30,3	33,5	28,4	47,3	25,0	0,4	7,5	0,76	0,86
Parcelle en jachère cultivée										
0-10 cm	11,8	30,4	37,5	34,1	55,3	10,7	0,4	7,7	0,90	1,27
20-30 cm	6,6	31,1	34,0	26,6	44,7	25,5	0,2	7,6	1,07	1,24
40-50 cm	5,2	29,8	35,6	33,6	42,1	25,6	0,4	7,7	0,84	1,12
Parcelle en jachère traditionnelle										
0-10 cm	5,6	31,3	32,6	26,6	28,9	24,8	0,4	7,4	0,65	0,98
20-30 cm	2,6	26,0	32,1	22,5	30,7	44,3	1,0	7,4	0,56	0,74
40-50 cm	3,4	26,4	32,1	23,2	32,5	48,1	1,4	7,5	0,75	0,95

TABLEAU III

Résultats d'analyses microbiologiques : nombre de germes par gramme de terre sèche \*

	Humidité au moment d'analyse en %	CYCLE DE L'AZOTE				CYCLE DU CARBONE			
		Azotofixateurs libres		Dénitri- ficateurs	Germes nitrificateurs		Germes celluloly- tiques	Germes amyloly- tiques	
		<i>Azotobacter</i>	<i>Clostridium</i>		nitreux	nitriques			
Parcelle de luzerne									
0-10 cm	22,0	1 800	80	0	50 000	12 000	800	900	
20-30 cm	17,5	0	900	500	50 000	50 000	80	500	
40-50 cm	18,1	500	500	0	50 000	1 200	0	3 000	
Parcelle de coton									
0-10 cm	15,4	500	900	900	50 000	50 000	1 400	500	
20-30 cm	14,7	500	500	500	50 000	12 000	900	500	
40-50 cm	10,9	400	500	1 900	50 000	7 000	900	500	
Parcelle en jachère cultivée									
0-10 cm	16,9	9 000	900	18 000	50 000	12 000	80	18 000	
20-30 cm	9,5	900	900	1 800	50 000	7 000	300	500	
40-50 cm	9,6	0	500	50 000	50 000	7 000	180	900	
Parcelle en jachère traditionnelle									
0-10 cm	11,7	500	900	18 000	50 000	5 000	180	5 000	
20-30 cm	8,2	500	900	50 000	50 000	7 000	0	1 900	
40-50 cm	8,5	0	1 900	500	50 000	12 000	0	500	

\* Le nombre de germes est exprimé par rapport à un gramme de terre. Quand ce chiffre atteint 50 000, cela veut dire que la dilution limite n'est pas atteinte et le nombre indiqué est un nombre minimum.

## 2. Pouvoir nitrifiant

Le processus de transformation des composés ammoniacaux en nitrites (par les germes nitreux) d'abord et en nitrates (par les germes nitriques) ensuite, se déroule activement dans ce type de sol. On trouve les germes nitrificateurs dans tous les horizons des profils étudiés. Toutefois, les germes nitriques se développent surtout dans les horizons superficiels, tandis qu'en profondeur, leur taux diminue. Les germes nitreux se développent jusqu'à la dilution limite dans tous les horizons étudiés, ce qui veut dire que leur nombre est probablement supérieur. La prédominance des germes nitreux sur les germes nitriques, ces derniers étant des aérobies stricts, indique un certain état d'engorgement de ces sols.

## 3. Activité dénitrifiante

L'activité des germes dénitrifiants qui exprime la vitesse de la réduction des nitrates en ammoniacque, paraît importante dans ces sols. En effet, ils sont riches en ces germes. Cette transformation des composés nitriques est très active sous les jachères et sous la culture de coton dans toute la masse du sol étudié (au moins jusqu'à 50 cm de profondeur). Elle atteint son maximum dans la parcelle de jachère traditionnelle. Par contre, sous la luzerne, l'activité de ces microorganismes est réduite.

### b. Cycle du carbone

#### 1. Activité cellulolytique

La décomposition de la cellulose, provenant de la matière organique de ces terres se fait d'une façon rapide. On constate le plus grand nombre de germes cellulolytiques dans la parcelle sous coton où la terre est humide. Dans les échantillons prélevés sous la jachère traditionnelle non irriguée, leur nombre est plutôt réduit, surtout en profondeur. Le développement de ces germes dépend étroitement de l'humidité des échantillons. Ils sont plus nombreux dans les échantillons humides, comme les parcelles de jachère cultivée et celle de coton.

#### 2. Activité amylolytique

La décomposition des composés amidonnés se fait encore plus énergiquement que celle de la cellulose. Dans toutes les parcelles, on note la présence de nombreuses bactéries amylolytiques dans

les horizons superficiels, surtout dans les jachères cultivée ou traditionnelle. Cette localisation des germes amylolytiques est en relation avec la quantité de substrat disponible provenant de la décomposition des débris végétaux jusqu'au stade des substances amylacées.

### c. *Activité microbiologique suivant les cultures*

Après avoir passé en revue l'activité de chaque groupement physiologique, nous allons présenter maintenant les caractéristiques de l'ensemble de la microflore de chaque parcelle. On peut se rendre compte que malgré l'homogénéité des sols de ces champs d'essai, les traitements culturaux laissent leur empreinte sur les caractères de l'activité microbiologique de ces terres.

#### 1. Parcelle cultivée en luzerne

La fixation de l'azote atmosphérique par le sol de cette parcelle est élevée; elle est due surtout aux germes aérobies. La transformation des composés ammoniacaux en nitrites et en nitrates se déroule activement. Cependant, les germes nitreux prédominent. La destruction des nitrates est par contre restreinte. La cellulolyse des débris végétaux, active dans les horizons superficiels et sub-superficiels, s'arrête à partir de 40 cm. La décomposition des composés amylacés, rapide dans les horizons profonds, est lente en surface.

#### 2. Parcelle cultivée en coton

L'enrichissement du sol en azote par les germes azoto-fixateurs n'est pas très important. Il se produit avec la même intensité aussi bien dans les conditions aérobies qu'anaérobies.

Si le pouvoir nitrifiant du sol de cette parcelle est comparable à celui observé dans la parcelle sous luzerne, les processus de la dénitrification sont accrus.

La matière organique subit une cellulolyse très importante, la plus élevée des quatre parcelles étudiées, mais la dégradation des substances amidonnées se déroule plus lentement que dans les parcelles de luzerne.

#### 3. Parcelle en jachère cultivée

Les horizons superficiels de cette parcelle fixent très activement l'azote moléculaire dans les conditions de l'aérobiose. Cette fixation s'arrête à 30 cm. Le rôle des *Clostridium* est par contre modéré.



La nitrification est intense, mais elle paraît conduire surtout à la production de composés nitreux. Le processus inverse, c'est-à-dire la dénitrification, qui est très active, détruit les nitrates présents. La matière organique est bien décomposée ce qui se traduit par le fait que la cellulolyse est ralentie, tandis que la destruction des composés amylicés est rapide.

#### 4. Parcelle en jachère traditionnelle

L'activité des *Azotobacter* et des *Clostridium* est restreinte. Les processus de la nitrification se développent mais, comme dans la parcelle précédente, ils sont dus surtout à la prolifération des germes nitreux. Le pouvoir dénitrifiant est très élevé (du même niveau que celui de la jachère cultivée). C'est dans cette parcelle que l'activité des germes cellulolytiques est la plus faible, elle n'affecte que l'horizon superficiel. L'amylolyse, par contre, se produit dans tout le profil avec une forte intensité.

### Conclusions

Dans le sol étudié, l'activité de certains microorganismes ne subit pas de changements sous l'influence des cultures et, parmi ces microorganismes, on peut citer, en premier lieu, les germes nitrificateurs et en deuxième lieu, le *Clostridium*.

Les germes azotofixateurs aérobies (*Azotobacter*) sont stimulés dans leur développement dans les horizons superficiels par la culture de la luzerne et par le travail du sol de la jachère cultivée.

Par contre, la décomposition des nitrates varie selon les traitements : ainsi, dans les parcelles portant les cultures de coton et de luzerne, la destruction des nitrates est lente, tandis que dans les parcelles en jachère et surtout en jachère traditionnelle, la dénitrification est rapide.

En ce qui concerne la matière organique, elle est attaquée plus ou moins énergiquement dans la luzernière et fortement sous le coton. Sous les jachères, l'état de la décomposition des débris végétaux est avancé, ce qui permet aux germes amylytiques de proliférer activement.

Ainsi, on peut dire que les cultures de luzerne et de coton favorisent la conservation de l'azote nitrique dans ce type de sol, tandis que les jachères le font disparaître plus rapidement.

Par contre, la matière organique qui subit un début de minéralisation dans la luzernière et sous coton, est attaquée plus profondément dans les parcelles occupées par les jachères.

## ملخص

بعض المعطيات حول المكروفلور  
في الاراضي القرب الصحراوية لتافيلالت

يدرس المؤلف نشاط الميكرواركنزم في أربعة قطع من الارض لضعية تجريبية موجودة في تافيلالت (منطقة قرب صحراوية بالجنوب الشرقي للمغرب) .

تسمى هذه الاراضي محليا (ليون النخيل) ، اظهرت ان المياه بعيدة بفضل استغلالها من طرف الانسان عشرات القرون. هذه الاراضي غنية من حيث المكرواركنزم، فجميع المجموعات الفزيولوجية ممثلة فيها .

ونلاحظ من مقارنة مختلف انواع الزراعات بان زراعة البرسيم والقطن تساعدان على الاحتفاظ بالأزوط النتريك في الارض .

في المقاطع البورية نلاحظ ان بقايا النباتات تصاب بسرعة أكثر من المقاطع الأخرى .

## RÉSUMÉ

L'auteur étudie l'activité des microorganismes dans quatre parcelles de sol d'une ferme expérimentale située dans le Tafilalt (zone présaharienne du Sud-Est du Maroc).

Ces sols, appelés localement « limons de palmeraies », résultent de l'utilisation par l'homme, depuis une dizaine de siècles, des eaux de crues. Ils sont riches en microorganismes ; tous les groupes physiologiques y sont bien représentés. En comparant les différents types de cultures, on s'aperçoit que les cultures de luzerne et de coton favorisent la conservation de l'azote nitrique dans le sol. Dans les parcelles en jachère, les débris végétaux sont attaqués plus rapidement que dans les autres parcelles.

## RESUMEN

Algunos datos sobre la microflora de los suelos  
presaharenses del Tafilalt

El autor estudia la actividad de los micro-organismos en los suelos de cuatro parcelas de una granja experimental situada en el Tafilalt (zona presaharena del Sudeste de Marruecos).

Estos terrenos, que localmente son llamados « suelos limosos de datileras » resultan de la utilización por el hombre, durante diez siglos, de las crecidas de los ríos. Son ricos en microorganismos; todos los grupos fisiológicos están bien representados en ellos. Comparando los diferentes tipos de cultivo se conoce que el alfa y el algodón favorecen la conservación en el suelo del nitrógeno nítrico. En las parcelas de barbecho los residuos vegetales son más pronto atacados que en las otras.

## SUMMARY

Some data on the microflora of the presaharian  
soils of the Tafilalt region

The activity is studied of the microorganisms present in the soils of four plots of an experimental farm located in the Tafilalt region (presaharian zone in south-east Morocco).

These soils, locally called « date-palm loams », proceed from the use by man for about ten centuries of the floods of the wadis. They are rich in microorganisms; each of the different types of cropping shows that alfalfa and cotton promote the conservation in the soil of nitrogen as nitrates. In the fallow plots plant residues are more readily attacked than in the other ones.

## BIBLIOGRAPHIE

- KILLIAN, CH. — 1940. Etudes comparatives de la biologie des sols du Nord et du Centre sahariens. — Ann. agron., Paris, t. 10, pp. 56-99.
- GAUSSEN, H., J. DEBRACH et F. JOLY — 1958. Atlas du Maroc. — 39 pages.

- POCHON, J., P. TARDIEUX — 1960. Techniques d'analyse en microbiologie du sol. — Editions de la Tourelle, 108 p.
- BRYSSINE, G. — 1966. Etat des travaux pédologiques réalisés dans la région du Tafilalt. — Rapport interne, 11 pages dact.
- SASSON, A. — 1960. Première contribution à la connaissance de la microbiologie des sols de régions arides du Maroc. — B. Soc. Sci. nat. Phys. Maroc, Rabat, t. 40, pp. 97-120.