

P. ROGET

COURS DE MICROBIOLOGIE DES SOLS

Institut Pasteur - PARIS

Septembre 1968

Compte-Rendu des Résultats obtenus lors
des Travaux Pratiques

O.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire

N° : 28453

Cote : B

EX 1

I - INTRODUCTION

Le sol, loin d'être un substrat inerte, est un milieu dynamique et complexe grâce, en particulier, aux microorganismes qui l'habitent. Ces derniers constituent un des maillons du cycle biologique et l'étude de leur nature, de leur nombre, de leurs effets, est un élément nécessaire à la connaissance des sols en ce qui concerne la formation, la conservation, l'évolution et la fertilité.

L'étude microbiologique d'un sol, faisant suite à la caractérisation physico-chimique de celui-ci, devra donc s'intéresser aux points suivants :

- . Numération totale des microorganismes ; répartition au sein des grands groupes taxonomiques (Bactéries, Actinomycètes, Champignons, Algues) et, éventuellement, détermination des espèces au moyen de tests morphologiques, sérologiques et nutritionnels.

- . Evaluation des groupements fonctionnels au niveau des différents cycles (Azote, Carbone, Soufre, etc ...).

N.B. : Les différentes techniques utilisées tant pour l'étude physico-chimique que pour l'étude microbiologique du sol sont décrites dans le manuel de Messieurs J. POCHON & P. TARDIEUX - "Techniques d'analyses en Microbiologie du Sol". Collection "Techniques de Base" - Editions de la Tourelle.

II - PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUES

Le sol étudié est un sol de jardin que l'on peut caractériser par les critères suivants :

1. Humidité :

Mesurée par dessiccation aux infrarouges : 6.9 %

Le facteur de correction pour ramener les résultats à 100 g de sol sec sera donc égal à :

$$\frac{100}{100 - 6.9} = 1.074$$

2. pH :

Mesuré dans l'eau en formant une pâte fluide avec le sol : 6.7

3. Azote :

Mesuré par la méthode de Kjeldahl

2.17 cm³ de SO₄H₂ $\frac{N}{50}$ sont nécessaires pour neutraliser l'ammoniaque formé.

Ce qui correspond à :

$$\frac{2.17 \times 2 \times 14 \times 100 \times 1.074}{50 \times 100} = 0.13 \%$$

4. Carbone total :

Mesuré par la méthode Anne modifiée

sur 0.5 gramme de terre

La réaction nécessite 2.88 ml de bichromate, ce qui correspond à :

$$0.003 \times 2.88 \times 2 \times 100 \times 1.074 = 1.86 \%$$

5. C/N :

Est égal à 14 ce qui correspond à un sol ayant une minéralisation active de la matière organique.

6. Humus :

Mesuré par la méthode au permanganate

. un ml de permanganate correspond à 1.02 mg d'acides humiques.
Il faut trois ml pour un gramme de sol ; ce qui correspond à :
 $1.02 \times 3 \times 100 \times 1.074 = 328.6 \text{ mg / 100 g}$
soit 3,3 % d'humus.

Tableau récapitulatif :

pH	N %	C %	C/N	A.H. ‰	H %
6.7	0.13	1.86	14	3.29	6.9

III - EVALUATION ET ETUDE DE LA MICROPOPULATION

Remarque : Les numérations sont exprimées en nombre de microorganismes par gramme de terre sèche.

A) MICROFLORE TOTALE :

a) en milieu liquide (Tableau 1)

Résultat : nombre caractéristique à 14 jours = 533 à 10^{-6}
soit : $17.5 \times 1.074 \times 10^6 = 18.795.000$ germes / g

b) en milieu solide (Tableau 2)

(ensemencement par 0.1 ml)

La lecture est faite à 10^{-5} sur deux boîtes :

<u>Germes</u>	<u>Moyenne</u>	<u>Nombre de germes / g terre sèche</u>
Champignons	0.5	537 000
Actinomycètes	1.5	1 611 000
Bactéries	<u>1.5</u>	<u>1 611 000</u>
TOTAL	3.5	3 759 000

c) Conclusion

La méthode en milieu liquide faisant appel à un grand nombre de répétitions, donne des résultats qui semblent plus dignes de foi. En revanche, la méthode en milieu solide est soumise à des aléas (envahissement par Bacillus mycoïdes, par ex.), qui empêchent souvent les mesures et, semble, en l'absence de répétitions, plus qualitative.

Tableau n°1

Jours	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-8}	10^{-9}	10^{-10}	DM	nb. cara
7	+	+	$\frac{3}{2}$ +	$\frac{2}{2}$ +	-	-	3	
14	+	+	$\frac{3}{2}$ +	$\frac{3}{2}$ +	-	-	3,2	533

Flore totale en tubes (5 tubes par dilution)

Tableau n°2

1	10^{-5}	1	1	1
2		0	2	2
1	10^{-6}	1	3	6
2		envahissement par Bact. ?		
1	10^{-7}	envahissement par		
2		Bacillus mycoides -		
Boîte	dilution	CHAMPIG.	ACTINO	BACT

Flore totale sur boîtes de Petri

~ Flore totale ~

B) BACTERIES (Tableau 3)

Remarque : L'étude spécifique des groupements fonctionnels sera envisagée dans un troisième chapitre. Le présent paragraphe s'intéressera à la caractérisation de la microflore bactérienne au moyen de la morphologie, des tests colorés, nutritionnels et sérologiques.

a) Tests morphologiques, colorés et nutritionnels

Onze colonies bactériennes sont isolées à partir des milieux solides utilisés, pour la numération de la microflore totale, et sont repiquées sur tube de gélose, incliné, (milieu à la pomme de terre). Ce repiquage s'accompagne d'un examen microscopique de chaque colonie (coloration Gram et détermination de l'aptitude à la sporulation).

Après trois jours d'incubation, les différentes souches sont repiquées sur trois milieux spécifiques (LOCKHEAD : A = milieu de base sans acides aminés ni vitamines ; B = A + 0.4 % d'hydrolysate de caséine, sans vitamines ; C = A + 0.1 % d'extrait de levure + extrait de terre).

Après quatre jours d'incubation, une première lecture est effectuée suivie par un second repiquage sur les mêmes milieux ; ceci pour s'assurer de la pureté des milieux qui ont pu recevoir des traces d'acides aminés ou de vitamines lors du premier ensemencement. Les résultats obtenus (Tableau 3) permettent de classer les souches bactériennes suivant 6 critères :

- . Morphologie
- . Présence ou non de spores
- . Coloration Gram
- . Développement sur milieu minéral
- . Besoin en acides aminés
- . Besoin en vitamines

Sur onze souches observées, neuf sont Gram +, sept sont sporulées, neuf peuvent se développer sur milieu uniquement minéral, six ont besoin d'acides aminés et trois ont besoin de vitamines.



souche	Description	Gram	spo. rev	1er ensemencement						2eme ens.		
				lecture à 4j			lecture à 8j			lecture à 4j		
				A base	B +AA	C +Vit.	A base	B +AA	C +Vit.	A base	B +AA	C +Vit.
1	batonnets + courts si agés.	+	+	-	+	+	-	+	+	-	-	+
2	bacilles	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3	bacilles assez gros en chaine	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+
4	petits bacilles en chaine	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+
5	bacilles à spore  centrale def.	+	+	-	E	E	-	E	E	-	E ⁺	E ⁺
6	bacilles courts	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	+
7	coccies 	+	-	E	+	+	E	+	+	-	+	+
8	coccies	+	-	E	+	+	E ⁺	+	+	-	-	+
9	batonnets en chaine	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+
10	batonnets courts ± en chaine	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
11	bacilles	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+

Tableau n° 3
~ Bactéries - Test nutritionnel ~

b) Tests sérologiques

Le test est effectué sur la souche 522 de Rhizobium. Cette souche inoculée à un lapin permet d'obtenir un sérum anti-522.

Un ml de suspension de Rhizobium est placé dans 8 tubes de Kahn. Dans chaque tube, on ajoute un ml de solution de sérum correspondant à des dilutions variant du 1.50 au 1.6400 ; le dernier tube où le sérum est remplacé par un ml d'eau physiologique, sert de témoin.

L'ensemble est placé au bain-marie ; la lecture est faite au bout de deux heures.

Résultats : On observe une agglutination très nette dans les six premiers tubes, moins nette dans les 7ème et 8ème et nulle dans le témoin.

Intérêt de cette méthode : permet une caractérisation précise et rapide des souches bactériennes.

c) ACTINOMYCETES

a) Numération sur milieu solide

Après ensemencement sur milieu à la chitine, une lecture est faite au bout de quatre jours. Les colonies sont souvent d'aspect corné avec un centre proéminent, et incrusté dans le milieu.

Résultat : Sur deux boîtes ensemencées, par 0.2 ml (4 gouttes) à la dilution 10^{-5} , on trouve une moyenne de 28.5 colonies par boîte, soit :

$$1/2 \times 28.5 \times 10 \times 10^5 \times 1.074 = 15\ 304\ 500 / g$$

b) Tests d'antagonisme (Tableau 4)

A partir des boîtes de Pétri, ayant servi à la numération, on repique dix souches en tube incliné sur milieu à la chitine.

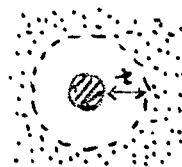
Tableau n°4

Souches Actin. souch. test	1	2	3	4	5	6
A ₃ b	tn ++	Ensemencement dans gélose encore trop chaude? Pas de dupt sauf autour d'une souche (protection et stimulation?)				
B. Subt.	tn ++	d +	tn +++	0	d ++	0
Collet.	Gélose trop chaude et passage des Actinomycètes sous cette dernière pas d'observation possible ~					
Ust. 3.	d ++	tn +	tn ++	d ++	n +++	d +

légende:

0 : aucune action
 E : inhibition faible à peine visible
 + : 1 à 5 mm
 ++ : 6 à 10 mm
 +++ : 11 à 15 mm
 ++++ : 16 mm et plus

tn : zone très nette
 n : zone nette
 d : zone diffuse
 r : résistant
 st : stimulation.



~ Actinomycètes - test d'antagonisme ~

Après une incubation de dix jours, six de ces souches sont repiquées sur quatre boîtes de Pétri, préalablement inoculées, respectivement avec Bacillus subtilis, Azotobacter, Ustilagozeae et Colletotrichum lindemutianum.

La lecture des tests d'antagonisme est effectuée au bout de trois jours en notant la présence, la taille et l'intensité de la zone d'inhibition d'après le mode de notation indiqué sur la planche ci-après (Tableau 4).

D) ALGUES

Deux ensemencements sont faits sur milieu liquide en tubes et milieu gélosé en boîtes de Pétri (grains de terre). Une observation des cultures est effectuée au bout de onze jours.

- . En milieu liquide, on note la présence de Diatomées ; le développement est presque nul.

- . Sur milieu solide, un développement plus marqué permet de caractériser des Diatomées (petites colonies brunes) ; des Chlorococcales (colonies vertes) et des Cyanophycées (colonies bleues filamenteuses très fines).

D'autre part, des observations microscopiques sont effectuées à partir de souches de collection :

- . Euglena sp.
- . Phormidium uncinatum
- . Tribonema equala
- . Chlamydomonas variabilis
- . Palothrix thermalis
- . Cylindrocarpon stagnala

E) CHAMPIGNONS

L'étude de la mycoflore a été réalisée sur un sol différent de celui utilisé pour les autres manipulations. Il s'agit d'un sol caractérisé par les points suivants :

- terre de grande culture, argilo-calcaire, grumeleuse, sur calcaire Lutétien ; précédent de céréales ; humidité 20 %.

Les différents ensemencements ont été effectués à partir de dilutions au 1/2000 et au 1/5000. L'élimination des Bactéries lors de la mise en culture, sur milieu gélosé en boîtes de Pétri, est assurée par l'addition d'acide citrique (3 ml de solution à 1 % pour 150 ml de milieu).

Une première expérience consiste en une numération de la mycoflore suivie d'un comptage des différentes souches déterminées à partir de leur aspect morphologique.

Les souches sont ensuite repiquées sur milieu solide, en tubes (Penicillium) ou sur boîtes de Pétri (autres espèces). Après une semaine d'incubation, ces souches sont déterminées par examen microscopique.

Résultats :

a) Numération :

165 colonies dans 5 boîtes au 1/5000 soit : 165 000 germes / g terre sèche.

b) Etude et répartition des espèces

B. Voir planche ci-après (Tableau 5).

Tableau n°5

Détermination	nb de souches	boite 1	boite 2	boite 3	boite 4	boite 5	Total
MORTIERELLA sp	3	1	1	4	0	1	7
MUCOR sp	6	2	6	2	0	1	11
Absidia	1	0	1	0	0	0	1
Penicillium divaricata	1	0	0	1	0	0	1
Penicillium canescens	1	10	11	10	10	11	52
Penicillium lilacinum	2	3	2	1	2	1	9
Penicillium sp	14	4	4	4	9	7	28
Penicillium : somme	18	17	17	15	21	19	90
Fusarium oxysporum	2	1	0	0	0	2	3
Conothyrium	1	1	0	0	0	0	1
Divers non identifiés		5	4	12	14	18	53
Total	31	27	29	35	35	39	165

~ CHAMPIGNONS ~

IV - ETUDE DES GROUPEMENTS FONCTIONNELS - Cycle de l'Azote -A) FIXATION AEROBIE DE L'AZOTE MOLECULAIRE (Azotobacter)a) en milieu liquide (Tableau 6, Schéma 1)

Principe : ensemencement par suspension-dilution d'un milieu ne contenant pas d'azote combiné.

Résultats : Lecture à 14 jours, nombre caractéristique 500 à 10^{-2}
soit : $5 \times 10^2 \times 1.074 = 537$ / g terre sèche.

b) en milieu solide

1. Silicogels

On réalise un ensemencement par 25 grains de terre. Au bout de 4 jours, tous les grains donnent des colonies blanches muqueuses, qui virent au brun en vieillissant.

Un repiquage en stries sur milieu gélosé est effectué afin d'obtenir des souches pour observations microscopiques avec coloration par l'Erythrosine.

2. Terres moulées

. Sur deux boîtes témoin, on observe un développement rapide de nombreuses colonies brunes brillantes (en cinq jours).

. Sur terre moulée enrichie en calcium, le développement est identique à celui du témoin.

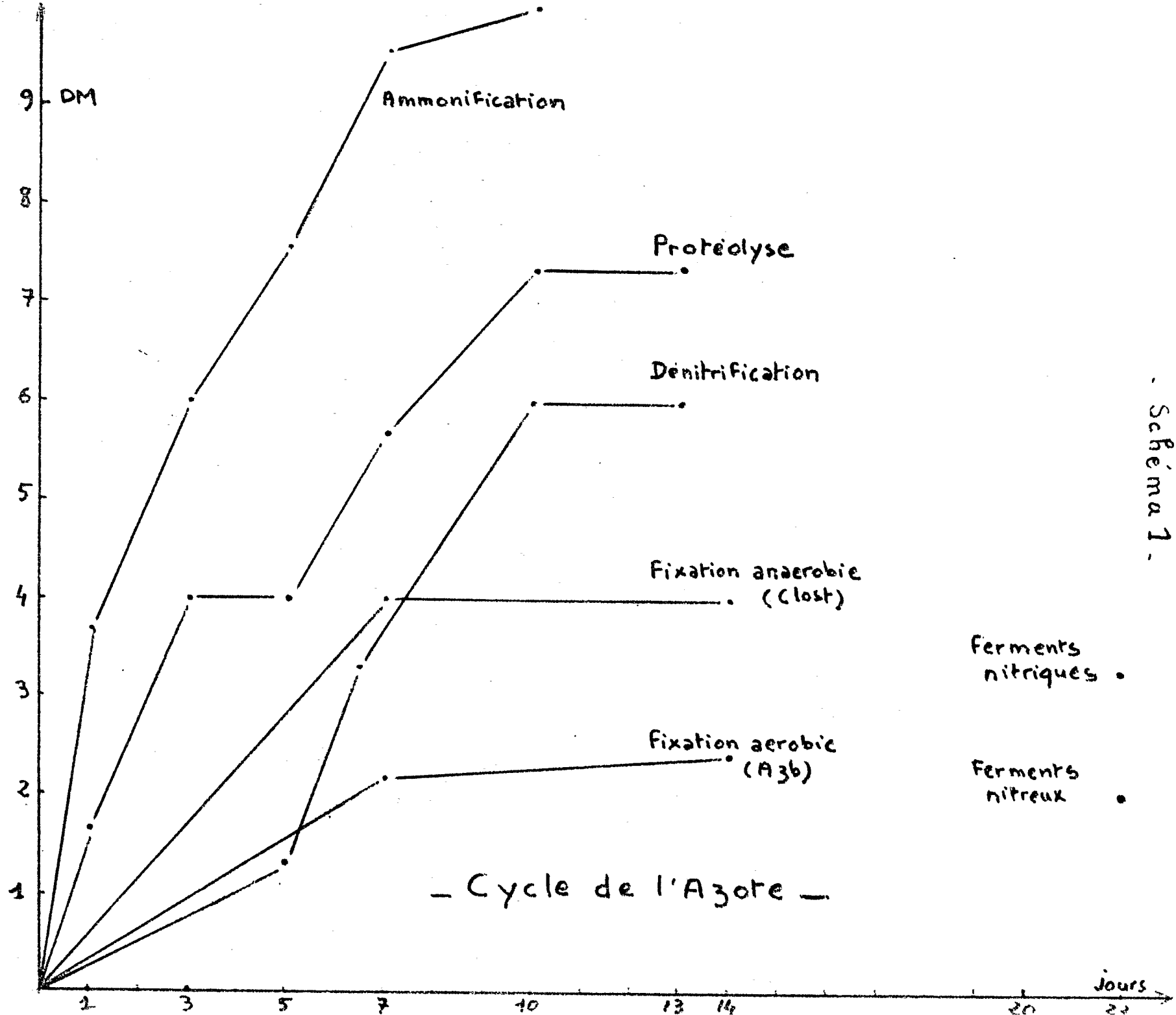
. Sur terre moulée enrichie en phosphore ou en phosphore + calcium, on observe un développement envahissant de Champignons au détriment des Azotobacters.

Conclusion : il n'y a pas de carences marquées en P et Ca dans ce sol.

CYCLE DE L'AZOTE

Phénomène étudié	nb de jours	10^{-2}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-8}	10^{-9}	10^{-10}	DTA	nb. carb.
Fixation aérobie (Azotobacter) 5t	7	+	+	4+	-	/	/	/	/	/	/	2,2	
	14	+	+	3+	-	/	/	/	/	/	/	2,4	520
Fixation anaérobie (Clostridium) 2t	7	+	+	+	3E	3E	-	-	-	/	/	4	
	14	+	+	+	3E	3E	-	-	-	/	/	4	333
Protéolyse (3 tubes)	1	+	2+	-	-	-	-	-	-	/	/	1,66	
	3	+	+	+	+	-	-	-	-	/	/	4	
	5	+	+	+	+	-	-	-	-	/	/	4	
	7	+	+	+	+	2+	1+	2+	-	/	/	5,66	
	10	+	+	+	+	+	2+	2+	2+	/	/	2,33	
	13	+	+	+	+	+	+	2+	2+	/	/	2,33	322
Ammonification (3 tubes)	1	+	+	+	2+	-	-	-	-	-	-	3,6	
	3	+	+	+	2+	+	+	-	-	-	-	6	
	5	+	+	+	+	+	+	+	2-	-	2-	7,6	
	7	+	+	+	+	+	+	+	+	+	2-	9,6	
	10	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	10	
F. nitreux 4t	22	+	+	-	-	-	-	/	/	/	2	400	
F. nitriques 4t	22	+	+	-	+	2+	-	/	/	/	5,25	405	
Dénitrification (3 tubes)	1	-	-	-	-	-	-	-	-	/	/	0	
	3	-	-	-	-	-	-	-	-	/	/	0	
	5	2+	2+	-	-	-	-	-	-	/	/	1,3	
	7	+	2+	2+	2+	-	2-	-	-	/	/	3,3	
	10	+	+	+	+	+	+	-	-	/	/	6	
	13	+	+	+	+	+	+	-	-	/	/	6	300

Tableau 6



Schema 1.

B) FIXATION ANAEROBIE (Clostridium)a) en milieu liquide : (Tableau 6 - Schéma 1)Lecture à 14 jours ; nombre caractéristique 333 à 10^{-2} soit :

$$1400 \times 1.074 = 1504 \quad / \text{ g terre sèche}$$

b) en milieu solide : (Silicagels et grains de terre)

On n'observe pas de développement. Ceci peut sans doute s'expliquer par un vide insuffisant lors de l'incubation.

C) PROTEOLYSE (Tableau 6 - Schéma 1)Lecture à 13 jours ; nombre caractéristique 322 à 10^{-6} soit :

$$20 \times 10^6 \times 1.074 = 21.480.000 / \text{ g terre sèche}$$

D) AMMONIFICATIONa) en milieu liquide (Tableau 6 - Schéma 1)Lecture à 10 jours ; nombre caractéristique 333 à 10^{-10} soit :

$$140 \times 10^{10} \times 1.074 = 15.10^{11} : \text{ g terre sèche}$$

Ce résultat est aberrant et doit être dû à une contamination des tubes.

b) en terre :

Les mesures portent sur 50 g de terre humide et montrent une très grande activité du sol.

Le dégagement d'ammoniac est légèrement supérieur dans le cas du sol enrichi en sang séché.

Pendant les trois premiers jours, on observe un dégagement moyen de 22.4 cm^3 d'ammoniac par jour et pour 50 g de sol humide.

E) NITRIFICATION (Tableau 6 - Schéma 1)

On effectue une lecture séparée des ferments nitriques et nitreux après 22 jours d'incubation.

a) Ferments nitriques :

Nombre caractéristique $405 \text{ à } 10^{-2}$ soit :
 environ $10 \times 10^2 \times 1.074 = 1074$ germes / g terre sèche

b) Ferments nitreux :

Nombre caractéristique $400 \text{ à } 10^{-2}$ soit :
 environ $2.5 \times 10^2 \times 1.074 = 268$ germes / g terre sèche

F) DENITRIFICATION (Tableau 6 - Schéma 1)

Lecture après 13 jours d'incubation.

Nombre caractéristique $300 \text{ à } 10^{-6}$ soit :

$$2.5 \times 10^6 \times 1.074 = 2.68 \cdot 10^6 \text{ germes / g terre sèche}$$

V - ETUDE DES GROUPEMENTS FONCTIONNELS - Cycle du Carbone -

A) AMYLOLYSE (Tableau 7 - Schéma 2)

Principe : Ensemencement avec des suspensions-dilutions d'un milieu où l'amidon est la seule source de Carbone.

Résultats : Lecture à 13 jours ; nombre caractéristique 322 à 10^{-4} soit

$$20 \times 10^4 \times 1.074 = 214\ 800 \text{ germes/g terre sèche}$$

B) PECTINOLYSE (Tableau 7 - Schéma 2)

Principe : Ensemencement avec des suspensions-dilutions d'un milieu où la pectine est la seule source de Carbone.

Résultats : Lecture à 13 jours ; nombre caractéristique 300 à 10^{-6} soit

$$2.5 \times 10^6 \times 1.074 = 2.68 \cdot 10^6 \text{ germes/g terre sèche}$$

C) CELLULOLYSE

a) Cellulolyse aérobie :

L'ensemencement par 10 grains de terre de 2 silicagels recouverts d'une feuille de papier conduit à l'observation suivante, au bout de 7 jours
Développement de :

- . 1 Colonie de Cytophaga -jaune foncé
- . 1 Colonie de Cellvibrio -étendue et jaune très clair
- . Nombreuses colonies de Champignons.

b) Cellulolyse anaérobie (Tableau 7 - Schéma 2)

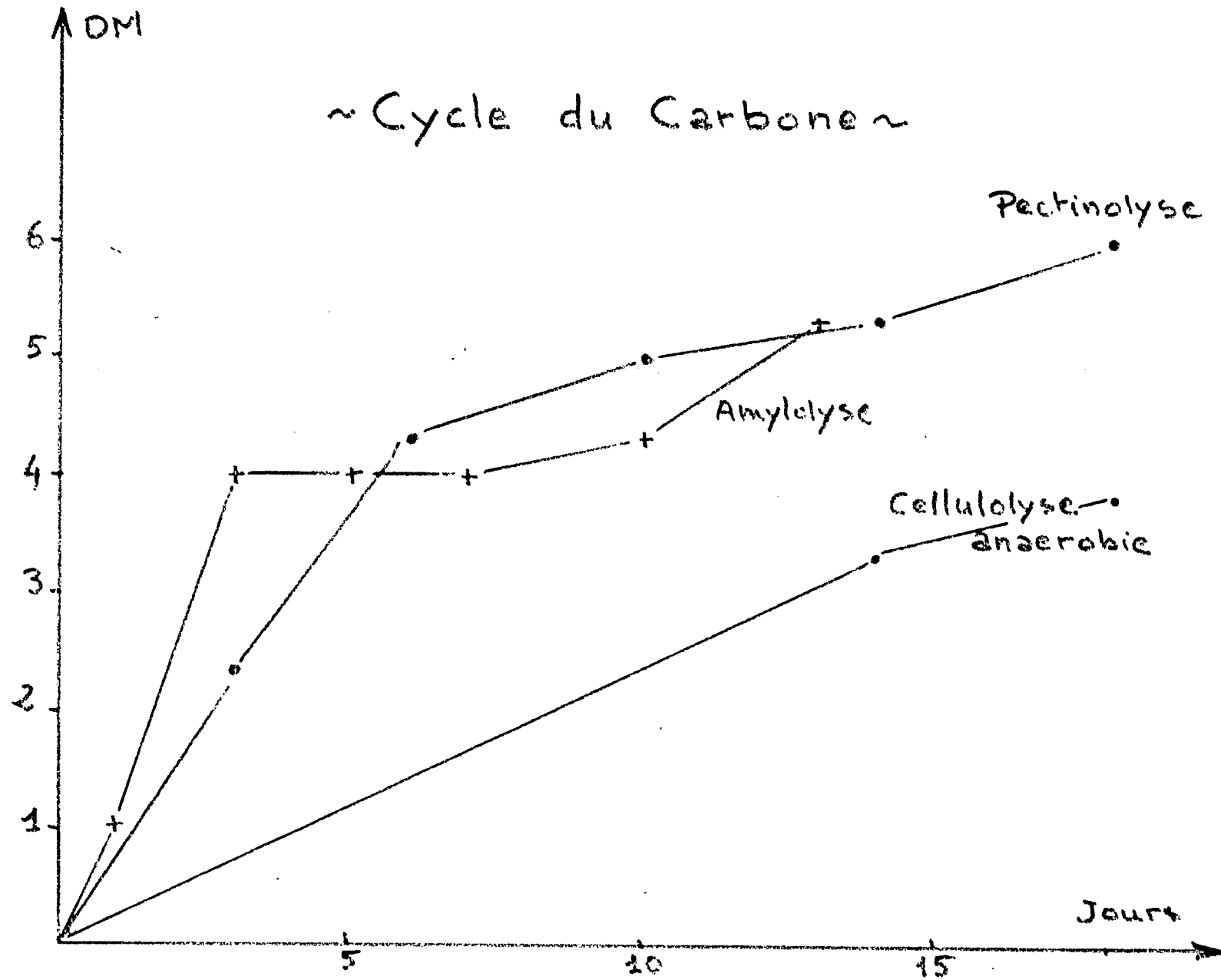
1) Milieu liquide à la poudre de cellulose

Tableau 7

Phénomène étudié	jours	10^1	10^2	10^3	10^4	10^5	10^6	10^7	10^8	DM	nb Cors
Cellulolyse anaérobie 35	14	+	+	2E 1-	2E 1-	3E	-	-	-	3,12	
	18	+	+	2E 1+	E +	2E 1+	-	-	-	3,8	323
Pectinolyse 36	3	+	+	2- 1+	-	-	-	-	-	2,33	
	6	+	+	+	+	-	2- 1+	-	-	4,33	
	10	+	+	+	+	2- 1+	2+ 1-	-	-	5	
	14	+	+	+	+	2+ 1-	2+ 1-	-	-	5,33	
	18	+	+	+	+	+	+	-	-	6	300
Amylolyse 36	1	+	-	-	-	-	-	-	-	1	
	3	+	+	+	+	-	-	-	-	4	
	5	+	+	+	+	-	-	-	-	4	
	7	+	+	+	+	-	-	-	-	4	
	10	+	+	+	+	2- 1+	-	-	-	4,3	
	13	+	+	+	+	2+ 1-	2+ 1-	-	-	5,3	322

~ Cycle du Carbone ~

~ Cycle du Carbone ~



· Schéma 2.

Principe : Mesure du dégagement gazeux en cloches dans un milieu où la seule source de carbone est la poudre de cellulose.

Résultats : Lecture à 18 jours ; nombre caractéristique 323 à 10^{-2} soit

$$1,074 \times 30 \times 10^2 = 3222 \quad \text{germes / g terre sèche}$$

2) Cellulolytiques mésophiles et thermophiles - Milieu avec feuille de papier

Principe : Incubation en tubes scellés sous vide en présence d'une feuille de papier filtre.

Résultats : Lecture à 20 Jours

- . Thermophiles : 3 Tubes positifs sur 3 ensemencements
- . Mésophiles : Tous les tubes négatifs.

VI - ETUDE DES GROUPEMENTS FONCTIONNELS - Cycle du Soufre -A) REDUCTION DU SOUFRE OXYDE (SULFATO-REDUCTEURS)

Principe : Ensemencement d'un milieu liquide contenant un sulfate, un donneur d'hydrogène convenable et de l'azote minéral ; observation de la formation de sulfure de fer sur un clou placé dans le milieu.

Résultats : à 20 jours, sur 4 tubesensemencés, 4 sont positifs.

B) OXYDATION DES SULFURES

Principe : Ensemencement d'un milieu liquide contenant du soufre métalloïdique et observation de la formation de sulfates.

Résultats : à 20 jours, sur 5 tubesensemencés, 5 sont positifs.

C) MINERALISATION ANAEROBIE DU SOUFRE ORGANIQUE

Principe : Ensemencement d'un milieu liquide contenant un acide aminé soufré et du citrate de fer ammoniacal ; recherche de la formation de sulfure de fer (dépôt noir).

Résultats : à 20 jours, sur 6 tubesensemencés, 5 sont positifs et un est ϵ .

Propriétés Physico chimiques	PH	N%	C%	C/N	AM%	H%
	6,7	0,13	1,86	14	3,29	6,9

Microflore totale	sur boîte de Pétri		7
Actinomycètes	1.611.000	15.306.500 sur milieu sélectif	7/4
Champignons	537.000		7
Bactéries	1.611.000		7
Total	3.759.000	18.795.000 sur milieu liquide	7/14

Cycle de l'Azote	nb de p. organisme / g. de terre sèche	nb jours
Azotobacter	537	14
Clostridium	1504	14
Proteolyse	21.480.000	13
Ammonification.	1.500.000.000.000	10
F. nitriques	1.074	22
F. nitreux	268	22
Dénitriification	2.680.000	13
Cycle du Carbone		
Amylolyse	214.000	13
Pectinolyse	2.680.000	13
Cellulolyse anaérobie	3.222	

~ Tableau récapitulatif ~ (8)

VII - CONCLUSION

Les résultats obtenus ont été regroupés dans le tableau 8.

En ce qui concerne les propriétés physico-chimiques, le sol étudié est un sol à pH voisin de la neutralité, sans carences en Ca et P, à teneur normale en matière organique et à C/N traduisant un équilibre stable du bilan humique.

En ce qui concerne la microflore, si l'on excepte le résultat de l'ammonification qui semble largement surestimé, ce sol présente une microflore qui n'est pas particulièrement abondante, toutefois, certaines fonctions semblent très actives (Ammonification, Protéolyse).
