

CONTRIBUTION A L'ETUDE MICROBIOLOGIQUE DES SOLS

DE BASSE COTE D'IVOIRE

J.KAUFFMANN , Melle G.BOQUEL et P.TOUSSAINT

-o-o-o-o-o-o-

ORSTOM-Fonds Documentaire

N° : 29398

Cote : B

CONTRIBUTION A L'ETUDE MICROBIOLOGIQUE DES SOLS DE  
BASSE COTE D'IVOIRE

-o-o-o-o-o-o-o-o-o-

par J. KAUFFMANN , Melle G. BOQUEL et P. TOUSSAINT

ORSTOM Fonds Documentaire

N° : 29 398

Cote : B

Le déboisement des sols de Basse Côte d'Ivoire, en vue de leur utilisation par l'agriculture, pose de nombreux problèmes microbiologiques. Aussi nous a-t-il semblé utile d'étudier les principaux groupes microbiens de ces sols en fonction du couvert végétal.

Plusieurs auteurs se sont déjà intéressés à l'étude microbiologique des sols tropicaux.

CASTAGNOL (E.M.) et NGUYEN CONG VIEN (5) ont remarqué que la flore bactérienne des sols du Tonkin semble conditionnée par la température et la nature du faciès végétatif et qu'il existe un parallélisme entre la densité des germes cellulolytiques fixateurs d'azote et dénitrificateurs.

BOUYER (S.) (4) a trouvé que la microflore totale des sols à arachide du Sénégal est, numériquement, beaucoup moins importante que celle des terres franches sous climat tempéré, bien que la fixation de l'azote atmosphérique par Azotobacter chroococcum et la décomposition de la cellulose par le genre Cytophaga s'y effectuent dans des conditions normales.

...../.....

DABIN (B.) (6) étudiant la flore microbienne des sols du delta central du Niger y a remarqué la présence d'Azotobacter chroococcum, mais en très faible densité par suite de carences minérales diverses. Par contre, le pouvoir fixateur de ces terres mesuré en milieu liquide, est comparable à celui des terres sous climat tempéré. La densité des germes cellulolytiques et nitrificateurs est différente suivant la nature de la terre.

### Implantation sur le terrain du dispositif de recherche

Nos études ont porté sur un sol acide (pH voisin de 5,3) sous forêt, de la région d'Abidjan. Dans cette forêt ont été délimitées, dans le courant du mois de mai 1950, les trois parcelles suivantes :

a) Une parcelle de quelques ares laissée intacte dénommée "parcelle forêt".

b) Une parcelle d'un hectare, déboisée, sans désouchage et abandonnée à la végétation, dénommée "parcelle en reconstitution".

c) Au centre de cette dernière a été délimitée une parcelle d'un are, maintenue dénudée en supprimant toute végétation au fur et à mesure de sa réapparition et dénommée "parcelle dénudée" (graph. I)

### Prélèvement des échantillons de terre

Les échantillons de terre ont été prélevés mensuellement dans chacune des trois parcelles du mois de mai 1950 au mois d'octobre 1952. Ils furent prélevés le plus aseptiquement possible, à environ 10 cm de profondeur, et expédiés à Paris, par avion, dans des flacons de verre bouchés émeri. L'étude microbiologique des échantillons a pu être ainsi faite une huitaine de jours après leur prélèvement.

Nous remercions le personnel de la station d'Adiopodoumé qui a bien voulu se charger des prélèvements et de l'envoi des échantillons de terre ainsi que de la préparation des parcelles de terrain.

RECHERCHES EFFECTUEES SUR LES ECHANTILLONS DE TERRE (2)

I ) - Fixation de l'azote atmosphérique.

a) Recherche des germes fixateurs aérobies :

Azotobacter

Celle-ci fut effectuée à l'aide de boîtes de Pétri de 10 cm de diamètre contenant chacune 30 cm<sup>3</sup> de gel de silice imprégné de la solution nutritive suivante : (I2)

Glucose ..... 0,5 g.  
Solution saline de Winogradsky 2cm<sup>3</sup>  
Carbonate de calcium ..... 0,2 g. (pour les milieux à pH 7,2)  
Chlorure de calcium ..... 0,2 g. (pour les milieux à pH  
voisin de 5,5 )

La composition de la solution saline de Winogradsky est la suivante :

Phosphate monopotassique .. ..... 1 g .  
Sulfate de magnésium ..... 0,5g.  
Chlorure de sodium ..... 0,5g.  
Sulfate ferreux ..... 0,02 g.  
Sulfate de manganèse ..... 0,02 g.  
Eau du robinet ..... q.s. ... 200.00

Amener à pH 7,2 avec de la soude .

L'ensemencement se fait par grains de terre suivant la technique classique (I2) (100 grains de terre par boîte ). Les boîtes de Pétri sont portées à l'étuve à 28 ° en chambre humide .

Après 15 jours de culture à l'étuve nous n'avons dénombré aucune colonie d'Azotobacter chroococcum . Seules quelques colonies d'Azotobacter lacticogenes sont apparues , surtout sur milieu acide, mais trop rares pour que l'on puisse en suivre les variations au cours de l'année . Nous avons trouvé; en effet, une moyenne de 1% de grains de terre positifs . Aucune colonie d'Azotobacter indicum n'est apparue sur boîte de Pétri . Toutefois nous avons pu isoler ce germe à partir de milieu liquide ensemencé avec un poids de terre de l'ordre de 1 g . provenant de la parcelle forêt . Azotobacter indicum existe donc dans les terres de Basse Côte d'Ivoire mais en très faible densité .

...../.....

Nouvelles études sur Azotobacter lactiogènes (9 a)

Cet Azotobacter faisant partie du genre Beijerinckia (7), (II), (8), a perdu sa particularité première, à savoir l'impossibilité d'utiliser le lactate comme source carbonée. Ce germe s'est, en effet, adapté à proliférer sur un milieu de culture où la seule source carbonée est le lactate de calcium, et l'on ne caractérise plus d'acide lactique dans les milieux de culture où le glucose est la source carbonée.

Beijerinckia I. se différencie des autres Beijerinckia actuellement connus : B. indica, B. indica variété alba et B. motile par le fait que les colonies de B. I conservent sur milieu solide et liquide une consistance non élastique rappelant celle des colonies d'Azotobacter chroococcum, alors que les colonies des trois autres espèces de Beijerinckia ont une consistance élastique.

b) Recherche des germes fixateurs anaérobies : les Clostridium.

Le milieu est identique à celui utilisé pour la recherche des Azotobacter. L'anaérobiose est réalisée en plaçant les boîtes de Pétri dans un dessiccateur contenant un absorbeur d'oxygène (pyrogallate de soude). Après 10 jours de culture à l'étuve à 28 ° nous avons noté les résultats inclus dans le graphique II. En comparant ce graphique avec celui représentant les courbes climatologiques de la région d'Abidjan (graph. III) on constate que la période des pluies favorise la prolifération des germes fixateurs anaérobies.

c) Etude du rendement de fixation de l'azote atmosphérique et du seuil de démarrage de la microflore totale (9 b.)

La méthode utilisée consiste à ensemercer dans un milieu liquide glucosé à 0,1% différents poids de terre. On utilise un milieu pauvre en glucose afin que celui-ci soit le facteur limitant de la croissance bactérienne.

La quantité de terre minimum ensemencée permettant le démarrage de la microflore fixatrice de l'azote et de ce fait de la microflore totale, représente le seuil de démarrage.

La quantité d'azote maximum fixé par la microflore totale rapportée au poids de glucose consommé représente le rendement % de fixation de cette terre.

Cette quantité d'azote maximum fixé correspond à un poids de terre ensemencée bien défini pour un échantillon de terre donné.

#### Technique

On répartit dans des Erlenmeyer de différentes capacités (100, 200 et 500 cm<sup>3</sup>) le milieu suivant à raison de 50 cm<sup>3</sup> par flacon :

Solution saline .....	50 cm <sup>3</sup>
Glucose .....	10 g.
Carbonate de calcium .....	2 g.
Eau distillée Q.S. ....	1000 cc

L'emploi d'Erlenmeyer de différentes capacités permet de réaliser des milieux à différents rapports Surface / Volume, et de favoriser la microflore aérobie ou anaérobie.

Les Erlenmeyer sont ensemencés avec différents poids de terre (2-1-0,8-0,6-0,4-0,2-0,1 et 0,05 g.) . Après un mois de culture à l'étuve à 28 ° on dose l'azote total contenu dans chaque Erlenmeyer (milieu liquide + terre) par la méthode de Kjeldhal. Les traces de nitrates pouvant se produire en fin de culture sont réduites, avant la minéralisation, par du zinc en poudre en milieu sulfurique.

Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau <sup>III</sup> IV. L'examen de ce tableau montre que les échantillons des parcelles forêt et dénudée exigent d'autant plus de terre pour atteindre le seuil de démarrage que le milieu est plus aéré. Le seuil de la parcelle en reconstitution n'est pratiquement pas influencé par l'aération.

.../....

Nous avons constaté par ailleurs (9 b) qu'un faible apport en azote ammoniacal ou nitrique dans l'échantillon provenant de la parcelle dénudée a pour effet d'abaisser le seuil de démarrage et de provoquer une fixation de l'azote atmosphérique par la microflore fixatrice qui, sans cet apport, demeurerait inactive.

Le  $\text{N}_2$  de fixation de la microflore totale en Erlenmeyer de capacité 100 cm<sup>3</sup>, milieu favorisant le développement des Clostridium, est supérieur à celui obtenu en Erlenmeyer de capacité 200 et 500 cm<sup>3</sup>.

La parcelle forêt possède le plus faible  $\text{N}_2$  de fixation. L'aération du milieu de culture abaisse le  $\text{N}_2$  de fixation des parcelles dénudées et forêt et n'affecte que très peu celui de la parcelle en reconstitution.

L'examen microscopique des milieux de culture révèle une prolifération de Clostridium dans les huit premiers jours de culture suivie d'une pullulation de Beijerinckia, associés à de nombreux germes non identifiés. Cette succession de la flore bactérienne existe dans les trois catégories d'Erlenmeyer à cette différence que les Clostridium sont plus nombreux par rapport au Beijerinckia dans les flacons de 100 cm<sup>3</sup> que dans ceux de 200 et 500 cm<sup>3</sup>.

Nous avons comparé le  $\text{N}_2$  de fixation des terres de Côte d'Ivoire à celui des terres sous climat tempéré riches en Azotobacter.

Nos expériences ont porté sur quatre terres de culture, de pH voisin de 7,2, provenant de la région de Toulouse (terres I, II, III, et IV).

Nous avons recherché, sur ces échantillons, la densité des germes fixateurs de l'azote libre (aérobies et anaérobies) par la méthode des plaques au silico-gel et le pouvoir fixateur. Les résultats, comparés à ceux des terres de Côte d'Ivoire, sont inclus dans le tableau suivant :

				<i>rendement</i>	
		: Fixateurs de l'azote		: $\Sigma$ de fixation	
		: positifs		: ( en Erlen . de	
		: aérobies		: 200 cc)	
		: anaérobies		:	
	Parcelle forêt	: 0	: 20	: 1,2	
T E R R E	Parcelle dénudée	: 0	: 10	: 1,3	
de					
C O T E	Parcelle en reconstitution	: 0	: 100	: 1,42	
D'IVOIRE					
	Terre I	: 20	: 93	: 1,24	
T E R R E	Terre II	: 100	: 100	: 1,24	
de	Terre III	: 80	: 93	: 1,56	
F R A N C E	Terre IV	: 70	: 90	: 1,12	

Les Azotobacter des terres de France étudiées sont des A. chroococcum.  
 On peut ~~en conclure~~ donc conclure que la microflore des terres de Basse Côte d'Ivoire étudiées, ensemencée dans un milieu favorable à sa croissance, possède un  $\Sigma$  de fixation de l'azote libre comparable à celui de la microflore de terres sous climat tempéré riches en Azotobacter.

La faible densité en Beijerinckia dans les trois échantillons de terre de Basse Côte d'Ivoire, même pendant la saison des pluies, est probablement due au fait que ce germe est, asporulé et, de ce fait, résiste très mal aux périodes sèches. Par contre le genre Clostridium, sporulé, résiste aux périodes sèches et prolifère à la saison des pluies, d'où leur densité plus forte pendant cette période.



L'absence d'Azotobacter chroococcum dans ces terres doit être attribuée à leur pH trop acide (pH voisin de 5,3) . Nous avons constaté , en effet , que cet Azotobacter , ne peut proliférer sur ces terres qu'après addition d'une quantité de carbonate de calcium suffisante pour amener leur pH voisin de 6,6 . Ceci a été confirmé par JACQUEMIN de la station de Recherche d'Adiopodoumé: en ensemençant l'Azotobacter sur une partie de la parcelle dénudée préalablement enrichie en calcaire . La substance carbonée a été fournie sous forme d'engrais vert .

## II- Cellulolyse

### a) Cellulolyse aérobie

Nous avons employé des boîtes de Pétri renfermant le gel de silice imprégné de la solution nutritive suivante :

Nitrate de potassium ..... 0,04 g.  
Carbonate de Calcium ..... 0,2 g.  
Solution Saline ..... 2 cm<sup>3</sup>

La source carbonée est apportée sous forme de papier filtre sans cendre plaqué sur la surface du gel de silice . Nos résultats sont résumés dans le graphique V . La parcelle forêt est nettement plus riche en germes cellulolytiques que les deux autres parcelles et son activité cellulolytique est plus forte pendant la saison des pluies que pendant la saison sèche . Les germes cellulolytiques sont représentés par les genres Cytophaga et Cellvibrio .

### b) Cellulolyse anaérobie ( 9 c )

Cette étude a été faite sur un échantillon de terre de la parcelle sous forêt prélevé pendant la saison des pluies comparativement à celui d'une terre de culture sous climat tempéré de pH voisin 7,2 (Terre I) . Pour cette étude nous avons utilisé les milieux de culture suivant :

..../....

- a) solution saline ..... 5cm<sup>3</sup>  
sulfate d'ammonium ..... 0,2g  
carbonate de calcium ..... 0,2g  
eau distillée ..... 100 cc
  
- b) solution saline ..... 5 cm<sup>3</sup>  
nitrate de potassium ..... 0,2 g  
carbonate de calcium ..... 0,2 g  
eau distillée ..... 100 cc
  
- c) solution saline ..... 5 cc  
nitrate de potassium ..... 0,2 g  
carbonate de calcium ..... 0,2 g  
sulfate de calcium ..... 0,2 g  
eau distillée ..... 100 cc
  
- d) solution saline ..... 5 cc  
sulfate d'ammonium ..... 0,2g  
chlorure de calcium ..... 0,2 g  
eau distillée ..... 100 cc

Les milieux a, b, et c, seuls milieux utilisés pour la terre de France, sont tamponnés <sup>au</sup> par le carbonate de calcium à un pH voisin de 7,2 .

Les milieux au chlorure de calcium, non tamponnés, ont un pH voisin de celui de la terre d'Afrique utilisée (pH 5,5 )

La source carbonée est fournie sous forme de bande de papier filtre sans cendre de dimensions 1x5 cm . Ces milieux de culture sont répartis dans des tubes à essais à raison de 5cm<sup>3</sup> par tube et ensemencés, chacun, avec 1 g de terre préalablement séchée à l'air et broyée .

Dans un premier lot des tubes, on a réalisé un vide partiel en les maintenant 1/2 minute sous un vide de 1,5 cm de mercure, puis on les scelle . Dans ces conditions, il reste encore quelques bulles d'air dans le milieu de culture .

Dans un deuxième lot, le scellage a été effectué après maintien du vide de 1,5 cm de mercure pendant 10 min .

Dans un troisième lot, les tubes ont été seulement bouchés au coton puis introduits dans un dessiccateur contenant un absorbeur d'oxygène (pyrogallate de soude )

Après deux mois de culture à l'étuve , nous avons déterminé l'activité cellulolytique par la dégradation plus ou moins poussée de la bande de papier . Nous avons également noté la coloration du milieu et mesuré le dégagement de gaz produit dans les tubes scellés . Les résultats sont résumés dans le tableau XVI .

Nous n'avons pas mentionné dans le tableau l'activité cellulolytique dans les milieux mis sous cloche , car cette activité s'est révélée pratiquement nulle .

De ces expériences on peut conclure que :

1°) - L'activité cellulolytique, sous vide partiel ou total est intense pour les deux terres . Par contre elle est pratiquement nulle dans une atmosphère privée seulement d'oxygène .

2°) La cellulolyse anaérobie de la terre d'Afrique (à pH acide) est plus active dans un milieu acide, non tamponné, que dans un milieu tamponné à pH neutre .

3°) La qualité de la source azotée ajoutée dans le milieu de culture ( $\text{SO}_4(\text{NH}_4)_2$  ou  $\text{NO}_3\text{K}$ ) ne semble pas influencer sur l'activité de la cellulolyse anaérobie .

4°) La production de substance noire n'a lieu que dans les milieux au sulfate d'ammonium , elle est nulle dans les milieux au nitrate de potassium additionnés de sulfate de calcium.

La substance noire est formée, sans doute, en majorité de sulfure ( réaction très positive au sous acétate de plomb ) .

5°) Le dégagement gazeux n'est pas fonction du noircissement du milieu de culture . Il est pratiquement nul dans les milieuxensemencés avec la terre tropicale en milieu alcalin . On note par contre, un certain dégagement dans les milieux acides .

La terre de France a donné un dégagement gazeux nettement supérieur à celui de la terre d'Afrique .

Les milieux au nitrate ont donné le maximum de dégagement gazeux probablement dû à un dégagement d'azote gazeux produit par la microflore dénitrifiante utilisant les produits de dégradation de la cellulose comme source carbonée .

### III- Nitrification

L'activité nitrifiante mesurée par la technique classique de l'ensemencement des grains de terre sur plaque au gel de silice nous a donné des résultats négatifs ou difficilement interprétables avec les terres acides de Basse Côte d'Ivoire . Par contre, à l'aide de la méthode chimique (9 d) nous avons pu constater que la densité des germes nitrificateurs ( nitreux ou nitriques ) dans les trois échantillons de terre, est forte : (50 à 100 % de grains positifs ) . Ces variations sont dues , pour une part , au séjour des échantillons de terre dans les flacons , et il ne nous a pas été possible de tracer une courbe indiquant les variations de l'activité nitrifiante au cours de l'année . Cette expérience doit donc être faite à proximité du lieu des prélèvements . Nous mesurons actuellement l'activité nitrifiante d'un sol, en notant la vitesse d'apparition des nitrites et leur transformation en nitrates dans un <sup>milieu</sup> ~~nombre~~ de culture contenant un sel d'Ammonium et ensemencé avec un poids connu de terre (9e) . Cette méthode se révèle plus pratique que la méthode chimique . La technique consiste à répartir dans des erlenmeyers de 100 cm<sup>3</sup> le milieu de culture suivant à raison de 25 cm<sup>3</sup> par flacon :

SO<sub>4</sub>(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub> ..... I g.  
CO<sub>3</sub>Ca ..... 10 g.  
Solution saline ..... 1000 cc .

On ensemence chaque Erlenmeyer avec 50 mg de terre finement broyée et on porte à l'étuve à 29° . Tous les trois jours on suit l'apparition des nitrites et leur transformation en nitrates .

L'activité nitrifiante d'une terre est d'autant plus forte que l'apparition et la disparition des nitrites dans le milieu

de culture se fait plus rapidement .

Nous avons constaté , en effet un parallélisme entre la densité de germes nitrificateurs d'une terre déterminée par la méthode des tubes à hémolyse et la vitesse d'apparition et de disparition des nitrites dans un milieu de culture ensemencé avec la même terre .

Influence du Phosphore et du Magnésium sur la nitrification de la terre sous forêt de Basse Côte d'Ivoire comparativement à celle de deux terres sous climat tempéré.

L'échantillon de la parcelle forêt a été prélevé pendant la saison des pluies .

Les terres sous climat tempéré utilisées sont les terres I <sup>et III</sup> / II étudiées ci-dessus .

La recherche de l'influence du Phosphore et du Magnésium sur la nitrification a été effectuée en suivant la méthode précédemment décrite , mais en utilisant des milieux de culture différents :

<u>Milieu sans phosphore</u>	:	<u>Milieu sans magnésium</u>
	:	
sulfate de potassium .....0,2g		Phosphate monopotassique ...0,2 g
Sulfate de Magnésium .....0,1g		.....0
Chlorure de Sodium .. ....0,1g		....."
sulfate Ferr <del>eux</del> .....0,002g		....."
Sulfate de Manganèse .....0,002g		....."
Sulfate d'ammonium .....1.g		....."
Carbonate de calcium .....10.g		.....; "
Eau distillée ..... 1000 cc		....."

Les Erlenmeyer non additionnés de Phosphore ou de Magnésie servent de témoins.

L'activité nitrifiante des terres utilisées , dans les milieux de culture différemment enrichis en phosphore ou en magnésium (0,5 -2,5 et 25 γ par cm<sup>3</sup> de milieu ) est indiquée

dans les graphiques VII et VIII .

Les teneurs en phosphore et en magnésium , total et assimilable , de ces terres , déterminées par les méthodes chimique et microbiologique (9 f) ont été les suivantes :

		: Terre : d'Afrique	: Terre : de France : I	: Terre : de France : II	: Terre : de France : III
Teneur en phosphore (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> en % )	: Dosage : microbiologique	: 0,010	: :	: :	: 0,032
	: Dosage Chimique : (P total)	: 0,085	: :	: :	: 0,085
Teneur en Magnésium (MgO p.1000)	: Bases : échangeables	: 0,15	: 0,10	: 0,10	: :
	: Bases Totales	: 0,28	: 2,55	: 2,20	: :

L'examen des courbes montre que la terre de Basse Côte d'Ivoire , à pH acide a une activité nitrifiante supérieure à celle des trois terres de France à pH neutre .

La carence en phosphore dans le milieu de culture n'affecte pas la vitesse de nitrification de la terre tropicale, mais affecte légèrement celle de la terre de France bien que celle-ci ait une teneur en phosphore pratiquement égale à celle de la terre d'Afrique .

Le milieu témoin, ne contenant que 0,7 γ de P par cm<sup>3</sup> de milieu permet une activité nitrifiante aussi intense que celle réalisée dans les milieux riches en phosphore . MEIKLEJOHN (10) a trouvé un besoin minimum en P de 3 γ / litre pour assurer la croissance de Nitrosomonas europea en culture pure . BOMEKE (3) avait trouvé que les bactéries nitreuses et nitriques exigent , pour leur croissance en culture pure , un milieu riche en phosphore et en magnésium .

Dans nos expériences, en culture impure, nous avons constaté (graphique VIII) qu'une carence en magnésium affecte la nitrification, surtout celle des terres de France étudiées. Bien que celles-ci aient une teneur en magnésium supérieure à celle de la terre d'Afrique.

Cette exigence différente en magnésium ou en phosphore suivant les terres doit probablement être due à l'action des germes associés aux germes nitrifiants : phénomène que nous avons constaté à propos d'un germe dénitrificateur (9e).

IV - Teneur en azote total des trois échantillons de terre au cours de l'année :

Nous avons utilisé la méthode de Kjeldhal. Les traces de nitrates contenues dans la terre ont été réduites par du zinc en milieu sulfurique avant minéralisation. Les résultats sont résumés dans le graphique IX.

On observe une augmentation de la teneur en azote total après les deux périodes de pluie. Cette augmentation est surtout nette pour la parcelle repoussée, elle est nulle pour la parcelle dénudée.

V - Teneur en carbone organique :

Nous avons employé la méthode de ~~ANNE~~ en opérant ~~à froid~~. Le graphique X indique les variations de teneur en carbone organique, au cours de l'année, dans les trois échantillons de terre ; il est semblable au graphique IX indiquant les variations de l'azote total.

VI - Rapport Carbone /Azote

Ce rapport sensiblement le même pour les trois échantillons de terre, se situe entre 8 et 10 - Il est pratiquement constant au cours de l'année (Gr. XI)

CONCLUSIONS :

Dans ce travail nous avons étudié quelques problèmes de microbiologie des sols de Basse Côte d'Ivoire :

a) Pouvoir fixateur de l'Azote libre :

L'Azotobacter chroococcum est absent de ces terres . On trouve quelques colonies d'Azotobacter lacticogènes (Beijerinckia I) Beijerinckia indica n'a pu être mis en évidence qu'en milieu liquide .

La densité des Clostridium fixateurs de d'Azote est plus grande pendant la saison des pluies que pendant la saison sèche .

La microflore de sols de Basse Côte d'Ivoire ensemencée dans un milieu favorable à sa croissance ( milieu non carencé en éléments minéraux ) possède un <sup>rendement</sup>  $\% \text{ de fixation de l'Azote libre}$  comparable à celui de la microflore de terre sous climat riche en Azotobacter chroococcum .

Le <sup>rendement</sup>  $\% \text{ de fixation de ces sols sous climat guinéen}$  est légèrement plus fort dans les milieux semi-aérobies ( milieux favorisant la croissance des Clostridium) que dans les milieux aérobies .

Les terres provenant des parcelles for~~est~~ et dénudée exigent d'autant plus de terre pour atteindre le seuil de démarrage que le milieu est plus aéré . Le seuil de la parcelle en reconstitution n'est pratiquement pas influencé par l'aération .

Un faible apport en azote ammoniacal ou nitrique dans l'échantillon provenant de la parcelle dénudée a pour effet d'abaisser le seuil de démarrage et de provoquer une fixation de l'azote atmosphérique par la microflore fixatrice qui, sans cet apport, demeurerait inactive .

b) Cellulolyse

La saison des pluies favorise le développement des germes cellulolytiques . La terre sous couvert végétal est plus riche en germes cellulolytiques aérobies que la terre nue .



La cellulolyse anaérobie de la terre sous climat <sup>guinéen</sup> guinéen), en milieu liquide minéral, est aussi active qu'une terre de culture sous climat tempéré; elle est plus active dans un milieu acide non tamponné, que dans un milieu tamponné à pH neutre.

Le dégagement gazeux produit par la cellulolyse anaérobie est nettement plus faible dans les milieux ensemencés avec la terre de Basse Côte d'Ivoire que dans les milieux ensemencés avec une terre sous climat tempéré.

c) Activité nitrifiante

L'activité nitrifiante des terres acides de Basse Côte d'Ivoire étudiées est aussi forte que celle des terres de culture sous climat tempéré. Cette activité est aussi intense dans les milieux ne contenant que 0,7  $\gamma$  de P/cm<sup>3</sup> que dans les milieux riches en phosphore.

Une rareté en magnésium affecte plus la nitrification des terres de France étudiées que celle de la terre d'Afrique.

d) Rapport carbone/Azote :

La présence ou l'absence de végétation n'influe pas sur le rapport C/N des terres : celui-ci demeure constant au cours de l'année.

-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-

Remerciements.

*Nous remercions vivement le personnel du service de cartographie de l'O.R.S.T.O.M. qui a bien voulu se charger de l'exécution des graphiques.*

BIBLIOGRAPHIE

- 1- ANNEF (P.) - Sur le dosage rapide du carbone organique des sols. Ann. Agro. , (1945), 2, 161-72 .
- 2- BOQUEL (Melle G.) KAUFFMANN (J.) et TOUSSAINT (P.) - Recherche de l'influence du climat et de la végétation sur la flore micro-bienne des sols tropicaux. Agro. Tropi. 1953, N°5.
- 3- BOMEKE (H.) - Uber die Ernährungs und Wachstumsfaktoren der Nitrificationsbakterien . Arch. Mikrobiol. , (1950) , 14 63.
- 4-BOUYER (S.) - Microbiologie des sols à arachide du Sénégal, vues d'ensemble . Bull. Agro. S.T.A.T. , 1952 , 162-6.
- 5- CASTAGNOL- (E.H.) , NGUYEN CONG VIEN - Etude de la flore micro-bienne des sols du Tonkin . Arch. Rech. Agro. Cambodge - Laos - Viet-Nam , 1951, N° II,
- 6- DABIN - (B.) - Premières notions sur la flore microbienne utile dans les sols du delta central nigérien . Arch. Office du Niger , 1953, N°I .
- 7- DERX (H.G.) - Beijerinckia , a new genus of nitrogen- fixing bacteria occuring in tropical soils . Akad. Wetensch. Proc. , 1950, 53 , 140-7.
- 8- JENSEN (H.L.) - The magnesium Requirements of Azotobacter and Beijerinckia , with some Additional Notes on the latter Genus . Acata Agri. Sca. (1954) , 4, 2.
- 9- a - KAUFFMANN (J.) , TOUSSAINT (P.) et BOQUEL (Melle G.) - Sur le pouvoir fixateur de l'azote atmosphérique des terres de régions tropicales . Ann. Inst. Pasteur , 1952, 83 , 713.
- c- KAUFFMANN (J.) et TOUSSAINT (P.) - Sur la cellulolyse anaérobie du sol. Ann. Inst. Pasteur , 1953, 85, 135
- d- KAUFFMANN (J.) et BOQUEL (Melle G.) Nouvelle méthode de détermination du pouvoir nitrificateur d'une terre . Ann. Inst. Pasteur , 1951, 81, 667
- e - KAUFFMANN (J.) et BOQUEL ( Melle G.) - Action du phosphore sur l'activité des germes nitrificateurs et dinitrificateurs

du sol . Ann. Inst. Pasteur , 1953, 85 , 365.

f - KAUFFMANN (J.) Méthode pratique de dosage microbiologique  
du phosphore . Application au dosage du phosphore dans les terres  
Ann. Inst. Pasteur , 1953 , 85 , 247

10 - MEIKLEJOHN - Besoins minimum en phosphate et en magnésium des  
bactéries nitrifiantes . Nature, G.B. , 1952, 170 , 4539 .

11 - TCHAN (Y.T.) - Studies of N-Fixing bacteria . IV . Taxonomy of  
genus Azotobacter ( Beijerinck, 1901) Proc. of the Linn. Soc. New  
South Wales , 1953, 3-4 .

12 - WINOGRADSKY (S.) Analyse microbiologique du sol . Principes  
d'une nouvelle méthode . Ann. Inst. Pasteur ., 1932, 48 , 89.

(1) 9 a - KAUFFMANN (J.) et TOUSSEINT (P.) - Un nouveau germe fixateur  
de l'Azote atmosphérique : Azotobacter lacticogenes . Rev. Gén. Bot.  
Bot. , 1952, 59

--o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o--

## Légende des figures

-----

- Graphique I : Implantation sur le terrain des différentes parcelles
- Gr.II : Activité des germes fixateurs ~~de l'azote~~ anaérobies de l'azote atmosphérique des trois échantillons de terre au cours de l'année.
- Gr.III : Courbes climatologiques de la région d'Abidjan du mois de septembre 1950 au mois de septembre 1952.
- Gr.IV : Détermination du seuil de démarrage et du rendement de fixation des trois échantillons de terre dans des conditions plus ou moins aérobies.
- Gr.V : Activité cellulolytique aérobie des trois échantillons de terre au cours de l'année.
- Gr.VI : Comparaison entre l'activité cellulolytique anaérobie d'une terre sous climat tempéré et sous climat tropical (terre provenant de la parcelle forêt) : +: papier faiblement attaqué; ++: papier morcellé; +++: papier entièrement attaqué.  
Noircissement du milieu : 0: milieu limpide; + : milieu légèrement brun; ++ : milieu brun noir ; +++ : milieu noir.  
P.A. : pression atmosphérique.
- Gr.VII : Action du phosphore sur la nitrification en culture impure.  
A : Terre de France (III)  
B : Terre d'Afrique (parcelle forêt).
- Gr.VIII : Action du magnésium ~~en culture impure~~ sur la nitrification en culture impure.  
A : Terre de France (I) ; B : Terre de France (II) ;  
C : Terre d'Afrique (parcelle forêt).
- Gr. IX : Teneur en azote total des trois échantillons de terre au cours de l'année.
- Gr. X : Teneur en carbone organique des trois échantillons de terre au cours de l'année.
- Gr. XI : Rapport C/N des trois échantillons de terre au cours de l'année.