

RECHERCHE DE L'INFLUENCE DU CLIMAT ET DE LA VÉGÉTATION SUR LA FLORE MICROBIENNE DES SOLS TROPICAUX

par M^{lle} G. BOQUEL, J. KAUFFMANN et P. TOUSSAINT

RAPPEL DE TRAVAUX ANTÉRIEURS

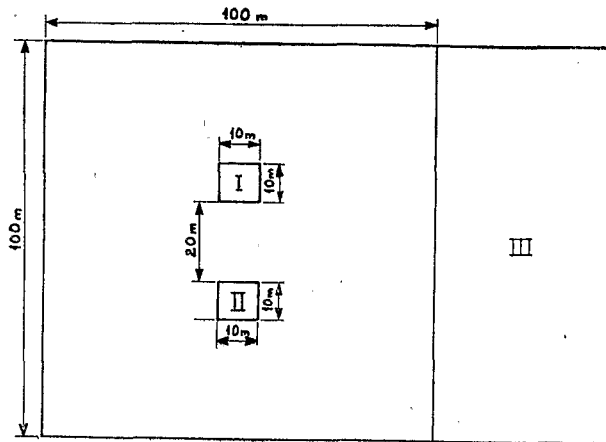
L'INFLUENCE du climat et de la végétation sur la microflore des sols a déjà été signalée par de nombreux auteurs.

CASTAGNOL (E. M.) et NGUYEN CONG VIEN (1) ont remarqué que la flore bactérienne des sols du Tonkin semble conditionnée par la température et par la nature du faciès végétatif. Il existe un parallélisme entre les variations de teneur en cellulose, en *Azotobacter* et en agents de la dénitrification.

BOUYER (S.) (2) a trouvé que la microflore totale des sols à arachide du Sénégal est, numériquement, beaucoup moins importante que celle des terres franches des régions à climat tempéré. La fixation de l'azote atmosphérique par l'*Azotobacter* (*A. chroococcum*) s'effectue dans des conditions normales. La décomposition de la cellulose par le genre *Cytophaga* s'effectue également de façon normale dans les sols dégradés.

IMPLANTATION SUR LE TERRAIN DU DISPOSITIF DE RECHERCHES

Nous avons étudié l'influence du climat et de la végétation sur la flore bactérienne d'un sol de



- I Parcelle dénudée
- II Parcelle en reconstitution
- III Parcelle forêt

Basse-Côte d'Ivoire (région d'Abidjan). Dans une région couverte par la forêt ont été délimitées dans le courant du mois de mai 1950 :

1° Une parcelle de quelques ares, — qui a été laissée intacte : parcelle forêt.

2° Une parcelle d'un hectare, sur laquelle la forêt fut enlevée sans dessouchage.

Au centre de cette parcelle, a été délimitée une parcelle d'un are, que l'on a maintenue dénudée en supprimant toute végétation, au fur et à mesure qu'elle apparaissait. Nous l'avons dénommée « parcelle dénudée ».

3° Au voisinage de cette dernière, a été délimitée une autre parcelle de même surface, sur laquelle on a laissé repousser la végétation ; nous l'avons dénommée « parcelle en reconstitution » ou « parcelle repousse ».

La bande de terrain, qui, dans l'hectare défriché, entoure ces deux parcelles, est destinée à isoler celles-ci de la végétation avoisinante, et surtout de l'ombrage de la forêt.

Les deux parcelles (dénudée et en reconstitution) ont été séparées par une bande de terrain d'une cinquantaine de mètres.

PRÉLÈVEMENT DES ÉCHANTILLONS DE TERRE

Les prélèvements des échantillons de terre ont été faits, mensuellement, de mai 1950 à octobre 1952. Les échantillons de terre ont été prélevés, le plus aseptiquement possible, à 10 cm environ de profondeur, introduits dans des flacons de verre bouchés à l'émeri, puis expédiés par avion à Paris. Ainsi leur étude microbiologique a pu être effectuée huit jours après leur prélèvement.

La nécessité d'une mise au point de la technique de recherche du pouvoir nitrificateur des terres en question n'a pas permis l'étude des échantillons reçus avant octobre 1950.

RECHERCHES EFFECTUÉES SUR LES ÉCHANTILLONS DE TERRE

1. Pouvoir fixateur de l'azote libre

a) Recherche des *Azotobacter*.

Nous avons utilisé le milieu solidifié par du gel de silice imprégné de la solution nutritive suivante, par boîte de Pétri de 10 cm de diamètre :

glucose	0,5 g
solution standard de Winogradsky.....	2 cm ³

La composition de la solution de Winogradsky est :

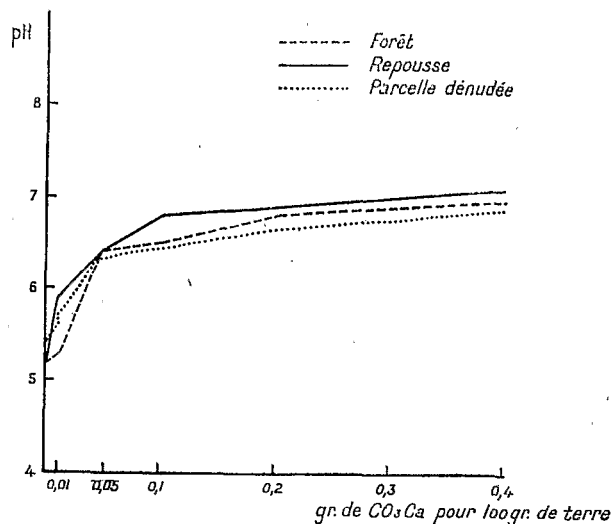
phosphate monopotassique	1	g
sulfate de magnésium.....	0,5	g
chlorure de sodium	0,5	g
sulfate ferreux	0,02	g
sulfate de manganèse	0,02	g
eau du robinet.....	200	cm ³

Nous avons utilisé des milieux à pH 7, tamponnés par du carbonate de calcium, et des milieux à pH 6, où le carbonate a été remplacé par du chlorure de calcium. Les milieux ont été ensemencés avec des grains de terre suivant la technique classique (cent grains de terre par échantillon). Après quinze jours à l'étuve, à 28°, nous n'avons dénombré aucune colonie d'*Azotobacter chroococcum*. Seules, quelques colonies d'*Azotobacter lactigenes* sont apparues, surtout sur milieu acide ; mais elle étaient trop rares pour que l'on puisse en suivre les variations au cours de l'année, nous avons, en effet trouvé en moyenne 1 % de grains de terre positifs.

Nous avons recherché alors l'influence du pH de la terre sur la croissance des *Azotobacter chroococcum* et *lactigenes*. Dans ce but nous avons fait l'expérience suivante :

La terre, enrichie de saccharose à la dose de 1%, est répartie dans des boîtes de Pétri de 10 cm de diamètre à raison de 50 g de terre par boîte. La terre a été amenée à différents pH par addition de quantités croissantes de carbonate de calcium (Graphique I) puis humidifiée et lissée en surface. Du phosphate a été ajouté, sous forme de grains de super, placés régulièrement à la surface de la terre, à raison de quatre grains d'environ 25 mg par boîte. Les grains de super permettent de mettre bien en évidence le développement des colonies, celles-ci formant une auréole noire autour d'eux. Les terres ont été ensemencées avec une suspension d'*Azotobacter chroococcum*. Les témoins étaient constitués de terres non ensemencées. Après huit jours à l'étuve à 28°, nous avons noté les résultats suivants.

Les échantillons de terre témoins, enrichis d'une quantité de carbonate de calcium infé-



GRAPHIQUE I. pH des trois échantillons de terre en fonction de la quantité de carbonate de calcium ajouté.

rière à 0,1 %, ont été recouverts de champignons et de quelques colonies d'*Azotobacter lacticogenes* mais pas d'*Azotobacter chroococcum*.

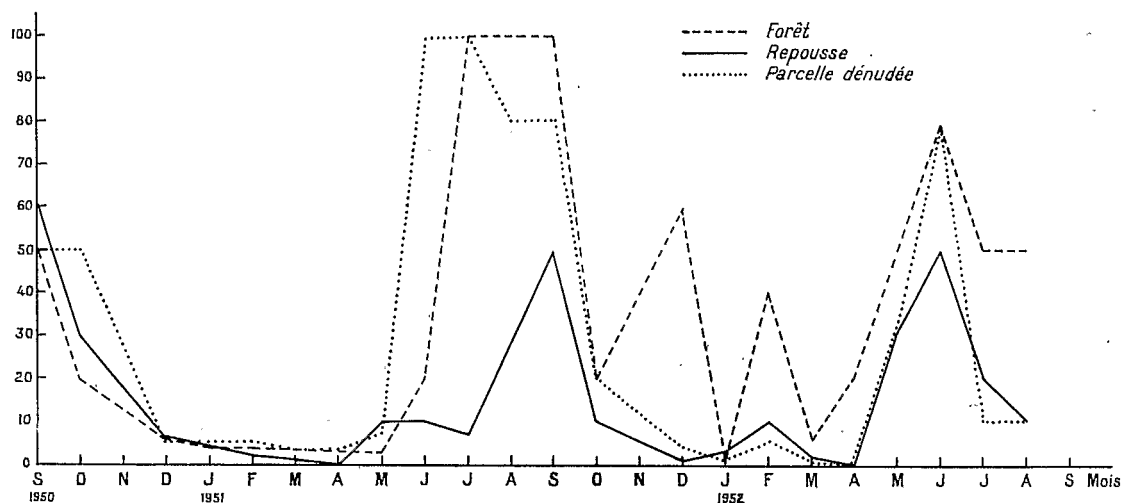
A partir d'une concentration en carbonate de calcium égale ou supérieure à 0,1 %, ce qui correspond à un pH voisin de 6,6, seules les colonies d'*A. chroococcum* sont apparues, sous forme d'anneau, autour des grains de super, sans trace de champignons ou de colonies d'*A. lacticogenes*. Les trois terres ont donné les mêmes résultats.

Il est donc mis en lumière que seul l'*A. lacticogenes* peut proliférer en milieu acide. L'*A. chroococcum* est absent dans un tel milieu.

b) Recherche des *Clostridium* fixateurs de l'azote libre.

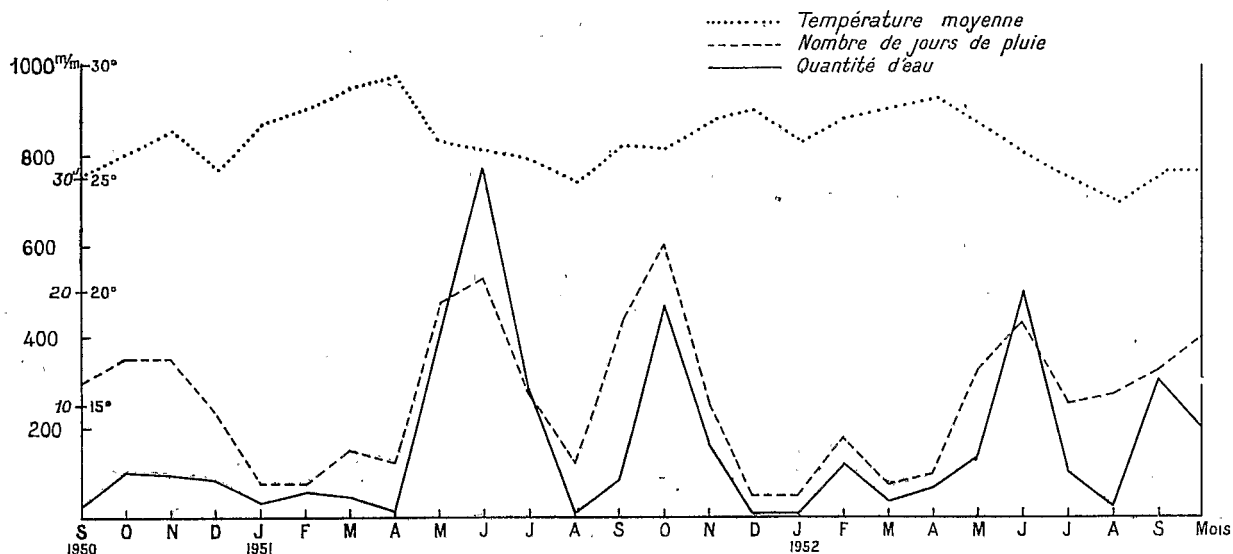
Nous avons employé un milieu identique à celui utilisé pour la recherche des *Azotobacter*. Le milieu anaérobie a été réalisé en plaçant les boîtes de Pétri dans un dessiccateur fermé (sans vide préalable) contenant un absorbeur d'oxygène (pyrogallate de soude). Après dix jours à l'étuve à 28°, nous avons noté les résultats résumés dans le graphique II. En comparant ce graphique avec celui représentant les courbes climatologiques de la région d'Abidjan (Graphique VII) on constate que la période des pluies favorise la prolifération des germes fixateurs anaérobies.

% de grains de terre positifs



GRAPHIQUE II. Activité des germes fixateurs anaérobies de l'azote atmosphérique des trois échantillons de terre, au cours de l'année.

La parcelle repousse est moins riche en *Clostridium* que les parcelles forêt et dénudée.



GRAPHIQUE VII. Courbes climatologiques de la région d'Abidjan du mois de septembre 1950 au mois de septembre 1952.

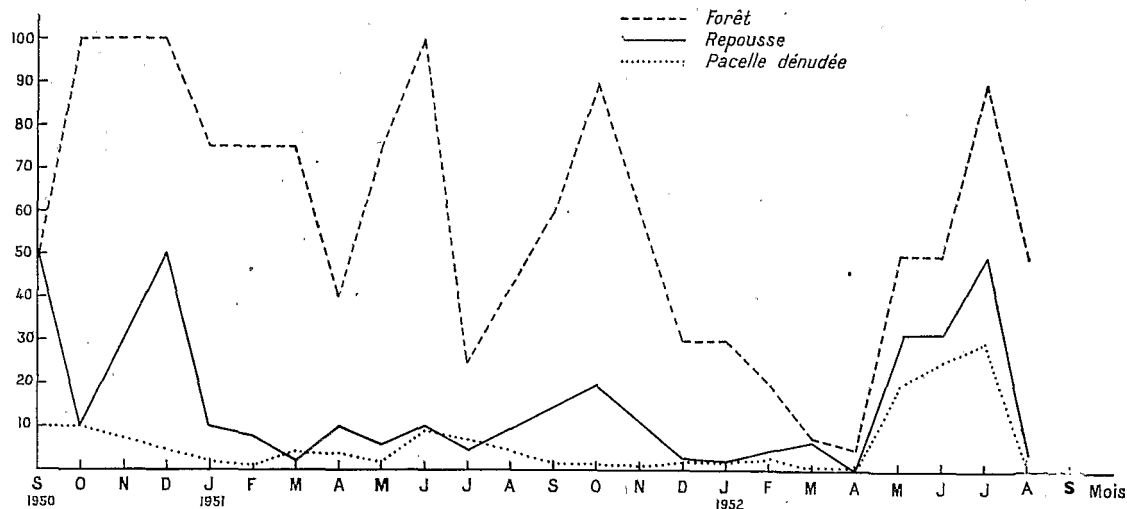
2. Cellulolyse aérobie

Nous avons utilisé le milieu solidifié par du gel de silice imprégné de la solution nutritive suivante (par boîte de Pétri de 10 cm de diamètre)

nitrate de potassium.....	0,05 g
carbonate de calcium.....	0,2 g
solution de Winogradsky	2 cm ³

La source carbonée est apportée sous forme de feuille de papier sans cendre, plaquée sur la surface du silico-gel. Les résultats sont résumés dans le graphique III. On remarque que la parcelle forêt est nettement plus riche en germes cellulolytiques que les parcelles dénudée ou en reconstitution. La richesse de la parcelle forêt en germes cellulolytiques est plus forte pendant la saison des pluies que pendant la saison sèche. Les germes cellulolytiques sont représentés par les genres *Cytophaga* et *Cellovibrio*.

% de grains de terre positifs



GRAPHIQUE III. Activité cellulolytique aérobie des trois échantillons de terre au cours de l'année.

3. Activité nitrifiante

L'ensemencement des grains de terre sur plaque au silico-gel, suivant la technique de Winogradsky, nous a donné des résultats négatifs ou difficilement interprétables. Par contre, à l'aide de la méthode chimique (4), nous avons pu constater que l'activité nitrifiante (nitreuse et nitrique), dans les trois échantillons de terre, est comparable à l'activité nitrifiante d'un sol métropolitain normal et que cette activité subit de grandes fluctuations au cours de l'année. Malheureusement, celles-ci sont dues pour une part au séjour des échantillons de terre dans les flacons, et il ne nous a pas été permis de tracer une courbe indiquant l'activité nitrifiante au cours de l'année. Nous avons remarqué, en effet, qu'une terre tropicale abandonnée pendant une quinzaine de jours dans un flacon, au laboratoire, pouvait perdre jusqu'à 50 % de son pouvoir nitrificateur. Cette expérience doit donc être faite à proximité du terrain, où ont lieu les prélèvements.

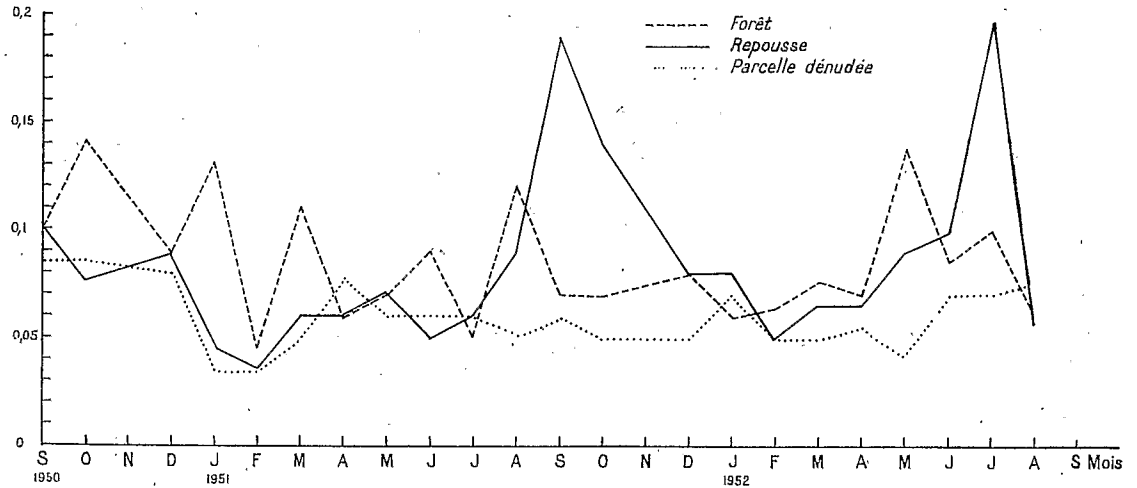
4. Dosage de l'azote total

Nous avons utilisé la méthode de Kjeldhal. Les traces de nitrate contenues dans la terre ont été réduites par du zinc en milieu sulfurique. Les résultats sont résumés dans le graphique IV. On observe une augmentation de la teneur en azote après les deux périodes des pluies. Cette augmentation est surtout nette pour la parcelle repousse, elle est nulle pour la terre nue.

5. Dosage du carbone organique

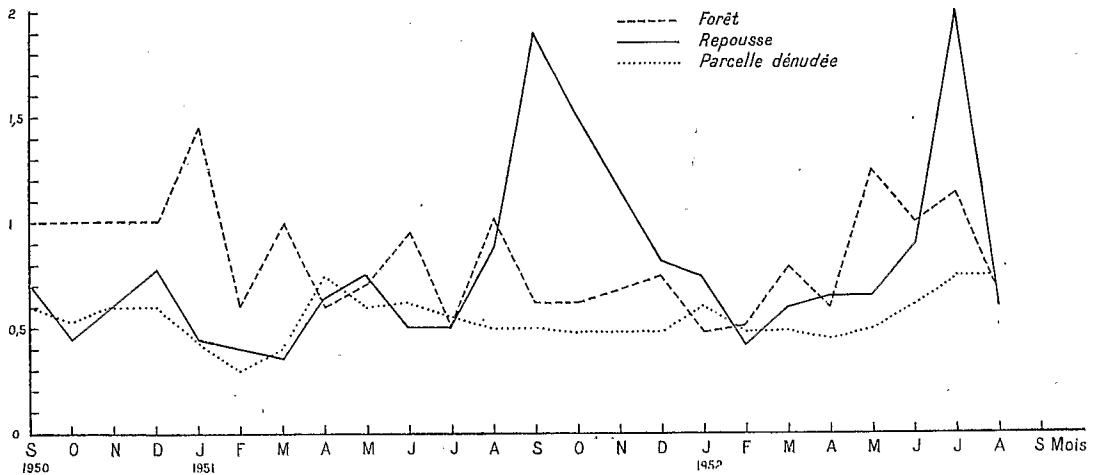
Nous avons employé la méthode de ANNE (5) en opérant à froid. Le graphique V indique les variations de teneur en carbone organique des trois échantillons de terre au cours de l'année; il est approximativement semblable au graphique IV indiquant les variations de l'azote totale.

gr. d'Azote pour
100 gr. de terre



GRAPHIQUE IV. Teneur en azote total des trois échantillons de terre au cours de l'année.

gr. de Carbone pour
100 gr. de terre

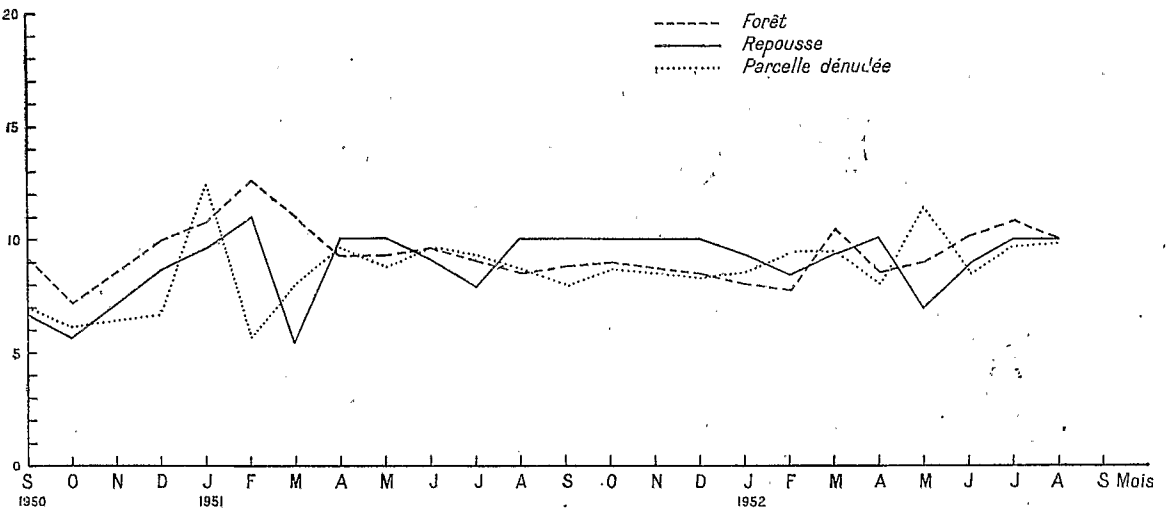


GRAPHIQUE V. Teneur en carbone organique des trois échantillons de terre au cours de l'année.

6. Rapport C/N

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

Carbone
Azote



GRAPHIQUE VI. Rapport C/N des trois échantillons de terre au cours de l'année.

CONCLUSIONS

Cette étude microbiologique nous montre l'influence du climat et de la végétation sur la flore bactérienne des sols tropicaux.

La saison des pluies favorise la prolifération des *Clostridium*, fixateurs de l'azote, des germes cellulolytiques aérobies et probablement des bactéries nitrifiantes.

L'absence de végétation provoque une régression très nette des germes cellulolytiques.

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

Office de la Recherche Scientifique Outre-Mer. Laboratoire de Microbiologie du Sol.

BIBLIOGRAPHIE

- (1) CASTAGNOL (E. M.), NGUYEN CONG VIEN. — Etude de la flore microbienne des sols du Tonkin. *Arch. Rech. Agro. Cambodge-Laos-Vietnam*, 1951, n° 11.
- (2) BOUYER (S.). — Microbiologie des sols à arachide du Sénégal, vues d'ensemble. *Bull. Agro. S. T. A. T.*, 1952, 162-6.
- (3) KAUFFMANN (J.), TOUSSAINT (P.). — Un nouveau germe fixateur de l'azote atmosphérique : *Azotobacter lactico-genes*. *Rev. gén. Bot.*, 59, 1952.
- (4) KAUFFMANN (J.), BOQUEL (M^{lle} G.). — Nouvelle méthode de détermination du pouvoir nitrificateur d'une terre. *Ann. Inst. Pasteur*, 81, 1951, 667.
- (5) ANNE (P.). — Sur le dosage du carbone organique dans les sols. *Ann. Agr.*, 2, 1945, 161-172.

**L'AGRONOMIE
TROPICALE**

Extrait du n° 5
Septembre-Octobre 1953

**RECHERCHE DE L'INFLUENCE DU CLIMAT
ET DE LA VÉGÉTATION
SUR LA FLORE MICROBIENNE
DES SOLS TROPICAUX**

par M^{lle} G. BOQUEL, J. KAUFFMANN et P. TOUSSAINT

O. R. S. T. O. M.

Collection de Référence

n° 11901