

# OBSERVATIONS SUR LA DYNAMIQUE D'UN SOL DE TYPE BRUN CALCAIRE

par

**G. BACHELIER**

C.S.T. - BONDY

## SOMMAIRE

*Certaines caractéristiques du sol demeurent constantes toute l'année, alors que d'autres présentent un cycle annuel plus ou moins régulier. Dans le sol de type brun calcaire ici étudié, l'humidité du sol (étroitement liée au rapport évaporation sur pluviométrie), la stabilité structurale et le potentiel d'activité biologique (mesuré par la respiration du sol) présentent un cycle annuel remarquablement régulier.*

*Il est montré que le potentiel d'activité biologique d'un sol séché normalement à l'air se trouve fixé pour plusieurs années à un niveau proportionnel à celui auquel il se trouvait au moment du prélèvement.*

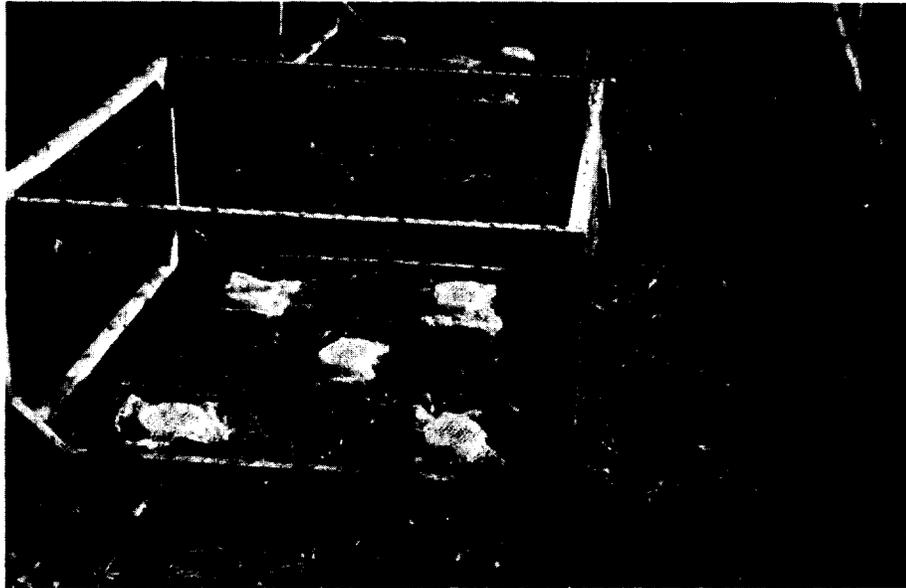
*Le gel organique du sol (incluant les plasmas et les sécrétions d'origine bactérienne), par son aspect quantitatif aussi bien que qualitatif (et notamment son état d'hydratation), apparaît être un rouage essentiel dans les cycles biologiques et la "mémoire" des sols desséchés.*

## DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL

Le sol étudié est un sol de type brun calcaire non lessivé, formé sur matériaux d'apport limono-sableux, et situé sous un petit bois de pommiers, dans la banlieue parisienne.

Son profil se présente ainsi :

- de 0 à 27 cm, horizon humifère, sableux à sablo-argileux (17,2% d'argile et 7,1% de limon), à structure grumeleuse et à pH de 7,95,
- de 27 à 72 cm, horizon limono-sableux, à structure polyédrique et à pH de 7,8,
- de 72 à 150 cm, horizon argileux, compact et durci, et à pH de 8,3.



Dispositif expérimental de la parcelle n° 2

## **Parcelle n° 1**

Chaque mois de l'année, ont été régulièrement prélevés à l'aide de cylindres en cuivre de 100 ml des échantillons de ce sol aux profondeurs 0-5 cm, 5-10 cm et 10-20 cm.

Les résultats de cette première parcelle nous ont incité à établir différemment une autre parcelle pour les deux années suivantes.

## **Parcelle n° 2**

Afin d'éviter l'hétérogénéité de l'échantillonnage et les trop nombreux prélèvements qu'elle oblige à faire, nous avons pour cette seconde parcelle prélevé une forte quantité de l'horizon 0-27 cm d'un sol voisin de celui de la parcelle n° 1 ; nous l'avons tamisée à 2 mm et l'avons ensuite soigneusement homogénéisée. Il renfermait 17,5 % d'argile et 7,5 % de limon. Son pH était de 8 et sa teneur en carbone de 1,1 %.

Avec cet échantillon moyen ainsi préparé, nous avons rempli 24 cylindres en plastique préalablement disposés dans le sol, et un bon arrosage a ensuite assuré le tassement de la terre.

Les cylindres étaient en plastique (lucoflex) et se composaient de deux demi-cylindres maintenus solidaires par une bande de scotch. Ils mesuraient 24 cm de haut et 10,5 cm de diamètre. 20 cm seulement de ces cylindres étaient enfouis en terre. Les 4 cm qui dépassaient du sol renfermaient une litière composée de 5 g de feuilles de pommier, 3 g de feuilles de platane et 2 g de paille de blé, le tout coupé en petits morceaux.

Un filet en nylon et à larges mailles recouvrait chaque cylindre et les cylindres étaient groupés par cinq sous des cages grillagées (cf. planche I).

Chaque mois un des 24 cylindres ainsi préparés a été déterré et découpé en trois horizons (0-5 cm, 5-10 cm et 10-20 cm) soumis à l'analyse.

## **TECHNIQUES**

### **Extraction des animaux**

Les nématodes ont été extraits par la technique du flacon retourné.

Les microarthropodes ont été extraits par la technique de l'entonnoir à lampe desséchante.

Les enchytraeïdes ont été extraits par la technique de l'entonnoir à l'eau superficiellement chauffée.

### **Matières humiques**

Les acides humiques et fulviques ont été extraits par le pyrophosphate de sodium M/10 et dosés par manganimétrie.

### **Composés organiques solubles à l'eau chaude**

Ces composés ont été extraits pendant cinq heures par de l'eau à 70° et les filtrats d'extraction ont été dosés par manganimétrie après refroidissement.

## **Carbone**

Dosé par la méthode de WALKLEY et BLACK, et la méthode de ANNE pour les échantillons de la première parcelle.

## **Azote**

Dosé par microkjeldahl.

## **Stabilité structurale**

Mesurée par la méthode de HENIN.

## **Gaz carbonique dégagé**

Dosage du gaz carbonique dégagé en bocal hermétique, en sept jours et à 29°, par 50 g de terre amenés à la capacité de rétention d'eau.

## **Oxygène absorbé**

Dosage de l'oxygène absorbé par 3 g de terre en sept jours et à 20° dans un flacon d'un litre d'eau préalablement aérée (BACHELIER, 1960).

Tous les résultats seront donnés graphiquement avec, pour plus de clarté, suppression des résultats de l'horizon 5-10 cm quand ces résultats tendent à se confondre avec ceux des deux autres horizons.

Les dosages de carbone par la méthode WALKLEY et BLACK et les mesures de la stabilité structurale nous ont été aimablement fournis par le laboratoire de Physique des Sols du Centre scientifique et technique de Bondy.

# **CLIMAT ET HUMIDITÉ DU SOL**

La figure 1 réunit certaines données climatiques du Service météorologique, pour la station du Bourget située à 5 km à vol d'oiseau du lieu où nous avons établi nos parcelles.

La pluviométrie mensuelle y apparaît très anarchique et varie d'année en année. Par contre la température et l'humidité relative ont un cycle régulier et déterminent chaque année en été une évaporation supérieure à la pluviométrie.

Si nous considérons maintenant la figure 2 qui nous donne l'humidité et la stabilité structurale du sol nous voyons que nous avons là deux courbes à cycle régulier et bien établi.

En saison sèche "la pluie ne mouille pas la terre", car l'évaporation reste supérieure à la pluviométrie. Compte-tenu du léger couvert boisé et de la rétention d'eau du sol étudié, une forte pluie d'été de 10 mm ne peut mouiller que les 3 à 4 cm supérieurs du sol et, étant donné que l'évaporation est alors à son maximum, le sol redevient sec très rapidement. L'humidité du sol suit donc plus la température et l'humidité relative de l'air que la pluviométrie, pour autant que celle-ci se maintienne toute l'année entre certaines limites, comme c'est notamment le cas dans le bassin parisien.

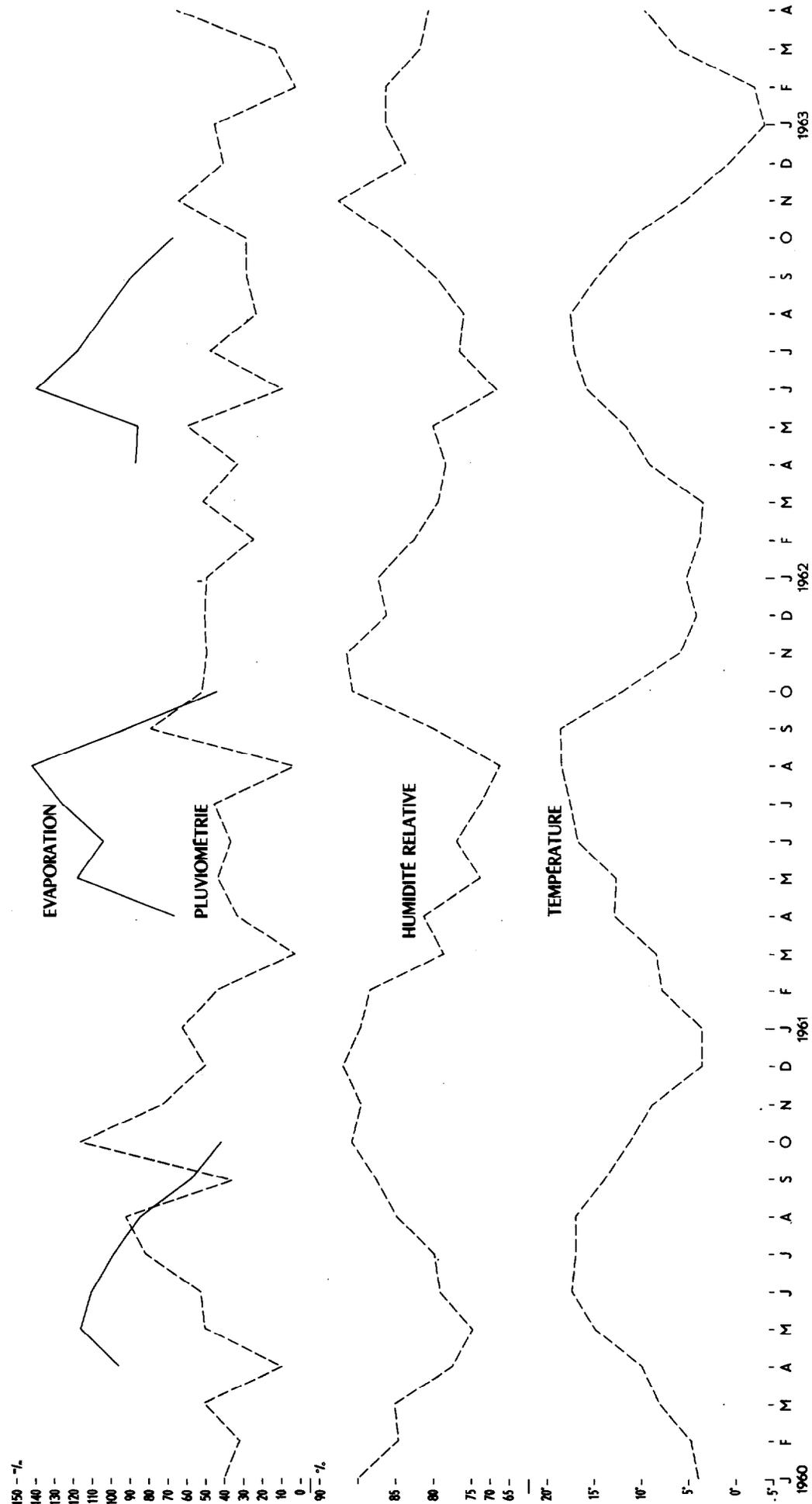


Figure 1 - Relevés climatiques du Bourget. (Service météorologique)

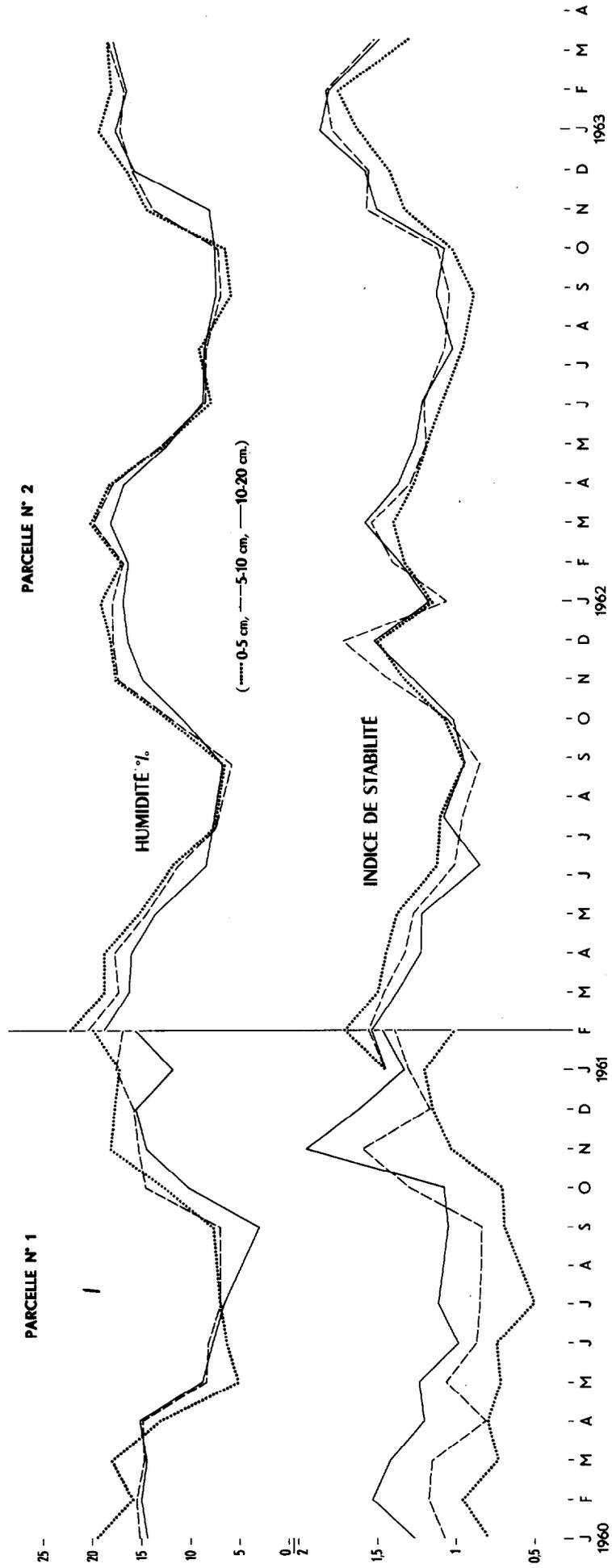


Figure 2 - Humidité et Stabilité du sol.



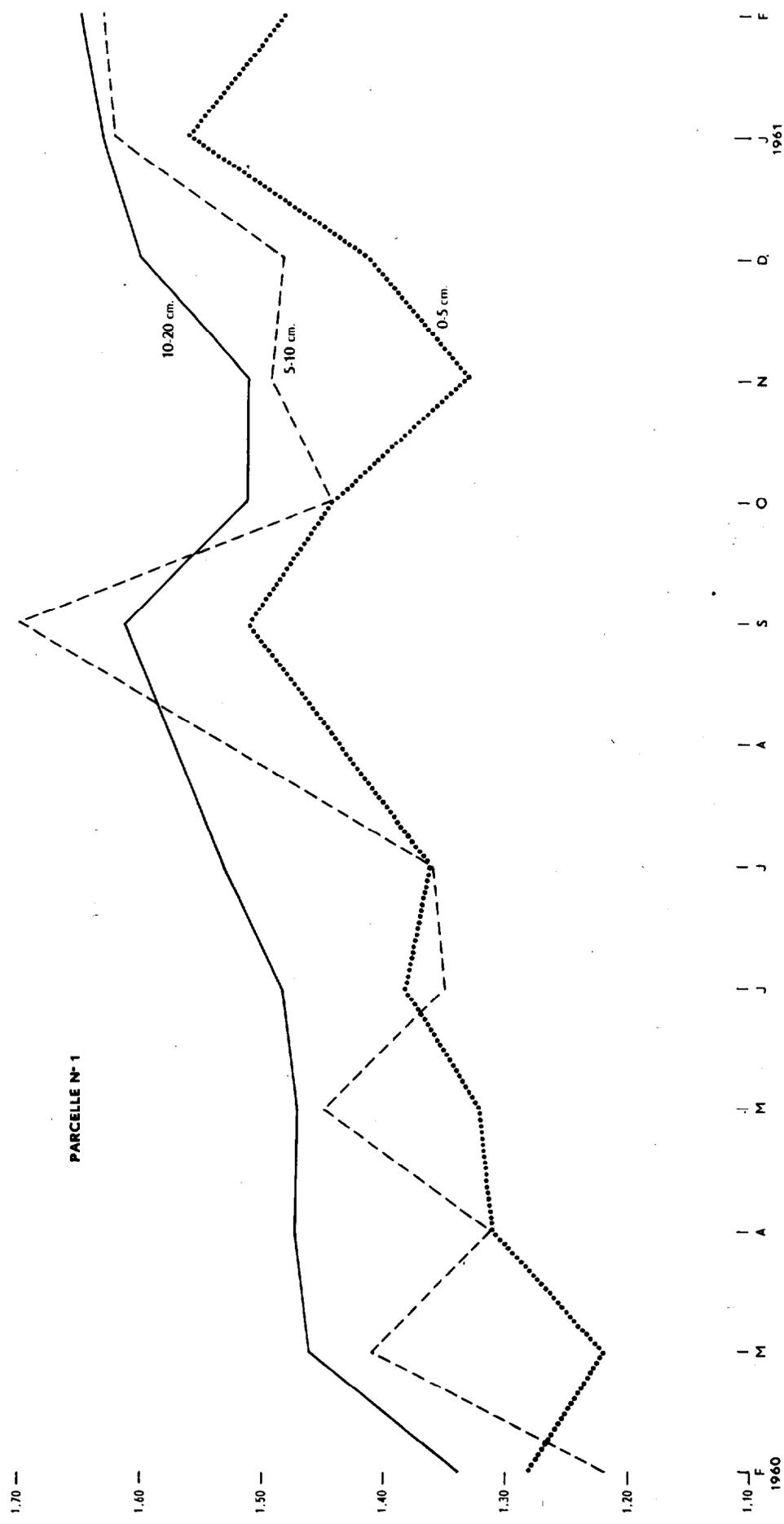


Figure 4 - Rapport carbone dosé par la méthode de ANNE sur carbone dosé par la méthode de WALKLEY et BLACK

## MATIÈRES ORGANIQUES

En surface la litière disposée dans les cylindres de la parcelle n° 2 (cf. Dispositif expérimental) n'a diminué que très lentement. Au bout d'un an, il en restait plus de la moitié, et au bout de deux ans encore environ la moitié. Les feuilles de pommier sont disparues plus rapidement que les feuilles de platane et les brindilles de paille. La même litière disposée sur le sol non bouleversé a diminué plus rapidement.

Parallèlement à la diminution de la litière, on a pu observer une augmentation des teneurs en acides humiques dans les débris végétaux restant, et ce surtout dans les pailles où les acides humiques étaient 6 fois plus importants au bout de deux ans.

Dans le profil, alors que la stabilité structurale présente un cycle annuel régulier, le carbone, l'azote et les acides humiques n'offrent que de très faibles variations au cours de l'année (cf. figure 3). Seuls les acides fulviques dans la parcelle n° 1 (sol en place) paraissent manifester un minimum en été, minimum lié sans doute à la plus faible humidité du sol et à une plus forte condensation de ces acides. Cette diminution des acides fulviques influence peut-être faiblement la stabilité structurale, encore que dans la parcelle n° 2 cette stabilité n'apparaît pas en corrélation avec les acides fulviques qui, pratiquement, ne varient pas au cours de l'année.

Si l'on compare le carbone dosé à chaud par la méthode de ANNE et le carbone dosé à froid par la méthode WALKLEY et BLACK et que l'on porte sur un graphique les variations de ce rapport (cf. figure 4) on remarque un étagement des courbes correspondant aux trois horizons 0-5, 5-10 et 10-20 cm. Cette non superposition des courbes nous indique que les matières organiques du sol se trouvent sous des formes de moins en moins facilement oxydables en profondeur, puisque l'oxydation à froid (méthode WALKLEY et BLACK) s'y avère moins efficace que l'oxydation à chaud (méthode de ANNE).

La montée des courbes est simplement due dans cette figure 4 à un déplacement des prélèvements mensuels vers une zone de sols plus riches en matières charbonneuses, seulement oxydables à chaud.

## FAUNE

Il est difficile de pouvoir tirer beaucoup de conclusions sur la faune d'une étude dont les prélèvements sont trop peu nombreux et trop peu importants pour être statistiquement valables.

Cependant, les courbes de la parcelle n° 1 (cf. figure 5) nous confirment que la faune diminue en été par suite de la sécheresse et peut se trouver ralentie par le froid en hiver. En été notamment, les nématodes, animaux hydrophiles, rentrent en vie ralentie, se déshydratent ou s'enkystent ; ainsi en juin 1960, nous n'avons trouvé que 1 000 à 1 500 nématodes dans 100 cm<sup>3</sup>, et parmi ces nématodes, seulement 41 % étaient actifs en surface, 50 % dans l'horizon 5-10 cm et 35 % dans l'horizon 10-20 cm.

Les microarthropodes sont de même moins nombreux en été et les Collemboles paraissent moins bien résister à la sécheresse que les Acariens ; le rapport Collemboles sur Acariens y est inférieur à 0,5, alors que le reste de l'année il demeure à une valeur supérieure. Les courbes de la parcelle n° 2 (cf. figure 5) nous montrent d'ailleurs l'importance prise par les jeunes Acariens du mois de juillet au mois de novembre.

Nous pouvons aussi observer que la terre bouleversée (broyage et tamisage à 2 mm) ne retrouve sa population normale de nématodes qu'au bout d'une à deux années, et sa population normale de microarthropodes qu'après plus de deux années. Seule la litière s'est recolonisée rapidement.



Les Enchytraeides et les vers de terre dans la parcelle n° 1 ont présenté une certaine constance toute l'année, avec cependant une raréfaction en période sèche : juillet, août et septembre. Les cocons d'Enchytraeides ont été nombreux en mars 1960 et les plus grosses Enchytraeides abondantes en décembre 1960, janvier 1961 et février 1961. Dans la parcelle n° 2, les Enchytraeides ont été beaucoup plus abondantes la première année que la seconde ; cette évolution des Enchytraeides dans un sol bouleversé apparaît donc contraire à celle que nous avons pu observer avec les Nématodes et les microarthropodes.

## POTENTIEL D'ACTIVITÉ BIOLOGIQUE

En mesurant l'oxygène absorbé ou le gaz carbonique dégagé par les divers échantillons de la parcelle n° 2 (cf. figures 6 et 7) nous avons eu la surprise de retrouver les variations saisonnières du lieu, c'est-à-dire en l'occurrence les maxima d'activité biologique de printemps et d'automne et les minima d'hiver et d'été. Comme nous avons fait ces mesures en fin d'expérience et donc au même moment sur l'ensemble des échantillons, il nous faut donc admettre que le potentiel d'activité biologique existant dans nos échantillons au moment de leur prélèvement s'est trouvé fixé avec le dessèchement à l'air de ces échantillons, et qu'il a pu se conserver à un niveau proportionnel pendant au moins deux ans dans la terre sèche, simplement mise en boîte de carton.

Or, nous l'avons constaté, ce potentiel d'activité biologique ne peut être directement rattaché ni au carbone total, ni à l'azote total, ni aux acides humiques, ni aux acides fulviques, ni même aux variations de la faune.

Nous pensons (de par nos expériences et de par la littérature) que ce potentiel d'activité biologique est lié au gel organique des sols et notamment au plasma bactérien, aux mucilages et aux hydrates de carbone (polysaccharides). Ce gel organique plus développé dans les périodes tièdes et humides est assez facilement visible dans les sections polies et les lames minces. Comme tous les colloïdes organiques, il peut se dessécher en un film invisible en saison sèche pour ne se réhydrater que très lentement quand les conditions humides réapparaissent. Nous pensons que c'est ce gel organique qui permet la fixation du potentiel d'activité biologique des sols à un niveau proportionnel à celui que ce potentiel a au moment du prélèvement.

Pour vérifier ceci, nous avons placé 20 g de chacun de nos échantillons dans de l'eau distillée à 60-70° pendant cinq heures et nous avons ensuite dosé par manganimétrie les substances réductrices qui se sont solubilisées dans l'eau chaude. La courbe obtenue (cf. figure 8) a la même allure que les courbes 6 et 7 et s'avère indépendante de la coloration plus ou moins jaune paille prise par les extraits, donc indépendante des matières humiques qui ont pu légèrement se solubiliser.

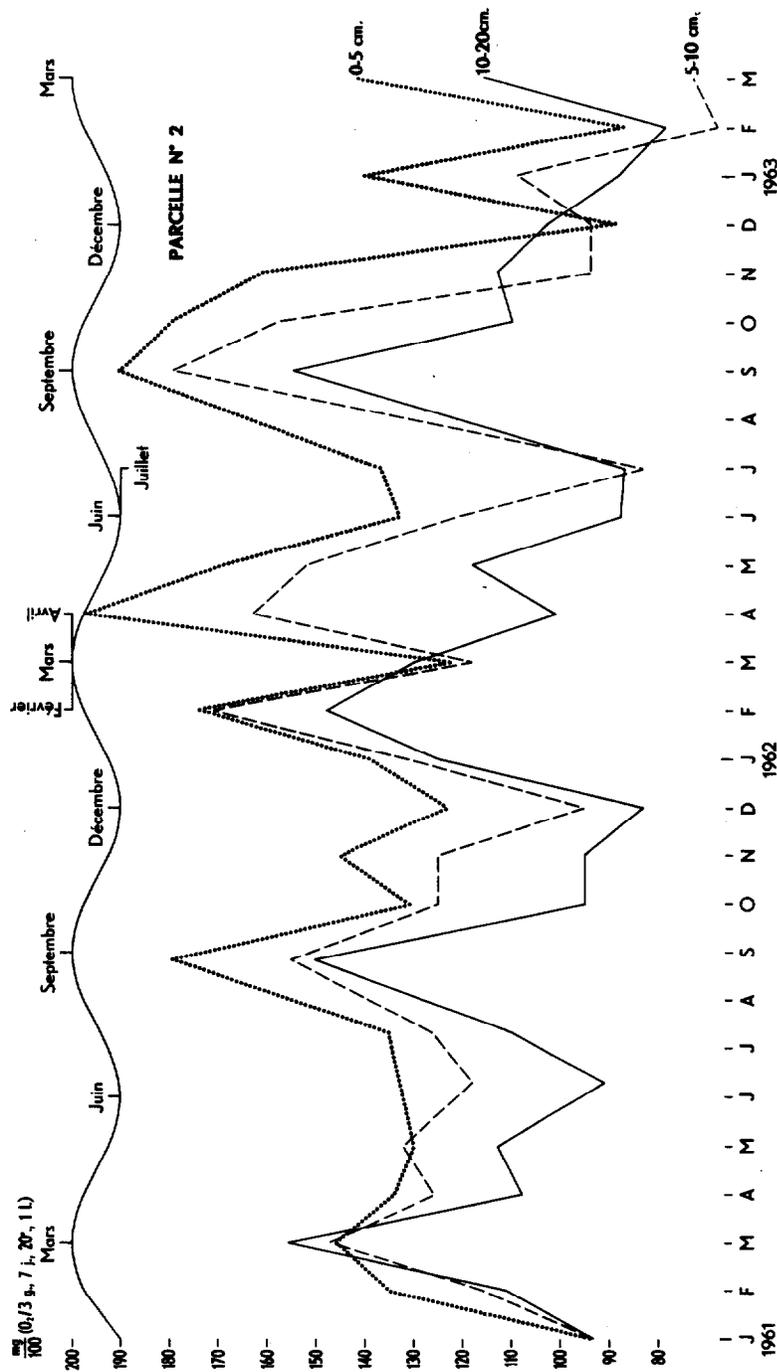


Figure 6 - Potentiel d'activité biologique du sol (absorption d'oxygène en flacon d'eau.)



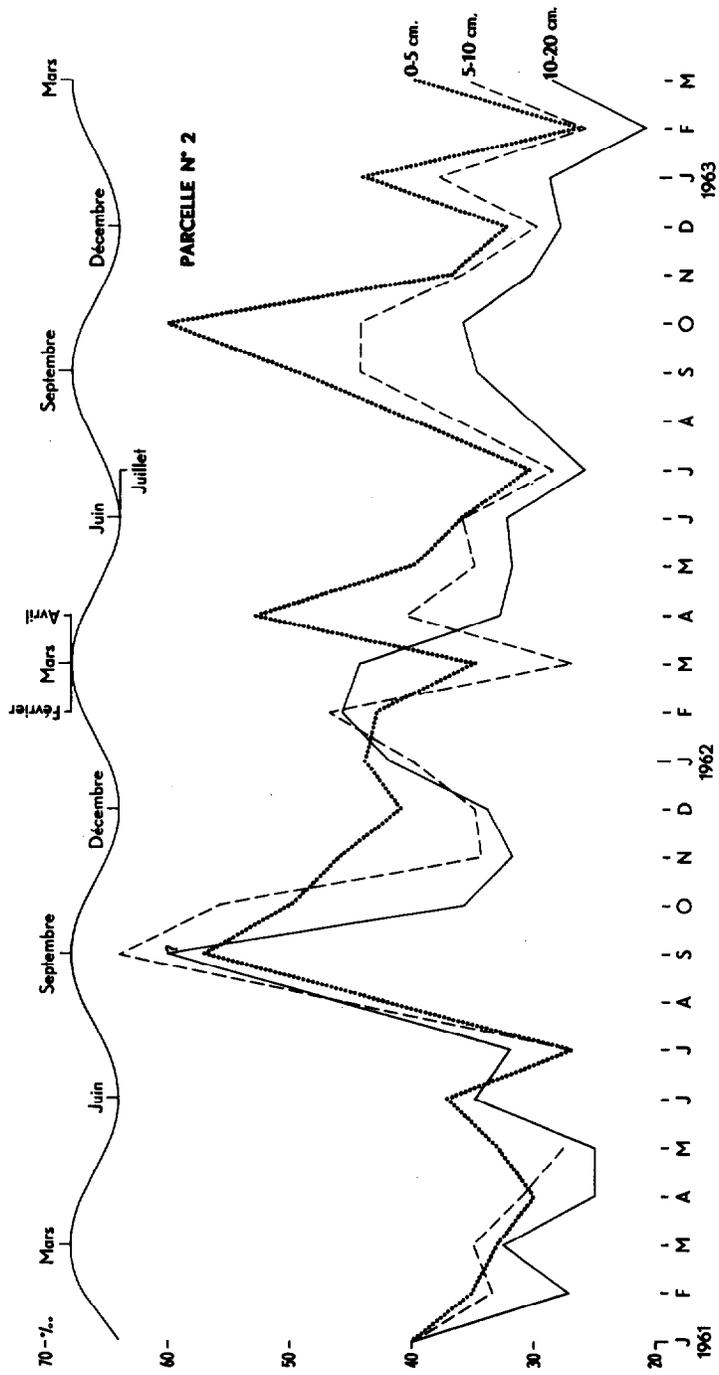


Figure 8 - Composés organiques solubles à l'eau chaude

## CONCLUSIONS

Il nous apparaît que dans les sols existent des caractéristiques constantes et des caractéristiques variables, et, parmi ces dernières, certaines qui présentent des cycles bien réguliers et d'autres des cycles moins nets.

Dans le sol de type brun calcaire dont nous avons ici étudié la dynamique, se sont avérés n'avoir que de très faibles variations : le carbone total, l'azote total et les matières humiques. Se sont avérés avoir des variations cycliques instables les divers éléments de la faune. Se sont avérés avoir des variations cycliques bien régulières : l'humidité du sol, la stabilité structurale, le potentiel d'activité biologique (mesuré à la fois par l'absorption d'oxygène et le dégagement de gaz carbonique), et les substances réductrices solubles à l'eau chaude.

Le schéma de la figure 9 résume les relations qui nous paraissent déterminer les variations cycliques régulières, mises en évidence dans le sol étudié.

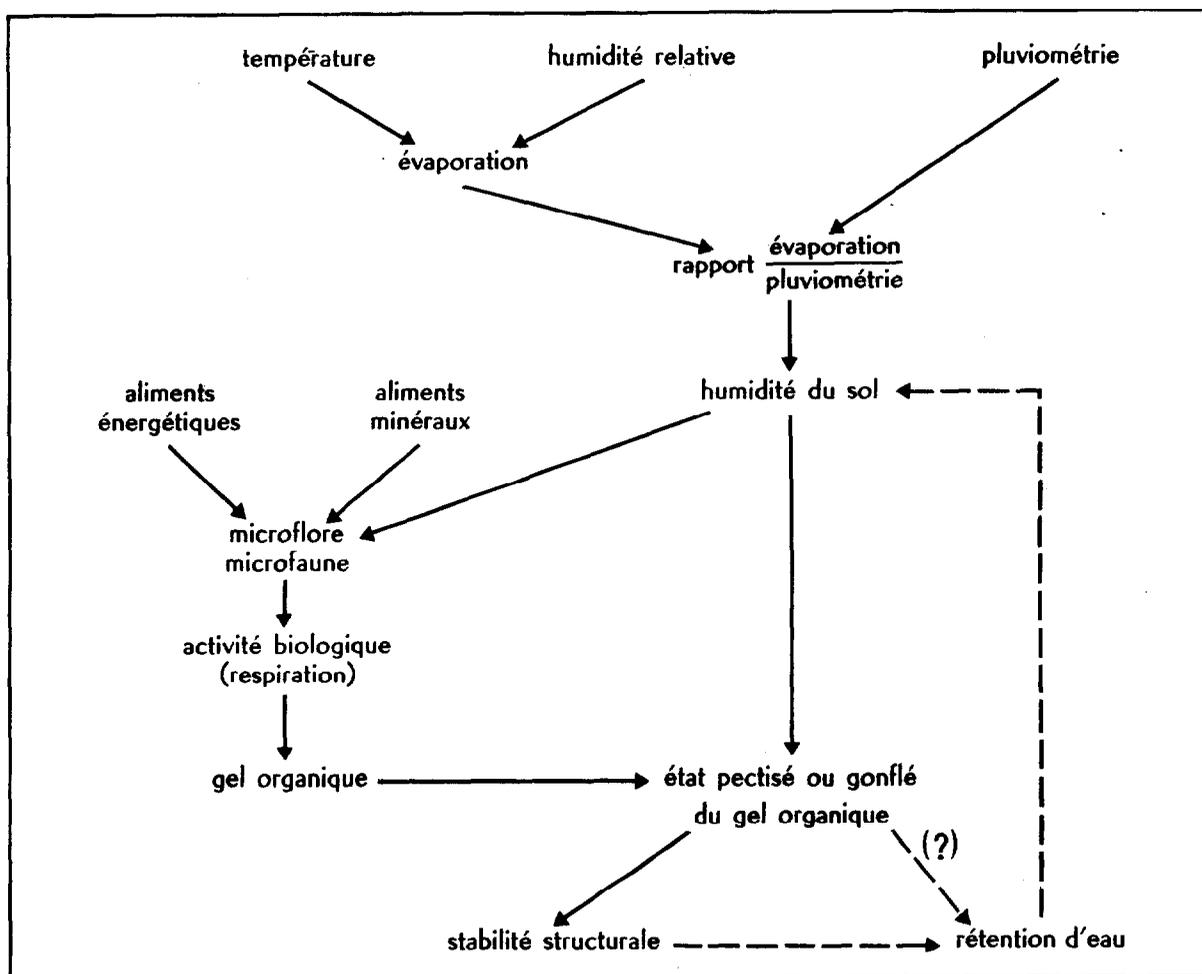


Figure 9 - Déterminisme des variations cycliques régulières de certaines caractéristiques dans un sol de type brun calcaire.

## BIBLIOGRAPHIE

- AMBROZ (Z.) - Formation des agrégats en relation avec l'activité biologique et les différentes formes d'humus dans un sol de prairie (en tchèque). *Sborn. csf. Akad. zemed. Ved (Rad. Rostlinna Vyroba)*. 1956, 29, p. 513-524. Sommaire dans *Soils and Fertilizers*, déc. 1956, 19, 6, fiche 2311.
- AMBROZ (Z.) - Orientation de l'activité biologique dans la structure du sol (en tchèque). *Sborn. vys. Skol. Zemed. Lesn. Brně*, 1960, 1-A, p. 1-9. Sommaire dans *Soils and Fertilizers*, fév. 1961, 24, 1, fiche 54.
- BACHELIER (G.) - Détermination biologique du pouvoir nutritif d'un sol par développement conditionné des microorganismes et dosage de l'oxygène qu'ils absorbent. *Agron. trop.*, 1960, 5, p. 525-542.
- CHESTERS (G.), ATTOE (O.J.) et ALLEN (O.N.) - Soil aggregation in relation to various soil constituents. *Proc. Soil Sci. Soc. Amer.*, 1957, 21, 3, p. 272-277.
- COMBEAU (A.) et QUANTIN (P.) - Observations sur les variations dans le temps de la stabilité structurale des sols en région tropicale. *Cahiers ORSTOM, Pédologie*, 1963, 3, p. 17-30.
- HENIN (S.) - L'influence des facteurs climatiques sur la stabilité structurale des sols de limon - *Ann. Agro.*, mars-avr. 1939, p. 301-311.
- HENIN (S.) et TURC (L.) - Nouvelles observations sur la variation annuelle de la stabilité structurale du sol. *C.R. Acad. Agric.*, 1949, 35, 14, p. 597-599.
- WITKAMP (M.) et Van Der DRIFT (J.) - Breakdown of forest litter in relation to environmental factors. *Plant and Soil* 1961, 15, 4, p. 295-311.