

PUBLICATIONS DE L'INSTITUT NATIONAL  
POUR L'ÉTUDE AGRONOMIQUE DU CONGO BELGE

(I. N. É. A. C.)

# L'ÉTUDE DU SOL ET SA NÉCESSITÉ AU CONGO BELGE

PAR

**J. LIVENS**

*Ingénieur-Chimiste agricole A. I. Lv.  
Chef de la Division d'Agrologie de l'I. N. É. A. C.*

---

SÉRIE TECHNIQUE N° 27  
1943

---

---

PRIX : 16 Fr.

---

# INSTITUT NATIONAL POUR L'ÉTUDE AGRONOMIQUE DU CONGO BELGE

I. N. É. A. C.

(A. R. du 22-12-33 et du 21-12-39).

L'INÉAC, créé pour promouvoir le développement scientifique de l'agriculture au Congo belge, exerce les attributions suivantes :

1. Administration de Stations de recherches dont la gestion lui est confiée par le Ministère des Colonies.
2. Organisation de missions d'études agronomiques et formation d'experts et de spécialistes.
3. Études, recherches, expérimentation, et, en général, tous travaux quelconques se rapportant à son objet.

## Administration :

### A. COMMISSION :

#### Président :

Le L<sup>r</sup> G<sup>r</sup> TILKENS, A., Chef de la Maison Militaire du Roi. Gouverneur Général Honoraire du Congo Belge.

#### Vice-Président :

M. CLAESSENS, J., Directeur Général Honoraire du Service de l'Agriculture au Ministère des Colonies.

#### Membres :

- MM. ANTOINE, V., Professeur à l'Institut Agronomique de l'Université de Louvain ;  
ASSELBERGHS, E., Membre de l'Académie Royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique ;  
BAEYENS, J., Professeur à l'Université de Louvain ;  
BOUILLENNE, R., Professeur à l'Université de Liège ;  
BURGEON, L., Membre du Comité de Direction de l'Institut des Parcs Nationaux du Congo Belge ;  
CASTILLE, A., Professeur à l'Université de Louvain ;  
DELEVOY, G., Membre de l'Institut Royal Colonial Belge ;  
DE WILDEMAN, É., Professeur à l'Université Coloniale ;  
FALLON (Baron F.), Directeur Honoraire au Ministère des Colonies ;  
GÉRARD, P., Professeur à l'Université de Bruxelles ;  
GEURDEN, L., Professeur à l'École de Médecine Vétérinaire de l'État, à Gand ;  
GOVAERT, R., Chargé de Cours à l'Institut Agronomique de l'État, à Gand ;  
HAUMAN, L., Professeur à l'Université de Bruxelles ;  
† JAUMOTTE, J., Directeur de l'Institut Royal Météorologique d'Uccle ;  
LATHOUWERS, V., Professeur à l'Institut Agronomique de l'État, à Gembloux ;  
LEYNEN, V., Directeur au Comité Spécial du Katanga ;  
LOUIS, J., Ancien Chef de la Section des Recherches Scientifiques à l'Institut National pour l'Étude Agronomique du Congo Belge, Assistant à l'Institut Agronomique de l'État, à Gembloux ;  
LOUWERS, O., Membre du Conseil Colonial ;  
MARCHAL, É., Professeur à l'Institut Agronomique de l'État, à Gembloux ;  
MULLIE, G., Vice-Président du Sénat, Membre du Conseil d'Administration du Fonds National de la Recherche Scientifique ;  
OPSOMER, J., Professeur à l'Institut Agronomique de Louvain ;  
ROBYNS, W., Membre de l'Académie Royale Flamande des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique ;  
RODHAIN, J., Directeur de l'Institut de Médecine Tropicale « Prince Léopold », à Anvers ;  
VAN DEN ABEELE, M., Directeur Général de l'Agriculture, Élevage et Colonisation au Ministère des Colonies ;  
VAN GOIDSENHOVEN, C., Recteur de l'École de Médecine Vétérinaire de l'État, à Cureghem ;  
VAN OYE, P., Professeur à l'Université de Gand ;  
VAN STRAELEN, V., Directeur du Musée Royal d'Histoire Naturelle de Belgique.



PUBLICATIONS DE L'INSTITUT NATIONAL  
POUR L'ÉTUDE AGRONOMIQUE DU CONGO BELGE  
(I. N. É. A. C.)

---

---

# L'ÉTUDE DU SOL ET SA NÉCESSITÉ AU CONGO BELGE

PAR

**J. LIVENS**

*Ingenieur-Chimiste agricole A. I. Lv.  
Chef de la Division d'Agrologie de l'I. N. É. A. C.*

---

SÉRIE TECHNIQUE N° 27  
1943

---

---

PRIX : 16 Fr.

---

## TABLE DES MATIÈRES

---

INTRODUCTION. ....	3
CHAP. I. — <i>L'étude des propriétés du sol.</i>	5
A. — L'étude du profil en place .....	5
1. Considérations morphologiques .....	5
2. Considérations physiques .....	9
3. Considérations chimiques .....	13
4. Considérations botaniques .....	17
5. Observations géologiques .....	20
B. — L'analyse physique et chimique du sol au laboratoire.....	27
CHAP. II. — <i>Les exigences des plantes cultivées vis-à-vis des propriétés du sol.</i>	29
A. — Considérations physiques .....	29
B. — Considérations chimiques .....	34
CHAP. III. — <i>L'analyse physique et chimique du sol sur le terrain.</i>	37
A. — Composition mécanique .....	38
B. — Facteur de structure .....	40
C. — Humidité du sol .....	41
D. — Porosité et économie de l'eau et de l'air .....	42
E. — Ascension d'eau capillaire .....	45
F. — Bases échangeables .....	46
G. — Réaction du sol .....	47
CONCLUSIONS.....	48
SAMENVATTING.....	49
BIBLIOGRAPHIE .....	50

---

# L'ÉTUDE DU SOL ET SA NÉCESSITÉ AU CONGO BELGE

---

## INTRODUCTION.

Nombre de planteurs et de colons au Congo Belge ne sont pas suffisamment convaincus de la nécessité, voire même de l'utilité, d'une connaissance exacte des caractéristiques pédologiques propres aux terrains qu'ils désirent mettre en culture. Pourtant cette nécessité existe et elle est d'autant plus impérieuse qu'il s'agit de cultures permanentes comme l'*Hevea*, le palmier à huile, le caféier, le cacaoyer, etc.

Sous l'équateur, les terres vraiment riches au point de vue chimique ne se retrouvent que là où elles dérivent de certaines formations géologiques peu répandues (roches volcaniques) ou des alluvions limoneuses récentes. En dehors de ces quelques lentilles de sols, exceptionnellement fertiles, les terrains vierges, appelés à porter un jour des cultures tropicales rémunératrices, sont, en majorité, des terres plus ou moins latérisées et par conséquent chimiquement pauvres. Leur réserve en éléments nutritifs varie néanmoins d'un endroit à l'autre, suivant le climat local, le régime de l'eau, l'origine géologique et l'influence de la végétation spontanée.

Des types de sols, à propriétés pédologiques parfois très variées, sont souvent masqués par une végétation forestière ou herbeuse qui ne décèle apparemment point ces différences. Ce serait donc une grave erreur que de se laisser guider dans le choix d'un terrain, par le seul critère de l'aspect de la flore naturelle. L'observation superficielle de la végétation n'a que trop souvent conduit à des échecs en agronomie coloniale (ERHART, H., 1937, p. 65). Or, au Congo Belge, nous ne connaissons encore que peu de choses des relations probables entre les associations ou même certaines espèces végétales et les propriétés des sols.

Par contre, l'étude du sol en place, au besoin complétée par une analyse au laboratoire, donnera toujours une idée assez exacte de sa valeur agricole. L'importance capitale de l'examen du sol sur place, pour la réussite d'une plantation sous l'équateur, ne peut plus être niée. Au moins soixante-quinze pour cent des échecs en agriculture tropicale sont dus uniquement, ou du moins principalement, au fait

que les planteurs ignoraient complètement les caractères essentiels des sols qu'ils se proposaient d'exploiter (VAGELER, P., 1938, p. 200). D'autres connaisseurs qualifiés de la pédologie tropicale (ERHART, H., 1937 ; BAEYENS, J., 1938) insistent également sur la nécessité d'une prospection méthodique des terrains avant leur exploitation.

Les planteurs désireux de se mettre au courant de tout ce qui peut augmenter les chances de réussite de leur entreprise ou le rendement de leurs cultures, trouveront dans les lignes suivantes, quelques données essentielles sur les méthodes d'étude du sol en place et sur la manière d'interpréter les renseignements qu'elle fournit.

Il n'est pas superflu de rappeler d'abord, que les recherches sur le sol proprement dit, doivent être précédées d'une enquête attentive, portant sur les facteurs économiques et climatiques capables d'influencer, en bien ou en mal, la rentabilité de l'exploitation. Parmi ces facteurs, citons les plus importants : l'abondance ou la pénurie de main-d'œuvre, la présence ou l'absence de voies d'accès faciles et peu coûteuses (routes automobiles ; cours d'eau navigables), un régime de pluies régulier ou irrégulier, suffisant ou déficitaire. Plus la situation économique et climatique d'une région devient défavorable, plus le choix du terrain doit être exigeant.

Une fois dûment fixés quant à ces conditions économiques, les planteurs pourront entamer la prospection systématique des terrains destinés à la culture. La technique à suivre a été décrite en détails dans diverses publications (CLARKE, G. R., 1936 ; BAEYENS, J., 1938 ; LIVENS, J. et FOCAN, F., 1941). L'on ne saurait assez insister sur l'importance capitale du choix judicieux des endroits de profilage, afin de réduire au strict minimum le nombre de fosses à examiner. L'emplacement des fosses à creuser dépend de plusieurs facteurs : l'aspect et la composition de la flore spontanée, le relief du terrain, la nature de la roche-mère (affleurements), les propriétés du sol superficiel (couleur, texture, structure). Il est évident que cette opération exige une certaine habileté, que seule l'expérience peut donner.

Nous passerons successivement en revue :

- 1) l'étude des propriétés du sol,
  - 2) les exigences des diverses cultures tropicales vis-à-vis de ces propriétés, et
  - 3) l'analyse physique et chimique du sol sur le terrain.
-

## CHAPITRE I

### L'ÉTUDE DES PROPRIÉTÉS DU SOL

Le diagnostic de la valeur agricole d'un sol se fait en deux stades : d'abord sur place et puis au laboratoire.

En règle générale, l'étude du sol en place est de première importance pour l'évaluation correcte de ses possibilités culturales. Pour le planteur, elle est en outre du plus haut intérêt, parce qu'elle lui fournit toujours des renseignements précieux, sans qu'il ait besoin d'un matériel scientifique, délicat et coûteux. Toutefois, elle suppose de la part du prospecteur une notion exacte des exigences des cultures tropicales, vis-à-vis des propriétés physiques et chimiques du sol.

#### A. — L'ÉTUDE DU PROFIL EN PLACE.

Vu en coupe verticale de la surface à la roche-mère, le sol nous montre presque toujours une succession de couches horizontales, distinctes les unes des autres par la couleur, la texture, la structure ou tout autre caractère décelable à l'œil nu ou au toucher. Ces couches s'appellent horizons et l'ensemble des horizons constitue le profil du sol.

Au Congo Belge, la distinction habituelle des horizons d'un profil en catégories A, B et C avec leurs subdivisions, ne s'applique qu'aux sols qui reposent à faible profondeur sur la roche-mère. En général, la maturation du profil y est tellement avancée, qu'il n'est pas possible d'atteindre l'horizon C, ni même B, s'il existe (BAEYENS, J., 1938, p. 29).

Dans l'étude du profil en place, plusieurs points sont à considérer, notamment : sa morphologie, ses caractères physiques et chimiques, son origine géologique et la végétation naturelle qui recouvre le sol.

#### I. CONSIDÉRATIONS MORPHOLOGIQUES.

L'épaisseur de la terre arable et l'allure générale du profil sont des caractéristiques pédologiques qui doivent retenir notre attention en premier lieu. « Le premier souci du prospecteur, c'est de rechercher le profil typique pour la région étudiée et de déterminer l'épaisseur de l'horizon humifère, ainsi que celle de la couche de terre arable sous-



jacente et homogène, jusqu'au premier changement net dans les caractères du profil ». (VAGELER, P., 1938, p. 207).

Il est évident que les différentes cultures tropicales n'ont pas les mêmes exigences au point de vue de la *profondeur du profil*. Ainsi le palmier à huile, les graminées, le sisal, le tabac, le bananier et autres plantes à enracinement superficiel se contentent d'une couche de terre arable de 80 à 100 cm. Le caféier, le cacaoyer et le théier, par contre, exigent un sol profond d'au moins 150 cm. Pour l'*Hevea*, le quinquina et autres arbres à enracinement pivotant, il faut choisir un sol très profond, surtout là où la nappe phréatique est très basse.

L'épaisseur de la terre arable peut être limitée en profondeur par la roche-mère, par le niveau hydrostatique ou par des zones d'étranglement physique ou chimique.

Des profils où la terre arable repose à faible profondeur sur la *roche-mère* se rencontrent presque exclusivement dans les régions hautes et accidentées, situées en bordure de la cuvette centrale (Mayumbe, Ituri, Kivu, etc.). En présence de pareils profils, le prospecteur aura soin de vérifier, sur toute l'étendue du terrain, la position de la roche, afin de connaître le volume de terre exploitable par les racines. En outre, il ne perdra pas de vue qu'en terrain incliné, l'eau de percolation sera drainée à la surface de la roche, vers les vallées ou les dépressions. Ce fait aura son importance, surtout dans les régions plus ou moins arides ou soumises à des saisons sèches prononcées. Dans les dépressions, par contre, la formation de nappes phréatiques passagères est à craindre, quand le sous-sol est plus ou moins imperméable.

Dans certaines parties basses de la cuvette centrale et dans nombre d'alluvions, la position de la *nappe phréatique* aura une influence déterminante sur la vitalité des plantations envisagées. Là où c'est possible, le prospecteur aura soin de relever les fluctuations du niveau hydrostatique en saison sèche et en saison des pluies.

Comme règle générale, il faut exiger que le niveau hydrostatique reste, durant toute l'année, plus bas que la zone où les racines latérales des cultures se développent normalement. Plus l'enracinement des plantes sera profond et pivotant, plus bas devra se trouver la nappe phréatique. Ainsi le palmier à huile profitera largement d'un plan d'eau situé à 100 ou 150 cm. de profondeur ; l'*Hevea*, au contraire, en souffrira certainement. Certaines plantes hygrophiles, comme le riz de marais, exigent des sols périodiquement inondés, alors que le théier et le caféier craignent l'eau stagnante.

Au cours de cet exposé, nous aurons l'occasion de traiter plus spécialement de l'importance primordiale de l'économie de l'eau dans

nos sols congolais. Rappelons toutefois ici, qu'une chute de pluies de 2.000 mm. par an n'est que rarement atteinte au Congo Belge (GOEDERT, P., 1938). Or, il est certain que, dans ces conditions, l'eau constitue, dans beaucoup de terres, un facteur limitant pour les principales cultures des pays chauds. Même aux Indes néerlandaises, avec leurs chutes de pluies énormes, l'eau se trouve encore en minimum dans plus de soixante pour cent des exploitations (VAGELER, P., 1938, p. 205). Les résultats excellents obtenus dans de nombreuses plantations et pour diverses cultures, par l'irrigation souterraine et naturelle, en fournissent la meilleure preuve. La présence dans le sol d'un niveau hydrostatique à une profondeur telle qu'il permet le développement racinaire normal de la culture envisagée, tout en fonctionnant comme réservoir d'eau en saison sèche, ne peut qu'augmenter considérablement la valeur agricole du terrain. De plus, les plantes profiteront largement des éléments nutritifs dissous dans l'eau du sous-sol.

Des sols apparemment profonds, peuvent en réalité ne constituer que des terres arables peu épaisses. C'est le cas, quand le profil présente des *zones d'étranglement*. L'étranglement du profil peut être de nature soit chimique, soit physique. Par zone d'étranglement *chimique*, il faut entendre une couche pauvre située entre deux couches plus riches. Ces horizons se rencontrent surtout dans des terres alluvionnaires hétérogènes. L'analyse chimique est quasi le seul moyen d'identification de pareils horizons. Sur le terrain, l'étude attentive de la répartition des racines à travers le profil, peut toutefois nous fournir certaines indications. En effet, le système racinaire est généralement mal développé dans ces zones d'étranglement (BAEYENS, J., 1938, p. 31). Seules les grandes racines parviennent à traverser ces couches pauvres, du moins si elles sont peu épaisses, pour former de nouvelles radicules d'absorption dans les horizons sous-jacents chimiquement plus riches. Dans ce cas, nous aurons affaire à un système racinaire double. Parfois l'horizon étranglant est si épais que seules quelques grandes racines s'y installent. Le système racinaire dans ce cas, reste superficiel.

Nous avons vu que l'étranglement peut également être d'ordre *physique* ou *mécanique*. Comme en pratique le prospecteur cherchera surtout des sols pas trop légers, mais limoneux ou argileux à bonne structure, trois cas intéressants peuvent se présenter, suivant la nature du sous-sol. En effet, l'horizon d'étranglement peut être soit du sable ou du gravier, soit de l'argile compacte ou imperméable, soit encore un banc rocheux (*Ortstein* des Allemands, *hardpan* des Anglais).

Quelle sera maintenant l'influence d'un semblable horizon sur

la végétation ? Si la nappe phréatique est relativement basse, une couche *sableuse* ou *graveleuse* provoquera un drainage naturel de l'excès d'eau à l'époque des grandes pluies. En saison sèche, par contre, le sable grossier, dépourvu de microcapillaires, empêchera toute ascension d'eau du sous-sol. Sa présence constitue donc un grave inconvénient, et cela d'autant plus que l'horizon sableux se trouve plus près de la surface. Les racines absorbantes s'arrêteront à la limite du limon avec le sable ; seules quelques racines pivotantes pourront s'installer dans le sous-sol. Le système racinaire restera superficiel. Dans certains cas, notamment quand l'horizon étranglant est de faible épaisseur, le système racinaire peut être double. En pratique, les plantes cultivées, installées sur des sols de ce genre, n'auront à leur disposition que les éléments nutritifs contenus dans le sol de surface, tout apport d'en bas par ascension capillaire étant exclu. En outre, le dessèchement des plantes y est à craindre.

Quand la couche arable repose sur une argile *compacte* ou *imperméable*, les racines resteront traçantes également. En terrain plat et dans les dépressions, la formation d'un niveau hydrostatique est à craindre. En terrain incliné, l'eau de drainage, enrichie d'éléments nutritifs, coulera à la surface de la couche compacte, vers des points situés plus bas. Ici encore, l'économie de l'eau du sol sera défectueuse et le volume de terre, exploitable par les racines, restera très limité.

La présence d'un *banc rocheux* entraîne les mêmes défauts qu'un sous-sol argileux compact. Des types de sols présentant un horizon imperméable (argile compacte et banc rocheux) ont été relevés par divers prospecteurs sous forêt primitive, notamment dans l'Ubangi.

En résumé, des sols peu profonds par suite de la présence d'une couche étranglante de nature chimique, sont à déconseiller. Même si les racines sont capables de traverser, à la longue, la couche appauvrie et de former des racines absorbantes dans les horizons sous-jacents plus riches, les plantes subiront toujours un temps d'arrêt dans leur développement végétatif. Cet obstacle au bon développement végétatif a été observé dans diverses plantations au Congo Belge, quelques années après l'établissement de la culture.

L'exploitation agricole des terres dont le profil montre, à faible profondeur, une zone d'étranglement physique, doit être envisagée avec plus de précautions encore. En effet, nous avons vu que l'économie de l'eau sera rarement satisfaisante dans ce genre de terres. Or l'eau constitue souvent le facteur limitant pour nos sols congolais.

Dans l'étude morphologique du sol en place, il faut considérer non

seulement la profondeur du profil, mais également l'*allure générale de ses horizons*. A ce point de vue, on peut subdiviser les profils en deux catégories : profils homogènes ou uniformes et profils hétérogènes. Il va sans dire que les sols les plus intéressants pour l'agriculture tropicale sont les sols homogènes, sans horizons nettement établis. Ces terres ne comportent apparemment qu'un seul horizon de grande puissance, d'une couleur plus foncée en surface, par suite de la présence d'humus, et s'éclaircissant graduellement en profondeur. Ces types de sols sont doublement intéressants si, en même temps, leurs constantes pédologiques, tant chimiques que physiques, accusent une augmentation légère en profondeur. Dans ce cas, la terre possède une réserve en éléments nutritifs que les plantes pourront utiliser au fur et à mesure de la pénétration des racines dans le sous-sol, qui constituera, encore, un véritable réservoir d'eau pour la saison sèche. En général, seule l'amélioration des caractères physiques du sol avec la profondeur, pourra être appréciée dans une certaine mesure par le prospecteur.

Bref, le planteur s'efforcera avant tout de trouver des sols homogènes et suffisamment profonds.

Quant au choix à faire éventuellement dans les sols hétérogènes, il est prudent de se limiter aux types de sols dont l'hétérogénéité du profil est corrigée par des zones d'infiltration d'humus, tout en se laissant guider, comme nous le verrons plus loin, par la répartition des racines.

## 2. CONSIDÉRATIONS PHYSIQUES.

L'étude macroscopique des caractères physiques du sol est de première importance dans le choix d'un terrain. En effet, nous avons vu que l'eau du sol constitue le facteur limitant pour la majorité des plantes cultivées au Congo Belge. Or, dans un territoire déterminé, à conditions climatiques (pluie, évaporation) uniformes, l'économie de l'eau d'un sol dépend presque exclusivement de son état physique, c'est-à-dire de sa texture et de sa structure.

Par texture ou composition élémentaire, il faut entendre la grandeur et la proportion des éléments minéraux qui forment les matériaux constitutifs du sol. Cette propriété reflète donc la nature sableuse, limoneuse ou argileuse du profil. Pour apprécier assez exactement la texture d'un profil, lors de l'étude du sol en place, il suffit souvent de broyer fortement entre les doigts un peu de terre de chaque horizon ou couche. La présence et même la teneur approximative en éléments grossiers (sable) et en éléments fins (argile) se reconnaissent

ainsi assez facilement. Notons cependant que certains sols, connus sous le nom de pseudo-sables et constitués presque exclusivement de particules colloïdales, peuvent présenter tous les caractères classiques d'un sable : présence d'éléments grossiers, grande perméabilité et absence complète de plasticité. Ces sols, assez communs sous les tropiques, ne se distinguent en rien des sols sableux proprement dits ; l'analyse mécanique seule est capable de détecter la présence du pseudo-sable. Cette mesure physique, dont nous donnerons d'ailleurs le mode opératoire plus loin, permettra donc au prospecteur de compléter et même de rectifier les observations faites sur place.

Bien qu'il soit généralement admis actuellement que les *terrains légers* constituent rarement de bonnes terres de culture, sauf là où le régime des pluies est exceptionnellement favorable, nombre de plantations ont été et sont encore installées sur des sols trop sableux. Sous un couvert forestier, ces terres gardent une certaine stabilité de structure, par suite d'une teneur parfois élevée en humus. Mais à la suite de l'abatage de la forêt, la dénudation prolongée de la terre arable conduit à la destruction totale et rapide de la matière organique et ne laisse plus, en fin de compte, qu'une terre dégradée, dépourvue de toute structure et de ce fait incapable de retenir l'eau de pluie en quantité suffisante. L'évaporation excessive de ces sols, élimine rapidement le peu d'humidité que chaque pluie apporte. Dans ces conditions, les plantes sont sujettes au dessèchement. Elles restent chétives et improductives.

*Les terrains limoneux ou argileux*, d'autre part, jouissent d'une capacité de rétention d'eau généralement meilleure, à cause de leur structure plus stable et plus grumeleuse. Le prospecteur s'intéressera donc toujours de préférence aux terrains plus ou moins argileux, accusant une teneur en matière colloïdale (argile + humus) d'au moins 15 à 20 %. Cette teneur limite, peut évidemment varier selon le genre de culture que l'on envisage. Ainsi le palmier à huile et l'*Hevea* s'accoutument de terrains moins lourds que le caféier et le cacaoyer. D'autre part, il faut apprécier avec prudence la valeur agricole des terres très lourdes, accusant 60 % d'argile et plus. Ces sols, en effet, sont souvent trop compacts et plastiques et par conséquent défectueux au point de vue physique.

Il ne suffit pas encore que le profil soit d'une texture plus ou moins argileuse, il faut également qu'il offre une *excellente* structure. La structure d'un sol indique le mode d'assemblage des agrégats terreux. Elle comprend la macro- et la microstructure. La microstructure caractérise les agrégats élémentaires ou fins, assez résistants aux agents

de peptisation faibles, comme l'eau. Elle est liée à la nature colloïdale du sol, à son degré de saturation en bases flocculantes, ainsi qu'à son état de dégradation. C'est ainsi que la microstructure sera généralement meilleure en terre lourde qu'en terre légère, meilleure aussi en sols saturés qu'en sols délavés. Notons cependant que la majorité des terres dégradées, donc pauvres au point de vue chimique, possèdent une microstructure excellente, grâce précisément à la présence de pseudo-sable. Alors que dans les terres riches, l'agrégation des particules terreuses se fait par la présence de bases flocculantes (Ca et Mg), dans les pseudo-sables, au contraire, elle est due à la présence de fer colloïdal, dont le pouvoir flocculant dépasse de loin celui des bases. Il en résulte que les agrégats élémentaires de pseudo-sable sont plus stables que ceux des terres saturées par des bases. Ces terres possèdent des propriétés physiques excellentes : elles sont poreuses et meubles, à économie d'eau généralement bonne et de ce fait relativement fertiles, sous la réserve d'un régime pluvial favorable (pluies abondantes et régulières). La microstructure suppose la présence d'espaces capillaires, capables de retenir l'eau par tension superficielle : c'est cette propriété qui règle la capacité maximum de rétention d'eau.

La macrostructure, par contre, implique la présence d'espaces supracapillaires, remplis d'air quand le sol est ressuyé : c'est elle qui conditionne sa capacité minimum en air. Alors que la microstructure est très stable, la macrostructure, de son côté, est sujette à des variations constantes, dues aux agents externes, tels que les pluies, la pénétration des racines, le travail des termites, le labour, etc. Sur le terrain, seul l'aspect de la macrostructure peut être étudié quelque peu en détail. Il importe toutefois de remarquer ici, qu'elle est essentiellement sous l'influence de la teneur en eau du sol au moment de la dessiccation. Elle sera donc différente suivant que la prospection se fait en saison sèche ou en saison humide.

La structure peut être granuleuse, grumeleuse ou anguleuse. Par structure granuleuse ou sableuse, il faut entendre une structure labile. Au moindre choc, les mottes de terre s'émiettent et donnent une terre fine et poussiéreuse. La structure grumeleuse ou calcareuse se caractérise par des grumeaux de terre assez friables, poreux, à surface irrégulière et à arêtes plus ou moins arrondies. Enfin la structure anguleuse ou cristalline se reconnaît à la présence d'agrégats terreux très résistants à l'écrasement, compacts et à arêtes tranchantes (BAEYENS, J., 1938, p. 56). Entre ces aspects différents de structure, il existe également toute une gamme de formes intermédiaires. Pour le planteur, il importe donc de savoir que l'état grumelé d'une terre

constitue la caractéristique principale d'une bonne structure. Cette structure grumeleuse peut être la conséquence de propriétés chimiques très différentes (ROBINSON, G. W., 1936). Au Congo Belge, comme nous l'avons reconnu, elle peut être provoquée non seulement par une teneur élevée en bases (surtout Ca), mais également par la présence de pseudo-sable. L'aspect physique du profil en place, ne permet pas, à lui seul, de distinguer ces deux états grumelés, essentiellement différents au point de vue chimique. La mesure de la réaction du sol constituera généralement une base d'identification satisfaisante. Nous aurons l'occasion d'y revenir quand nous traiterons du pH du sol. Disons seulement que les terres riches en bases, sont généralement peu acides ou neutres ; les pseudo-sables, au contraire, sont toujours franchement acides et même très acides.

Des terres à structure grumeleuse sont aussi des terres poreuses, meubles et faciles à travailler. Il est vrai que les sols sableux sont, eux aussi, poreux et meubles, seulement leur structure est très labile. Ces terres, une fois desséchées, s'émiettent au moindre choc. La structure des terres argileuses, au contraire, est plus stable et l'écrasement des mottes séchées nécessite un certain effort.

L'estimation du taux d'argile dans le sol et surtout l'appréciation de sa structure n'est pas toujours chose aisée. Elle suppose de la part du prospecteur une certaine expérience. Nous sommes toutefois d'avis que même un non-spécialiste, peut arriver très vite à évaluer, avec une exactitude suffisante, les caractères physiques essentiels du profil. Quelques analyses physiques vérifieront utilement les observations faites sur place : ce sera le cas, par exemple, pour l'analyse mécanique, la porosité et la structure.

Outre la texture et la structure du sol, le planteur vérifiera *l'état d'humidité* du profil, en tenant compte des conditions atmosphériques prévalant avant le creusement des fosses. Il est évident qu'une forte humidité du profil, relevée en pleine période des pluies, n'implique pas nécessairement une bonne capacité de rétention d'eau. Par contre, des sols encore bien humides et frais à la fin de la saison sèche, dénotent généralement une excellente économie d'eau. Il existe cependant certaines exceptions à cette règle : ainsi certaines terres argileuses, à teneur en eau hygroscopique excessive, peuvent paraître très humides tout en étant « physiologiquement » sèches (BAEYENS, J., 1938 ; VAGELER, P., 1938).

Pour juger de l'économie de l'eau dans le sol, il est donc plus indiqué d'effectuer la prospection en pleine période de sécheresse. Il n'est pas rare, en effet, d'observer des sols forestiers dont la terre arable perd,

pendant la saison sèche, toute trace d'humidité et cela sur une profondeur notable (80 à 100 cm.). Il va de soi que des terrains de ce genre sont à considérer comme peu propices à la culture.

Le planteur retiendra de ce qui précède, qu'au point de vue physique, les sols les plus intéressants à exploiter sont des sols limoneux ou argileux (15 à 20 % de matières colloïdales au moins), bien grumelés, poreux, meubles et suffisamment humides en pleine saison sèche.

### 3. CONSIDÉRATIONS CHIMIQUES.

Une analyse chimique approfondie n'est évidemment possible qu'au laboratoire. Néanmoins certaines observations importantes d'ordre chimique sont parfaitement réalisables sur le terrain. Parmi ces observations, figurent la teneur en humus et la réaction du sol. L'importance vitale de l'*humus* en agronomie coloniale ne doit plus être mise en évidence. Nous renvoyons ici aux ouvrages parus récemment (WAKSMAN, S. A., 1935 ; VAGELER, P. et TH. DE CAMARGO, 1937 ; VAGELER, P., 1938 ; BEIRNAERT, A., 1941).

Dans les régions tropicales, la présence et la nature de la matière organique du sol, exercent une influence prépondérante sur la prospérité d'une plantation. C'est la matière organique d'ailleurs, qui règle la teneur en azote du sol et même celle de l'acide phosphorique, dans la plupart des cas. L'effet heureux obtenu dans tous les pays chauds par l'application d'engrais organiques et par l'emploi de plantes de couverture en fournit la meilleure preuve.

Le planteur aura soin de noter l'épaisseur de la couche humifère, ainsi que la présence ou l'absence de zones d'infiltration d'humus.

Dans l'appréciation de la richesse en matière organique, il ne faut pas perdre de vue, qu'à teneur égale, un sol sableux paraîtra plus riche en humus qu'un sol argileux. Il faut tenir compte encore, du fait que dans les terres rouges, si fréquentes sous l'équateur, la présence d'humus est souvent masquée par des composés de fer et de manganèse. C'est pourquoi, nous conseillons aux prospecteurs de se munir d'une solution d'eau oxygénée à 10 %. La terre humifère mise en contact avec l'eau oxygénée, produira une mousse plus ou moins abondante et persistante suivant la richesse en humus.

L'identification de *zones d'infiltration d'humus* dans le profil, présente un grand intérêt pour le choix d'un terrain. Elle permet de statuer non seulement sur la présence ou l'absence de cet élément précieux dans le sous-sol, mais également sur le caractère favorable ou défavorable des propriétés physiques du sol. « Au fur et à mesure que la matière organique formée dans les couches superficielles s'humifie



et engendre des produits solubles, elle « filtre » à travers les horizons sous-jacents, uniformément et graduellement si le sol est léger, ou d'une bonne structure grumeleuse ; irrégulièrement, voire même aucunement, si les constantes pédologiques d'ordre mécanique sont défavorables » (BAEYENS, J., 1938, p. 33). Dans certains cas extrêmes, on peut rencontrer une couche d'humus, reposant sans transition sur l'horizon sous-jacent exempt de substances organiques. Pareils sols sont à déconseiller pour les cultures, parce que leur état physique est manifestement défectueux.

L'infiltration d'humus, qui est un phénomène propre aux sols poreux et grumeleux, enrichit en matières organiques et minérales les horizons pauvres du sous-sol. Cette pénétration régulière, se traduit par l'uniformité de la couleur du profil ; on passe insensiblement des teintes plus ou moins foncées de l'horizon superficiel, à des couleurs de plus en plus claires.

Dans les conditions du Bas-Congo, il existe une relation assez fréquente entre la fertilité d'un sol et la présence de zones d'infiltration (BAEYENS, J., 1938, p. 34). Le planteur aura donc tout intérêt à examiner cette question avec le plus grand soin.

Un autre facteur d'importance capitale dans le choix d'un terrain bien approprié, est sa richesse en *bases échangeables*.

La notion d'échange des bases mérite d'être commentée ; elle est étroitement liée à la nature du complexe adsorbant, c'est-à-dire de l'ensemble des matières colloïdales du sol (humus et argile), capables d'adsorber des ions basiques et des ions hydrogène. L'échange des bases implique la permutation entre les cations adsorbés par les colloïdes et les cations libres de la solution minérale du sol. Ces réactions d'échange ont pour résultat la fixation plus ou moins importante des bases et leur mobilisation plus ou moins rapide (BEIRNAERT, A., 1941, p. 31). Elles sont réglées par les facteurs suivants : *a*) la capacité d'échange (= la quantité de cations fixés par les colloïdes) ; *b*) la capacité d'adsorption (= la quantité de cations que les colloïdes peuvent fixer) ; *c*) le degré de saturation (= le rapport de la capacité d'échange à la capacité d'adsorption) et *d*) la proportion des différents cations fixés.

La fixation des bases dépend de la teneur en humus et en argile d'un sol. Ainsi, le pouvoir adsorbant de l'humus est 4 1/2 fois plus élevé que celui de l'argile non latérisée. La nature de l'argile elle-même, influence énormément la fixation des bases. Nous savons, en effet, que dans les régions tropicales, l'argile est souvent latérisée, ce qui entraîne la perte partielle ou même totale, de sa propriété d'adsorp-

tion des bases. Il n'est pas exagéré de dire que le pouvoir adsorbant de la plupart des terres tropicales est avant tout fonction de leur teneur en humus. La fertilité d'une terre ne dépend pas uniquement de la fixation des bases, c'est-à-dire de sa réserve en éléments minéraux, mais aussi de leur mobilisation plus ou moins facile. Or, l'intensité de la mobilisation des éléments minéraux est proportionnelle à la vitesse de décomposition de la matière organique, ainsi qu'au degré de saturation du complexe adsorbant. Les bases du sol sont d'autant plus mobiles, que la décomposition de l'humus est plus rapide et que la saturation du complexe colloïdal est plus élevée. La teneur en bases échangeables d'une terre, à un moment donné, constitue la résultante de la fixation des cations basiques et de leur mobilisation. Sa mesure est donc très importante pour le prospecteur.

Il existe un rapport assez étroit entre la valeur agricole d'un terrain et sa teneur en bases, à la condition toutefois que les constantes physiques de ce sol soient favorables. De plus, nous savons qu'au Bas-Congo, pour une même catégorie de terres, c'est-à-dire des terres à complexe adsorbant identique, la *réaction du sol* reflète assez fidèlement sa richesse en bases échangeables (BAEYENS, J., 1938, p. 87). La même constatation a été faite pour des sols de la cuvette centrale (LIVENS, J., 1938, p. 41). Grâce à la réaction, le prospecteur dispose donc d'un moyen indirect pour évaluer, plus ou moins exactement, la capacité d'échange d'un sol donné. La mesure du pH sur place n'est pas chose aisée, mais elle reste néanmoins parfaitement réalisable. Elle peut se faire soit colorimétriquement, soit électrométriquement. Le procédé colorimétrique, basé sur l'emploi d'un indicateur universel, est peu coûteux et donne des résultats exacts à 0,2 pH près. Malheureusement, une telle précision n'est possible qu'au laboratoire. Appliquée sur le terrain, la méthode colorimétrique, donne des résultats dont l'exactitude ne dépasse pas  $\pm 0,5$  pH. Une différence de cette grandeur, entre des sols de même type, peut, à notre avis, avoir une grande importance. En effet, les terres congolaises, tant en région forestière qu'en région de savane, sont plus ou moins acides et leur réaction oscille entre des limites assez étroites (pH 4,5 à 6,0). En même temps, ces terres sont très pauvres en bases échangeables, mais leur richesse chimique relative accuse de grandes différences, que la réaction du sol reflète assez fidèlement, comme nous venons de le voir.

C'est pourquoi nous estimons qu'une approximation de 0,2 pH est indispensable pour les terres du Congo Belge. Pareille exactitude ne peut être obtenue sur le terrain, que par la méthode électrométrique

ou potentiométrique. Il existe plusieurs types de potentiomètres, les uns à électrode à quinhydrone (et éventuellement à hydrogène), les autres à électrode en verre.

La connaissance de la réaction du sol présente un intérêt double. D'abord, comme nous venons de le voir, elle nous renseigne, dans une certaine mesure, sur la capacité d'échange des terres et ensuite elle nous révèle leur caractère acide, neutre ou basique.

Bien que les exigences des diverses cultures tropicales, au point de vue du pH, soient encore assez mal connues, l'influence de la réaction du sol sur les plantes est généralement admise. Il semble que les céréales, le cotonnier et l'agave préfèrent des sols alcalins (pH > 7,0). Le maïs, le tabac, le caféier, le cacaoyer et la canne à sucre auraient leur optimum au voisinage de la neutralité. Le palmier à huile et le théier trouveraient des conditions optimales de croissance dans des sols légèrement à franchement acides. L'*Hevea*, enfin, paraît indifférent à la réaction. La limite de végétabilité pour toutes les plantes, serait située, du côté alcalin, vers pH 9,0. La limite vitale, du côté acide, ne semble jamais être atteinte dans aucun sol (VAGELER, P., 1938, p. 235). Au Bas-Congo, l'optimum serait le suivant : 6,5 à 7,5 pour le cacaoyer ; 7,0 à 8,0 pour la canne à sucre ; 6,0 à 7,5 pour le caféier ; 6,0 à 7,0 pour le palmier à huile (BAEYENS, J., 1938, p. 328).

Parmi les propriétés chimiques du profil, intéressantes à étudier sur place, citons également la recherche des carbonates de chaux et de certains dépôts chimiques, comme les concrétions ferrugineuses et les taches de rouille.

L'utilité pour les plantes de la présence de *carbonate de chaux* dans le sol est incontestable. Sa recherche revêt donc un certain intérêt. On sait que l'acide chlorhydrique dilué, mis en contact avec une terre, fait effervescence avec le carbonate de chaux éventuellement présent. Toutefois, il arrive souvent que, dans les régions arides, les sols contiennent non pas des carbonates calciques, mais bien des carbonates alcalins qui font également effervescence au contact de l'acide.

L'absence d'effervescence n'implique aucunement l'absence totale de chaux qui peut, en effet, se trouver sous forme de sulfate, lequel ne réagit pas avec l'acide chlorhydrique. La recherche du calcaire pouvant, selon cette méthode, conduire à des conclusions erronées, doit donc se faire avec une certaine réserve.

Dans les terrains où la nappe phréatique n'est pas très basse, ce qui est souvent le cas en terrain alluvionnaire, la présence de *taches de rouille* ou même de *concrétions ferrugineuses* à un certain niveau du profil, doit être attribuée à l'action physique de l'alternance des

positions du niveau hydrostatique. Ces concrétions ferrugineuses peuvent encore être d'origine alluvionnaire. Dans les deux cas, leur présence n'est pas due à la latérisation du sol. Par contre, quand ces mêmes concrétions se rencontrent dans des terrains à nappe phréatique très basse et à profil autochtone (c'est-à-dire formé sur place), leur présence indique toujours des sols dégradés et stériles et cela d'autant plus qu'elles sont plus importantes et plus nombreuses. Les terres qui contiennent beaucoup de concrétions ferrugineuses sont, en général, très appauvries en bases et de ce fait peu aptes à la culture. Leur exploitation ne devrait jamais se faire sans analyse pédologique préliminaire (VAGELER, P., 1938, p. 66).

Il résulte donc de ce bref exposé, que certaines observations chimiques très intéressantes peuvent parfaitement être réalisées sur le terrain. C'est le cas de la teneur en matière organique, de la présence de zones d'infiltration d'humus et du degré d'acidité du sol. Le diagnostic de l'origine des concrétions ferrugineuses, quand elles existent, mérite également l'attention du prospecteur.

#### 4. CONSIDÉRATIONS BOTANIQUES.

Nous avons déjà mis en garde contre l'observation superficielle de la flore naturelle en tant qu'indice de fertilité d'un terrain. Beaucoup de sols forestiers, en effet, ont une valeur agricole très limitée, souvent par l'absence de réserves minérales. La latérisation plus ou moins avancée des terres, dans les régions chaudes, a donné naissance à des sols lessivés, qui ont déjà perdu la plus grande partie de leurs éléments biogènes. Le phénomène de latérisation, si fréquent sous des climats chauds et humides, conduit à l'altération de l'argile, avec perte en silice et en bases et enrichissement en ses quioxydes de fer et d'alumine. Sous ce rapport, G. AUBERT (1941, p. 59) distingue, dans la zone à climat équatorial, trois types de latérites. D'abord les latérites proprement dites (> 50% d'éléments latéritiques : hydrate d'alumine et de fer ou oxyde de titane), qui constituent des sols peu favorables au développement des plantes, par suite d'une pauvreté générale en bases et surtout en acide phosphorique. Ensuite, les terres latéritiques ou argiles latéritiques (< 50% d'éléments latéritiques) qui sont moins appauvries que les latérites et qui conviennent surtout aux forêts ou aux cultures arbustives ou semi-arbustives. Et enfin, les sols alluviaux latéritiques (latéritites) qui sont formés par alluvionnement de produits latéritiques et développement d'un nouveau sol à leurs dépens.

La forêt vierge qui recouvre ces terres latéritiques, s'est constituée à travers les siècles et persiste sur un sol relativement pauvre, parce qu'elle restitue constamment les matières minérales qu'elle enlève au sol (VAGELER, P., 1938). Il n'y a pas d'exportation de substance. Les pertes par percolation sont insignifiantes, étant donné la multitude de racines et de radicelles qui sillonnent la terre jusqu'à des profondeurs parfois considérables. « Le sol forestier est un système en équilibre parfait avec la végétation qui le recouvre ; cet équilibre se caractérise par la constance des taux d'humus, d'azote et de bases. Il trouve son origine dans l'équivalence exacte des forces de production et de destruction, qui dépendent elles-mêmes d'un ensemble de facteurs écologiques dont la température et la pluviosité sont les plus importants » (BEIRNAERT, A., 1941). Le sol ne joue d'autre rôle que celui d'un *substratum* dont la composition chimique, la nature physique et l'activité biologique peuvent varier considérablement d'un endroit à l'autre.

Certes des recherches écologiques et phytosociologiques peuvent conduire à la découverte de multiples relations entre les caractères physiques et chimiques du sol et la composition floristique de l'endroit profilé.

L'appréciation de certaines propriétés, surtout physiques, du sol a souvent été basée sur l'observation de la *flore*, en même temps que sur l'examen du profil. Sur des territoires restreints, soumis à des conditions climatiques uniformes, il existe non seulement des espèces, mais également des associations végétales caractéristiques d'une texture argileuse ou sableuse, d'une bonne ou mauvaise économie en air ou en eau (VAGELER, P., 1938, p. 217). Ainsi en pays boisés, certaines espèces de palmiers (Rottang, Nipas) indiqueraient des terres compactes, trop peu aérées.

Quant à la fertilité chimique du sol, la flore spontanée constitue un indice de peu de valeur. Nous avons vu qu'au Congo belge, nos connaissances dans ce domaine sont très limitées. Au Mayumbe, une relation générale a été mise en évidence entre la réaction du sol, la géologie du terrain et le degré de développement de la forêt (BAEYENS, J. 1938, p. 175). La présence de certains végétaux soi-disant indicateurs d'un bon terrain, comme c'est le cas du *Pennisetum*, doit être interprétée avec beaucoup de réserve. Si l'eau ne fait pas défaut, cette plante s'installe parfois sur un terrain sableux et pauvre, mais recouvert par une mince couche de bonne alluvion (BAEYENS, J., 1938, p. 32). Il faut se garder surtout de généraliser des observations faites dans une région limitée. Pour montrer combien fausses peuvent

être les conclusions tirées de pareilles observations, nous citerons un cas typique, relatif à la texture, que nous avons rencontré dans la cuvette centrale (LIVENS, J., 1938, p. 44). Dans la région de Yangambi, le *Macrobium* est considéré comme indicateur de sols très légers. En effet, il s'installe presque exclusivement, en peuplements pour ainsi dire purs, sur les versants sableux des rivières. Ces terrains sont d'ailleurs reconnus comme impropres à la culture. Or, lors de prospections pédologiques dans la région de Lisala-Likimi (Ubangi), ces mêmes peuplements purs ont été observés sur des sols relativement argileux, dosant de 30 à 40 % d'argile. Il est donc faux de considérer que le *Macrobium* dénote une texture déterminée. Par contre, l'analyse comparative de quelques profils de l'Ubangi, prélevés les uns dans des peuplements de *Macrobium*, les autres dans la forêt mélangée limitrophe, montre que les sols de la forêt à *Macrobium* ont une économie d'eau sensiblement moins bonne. L'hypothèse que le *Macrobium* constituerait un indicateur de sols à économie d'eau défectueuse paraît plausible et n'est nullement en contradiction avec les faits observés à Yangambi.

En général, on peut admettre que des types de forêt primitive, comprenant un grand nombre d'espèces végétales, les unes à enracinement traçant, les autres à enracinement pivotant, indiquent souvent un sol fertile et profond. A ce point de vue, la composition et la densité du sous-bois sont plus instructives que l'aspect des grands arbres, propres à la forêt vierge. En effet, beaucoup de ces arbres présentent un système racinaire plutôt superficiel et ne donnent aucune indication quant à la composition du sous-sol (texture, profondeur, etc.). Il faut se méfier particulièrement de terrains couverts d'une forêt vierge pauvre en espèces végétales et souvent dépourvue de sous-bois, même si les arbres qu'ils portent sont gigantesques. Autant que possible, il faut renoncer également au choix de terrains sous couvert forestier secondaire. En règle générale, ces sols sont plus ou moins dégradés et appauvris et manquent surtout d'humus, l'élément le plus important en agriculture tropicale.

Les formations herbeuses des sols de savane, dont les constituants sont souvent pourvus d'un système racinaire traçant, ne fournissent aucun renseignement quelque peu précis sur les propriétés du sous-sol. En outre, là où la savane est périodiquement soumise aux feux de brousse, sa composition floristique est très uniforme et ne comprend que quelques espèces de graminées pyrophiles (ERHART, H., 1937, p. 17).

Il ressort nettement, de ce qui précède, que l'observation de la

flore naturelle comme indice de fertilité d'un sol repose en dernière analyse sur l'étude attentive de la *répartition des racines à travers le profil*. Cette étude est indispensable et d'autant plus utile qu'elle se fait sur les éléments propres au sous-bois.

Le planteur ne se contentera pas d'observer uniquement la flore spontanée de la région, mais il aura soin également de visiter *les plantations déjà établies*, de préférence celles qui pratiquent les cultures qu'il se propose d'établir lui-même. Au cours de ces visites, il s'informerait des particularités économiques, climatiques, topographiques et hydrographiques de la plantation, de la technique culturale suivie lors de son établissement, du mode d'entretien, de la variété cultivée, du rendement des champs, de l'âge de la plantation et enfin des caractéristiques de la végétation primitive. Sur le terrain, il se rendra compte de l'aspect végétatif des plantes cultivées, de la morphologie du profil et de la répartition des racines dans le sol. Il effectuera, si la chose est possible, des sondages dans des terrains vierges limitrophes, comparables au point de vue du sol et de la flore aux terrains déjà cultivés. Cette enquête, même effectuée sur une culture qui n'intéresse pas directement le planteur, lui fournira souvent un bon nombre de renseignements fort précieux.

##### 5. OBSERVATIONS GÉOLOGIQUES.

L'utilité de l'analyse minéralogique, au point de vue agricole, n'est pas généralement admise. D'après A. DEMOLON (1938, p. 33), elle ne présente qu'un faible intérêt pratique pour l'agronome, bien qu'elle constitue une annexe souvent utile des méthodes pédologiques et qu'elle apporte une certaine lumière sur la composition minéralogique, l'origine, l'évolution et la classification des divers sols.

Dans les régions tropicales, son intérêt pratique est incontestable. Les particules minérales constituent, en effet, pour les terres des pays chauds, un réservoir qui cède, petit à petit, non seulement des éléments nutritifs, mais également des substances colloïdales capables d'adsorber les bases libérées (VAGELER, P., 1938, p. 31). La connaissance exacte de l'abondance et de la nature des substances de réserve minérales constitue un facteur important dans l'appréciation de la valeur agricole des sols tropicaux (MOHR, E. J., 1927). D'après ERHART, H. (1935, p. 36) la détermination des minéraux du sol est même nécessaire pour le pédologue, car elle lui permet de statuer sur l'origine du sol et sur son degré d'altération. Ainsi, l'abondance de certains minéraux secondaires d'hydrates de fer et d'alumine

dans les sols rouges tropicaux, est toujours le signe d'un appauvrissement général du sol (disparition des bases alcalines et alcalino-terreuses, fixation de l'acide phosphorique sous une forme difficilement assimilable). ERHART insiste également sur l'importance des particules minérales comme producteurs de substances nutritives et parfois aussi de produits toxiques pour les plantes (acide sulfurique libre, sels d'alumine solubles). Aux Indes néerlandaises, l'analyse minéralogique est couramment appliquée à l'Institut Pédologique de Buitenzorg. Malheureusement, ce procédé analytique est très encombrant et de ce fait inapplicable sur le terrain. Cependant le prospecteur dispose d'un autre moyen, non moins intéressant, pour juger des possibilités agricoles d'un terrain, d'après l'observation géologique sur place.

Pour les sols autochtones (c'est-à-dire formés sur place), dont la roche-mère de départ peut être identifiée (présence d'affleurements, roche située à faible profondeur), la connaissance exacte de l'origine géologique fournira souvent des renseignements pratiques complémentaires sur les *caractères morphologiques du profil*, notamment en ce qui concerne sa profondeur. Ainsi la décomposition des roches-mères dont les particules minérales sont meubles ou faiblement cimentées entre elles par des substances agglutinantes facilement solubles, donnera naissance à des sols profonds. C'est le cas des cendres et sables volcaniques et des roches tendres en général. Des sols superficiels, au contraire, se formeront à partir de roches dures (tufs volcaniques compacts et nombre de roches sédimentaires) ou cimentées par des substances réfractaires à la désagrégation. Nous renvoyons à ce que nous avons dit plus haut, à propos de la morphologie du profil.

L'utilité de l'étude géologique réside surtout dans le fait qu'elle permet d'évaluer d'avance la fertilité naturelle probable d'une terre, ainsi que sa *réserve en substances nutritives*. Mais avant d'aborder cette question, il importe de donner un aperçu général sur les principaux minéraux et roches. Pour plus de détails, nous renvoyons aux ouvrages de pédologie générale (VAGELER, P., 1938 ; ERHART, H., 1935 ; DEMOLON, A., 1938).

Nous avons réuni dans le tableau suivant, les caractéristiques principales des minéraux primaires et leur importance pour l'agriculture.



CARACTÈRES ET IMPORTANCE AGRICOLE DES PRINCIPAUX MINÉRAUX.

Minéraux	Éléments nutritifs	Décomposition	Importance agricole
1. Quartz	$S_iO_2$ 100 %	nulle	résidu ; rôle purement physique.
2. Verres volcaniques :			
a) acides	absence de fer	difficile	sols trompeurs (réserve nulle)
b) basiques	présence de fer	facile	bons sols (bonne réserve)
3. Feldspaths :			
a) Feldspaths potassiques (orthose)	$K_2O$ 7 17 %	facile	sols fertiles (réserve en $K_2O$ et souvent $CaO$ )
b) Plagioclases			
1) acides (albite, oligoclase, andésine)	$Na_2O$ 12 %	difficile	sols médiocres (trop de $Na_2O$ )
2) basiques (anorthite, labrador, bytownite)	$CaO$ 20 %	relativ. facile	bons sols (réserve en $CaO$ et souvent $K_2O$ )
4. Feldspathoïdes :			
(leucite)	$K_2O$ 20 %	facile (à l'équateur)	bons sols (réserve en $K_2O$ )
(nepheline)	$Na_2O$ 12 %	difficile	sols médiocres (trop de $Na_2O$ )
(sodalite)	$NaCl, Na_2SO_4$ ou $CaSO_4$	difficile	sols médiocres, peu répandus
5. Micas :			
potassique (muscovite)	$K_2O$ 8-10 % pas de fer	difficile	sols sans réserve
magnésien (biotite)	$K_2O$ 5-11 % ; $FeO$ 14 %	assez facile (à l'équateur)	sols très fertiles, souvent riches en $P_2O_5$
6. Amphiboles ou hornblendes :			
hornblende verte	$CaO$ 10-12 %		
hornblende brune	$MgO$ 12-20 %	assez difficile	argiles riches en $CaO$ et $MgO$ avec réserve en potasse.
hornblende basaltique	alcalis 1-5 %		
7. Pyroxènes ou augites :			
rhombiques (enstatite, hypersthène)	$CaO$ 20-23 %	plus facile que hornblende	argiles riches en $CaO$ et $MgO$ , pauvres en $K_2O$
monocliniques (diallage, augite)	$MgO$ 13-16 % alcalis 0 %		
8. Minéraux calciques			
(calcite)	$Ca CO_3$	facile sur éléments fins avec de l'eau contenant du $CO_2$	importants comme amendements calcaires
(dolomie)	$Ca CO_3, MgCO_3$		
(gypse)	$Ca SO_4$		
9. Minéraux à $P_2O_5$ (apatite)	41 à 42 % de $P_2O_5$	très facile	se rencontrent dans les verres volcaniques, biotite, hornblende, feldspaths et quartz
10. Minéraux de fer (pyrite)	produit de l'acide sulfurique		toxiques en grandes doses, inoffensifs en petites quantités.

Pour ce qui est des roches on peut distinguer trois catégories :

- 1) les roches éruptives qui sont d'origine interne,
- 2) les roches sédimentaires qui représentent des dépôts généralement formés dans l'eau, et
- 3) les roches métamorphiques ou cristallophylliennes qui résultent de la transformation des précédentes.

Au point de vue agricole, les *roches éruptives* à feldspaths sont les plus intéressantes. Nous reproduisons leurs caractères essentiels d'après un tableau de A. DEMOLON (1938, p. 9).

PRINCIPALES ROCHES A FELDSPATHS.

	<i>Feldspaths alcalins</i>		<i>Feldspaths calcosodiques</i>	
	Quartz abondant (orthose, horn- blende, mica)	Quartz rare ou absent ( + orthose, mica)	Plagioclasses acides (oligoclase + hornblende, pyroxène, etc.)	Plagioclasses basiques (labrador, pyroxène, etc.)
Texture grenue :	granites	syénites	diorites	gabbros
Texture microlithique	rhyolites	trachytes	andésites	basaltes
SiO <sub>2</sub>	D = 2.65 65 à 75%	D = 2.75 57 à 65%	D = 2.90 50 à 60%	D = 3.00 42 à 53%
Caractère chimique :	très acides	acides à neutres	neutres à légè- ment basiques	basiques

Parmi ces roches à feldspaths, les granites sont les roches mères les plus importantes à la surface du globe. Le granite à feldspath alcalin, quartz et biotite et de texture grenue, est la roche la plus répandue dans les massifs granitiques. Elle se compose de feldspaths (65 à 75%), quartz (25 à 30%), biotites (5 à 10%). Le granite à muscovite, avec ou sans biotite, constitue le groupe des granulites, à teneur en silice la plus élevée. Les granites à hornblende (amphiboles) sont aussi très répandus. Leur teneur en silice s'abaisse d'autant plus qu'ils renferment davantage d'éléments ferromagnésiens. Les granites sont toujours peu calciques et peuvent descendre jusqu'à 0,1% ; leur teneur en silice peut aller jusqu'à 78%.

COMPOSITION CENTÉSIMALE DE QUELQUES ROCHES  
(D'APRÈS DEMOLON).

	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MgO	CaO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O
Granites	65-76	12-16	0.2-5	0.6-2.6	0.1-1.5	0.5-2	2.5-6	1.7-5	0.3-1
Syénites	58-62	14-18	2-5	0.2-0.4	1.0-3.0	1-5	2-6	3-7	0.3-1
Diorites	53-68	15-22	2-8	0.5-2.0	1.0-3.0	3-7	0.5-2	3-6	0.3-2
Basaltes	45-52	12-18	3-4-10	3.1-8.5	0.4-9.4	8-12	0.4-3	2-3	0.2-1

Dans son « Grundriss der tropischen und subtropischen Bodenkunde », VAGELER donne un aperçu général sur la composition des principales roches éruptives et sur la façon dont elles se comportent vis-à-vis des facteurs d'altération. Cet aperçu n'étant pas sans intérêt pour le prospecteur, nous en reproduisons les données les plus intéressantes (voir p. 25).

Parmi les roches éruptives, il faut citer également les cendres et sables volcaniques. Les sols qui en dérivent peuvent être très différents, suivant la nature des verres volcaniques et des minéraux qu'ils contiennent et le degré de finesse des particules élémentaires. Au fur et à mesure qu'on s'éloigne du centre volcanique, les sols perdent leur caractère sableux et deviennent graduellement plus lourds.

Les *roches sédimentaires* sont cimentées par des substances agglutinantes très variées, notamment par l'argile, l'argile ferrugineuse, le fer, la chaux, la silice et la glauconie. Elles peuvent également être meubles. Seules les roches meubles ou consolidées par l'argile, et, dans une certaine mesure aussi, par l'argile ferrugineuse, donnent naissance à des sols profonds. Tous les autres ciments sont très résistants à la décomposition et les sols autochtones qui en dérivent sont généralement très peu profonds.

Les roches sédimentaires peuvent être d'origine mécanique, chimique ou organogène. La texture des roches d'*origine mécanique* est tantôt sableuse, tantôt argileuse. Leur teneur en éléments biogènes est très variable, comme il résulte d'analyses faites par F. HEIDE (cité par VAGELER, 1938, p. 84). VAGELER en conclut que les roches sédimentaires d'origine mécanique se transforment toutes, à quelques rares exceptions près, en des sols relativement pauvres.

Les *sédiments chimiques*, dont les plus intéressants pour l'agriculture sont les calcaires sédimentaires et la dolomie, sont très répandus. Leur décomposition conduit à la formation de sols riches en chaux et éventuellement aussi en magnésie, mais pauvres en potasse. Leur teneur en acide phosphorique est très variable. Nous passerons sous

	COMPOSITION MINÉRALOGIQUE		TENEUR EN ÉLÉMENTS NUTRITIFS					DÉCOMPOSITION
	Minéraux principaux	Minér. secondaires	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	MgO	CaO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	
Granites (porphyre et kératophyre quartzeux, liparite, pantellérite)	orthose, microline, plagioclase, quartz	mica, hornblende, pyroxène	2.8 - 3.5	3.9-4.8	0.4- 0.5	1.1- 1.5	0.01-0.15	s'altèrent relativement vite.
Syénites (porphyre et kératophyre, trachyte, trachyte alcalin.)	orthose, microline, hornblende, hypersthène diopside	magnétite, grenat	3.8 - 4.1	4.5-5.1	1.9- 2.7	3.4- 4.3	0.10-0.24	s'altèrent un peu plus vite que les granites.
Syénites à néphéline et à leucite (phonolithe, trachyte à leucite)	feldspath alcalin, nepheline, leucite pyroxène	—	8.8 - 9.0	4.5-5.2	0.3- 0.6	1.5- 1.7	0.12-0.24	s'altèrent difficilement, mais donnent de bons sols
Diorites quartzes (porphyrite quartzuse, dazite)	plagioclase, quartz	biotite amphibole	3.6 - 4.2	2.5-3.2	1.5- 2.0	3.0- 4.0	0.1 - 0.2	s'altèrent difficilement
Diorite (porphyrite, andésite)	plagioclase, augite	biotite amphibole	3.6 - 4.2	2.0-2.4	1.2- 4.4	3.3- 7.3	0.08-0.32	s'altèrent un peu mieux, donnent surtout des terres rouges.
Gabbro (diabase, mélaphyre, basalte à plagioclase, basalte)	plagioclase, augite	olivine	2.2 - 3.2	0.8-1.8	5.9- 8.9	8.1-11.5	0.2 - 0.5	s'altèrent difficilement, donnent des terres foncées, souvent fertiles
Essescite (essescite à diabase et à mélaphyre, trachydolérite, basalte alcalin)	plagioclase, orthose, pyroxène, biotite	minerais de fer, apatite	5.5 - 5.9	2.7-3.1	2.3- 3.5	5.6- 7.5	0.5 - 0.8	id.
Theralithe (tephrite, basanite)	plagioclase, nepheline, pyroxène, biotite	minerais de fer, apatite	2.6 - 5.3	2.4-5.3	4.0-17.5	0.3-10.0	0.6 - 1.1	id.
Fergussite, missourite (leuzite, basalte à leucite)	leucite, augite	olivine, apatite, hornblende, minerais de fer	1.1 - 1.5	4.4-7.7	3.4-13.0	7.0-11.5	0.2 - 0.8	id.
Ijolithe (nephelinite, basalte à nepheline)	nepheline, augite	olivine, apatite, feldspath, minerais de fer	3.8 - 15.3	1.9-4.3	0.2-10.5	1.6-15.6	0.07-1.80	id.
Basalte à méliilithe	méliilithe, olivine, augite	apatite, minerais de fer	3.5 - 4.0	0.8-2.6	3.6-10.5	2.5-18.3	0.08-1.20	s'altèrent facilement, forment souvent des bancs de fer
Anorthosite	plagioclase, labradorite	augite, biotite	4.05- 5.0	0.6-0.8	1.0- 3.6	8.7-15.7	trace	s'altèrent facilement et donnent des sols clairs.
Péridote, pyroxénite (picrite, picrite porphyrite)	pyroxène	hornblende, biotite, concrétions ferrugineuses	0.4 - 0.6	0.2-0.8	19.5-29.2	6.3-13.0	0.05-0.14	s'altèrent assez facilement et donnent des terres très foncées.

silence les *sédiments organogènes*, dont l'importance pour le Congo belge n'est pas bien connue à l'heure actuelle.

Les *roches métamorphiques* sont représentées par des gneiss, des amphibolites et nombre de schistes cristallins. Il y a des gneiss à feldspath, à mica, à hornblende, etc. Les gneiss à biotite ou à hornblende donnent naissance à des sols généralement rouges et très fertiles. Des sols clairs à franchement foncés et relativement riches en éléments nutritifs, dérivent de la décomposition des eklogites et des amphibolites. Les schistes cristallins, les plus intéressants au point de vue agricole, sont des schistes à amphibole ou à augite. Leur altération aboutit à la formation de sols rouges, relativement riches et fertiles. Les quartzites forment des sols clairs, légers et pauvres (VAGELER, P., 1938, p. 82).

Les sols les plus fertiles du Mayumbe sont situés sur des affleurements de gneiss à biotite et à amphibole (BAEYENS, J., 1938, p. 162).

Il ressort de ce paragraphe, que la connaissance exacte de l'origine géologique des sols autochtones peut rendre de sérieux services. En général, les terres les plus fertiles sont formées à partir de roches volcaniques, basiques et foncées, de gneiss à biotite et à amphibole et également de granites, renfermant beaucoup de minéraux foncés. La valeur agricole des terres alluviales ne peut être jugée que par l'analyse minéralogique.

Il est à conseiller aux prospecteurs de se munir d'une petite collection de roches typiques, afin de faciliter l'identification des roches-mères rencontrées.

\* \* \*

La tâche du prospecteur sur le terrain se résume ainsi à l'étude des points suivants : profondeur et homogénéité du profil (caractères morphologiques), texture, structure et humidité du sol (caractères physiques), matière organique, infiltration d'humus, réaction et concrétions ferrugineuses (caractères chimiques), flore naturelle, répartition des racines et plantations existantes (caractères botaniques) et, enfin, identification des roches mères (caractères géologiques).

L'examen judicieux de chacun de ces facteurs, à la lumière des principes rappelés ci-dessus, permettra le plus souvent, le choix raisonné d'un terrain propre à la culture envisagée. Cela ne veut nullement dire que l'analyse physique et chimique soit superflue. Au contraire, elle sera toujours utile et parfois même indispensable.

## B. — L'ANALYSE PHYSIQUE ET CHIMIQUE DU SOL AU LABORATOIRE.

Le planteur qui désire faire analyser son terrain au laboratoire, ne prendra des échantillons que dans les profils typiques les plus répandus dans la concession, afin d'éviter toute perte de temps et des frais inutiles. Il est absolument nécessaire que les échantillons soient accompagnés de tous les renseignements utiles, que nous venons d'exposer. La technique de la prise d'échantillons a été traitée dans une note parue récemment (LIVENS, J. et FOCAN, A., 1941). On y trouvera également des modèles de croquis du terrain, des formulaires d'enquête sur les caractéristiques de la région et de description du profil.

Nous nous bornerons ici à l'énumération des principales constantes pédologiques, généralement étudiées au laboratoire. Quelques exemples typiques, relatifs à la cuvette centrale, illustreront l'utilité de l'analyse au laboratoire.

Parmi les caractères physiques, citons l'analyse mécanique (texture), la porosité (structure) et l'économie de l'eau (teneur en eau utile) (\*). L'analyse chimique comprendra la mesure du pH, le dosage de l'acide phosphorique assimilable (soluble dans les acides faibles), la détermination de la capacité d'échange de bases et de la teneur en éléments nutritifs assimilables (Ca, Mg, Na et K). On déterminera ensuite la teneur en carbone et en azote et le rapport carbone : azote. Il sera utile de compléter l'analyse chimique élémentaire par des données sur l'activité biologique (production de nitrates et d'acide carbonique). ERHART, H., (1937, p. 68) conseille de déterminer aussi la réserve minérale totale du sol et sa teneur en éléments latéritiques. L'analyse minéralogique est considérée comme indispensable par beaucoup d'auteurs (VAGELER, P., 1938; ERHART, H., 1937; MOHR, E. J., 1924). Pour les sols allochtones (alluviaux, colluviaux) et les sols autochtones (formés sur place) à origine géologique inconnue, la recherche des principaux minéraux, fournisseurs d'éléments nutritifs pour les plantes, est évidemment très intéressante pour évaluer la réserve minérale du sol.

Dans le tableau qui suit, nous comparons les données culturales

---

(\*) Pour l'étude de la porosité et de l'économie de l'eau, il est à conseiller de prélever des échantillons de terre à l'aide de cylindres métalliques d'une capacité de 500 cc., qu'on enfonce lentement dans les divers horizons du profil. La terre qui dépasse de part et d'autre du cylindre, est coupée soigneusement au ras des bords du récipient. Puis on ferme le cylindre par deux couvercles métalliques, munis d'un joint en caoutchouc, afin d'éviter toute évaporation d'eau. Le tout est maintenu par un élastique.

de quelques sols de la cuvette centrale et leurs principales constantes pédologiques.

Terrain, culture et données de rendement.	Argile %	Porosité %	Eau utile %	pH	Bases échang. M. E. / 100 g.	Acide phosph. mg / 100 g.	Matières organiques %
Sol homogène, profond, brunâtre ; palmiers de 15 ans produisant encore 1000 kg. d'huile à l'Ha. ; les caféiers ont donné 1 à 2 fortes récoltes et ne produisent presque plus rien à l'âge de 5 à 6 ans.	25 à 35	40 à 41	19 à 23	4.0 à 4.3	0.2 à 0.3	1.0 à 0.5	0.7 à 0.2
Palmiers plus grands que les précédents, produisant 1500 kg. d'huile à l'Ha ; sol homogène, profond, jaune.	25 à 35	40 à 41	17 à 20	4.3 à 4.6	1.0 à 1.3	1.0 à 0.5	0.6 à 0.1
Caféiers de 15 ans produisant, en moyenne, 1000 kg. de café marchand à l'Ha ; sol homogène, profond, rouge.	30 à 35	37 à 40	18 à 20	4.3 à 4.6	1.0 à 2.0	0.7	0.8 à 0.2
Sol rouge, homogène ; cultures vivrières depuis de longues années ; forte production sans application d'engrais.	35	48	25	8.1	5.9	12.0	1.9
Sol forestier de la même région, laissé intact par les indigènes ; sol sablo-argileux, pauvre.	20 à 25	39 à 40	16 à 18	3.8 à 4.0	0.1 à 0.2	0.4 à 0.1	1.0

Un coup d'œil sur ce tableau, permettra de constater que des différences très grandes peuvent exister entre des sols de la même région. L'inégalité du rendement devient clair, en comparant les constantes pédologiques des divers profils.

## CHAPITRE II

### LES EXIGENCES DES PLANTES CULTIVÉES VIS A VIS DES PROPRIÉTÉS DU SOL

#### A. — CONSIDÉRATIONS PHYSIQUES.

Nous avons vu que l'économie de l'eau du sol constitue pour le prospecteur, opérant dans les pays chauds, un facteur des plus importants dans le diagnostic de la vocation agricole d'un terrain. De plus, nous savons que, sous des conditions climatiques uniformes (pluviosité, évaporation), le régime de l'eau dépend de l'état physique du profil.

La consommation d'eau par les plantes n'est pas connue d'une façon précise. VAGELER, P. (1940, p. 33) estime que la production de 1 kg. de matière sèche nécessite approximativement 300 à 800 l. d'eau.

A titre documentaire, nous reprenons ici le tableau de VAGELER, donnant la consommation d'eau approximative des principales cultures tropicales. Ces chiffres, exprimés en mm. de pluie par hectare, s'entendent pour des plantations à rendement maximum. Ils ont été calculés en tenant compte de l'exportation par la récolte, de l'accroissement annuel des plantes cultivées et de l'immobilisation de matière sèche dans les plantes de couverture (légumineuses ou autres).

Céréales, plantes oléagineuses	120-150	( 600-750 )
Maïs, jute, sisal, cotonnier et cocotier	200-250	(1000-1250)
Caféier	250-300	(1250-1500)
Plantes à tubercules, cacaoyers	300-400	(1500-2000)
Théier	350-400	(1750-2000)
Canne à sucre	400-500	(2000-2500)
Palmier à huile	600-700	(3000-3500)

Il est à remarquer que ces chiffres sont en réalité cinq fois trop faibles. En effet, 20% seulement de la totalité de l'eau apportée par les pluies, est généralement utilisable par les plantes, le reste étant perdu par évaporation directe du sol et par infiltration dans les couches profondes du sous-sol. C'est pourquoi, nous avons indiqué, entre parenthèses, la quantité de pluie réelle qu'il faudrait en moyenne pour chaque culture. Le tableau nous apprend ainsi qu'il ne pleut



pas assez, au Congo, pour certaines cultures, notamment pour la canne à sucre et surtout pour le palmier à huile. Il n'est même pas exagéré d'admettre que les régions les plus pluvieuses de la cuvette centrale (2000 à 2200 mm.) ne reçoivent pas encore assez d'eau pour des cultures d'exigence moyenne, comme le théier et le cacaoyer. L'eau constitue donc réellement le facteur limitatif pour nos principales cultures tropicales. Si nous sommes impuissants à l'égard des conditions atmosphériques qui règlent la quantité de pluie que la terre reçoit chaque année, nous disposons, par contre, d'une série de moyens très efficaces pour l'utiliser de la façon la plus rationnelle. Dans cet ordre d'idées, nous attirons encore une fois l'attention du *prospecteur*, sur la nécessité absolue de rechercher avant tout des terrains à capacité de rétention d'eau élevée, surtout dans les régions à régime de pluies défectueux (faible pluviosité, saison sèche plus ou moins longue). En effet, toutes autres conditions étant égales, les pertes d'eau par percolation et par ruissellement sont inversement proportionnelles à la capacité de rétention d'eau.

Une fois la plantation établie, le *planteur* devra veiller à économiser l'eau des précipitations jusqu'à la moindre goutte. C'est ainsi qu'il tâchera de tirer le meilleur profit des possibilités d'*irrigation* superficielle ou souterraine présentées par certains types de sols. C'est le cas notamment, des alluvions périodiquement inondées et des terrains à nappe phréatique relativement élevée. Lors de l'exploitation de pareilles terres, il tiendra compte des particularités des diverses cultures. En général, ces terres conviendront mieux au bananier et au palmier à huile qu'aux cultures arbustives à enracinement profond.

VAGELER (1938, p. 230) conseille de planter à des *écartements* plus grands dans les régions où la pluviosité est trop faible pour la culture envisagée. Dans ce cas, l'espace entre les lignes sera garni par des plantes de couverture appropriées, dont le semis ou la plantation se fera au début de la saison humide. De ce fait, l'excès d'eau, qui en terrain dénudé se perdrait par percolation ou ruissellement, sera utilisé en grande partie par la plante de couverture. A la fin de la saison des pluies, celle-ci sera coupée et étendue entre les lignes. Cette couverture morte, en diminuant l'évaporation de l'eau du sol, maintiendra à travers le profil une fraîcheur suffisante pour permettre à la culture principale, grâce au volume de terre suffisamment grand qu'elle exploite, de passer la mauvaise saison sans souffrir de la sécheresse.

Dans les régions tropicales, les précipitations atmosphériques, le plus souvent très violentes, provoquent des pertes d'eau considérables par *ruissellement*, surtout en pays accidenté. Le ruissellement, à son

tour, donne naissance au phénomène d'*érosion*, dont l'effet catastrophique pour les cultures n'est que trop bien connu des planteurs. Le terrassement s'impose donc pour toutes les plantations établies sur des pentes, afin de réduire les pertes d'eau et d'éviter la destruction de la couche humifère par érosion.

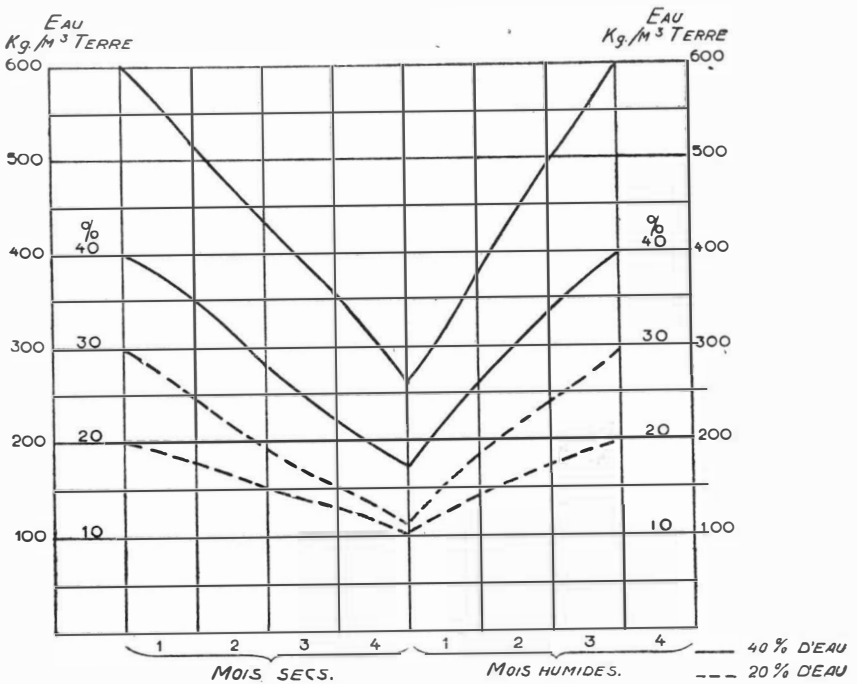
Le planteur peut aussi économiser l'eau, en augmentant la *capacité de rétention* d'eau du sol. La quantité d'eau qu'une terre peut absorber dépend de deux facteurs : la porosité et la structure. Il en résulte que seule la technique culturale capable de régénérer, ou mieux encore d'améliorer, ces propriétés du sol, doit être envisagée par le planteur. Pareille technique peut comprendre l'application de fumier ou de compost, l'épandage de chaux ou de plâtre, le labour, la couverture du sol par des légumineuses ou autres plantes appropriées et enfin la mise en jachère. L'utilité de la *fumure organique* en agronomie tropicale ne doit plus être prouvée. Elle est d'ailleurs d'usage courant dans diverses régions du Congo. L'action de la *chaux* sur les constantes physiques du sol semble être assez irrégulière (DEMOLON, A., 1938, p. 185). Sous les tropiques, il faut, d'ailleurs, éviter un chaulage massif, non seulement parce que bien des plantes tropicales sont adaptées à un certain degré d'acidité, mais encore parce que la capacité d'absorption des sols tropicaux est généralement faible (BAEYENS, J., 1938, p. 93). BEIRNAERT (1941, p. 82) considère le chaulage comme une opération indispensable dans l'établissement d'une plantation par la méthode de non-incinération.

L'ameublissement de la terre arable par *labour* conduit également à une amélioration de la porosité du sol. Pour les plantations permanentes, un labour profond n'est possible qu'avant la mise en place des plantes. Tout travail ultérieur de la terre, risquerait d'abîmer les racines. En pays de forêt, le labour doit forcément se limiter au creusement des trous de plantation. C'est surtout pour les cultures annuelles que le labour acquiert une certaine importance sous les tropiques. Dans les sols légers, il faut se garder cependant d'ameublir la terre sur une grande profondeur, afin d'éviter la destruction totale de la structure du sous-sol. Le labour doit donc rester très superficiel et léger. En terrain argileux, par contre, un labour profond est toujours indiqué, surtout pour des cultures à enracinement profond.

La technique culturale la plus avantageuse pour augmenter la capacité de rétention d'eau d'un sol, implique l'utilisation de plantes de *couverture*. C'est la seule façon culturale qui permet d'améliorer la structure du sol et sa porosité à grande profondeur. Il faut choisir de préférence des plantes dont l'enracinement se développe, en ma-

jeune partie, dans une zone moins bien exploitée par les racines de la plante principale. Pour économiser le plus d'eau possible, le semis des plantes de couverture se fera au début de la saison des pluies. La végétation de couverture sera coupée au début de la saison sèche et étendue entre les lignes. Cette couverture morte, tout en restituant à la terre de l'humus et des éléments biogènes, empêchera toute évaporation d'eau excessive et maintiendra le sol en excellent état d'humidité. Dans les vieilles plantations, dégradées et épuisées à l'extrême, la régénération de la structure se fera, le plus sûrement, par le repos du sol sous *jachère* temporaire.

Les conclusions suivantes se dégagent de ce bref exposé : pratiquement la pluviosité au Congo Belge est rarement suffisante pour assurer aux principales cultures un rendement maximum ; il en résulte que le premier souci du prospecteur doit être la recherche de terrains à forte capacité de rétention d'eau. Le planteur, de son côté, mettra tout en œuvre pour améliorer, au besoin même pour régénérer, les constantes physiques de son sol.



L'importance capitale d'un bon régime de l'eau a été bien mise en évidence par BAEYENS (1938, p. 139) dans un exemple typique, rela-

tif à la culture du cacaoyer. Il s'agit de deux terres, l'une à 20 % et l'autre à 40 % d'eau capillaire, soumises toutes les deux à des conditions climatiques uniformes : évaporation mensuelle de 60 mm. et chute de pluies annuelle de 1400 mm., répartie à raison de 175 mm. par mois, sur 8 mois humides. Les données de BAEYENS ont été mises en graphique par GROSSKOPF (1939, p. 191). C'est ce graphique que nous reproduisons ci-contre.

Ce tableau nous montre qu'à la fin de la saison sèche, le sol à 40 % d'eau capillaire contient encore une quantité d'eau sensiblement égale à la capacité de rétention d'eau maximum du sol à 20 % d'eau capillaire. L'exemple montre nettement l'utilité pratique de la connaissance exacte du régime de l'eau du sol.

Toutefois, la plante n'exige pas seulement pour sa croissance, de l'eau et des éléments nutritifs, il est nécessaire encore que le sol contienne une certaine quantité d'air. Un bon régime de l'eau implique en même temps une bonne économie de l'air. En d'autres mots, le sol, gorgé d'eau jusqu'à la limite de sa capacité de rétention, doit contenir encore suffisamment d'air pour permettre aux plantes un développement normal.

KOPECKY (cité par DEMOLON, 1938, p. 188), qui a effectué à ce sujet de nombreuses mesures, donne les valeurs suivantes :

<i>Plante cultivée</i>	<i>Capacité minima pour l'air</i>
Céréales	10 à 15
Betteraves à sucre	15 à 25
Prairies	5 à 10

Au Bas-Congo, les principales cultures (canne à sucre, caféier, cacaoyer et *Hevea*) s'accommodent le mieux d'une macrostructure de 5 à 15 % (BAEYENS, 1938, p. 328).

Ces quelques données permettent d'affirmer, que les prospecteurs agricoles et même les planteurs, auront tout intérêt à effectuer sur place, quelques analyses sommaires, propres à caractériser d'une façon relativement précise, l'état physique de leur sol et plus spécialement son régime d'eau et d'air. Des mesures relatives à la composition mécanique, à la porosité et à la teneur en eau et en air, sont d'ailleurs parfaitement réalisables sur le terrain, moyennant un équipement un peu spécial, qu'il est possible de se procurer à peu de frais.

Ces déterminations, dont nous exposerons plus loin le « modus operandi », ne se prêtent malheureusement pas au travail en série. Le prospecteur se bornera donc à analyser sur le terrain les profils les plus caractéristiques.

**B. — CONSIDÉRATIONS CHIMIQUES.**

Il va de soi qu'un sol montrant une excellente économie d'eau sera d'autant plus fertile que sa teneur en éléments biogènes, facilement assimilables, est plus élevée. Le besoin en éléments nutritifs des plantes tropicales est très élevé, surtout si l'on considère que l'application d'engrais chimiques n'est pas encore économiquement réalisable dans la plupart des territoires du Congo. L'exportation des principales cultures annuelles, dont la totalité de la production végétale est enlevée du champ, est connue d'une façon assez précise.

D'après VAGELER (1938, p. 236), elle oscille entre les limites suivantes :

Plante cultivée	Azote Kg. /Ha.	Ac. phosphor. Kg./Ha.	Potasse Kg. /Ha
Céréales	60-70	25-30	70/80
Maïs	100-120	50-60	125-150
Plantes à tubercules	50-70	25-30	100-150
Légumineuses	(200-250)	60-80	100-200
Coton	60-90	30-40	60-80
Tabac	110-130	15-25	120-150
Canne à sucre	100-125	70-90	200-250
Ananas	140-170	40-60	300-350

Les exigences des cultures permanentes, par contre, sont moins bien connues, du fait qu'il est difficile d'estimer la quantité d'éléments fertilisants immobilisés chaque année par l'accroissement continu des troncs, des branches et des racines. Une certaine portion de ces éléments, revient d'ailleurs au sol sous forme de feuilles et de branches coupées.

On peut admettre que les cultures arbustives enlèvent chaque année au sol, 50 à 75 kg. d'acide phosphorique, 75 à 100 kg. d'azote et 100 à 150 kg. de potasse. L'exportation du palmier à huile serait encore plus élevée.

JACKS (1936, p. 58) donne les chiffres suivants :

Plante cultivée	Production par Ha.	Azote	Acide phosphorique	Potasse
Canne à sucre (plante entière)	125 T.	50-69	49-63	213-224
Riz (plante entière)	7,5 T.	110	65	85
Coton (fibres)	0,34 T.	50-60	20-24	40-48
Oranges (fruits)	22,5 T.	37	11	32
Citrons (fruits)	22,5 T.	30	12	54
Banane (fruits)		29	8,5	78
Noix de coco	7000 noix	56	16	57
Caoutchouc (latex)	—	—	—	—
Tabac (feuilles)	2 T.	90	27	144
Café (grains)	0,63 T.	95	22	138
Cacao (grains)	0,62 T.	22	11	14
Thé (thé sec)	0,80 T.	32	6	15

A cette exportation en éléments essentiels, il convient d'ajouter celle de la chaux, qui n'est pas moins importante. On voit que les exigences des diverses plantes cultivées sont relativement élevées. Or, pour couvrir ses besoins, la plante ne dispose, en l'absence d'engrais, que des éléments assimilables fournis par le sol. L'effet utile d'une fumure minérale, à doses normales, est toujours aléatoire et, de toutes façons, très lent à se manifester pour des cultures à enracinement profond. Cette efficacité assez faible des engrais minéraux, à l'égard de cultures permanentes surtout, s'explique par la mobilité réduite des éléments nutritifs dans le sol. Le transport de ces éléments, st fonction des mouvements de l'eau dans le sol ; or, ces mouvements sont pratiquement limités à la couche arable et dirigés tantôt de haut en bas (pluie), tantôt de bas en haut (évaporation). En réalité, le mouvement des substances nutritives dans le sol est très lent et le sens de ce mouvement est le même que celui du courant d'eau. Leur déplacement latéral est excessivement faible. D'après VAGELER (1938, p. 237), les pertes par percolation seraient inférieures aux données fournies par les expériences lysimétriques. Des quantités appréciables d'éléments nutritifs se perdent toutefois chaque année par les eaux de drainage, du moins dans les régions humides de l'équateur. Sous un climat plus aride, au contraire, les pertes doivent être minimales. Souvent même, on y constate un enrichissement des couches superficielles en substances nutritives.

L'effet lent des engrais chimiques s'explique surtout par la nature spéciale du complexe adsorbant des sols tropicaux. C'est pourquoi, l'étude du complexe adsorbant mériterait toute l'attention du prospecteur, si elle n'était réalisable qu'au moyen d'analyses trop complexes pour être exécutées sur place. Seule, la détermination des bases

échangeables totales (capacité d'échange) pourrait être envisagée sur le terrain. Elle constitue d'ailleurs une mesure pédologique de première importance et souvent la plus significative (BAEYENS, 1938, p. 325). Nous reviendrons plus loin sur cette méthode.

L'action lente des engrais chimiques, surtout potassiques, trouve donc son explication dans la nature spéciale du complexe adsorbant de sols tropicaux. Ces sols sont, en général, très acides, à capacité d'échange faible et à pouvoir d'adsorption élevé. Il en résulte une fixation très énergique de la fumure potassique, de sorte qu'elle reste sans effet sur la culture (CASTAGNOL, 1933, p. 135 ; BAEYENS, 1938, p. 80 ; BEIRNAERT, 1941, p. 35).

L'insuccès fréquent de la fumure phosphatée en agriculture tropicale, s'explique du fait, qu'en terre acide, l'acide phosphorique précipite sous forme de phosphates de fer et d'alumine, tous deux inassimilables par les végétaux (BEIRNAERT, 1941, p. 36). L'application d'engrais phosphatés solubles sur des terres rouges, à pouvoir adsorbant élevé, ne présente aucune utilité pour les plantes. Seuls les phosphates bruts, finement pulvérisés et, si possible, bien enfouis, sont à conseiller dans de semblables terrains (VAGELER, 1938, p. 139).

L'utilité du chaulage au point de vue physique a déjà été examinée. Il doit se limiter aux sols très acides et pour des cultures qui préfèrent des terres riches en chaux, comme le sisal.

Puisque la plante, en dehors des engrais minéraux, se nourrit exclusivement des matières nutritives qu'elle trouve dans le sol sous forme assimilable, il est évident que la quantité d'éléments nutritifs disponible, sera d'autant plus grande que le sol est plus riche et que le volume de terre exploitée par les racines est plus grand. Toutefois, à la longue, la terre, même la plus fertile, doit fatalement s'appauvrir en certains éléments, par suite de l'exportation continuelle des récoltes. La durée de rentabilité d'une plantation, dépendra donc de la réserve en éléments nutritifs du sol. La réserve du sous-sol est importante également pour les cultures permanentes.

Bref, pour augmenter la durée d'une exploitation, le planteur ne peut se passer de la fumure. La seule fumure pratique et économique en agronomie tropicale, consiste dans l'emploi des engrais verts et des plantes de couverture. Leur utilisation permet au planteur d'enrichir la couche arable en humus et en azote. Les engrais verts apportent également au sol de la potasse, de l'acide phosphorique, de la chaux et de la magnésie, que leurs racines puisent des couches profondes du sous-sol. Est-il besoin d'ajouter que les légumineuses, munies de nodosités radiculaires, sont, en outre, capables de fixer des

quantités appréciables d'azote de l'air. La pratique des plantes de couverture et leur influence sur les réserves en humus et en azote des terres congolaises, ont été étudiées en détails par BEIRNAERT (1941).

Nous avons déjà eu l'occasion de traiter de la réaction du sol comme facteur important dans le choix d'un terrain. En effet, elle peut nous renseigner sur la richesse probable du sol en bases échangeables. De plus, comme nous l'avons vu, il existe une réaction optimum pour certaines cultures tropicales. Il est vrai que l'acidité, tout comme l'alcalinité du sol, peuvent être corrigées, la première par application de chaux ou de carbonate de calcium, la seconde par application de soufre. Mais ces amendements sont coûteux et ne sont guère à conseiller, si l'on se place au point de vue économique. Il vaut beaucoup mieux choisir des terrains à pH convenable.

La détermination des bases échangeables totales et la mesure du pH s'avèrent ainsi d'une utilité incontestable dans le choix d'un terrain. Le prospecteur aura, par conséquent, tout intérêt à les effectuer sur place.

---

### CHAPITRE III.

#### **ANALYSE PHYSIQUE ET CHIMIQUE DU SOL SUR LE TERRAIN**

Le planteur, nous venons de le voir, peut tirer un grand parti de l'étude attentive du sol en place, pour juger de la valeur d'un terrain. Le mieux, cependant, est de confronter ces résultats aux données précises fournies par le laboratoire. Ce sont ces dernières données qui seules, peuvent lever tout doute et éviter toute erreur. La plupart de ces analyses, et les plus intéressantes, comme l'analyse mécanique, la porosité, l'économie d'eau et d'air, la teneur en bases échangeables et la réaction, sont faciles à réaliser, même sur place. Cette façon de procéder est avantageuse, malgré sa complication apparente, car elle facilite énormément la tâche du prospecteur, en lui permettant de poser un diagnostic rapide et suffisamment précis, sur les constantes pédologiques des terrains examinés.

Nous passerons succinctement en revue les principales analyses susceptibles d'être exécutées sur place.



A. — COMPOSITION MÉCANIQUE. Méthode internationale B.

1) BUT ET PORTÉE DE L'ANALYSE MÉCANIQUE.

L'analyse élémentaire vise à déterminer la grandeur et la proportion des particules minérales, c'est-à-dire le caractère sableux, limoneux ou argileux du sol. La classification des particules solides, adoptée par l'Association Internationale de la Science du Sol, est basée sur l'échelle d'ATTERBERG, d'après le tableau suivant :

Groupe des éléments minéraux	Diamètre des particules
Gravier	20 à 2 mm.
Sable grossier	2 à 0,2 mm.
Sable fin	0,2 à 0,02 mm.
Limon	0,02 à 0,002 mm.
Argile	< 0,002 mm.

Nous reproduisons ci-dessous un tableau de DEMOLON (1938, p. 170), comparant la composition mécanique des sols avec la terminologie adoptée en France dans la classification des terres agricoles.

Fractions	Sols argileux	LIMONS		TERRES				
		argileux	sableux	franches	sablo-humifères	argilo-humifères	argilo-calcaires	sablo-calcaires
< 0,002	> 25	15-25	5-10	5-10	1-5	10-25	10-20	< 5
0.002 — 0.02	25-50	25-40	20-30	10-15	10-15	10-20	10-20	5-10
0.02 — 0.2	20-25	20-30	30-40	15-30	15-30	15-30	15-30	15-30
0.2 — 2	< 5	5	10-25	30-50	30-40	5-15	5-15	30-40
Ca CO <sub>3</sub>	< 1	< 1	< 1	1-5	1-3	1-3	5-> 30	5-> 30
Humus	< 2	< 2	< 2	2-5	> 10	> 10	< 2	< 2

D'autres auteurs (LAGATU, KAMERMAN), ont construit des graphiques pour classer les sols.

Pour les sols congolais, il faut exiger, en général, une teneur en matière colloïdale minérale d'au moins 15 à 20 %. Il sera prudent, comme nous l'avons dit précédemment, de ne pas dépasser 60 % d'argile.

2) APPAREILS ET RÉACTIFS :

- 1) Balance (cfr dosage de l'humidité).
- 2) Tamis de 2 mm,

- 3) Vases de Berlin (12), d'une capacité de 400 cc. et d'une hauteur minimum de 10 cm.
- 4) Capsules en porcelaine (12), de 100 à 150 cc.
- 5) Thermomètre ordinaire.
- 6) Siphon en verre.
- 7) Pipette graduée de 10 cc.
- 8) Cylindre gradué de 1000 cc.
- 9) Petite pissette.
- 10) Acide chlorhydrique  $d = 1.19$
- 11) Ammoniaque  $d = 0.90$ .
- 12) Eau oxygénée 100 %.
- 13) Papier de tournesol.
- 14) Eau distillée.

### 3) MODE OPÉRATOIRE :

Peser 30 gr. de terre, séchée et tamisée, dans un vase de Berlin. Ajouter 50 cc. d'eau oxygénée à 6 %, chauffer pendant 20 minutes au bain-marie (réchaud à essence). Si la mousse persiste, ajouter une nouvelle quantité d'eau oxygénée et chauffer. Répéter cette opération jusqu'à disparition complète de la mousse. Laisser refroidir et déposer, puis décantier doucement le liquide et ajouter 250 cc. d'acide chlorhydrique dilué (16 cc. HCl,  $d = 1.19 / 1$  l. d'eau distillée). Faire bouillir pendant 15 minutes, sur bain de sable. Après dépôt complet, décantier doucement, ajouter  $\pm 300$  cc. d'eau distillée, laisser déposer et décantier à nouveau. Répéter cette opération jusqu'à élimination de l'acide (à vérifier par le papier de tournesol). Pratiquement, 3 décantations suffisent. Marquer sur le vase de Berlin, à l'aide d'un crayon gras, un trait correspondant à une hauteur de 10 cm. à partir du fond du récipient et ajouter de l'ammoniaque diluée (8 cc. d' $\text{NH}_4 \text{OH}$ ,  $d = 0.90 / 1$  l. d'eau distillée) jusqu'au trait. Mélanger soigneusement et laisser déposer. Le temps de chute de toutes les particules minérales de diamètre supérieur à celui de l'argile est fonction de la température et de la hauteur de la colonne du liquide. Il est donné, pour une hauteur de 10 cm., dans le tableau suivant :

<i>Températures</i>	<i>Argile</i>
16° C	8 h. 51 min.
18° C	8 h. 24 min.
20° C	8 h. 00 min.
22° C	7 h. 37 min.
24° C	7 h. 16 min.
26° C	6 h. 56 min.
28° C	6 h. 38 min.

Pour une hauteur de 10 cm. et une température de 26° C, il faut donc laisser déposer pendant 6 heures et 56 minutes, avant de siphonner l'eau chargée des particules argileuses. La décantation du liquide se fait à l'aide d'un petit siphon en verre, dont l'extrémité, qui plonge dans le liquide jusqu'à 1 cm. du fond du vase de Berlin, est recourbée vers le haut. Ajouter de nouveau de l'ammoniaque, mélanger, laisser déposer le temps voulu et décanter. Répéter cette opération jusqu'à obtention d'un liquide clair. Recueillir le résidu du vase de Berlin, dans une capsule, par un jet d'eau de la pissette, décanter doucement l'eau surnageante et sécher au soleil ou, mieux encore, à l'étuve à 105° C, jusqu'à poids constant. Calculer le % d'argile.

#### REMARQUES.

1) Le taux d'argile ainsi obtenu ne correspond pas exactement à la teneur réelle en argile du sol. Il comprend également : 1) l'humus (généralement inférieur à 2 %, sauf pour les terres tourbeuses et les sols de montagne) ; 2) les carbonates (leur présence et leur abondance sont à vérifier par l'essai d'effervescence à l'aide d'acide chlorhydrique dilué) et 3) l'eau hygroscopique de l'échantillon séché à l'air libre (elle est d'autant plus élevée que la terre est plus argileuse).

2) Au lieu de calculer le % d'argile par différence, il serait plus logique de recueillir la fraction argileuse dans un récipient quelconque, d'évaporer l'eau jusqu'à obtention de poids constant et de peser directement l'argile. Cette méthode donne des résultats plus exacts mais complique le travail.

#### B. — FACTEUR DE STRUCTURE.

1) BUT ET PORTÉE DE LA DÉTERMINATION DU FACTEUR DE STRUCTURE.

Le facteur de structure constitue une expression de la stabilité des agrégats terreux. Cette stabilité est due à la présence de bases ou de pseudo-sable. Dans les terres pauvres en bases, le facteur de structure fournit une mesure directe de leur teneur en pseudo-sable : ces terres possèdent toujours un facteur de structure très élevé (95 à 100). Dans les terres saturées en bases, ce facteur descend souvent à 70 ou 80.

2) MODE OPÉRATOIRE.

Peser 30 gr. de terre séchée et tamisée, dans une bouteille de 500 cc. Ajouter 250 cc. d'eau distillée, préalablement bouillie et laisser

en contact pendant au moins 24 heures, en agitant fréquemment (toutes les 30 minutes, pendant les 12 dernières heures). Transvaser dans des vases de Berlin de 400 cc., compléter avec de l'eau distillée jusqu'au trait de 10 cm. et continuer comme pour l'analyse mécanique, en remplaçant l'ammoniaque par l'eau distillée et bouillie.

Le facteur de structure s'obtient par la formule suivante :

$$\frac{I - I'}{I} \times 100$$

dans laquelle :

I = % d'argile obtenu avec l'ammoniaque

I' = % d'argile obtenu avec l'eau.

#### REMARQUE.

Le % d'argile, ainsi obtenu, est généralement faible. La pesée directe de l'argile décantée s'impose davantage encore, que pour l'analyse mécanique proprement dite.

### C. — HUMIDITÉ DU SOL.

#### 1) BUT ET PORTÉE DU DOSAGE DE L'HUMIDITÉ.

L'utilité de ce dosage sera différente, d'après les régions et les saisons. Elle sera d'autant plus grande, que la région est plus aride et que la saison sèche est plus avancée. Exécuté à la fin de la saison sèche, ce dosage nous donnera une mesure précise de la capacité de rétention d'eau dans le sol. De plus, il sera toujours intéressant de doser l'humidité de chaque horizon d'un profil typique, afin de rechercher la présence éventuelle de zones nettement plus humides ou plus sèches, ce qui fournira des indications précises sur le caractère homogène ou hétérogène du profil.

#### 2) APPAREILS ET RÉACTIFS.

1) Balance romaine à plateau unique et à curseur, d'une charge de 2 kg. et d'une sensibilité de 100 mg.

2) Pince à creusets.

3) Récipients métalliques (6), d'un diamètre de 5 cm. et d'une hauteur de 2,5 cm., à fond perforé et muni de 4 pieds d'une hauteur de 0,5 cm.

4) Récipients métalliques (6), à fond solide, d'un diamètre de 7,5 cm. et d'une hauteur de 2,5 cm.

5) Filtres d'un diamètre de 5 cm.

6) Alcool méthylique.

3) **MODE OPÉRATOIRE — Méthode BOYOUCOS.**

Couvrir d'un filtre le fond perforé du récipient, mettre le tout dans un récipient à fond solide et peser l'ensemble. Mettre sur le filtre une couche de terre d'une hauteur de 1 cm., ce qui correspond à 20 à 25 gr. de terre et peser à nouveau. Verser lentement sur la terre 25 cc. d'alcool à brûler, laisser percoler et flamber l'alcool. Peser quand la flamme est éteinte. Verser de nouveau 10 à 15 cc. d'alcool, laisser filtrer, flamber et peser. Répéter cette opération jusqu'à obtention de poids constant.

**REMARQUES.**

1. La méthode est applicable à toutes les terres minérales contenant moins de 11 % de matière organique ; donc pratiquement à toutes les terres du Congo.

2. La durée de détermination est de 5 à 10 minutes pour un sable, 10 à 20 minutes pour un limon et 15 à 25 minutes pour une argile.

3. Il est à conseiller de faire chaque dosage en double, ou même en triple.

**D. — POROSITÉ ET ÉCONOMIE DE L'EAU ET DE L'AIR.**

**1) BUT ET PORTÉE DE LA MÉTHODE.**

L'économie de l'eau d'une terre joue un rôle prépondérant dans la réussite des cultures tropicales. Elle est caractérisée par la porosité, c'est-à-dire par les espaces capillaires et supracapillaires du sol. La porosité normale pour quelques types de sols, est donnée dans le tableau suivant :

sables	32 %
limons	35 %
limons argileux	45 %
argiles limoneuses	47 %
argiles	53 %

Ces chiffres ne constituent évidemment que des moyennes et diffèrent considérablement avec l'état d'agrégation et la teneur en humus du sol.

Au Congo, on peut considérer comme bonnes moyennes : 38 à 42 % pour les terres relativement légères (20 à 30 % d'argile) et 45 à 50 % pour les terres lourdes (40 à 50 % d'argile).

La porosité diminue généralement avec la profondeur et peut passer par un minimum dans l'horizon illuvial (s'il existe), surtout quand ce dernier est un peu compact.

Un autre point intéressant à examiner est la capacité de rétention d'eau. Cette dernière, diminuée de l'eau hygroscopique, nous donne l'eau utile. En pays arides, à saison sèche assez prononcée, la teneur en eau utile devra être plus élevée qu'en pays humides, à saison sèche peu marquée. Au Bas-Congo, 20 à 35 % d'eau utile constituent une bonne moyenne pour toutes les cultures. Dans la cuvette centrale, ces chiffres peuvent être moins élevés (15 à 25 %). Notons également, que les diverses cultures tropicales n'ont pas les mêmes exigences à ce point de vue. Ainsi le palmier à huile, la canne à sucre et le cacaoyer demandent plus d'eau que le caféier, l'*Hevea* et le cotonnier.

Mais il ne suffit pas que le sol retienne beaucoup d'eau utile, il faut aussi qu'il soit bien aéré. En général, la capacité minima en air devra être supérieure à 5 %. Une macrostructure de 8 à 15 % constitue une bonne moyenne pour toutes les cultures.

## 2) APPAREILS ET RÉACTIFS.

1) Balance (cfr dosage de l'humidité).

2) Cylindres métalliques (20) solides et à bords tranchants, d'un volume de  $\pm 500$  cc. (c.-à-d. d'un diamètre intérieur de 8 cm. et d'une hauteur de 10 cm.).

3) Cadre métallique, 45  $\times$  45 cm., muni de traverses métalliques de 5 cm. en 5 cm. et couvert par une toile métallique, résistante et bien tendue, à mailles de 1 mm.

4) Bassin métallique, haut de 15 à 20 cm.

5) Éventuellement : un cric démontable (cfr BAEYENS, J., 1938, p. 44 et photo 3), dont la base est munie de deux allonges (l'une mobile et l'autre fixe) et le sommet d'un anneau spécial. Les deux allonges doivent pouvoir glisser l'une dans l'autre, afin de s'adapter à la distance qui sépare les parois opposées de la fosse de profilage (habituellement 100 à 150 cm.). L'anneau métallique, d'une hauteur totale de 4 cm., présente un diamètre intérieur différent aux deux extrémités. Le diamètre intérieur d'une moitié de l'anneau est sensiblement égal au diamètre extérieur des cylindres métalliques. Par contre, le diamètre intérieur de l'autre moitié est exactement le même que celui des cylindres. L'anneau est soudé au cric par l'extrémité à petit diamètre intérieur.

6) Éventuellement : une petite étuve chauffée à l'essence.

## 3) MODE OPÉRATOIRE — Méthode KING-HILGARD.

Prélever dans chaque horizon du profil, des échantillons de terre, à l'aide de cylindres métalliques, dont le poids et le volume sont dé-

terminés d'avance. Enfoncer les cylindres dans la terre, d'une façon régulière à la main ou avec le cric spécial. Couper la terre qui dépasse aux deux extrémités du cylindre. Peser l'ensemble. Mettre le cylindre sur le cadre métallique et placer le tout dans le bassin. Verser de l'eau dans le bassin jusqu'à 2 millimètres du bord supérieur des cylindres. Maintenir le niveau d'eau à hauteur constante. Laisser saturer pendant 2 heures. Retirer le cadre et les cylindres de l'eau et abandonner les échantillons au drainage naturel pendant 24 heures. Empêcher toute évaporation d'eau à la surface des cylindres en les couvrant convenablement (par rondelle en verre ou mieux encore par un couvercle de boîte de PETRI, d'un diamètre de 9 cm.). Débarrasser le cylindre de toutes particules de terre, sécher la terre au soleil ou à l'étuve à 105° C, jusqu'à poids constant et faire les calculs suivants :

- 1)  $CR (\% \text{ poids}) = \frac{(T_{Sa} - T_{Se}) \times 100}{T_{Se}}$
- 2)  $CR (\% \text{ volume}) = CR (\% \text{ poids}) \times DA$
- 3)  $HR (\% \text{ poids}) = \frac{(T_{Hu} - T_{Se}) \times 100}{T_{Se}}$
- 4)  $HR (\% \text{ volume}) = HR (\% \text{ poids}) \times DA$
- 5)  $DA = \frac{T_{Se}}{V}$
- 6)  $P = \frac{K - DA}{K} \times 100$  ou  $100 - \frac{DA \times 100}{K}$
- 7)  $CA = P - CR (\% \text{ volume})$ .

dans lesquels :

CR = capacité de rétention d'eau.

HR = humidité réelle de la terre au moment du profilage.

T<sub>Sa</sub> = poids de terre saturée d'eau.

T<sub>Se</sub> = poids de terre séchée au soleil, ou à l'étuve à 105° C.

T<sub>Hu</sub> = poids de terre humide au moment du profilage.

DA = densité apparente.

P = porosité.

V = volume du cylindre.

K = constante (égale à 2.65 pour les terres minérales).

CA = capacité minima pour l'air.

REMARQUES :

1) Il est à conseiller d'exécuter ces déterminations en double ou même en triple.

2) La terre séchée au soleil contient toujours un certain % d'eau, dont on peut mesurer le taux, par un simple dosage de l'humidité d'après la méthode BOYOUCOS.

3) Les chiffres ainsi obtenus pour la capacité de rétention d'eau sont supérieurs à la capacité de rétention réelle du sol en place.

4) L'eau utile s'obtient en soustrayant de la capacité de rétention d'eau, la teneur en eau hygroscopique. Or, nous savons que cette dernière dépend surtout de la teneur en argile du sol. Pour le Congo, nous pouvons admettre provisoirement les valeurs suivantes (basées sur les données de BAEYENS, J., 1938, p. 64) :

<i>Argile en %</i>	<i>Eau hygroscopique en %</i>
15	3,0
25	4,5
35	6,0
45	9,0
55	11,0

#### E. — ASCENSION D'EAU CAPILLAIRE.

##### 1) BUT ET PORTÉE DE L'ANALYSE.

Les données relatives à l'eau utile sont surtout significatives quand elles sont comparées à la vitesse capillaire de l'eau du sol. En effet, ces deux valeurs doivent être plus ou moins proportionnelles. Une teneur en eau utile élevée, requiert, en même temps, une vitesse capillaire également élevée, faute de quoi, le sol serait sujet au dessèchement en saison sèche.

D'autre part, une terre à haute teneur en eau utile, mais à ascension d'eau capillaire faible, peut être « physiologiquement » paresseuse (BAEYENS, J., 1938, p. 68) : l'eau se déplace avec une telle lenteur que le terrain demeure trop humide, parce que trop compact et mal aéré.

A une teneur en eau utile de 20 à 25 %, doit correspondre une vitesse capillaire de 400 à 600 mm.

##### 2) MODE OPÉRATOIRE.

On utilise des tubes en verre, hauts de 100 cm. et larges de 15 à 20 mm., légèrement évasés à une extrémité et fermés par un morceau de linge. Les tubes sont remplis de terre fine, régulièrement tassée, et mis dans un bassin d'eau dont le niveau est maintenu constant à 0,5 cm. du fond. On mesure la hauteur de l'eau dans les tubes après



20 et 100 heures et l'on calcule la valeur finale d'après les formules suivantes, en admettant que  $x_1$  et  $x_2$  soient les lectures en mm. après 20 et 100 heures :

$$E = \frac{1000}{K} \text{ où } K = \frac{5 b_2 - b_1}{4}$$

$$\text{et } b_1 = \frac{1000}{x_1}$$

$$b_2 = \frac{1000}{x_2}$$

#### F. — BASES ÉCHANGEABLES.

##### 1) BUT ET PORTÉE DU DOSAGE DES BASES ÉCHANGEABLES.

La richesse en bases échangeables d'une terre, nous donne généralement une idée assez exacte de sa teneur, ainsi que de sa réserve, en éléments minéraux facilement assimilables pour les plantes.

Les exigences des diverses cultures tropicales vis-à-vis de la richesse chimique d'un sol peuvent être très différentes. Ainsi, au Bas-Congo, le cacaoyer et la canne à sucre n'ont un bon rendement qu'à partir d'une teneur en bases de 3 M. E. Le caféier et l'*Hevea* se contentent de 1 M. E. et le palmier à huile de 0,5 M. E. (BAEYENS, J., 1938, p. 324).

Dans les conditions de la cuvette centrale, le cacaoyer et le caféier sont également assez exigeants (au moins 1 à 2 M. E.). L'*Hevea* et le palmier à huile, par contre, se comportent très bien dans des terrains ne contenant que 0,2 à 0,3 M. E.

##### 2) APPAREILS ET RÉACTIFS.

- 1) Balance (cfr dosage de l'humidité).
- 2) Petit appareil agitateur à main, d'une capacité de 6 bouteilles.
- 3) Bouteilles à bière (12) de 1000 cc. et (12) de 500 cc.
- 4) Filtres durs.
- 5) Entonnoirs en verre (24).
- 6) Flacons ordinaires en verre de 300 cc. (24).
- 7) Pipettes de 50 cc. (2).
- 8) Ballon jaugé de 500 cc. et ballon jaugé de 250 cc.
- 9) Burette de 50 cc. avec pied métallique et pince.
- 10) Erlenmeyers (24) de 250 cc.
- 11) Solution de chlorure d'ammonium décimale (5,35 gr. de  $\text{NH}_4 \text{Cl}$  / 1 l. d'eau distillée).
- 12) Formol à 40% et neutralisé.

13) Phénolphtaléine.

14) Solution titrée de soude caustique décimale.

### 3) MODE OPÉRATOIRE — Méthode VAGELER.

Peser 50 gr. de terre, séchée et tamisée, et mettre dans une bouteille de 500 cc. Peser ensuite 50 gr. de terre et mettre dans une bouteille de 1000 cc. Ajouter à la première 250 cc. et à la seconde 500 cc. de chlorure d'ammonium décimale. Agiter pendant deux heures et filtrer. Prélever 50 cc. de chaque filtrat et verser dans des Erlenmeyers de 250 cc. Ajouter 10 cc. de formol et quelques gouttes de phénolphtaléine. Titrer avec la solution de soude. Titrer également 50 cc. de la solution de  $\text{NH}_4\text{Cl}$ /10 (essai à blanc). Faire les calculs suivants, sachant que 1 cc. de NaOH normale = 1 M. E. :

CC.NaOH (essai à blanc) — cc.NaOH (250 cc  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) =  $Y_1$

CC.NaOH (essai à blanc) — cc.NaOH (500 cc  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) =  $Y_2$

$$\frac{1000}{Y_1} = b_1; \frac{1000}{Y_2} = b_2; 2b_2 - b_1 = K; \frac{1000}{K} = S$$

Exemple pratique :

essai à blanc = 50 cc. NaOH N/10

$Y_1 = 50 - 48 = 2$  cc. NaOH N/10

$Y_2 = 50 - 48.5 = 1.5$  cc. NaOH N/10

pour 100 gr. de terre nous aurons :

$Y_1 = 2 \times 5 \times 2 = 20$  cc. NaOH N/10

$Y_2 = 1.5 \times 10 \times 2 = 30$  cc. NaOH N/10

et exprimé en M. E. (= NaOH N/10)

$Y_1 = 2$  M. E.

$Y_2 = 3$  M. E.

$S = 6$  M. E.

REMARQUE :

Pour les terres très pauvres en bases échangeables, il est à conseiller de faire l'extraction avec le HCl N/20. Dans ce cas, on peut titrer directement en présence de phénolphtaléine.

### G. — RÉACTION DU SOL.

#### 1) BUT ET PORTÉE DE LA MESURE DU PH.

L'influence de la réaction sur les plantes est généralement admise. Sous ce rapport, il existe des différences nettes entre les diverses cul-

tures tropicales. Le caféier, le cacaoyer et la canne à sucre se comportent le mieux dans des limites de pH assez restreintes. Le palmier à huile et l'*Hevea* par contre, s'adaptent assez bien à des zones de pH assez larges. Il s'agit donc de choisir des terrains dont le pH se rapproche assez bien des optima cités plus haut.

## 2) APPAREILS ET RÉACTIFS.

On se procure facilement dans le commerce un appareil potentiométrique à électrode de verre avec tous ses accessoires.

## 3) MODE OPÉRATOIRE.

Peser 5 gr. de terre dans un godet spécial et ajouter 12,5 cc. d'eau distillée. Attendre jusqu'à ce que la terre soit bien imprégnée d'eau, agiter rapidement, introduire l'électrode de verre et mesurer directement le pH. Pour le fonctionnement de l'appareil consulter le mode opératoire qui accompagne chaque potentiomètre.

## REMARQUE.

Le potentiomètre à électrode à quinhydrone ne permet pas de prendre un pH supérieur à 8,5. De plus, en présence de bioxyde de manganèse, on obtient des résultats fautifs.

## CONCLUSIONS

Nous nous sommes efforcé d'attirer l'attention des planteurs sur l'importance capitale de l'étude du sol en place. Bien des erreurs, commises autrefois, à l'occasion de la mise en culture de terrains impropres à l'exploitation agricole, auraient été évitées par un examen, même superficiel, du profil pédologique et de la répartition des racines dans le sol.

L'étude des caractères morphologiques, physiques et chimiques du sol en place, jointe aux observations d'ordre géologique et botanique, sont de nature à fournir au prospecteur des indications utiles sur la vocation agricole du terrain qu'il se propose de mettre en culture. Là où c'est possible, il est à conseiller de faire quelques analyses sur le terrain même, afin de se former, dès le début, une idée approximative des constantes pédologiques du sol. Les profils les plus typiques seront soigneusement relevés, échantillonnés et envoyés au laboratoire, où l'analyse physique et chimique complète, permettra de les ranger dans la classe de fertilité qui leur convient.

---

## SAMENVATTING

De planters in Belgisch Congo zijn, jammer genoeg, niet steeds voldoende doordrongen van de noodzakelijkheid hun gronden vooraf aan een grondig bodemkundig onderzoek te onderwerpen.

Diep overtuigd van het buitengewoon nut, dat de studie van het grondprofiel ter plaatse alléén reeds biedt, hebben wij in het kort de algemeene richtlijnen aangegeven die den grondslag moeten vormen van het bodemonderzoek ter plaatse.

Door nauwkeurige toepassing dezer grondbeginselen moeten ook nietdeskundigen bij machte zijn grove missingen te voorkomen bij het kiezen van nieuwe gronden.

Nochtans zal het onderzoek van het grondprofiel ter plaatse alléén niet volstaan, ten minste in de meeste gevallen, om een grond naar zijn juiste landbouwkundige waarde te schatten. De bepaling van sommige scheikundige en natuurkundige eigenschappen, o. a. de zuurheidsgraad en de water- en luchthuishouding, is daarom ten zeerste aan te raden. Deze bodemeigenschappen zijn ten andere gemakkelijker ter plaatse zelf te bepalen.

Van de meest voorkomende en tevens kenschetsende profielen van het terrein kunnen dan verder monsters worden genomen en verzonden voor een volledig pedologisch onderzoek.

---

**BIBLIOGRAPHIE.**

1941. AUBERT, G., Les sols de la France d'outre-mer, Paris.
1938. BAEBYENS, J., Les sols de l'Afrique centrale, *Public. Inst. Nat. Étude Agron. Congo belge (I. N. É. A. C.)*, Hors série, Bruxelles.
1941. BEIRNAERT, A., La technique culturale sous l'Équateur, *Public. Inst. Nat. Étude Agron. Congo belge (I. N. É. A. C.)*, Série techn. n° 26, Bruxelles.
1933. CASTAGNOL, E. M., Principes et méthodes de l'étude moderne des sols, *C. R. Inst. Rech. Agr. Indochine*, p. 136.
1936. CLARKE, J. R., The study of the soil in the field, Oxford.
1938. DEMOLON, A., La dynamique du sol, Paris.
1935. ERHART, M., Traité de Pédologie, T. I., Strasbourg.
1937. ERHART, M., Traité de Pédologie, T. II., Strasbourg.
1938. GOEDERT, P., Le régime pluvial au Congo Belge, *Public. Inst. Nat. Étude Agron. Congo belge (I. N. É. A. C.)*, Hors série, Bruxelles.
1939. GROSSKOPF, W., Über Vorerkundung und Bewertung unerschlossener Tropenböden, *Kol. Mitteil. Z. Weltforstwirtschaft*, Bd. II, 2/3, p. 188.
1936. JACKS, G. V., Tropical soils in relation to tropical crops, *Imp. Bur. Soil. Sc., Techn. Comm.* n° 34, Harpenden.
1939. LIVENS, J., Préliminaires sur les constantes pédologiques... in *Rapp. ann. Inst. Nat. Étude agr. Congo belge (I. N. É. A. C.)*, Bruxelles.
1940. LIVENS, J. et FOCAN, F., Notes destinées aux prospecteurs agricoles, *Bull. agric. Congo belge*, XXXI, p. 40.
1934. MOHR, E. C., De Bodem der tropen in het algemeen en die van Ned. Indië in het bijzonder, Amsterdam.
1936. ROBINSON, G. W., Soils, Londres.
1937. VAGELER, P. et de CAMARGO, TH., Probleme der tropischen und subtropischen Bodenkunde, *Bodenk. u. Pfl.*, XLIX, 3/4, p. 49.
1938. VAGELER, P., Grundriss der tropischen und subtropischen Bodenkunde, Berlin.
1940. VAGELER, P., Sachgemässe Entnahme von Bodenproben, *Mitteil. Deutsch. Kolon. Unternehmungen*, II, p. 15.
1936. WAKSMAN, S. A., Humus, Baltimore.
-

# PUBLICATIONS DE L'INÉAC

Les publications de l'INÉAC peuvent être échangées contre des publications similaires et des périodiques émanant des Institutions belges ou étrangères. S'adresser, 14, rue aux Laines, Bruxelles. Elles peuvent être obtenues moyennant versement du prix de vente au n° 8737 du compte chèques postaux de l'Institut.

Les études sont publiées sous la responsabilité de leurs auteurs.

## SÉRIE SCIENTIFIQUE

- N° 1. LEBRUN, J. Les essences forestières des régions montagneuses du Congo oriental. 264 pp., 28 fig., 18 pl., 25 fr., 1935.
- N° 2. STEYAERT, R. L. Un parasite naturel du *Stephanoderes*. *Le Beauveria bassiana* (BALS.) VUILLEMIN. 46 pp., 16 fig., 5 fr., 1935.
- N° 3. GHESQUIÈRE, J. État sanitaire de quelques palmeraies de la province de Coquilhatville. 40 pp., 4 fr., 1935.
- N° 4. D<sup>r</sup> STANER, P. Quelques plantes congolaises à fruits comestibles. 56 pp., 9 fig., 9 fr., 1935.
- N° 5. BEIRNAERT, A. Introduction à la biologie florale du palmier à huile. 42 pp., 28 fig., 12 fr., 1935.
- N° 6. JURION, F. La brûlure des caféiers. 28 pp., 30 fig., 8 fr., 1936.
- N° 7. STEYAERT, R. L. Étude des facteurs météorologiques régissant la pullulation du *Rhizoctonia solani* Kühn sur le cotonnier. 27 pp., 3 fig., 6 fr., 1936.
- N° 8. LEROY, J. V. Observations relatives à quelques insectes attaquant le caféier. 30 pp., 9 fig., 10 fr., 1936.
- N° 9. STEYAERT, R. L. Le port et la pathologie du cotonnier. — Influence des facteurs météorologiques. 32 pp., 11 fig., 17 tabl., 15 fr., 1936.
- N° 10. LEROY, J. V. Observations relatives à quelques hémiptères du cotonnier. 20 pp., 18 pl., 9 fig., 35 fr., 1936.
- N° 11. STOFFELS, E. La sélection du caféier *arabica* à la station de Mulungu (Premières communications). 41 pp., 22 fig., 12 fr., 1936.
- N° 12. OPSOMER, J. E. Recherches sur la « Méthodique » de l'amélioration du riz à Yangambi. I. La technique des essais. 25 pp., 2 fig., 15 tabl., 15 fr., 1937.
- N° 13. STEYAERT, R. L. Présence du *Sclerospora Maydis* (Rac.) PALM (*S. javanica* PALM) au Congo belge. 16 pp., 1 pl., 5 fr., 1937.
- N° 14. OPSOMER, J. E. Notes techniques sur la conduite des essais avec plantes annuelles et l'analyse des résultats. 79 pp., 16 fig., 20 fr., 1937.
- N° 15. OPSOMER, J. E. Recherches sur la « Méthodique » de l'amélioration du riz à Yangambi. II. Études de biologie florale. — Essais d'hybridation. 39 pp., 7 fig., 10 fr., 1938.
- N° 16. STEYAERT, R. L. La sélection du cotonnier pour la résistance aux stigmato-mycoses. 29 pp., 10 tabl., 8 fig., 9 fr., 1939.
- N° 17. GILBERT, G. Observations préliminaires sur la morphologie des plantules forestières au Congo belge. 28 pp., 7 fig., 10 fr., 1939.
- N° 18. STEYAERT, R. L. Notes sur deux conditions pathologiques de l'*Elaeis guineensis*. 13 pp., 5 fig., 4 fr., 1939.
- N° 19. HENDRICKX, F. Observations sur la maladie verruqueuse des fruits du caféier. 11 pp., 1 fig., 3 fr., 1939.
- N° 20. HENRARD, P. Réaction de la microflore du sol aux feux de brousse. Essai préliminaire exécuté dans la région de Kisantu. 23 pp., 6 fr., 1939.
- N° 21. SOYER, D. La « rosette » de l'arachide. Recherches sur les vecteurs possibles de la maladie. 23 pp., 7 fig., 11 fr., 1939.

- N° 22. FERRAND, M. Observations sur les variations de la concentration du latex in situ par la microméthode de la goutte de latex. 33 pp., 1 fig., 12 fr., 1941.
- N° 23. WOUTERS, W. Contribution à la biologie florale du maïs. Sa pollinisation libre et sa pollinisation contrôlée en Afrique centrale. 51 pp., 11 fig., 14 fr., 1941.
- N° 24. OPSOMER, J.-E. Contribution à l'étude de l'hétérosis chez le riz. 30 pp., 1 fig., 12 fr., 1942.

### SÉRIE TECHNIQUE

- N° 1. RINGOET, A. Notes sur la préparation du café. 52 pp., 13 fig., 5 fr., 1935. (*épuisé*).
- N° 2. SOYER, L. Les méthodes de mensuration de la longueur des fibres du coton. 27 pp., 12 fig., 3 fr., 1935.
- N° 3. SOYER, L. Technique de l'autofécondation et de l'hybridation des fleurs du cotonnier. 19 pp., 4 fig., 2 fr., 1935.
- N° 4. BEIRNAERT, A. Germination des graines du palmier *Elaeis*. 39 pp., 7 fig., 8 fr., 1936.
- N° 5. WAELKENS, M. Travaux de sélection du coton. 107 pp., 23 fig., 15 fr., 1936.
- N° 6. FERRAND, M. La multiplication de l'*Hevea brasiliensis* au Congo belge. 34 pp., 11 fig., 12 fr., 1936.
- N° 7. REYSENS, J. L. La production de la banane au Cameroun. 22 pp., 20 fig., 8 fr., 1936.
- N° 8. PITTEBY, R. Quelques données sur l'expérimentation cotonnière. — Influence de la date des semis sur le rendement. — Essais comparatifs. 61 pp., 47 tabl., 23 fig., 25 fr., 1936.
- N° 9. WAELKENS, M. La purification du Triumph Big Boll dans l'Uele. 44 pp., 22 fig., 15 fr., 1936.
- N° 10. WAELKENS, M. La campagne cotonnière 1935-1936. 46 pp., 9 fig., 12 fr., 1936.
- N° 11. WILBAUX, R. Quelques données sur l'épuration de l'huile de palme. 16 pp., 6 fig., 5 fr., 1937.
- N° 12. STOFFELS, E. La taille du caféier *arabica* au Kivu. 34 pp., 22 fig., 8 photos et 9 planches, 15 fr., 1937.
- N° 13. WILBAUX, R. Recherches préliminaires sur la préparation du café par voie humide. 50 pp., 3 fig., 12 fr., 1937.
- N° 14. SOYER, L. Une méthode d'appréciation du coton-graines. 30 pp., 7 fig., 9 tableaux, 8 fr., 1937.
- N° 15. WILBAUX, R. Recherches préliminaires sur la préparation du cacao. 71 pp., 9 fig., 20 fr., 1937.
- N° 16. SOYER, D. Les caractéristiques du cotonnier au Lomami. Étude comparative de cinq variétés de cotonniers expérimentées à la station de Gandajika. 60 pp., 14 fig., 3 pl., 24 tabl., 20 fr., 1937.
- N° 17. RINGOET, A. La culture du quinquina. Possibilités au Congo belge. 40 pp., 9 fig., 10 fr., 1938.
- N° 18. GILLAIN, J. Contribution à l'étude des races bovines indigènes au Congo belge. 33 pp., 16 fig., 10 fr., 1938.
- N° 19. OPSOMER, J. E. et CARNEWAL, J. Rapport sur les essais comparatifs de décorticage de riz exécutés à Yangambi en 1936 et 1937. 39 pp., 6 fig., 12 tabl. hors texte, 8 fr., 1938.
- N° 20. LECOMTE, M. Recherches sur le cotonnier dans les régions de savane de l'Uele. 38 pp., 4 fig., 8 photos, 12 fr., 1938.
- N° 21. WILBAUX, R. Recherches sur la préparation du café par voie humide. 45 pp., 11 fig., 15 fr., 1938.

- N° 22. BANNEUX, L. **Quelques données économiques sur le coton au Congo belge,**  
46 pp., 14 fr., 1938.
- N° 23. GILLAIN, J. **« East Coast Fever ». Traitement et immunisation des bo-**  
**vidés.** 32 pp., 14 graphiques, 12 fr., 1939.
- N° 24. STOFFELS, E. H. J. **Le quinquina.** 51 pp., 21 fig., 3 pl., 12 tabl., 18 fr., 1939.
- N° 25a. FERRAND, M. **Directives pour l'établissement d'une plantation d'*Hevea***  
**greffés au Congo belge.** 48 pp., 4 pl., 13 fig., 15 fr., 1941.
- N° 25b. FERRAND, M. **Aanwijzingen voor het aanleggen van een geënte *Hevea* aan-**  
**planting in Belgisch-Congo.** 51 pp., 4 pl., 13 fig., 15 fr., 1941.
- N° 26. BEIRNAERT, A. **La technique culturale sous l'Équateur.** xi-86 pp., 1 portrait  
héliog., 4 fig., 22 fr.
- N° 27. LIVENS, J. **L'étude du sol et sa nécessité au Congo belge.** 53 pp., 1 fig.,  
16 fr., 1943.

### HORS SÉRIE

- \* \* \* **Renseignements économiques sur les plantations du secteur**  
**central de Yangambi.** 24 pp., 3 fr., 1935.
- \* \* \* **Rapport annuel pour l'Exercice 1936.** 143 pp., 48 fig., 20 fr., 1937.
- \* \* \* **Rapport annuel pour l'Exercice 1937.** 181 pp., 26 fig., 1 carte  
hors texte, 20 fr., 1938.
- \* \* \* **Rapport annuel pour l'Exercice 1938 (1<sup>re</sup> partie).** 272 pp.,  
35 fig., 1 carte hors texte, 35 fr., 1939.
- \* \* \* **Rapport annuel pour l'Exercice 1938 (2<sup>e</sup> partie.)** 216 pp.,  
25 fr., 1939.
- \* \* \* **Rapport annuel pour l'Exercice 1939.** 301 pp., 2 fig., 1 carte  
hors texte, 35 fr., 1941.
- GOEDERT, P. **Le régime pluvial au Congo belge.** 45 pp., 4 tableaux, 15 plan-  
ches et 2 graphiques hors texte, 30 fr., 1938.
- BELOT, R. M. **La sériciculture au Congo belge.** 148 pp., 65 fig., 15 fr., 1938.
- BAEYENS, J. **Les sols de l'Afrique centrale et spécialement du Congo belge.**  
Tome I. Le Bas-Congo. 375 pp., 9 cartes, 31 fig., 40 photos, 50 ta-  
bleaux, 150 fr., 1938.
- LEBRUN, J. **Recherches morphologiques et systématiques sur les caféiers**  
**du Congo.** 183 pp., 19 pl., 80 fr., 1941.

---



---

### FICHES BIBLIOGRAPHIQUES

Les fiches bibliographiques éditées par l'Institut peuvent être distribuées au public, moyennant un abonnement annuel de 300 francs (Pour l'étranger, port en plus). Cette documentation bibliographique est éditée bimensuellement, en fascicules d'importance variable, et comprend environ 3.000 fiches chaque année. Elle résulte du recensement régulier des acquisitions des bibliothèques de l'Institut qui reçoivent la plupart des publications périodiques et des ouvrages de fonds, intéressant la recherche agronomique en général et plus spécialement la mise en valeur agricole des pays tropicaux et subtropicaux.

Outre les indications bibliographiques habituelles, ces fiches comportent un indice de classification (établi d'après un système empirique calqué sur l'organisation de l'Institut) et un compte rendu sommaire en quelques lignes.

Un fascicule-spécimen peut être obtenu sur demande.









**B. COMITÉ DE DIRECTION.**

*Président :*

- M. CLAESSENS, J.**, Directeur Général Honoraire du Service de l'Agriculture au Ministère des Colonies.

*Membres :*

- MM. ANTOINE, V.**, Professeur à l'Institut Agronomique de l'Université de Louvain ;  
**FALLON (Baron F.)**, Directeur Honoraire au Ministère des Colonies ;  
**HAUMAN, L.**, Professeur à l'Université de Bruxelles ;  
**MARCHAL, É.**, Professeur à l'Institut Agronomique de l'État à Gembloux ;  
**VAN DEN ABEELE, M.**, Directeur Général de l'Agriculture, Élevage et Colonisation au Ministère des Colonies ;  
**VAN STRAELEN, V.**, Directeur du Musée Royal d'Histoire Naturelle de Belgique

**C. DIRECTEUR GÉNÉRAL.**

- M. CLAESSENS, J.**, Directeur Général Honoraire du Service de l'Agriculture au Ministère des Colonies.
-

**Autorisation N° 1672**