50376
1961
16

Numéro d'ordre

Exclu du prêt.

50.376
1961
16

THESES

PRESENTEES A LA FACULTE DES SCIENCES DE LILLE

POUR OBTENIR LE TITRE DE DOCTEUR

DE L'UNIVERSITE DE LILLE

(mention Sciences)

par

Ahmad KALANTARI

Chargé de cours à l'Université
de Tabriz, Iran.

PREMIERE THESE

Etude phytopédologique

DEUXIEME THESE

BIBLIOTHÈQUE LILLE UNIVERSITAIRE

Soutenues le devant la Commission d'examen.

MM. Prof. Président

Prof.)
)Examinateurs
Prof.)

S O M M A I R E

I - Introduction
II - Données générales
II 1. Géographie
II 2. Géologie
II 3. Topographie
II 4. Climat
II 5. Hydrologie
III - Pédologie
IV - Flore et végétation
V - Système radiculaire
VI - Discussion et conclusion
VII - Bibliographie
VIII - Index

"Pour commander la nature,
il faut d'abord obéir à ses lois."
François Bacon.

I : INTRODUCTION

En 1600, Olivier de Serre proclamait :

"La Cognoissance du naturel des terroirs que nous voulons cultiver est le fondemant de l'agriculture."

Il en est de même actuellement. En effet, pour obtenir un maximum de rendement, il faut connaître la biologie de la plante, le milieu dans lequel elle se développe, c'est-à-dire le sol et le climat. Or, dans beaucoup de régions situées dans des pays en pleine évolution agricole, aucune étude botanique et pédologique n'est effectuée ; nous pouvons situer l'Iran parmi ces pays.

Il est naturel que l'attention des agronomes se soit portée dès l'abord à la connaissance des données climatériques et à l'étude phytopédologique.

C'est dans ce but, et pour nous initier, que nous avons entrepris ce travail dans une région où aucun travail phytopédologique n'a été effectué.

Après avoir fait une étude botanique et pédologique, nous avons procédé à des examens du système radiculaire dont l'importance est primordiale en agronomie.

Nous souhaitons que ce travail puisse être utile sur place, et,par analogie, contribuer à la connaissance phytopédologique de certaines régions de mon pays.

Nous exprimons notre reconnaissance et nous adressons nos remerciements :

à l'Institut Français de Coopération Technique qui a obtenu notre détachement temporaire auprès de la Faculté d'Agriculture de l'Université de Tabriz, en vue de notre formation scientifique ;

à Monsieur Pierre FIVEL, notre collègue français, délégué de l'Institut Français de Coopération Technique, avec lequel j'ai eu le plaisir de collaborer pendant deux années académiques pour assurer l'enseignement de l'agriculture générale et spéciale à la Faculté d'Agriculture de Tabriz ;

à Monsieur BALLOT, délégué général de l'Institut Français de Coopération Technique ;

à Madame HOCQUETTE, de l'Institut Botanique de l'Université de Lille ;

à Monsieur Paul CARTON, de l'Académie des Sciences d'outre-mer, Directeur Honoraire de l'Ecole Supérieure d'application d'agriculture tropicale et Administrateur délégué de l'Institut Français de Coopération Technique ;

à Monsieur BLAIS, Directeur de l'Institut National Agronomique qui n'a cessé de s'intéresser et de s'occuper de l'organisation de nos études ;

à Monsieur le Professeur HOCQUETTE, Directeur de l'Institut Agricole de l'Université de Lille et Directeur de l'Institut botanique de la Faculté des Sciences, qui a bien voulu nous honorer en nous accueillant et en acceptant d'être notre Directeur d'étude.

Pendant toute la durée de nos études et recherches, Monsieur le Professeur HOCQUETTE n'a cessé de nous guider et de nous prodiguer ses conseils éclairés. Nous souhaitons ardemment qu'il trouve dans ce travail l'espoir qu'il avait fondé et, par là, nos remerciements et l'expression de notre plus grande reconnaissance et gratitude.

II : DONNEES GENERALES

II 1 - Géographie
II 2 - Géologie
II 3 - Topographie
II 4 - Climat
II 5 - Hydrologie

II 1 : GEOGRAPHIE

La région qui fait l'objet de notre étude est située dans la Province du Hainaut.

A mi-distance entre Mons et Tournai, au sud de Beloeil et au nord de Ville-Pommerœul et enfin à l'est de Grandglise et Stambruges et à l'ouest de Sirault s'étend une vaste région couverte de bois, de cultures, de landes et de bruyères.

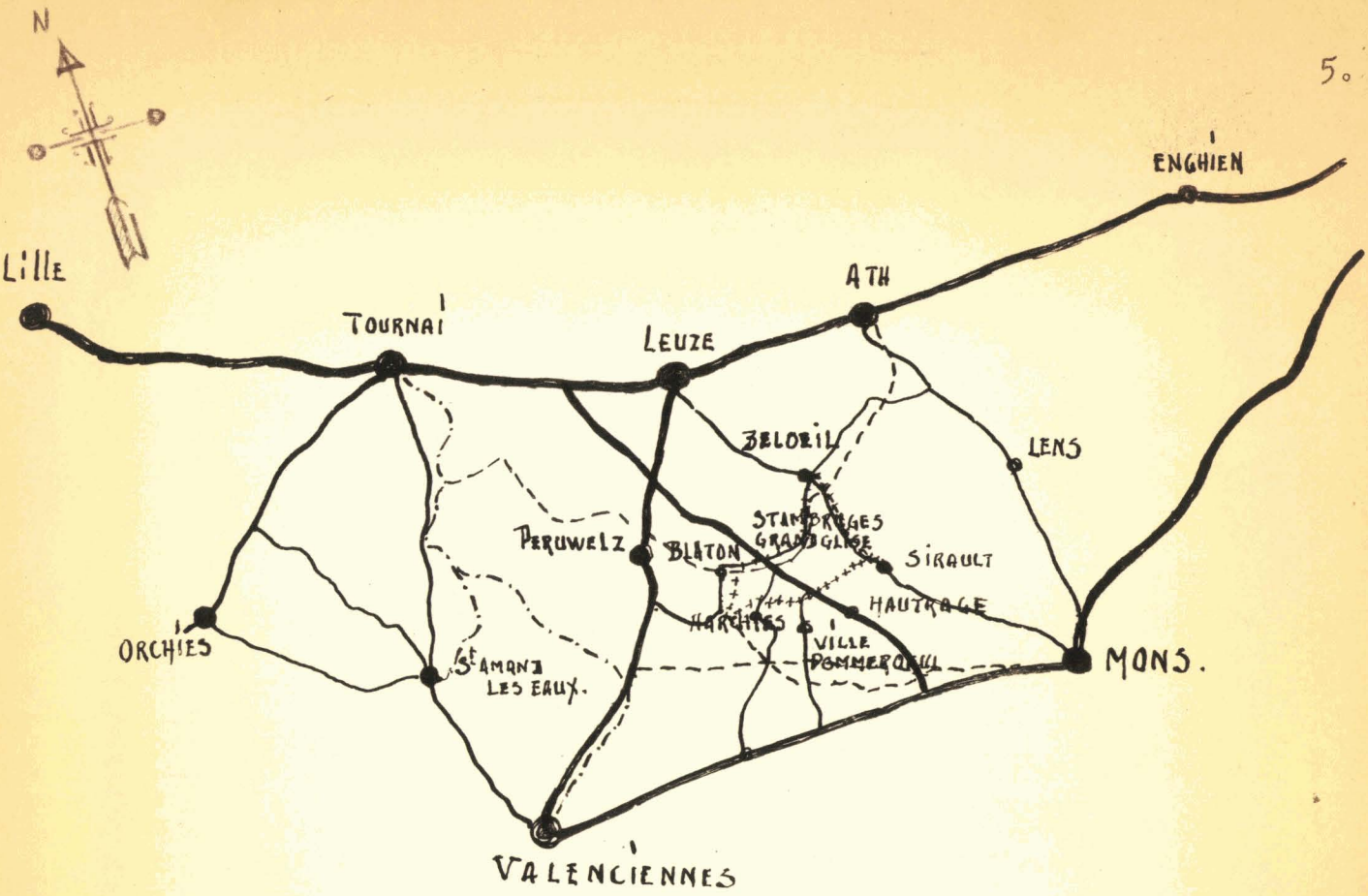
Du nord au sud-ouest, le canal de Blaton sert de bordure à cet immense parc naturel.

Cet ensemble a approximativement une superficie totale de mille deux cent cinquante-six hectares (1.256 ha) répartis comme suit :

superficie totale des terres agricoles: 448 Ha
superficie totale des bois : 808 Ha,

soit environ 64,1 % de bois pour 35,9 % de terre de culture.

Les deux régions de Stambruges et Grandglise sont géologiquement et géographiquement semblables. L'on y rencontre des armes et outils en pierre polie datant de la plus haute antiquité et, de nos jours, les promeneurs trouvent encore des silex éclatés ou des pierres provenant de l'atelier aurignacien qui se trouvait dans les environs.



ECHELLE : $\frac{1}{420.000^{e}}$

_ CARTE GEOGRAPHIQUE _

LÉGENDE

- ▬▬ ROUTES PRINCIPALES
- —— ROUTES SECONDAIRES
- - - - CANAL
- —·—·— ESCAUT
- ++++ LIMITE DE LA RÉGION ETUDIÉE

BU LILLE

La mer de sable ou mer de Stambruges qui se trouve dans les environs immédiats ressemble, dit-on, d'une manière quasi exacte aux plages du Pacifique. Elle est en forme de crique en pente douce surplombée de forêts épaisses d'un vert sombre. A cet endroit se trouvait un immense étang marécageux dont Stambruges tire son nom directement issu du latin, stagnum: étang et brussica: bruyères.

A Grandglise, dont l'origine est un peu plus récente, on retrouve des vestiges d'édifices bâtis en pierre de sable que l'on extrait encore de nos jours à quelques centaines de mètres du bois. Ce matériau se patine de vert avec le temps et donne un aspect vieillot à la région.

II 2 : GEOLOGIE

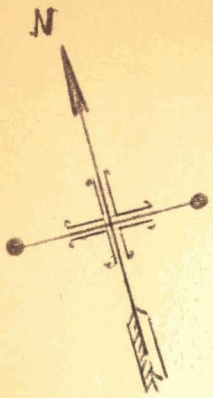
La formation géologique de la région est caractérisée par des terrains appartenant à l'ère primaire et à l'ère tertiaire.

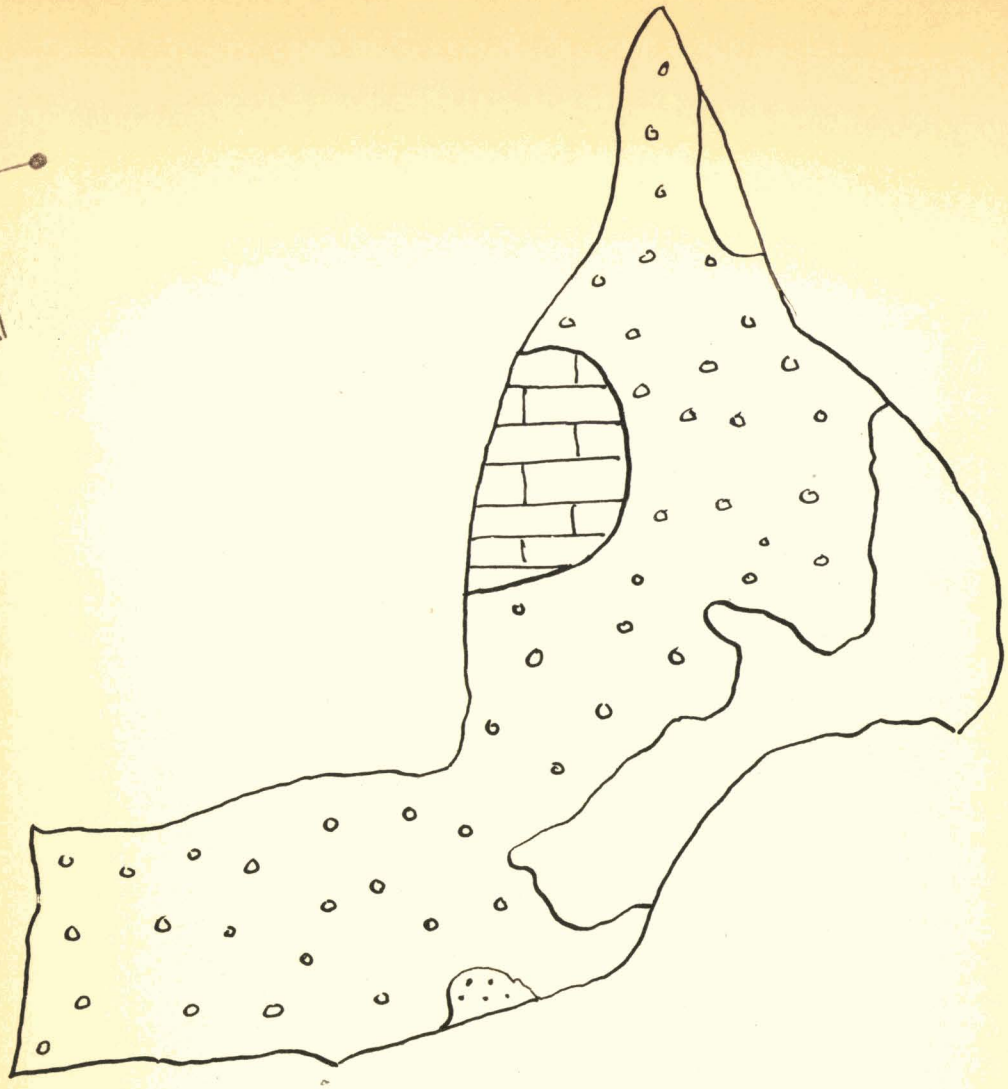
Au nord de Stambruges, le substrat profond est formé par une couche primaire de l'étage viséen constitué par la calcaire carbonifère.

Sous l'influence de l'acide carbonique, cette roche s'est altérée superficiellement par décalcarification, "c'est la raison pour laquelle on trouve une acidité allant de 4 à 5 dans cette partie." Il s'agit donc d'une solubilisation de carbonate insoluble en bicarbonate soluble suivant la formule suivante :

$$Co^2 + H^2O + Co^3Ca \longrightarrow (Co^3)^2\ Ca\ H^2$$

Dans l'étage moyen ou houiller proprement dit du système carbonifère houiller, une petite superficie est occupée par des phtamites, par du schiste siliceux et par du grès blanc.





CARTE GEOLOGIQUE

LÉGENDE

- GROUPE PRIMAIRE
- SYSTEME CARBONIFERE HOUILLER.
- ETAGE MOYEN ou HOUILLER PROPREMENT DIT
- ETAGE VISÉEN, CALCAIRE CARBONIFER.
- GROUPE TERTIAIRE
- SYSTEME EOCEN
- ETAGE YPRESIEN
- ETAGE LANDENIEN

ECHELLE 1/40.000.

BU LILLE

Dans les groupes primaires, nous pouvons distinguer l'existence de terrains éocènes dans lesquels sont présents les étages suivants :

étage yprésien formé d'argile plastique ou finement sableuse occupant une partie du nord, de l'est et du sud-est de la région ;

étage landenien recouvrant la majeure partie de la région, visible du nord au sud.

Le substrat tertiaire est un sable blanchâtre glauconeux. A ces derniers sont associées d'importantes formations gréseuses (les grés se prolongent au-delà de la frontière belge et se trouvent également dans les régions de Raismes et de Saint-Amand).

D'après Fourmarier, ce développement gréseux peut atteindre 10 M.

On a observé deux variétés de grés :

- grès de Blaton, à ciment parfois quartzitique, en général opalifère ;
- grès de Grandglise, à ciment limonitique et opalifère, fortement bigarrés.

Les sables landeniens sont actuellement utilisés en construction et en métallurgie, ainsi que les grés de Grandglise et de Blaton qui font également l'objet d'une exploitation intensive. Les bancs supérieurs très fendillés ont livré des moellons plats de la forme d'une brique pour la construction. Les bancs massifs permettant de retirer de grandes pierres sont utilisés pour les édifices publics. Les grés bigarrés de Grandglise sont utilisés également comme pierre d'ornement intérieur et comme moellon de pavement.

Sablière à Grandglise

L'exploitation des sables et grés de Grandglise se poursuit actuellement mais à un rythme ralemti.

II 3 : TOPOGRAPHIE

Le microrelief du terrain dans la partie nord est mollement ondulé ou plat, avec une altitude de 60 à 70 Mètres en moyenne.

La partie centrale et le sud sont caractérisés par un relief ondulé et vallonné. On remarque également quelques petites buttes sableuses et des dépressions comblées en grande partie par des matériaux sableux au fond desquelles peuvent exister des cuvettes tourbeuses.

Cette partie est caractérisée par une altitude variant de 50 à 98 M et une dénivellation pouvant atteindre jusqu'à 40 Mètres.

II 4 : CLIMAT

Nous constatons qu'à chacun des groupes de sols correspond une région climatique possédant des caractéristiques bien déterminées.

Climat de la région limon sableux (1)

Température moyenne annuelle :	9° - 9,5°C
" " de janvier:	2,5° - 3°C
" " de juillet :	16,5° - 17,5°C
Période sans gelée :	170 - 190 jours
Précipitations annuelles :	750 - 800 mm

Climat de la région sablo-limoneuse

Température moyenne annuelle :	9° - 10 ° C
" " de janvier :	2,5° - 3° C
" " de juillet :	17° - 18° C
Période sans gelée :	210 jours
Précipitations annuelles :	750 - 800 mm

Climat de la région sableuse

Température moyenne annuelle :	9,5° C
" " de janvier :	3 ° C
" " de juillet :	17° C
Période sans gelée :	170 - 180 jours
Précipitations annuelles :	800 mm

Les données climatiques sont toutefois à peu près identiques et le district étudié se trouve, évidemment, dans une région tempérée et humide.

II 5 : HYDROLOGIE

La partie nord de la région, plate ou très mollement ondulée, est caractérisée par certains sols excessivement humides et boueux au printemps.

Ces sols ont leurs niveaux d'eau très proches de la surface, et parfois avec de l'eau stagnante dans certains endroits.

Dans les buttes et les dos, la nappe phreatique n'atteint jamais le solum et affecte seulement l'horizon C.

(1) Voir la carte de classification physique du sol.

La présence d'un niveau d'eau à faible profondeur du sol et ses variations saisonnières créent ainsi une zone alternativement réductrice et oxydante.

On distingue les zones réductrices dans le profil du sol par leur teinte bleu verdâtre ou bleu gris; c'est le gley. Cette zone est le témoignage d'un engorgement en eau régulière pendant lequel il y a une transformation du fer et du manganèse qui passe respectivement des valences 3 ou 4 à la valence 2; il y a donc une réduction et un manque total de condition aérobie. Ces horizons sont défavorables au développement du végétal en provoquant l'intoxication du système radiculaire.

Le fer s'oxyde lorsque les conditions d'anaérobiose ainsi créées ont disparu et donnent une couche ocreuse qui témoigne entre autre autre de l'état de l'eau dans le sol.

Dans les dépressions où la nappe d'eau est assez superficielle, il y a également des sols manquant totalement de conditions aérobies à une certaine profondeur.

Du nord à l'ouest existent des sols très humides subissant l'influence du canal de Blaton et, dans les autres parties, on trouve des terres assez humides ou assez sèches, c'est-à-dire qu'entre ces deux extrêmes existe une région de transition.

+++++++++

III : PEDOLOGIE

III 1 - Prélèvement d'échantillons de terre.
III 2 - Mesure du pH.
III 3 - Dosage de calcaire total.
III 4 - Dosage d'humus.
III 5 - Analyse granulométrique.

III : PEDOLOGIE

Pour la classification physique ou agronomique des sols, on a recours à des analyses physiques et chimiques des sols.

Nous avons choisi pour les analyses que nous avons effectuées sur de nombreux échantillons les méthodes d'analyses internationales qui sont d'ailleurs adoptées par beaucoup de laboratoires pédologiques de différents pays.

Au cours de nos travaux de laboratoire, nous avons observé et rencontré des difficultés, tant au point de vue technique des méthodes qu'au point de vue des précautions à prendre.

Avant de commencer à étudier la systématique des sols de notre région, nous pensons que les résultats de nos mesures de pH trouveront bien leur place ici, ce qui nous permettra d'avoir une idée sur l'état du complexe absorbant de nos sols et caractérisera également leur état et la nature de la végétation.

En conséquence, outre les analyses nécessaires pour la classification des sols, nous ajouterons la mesure de pH.

III 1 : PRELEVEMENT D'ECHANTILLONS DE TERRE

Le prélèvement d'échantillons est une opération d'importance capitale pour l'exactitude des analyses et, par conséquent, pour l'interprétation des résultats.

Au début du travail, on divise l'ensemble de la région en autant de carrés sur la carte où l'on désire obtenir des précisions. Pour chaque carré ainsi délimité correspondront des sondages et des observations sur place concernant les propriétés physiques et chimiques des sols, ce qui nous permettra de présenter à l'analyse un échantillon très représentatif de la terre à étudier.

Pour le prélèvement de la terre, deux cas sont à considérer :

III.1.1. La terre est régulière ou homogène.

La terre régulière est définie par son manteau végatal, c'est-à-dire l'aspect de la végétation, l'existence de mauvaises herbes s'il s'agit de cultures, la présence des plantes calcicoles et calcifuges, les maladies physiologiques et cryptogamiques, la levée et croissance normales (production) des végétaux, l'humidité, le drainage, les dénivellations, l'aération.

La définition générale de la terre régulière sera alors :

Une terre est régulière quand elle présente une homogénéité parfaite tant au point de vue de ses propriétés physiques qu'au point de vue de sa production.

Le prélèvement d'échantillons s'effectue soit à la bêche, soit à la sonde.

Si le prélèvement s'effectue à la bêche, on réunira les différentes prises dans un récipient bien propre (dans un seau par exemple) pour déposer ce dernier à un

endroit du champ où la surface aura été préalablement débarrassée de végétation. On procède alors au mélange intime. Plusieurs brassages sont indispensables. On prélève de ce mélange environ 1 Kg à 500 gr si le sol ne contient pas de graviers et on l'introduit dans un emballage très propre n'ayant pu contenir de produits chimiques, d'engrais, en particulier, ou d'autres produits susceptibles d'influencer l'échantillon.

Le prélèvement d'échantillon à la sonde a l'avantage de supprimer un certain nombre d'opérations, comme le mélange et le brassage de la terre; par conséquent, avec la sonde, le travail s'effectue proprement et rapidement.

La sonde que nous avons utilisée pour nos prélèvements est caractérisée par :

- Longueur totale : 85 cm
- Diamètre : 2,2 cm
- Longueur du manche: 14 cm
- Distance de la pédale jusqu'au bout de la sonde : 25,5 cm
- Longueur de la pédale: 8 cm
- Longueur du sillon : 25 cm
- Largeur du sillon : 1,2 cm
- Profondeur du sillon: 0,9 cm

Sonde pour prélèvement d'échantillons de sols

Pour le prélèvement d'échantillons, il suffit de faire pénétrer la sonde dans la terre en appuyant sur la pédale et en lui imprimant un mouvement de rotation d'un quart de cercle. On retire la sonde et, à l'aide d'un canif ou d'un tournevis, on enlève la terre ainsi prélevée qui se trouve à l'intérieur du sillon de la sonde. Cette terre est mise dans un sac en plastic ou en calicot, ou bien dans des boîtes en carton; de cette manière, on introduit les terres prélevées dans un des récipients cités ci-dessus et la terre est prête à être expédiée aux laboratoires d'analyses.

Nous avons utilisé des boîtes en carton qui sont caractérisées par leur forme de parallélipipède-rectangle ayant les dimensions suivantes :

Longueur : 14 cm
Largeur : 8 cm
Profondeur : 5 cm

Avec la sonde décrite précédemment, ces boîtes ont une capacité de 20 sondages.

Lorsque le prélèvement de terre est terminé, on indique sur une carte les renseignements concernant :

- la date et le lieu du prélèvement ;
- le numéro d'échantillon ;
- les observations: état du sol, végétation, et d'autres remarques pouvant intéresser l'analyse.

Les opérations qui suivent le prélèvement sont, par ordre chronologique: le séchage à l'air libre de l'échantillon; on étale la terre sur des cartons et on la dispose sur des étagères.

Après le séchage et le rejet des particules grossières (gravier, cailloux), on effectue le tamisage sur des tamis de 2 mm secoués mécaniquement, soit au tamis métallique. Le terre obtenue après le tamisage est appelée la terre fine dont les éléments, inférieurs à 2 mm, sont prêts à l'analyse.

III.12) La terre est hétérogène ou irrégulière

Pour la terre hétérogène, il faut procéder à la prise d'un échantillon pour chacun des états différents.

III 2 : MESURE DU pH

Nous avons préféré, pour mesurer les réactions des sols, la méthode électrométrique à la colorimétrique. La première est plus précise mais elle nécessite que les opérations soient effectuées au laboratoire (1).

(1) Actuellement, il existe des pHmètres portatifs permettant la mesure du pH sur place.

La technique des opérations est très simple. On opère comme suit :

III.21) pH K Cl N/10

- Prise d'échantillon 10 gr.
- Introduire la terre dans un bêcher de 50 ml
- Additionner 20 ml de 16 Cl N/10
- Mélanger
- Laisser reposer pendant une heure
- Mesure du pH à l'aide du pHmètre qui doit être réglé à chaque série de mesure.

III.22) pH acétate

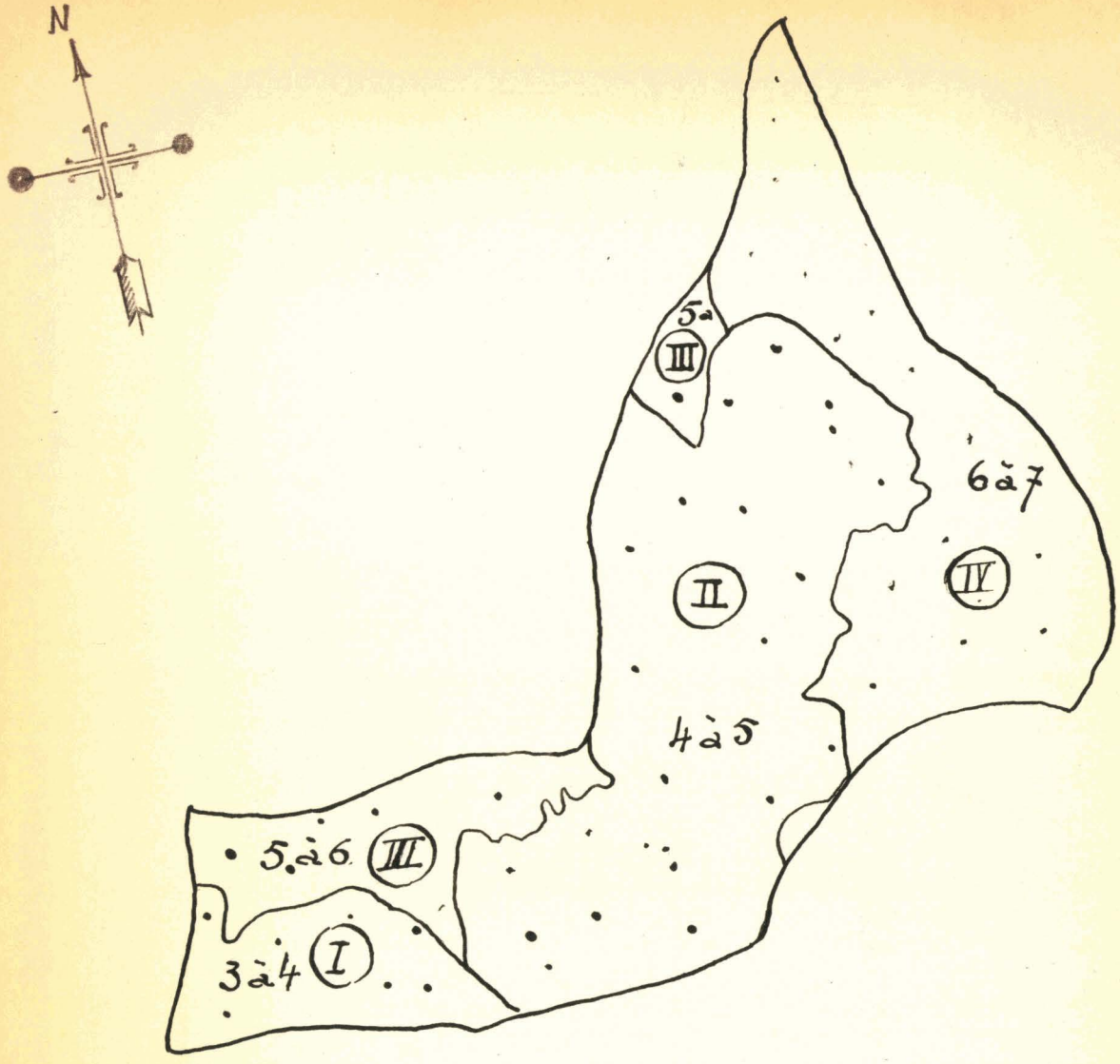
Nous avons contrôlé la mesure de pH 16 Cl par la mesure de pH acétate de calcium qu'on effectue comme suit:

Sur le pH 16 Cl N/10, on additionne 10 ml d'acétate de calcium (252 gr/1 litre); on laisse reposer pendant 16 à 18 heures et on mesure le pH au moyen de l'appareil.

pHmètre

Résultats de mesure du pH

N° éch.	pH ~~16cl~~ Kcl	pH acét. ca	N° éch. 1	pH ~~16cl~~ Kcl	pH acét.	N° éch. 1	pH ~~16cl~~ Kcl	pH acét.	N° éch. 1	pH ~~16cl~~ Kcl	pH acét.
1	6,55	7	24	4,3	6,2	47	6,5	7	70	4	6,2
2	6,8	6,05	25	4,7	6,5	48	4,8	6,1	71	4	6,2
3	7	7,1	26	4,5	6,3	49	4,2	6,2	72	5,3	6,4
4	6,4	7	27	3,95	5,85	50	4,3	6,5	73	4,6	6,3
5	6,1	7	28	6	6,7	51	4,65	6,3	74	4,4	6,3
6	6,3	7	29	6,1	6,9	52	6,2	6,9	75	4,2	6,3
7	6,6	6,95	30	6,2	7,1	53	6,1	6,95	76	4,3	6,6
8	6,6	7	31	4,3	6,4	54	6	6,7	77	4	6,2
9	5,2	6,75	32	3,9	6,1	55	5,5	6,5	78	3,6	6
10	5,1	6,55	33	4,9	6,5	56	4,4	6,4	79	4,1	6,2
11	4,85	6,4	34	6	6,6	57	4,3	6,4	80	3,7	6,1
12	6,4	7	35	4,8	6,4	58	4,1	7	81	4	6,3
13	7,7	6,5	36	6,1	6,8	59	4,7	6,2	82	4,2	6,4
14	6,5	7	37	5,6	6,65	60	5,75	6,65	-	-	-
15	4,8	6,4	38	6,7	7,1	61	6,3	7	-	-	-
16	4	6	39	6,3	7	62	3,8	6,1	-	-	-
17	4,7	6,25	40	4,2	6,3	63	6,6	6,95	-	-	-
18	6	6,8	41	4,95	6,45	64	4,3	6,1	-	-	-
19	6,7	7	42	4,8	6,5	65	4,1	6	-	-	-
20	4,3	6,2	43	6,1	6,9	66	3,9	6,3	-	-	-
21	4	6	44	6,2	7	67	4,2	6,3	-	-	-
22	5,6	6,65	45	6,1	7	68	4,3	6,1	-	-	-
23	4	6,25	46	6,2	7	69	3,8	6,1	-	-	-



CARTE DE pH ECHELLE $\frac{1}{400.000^{e}}$

I	ZONE	DE pH	3 à 4	1ccl
II	"	"	4 à 5	"
III	"	"	5 à 6	"
IV	"	"	6 à 7	"

BU LILLE

En réunissant tous nos résultats de mesure du pH sur la carte de la région, nous remarquons l'existence de trois parties bien distinctes :

- les zones I et II qui constituent la partie forestière de la région ont des sols très acides allant de 3 à 5. Ces sols ont un complexe absorbant en grande partie désaturé.

La nutrition minérale défectueuse ne convient qu'aux espèces "acidiphiles"; parmi les arbres, on peut citer entre autre le pin sylvestre, le pin maritime, le bouleau, et comme autres végétaux des éricacées.

- La zone III constituée par des terres de culture est moyennement acide; il y a un certain équilibre entre ion H^+ et Ca^{++}, ce qui est compréhensible car terre de culture; l'acidité de cette zone est de 5 à 6.

- La zone IV constituant une grande partie des sols agricoles est considérée comme formée de terre peu acide à neutre. Le complexe absorbant a un bon taux (1) de saturation en base.

Ces sols ayant un pH voisin de 7 correspondent à un type de sol optimum au point de vue alimentation à condition que les autres facteurs influençant la nutrition végétale soient présents.

---

(1) Le taux de saturation en base (V) du complexe absorbant est le rapport $\frac{S \times 100}{T}$ où S correspond à la quantité totale de bases actuellement retenues: Ca^{++}, Mg^{++}, IC^{+}, Na^{+}, et T correspond à la capacité totale d'échange, c'est-à-dire à la quantité maxima de bases que le sol peut fixer.

III 3 : DOSAGE DE CALCAIRE TOTAL

Définition:

Le calcaire total est la somme de calcaire actif plus le calcaire inactif.

Carbonate ou calcaire actif	Carbonate ou calcaire inactif
- Calcaire à l'état de fine particule appartenant à la fraction argileuse ou limoneuse	- Calcaire à l'état de grain grossier et dur: petit gravier - fraction sableuse.
- peut entrer en solution par eau chargée de Co^2 et acide humique	- ne peut être mis en solution par eau chargée de Co^2
- chimiquement actif	- pas d'activité chimique
- agit sur le complexe absorbant	- sans action sur le complexe absorbant

Le calcaire inactif n'est pas immédiatement assimilable par les plantes et il a comme avantage de constituer comme certains minéraux complexes inaltérés, par exemple: feldospathes, plagioclases, amphiboles, pyroxènes, une réserve de calcium qui pourrait évoluer plus tard vers une forme plus active.

En ce qui concerne le calcaire actif, nous pouvons dire que les sols qui contiennent du calcaire actif ont un complexe absorbant à peu près saturé en calcium.

Pour le dosage du calcaire total, différentes méthodes d'analyse existent parmi lesquelles nous décrirons la méthode utilisée dans les stations des sciences du sol, c'est-à-dire le dosage à l'aide du Calcimètre BERNARD (bien connu).

C'est un dosage par gazométrie. On traite un poids connu de terre par de l'HCl. Le volume de gaz dégagé provenant de la décomposition du carbonate (CO^2) est mesuré dans le calcimètre BERNARD :

$$2\ HCl + CO^3Ca \longrightarrow CaCl^2 + H^2O + CO^2\uparrow$$

III.3. 1) Description de calcimètre

L'appareil se compose d'une burette graduée B de 200 cm^3 communiquant avec la partie inférieure par l'intermédiaire d'un tuyau de caoutchouc avec un tube de niveau N. Cette burette B se termine à la partie supérieure par un robinet r. Celui-ci est raccordé à une pipette allongée A (dans certains calcimètres, cette dernière n'existe pas) ainsi qu'au flacon à décomposition F. Le bouchon du flacon à décomposition est rodé afin d'être fermé hermétiquement.

Calcimètre BERNARD

Le tube de niveau N est accroché ou fixé à un support S le long duquel il peut être aisément déplacé dans le sens vertical et latéral.

Le robinet r permet d'établir à volonté la communication entre la burette et l'atmosphère, entre le flacon à décomposition F et l'atmosphère, et enfin entre la burette graduée B et le flacon F.

Dans le flacon à décomposition existe un doigt dont la capacité est d'un peu plus de 5 cc.

III.3.2) Méthode opératoire

Le tube de niveau N étant soulevé, on y verse de l'eau jusqu'à ce que la burette graduée B (mise en communication avec l'atmosphère) et une petite partie de ce tube de niveau N soient remplies de liquide.

On amène par la suite le niveau de l'eau au niveau de graduation 0, en veillant à ce qu'il soit à la même hauteur dans la burette graduée B que dans le tube de niveau N. On tourne ensuite le robinet de façon à établir la communication entre l'atmosphère et le flacon à décomposition F dans lequel est placé avant chaque série de mesure 0,300 gr (1) de Co^3Ca pur et sec.

Le doigt est rempli environ de 5 cm^3 d'HCl au $\frac{1}{2}$ et est placé à l'intérieur du flacon à décomposition F.

A l'aide du robinet r, on met A et par suite F en communication avec l'atmosphère et on ferme le flacon F à l'aide de son bouchon rodé bien hermétiquement.

On établira la communication entre la burette B et le flacon F. On versera progressivement HCl sur la matière à analyser, en inclinant le flacon F et en évitant de le serrer à pleine main afin de ne pas chauffer le gaz.

---

(1) Quantité pouvant varier suivant la teneur du sol en carbonate.

On agite sans cesse le flacon à décomposition afin que tout le carbonate soit attaqué par HCl. Dès que le dégagement de CO^2 commence, on abaisse graduellement le tube N de façon à produire une légère dépression à l'intérieur de l'appareil (1). Le CO^2 déplace un volume d'air égal au sien.

Dès que la décomposition de la matière est complète, c 'est-à-dire lorsque le volume gazeux n'augmente plus, on égalise le niveau de l'eau en B et N et on note le volume occupé par le gaz, soit v le volume de CO^2 obtenu pour un poids p de CO^3Ca pur et sec.

On répète les mêmes opérations sur un poids P de la terre (P = de 1 à 10 gr suivant sa teneur en carbonate) et on note le volume de CO^2 dégagé par la terre à analyser, soit V ce volume.

Pour que le résultat soit correct, il est important que V et v soient du même ordre de grandeur.

Le taux de calcaire tot al est donné par la formule suivante:

$$\text{Taux de calcaire total \%} : \frac{p \times V \times 100}{v \times P} \qquad (F.1)$$

III.3. 3) Calculs

Appliquons à la formule (F.1) ci-dessus les résultats d'une de nos analyses.

A l'essai témin ou à l'étalonnage de l'appareil, nous avons obtenu pour 100 mg de carbonate de calcium pur et sec un dégagement de 22,4 cm^3 de CO^2

Prenons l'exemple de l'échantillon n° 22 où

p = 0,L gr
v = 22,4
V = 4
P = 10

---

(1) Sinon la quantité d'eau en N au-dessus du niveau dans le tube B pèserait sur le gaz et provoquerait une réduction de son volume.

$$\text{Taux de calcaire total } \% = \frac{0,1 \times 4 \times 100}{22,4 \times 10} = 0,17 \%$$

Nota:

Pour les sols dolomitiques contenant CO^3Mg, on peut opérer de la façon suivante (1) :

"Broyer finement l'échantillon. L'attaque donne un dégagement brutal de CO^2 correspondant à CO^3Ca, puis un dégagement lent (accéléré par agitation) correspondant à l'attaque de CO^3Mg; on compare à un témoin de CO^3Mg; ce dosage est très approximatif."

(voir tableau page suivante)

(1) DUCHAUFOUR : Précis de Pédologie, page 389.

III.3.4) Résultats des dosages du calcaire total

NE	% Co^3Ca	NE	% Co^3Ca	NE	% Co^3Ca	NE	% Co^3Ca
1	0	21	0	41	0	61	0,1
2	0,44	22	0,178	42	0	62	0,015
3	0,30	23	0	43	0,29	63	0,133
4	0,118	24	0	44	0,4215	64	0
5	0,28	25	0	45	0,895	65	0
6	0,38	26	0,01	46	0,77	66	0,021
7	0,372	27	0,022	47	0,81	67	0,021
8	0,583	28	0,249	48	0,044	68	0
9	0,4	29	0,38	49	0,021	69	0
10	0,023	30	0,133	50	0,017	70	0
11	0,04	31	0,019	51	0	71	0
12	0,95	32	0,039	52	0,72	72	0,089
13	0,06	33	0,041	53	0,041	73	0,02
14	0,2	34	0,021	54	0,089	74	0,017
15	0	35	0	55	0	75	0,01
16	0,071	36	0,03	56	0	76	0,001
17	0,621	37	0,028	57	0,081	77	0
18	0,27	38	0,25	58	0,021	78	0,043
19	0,707	39	0,248	59	0,02	79	0,081
20	0	40	0	60	0,089	80	0
		81	0	82	0		

Les résultats d'analyses du calcaire total s'interprètent à l'aide du tableau suivant:

Teneur en calcaire %	< 5 %	5 à 20%	20 à 50%	> 50 %
Dénomination	normal	suffixe "calcaire"	préfixe "calcaro "	calcaire
Exemple	argile	argilo-calcaire	calcaro-argileux	-

Les limites de ces définitions peuvent varier suivant les auteurs. Nous avons emprunté les données à l'ouvrage de S. HENNIN (1).

Les analyses précédentes nous permettent de remarquer une pauvreté assez générale des sols en calcaire total. D'ailleurs, la mesure du pH de ces sols confirme également cet état de chose en ce qui concerne la teneur en Ca du complexe absorbant. En confirmation de ce qui précède, la végétation nous montrera que nous aurons à faire, dans la majorité des cas, à des espèces calcifuges.

Il est à remarquer également que ces sols ne prendront ni 'suffixe "calcaire" ni préfixe "calcaro".

III 4 : DOSAGE D'HUMUS

Outre le calcaire total, le dosage de matière organique est indispensable à la classification physique des sols. Le rôle important et essentiel de l'humus est indiscutable

(1) Le Profil Cultural - par S. HENIN, A. FEODOROFF, R.GRASET, & G. MONNIER.

dans la structure et la fertilité d'un sol.

Pour le dosage d'humus, deux méthodes sont à envisager :

- La méthode Anne ;
- La méthode par calcination.

III.4. 1) La Méthode Anne "1945"

Avant de décrire la méthode opératoire, il est important de souligner qué cette méthode ne peut être applicable aux terrains contenant plus de 20 % de matière organique. Néanmoins, il est à considérer que la teneur en matière organique des sols agricoles des régions tempérées varie de 1 à 15 % environ. En conséquence, la méthode justifie parfaitement son emploi. Il en est de même pour les terres des pays chauds où la quantité d'humus est nettement inférieure à celle des sols des pays tempérés.

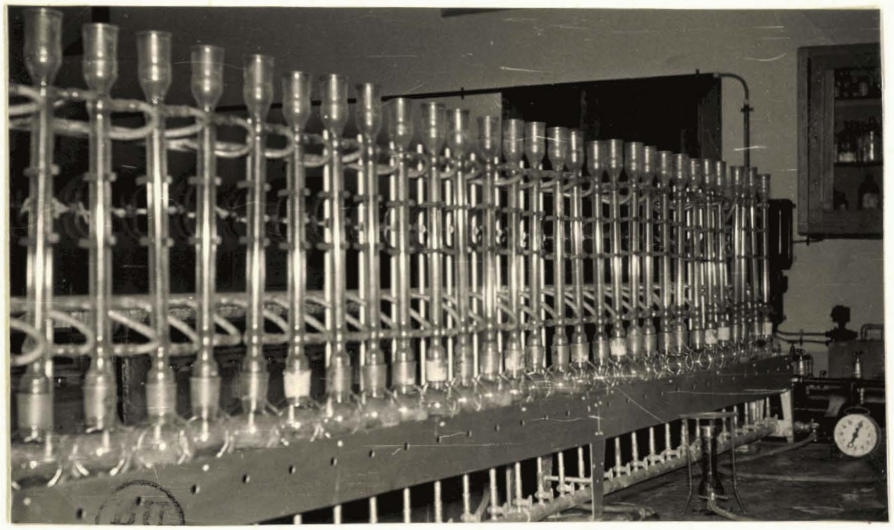
III.4. 1.1. Principe

Le carbone organique est oxydé par le bichromate de potassium en présence d'acide sulfurique concentré. L'excès de bichromate est titré par sel de mohr 0,2 N. Le fer ferreux de sel de Mohr est ainsi transformé en sel ferrique par oxydation; donc, une certaine quantité de bichromate de potassium servira à oxyder le carbone de la prise d'essai et le restant pour le sel de Mohr. Par conséquent, connaissant la quantité de sel de Mohr utilisée, on peut calculer le pourcentage de matière organique de la prise d'essai.

III.4. 1)2.- Mode opératoire

- prise d'essai de 1 gr à 0,250 gr de sel, suivant la teneur en matière organique.
- mettre cette terre dans un ballon de 100 à 150 cm^3

- additionner de 10 ml d'une solution aqueuse de bichromate de potassium à 8 %.
- surmonter d'un réfrigérant à reflux.
- verser 15 cm^3 de H^2SO^4 concentré pur par le haut du réfrigérant dans le ballon.
- ébullition lente (sur amiante) pendant cinq minutes. Il faut compter à partir de la première goutte condensée.
- laisser refroidir.
- transvaser le contenu dans un ballon jaugé de 100 ml, ajuster avec les eaux de rinçage.
- prélever 20 ml dans un erbenneyer de 200 cm^3 dilué à 100.
- ajouter 1,5 gr de FNa qui rend le virage plus visible et 3 à 4 gouttes de diphenylamine.
- titrer avec une solution de sel de Mohr 0,2 N ; la liqueur primitive brun noirâtre ou violette vire au vert (1)



Ballon surmonté du réfrigérant à reflux

---

(1) Dans une terre, quand il y a plus de 20 % d'humus après l'ébullition, la liqueur devient vert; donc impossibilité de dosage.

On trouve X le nombre de ml de sel de Mohr employé pour le virage.

Essai témoin :

Faire le même essai à l'aide d'un gramme de sable calciné et lavé à l'eau distillée, contenant 10 cm3 de bichromate de potassium à 8 %. On trouve Y le nombre de cm^3 de sel de Mohr M 2 N employé pour le virage.

III.4.1) 3.- Calcul

1 cm^3 de solution de Mohr correspond à 0,615 mg de C; donc, le carbone de la prise d'essai.

$C = (Y - X)\ 0,615 \times 5$

$= (Y - X)\ 3,075$ mg/1gr de terre

Matière organique = $C \times 1,72 = Z$

Le pourcentage de matière organique sera égal à

1000 mg de terre contient Z

1 mg " " " $\frac{Z}{1000}$

100 mg " " " $\frac{Z \times 100}{1000} = \frac{Z}{10}$

Exemple:

Prenons l'exemple de l'échantillon n° 12 de nos analyses.

Le nombre de cm^3 de solution de Mohr 0,2N utilisé pour le virage de la solution d'essai témoin est de 16,4 cm^3 (Ce chiffre est toujours constant à condition que le sel de Mohr 0,2N soit soigneusement et nouvellement préparé)

Donc, $Y = 16,4$

X est obtenu par le titrage. Pour l'échantillon n° 12, $X = 11,4$ m l

Appliquons les formules :

$C = (Y - X)\ 3,075$

$= (16,4 - 11,4)\ 3,075$

$= 15,375$

Matière organique = C x 1,72

= 15,375 x 1,72 = 26,445

Donc, dans 1 gr ou 1000 mg de terre, il y a 26,445 mg

1 " " $\frac{26,445}{1.000}$

100 " " $\frac{26,445 \times 100}{1000}$

Soit 2,6 % de matière organique.

III.4. 2) Dosage de la matière organique par calcination

Le dégré de matière organique par calcination ne donne des résultats valables que dans certains cas particuliers: matière organique abondante (bois) et sols siliceux peu argileux.

Pratiquement, cette méthode ne convient qu'à certains sols tourbeux et aux humus bruts (horizon Ao) et horizon B des podzols.

III.4.2) 1.- Mode Opératoire

- peser une capsule en quartz
- peser 10 gr de terre dans cette capsule
- chauffage au four à moufle au rouge vif (550°) (N.1) jusqu'à poids constant.

La perte de poids après la calcination, défalcation faite du CO^2 des carbonates et la valeur de l'eau de constitution de l'argile (10,5 % du poids d'argile) donnent approximativement la teneur en matière organique totale de l'échantillon.

Pour la méthode Anne, comme la photo le montre, les ballons rodés sont surmontés de réfrigérant à reflux en série. Chaque série comprenait 28 ballons, ce qui augmente le nombre

---

(N.1) Ne pas dépasser 550 degrés, car les chlorures seraient détruits.

d'analyses à effectuer par jour.

Cependant, pour les titrages, le travail a été effectué à l'aide d'une burette de Mohr.

Les résultats de cette analyse, en plus de son utilisation pour la classification physique du sol, peuvent servir pour trouver le rapport de $\frac{C}{N}$ si souvent utilisé dans les analyses chimique et biologique des sols.

Les résultats de nos analyses d'humus peuvent paraître un peu faibles pour la partie boisée des sols en étude. Nous n'avons pas pris la m atière organique non décomposée de l'horizon A des sols forestiers. Dans certains endroits, cette couche atteignait une épaisseur de 10 cm environ. Cette matière organique ne rentrait obligatoirement pas dans la composition granulométrique immédiate de nos sols.

(voir tableau page suivante)

III.4.3) Résultats des dosages d'humus.

N.E.	% Humus	N.E.	% Humus	N.E.	% Humus	N.E.	% Humus
1	3,01	21	5,254	41	5,76	61	2,53
2	4,284	22	1,42	42	5,59	62	3,51
3	2,697	23	4,866	43	2,62	63	2,51
4	4,179	24	5,9	44	2,793	64	3,77
5	3,52	25	5,8	45	1,66	65	3,802
6	3,063	26	5,39	46	1,87	66	3,544
7	2,028	27	10,995	47	2,03	67	5,395
8	2,737	28	2,631	48	2,75	68	5,02
9	2,39	29	2,07	49	3,65	69	5,819
10	3,544	30	2,486	50	3,78	70	4,25
11	4,04	31	5,102	51	3,91	71	4,865
12	2,645	32	5,03	52	1,97	72	4,28
13	4,27	33	2,43	53	2,803	73	3,83
14	2,221	34	3,991	54	2,962	74	3,544
15	6,507	35	4,694	55	3,43	75	4,031
16	5,131	36	3,2	56	3,709	76	3,982
17	4,038	37	2,909	57	3,8	77	4,9
18	2,52	38	2,01	58	3,544	78	4,337
19	2,053	39	1,932	59	3,25	79	3,967
20	6,1	40	4,98	60	3,17	80	6,4
		81	5,7	82	6,2		

Pour la terminologie de nos sols en humus, le tableau ci-dessous nous permet d'interpréter nos résultats conformément à la classification physique du sol.

Teneur en matière organique	< 4 %	4 à 10 %	10 à 20 %	> 20 %
Dénomination	normal	suffixe "humifère"	préfixe "humo"	humus (tourbe)
Exemple	sable	sable humifère	humo-sableux	humus ou tourbe

Quand il y a plus de 30 % de matière organique, on peut distinguer suivant la composition de la fraction minérale :

- tourbe sableuse,
- tourbe limoneuse,
- tourbe argileuse;

et si le pourcentage de la matière organique est inférieur à 30 %, on utilisera :

- sable tourbeux,
- limon tourbeux,
- argile tourbeuse.

D'après les dosages d'humus et le tableau précédent, 62 % des terres ne prennent aucun préfixe ni suffixe; 36 % des terres prennent le suffixe "humifère" et 2 % environ le préfixe "humo".

En pratique, il faut considérer que, pour la partie boisée, le pour cent de matière organique dépasse nettement 10 %.

En vue d'observation des racines en rapport avec la texture du sol, nous n'avons pas tenu compte de l'horizon Ao au cours de nos prélèvements.

III 5: ANALYSE GRANULOMETRIQUE OU MECANIQUE

Les méthodes qui permettent de déterminer la texture du sol sont connues sous le nom d'Analyse granulométrique (1).

Définition de la texture (2) ou composition élémentaire

La texture est caractérisée par la nature et la distribution des particules du sol. On détermine la texture après la destruction des agrégats, c'est-à-dire que nous devons mettre en liberté la totalité des particules qui les forment; pour cela, nous ferons une dispersion.

III.5.1) Classification des particules

Pour la classification des particules, on travaille sur la terre fine. On appelle terre fine les éléments ayant un diamètre inférieur à deux millimètres, donc des particules traversant un tamis rond à orifices de deux millimètres de diamètre. Le refus comprend les graviers et les cailloux. Les particules ou les éléments minéraux sont supposés donc de forme sphérique et, en 1926, l'Association Internationale de la Science du sol les a classés et subdivisés de la façon suivante :

sables grossiers	:	de 2 mm à 0,2
sables fins	:	de 0,2 mm à 2 0 r
limon (ou silt)	:	de 20 à 2 mu
colloïdes minéraux	:	éléments inférieus à 2 mu.

---

(1) Au lieu d'employer le terme d'analyse mécanique du sol qui prête à confusion, nous préférons employer l'expression "analyse granulométrique".

(2) Albert DEMOLON préférait l'expression de composition élémentaire au mot "texture", car ce dernier a une autre signification en pétrographie où il traduit le mode d'arrangement des constituants des roches.

Actuellement, une division supplémentaire est ajoutée. Le fraction 20 à 50 r est rattachée aux limons (limons grossiers). Les sables fins proprement dits sont alors réduits à la fraction 50 - 200 r (1). Ces modifications récentes nous permettent de dresser sous forme d'un tableau les données précédentes.

Diamètre des particules	Dénomination	Fraction
2.000 à 200 mu	sable grossier	I
200 à 50 mu	sable fin	II
50 à 20 mu	limon grossier (2)	III)
20 à 2 mu	limon fin	III)
< 2 mu	argile	IV

III.5.2) Mode opératoire de l'analyse granulométrique

Plusieurs méthodes d'analyse granulométrique existent actuellement. Nous avons utilisé la méthode internationale (pour terre non ou peu calcaire, c'est-à-dire sol contenant moins de 10 % de CO^3Ca en utilisant le flacon d'Atterberg.

III.5.2) 1.- Destruction de la matière organique

- Peser 10 gr de terre (20 grammes pour les terres sableuses) passée au tamis de 2 millimètres et séchée à l'air.

- Introduire la terre dans un vase de Berlin (bêcher) de 500cc au moins.

- Détruire la matière organique avec H^2O^2 à 100 volumes (50 cm^3 d'H^2O^2 à 12 % suffisant pour chaque adjonction; cette

---

(1) Précis de Pédologie. (Duchaufour)

(2) Est appelé également par certains auteurs: sable très fin.

concentration peut être augmentée ou diminuée selon la nature et la quantité de la matière organique) à une température de 85 à 90°. Dès que la production de mousse cesse, ajouter de nouveau H^2O^2 en petite quantité jusqu'à la disparition de l'effervescence (1).

III.5.2) 2.- Décalcification

S'il s'agit d'une terre contenant du calcaire, détruire exactement les carbonates par HCl (à 75 cm^3/litre). Ajouter progressivement jusqu'à cessation de l'effervescence (on peut s'aider du calcul, sachant que 250 cm^3 de cette liqueur correspondent à peu près à 10 gr de CO^3Ca).

Ajouter 150 cc HCl N/5 (soit 17 cm^3 HCl pur/litre). Agiter. Laisser déposer; décanter sur filtre. Ajouter de nooveau de l'eau distillée; laisser déposer et décanter de nouveau sur filtre.

Mettre la terre sur le filtre en rinçant soigneusement le bêcher à la pissette (sable) et avec une raclette en caoutchouc (argile). Laver la terre à plusieurs reprises jusqu'à la disparition de HCl (essai à NO^3Ag).

N.B.- Si la terre est riche en carbonate, il est préférable d'employer une méthode spéciale, sans destruction des carbonates.

III.5.2) 3.- Dispersion

Le Hcl agit sur l'argile calcique suivant l'équation générale: argile Ca + 2 HCl ⟶ argile H + $CaCl^2$ (peu dissocié)
une fois que le Ca fixé par l'argile est déplacé.

---

(1) Il est préférable pour faciliter l'opération en série de travailler chaque fois sur 10 échantillons et, au lieu de chauffer, laisser agir le H202 pendant 48 heures; après quoi, faire un dernier essai afin de s'assurer de la destruction de la matière organique.

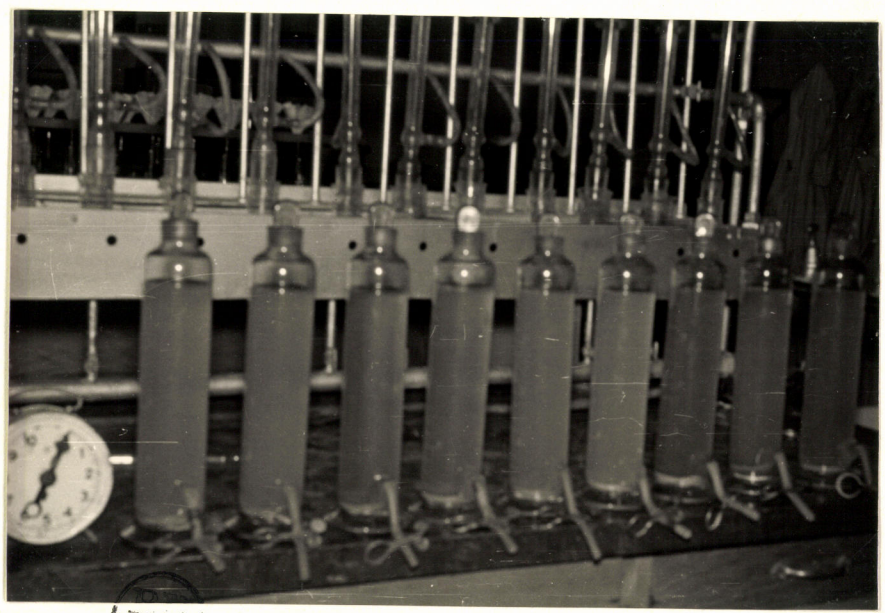
Il est facile d'obtenir une dispersion à l'aide de :

$Na(OH)$ N. 5cc.
NH_4 0,1 N
carbonate de soude N/25
métaphosphate de soude (1)
citrate de soude 20 cm^3 (2)

Après l'adjonction d'un agent dispersant, on ajoute de l'eau distillée jusqu'au repère 16 du flacon à sédimentation qui correspond à une hauteur de 20 cm (du-dessus du fond), puis on le place dans l'agitateur mécanique pendant deux heures de préférence.

Pour cette phase d'analyse, nous pouvons procéder de deux manières :

- prélèvement à la pipette de Robinson
- procédé par siphonage répété.



LILLE

Flacon d'Atterberg

(1) 10 cm^3 par litre d'une solution renfermant 36 gr de métaphosphate de soude + 8 gr de Na_2CO_3 par litre.

(2) 119 gr par litre.

III.5.2) 4.- Prélèvement à la pipette

Cette méthode a pour avantage sa rapidité de travail et est plus recommandable pour les analyses en série que la méthode par siphonage d'assez longue durée. Mais nous pensons que, malgré ce défaut, elle est meilleure pour ce genre de travail.

La terre, après dispersion, est introduite dans une éprouvette ou flacon à sédimentation de diamètre 6 à 8 cm et pouvant être obturée par la paume de la main.

La suspension est amenée à un litre et on agite très fortement le flacon par retournement.

Laisser déposer pendant 4 minutes 48 secondes à 20°C. On prélève avec la pipette 20 cm^3 à 10 cm de profondeur que l'on recueille dans une capsule; on évapore à sec; on sêche à l'étuve à 105°C et on pèse jusqu'à poids constant. Le poids p obtenu correspond à celui de la fraction d'argile plus le limon. Donc,

$$p = \text{argile} + \text{limon}$$

L e prélèvement d'argile s'effectue suivant le même procédé que pour argile et limon; mais après un temps de repos de 8 heures à 20°C, on évapore, on sèche et on pèse; on obtient un poids p'.

La quantité d'argile ou de limon de prise d'essai (10 ou 20 gr de terre) est égale pour :

$$\text{limon} = (p - p')\ 50$$

$$\text{argile} = (p' - \text{surcharge de citrate}^{(1)})\ 50$$

---

(1) La surcharge de citrate se détermine par plusieurs essais à blanc, la suspension étant remplacée par de l'eau distillée additionnée de 20 cm^3 de citrate.

Le procédé de détermination de sable est le même pour le procédé à la pipette que celui de siphonage. Sa description est valable, en effet, pour les deux procédés :

on obtient le sable en effectuant la sédimentation (1) et en éliminant par siphonages successifs la fraction restée en suspension après 4 minutes 48 secondes sous 10 cm de hauteur.

Après pesée, le poids de chaque fraction sableuse correspond à la totalité de l'échantillon de terre utilisée.

Il est à noter que, connaissant : argile + limon + calcaire + humus, nous pouvons déterminer le poids de sable par différence.

III.5.2) 5.- Procédé par siphonage

Après la dispersion, la terre est introduite dans un flacon d'Atterberg ou à sédimentation; celui-ci est rempli d'eau distillée jusqu'au niveau désiré, soit 16 par exemple.

Agiter énergiquement par retournement et laisser reposer pendant 16 heures puis siphoner. Remplir le flacon d'Atterberg (ajouter 5 gouttes d'Am. concentrée) et siphoner de nouveau après 16 heures de repos.

Cette opération qui consiste à remplir avec de l'eau distillée, à agiter, à siphoner après 16 heures se répète jusqu'au moment d'élimination totale d'argile. Pour cela, il faut que le liquide surnageant après un repos de 16 heures soit tout à fait limpide.

On introduit le restant (c'est-à-dire limon et sable) dans une capsule en porcelaine tarée avant. On évapore l'eau au bain-marie, on sèche à l'étuve à 105°C et on pèse jusqu'à poids constant, après refroidissement dans le dessicateur.

---

(1) A chaque sédimentation, on ajoute 5 cc d'ammoniaque pure.

La détermination de la teneur en limon est identique à celle de l'argile mais il faut remplacer la durée de sédimentation de 16 heures par 9 minutes 32 secondes et ne pas ajouter d'ammoniaque concentrée.

III.5.2) 6.- Calcul

Exemple de calcul :

Prenons l'échantillon n° 72 par exemple. Les analyses précédentes nous donnent pour cet échantillon :

calcaire total % : 0,089
humus % : 4,28

Calcul de la teneur en sable :

- tare de la capsule vide : 71,1775
- poids de la capsule et du sable : 89,2314
- poids du sable contenu dans 20 gr de prise d'essai :
  89,2314 - 71,1775 = 18,0539 gr.
- teneur du sol en sable :
  18,0539 x 5 = 90,2695 soit 90,27 %

Calcul de la teneur en limon :

- poids du sable et de la capsule : 89,2314 gr
- poids du limon, du sable et de la capsule : 89,7680 gr
- poids du limon contenu dans 20 gr de prise d'essai :
  89,7680 - 89,2314 = 0,5366 gr.
- teneur du sol en limon :
  0,5366 x 5 = 2,683 gr, soit 2,68 %

Calcul de la teneur en argile :

- tare de la capsule : 71,1775 gr
- tare de la capsule, du limon et du sable : 89,768 gr
- poids du limon et du sable :
  89,768 - 71,1775 = 18,5905 gr

- poids du CO^3Ca + humus + argile hydrate :

  20 - 18,5905 = 1,4095 gr

- poids de l'argile et son eau de constitution sera égale à 1,4095 - (humus + CO^3Ca) contenue dans 20 gr de terre :

  1,4095 - (0,856 + 0,0178) = 0,5357

- poids de l'eau de constitution de l'argile qui est égal à 10 à 10,5 % du poids de l'argile :

  Dans 100 gr d'argile, il y a 10,5 gr d'eau

  1 " " " $\frac{10,5}{100}$

  0,5357 " " $\frac{10,5 \times 0,5357}{100} = 0,0562$ gr d'eau

- le poids de l'argile est donc :

  0,5357 - 0,0562 = 0,4795

- teneur du sol en argile :

  0,4795 x 5 = 2,3975 soit 2,4 % environ.

(voir tableau page suivante)

III.5. 3) Les résultats d'analyse granulométrique

N° éch.	Elément constituant la texture			N° éch.	Elément constituant la texture		
	sable	limon	argile		sable	limon	argile
1	77,019	8,557	10,2726	31	85,843	6,711	2,207
2	70,7875	7,411	15,3698	32	81,2925	9,179	4,0136
3	76,85	7,8605	11,229	33	88,4095	4,14	4,4816
4	75,782	9,356	9,5076	34	77,962	7,935	7,501
5	77,52	7,38	10,17	35	83,475	5,812	5,4171
6	78,3429	6,631	10,4248	36	76,894	8,03	8,435
7	76,941	9,683	9,8784	37	86,0635	5,4205	5,0211
8	77,487	7,057	10,9224	38	79,329	7,653	8,9674
9	80,138	8,002	8,5622	39	85,9273	5,0717	6,139
10	79,6805	7,239	8,5620	40	85,453	7,272	2,066
11	77,396	8,248	9,2484	41	86,87	6,27	0,99
12	75,7355	9,4715	10,0782	42	85,052	6,02	3,107
13	78,00	8,04	8,73	43	87,207	6,950	3,001
14	81,1075	7,194	8,3498	44	88,3746	5,1934	2,8958
15	80,193	6,082	6,4962	45	87,4619	5,027	4,4605
16	79,35	6,471	8,0793	46	82,946	6,890	8,9050
17	82,864	7,093	5,3856	47	83,936	6,004	7,905
18	83,90	6	7,31	48	94,467	1,6335	0,9977
19	83,7815	6,1415	6,5853	49	88,004	4,859	3,7122
20	82,438	6,142	4,788	50	87,0229	5,301	3,002
21	82,7855	5,4197	5,8868	51	89,25	4,39	2,205
22	91,08	3,51	3,429	52	89,743	4,319	2,7025
23	87,634	4,8	2,43	53	86,873	4,8635	4,8767
24	83,585	7,312	2,8827	54	86,504	3,2205	5,3771
25	81,146	6,034	7	55	89,94	3,07	3,204
26	75,815	6,781	9,909	56	92,064	2,138	1,8804
27	69,7	6,41	11,586	57	92,945	2,06	1,173
28	81,907	6,17	8,603	58	94,03	1,6125	0,7133
29	84,983	5,471	6,3864	59	91,404	3,376	1,755
30	85,435	4,696	6,525	60	86,4895	2,707	6,7901

Continuation page suivante.

Résultats d'analyse granulométrique (suite & fin)

N° éch.	Elément constituant la texture			N° éch.	Elément constituant la texture		
	sable	limon	argile		sable	limon	argile
61	88,245	3,746	4,9411	72	90,2615	2,683	2,3975
62	90,739	2,015	2,53	73	92,5708	1,649	1,746
63	91,17	1,81	3,663	74	94,6765	1,0125	0,675
64	90,659	2,841	2,457	75	93,265	1,527	1,003
65	93,071	2,001	1,019	76	92,908	1,891	1,1506
66	94,035	1,8	0,54	77	87,0112	4,0274	3,5332
67	90,5215	2,5125	1,395	78	87,6655	4,396	3,2027
68	90,032	2,7001	1,897	79	86,738	7,797	1,2753
69	86,444	3,037	4,5	80	84,708	4,1535	4,2647
70	88,351	2,726	3,02	81	86,02	4,1117	3,9825
71	86,9728	4,7542	3,068	82	85,801	4,004	3,991

III 6 : SYSTEMATIQUE DES SOLS

III.6. 1) Classification physique

Les résultats d'analyse granulométrique permettent de faire la classification phy sique des sols en les portant dans un diagramme triangulaire, en les regroupant préalablement en trois catégories, à savoir :

sable : 50 à 2.000 mu
limon : 2 à 50 mu
argile : 0 à 2 mu ou < 2 mu
et dont le total est supposé égal à 100.

Prenons les résultats d'analyse n° 1, en ne prenant qu'un chiffre après la virgule, ce qui nous donne pour :

sable : 77
limon : 8,5
argile: 10,2

Leur somme est égale à 95,7

En les exprimant en pour cent, nous aurons :

Sable : $95,7 \longrightarrow 100$

$1 \longrightarrow \frac{100}{95,7}$

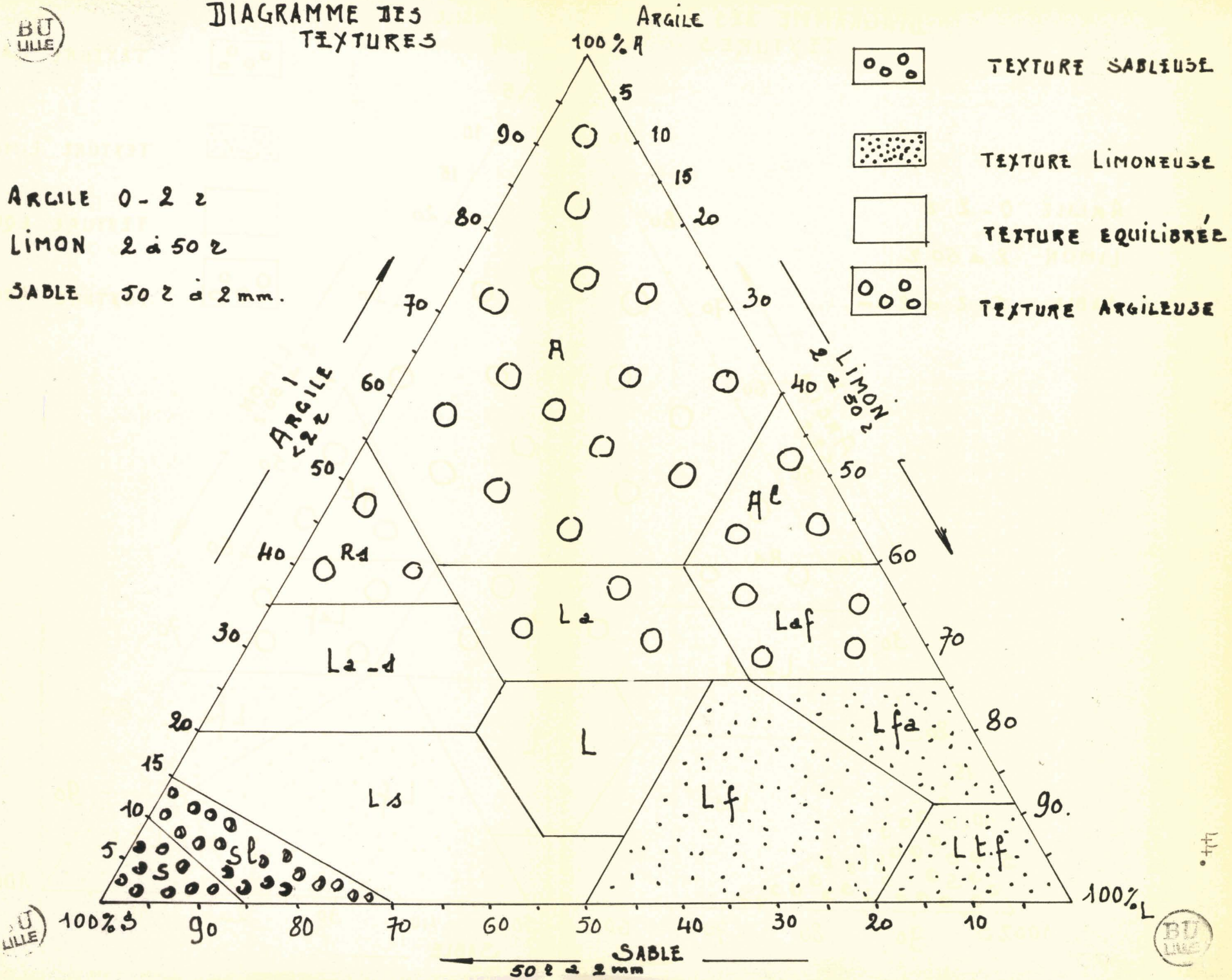
$77 \longrightarrow \frac{100 \times 77}{95,7} = 80,459$ soit 80,5

Limon : $\frac{100 \times 8,5}{95,7} = 8,88$ soit 8,9

Argile : $\frac{100 \times 10,2}{95,7} = 10,65$ soit 10,6

Tous les résultats de nos analyses granulométriques sont ainsi exprimés en pour cent dans le tableau; chacun de ces pourcentages est posé sur un des côtés du triangle équilatéral qui comstitue la base du diagramme. Le point d'intersection des

DIAGRAMME DES TEXTURES



coordonnées déterminé par chacune de ces valeurs représente la composition granulométrique de l'échantillon car ce diagramme triangulaire est, en quelque sorte, la superposition de trois diagrammes, le premier représentant la fraction limoneuse, le second la fraction sableuse et le troisième la fraction argileuse.

A l aide de ce diagramme, nous pouvons ainsi représenter la texture de chaque échantillom par un seul point, par exemple pour l'échantillon n° 1 calculé ci-dessus, nous avons à faire à une texture limon sableux. En regroupant des résul-tats des échantillons provenant des diverses parcelles du sol en étude, nous avons pu délimiter les différentes classes texturales en usage dans la cartographie des sols.

Les différents types de texture adoptés par la classification américaine sont au nombre de 13. Ils sont indiqués sur le diagramme triangulaire.

III.6. 1) 1.- Classes texturales.

En partant de ce diagramme, on a classé les textures de la façon suivante :

Texture argileuse :

- très argileuse (argile A ; argile limoneuse Al)
- de transition (limon argileux fin Laf ; " " La ; argile sableuse As)

Texture équilibrée "franche"

- moyenne (limon argilo-sableux Las ; limon L)
- légère : limon sableux Ls

Texture limoneuse (silteuse) (Limon fin Lf ; Limon fin argileux Lfa ; Limon très fin Ltf)

Texture sableuse

(sable limoneux : Sl
(sable : S

Il est important à noter que les données ci-dessus et le graphique triangulaire que nous utiliserons pour la détermination de la classe texturale ne tiennent compte uniquement que des pourcentages des fractions granulométriques, ceci étant insuffisant pour la classification physique du sol. Or, on a recours à l'intervention de la constitution de ces fractions (calcaire, matière organique).

Notons d'autre part que, pour la nécessité de la cartographie, des classes spéciales ont été ajoutées et que ces classes groupent les matériaux caillouteux et organiques qui, à cause de leur nature même, ne peuvent être inclus dans le diagramme triangulaire.

Une terre est appelée caillouteuse lorsqu'elle contient plus de 5 % d'éléments grossiers de diamètre supérieur à 2 mm.

Le tableau ci-dessous donne, suivant le pour cent d'éléments grossiers, les dénominations utilisées dans la description de sols riches en éléments grossiers.

Pourcentage d'éléments grossiers	Dimensions et Dénomination.		
	Diamètre 0,2 à 7,5 cm	Diamètre 7,5 à 20 cm	Diamètre > 20 cm
2 - 15 %	peu graveleux	peu caillouteux	peu pierreux
15 - 50 %	graveleux	caillouteux	pierreux
50 - 90 %	très graveleux	très caillouteux	très pierreux
90 %	gravier	cailloux	pierres

III.6. 1) 2.- Tableau de classification physique du sol

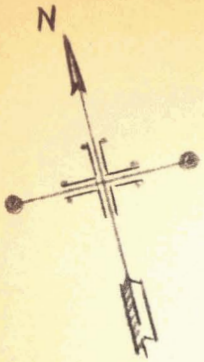
N° E.	Sable	Limon	Argile	Humus %	Classe texturale ou Classification physique
1	80,5	8,9	10,6	3,01	Limon sableux Text.équilibrée
2	75,7	7,9	16,4	4,2	" " humifère
3	80,2	8,1	11,7	2,6	" " "
4	80,1	9,8	10,1	4,1	" " " Text.équil.
5	81,7	7,7	10,6	3,5	" " Text.équilibrée
6	82,2	6,9	10,9	3	Sable limoneux Text. sabl.
7	79,8	10	10,2	2	Limon sableux Text.équilibrée
8	77,4	7	10,9	2,7	" " " "
9	82,9	8,3	8,8	2,3	Sable limoneux Text. sabl.
10	83,5	7,6	8,9	3,5	" " " "
11	81,6	8,7	9,7	4	" " humif. " "
12	75,7	9,4	10	2,6	Limon sableux Text. équil.
13	82,3	8,5	9,2	4,27	Sable limoneux humifère
14	81,1	7,1	8,3	2,2	" " Text. sabl.
15	86,6	6,5	6,9	6,5	" " humif. " "
16	84,6	6,8	8,6	5	" " "
17	87	7,4	5,6	4	" " " "
18	86,3	6,2	7,5	2,52	" " - "
19	83,7	6,1	6,5	2	" " Text. Sabl.
20	88,4	6,5	5,1	6,1	" - humif. " "
21	88,1	5,7	6,2	5,2	" - " " "
22	91	3,5	3,4	1,4	" - - " "
23	92,4	5,1	2,5	4,8	" - humif. " "
24	89,2	7,8	3	5,9	" - " " "
25	86,2	6,4	7,4	5,8	" limon. " " "
26	82	7,3	10,7	5,39	" " " " "
27	79,5	7,3	13,2	10,9	Humo limoneux sabl.Text. hum.
28	84,7	6,4	8,9	2,63	Sable limoneux Text. sabl.
29	84,9	5,4	6,3	2	" " " "
30	85,4	4,6	6,5	2,4	" " " "

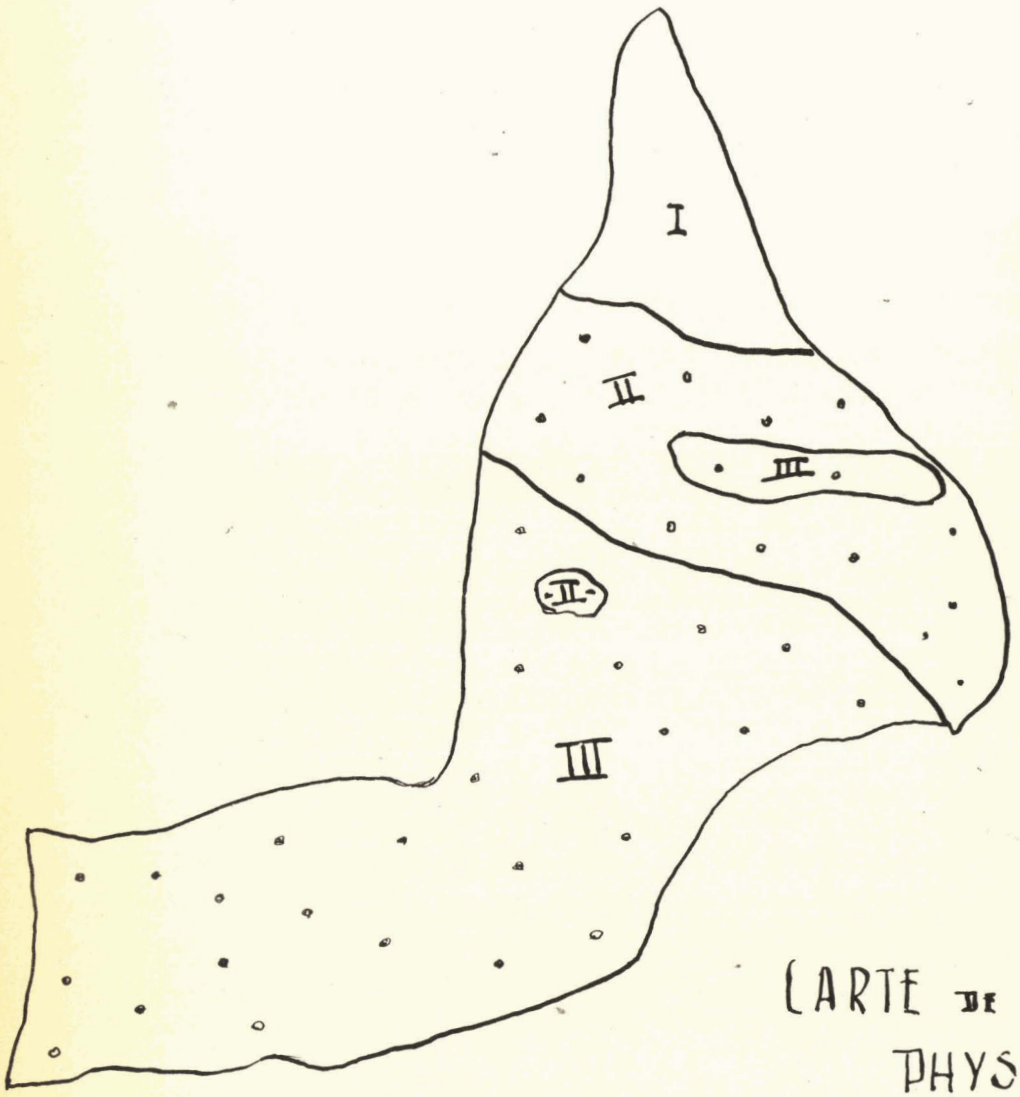
(Continuation pages suivantes)

N°E.	Sable	Limon	Argile	Humus %	Classe texturale ou Classification physique
31	90,6	7,1	2,3	5,1	Sable humifère
32	86,1	9,6	4,3	5,03	" limoneux humif. Text. sabl
33	91,2	4,3	4,5	2,4	" - - " "
34	83,5	8,5	8	3,9	" " - - -
35	88,2	6,1	5,7	4,6	" - " " "
36	82,4	8,6	9	3,2	" " - - -
37	89,2	5,6	5,2	2,9	" - - " "
38	82,7	8	9,3	2	" " - - -
39	85,9	5	6,1	1,9	" " - " "
40	90,3	7,6	2,1	4,9	" - " " "
41	92,4	6,6	1	5,7	" - " " "
42	90,3	6,4	3,3	5,5	" - "
43	89,8	7,1	3,1	2,6	" - -
44	91,7	5,3	3	2,7	" - - " "
45	90,3	5,2	4,5	1,6	" - - " "
46	84	7	9	1,8	" " -
47	85,8	6,1	8,1	2	" " -
48	97,4	1,7	0,9	2,7	" - - " "
49	91,1	5	3,9	3,6	" - - " "
50	91,3	5,6	3,1	3,7	" - - " "
51	93,2	4,5	2,3	3,9	" - - " "
52	92,7	4,5	2,8	1,9	" - - " "
53	90	5	5	2,8	" - - " "
54	91,2	3,3	5,5	2,9	" - - " "
55	93,6	3,1	3,3	3,4	" - - " "
56	95,9	2,2	1,9	3,7	" - - " "
57	96,6	2,2	1,2	3,8	" - - " "
58	97,6	1,7	0,7	3,5	" - - " "
59	94,8	3,4	1,8	3,2	" - - " "
60	90,48	2,81	6,99	3,1	" - - " "
61	91,1	3,8	5,1	2,5	" - - " "

(Continuation page suivante)

N° E.	Sable	Limon	Argile	Humus %	Classe texturale ou Classification physique
62	95,3	2,1	2,6	3,51	Sable texture sableuse
63	95,4	1,9	3,7	2,51	" " "
64	94,6	2,9	2,5	3,7	" " "
65	96,8	2,1	1,1	3,8	" " "
66	97,9	1,6	0,5	3,5	" " "
67	96	2,6	1,4	5,3	" humifère text. sabl.
68	95,1	2,9	2	5	" "
69	92	3,2	4,8	5,8	" " " "
70	94	2,8	3,2	4,2	" " " "
71	91,8	5	3,2	4,8	" " " "
72	94,7	2,8	2,5	4,2	" " " "
73	96,5	1,7	1,8	3,8	" - " "
74	98,1	1	0,6	3,5	" - " "
75	27,4	1,6	1	4	" " " "
76	96,8	2	1,2	3,9	" - " "
77	92	4,3	3,7	4,9	" "
78	92,1	4,5	3,4	4,3	" " " "
79	90,7	8	1,3	3,9	" - " "
80	91,1	4,4	4,5	6,4	" " " équil.
81	91,4	4,4	4,2	5,7	" "
82	91,4	4,3	4,3	6,2	" "





CARTE DE CLASSIFICATION PHYSIQUE DU SOL.

I = LIMON SABLEUX

II = SABLE LIMONEUX

III = SABLE

TEXTURE EQUILIBRÉE (FRANCHE)

" SABLEUSE

ÉCHELLE : 1/40.000e

BU LILLE

Dans la région étudiée, nous avons, d'après les résultats de nos analyses, 15,5 % de limon sableux, ce qui correspond à une texture équilibrée "franche" légère, et il y a 22,4 % de sable limoneux, 62,1 % de sable dont l'ensemble constitue 84,5 % de texture sableuse.

En portant les résultats précédents, nous obtenons la carte ci-jointe de classification physique du sol.

III.6. 2) Genèse et classification pédologique des sols

Au cours des années, différents facteurs ont contribué à la formation des matériaux constituant les couches de surface.

Les différentes couches ou horizon constituent le profil du sol.

Parmi les facteurs pédologiques, il faut citer notamment la roche-mère qui fournit la matière du sol. Cette matière sera transformée et façonnée sous l'influence d'autres facteurs tels que: la végétation, le climat, la topographie, l'influence de l'homme, etc...

La roche-mère détermine en grande partie le mode de développement du profil d'après lequel les sols ont été classés en plusieurs classes, sous-classes, etc ...

Les facteurs biologiques sont également très importants pour la formation du sol.

La végétation joue un rôle essentiel sous le rapport de la matière organique incorporée au sol. La présence de la végétation forestière est obligatoirement la cause de la formation des profils forestiers.

Le facteur topographique influence dans une large mesure le régime hydrique des sols. Il détermine le rôle de la nappe phréatique et de ce fait, il agit sur la profondeur du

profil. Egalement, l'influence directe de ce facteur en ce qui concerne le lessivage ainsi que l'érosion sont très importants.

L'influence humaine peut orienter l'évolution du sol forestier dans un sens régressif ou progressif par paturâge, coupe abusive, ou par d'autres traitements néfastes, c'est-à-dire les actions destructrices de la forêt qui ont permis l'installation d'une flore héliophile (Ptéris aquilina L) et favorisé la podzolisation des sols sableux.

L'évolution des sols est également influencée par l'action raisonnée, par la façon culturale, par l'apport d'engrais, par l'amendement, etc...

Dans la région en étude, nous avons pu distinguer des séries de sols en parfaite concordance avec les conditions pédogénétiques de la région.

Ici, nous décrirons seulement le profil typique et représentatif de chaque série.

Voici la liste des diverses séries du sol que nous avons étudié, par ordre d'évolution croissante :

- les sols tourbeux ;
- " " à gley ;
- " " "bruns" lessivés, hydromorphes ;
- " " bruns podzoliques;
- " " podzoliques ;
- les podzols.

III.6. 2) 1.- Sols tourbeux

Dans ce groupe sont classés les sols dont la couche superficielle d'au moins 30 cm d'épaisseur est formée par des matériaux bruns-noirâtres contenant plus de 30 % de matière organique.

Ces sols se trouvent dans plusieurs petites cuvettes de la forêt de Stambruges où la nappe d'eau se trouve, soit

presqu'en surface, soit recouvre le sol en quelques endroits.

Le sous-sol de ces groupes est composé soit de tourbe pure, soit de matériaux sablo-limoneux.

Profil	Horizon	Epaisseur	Description
	A	45 cm	- tourbe acide, matériau organique non évolué
	B	35 cm	- matériau de texture sableuse, sans structure apparente, de couleur noirâtre
	C	-	- limon sableux à sable limoneux

III.6. 2) 2.- Sols à gley

Ces sols sont caractérisés par la présence d'une nappe phréatique permanente à faible oscillation saisonnière, d'une réduction de fer ferrique à ferreux, laquelle détermine un horizon à gley de couleur gris verdâtre. Facile à observer dans les profils du sol, cet horizon est très défavorable au développement des végétaux, car il provoque l'intoxication du système radiculaire. Ces types de sol se rencontrent surtout dans la partie nord-ouest de notre région, c'est-à-direla partie du bois de Stambruges subissant l'influence du canal de Blaton.

Profil	Horizon	Epaisseur	Description
	A_o	5 cm	- matière organique en voie de décomposition
	A_1	15 cm	- horizon à matériau sableux mélangé à matière organique noire à structure particulaire
	A_2	30 cm	- horizon sablo-limoneux meuble, sans structure apparente, présence des taches rousses, précipi-

		tation de Fe à l'état ferrique au contact de l'oxygène de l'air
G	15 cm	- horizon à gley gris verdâtre appelé horizon réducteur.

III.6. 2) 3.- Sols "brun" lessivés hydromorphes

Ces sols sont caractérisés par un horizon B textural; ils sont très fréquents dans la partie limon sableux ou sablo-limoneux. Dans certains sols, on observe le phénomène de gleyfication à moins de 80 cm de profondeur.

La variante hydromorphe des sols "brun" lessivés est caractérisée par l'apparition du phénomène de gley, soit dans la partie inférieure de l'horizon B, soit dans l'horizon B tout entier.

Dans certains sols, la transition entre l'horizon A et B est graduelle. Cette couche de sols est caractérisée par la lettre AB sur le profil.

Profil	Horizon	Epaisseur	Description
A_o	A_o	2 cm	- matière organique en voie de décomposition
A_1	A_1	14 cm	- horizon de couleur beige à structure particulaire éléments mélangés avec la matière organique
A_2	A_2	40 cm	- horizon de couleur beige clair de texture sableuse
AB	AB	20 cm	- horizon de transition avec des taches de gley ou de couleur ocre "rouille"
B	B	30 cm	- horizon illuvial, plus coloré que l'horizon A_2, présence de taches de gley ou de couleur ocre "rouille"
C			

C - - roche-mère de texture sableuse.

Sol à grès siliceux avec horizon ferrique (Grandglise)

III.6. 2) 4.- Sols bruns podzoliques

Ces sols se différencient des précédents par l'absence d'horizon A_2 d'alluviation. Ce sont les sols podzoliques les moins évolués, jeunes à horizon A_o purement organique (Moder ou Mor), A_1 très noir d'une dizaine de cm environ, et finalement un horizon B ferrugineux.

Ces sols sont situés sur de faibles pentes dans le bois de Grandglise et de Stambruges.

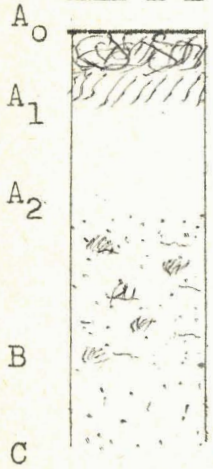
Profil	Horizon	Epaisseur	Description
A_o	A_o	6 cm	- horizon organique en voie d'évolution
A_1	A_1	20 cm	- horizon très noir dû à la présence d'humus mélangé au sable
B			
C			

B	30 cm	- horizon illuvial de texture sableuse à structure particulaire de couleur ocre.
C		- roche-mère de texture sableuse.

Dans certains endroits du bois de Grandglise et de Stambruges, à la mer de sable, ainsi qu'au bois de St Amand, nous avons trouvé assez souvent la roche-mère constituée par des grès siliceux, ce qui oblige les racines des arbres et des végétaux à prendre une direction horizontale.

III.6. 2) 5.- Sols podzoliques

Les sols podzoliques présentent les mêmes processus pédogénétiques que les podzols, mais à un degré moins avancé, c'est-à-dire que le complexe absorbant est moins désaturé et l'horizon A_2 est très peu coloré et non cendreux. Ces sols sont assez répandus dans les bois de Grandglise et sont formés sur des matériaux de texture sableuse légère; l'horizon A_o est relativement épais comparativement à l'horizon A_1. L'horizon éluvial ou horizon A_2 étant très clair, il atteint une épaisseur de 60 cm dans certains profils. L'horizon B ou horizon illuvial est caractérisé par la présence de taches brun noirâtre et roussâtre dues à la présence d'humus et de fer. C'est également l'horizon d'accumulation d'argile.



Profil	Horizon	Epaisseur	Description
	A_o	10 cm	- horizon organique renfermant des débris de végétaux en voie d'évolution
	A_1	7 cm	- horizon noirâtre, riche en humus, de texture sableuse
	A_2	30 cm	- horizon éluvial à structure sableuse de couleur claire

B	40 cm	- horizon illuvial, présence de taches rousses (Fe) et brun-noirâtre (humus), accumulation d'argile
C	-	- roche-mère: sable

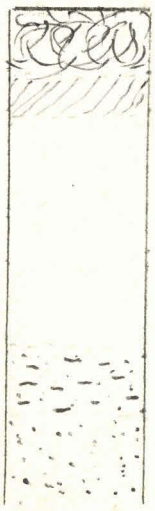
III.6. 2) 6.- Podzols

Les podzols sont les sols les plus évolués des régions tempérées et humides. Nous avons rencontré ces sols essentiellement dans le bois de Grandglise où toutes les conditions nécessaires à la podzolisation se vérifient; ces conditions sont principalement les suivantes :

- climat humide ou froid
- roche-mère pauvre en base et perméable
- végétation: présence de résineux (pin) ou de landes à bruyères.

Podzol avec horizon cendreux

Profil	Horizon	Epaisseur	Description
A_o	A_o	8 cm	- horizon purement organique renfermant des débris de végétaux en voie d'évolution
A_1	A_1	4 cm	- horizon de texture sableuse à structure particulaire meuble, noir riche en humus colloïdal
A_2	A_2	40 cm	- horizon cendreux à texture sableuse, structure particulaire dite structure cendreuse
BFe	BFe	10 cm	-horizon à accumulation d'oxyde de fer de couleur rouille, à structure particulaire.
C	C	-	- roche-mère: sable



Ces sols existent sur les matériaux limoneux sableux à horizon B humique ou (et) ferrique distinct. L'horizon A_2 peut atteindre une épaisseur de 15 cm, ainsi que l'horizon BFe qui atteint dans certains endroits une épaisseur de 60 cm avec des taches rousses isolées.

IV : FLORE ET VEGETATION
IV 1 : VEGETATION ADVENTIVE
IV 2 : PLANTES AGRICOLES
IV 3 : ESSENCES FORESTIERES

IV : FLORE ET VEGETATION

Les végétaux que nous avons pu explorer dans la région en étude sont classés en trois groupes, à savoir :

végétation adventive,
plantes agricoles,
essences forestières.

IV 1: VEGETATION ADVENTIVE

IV.1. 1) Angiospermes

IV.1. 1) 1.- Classe de Monocotylédones

- Première section: Monocotylédones possédant une corolle et un calice pétaloïde :

Famille de Liliacées :

Convallaria maialis L.
Gagea Silvatica London.
Polygonatum multiflorum ALL.

- Deuxième section: Monocotylédones à corolle verte comme le calice.

Famille de Joncées :

Juncus bufonius. L.
Juncus effusus L.
Luzula campestris DC.

Famille de Potamées :

Potamogeton natans L.

- Troisième section: Monocotylédones dépourvues de corolle :

Famille de Graminées :

Agropyrum repens P.B.
Aira Caespitosa L.
Aira flexuosa L.
Anthoxanthum odoratum L.
Avena fatua L.
Avia flexuosa
Bromus mollis L.
Bromus sterilis L.
Dactylis glomerata L.
Festuca ovina L.
Festuca rubra L.
Galium aparine L.
Holcus lanatus L.
Hordeum murinum L.
Lolium perenne L.
Milium effusum L.
Poa annua L.
Poa pnatensis L.
Poa trivalis L.

IV.1.1)2.- Classe des Dicotylédones

- Première section: Dicotylédones à pétales.

Famille de Polygonées :

Rumex acetosa L.
Rumex acetosella L.

- Seconde section: Dicotylédones dialypétales

Famille de Caryophyllées :

Lychnis diaoica DC.
Lychnis sylvestris Hoppe
Stellaria holostea L.

Famille de Cistinées :

Fumaria officinalis L.

Famille de Crucifères :

Arabis thaliana L.
Capsella brusa-pastoris Moench
Raphanus raphanistrum L.
Sinapsis arvensis L.
Sisymbrium alliaria Scop.
Sisymbrium officinale Scop.

Famille de Géraniées :

Erodium circutarium L'hert.
Geranium molle L.
Geranium robertianum L.

Famille de Papavéracées :

Chelidonium majus L.
Papaver Rhoeas L.

Famille de Papilionacées :

Ervum hirsutum L.
Genista Sp.
Medicago lupulina L.
Sarothamnus scoporius Koch.
Trifolium elegans Savi.
Trifolium filiforme L.
Trifolium incarnatum L.
Trifolium repens L.
Vicia Lathyroides L.
Vicia sativa L.

Famille de Renonculacées :

Ranunculus acris L.
Ranunculus bulbosus L.
Ranunculus repens L.

Famille de Rosacées :

Fragaria vesca L.
Potentilla anserina L.

- Troisième section : Dicotylédones gamopétales

Gamopétales à ovaire libre

Famille de Boraginées :

Myosotis intermedia Link.
Myosotis palustris With
Myosotis stricta Link.
Symphytum officinale L.

Famille de Ericinées :

Erica cinerea L.

Famille de Labiées :

Ajuga reptans L.
Gleochoma hederacea L.
Lamium album L.
Lamium purpureum L.

Famille de Plantaginées :

Plantago lanceolata L.

Famille de Scrofulariacées :

Scrofularia aquatica L.
Veronica arvensis L.
Veronica chamaedrys L.
Veronica officinalis C.

Gamopétales à ovaire infère.

Famille de Composées :

Achillea millefolium L.
Arnoseris minima Koch
Artemisia vulgaris L.
Bellis perennis L.
Cardus crispus L.
Cardus tenviflorus Curt.
Centaurea cyanus L.
Hieracium murorum L.
Hieracium pilosella L.
Lampsana communis L.
Leontodon autumnalis L.
Leucanthemum vulgare Lam.
Matricaria discoidea D.C.
Senecio vulgaris L.
Thanacetum vulgare L.
Thrincia hirta Roth
Tussilago farfara L.

Famille de Vaccinées :

Vaccinium myrtillus L.

IV. 19 2.- Embranchement de Cryptogames

- Fougères :

Pteris aquilina L.

- Equisetinées :

Equisetum arvense L.
Equisetum variegatum Schl.

Pteris aquilina (bois de Stambruges)

IV 2 : PLANTES AGRICOLES

La majeure partie des sols agricoles où nous avons prospecté est constituée par des prairies; ensuite viennent les céréales et enfin les plantes sarclées et légumineuses. Voici la liste des différentes cultures que nous avons pu rencontrer dans cette région.

froment
orge
avoine
betterave sucrière
betterave fourragère
lin
colza
pomme de terre
trèfle incarnat
luzerne
maïs fourrager
vesce et pois (très peu)

Nota: il faut remarquer que l'horticulture n'a qu'une importance tout à fait secondaire dans cette région. Ce n'est qu'aux abords des villes de Stambruges, Grandglise et surtout Beloeil qu'on trouve quelques petites exploitations horticoles familiales.

Il y a également quelques vergers, surtout de pommiers, à peine rentables (1), qui se trouvent près des fermes. Les vergers à hautes tiges sont en même temps exploités comme pâtures.

IV 3 : ESSENCES FORESTIERES

Nous énumérons la majorité des essences forestières rencontrées dans la région mais sur la carte forestière, nous n'indiquerons que les essences ayant un pourcentage assez élevé. Les principales familles rencontrées sont les suivantes :

Famille des Abiétinées :

Abies pectinata Lam.
Larix europaea Lam.
Picea excelsa Lam.
Pinus silvestris L.

Famille des Acerinées :

Acer pseudo-platanus L.

Famille de Betulinées :

Alnus glutinosa Gaertn.
Betula alba L.

Famille de Cupulifères :

Castanea vulgaris Lam.
Fagus silvatica L.
Quercus robur L.

(1) Mal situés, sol humide, asphyxie des racines au printemps.

CARTE DES ESSENCES FORESTIÈRES.

- LÉGENDE -

Y BOULEAU -

Y CHÊNE.

Y HÊTRE.

Y PIN -

BU LILLE

Famille des Hippocastanées :

AEsculus hippocastanum L.

Famille des Oléinées :

Fraxinus excelsior L.

Famille de Papilionacées :

Robinia pseudacacia L.

Famille de Salicinées :

Populus alba L.
Populus nigra L.
Populus tremula L.
Salix alba L.
Salix babylonica L.
Salix capraca L.

Famille de Tiliacées :

Tilia platyphllos Scop.
Tilia silvestris Desp.

Famille des Ulmacées :

Ulmus campestris L.

++++++++
++++
++

V. SYSTEME RADICULAIRE
V 1 : LES FONCTIONS DU SYSTEME RADICULAIRE
V 2 : OBSERVATION " " "
V 3 : MORPHOLOGIE " " "
V 4 : PHYSIOLOGIE " " "

V. SYSTEME RADICULAIRE

En étudiant les différentes questions concernant la région qui fait l'objet de notre étude, nous avons étudié en même temps le comportement du système radiculaire d'une même plante suivant la texture du sol. Au début de cette étude, la texture était inconnue. C'est donc l'étude pédologique que nous avons dû effectuer en premier lieu. Les résultats et conclusions qui peuvent découler de l'étude du système radiculaire sont fort nombreux. En étudiant quelques fonctions du système radiculaire des plantes, nous citerons nos observations s'y rapportant.

V.1 : FONCTIONS

Les principales fonctions du système radiculaire pouvant nous intéresser sont :

V.1.1) Alimentation.

Une des fonctions essentielles des racines réside dans l'alimentation de la plante en eau et en matières minérales. En revanche, les organes aériens fournissent aux racines les glucides nécessaires à leur alimentation.

L'alimentation en eau et en matières minérales s'effectue par les jeunes racines; leur fonction est donc absorption des solutions du sol au niveau des poils absorbants. Ceux-ci

ont une très courte vie mais ils se renouvellent constamment, de telle sorte qu'il y a une exportation de la matière fertilisante des couches successives du sol. Entre les organes aériens et le système radiculaire, il doit exister, en conséquence, une relation d'équilibre afin que la plante végète normalement. La rupture de cet équilibre affecte la croissance. Exemple: coupe fréquente ou surpâture des prairies artificielles.

V.1. 2) Fixation de la plante :

La fixation de la plante sur son support, c'est-à-dire sur le sol, et inversement, la fixation du support lui-même sont également importantes. La fixation de la plante sur le sol est la fonction des grosses racines fortement lignifiées, et cela dépend surtout de leur mode de répartition. Les poils absorbants portés par leurs ramifications, par les radicelles, sont énergiquement appliqués sur les particules du sol; on remarque cette adhérence quand on extrait des racines du sol. De ce phénomène résulte une cohésion dont l'importance est grande, en particulier dans la fixation des sols sableux.

V.1. 3) Enrichissement en sels minéraux et en humus.

Les éléments minéraux étant entraînés en profondeur, ou se trouvant en profondeur, sont puisés par les racines et une certaine quantité est abandonnée dans les parties superficielles du sol après la décomposition des racines. Par suite de la décomposition des racines, la porosité du sol augmente, ainsi que sa teneur en matière organique. D'après A. DEMOLON, l'importance du résidu croît avec celle des récoltes elles-mêmes. Elle s'élève à 1.200-1.500 Kgs/ha pour les céréales et à un chiffre beaucoup plus élevé pour les prairies. Enfin, certaines légumineuses à nodosités enrichissent le sol en azote.

V.1. 4) Genèse du sol

Les racines ont un rôle très important dans la genèse du sol. Les racines, surtout les pivotantes, pénètrent dans les fissures des roches en les agrandissant et en les multipliant; elles contribuent de cette façon à la désagrégation des sols.

V. 2 : OBSERVATION DU SYSTEME RADICULAIRE

Pratiquement, il est impossible d'extraire du sol l'intégralité du système radiculaire dans l'état même où il existe dans le sol; ceci, même dans une tranchée creusée pour ce but auparavant. Plusieurs méthodes sont proposées pour l'étude du système radiculaire. DEMOLON écrit: King découpe un prisme de terre en utilisant un treillage métallique qu'il fait pénétrer à l'intérieur de la masse de terre. Le réseau métallique est destiné à maintenir les racines. Celles-ci sont ensuite libérées de la terre au moyen d'un jet d'eau. Sauf dans le cas des sols sableux, cette opération exige une pression assez élevée et provoque toujours la rupture d'un grand nombre de radicelles. Aussi est-il préférable, et généralement suffisant, d'observer directement le comportement des racines en suivant leur trajet sur la paroi d'une tranchée d'étude.

DIEHL propose l'emploi de case de végétation avec possibilité de deux systèmes.

a) Construction de cadres en bois ou en métal, à parois mobiles, dont les dimensions sont établies en fonction de la plante à étudier. Les cases sont enterrées dans le sol et remplies de terre. Des précautions sont à prendre pour le remplissage des cases (utilisation de terre sèche, tassement modéré, arrivée d'eau par la partie inférieure pour chasser l'air, puis

égouttage de manière à obtenir une porosité de 50 % à 40 cm de profondeur).

Au moment de l'utilisation, les cadres doivent être extraits et les racines recueillies après l'élimination de la terre par un jet d'eau.

b) Etablissement d'installations permanentes avec cadres en ciment à portes mobiles, pouvant être cloisonnés. Des couloirs de visite sont prévus ainsi que toutes les installations nécessaires à l'évacuation des eaux et des boues résiduaires.

Dans toutes ces études, on s'efforcera d'obtenir, dans chaque cadre, une densité de peuplement conforme à la pratique et de laisser aux racines un volume de terre suffisant.

Deux cas peuvent être étudiés :

- le poids du système radiculaire ;
- l'observation sur forme, direction et répartition des racines. Dans ce cas, il sera bon d'intercaler dans le cadre, à des profondeurs variables, des grillages destinés à maintenir les racines en place après l'élimination de la terre.

Ces méthodes exigent de gros moyens matériels qui conduisent néanmoins à une connaissance du système radiculaire assez fragmentaire.

En conclusion, les cadres de végétation permettent de faire varier les différents facteurs agissant sur la morphologie et la physiologie des racines. L'observation des racines dans des tranchées allant couramment de 1 à plusieurs mètres de profondeur présente des difficultés au point de vue de la réalisation du travail. Cependant, nous préférons effectuer l'étude de la répartition des racines suivant les profondeurs du sol dans des tranchées effectuées à l'extérieur.

La méthode King ne paraît intéressante que pour les plantes ayant un système radiculaire très court, comme Pro annua par exemple, et cela en particulier dans les sols sableux.

V 3 : MORPHOLOGIE DU SYSTEME RADICULAIRE

Les principaux types morphologiques d'organes souterrains (1) des espèces végétales cultivées et prairiales ainsi que des espèces adventives des cultures et des prairies ont fait l'objet d'études assez approfondies.

D'après S. HENIN et ses collaborateurs, on peut diviser les racines des végétaux en trois groupes qui se différencient par l'abondance, la grosseur et la direction des racines.

V.3. 1) Racines pivotantes

Les racines ont une racine principale d'où partent des racines secondaires qui s'étendent latéralement. Exemples types: la betterave sucrière, la luzerne de Poitou, le colza, la chicorée, etc...

Certains auteurs divisent les racines pivotantes des plantes en deux types: pivotant simple - Exemple: Rumex acetosa
pivot ramifié- Exemple: Artemisia vulgaris

V.3. 2) Racines fasciculées

Plantes ayant des racines constituées par un nombre considérable de ramifications, souvent très fines. Exemples: les céréales, la pomme de terre, le topinambour, les graminées des prairies, etc...

---

(1) A savoir: racines fasciculées, pivotants, tubéreux, crampons, aériennes, vrilles, suçoirs des plantes parasites, racines-supports.

Certains auteurs divisent lesracines fasciculées en deux types principaux :

- fasciculé réduit : blé, avoine, orge, etc...
- fasciculé développé: pomme de terre, maïs, etc...

V.3. 3) Racines ramifiées

Entre les deux types précédents se trouve cette classe intermédiaire que caractérisent des racines principales émettant quelques grosses racines sur lesquelles s'insèrent les racines latérales. Exemples:racines des arbres fruitiers.

L'étude des différents types de racines nous permet de choisir le type de labour du sol et de déterminer le choix des plantes dans la rotation des cultures.

Nous donnons les divers types morphologiques d'organes souterrains de quelques plantes ayant un intérêt agricole que nous avons pu observer dans nos travaux.

V.3. 4) Types morphologiques du système radiculaire chez quelques plantes adventives.

Racines fasciculées :

Alopecurus agrestis L.
Avena fatua L.
Bromus mollis L.
Bromus sterilis L.
Poa annua L.
Anagalis arvensis L.

Racines adventives :

Ajuga reptans L.
Hieracium Pilosella L.
Potentilla Anserina L.
Ranunculus repens L.

Racines pivotantes :

Artemisia vulgaris L.
Cardus Sz.
Capsella Bursa-pastoris Moench
Centaurea Cyanus L.
Plantago lanceolata L.
Raphanus Raphanistrum L.
Rumex acetosa L.
Sinapis arvensis L.

V.3. 5) Types morphologiques du système radiculaire de quelques plantes cultivées :

Racines fasciculées :

Avoine
Blé
Orge
Maïs "type fasciculées développé"
Pomme de terre " "

Racines adventives (plantes stalonifères)

Fraisier
Fetuque range.

Racines pivotantes

Pivot simple renflé

Betterave
Carotte
Navet et Rave
Salsifis.

Pivot simple non renflé

Latidr corniculé
Pissenlit

Lin
Colza
Chou
Luzerne (certains types)

Pivot ramifié

Trèfle violet
Tournesol
Luzerne (certains types)

V.3.6) Répartition du système radiculaire en fonction de la profondeur.

La répartition des racines en profondeur et la densité du développement radiculaire dans le volume du sol sont autant d'éléments d'information sur l'exploitation du sol par les végétaux, tant au point de vue éléments nutritifs qu'au point de vue de l'alimentation en eau des racines.

Parmi les différents cas examinés, il semble intéressant de faire les remarques suivantes.

Dans les climats tempérés, la densité du développement radiculaire est maximum dans la zone travaillée par les instruments aratoires, donc dans la couche superficielle de 20 à 25 cm d'épaisseur. D'après DEMOLON, 80 % de la masse radiculaire des cultures annuelles se trouvent localisés dans la couche superficielle de 20 cm d'épaisseur.

Le système radiculaire pénètre dans les couches profondes du sol quand la structure de celui-ci le permet . Les études des différents auteurs (1) ont permis à DIEHL de déclarer que la masse des racines développés dans la couche arable conserve une importance capitale car elle dépasse fréquemment 50 % du total chez les plantes à système radiculaire fasciculé, et

---

(1) MUNTZ, GIRARD, BOONSTRA, etc...

reste un peu inférieur à ce chiffre pour les végétaux à racines pivotantes.

D'après cela, nous dirons que le rôle du sous-sol paraît important, même pour les plantes annuelles et bisannuelles, dans l'alimentation de la plante. Le rôle du sous-sol est encore plus important pour les arbres fruitiers et les arbres en général ainsi que pour les végétaux des régions sèches où la partie la plus importante du système radiculaire se trouve dans le sous-sol.

Il est même à remarquer que, dans certains cas, le développement des racines peut se poursuivre même quand elles ont été momentanément arrêtées par une formation rocheuse. Nous avons remarqué à la mer de sable (à Grandglise) et à St-Amand que la présence d'une couche de grès se troufant à environ 60 cm de la surface arrête la pénétration en profondeur des racines sur une aire bien limitée mais, les racines s'étalant, certaines d'entre elles profitent des infractuosités rocheuses pour pénétrer plus profondément (1).

S'il y a une formation rocheuse continue, le développement des racines se trouve limité à la partie supérieure de cette formation, la terre végétale pouvant alors avoir une épaisseur plus ou moins profonde.

Les études de DUCHAUFOUR sur la végétation des podzols sont bien connues, les racines d'épicéa par exemple traversant l'horizon A_2 apauvri en éléments nutritifs tandis que la même plante a une ramification parfaite dans les sols bruns. Nous avons pu faire à peu près les mêmes remarques pour certaines plantes adventives sur des sols siliceux, ou dans cer-

---

(1) On remarque chez beaucoup d'autres végétaux que les racines contournent les obstacles qu'elles rencontrent. Exemple: la Betterave.

tains endroits, la ramification des racines était abondante. Nous attribuons cet état de chose à la présence de substances nutritives plus abondantes, ainsi qu'à la présence d'une humidit due probablement à l'argile. Si on examine la direction des racines dans le sol, à part les racines pivotantes qui sont sensiblement verticlaes, les autres plantes montrent des racines ayant des directions assez variables. Ceci est imputable à la recherche de l'eau et des sels minéraux. C'est ainsi que dans les sols sableux les racines s'enfoncent plus profondément pour trouver l'eau indispensable à leur croissance, tandis que, dans les sols argileux, limoneux et humifères, les racines se développent dans les couches superficielles qui ont d'ailleurs une forme grêle. Voici, d'après les auteurs, quelques exemples de répartition du système radiculaire en fonction de la profondeur.

Plantes	Profondeurs	Auteurs
Blé	140 cm	Bretigniere
Céréales	100 à 160 cm	Diehl
Pomme de terre	150 à 180 cm	"
Luzerne: 1ère année	150 à 180 cm	Bretigniere
2ème année	300 à 350 cm	"

Nous avons, nous-même, pu noter la répartition du système radiculaire de quelques plantes en fonction de la profondeur.

Plante	Profondeur	Observation
Avena fatua	90 cm	- le développement des racines est aussi important dans les couches de 30 à 60 cm que dans celles de 0 à 30 cm.
Capsella Bursa pastoris	100 cm	- plus de 80 % des racines sont localisées jusqu'à 40 cm de profondeur.
Medicago lupulina	60 cm	- jusqu'à 40 cm de profondeur, les racines ont les mêmes importances.
Poa annua	20 cm	- plus de 80 % des racines sont localisées dans les couches de 10 cm.
Renunculus repens	30 cm	- -
Senecio vulgaris	50 cm	- plus de 50 % des racines se trouvent dans les 15 premiers cm.
Trifolium repens	70 cm	- développement assez important jusqu'à 60 cm.
Veronica arvensis	20 cm	- majorité des racines se trouvent dans les 6 premiers cm.

Certains auteurs, en étudiant la répartition du système radiculaire, ont obtenu les résultats suivants :

Plante	Profondeur	Racines % en poids	Auteurs
Avoine	0 - 25 cm	68	Muntz et Girard
Blé	- d° - "	55	" " "
Orge	- d° - "	61	" " "
Luzerne	- d° - "	45	" " "
Pois	0 - 30 cm	71 à 94	Boonstra

Le tableau ci-dessus montre très clairement que plus de 55 % des masses de racines se trouvent dans la couche de 0 à 25 cm de profondeur pour les céréales. C'est la couche arable riche en éléments nutritifs et bien ameubli.

On a également étudié la masse et la valeur des racines. La masse du système radiculaire intéresse l'agronome par la matière organique et les éléments fertilisants qu'abandonnent les racines dans le sol. Voici quelques résultats d'après Köhnlein et Vetter.

Plantes	matière sèche Kg/Ha	N	P^2O^5	K^2O
Blé (1) d'hiver	863	14	4	5,3
Orge (1) d'hiv.	1050	13	5	7
Lupin (2) jeune	1046	27	5	16
Luzerne (2)	3590	88	30	40
Trèfle (2)	4069	39	12	23
Maïs	119	10,5	4	23

(1) Plantes récoltées à maturité

(2) Plantes récoltées en vert.

Les fourrages verts fournissent plus de résidus cellulosiques et d'éléments fertilisants quand ils sont constitués de légumineuses. Ces questions sont très importantes dans l'étude de fertilisation du sol. Nous pouvons dire également que les résidus des récoltes constitués en majeure partie par le système radiculaire des végétaux sont les seules sources d'humus dans les pays chauds, Le fumier de ferme servant de combustible dans les villages.

V.4. PHYSIOLOGIE DU SYSTEME RADICULAIRE

Comme nous l'avons déjà dit, la racine peut subir des modifications importantes sous l'influence du milieu. Parmi les facteurs agissant sur son développement, nous citerons :

V.4.1. Influence de la structure du sol et du sous-sol

Un bon état de structure conditionne le développement des plantes. C'est la structure qui influence l'aération du sol, sa résistance à l'érosion, le lessivage et la perméabilité du sol.

Une structure meuble facilite le travail des racines ainsi que la pénétration de celles-ci dans les couches profondes du sol, ce qui permet une meilleure utilisation des matières nutritives et de l'eau du sol. Ceci est très important dans la lutte contre la sécheresse dans les pays chauds et dans les terrains sableux ayant une forte perméabilité.

La structure meuble permet également la présence d'oxygène à la disposition des racines; elle augmente aussi la porosité du sol en empêchant l'asphyxie des racines par excès de CO^2.

Un sous-sol argileux perméable et aéré ne s'oppose pas à la pénétration des racines, mais un horizon ou un sous-sol cimenté limite l'extension des racines.

Le sous-sol compact de structure schisteuse modifie la morphologie des racines; nous en avons déjà parlé dans le cas de la betterave à sucre. CARLSON a remarqué le même fait pour une luzerne de deux ans; la racine principale, au lieu d'être bien pivotante, prenait dans la couche superficielle un aspect fibreux et ramifié.

V.4.2. Influence de l'humidité du sol.

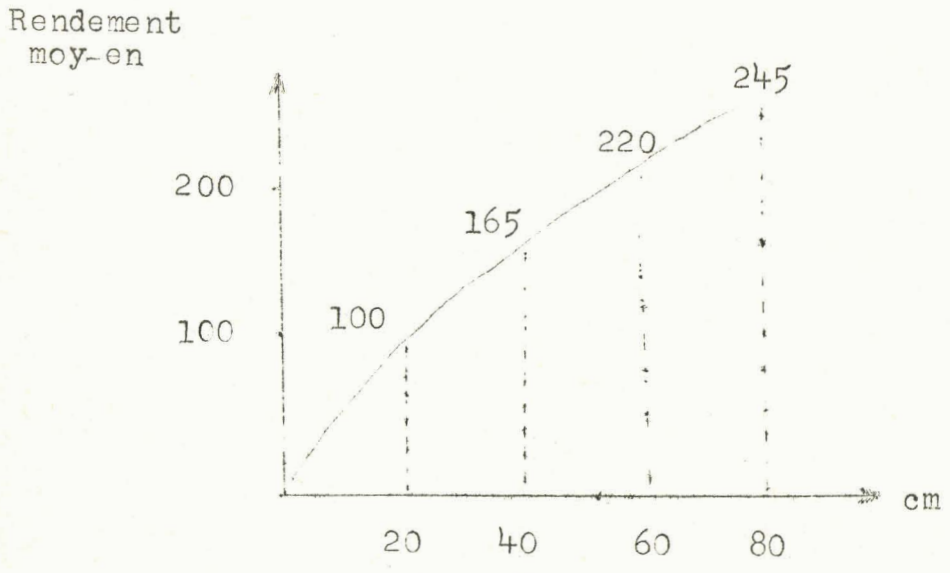
La racine recherche toujours l'eau mais elle est arrêtée par la nappe phréatique.

Quand les couches superficielles se dessèchent, l'extension des racines est favorisée dans les couches profondes du sol, à condition que ces couches profondes soient fraîches. Ce qui se vérifie pour les sols de ce genre dans les pays à printemps et été chauds pour la culture du blé et de l'orge.

Nous dirons que les racines avec leur hydrotropiome positif se développent dans la direction des zones les plus humides; de cette façon, elles luttent contre la sécheresse. Les racines s'allongent à mesure que ces zones successives s'épuisent en eau. D'après WEAVERS, en sol continuellement sec, les racines sont superficielles, courtes, tordues et constituent un abondant chevelu pouvant exploiter au maximum les ressources du sol. WEAVERS remarque également que dans une prairie en sol semi-aride de Nebraska, sur 43 espèces botaniques présentes, 14 % se limitaient aux 60 cm superficiels, tandis que 65 % pénétraient au-delà de 1,50 M; inversement, quand le sol est humide, les racines restent superficielles.

WEAVERS remarque encore une augmentation du rapport de $\frac{\text{surface des racines}}{\text{surface des feuilles}}$ quand l'humidité est faible.

Au fur et à mesure du développement des racines, le volume de la terre mise à sa disposition augmente. Il arrive fréquement un arrêt de l'extension des racines par le plan d'eau, d'où diminution du rendement du fait du faible volume de terre exploitée par les racines. A ce sujet, BRUGEVIN et HENIN ont démontré par l'irrigation souterraine l'influence du plan d'eau sur le développement de la plante dans un sol limoneux.



Profondeur du plan d'eau.

L'abaissement du plan d'eau est accompagné par la pénétration plus profonde des racines, nutrition plus abondante, et augmentation du rendement, d'où l'intérêt du draînage dans les sols humides. (Nous pensons surtout à certains sols de Beloeil qui sont excessivement humides). Il est à remarquer que le plan d'eau d'hiver ne limite pas le volume du sol exploité par les racines; c'est le plan d'eau permanent

qui est surtout néfaste pour le développement des racines.

En matière d'irrigation, il faut éviter d'effectuer des apports d'eau fréquents, car on a remarqué que les racines se développaient à la partie superficielle du sol, et ceci présente deux inconvénients :

1) en période sèche, le risque de pénurie d'eau pour la plante est grand ;
2) le volume de terre mis à la disposition des plantes sera faible, et par là l'ailimentation en éléments nutritifs sera moindre.

V. 4. 3. Influence du milieu chimique

Le système radiculaire peut subir, sous l'influence du milieu, des modifications importantes. Les études faites sur l'alimentation des plantes sont très nombreuses. Nous indiquerons seulement dans notre étude les plus utiles pour l'agronomie.

Les racines adaptent leur développement aux conditions d'ordre alimentaire. L'expérience qui consiste à cultiver une plante dans un vase renfermant des couches de sable et de terre montre que les racines traversent les couches de sable sans s'y ramifier car ce milieu est très pauvre en éléments nutritifs, tandis qu'on constate un abondant développement de radicelles dans la couche de terre. Cela concorde avec nos observations dans les sols sableux de Grandglise; c'est agélement la justification d'absence de radicelles dans les horizons A^2 des sols podzoliques.

Nous n'examinerons pas le rôle des différents éléments fertilisants sur le système radiculaire, mais notons toutefois qu'au début de la croissance, la végétation est favorisée

par la présence de P_2O_5 et de CaO; d'après DEMOLON, la concentration en azote minéral en-dessous de 100 mg par litre est favorable pour l'élongation des jeunes racines. Si la solution dépasse cette limite, les racines se ramifient; elles restent superficielles, ce qui est très grave pour les semis de printemps suivi d'un été sec provoquant la remontée des nitrates et également dans les régions sèches où la plante ne trouvera en surface qu'une quantité d'eau insuffisante.

Remarquons enfin que les racines agissent chimiquement sur le sol par leurs excrétions minérales et les résidus laissés dans le sol, dont nous avons déjà noté l'importance.

Les études du rapport du système radiculaire et de l'appareil aérien ont fait également l'objet de nombreuses études.

BOONSTRA, qui étudia le rapport $\frac{\text{poids sec du feuillage}}{\text{poids sec des racines}}$ montre que ce rapport augmente progressivement en fonction du temps, selon une courbe en S. Il conclue :

1.- au début de la végétation, ce rapport peut être inférieur à 1; ce qui montre la prédominance du système radiculaire ;

2.- en fin de végétation, ce rapport peut dépasser 10; donc, prédominance de l'appareil aérien;

3.- ce rapport donne la quantité de matière verte pouvant être alimentée par un gramme de racine;

4.- ce rapport peut être considéré enfin comme un caractère variétal.

Voici finalement quelques résultats (que nous n'avons pas jugé utile de contrôler) des rapports en poids de certaines espèces étudiées par différents auteurs.

Espèce	Appareil aérien / système radiculaire	Auteurs et observation.
Blé	1,04 à 1,65	DIEHL (début de taillage)
Orge Avoine Seigle	4 2,6 3,3	ROEMER & SCHAEFFER au maximum de développement
Pois	8,3 à 16,8	BOONSTRA, au maximum de développement.

VI. DISCUSSION ET CONCLUSION

L'étude que nous venons d'achever nous permet d'exprimer les observations suivantes.

Les rapports des différents sols de la région étudiée avec la végétation seront les suivants :

A) 1°) La valeur agricole des sols dépend du degré de lessivage.

a) lessivage accentué: le lessivage des horizons supérieurs est excessivement nuisible pour les plantes et il ne convient pas à la culture des espèces à enracinement traçant.

b) lessivage modéré: la formation d'horizon argileux est très importante car, ayant une capacité de rétention élevée en eau, il conserve une réserve d'humidité pour la période sèche.

2°) La valeur agricole des sols bruns est indiscutable pour la culture car ces sols, en général profonds, correspondent à l'optimum de la nutrition végétale. "La nutrition des végétaux est satisfaisante en saison chaude."

3°) Les podzols sont des ols qui ne conviennent pas à la plantation de la plupart des feuillus, "sauf le bouleau". C'est une erreur d'avoir planté ces essences dans le bois de Grandglise et Stambruges. Par contre, la place des pins sylvestres ou pins maritimes associés aux bouleaux se justifie. Ces sols sont très pauvres en matière fertilisante. Le bouleau, à l'aide de ses racines, exploite les couches profondes des sols et enrichit les parties superficielles des sols par la décomposition des racines superficielles; il est donc particulièrement indiqué dans ces bois. Ajoutons que l'horizon A^2 de ces sols est totalement stérile.

Nos observations coïncident avec celles de DUMBLEBY: l'horizon A_o des podzols est physiologiquement sec et ne convient pas à la nutrition végétale en été.

4°) La plantation du peuplier convient parfaitement aux terres humides de Stambruges et aux sols tourbeux à condition d'abaisser le niveau d'eau par le drainage.

B) L'étude de la flore et surtout celle du système radiculaire permet de tirer les conclusions suivantes :

1°) En matière d'irrigation, mieux vaut espacer la fréquence d'irrigation en apportant des doses massives favorisant ainsi la pénétration des racines en profondeur. Il en est de même pour l'apport d'engrais minéraux.

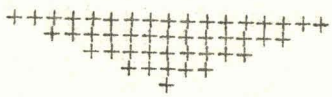
2°) Il faut éviter l'apport des éléments fertilisants en couverture dans les zones sèches car ils favorisent le développement des racines dans la partie superficielle du sol. En l'évitant, on augmente la résistance à la sécheresse de la plante.

3°) L'étude du système radiculaire de chaque espèce de plante, et nous dirons même dans le sein de chaque espèce, de chaque variété de plante, doit pouvoir éclairer certaines questions d'ordre général. Parmi ces différentes questions, citons les plus importantes :

- lutte contre la sécheresse - "Irrigation ea"
- application des techniques de la fumure, surtout dans les pays chauds
- technique des assolements
- espacement des plants
- étude de la productivité et rusticité des plantes

4°) Il n'y a pas de différenciation morphologique pour les racines des plantes dans les terres à texture sableuse et celles à limon sableux, ce qui justifie peut-être l'application d'une même technique culturale.

L'importance de l'étude des sols dans les régions à climat chaud doit se porter surtout sur le sous-sol, sa description et sa constitution physicochimique. L'étude du profil est donc absolument nécessaire pour la mise en valeur de ces régions car, si la jeune plante réclame un horizon superficiel bien riche au début de son développement, il n'en est pas de même dans la suite; le sous-sol doit être également fertile et meuble pour permettre un parfait développement des racines.



VII. BIBLIOGRAPHIE

- BERTIN L. : Géologie et Paléontologie.
- BONNIER G. et DE LAYENS G.: Nouvelle Flore du Nord de la France et de la Belgique.
- DEMOLON A.: Principes d'Agronomie :

  Tome I : Dynamique du sol
  Tome II : Croissance des végétaux cultivés.
- DEMOLON A. et LEROUX D.: Guide pour l'étude expérimentale du sol.
- DIEHL R. : Agriculture générale :

  Tome I : Les bases scientifiques de la production végétale.
  Tome II : Les techniques de la production végétale.
- DUCHAUFOUR P.: Précis de Pédologie.
- HENIN S., FEODOROFF A., MONNIER A. : Le Profil cultural.
- Rapport du sol et de la végétation, sous la direction de G. VIENNOT-BOURGIN - Premier Colloque de la Société Botanique de France.

VIII. INDEX

		Pages
	SOMMAIRE	1
I.	INTRODUCTION	2
II.	DONNEES GENERALES	4
II 1.	Géographie	"
	Carte géographique	5
II 2.	Géologie	6
	Carte géologique	6 bis
II 3.	Topographie	8
II 4.	Climat	"
II 5.	Hydrologie	9
III	PEDOLOGIE	11
III 1.	Prélèvement d'échantillons de terre	12
III 1.1.	La terre est régulière	"
III 1.2 .	La terre est irrégulière	15
III 2.	Mesure du pH	15
III 2.1.	pH Kcl N/10	16
III 2.2.	pH acétate	"
	Résultats de mesure du pH	17
	Carte de pH.	18
III 3.	Dosage de calcaire total	20
III 3.1.	Description du calcimètre	21
III 3.2 .	Mét ode opératoire	21 bis
III 3.3.	Calculs	22
III 3.4.	Résultats des dosages du calcaire total	24
III 4.	Dosage d'humus	25
III 4.1.	La méthode Anne	26
III 4.1.1.	Principe	"
III 4.1.2.	Mode opératoire	"

		Pages
III 4.1.3.	Calcul	28
III.4.2.	Dosage de la matière organique par calcination	29
III 4.2.1.	Mode opératoire	"
III 4.3.	Résultats des dosages d'humus	31
III 5.	Analyse granulométrique	33
III 5.1.	Classification des particules	"
III 5.2.	Mode opératoire	34
III 5.2.1.	Destruction de la matière organique	"
III 5.2.2.	Décalcification	35
III 5.2.3.	Dispersion	"
III 5.2.4.	Prélèvement à la pipette	37
III 5.2.5.	Procédé par siphonage	38
III 5.2.6.	Calcul	39
III.5.3.	Les résultats d'analyse granulométrique	41
III 6.	Systématique des sols	43
III 6.1	Classification physique	"
	Diagramme des textures	44
III 6.1.1.	Classes texturales	45
III 6.1.2.	Tableau de classification physique du sol	47
	Carte de la classification physique du sol	50
III 6.2.	Genèse et classification pédologique des sols	51
III 6.2.1.	Sols tourbeux	52
III 6.2.2.	Sols à gley	53
III 6.2.3.	Sols "brun" lessivés hydromorphes	54
III 6.2.4.	Sols bruns podzoliques	55
III 6.2.5.	Sols podzoliques	56
III 6.2.6.	Podzols	57
IV	FLORE ET VEGETATION	59
IV 1.	Végétation adventive	"

		Pages
IV 1.1.	Angiosperme	59
IV 1.1.1.	Classe des Monocotylédones	"
	Famille de Liliacées	"
	" " Joncées	"
	" " Potamées	60
	" " Graminées	"
IV 1.1.2.	Classe des Dicotylédones	"
	Famille de Polygonées	"
	" " Carvophyllées	61
	" " Cistinées	"
	" " Crucifères	"
	" " Géraniées	"
	" " Papavéracées	"
	" " Papill onacées	"
	" " Renonculacées	62
	" " Rosacées	"
	" " Barazinées	"
	" " Ericinées	"
	" " Labiées	"
	" " Plantaginées	"
	" " Scrofulariacées	"
	" " Composées	63
	" " Vaccinées	"
IV.1.2 .	Embranchement de Cryptogames	"
	Fougères	"
	Equisétinées	"
IV 2.	Plantes agricoles	64
IV 3.	Essences forestières	65
	Famille des Abiétinées	"
	" " Acérinées	"
	" " Bétulinées	"

		Pages
	Famille des Cupulifères	65
	" " Hippocastanées	66
	" " Oléinées	"
	" " Papillonacées	"
	" " Salicinées	"
	" " Tiliacées	"
	" " Ulmacées	"
V	SYSTEME RADICULAIRE	67
V 1.	Les fonctions du système radiculaire	"
V 1.1.	Alimentation	"
V 1.2.	Fixation de la plante	68
V 1.3.	Enrichissement en sels minéraux et en humus	68
V 1.4.	Genèse du sol	69
V 2.	Observation du système radiculaire	"
V 3.	Morphologie " " "	71
V 3.1.	Racines pivotantes	"
V.3.2.	Racines Fasciculées	"
V 3.3.	Racines ramifiées	72
V 3.4.	Types morphologiques du système radiculaire chez quelques plantes adventives	"
V 3.5.	Types morphologiques du système radiculaire chez quelques plantes cultivées	73
V 3.6.	Répartition du système radiculaire en fonction de la profondeur	74
V 4.	Physiologie du système radiculaire	79
V 4.1.	Influence de la structure du sol et du sous-sol	"
V 4.2.	Influence de l'humidité du sol	80
V 4.3.	Influence du milieu chimique	82
VI	DISCUSSION ET CONCLUSION	85
VII	BIBLIOGRAPHIE	88
VIII	INDEX	89

BIBLIOTHÈQUE LILLE UNIVERSITAIRE