

# AGRICULTURA

Bulletin trimestriel de l'Association  
des Anciens Étudiants de l'Institut  
Agronomique de l'Université de  
Louvain

Driemaandelijksch bulletijn van de  
Vereeniging der Oud-Studenten  
van het Landbouwinstituut der  
Universiteit te Leuven

Secrétariat : rue des Récollets, 21,  
Louvain

Secretariaat: Minderbroedersstr., 21,  
Leuven

---

**Bodemkundig Laboratorium  
van het Landbouwinstituut der Universiteit te Leuven**

---

---

## **Het katalytisch vermogen van een grond in verband met zijn vruchtbaarheid**

door J. BAEYENS, *Ingenieur Landbouwscheikundige Lv.,  
Professor aan de Universiteit te Leuven,*

en J. LIVENS, *Ingenieur Landbouwscheikundige Lv., Assistent.*

---

Het is een sedert lang gekend feit dat waterstofperoxyde langzaam uiteenvalt in water en zuurstof en dat er stoffen zijn, die, zonder daardoor zelf merkelijke verandering te ondergaan, deze ontbinding in de hand werken.

Daaruit volgt dat een betrekkelijk kleine hoeveelheid dezer stoffen een onbeperkte hoeveelheid waterstofperoxyde kan ontbinden. Dergelijke reakties dragen den algemeenen naam van katalytische reakties en de oorzaak er van heet katalytisch vermogen of katalase.

De katalase wordt aangetroffen zoowel in plantaardige als

in dierlijke cellen. A. Jorns (1) en A. W. Dox (2) konden de aanwezigheid van de katalase vaststellen in bacteriën en schimmels.

Volgens die onderzoekers zou het katalytisch enzyme enkel en alleen voortgebracht worden door zuurstofbehoefte cellen, d. w. z. door aërobe bacteriën en niet door anaërobe.

Aanvankelijk werd het katalytisch vermogen van een bodem uitsluitend toegeschreven aan de werking van zijn microorganismen. König echter (3), en verder Waksman en Dubos (4), vonden dat de organische stoffen als dusdanig en zelfs sommige minerale bestanddeelen invloed hebben op de  $H_2O_2$ -ontbinding. Zij komen tot het besluit dat er geen verband bestaat tusschen bacterieele bodemactiviteit en katalytisch vermogen.

In diezelfde gedachtenorde vond K. Scharrer (5) dat de katalytische kracht van den bodem sterk beïnvloed wordt door het gehalte aan ijzer- en mangaanverbindingen, door het gehalte aan humus en kleikolloïden en zelfs door den zuurheidsgraad van den grond. Onze eigen opzoekingen op dat gebied hebben uitgemaakt dat het katalytisch vermogen van een grond inderdaad door allerlei factoren wordt beïnvloed, doch dat de biologische daarbij een overwegenden rol spelen.

Bijgaand tabelletje geeft een overzicht dier opzoekingen.

Wij mogen aannemen dat het verschil tusschen het katalytisch vermogen van den gesteriliseerden grond met dat van een grond in luchtdrogen toestand op rekening mag geschoven worden van de activiteit der microflora en -fauna en dat die activiteit, in breede trekken, het grootst is bij de gronden met het hoogste totale katalytisch getal (6). De katalytische werking van den gesteriliseerden grond komt dan op rekening der doode organische stof plus de andere actieve (minerale) elementen. Het gaat niet op nog een verder

---

(1) JORNS, A. — *Arch. f. Hyg.* 67,134. *Chem. Zbl.* 79 11,67 (1908).

(2) DOX, A. W. — *The catalase of molds.* *J. Amer. Soc.* 32,1357. *Chem. Zbl.* 83 11 (1910).

(3) KÖNIG, J. — *Landw. Vers. Stat.* 66,401 (1907) 53,472 (1906).

(4) WAKSMAN, S. A. and DUBOS. — *Soil Sci.* 22,407 (1926).

(5) SCHARER, K. — *Biochem. Z.* 189,125 (1927), *Zeitsch. Pflanz. Düng. Bodenk.* 12 B (1928). *Landw. Vers. Stat.* 107,143 (1928).

(6) CHOUCHACK. — *Compt. Rend. Acad. Sciences* 178 ; 1842-1924.

Katalytisch vermogen

<i>Bodemnummer</i>	<i>Luchtdroge grond</i>	<i>Grond gesteriliseerd op 110°</i>	<i>Vershil</i>
210	98	50	48
236	89	35	54
198	70	40	30
208	67	19	48
844	65	10	55
720	65	16	49
272	62	15	48
721	45	18	27
550	43	20	43
554	41	12	29
214	41	25	16
200	40	19	21
718	35	12	23
542	30	5	25
559	30	15	15
848	28	20	8
827	25	13	12
228	23	22	1
562	22	8	16
714	20	9	11
710	20	15	5
823	20	12	8
712	14	6	8
723	11	10	1
833	10	5	5
836	10	5	5
840	10	3	7

onderscheid te willen maken tusschen de factoren dier tweede categorie bij middel b. v. van uitgloeijing, gelijk sommige opzoekers gedaan hebben, omdat grondasch als cultuurmiddelen niets gemeens meer heeft met den grond waarvan zij voortkomt. Men bekomt aldus nietszeggende cijfers, zooals hierna opgegeven lijstje uitwijst.

Men ziet dat in sommige gevallen de  $H_2O_2$ -ontbinding der uitgeloide asch grooter is dan die van den gesteriliseerden grond, wat natuurlijk een gevolg is van de diepgaande veranderingen tijdens de gloeijing. Men mag daar echter niet uit besluiten dat het katalytisch vermogen van een bodem in

Katalytisch vermogen

N <sup>o</sup>	Luchtdroge grond	Gesteriliseerd op 110°	Uitgegloeid
710	20	15	11
712	14	6	11
714	20	9	9
716	10	10	10
718	35	12	4
720	65	16	20
721	45	18	10
723	11	10	11

hoofdzaak moet teruggebracht worden op de aanwezigheid van sommige minerale bestanddeelen.

De bepaling van het katalytisch vermogen kan geschieden volgens verschillende methoden. Kappen (1) gebruikt het kaliumpermanganaat-procédé ; het waterstofperoxyde wordt in een Ostwaldschen thermostaat op de gewenschte temperatuur gebracht en de grond wordt met een roerwerk gelijkmatig in de oplossing verdeeld ; van tijd tot tijd wordt dan één van de aangelegde proeven uit de thermostaat genomen. Met een getitreerde oplossing van kaliumpermanganaat bepaalt men hoe ver de ontbinding van het waterstofperoxyde gevorderd is.

Doch alvorens te titreeren schakelt men de werking van de katalase uit, ofwel door toevoegen van geconcentreerd zwavelzuur, ofwel door snel filtreeren over asbestfilter.

Waksman (2) geeft volgende werkwijze aan : 5 gr. grond worden behandeld met 20 cc. waterstofperoxyde 1,5 of 3% en de vrijgemaakte zuurstof wordt opgevangen in een gegraduateerde glazen buis van 100 cc., met water gevuld, en die omgekeerd, met de opening onder water staat. De grond wordt in een

(1) KAPPEN, H. — *Fühlingslandw. Ztg.* 56,122 (1923) 62,377 (1923). *Handbuch der biologische Arbeitsmethoden*, bei E. Abderhalden. Berlin u. Wien. Urban und Schwarzenberg (1924).

(2) WAKSMAN, S. A. — *Soil Sci.* 22,407 (1926) ; 14,283 (1922). *Handbuch der biologische Arbeitsmethoden*, bei E. Abderhalden, Lief. 220 S. 732. *Principles of soil Microbiology*. London, Baillière, Tindall & Cox (1931) p. 711.

groot reageerbuisje of in een 300 cc. erlenmeyer gedaan en kan, zoo noodig, in een weinig water gesuspendeerd worden. Waksman doet achtereenvolgens drie verschillende bepalingen op het zelfde grondmonster :

1° Op luchtdrogen grond (enzymen, organische en anorganische stoffen) ;

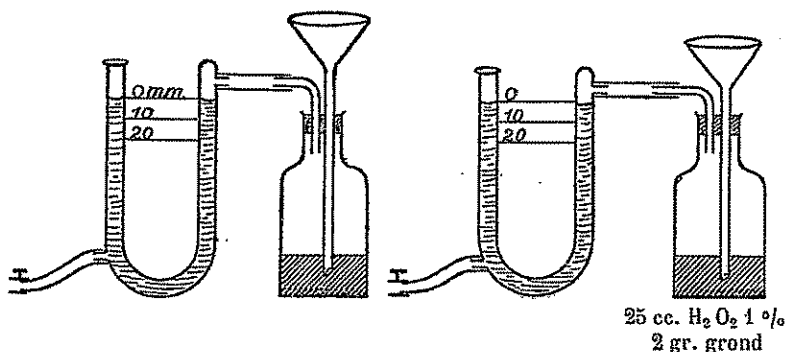
2° Op gesteriliseerden grond (organische en anorganische bestanddeelen) ;

3° Op uitgegloeiden grond (anorganisch deel).

Op deze wijze meent Waksman te kunnen uitmaken in hoeverre het katalytisch vermogen van een grond teweeg gebracht wordt afzonderlijk door bacteriën, door organische stoffen en sommige minerale bestanddeelen.

Aan deze methode werden door Scharrer (1) enkele veranderingen toegebracht. In plaats van water gebruikt hij een oplossing van NaOH 5 % om de eventueel vrijgemaakte zuren, nl. het koolzuur van den grond, te binden. Verder gebruikt hij enkel zuurstofvrij waterstofperoxyde. Wij hebben zooeven onze bedenkingen tegenover dit procédé uitgebracht.

In het Bodemkundig Instituut te Leuven wordt het katalytisch vermogen bepaald bij middel van een apparaat, dat veel gelijkenis vertoont met de calcimeter van Passon. Dit apparaat, dat speciaal ingericht is voor serieonderzoek, heeft den volgende vorm :



(1) HONCAMP. — Handbuch der Pflanzenernährung und Düngerlehre I Teil. S. 833.

Zooals de teekening aangeeft, bestaat het toestel uit twee deelen :

1° Een aantal buizen in U-vorm, vastgemaakt op een raam, van millimeterpapier voorzien, en waarin de vrijgemaakte zuurstof opgevangen wordt boven een N/5 NaOH-oplossing.

2° Een serie gewone cilindervormige fleschjes, waarin de grond in aanraking wordt gebracht met het reagens, d. w. z. met waterstofperoxyde 1 %.

De U-buisjes dragen twee zijdelingsche buisjes. Langs het eene, in den rechterarm van het U-buisje aangebracht, wordt de vrijgemaakte zuurstof opgevangen en langs het andere, aan den linkerarm bevestigd, wordt bij het aflezen de vloeistof in beide armen op gelijke hoogte gebracht.

Bij middel van een gewone trechter, waarvan de opening tot in de waterstofperoxyde-oplossing dompelt, wordt het waterstofperoxyde met den grond vermengd. Onmiddellijk na het toevoegen van het reagens wordt het fleschje aan de U-buis gekoppeld. Vóór het aankoppelen moet men natuurlijk zorg dragen dat het vloeistofpeil in de U-buisjes altijd op het nulpunt gebracht wordt. De ondervinding heeft ons geleerd dat het katalytisch vermogen van een grond zeer afhankelijk is van de temperatuur. Daarom worden de bepalingen gedaan bij konstante temperatuur, in een broedstoofschrank. Gezien de groote heterogeniteit van den grond worden de bepalingen in drie- of vierdubbel aangelegd.

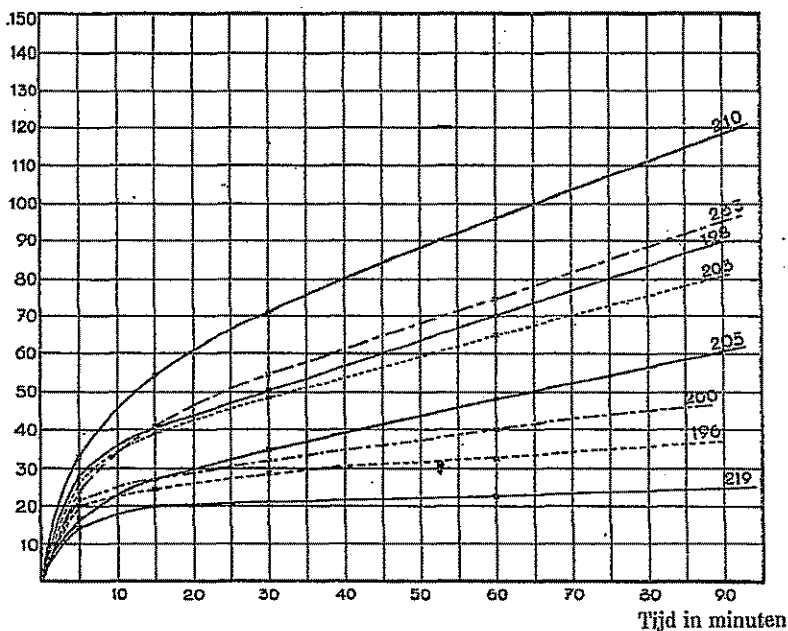
Waksman (1) stelt voor de aflezing te doen tusschen 5 en 60 minuten. Volgens hem is de hoeveelheid voorgebrachte zuurstof zeer afhankelijk van de concentratie van het waterstofperoxyde. De temperatuur, waarbij het katalytisch vermogen het best kan worden bepaald, ligt volgens hem tusschen 17° c. en 37° c. Uit proeven in ons Bodemkundig Instituut uitgewerkt blijkt echter dat het onjuist is zich te steunen op de aflezingen na 5 minuten.

Bijgaand diagram toont duidelijk dat de aflezingen na 5 minuten weinig praktische waarde bezitten. Eerst na een langeren tijd, verschillend volgens den aard van den grond zelf, volgt het katalytisch vermogen een rechte lijn.

---

(1) WAKSMAN, S. A. — Principles of soil microbiology, I. c.

In algemeen en regel mag men na 15 minuten beginnen met de aflezing en uit den aard der bekomen kurven blijkt dat het mogelijk is, mits twee achtereenvolgende aflezingen (b. v. na 30 en 60 min.) uit te rekenen hoeveel zuurstof er in een bepaalde tijd zal vrijgemaakt worden.



Tot daar de methodiek der zaak.

Welk is nu het praktisch belang der bepaling van het katalytisch vermogen in verband met de vruchtbaarheid van een gegeven grond ?

Daar het katalytisch vermogen afhangt van de biologische activiteit van een bodem, en die biologische activiteit in zekere mate in verband staat met andere grondeigenschappen, zooals natuur van het adsorbeerend complex en colloidaal gehalte, welke laatste eigenschappen hun invloed doen gelden vooral bij tropengronden, hebben wij bij die beschouwingen vooral die gronden in het oog.

En vooreerst dient opgemerkt, dat van alle soorten bodemontledingen, de biologische wel het moeilijkst vatbaar zijn voor exakte interpretatie met het oog op de vruchtbaarheids-

bepaling en meststofbehoefte. Het ligt immers voor de hand dat de biologische activiteit van een grond onder den invloed staat van een immer fluctueerende wisselwerking van factoren die wij nooit quantitatief zullen kunnen vatten (1) en dat bijgevolg het parallelisme tusschen biologische analysedata van een bodem en zijn vruchtbaarheid altijd zeer breed zal moeten opgevat worden (2). Nu wil echter de traditie dat een z. g. volledig bodemonderzoek een humusbepaling moet insluiten, welke humusbepaling altijd op een koolstof of  $\text{CO}_2$  doseering neerkomt.

Het onderzoek van honderden grondmonsters uit de meest verschillende streken der wereld (3), heeft ons geleerd dat er in feite geen verband bestaat tusschen bodemvruchtbaarheid en gehalte aan organische stof. Er zijn zooveel soorten humus, en die humustoffen zijn scheikundig, zoo wel als biologisch, zoo uiteenlopend en nog zoo slecht gekend, dat zulke vaststelling geen verwondering moet baren. En nu heeft de ontdekking ons ook geleerd dat het verband tusschen katalytisch vermogen en vruchtbaarheid, alhoewel tamelijk los,

---

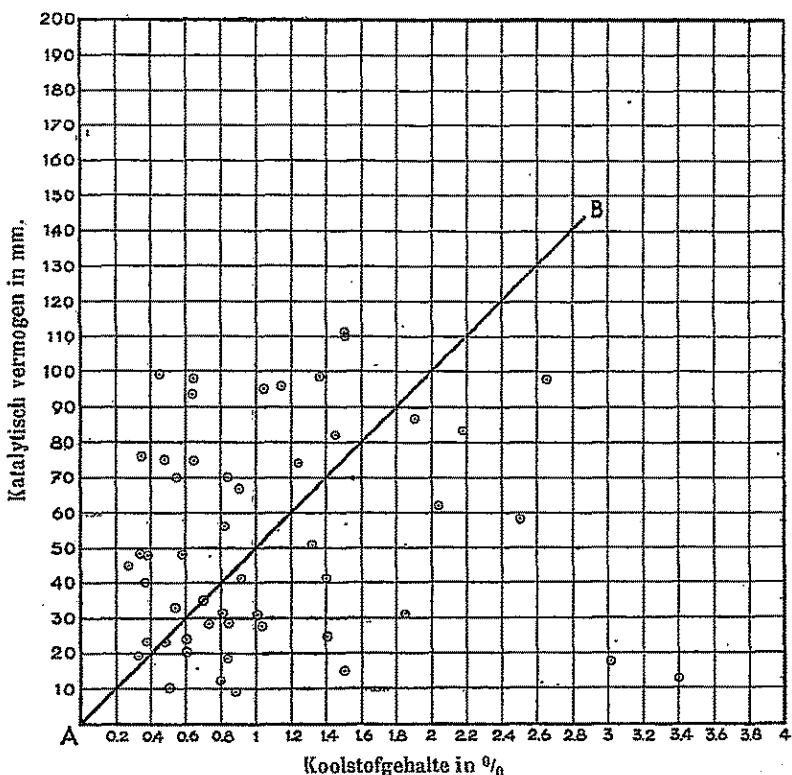
(1) En dit feit is, in <sup>7</sup>voorbijgaan gezegd, de grondreden waarom wij tegenwoordig nog geen enkele ernstige laboratoriummethode bezitten om de stikstofbehoefte van een bodem quantitatief uit te drukken. Uit de gegevens van Neubauer- en Mitscherlichproeven kunnen wij al tamelijk nauwkeurig de kali- en fosforbehoefte van een veld berekenen. De potproef van Mitscherlich laat, theoretisch, toe ook de stikstofbehoefte te voorzien gelijk ze berekend wordt door Mitscherlich's assistent : F. Duhring (*Handbuch der Pflanzenernährung u Düngerlehre* I bl. 858). Gedurende mijn verblijf echter aan het PflanzenbauInstitut der Universiteit Königsberg heb ik mij kunnen overtuigen dat Mitscherlich zelf niet veel praktische waarde hecht aan die stikstofbehoeftebepaling. Met onze adviezen over stikstofbemesting is het dus vooralsnog erbarmelijk gesteld, en wel juist door dat de stikstofeconomie van een grond zoo nauw in verband staat met zijn subtiele, fluctueerde biologische activiteit. De kali- en fosforeconomie is veel minder dynamisch.

(2) Cfr. J. C. Lipman-Broad Relationships between micro-organisms and soil fertility. *Transact. Third. Intern. Congress. Soil sci. Oxford III, 1936, bl. 29.*

(3) Ons laboratorium te Leuven neemt actief deel aan de grootsch opgezette poging van het Internationaal Bodemkundig Congres met het doel de meest verschillende gronden der wereld met al de moderne methodes voor meststofbehoefte te onderzoeken. Onze resultaten zullen gepubliceerd worden na de Conferentie van de deelnemers der verschillende landen, welke gehouden werd van 13 tot 20 Juli jl. te Koenigsberg.



toch heel wat meer objectiviteit vertoont dan dat tusschen vruchtbaarheid en humusgehalte van een grond. Uit hetgeen voorgaat wordt dat verband begrijpelijk. Katalytische kracht van een grond is een verzamelbegrip dat zijn oorsprong heeft in een menigte, op zich zelf ondoseerbare factoren, doch die alle min of meer met de biologische activiteit van een grond in betrekking staan. Volgens onze bescheiden meening, is de bepaling dier kracht de minst slechte methode die wij op dit oogenblik bezitten om een, zij het dan nog onvolledig, inzicht te krijgen over dien belangrijken groeifactor, die de biologische activiteit van een grond is.



Bijgaand diagram, waar het katalytisch vermogen en koolstofgehalte van een vijftigtal, op 't goed valle 't uit, genomen gronden uit het dossier grafisch wordt voorgesteld, hangt

een beeld op van dat absoluut gebrek aan overeenstemming tusschen die twee bodemconstanten. Zoo die overeenstemming goed ware, zouden al de punten op, of ten minste dicht bij de diagonaal A. B. of een andere kromme moeten liggen. In feite wordt gansch de ruimte van den hoek van het diagram door puntjes gevuld.

Het is nu niet even gemakkelijk dergelijk diagram op te stellen voor katalytisch vermogen en vruchtbaarheid, omdat het niet mogelijk is de vruchtbaarheid van al die gronden quantitatief op één schaal te rangschikken.

Enkele van die gronden waarvan wij de oogststatistieken gedurende verscheidene jaren bezitten, geven wij hier in bijgaand tabelletje samen met hun katalytisch vermogen en hun koolstofgehalte :

<i>Grondnummer</i>	<i>Relatieve vruchtbaarheid</i>	<i>Katalytisch vermogen (mm.)zuurstof</i>	<i>Koolstof gehalte (%)</i>	<i>Humus</i>
244	120	56	0.82	1.41
247	—	56	0.35	0.60
718	100	45	—	—
720	—	74	—	—
250	80	25	1.40	2.40
253	—	19	0.84	1.44
714	50	28	1.05	1.80
716	—	23	0.38	0.65
710	30	28	0.72	1.24
712	—	21	0.62	1.07
256	30	7	0.93	1.60
260	—	2	0.53	0.91
263	20	5	0.97	1.67
266	—	3	0.53	0.91

N. B. — De humus werd berekend uit het koolstofgehalte bij middel van den tamelijk willekeurigen factor : 1.724.

Het zou onredelijk zijn een *volledig* parallelisme te verwachten tusschen vruchtbaarheid en katalytisch vermogen. Eerstens

is uit den aard der zaak het verband tusschen biologische activiteit en grondkwaliteit tamelijk los, lijk wij hooger zagen, en daarenboven hebben een heele hoop andere groeifactoren van een bodem stemrecht bij het bepalen van zijn vruchtbaarheid. Al te lang heeft men de grondvruchtbaarheid herleid tot een naar voor halen van enkele, weinige, en dan nog meestal zuiver scheikundige groeifactoren zooals  $P_2O_5$ , kali, stikstof- en humusgehalte, terwijl de strekking der moderne bodemkunde juist bestaat in een poging tot quantitatieve weergave van *al* de bodem-groeifactoren, zoowel physische en biologische als scheikundige. Toch bestaat er in vele gevallen een opvallende betrekking tusschen katalytisch vermogen en teeltwaarde, terwijl er absoluut geen verband te vinden is tusschen die vruchtbaarheid en het humusgehalte, gelijk nog dikwijls verondersteld wordt. De aandacht der landbouwkundigen op die feiten te vestigen is het doel van deze enkele regels.

---

**POUVOIR CATALYTIQUE D'UN SOL  
ET FERTILITÉ (1)**

par J. BAEYENS, *Ingénieur chimiste agricole Lv.,*  
*Professeur à l'Université de Louvain,*  
et J. LIVENS, *Ingénieur chimiste agricole Lv., Assistant.*

---

Le sol possède la propriété de décomposer l'eau oxygénée en ses constituants : oxygène et eau. Cette propriété s'appelle le pouvoir catalytique.

On a cru longtemps que le pouvoir catalytique avait pour cause unique la présence dans le sol d'un ferment ou enzyme appelé catalase. König, et après lui Waksman et Dubos, ont prouvé que le pouvoir catalytique est dû non seulement à l'action de la catalase, produit par les microorganismes présents dans le sol, mais aussi à certaines substances organiques et inorganiques comme l'humus, le fer, le manganèse, les colloïdes.

Scharrer prétend même que le pouvoir catalytique serait grandement influencé par le pH du sol.

La détermination du pouvoir catalytique peut se faire de manières différentes. Kappen travaille dans un thermostat d'Ostwald où il met toute une série de tubes à essai renfermant des quantités déterminées de terre et d'eau oxygénée de concentration connue.

La détermination elle-même se fait au moyen de permanganate de potasse.

Waksman recueille l'oxygène libéré dans un tube gradué de 100 cc. Ce tube, rempli d'eau, est mis avec l'extrémité ouverte dans un bain d'eau.

---

(1) Résumé de l'article précédent.

Dans notre laboratoire de pédologie nous employons un appareil qui ressemble au calcimètre de Passon (voyez le schéma p. 149). Cet appareil est surtout utile pour le travail en grande série. Nous employons 2 gr. de terre, additionné de 25 cc.  $H_2O_2$  1 %. Les essais se font en triples ou même en quadruple, vu la grande hétérogénéité du sol.

Waksman fait la lecture après 5 minutes et après 1 heure. Les expériences entreprises dans notre laboratoire nous permettent de conclure que les lectures après 5 minutes n'ont pas grande valeur ; la ligne droite permettant une interprétation facile des résultats, ne commence qu'après 15 minutes en général.

Nous attirons l'attention sur le fait qu'il faut toujours travailler dans des conditions rigoureusement identiques, surtout pour ce qui concerne la température. Voilà pourquoi nous travaillons à une température constante dans une grande étuve munie de thermostat.

Le diagramme de la page 153 ainsi que le tableau des résultats de la page 154 nous montrent qu'il existe une relation, assez large il est vrai, mais suffisamment marquée, entre la fertilité d'un sol et son pouvoir catalytique, et que cette relation n'existe pas du tout entre cette fertilité et sa teneur en humus. C'est une constatation, basée sur des centaines d'analyses, qui méritent l'attention des agronomes.

Le pouvoir catalytique est l'expression d'un ensemble de facteurs qui influencent à des degrés divers l'activité biologique d'un sol.

Cette activité biologique trouve dans le pouvoir catalytique une expression, toujours incomplète, mais plus adéquate que dans la détermination de la matière humique totale.

---