

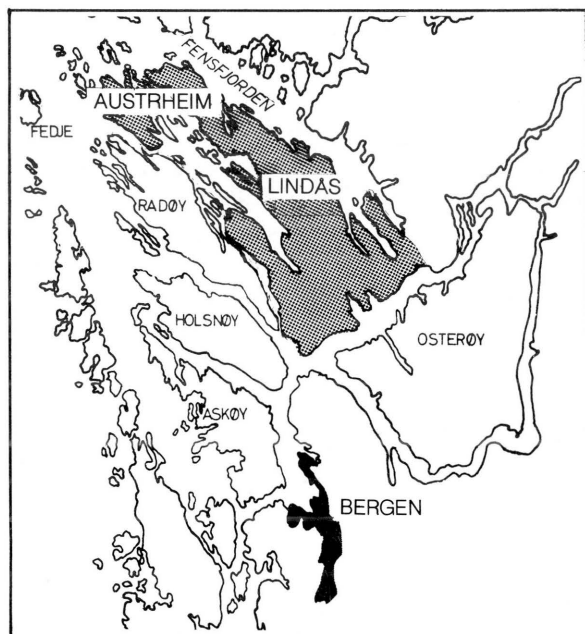
# LINDÅS PROSJEKTET

## RAPPORT NR. 11.

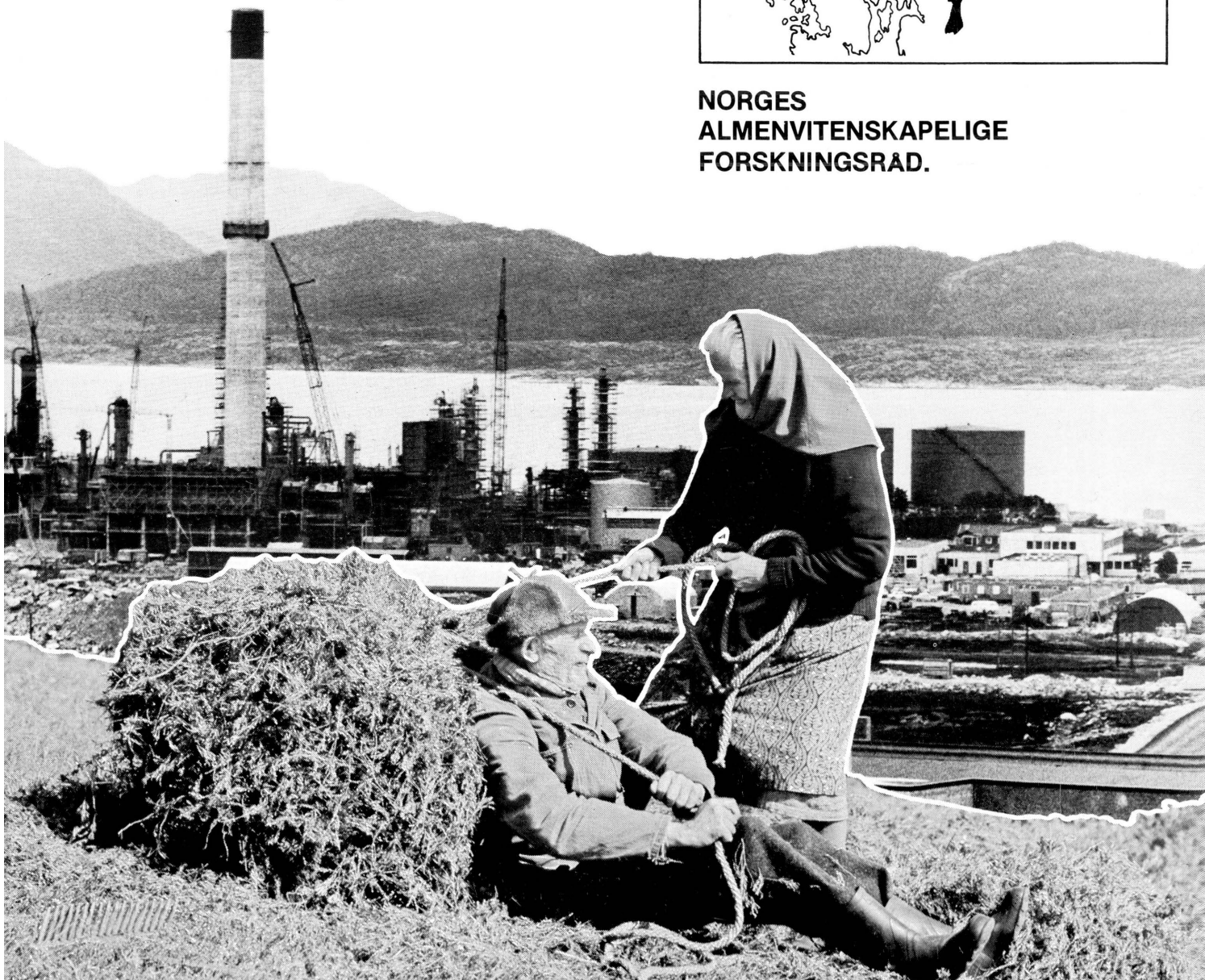
Øyvind Schreiner

Mikrobiell masse i jord fra forsøksfeltet på Øksnes. Rapport 1974.

Bergen 1975.



**NORGES  
ALMENVITENSKAPELIGE  
FORSKNINGSRÅD.**



MIKROBIELL MASSE I JORD  
FRA FORSØKSFELTET PÅ ØKSNES.

RAPPORT 1974.

ØYVIND SCHREINER.

Innholdsfortegnelse :

Side

Innledning .....	1
Kort beskrivelse av forsøksfeltet .....	3
Materiell og metoder:	
Innsamling av jordprøver .....	4
Måling av jordens vanninnhold og pH .....	4
Medier .....	5
Kintellingen .....	7
Mikroskoptellinger av bakteriefraksjonen i jord .....	8
Hyfemålinger i jord .....	9
Resultat og diskusjon:	
Bakteriemassen i jordskiktet 0-10 cm .....	10
Bakteriemassen i jordprofiler .....	15
Hyfelengden i jord fra forsøksfeltet .....	17
Mikrobiell masse, beregninger og diskusjon .....	19
Summering .....	25
Referanser .....	26

## Innledning.

Det organiske innholdet i strølaget og jordsmonnet utgjør næringsgrunnlaget for sopp og bakterier som lever i disse miljøer. Energien i det organiske materialet brukes av mikroorganismene til: 1) resirasjon, 2) produksjon av nytt cellemateriale. Den del av energien som nyttes til respirasjon går tapt fra økosystemet som varme, mens energien lagret i bakterie- og soppcellene er tilgjengelige for de organisme-grupper som lever av mikroorganismer. Biomassemålinger av de forskjellige organisme-gruppene i økosystemet er derfor nødvendige for å klarlegge energistrømmen gjennom det og kan på mange måter betraktes som grunndata.

Dersom en med biomassen av en art eller gruppe organismer forstår den samlede vekten av levende individer pr. areal, volum, etc., kan det slås fast at til nå foreligger det ikke noen tilfredstillende metode for å bestemme den mikrobielle biomassen i jord. Selv om det har skjedd store framskritt når det gjelder å bestemme totaltallet av bakterier i jord med bruk av f. eks. elektromikroskop (Nikitin, 1973) og farging med acridine orange (Trolldenier, 1973), skiller ingen av disse metodene mellom levende og døde bakterier. Det er derfor formelt sett ikkekorrekt å bruke termen bakteriebiomasse for vekten av den bakteriemasse en beregner

på grunnlag av mikroskoptellinger. Tilsvarende problemstilling gjelder for soppmengden i jord. De vanlige mikroskopteknikker en bruker ved bestemmelsen av soppmassen i jord (Jones og Mollison, 1948, Hansen et al., 1974), skiller ikke mellom levende og døde hyfer. En konsekvens av dette er at en istedet for å bruke termen mikrobiell biomasse, ofte bruker betegnelsen mikrobiell masse som omfatter både levende og døde mikroorganismer.

Mange mikrobiologer bruker kimtallundersøkelser (Jensen, 1968) for å få et mål for den mikrobielle biomassen i jord. Men skulle slike undersøkelser virkelig gi et bilde av størrelsen på den mikrobielle populasjonen i jord, måtte en forvise seg om at alle de forskjellige typer mikroorganismer i jord ville vokse og dele seg på de vekstmedier en brukte. Sansynligvis er det bare en liten del av mikroorganismene i jorden som blir registrert ved kimtellinger (Winogradsky, 1949). Dette er en av grunnene til at f. eks. bakteriemassen i jord bestemt på grunnlag av mikroskoptellinger ofte er flere tusen ganger større en bakteriemassen bestemt ved kimtellinger (Skinner et al., 1952).

En bestemmelse av den mikrobielle massen i jord sier ingen ting om mikroorganismenes aktivitet og heller ingen ting om hvilke spesielle funksjoner de forskjellige typer mikroorganismer har. Men hastigheter på forskjellige biologiske prosesser som foregår i jord kan relateres til den mikrobielle massen og derved gi verdifull innsikt i den gjennomsnittlige biologiske aktiviteten til mikrobielle populasjoner

i forskjellige typer jordsmonn.

1

Kort beskrivelse av forsøksfeltet.

Forsøksfeltet på Øksnes er ca 2 dekar (2160 m<sup>2</sup>) i utbredelse og ligger på Fosnøy i Austrheim kommune. Geografisk lengde og bredde er 60° 47' N og 5° 50' Ø. Området ligger i den såkalte strandflaten, med lave knauser, rygger og daler. Feltet strekker seg nedover den ene siden på en nord-sør rettet dalsenkning. Det begynner på bakkekanten og ender i en brink ned mot en bekk som renner i bunnen av dalsenkningen. Fuktigheten i jorden øker nedover mot bekken og samtidig øker humusinnholdet i jorden til torvdannelse nede ved brinken. En kan grovt si at jordarten er lynghumus og torv, oppblandet med litt forvittringsmateriale nede ved brinken. Jordsmonnet har lav pH, mellom 4.8 og 5.2. Berggrunnen er hovedsakelig anortositt. Vegetasjonen på feltet er fattig. Den mest i øynefallende vegetasjonen er lyngplanter, særlig da røsslyng. Det er få urter og grasarter.

## MATERIELL OG METODER

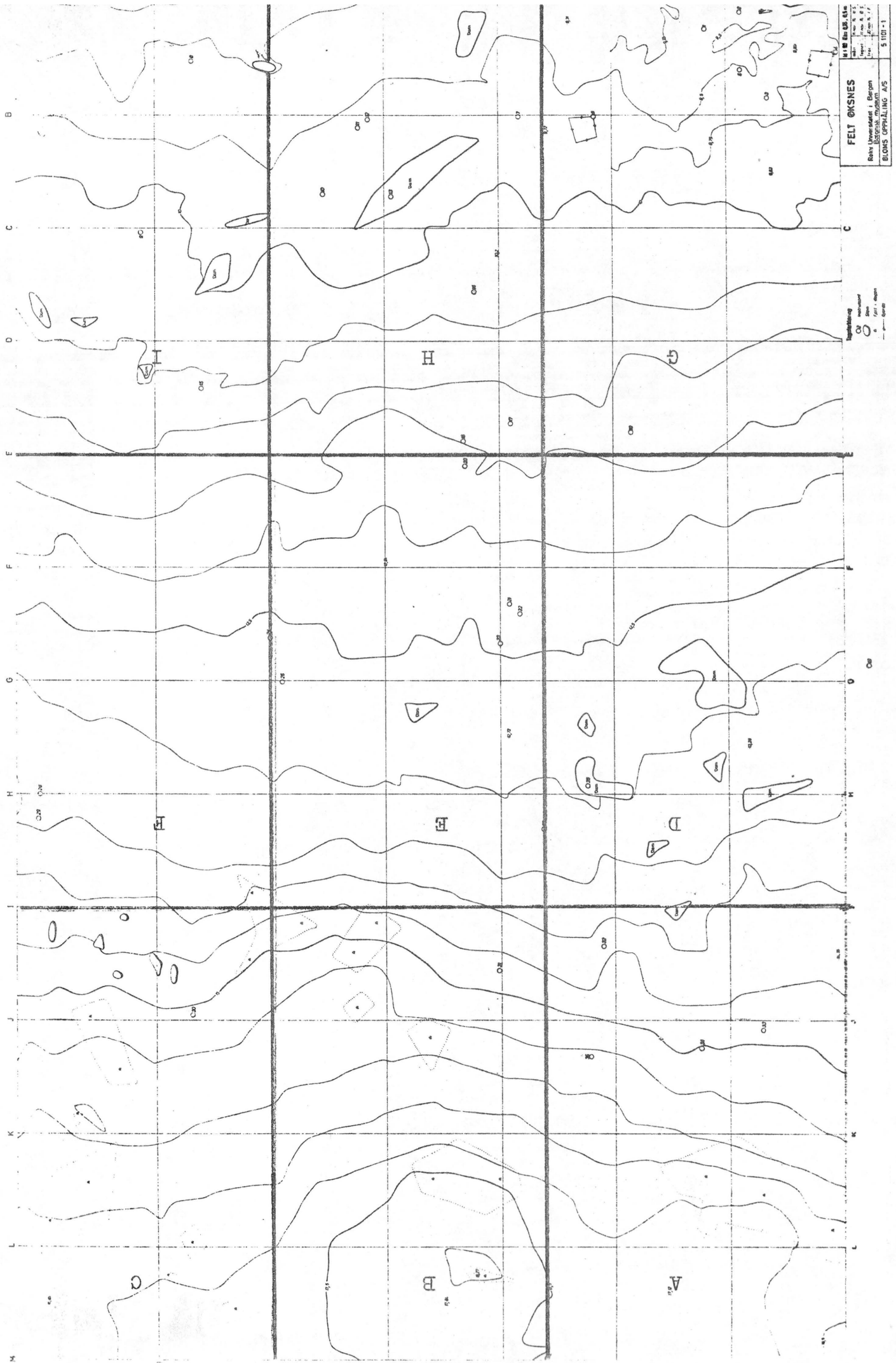
### Innsamling av jordprøver.

Fig. 1 viser et kart over forsøksfeltet. Stedene hvor jordprøvene for måling av den mikrobielle massen ble tatt, er markert med bokstaver. Først og fremst ble det tatt prøver fra 0 - 10 cm jordskiktet, men det ble også tatt prøver fra noen jordprofiler. Med et jordbor, 15 cm langt og 2 cm i indre diameter, ble det tatt to paralelle jordprøver vertikalt fra hvert sted eller fra de forskjellige skiktene i jordprofilene horisontalt. De to paralelle prøvene ble alltid blandet sammen. Jordprøvene ble lagt i plastposer og brakt hurtig til instituttets kjølerom (4°C) hvor de ble lagret til målingen av den mikrobielle massen fant sted.

### Måling av jordens vanninnhold og pH.

Jordens vanninnhold ble bestemt ved å tørke en kjent vektmengde av jordprøvene ved 105°C i 24 timer. Vanninnholdet er angitt som % av jordens våtvekt. Jordens pH ble målt ved at 10 gram jordprøve ble homogenisert med 100 ml destillert vann i en Warring Blendor i 5 minutter. pH ble avlest direkte i den homogeniserte jordsuspensjonen med et vanlig pH meter (Radiometer, type PHM, Copenhagen).

FIG. I





Tabell 1

## Winogradsky saltløsning

$K_2HPO_4$	0.25	g
$MgSO_4$	0.125	g
NaCl	0.125	g
$Fe_2(SO_4)_3$	0.0025	g
$MnSO_4$	0.0025	g
Dest. vann	1000	ml

pH justeres til 6.5-6.7

Tabell 2

## Thorntons medium med jordekstrakt

$K_2HPO_4$	1.0	g
$KNO_3$	0.5	g
$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	0.2	g
$CaCl_2$	0.1	g
NaCl	0.1	g
$FeCl_3 \cdot 6H_2O$	10	mg
Asparagin	0.5	g
Mannitol	1.0	g
Jord-		
ekstrakt	100	ml
Dest. vann	900	ml
Cycloheximide	40	mg

pH 7.4

Bunnagar: 2% agar( skåler)

Toppagar: 1.5% agar( rør).

## Tabell 3

Følgende medium ble brukt for å bestemme anaerobt kimtall

Gjærekstrakt	3.0 g
Peptone	10.0 g
Lamb-Lemco	10.0 g
Glucose	1.0 g
CH <sub>3</sub> COONa	5.0 g
Cystein	0.5 g
Stivelse	1.0 g
Agar	15.0
Dest. vann	1000 ml

Mediet ble filtrert før jeg tilsatte agar. Uten agar brukes mediet som anaerobt fortynningsmedium.

Kimtellingene.

## a) Kimtall av aerobe heterotrofe bakterier i jord.

1:100 (vekt/volum)suspensjoner av jord i iskald, 20 ganger fortynnet Winogradsky saltløsning (tabell 1), ble homogenisert 3 ganger à 1 minutt i en Waring Blendor. For å hindre temperaturstigning i jordsuspensjonen i løpet av homogeniseringen, ble den plassert 5 minutter i kjøleskapet (4°C) mellom hver homogenisering. Den homogeniserte jordsuspensjonen fortynnes 1000 ganger med fortynnet saltløsning. 1 ml fortynnet jordsuspensjon blandes så med 5 ml smeltet (42°C) Thorntons medium (tabell 2) i et reagensrør, og innholdet helles utover en petriskål med stivnet Thorntons medium.

Fra hver jordprøve podes ti petriskåler som så inkuberes i 14 dager ved 22°C. Standardavviket på kimtellingene lå mellom 14% og 20%.

## b) Kimtall av anaerobe heterotrofe bakterier i jord.

Tabell 3 viser mediet som ble brukt for å bestemme anaerobt kimtall i jordprøvene. Framgangsmåten var i prinsippet den samme som under pkt. a), men ved fortynningen av den homogeniserte jordsuspensjonen brukte jeg anaerobt fortynningsmedium, d.v.s. det medium som er vist i tabell 3 uten agar.

20 ml smeltet anaerobt medium (42<sup>o</sup>C) i et reagensrør tilsettes 1 ml fortynnet jordsuspensjon. Podingen skjedde ved hjelp av en pipette som stikkes ned i bunnen på reagensrøret før jordsuspensjonen blåses forsiktig ut. For å gjøre bakteriekoloniene bedre synlige, inneholdt reagensrørene en farget perspex plate (Hansen og Torsvik, 1972). Som oksygen absorbent brukte jeg bomullsdotter fuktet med 10% KOH og 5% pyrogallol. Reagensrørene ble til slutt korket lufttette gummipopper og innkubert i 14 dager ved 22<sup>o</sup>C.

For hver jordprøve podes 10 reagensrør og standardavviket på kimtellingene var det samme som under pkt. a).

#### Mikroskopiske tellinger av bakteriefraksjonen i jord.

Tellingene ble utført ved hjelp av et pålys fluorescens mikroskop (Leitz orthoplan). For å gjøre bakteriene mest mulig synlige, ble 1000 ganger fortynnet jordsuspensjon (pkt. a), s. 7, farget med det fluorescerende fargestoffet acridine orange (Rouschal og Strugger, 1943, Trollidenier, 1973, Torsvik, 1971). Den fargede jordsuspensjonen ble filtrert gjennom et fluorescensfritt membranfilter (Sartorius 13006, porestørrelse 0.45  $\mu$ m), og membranfilteret mikroskopert i fluorescensmikroskopet. Preparatet ble belyst med blått lys (300 nm - 500 nm) og det fargede preparatet emiterte lys i bølgeområdet 530 nm til 650 nm. Bakteriene emiterte

lys hovedsakelig i det gulgrønne bølgeområdet, mens jordpartikkelene emiterte lys hovedsakelig i det røde spektralområdet. Fargeforskjellen på det emiterte lyset gjorde det mulig å skille bakteriene fra jordpartikkelene.

For å lette tellingen av bakteriene på membranfilteret, ble et okular med rutenett benyttet. Ut fra kjennskap til rutenettets areal, membranfilterets filtreringsoverflate, jordsuspensjonens fortykning og antall bakterier i rutenettet, ble det totale antall bakterier pr. vektenhet eller volumenhet jord beregnet.

#### Hyfemålinger i jord.

Den teknikken som jeg brukte er beskrevet i detalj hos Hansen et al., 1974.

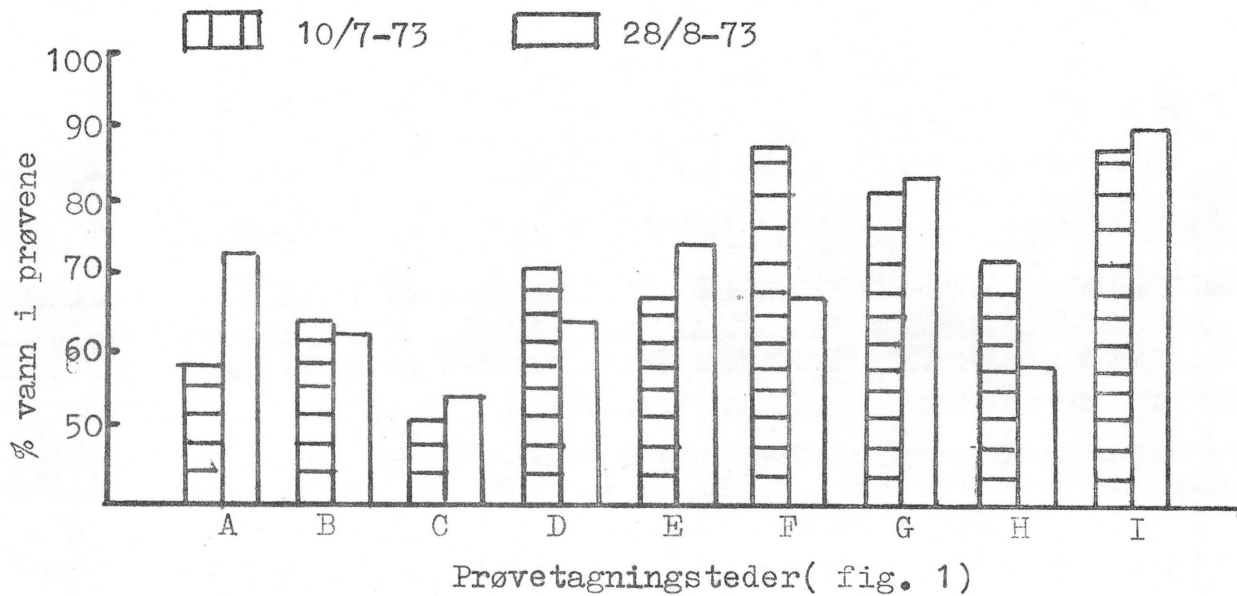
## RESULTAT OG DISKUSJON

Bakteriemassen i jordskiktet 0 - 10 cm.

I juli (10/7 -73) og i august (28/8 -73) ble det hentet prøver fra 0 - 10 cm jordskiktet for bestemmelse av sopp og bakteriemassen i jordskiktet. Hvor prøvene er tatt fra er vist på fig. 1. I alt ble 9 steder på feltet undersøkt. Foruten å bestemme den mikrobielle massen, ble også jordprøvenes vanninnhold og pH målt. Fig. 2 viser vanninnholdet og pH i de forskjellige jordprøvene. Vanninnholdet økte nedover langs feltet, og i gjennomsnitt var vanninnholdet for 0 - 10 cm jordskiktet i juli 71%, mens det i august var 69% av våtvekt. pH som bare ble målt i august var i gjennomsnitt 4.85 for hele forsøksfeltet.

Fig. 3 gir en oversikt over bakterietallet i jordprøver fra de forskjellige stedene på forsøksfeltet. Bakterietallet ble bestemt på grunnlag av mikroskop-tellinger og kimtellinger og uttrykkes som antall bakterier pr.  $\text{cm}^3$  in situ jord. Jeg valgte denne uttryksmåten for bakterietallet delvis fordi det var tilgjengelige data for egenvekten av in situ jord fra forskjellige steder på forsøksfeltet (Røssberg, u-publiserte data), og delvis fordi en slik uttryksmåte ville lette beregningen av den totale mikrobielle massen i jord for hele forsøksfeltet.

## Vanninnholdet i 0 - 10 cm jordskiktet



## pH i 0 - 10 cm jordskiktet (28/8-73)

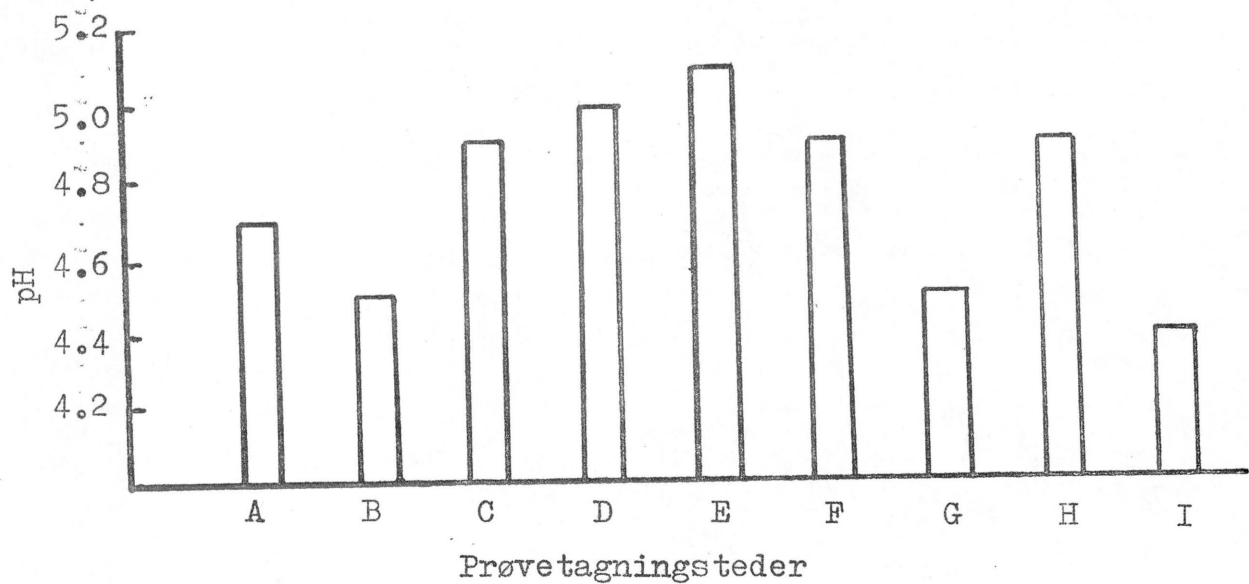


Fig. 2

Vanninnholdet og pH i jordprøver (0 - 10 cm) fra forskjellige steder på forsøksfeltet.

FIG. 3

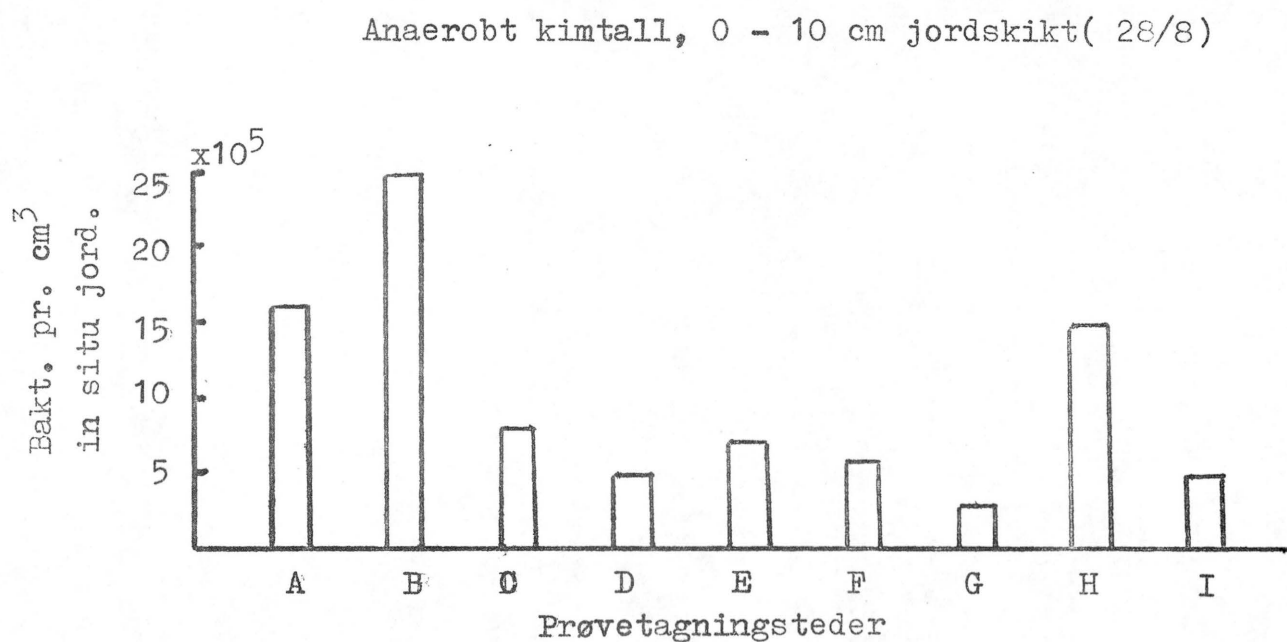
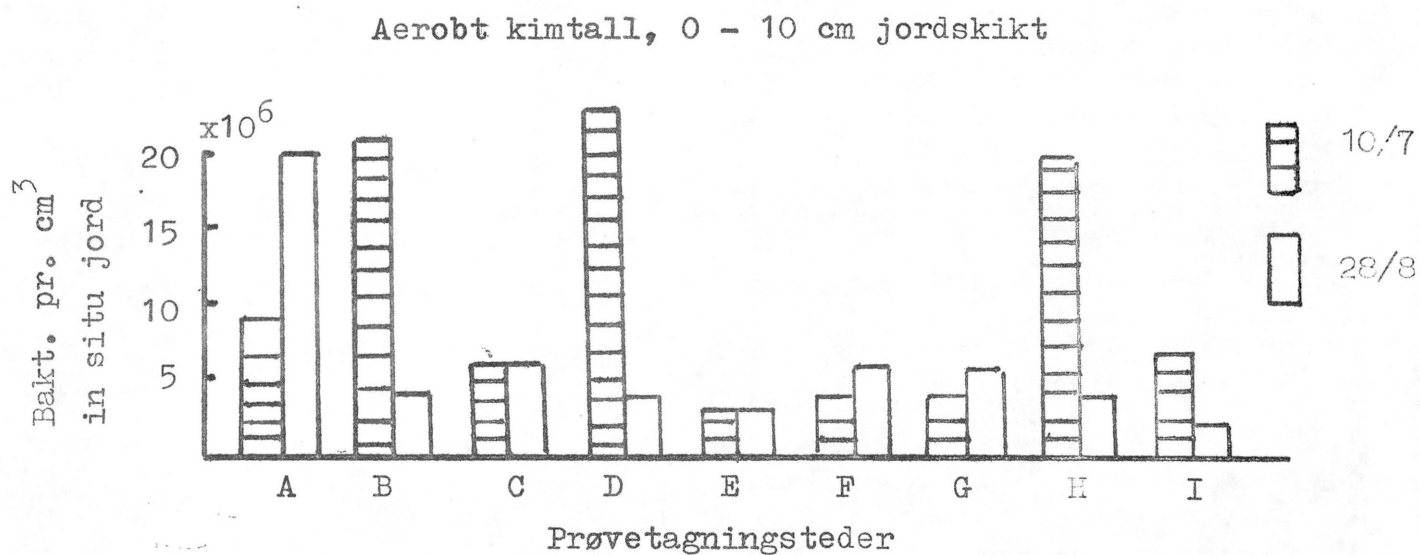
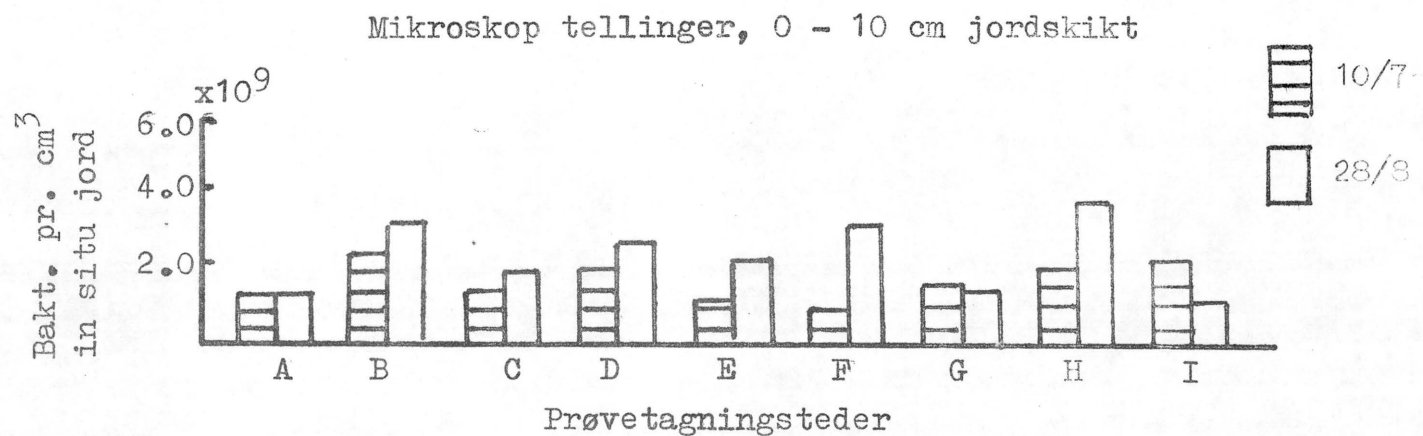




Fig. 3 viser at både i juli og i august var det store variasjoner i bakterietallet fra sted til sted på forsøksfeltet. Størst var variasjonene i juli. Enhver forklaring på disse variasjonene vil på grunnlag av mine forsøk virke spekulativ, men tabell 4 viser hvordan kimtallet i jordprøvene varierte med jordprøvenes vanninnhold.

Tabell 4

Vanninnhold	kimtall	
(prosent av våtvekt)	Bakt.pr.gr torvjord	(bakt.pr.cm <sup>3</sup> <u>in situ</u> jord)
50 - 60	0,7x10 <sup>7</sup>	0,6x10 <sup>7</sup>
60 - 70	1,6x10 <sup>7</sup>	0,8x10 <sup>7</sup>
70 - 80	4,0x10 <sup>7</sup>	1,1x10 <sup>7</sup>
80 - 90	2,5x10 <sup>7</sup>	0,5x10 <sup>7</sup>

Det var et markert høyere kimtall i jordprøver med et vanninnhold mellom 70 og 80 prosent enn i jordprøver med lavere eller høyere vanninnhold. Således er dette resultatet i overensstemmelse med ligningende undersøkelser som viste at bakterietallet i jord økte med økende vanninnhold til en optimumsverdi ved mellom 60 og 80 prosent vann i jorden (J. Seifert, 1960, 1961).

Gjennomsnittsverdien av bakterietallet pr. cm<sup>3</sup> in situ jord for hele forsøksfeltet i juli og august er vist i tabell 5:

Tabell 5

	Mikroskop tellingene	aerobt kimtall	anaerobt kimtall
10/7 -73	$1,6 \times 10^{10}$	$1,2 \times 10^7$	
28/8 -73	$2,2 \times 10^{10}$	$0,6 \times 10^7$	$1,0 \times 10^6$

Bakterietallet pr.  $\text{cm}^3$  in situ jord bestemt ved mikroskop tellingene var flere tusen ganger større enn bakterietallet bestemt på grunnlag av kimtellingene. Det anaerobe kimtallet i jordprøvene var ca 1/10 av det aerobe kimtallet. I januar (12/1 -74) samlet jeg inn 9 jordprøver fra de forskjellige prøvetakingsstedene på feltet (fig. 1), men istedet for å bestemme bakterietallet i hver jordprøve for seg, blandet jeg sammen alle jordprøvene og bestemte det aerobe og anaerobe kimtallet i "blandingsjorden". Det gjennomsnittlige aerobe kimtallet var  $1,6 \times 10^6$  bakterier pr.  $\text{cm}^3$  in situ jord og det anaerobe kimtallet var  $1,3 \times 10^6$  bakterier pr.  $\text{cm}^3$  in situ jord.

Resultatene av disse undersøkelsene antyder en reduksjon i det aerobe kimtall i jord fra juli til januar. Jeg registrerte derimot ikke noen tilsvarende nedgang i de anaerobe kimtallet i samme periode. Drøftinger av eventuelle svingninger i størrelsen på den mikrobielle populasjonen i jord i løpet av året vil bli mere utførlig behandlet i forbindelse med resultatene fra srøfall og jordrespirasjonsstudiene. Disse vil foreligge i en annen rapport.

### Bakteriemassen i jordprofiler.

For å få en oversikt over størrelsen på den mikrobielle massen i forskjellige jordskikt, ble det gravd ut jordprofiler ved F (fig.1). Dette ble gjort i september (12/9-73) og i juni (14/6-74). Følgende jordskikt ble undersøkt med hensyn til vanninnhold, pH, aerobt og anaerobt kimtall: 0 - 10 cm, 10 - 20 cm, 20 - 30 cm, 30 - 50 cm.

Vanninnholdet i jordskiktene minket etter hvert som jorddybden økte, f. eks. i september var vanninnholdet i 0 - 10 cm jordskiktet 60% av våtvekten, mens det i 30 - 50 cm skiktet va 47% vann. pH var høyest i 0 - 10 cm skiktet og avtok svakt etterhvert som jorddybden økte (fra pH5.2 til pH 5.0).

Fig. 4 viser antall aerobe og anaerobe bakterier pr. cm<sup>3</sup> in situ jord bestemt ved kimtellingene. Både antallet av aerobe og anaerobe bakterier avtok etterhvert som jorddybden økte, de aerobe mer enn de anaerobe. I september var antallet aerobe bakterier i 0 - 10 cm jordskiktet  $0.6 \times 10^7$  pr. cm<sup>3</sup> in situ jord, i 30 - 50 cm jordskiktet bare  $3.1 \times 10^4$  pr. cm<sup>3</sup> in situ jord. Jeg fant lignende størrelsesforskjeller i juni. De anaerobe bakteriene var mest tallrike i 0 - 10 cm jordskiktet, men her utgjorde de bare 5% av det totale kimtall (aerobt + anaerobt). I jordskiktet 30 - 50 cm derimot, utgjorde de anaerobe bakteriene ca 70% av det totale kimtallet. Dette er en indikasjon på at de dypere liggende jordskiktene er relativt oksygenfattige.

## Bakteriemassen i forskjellige jordskikt.

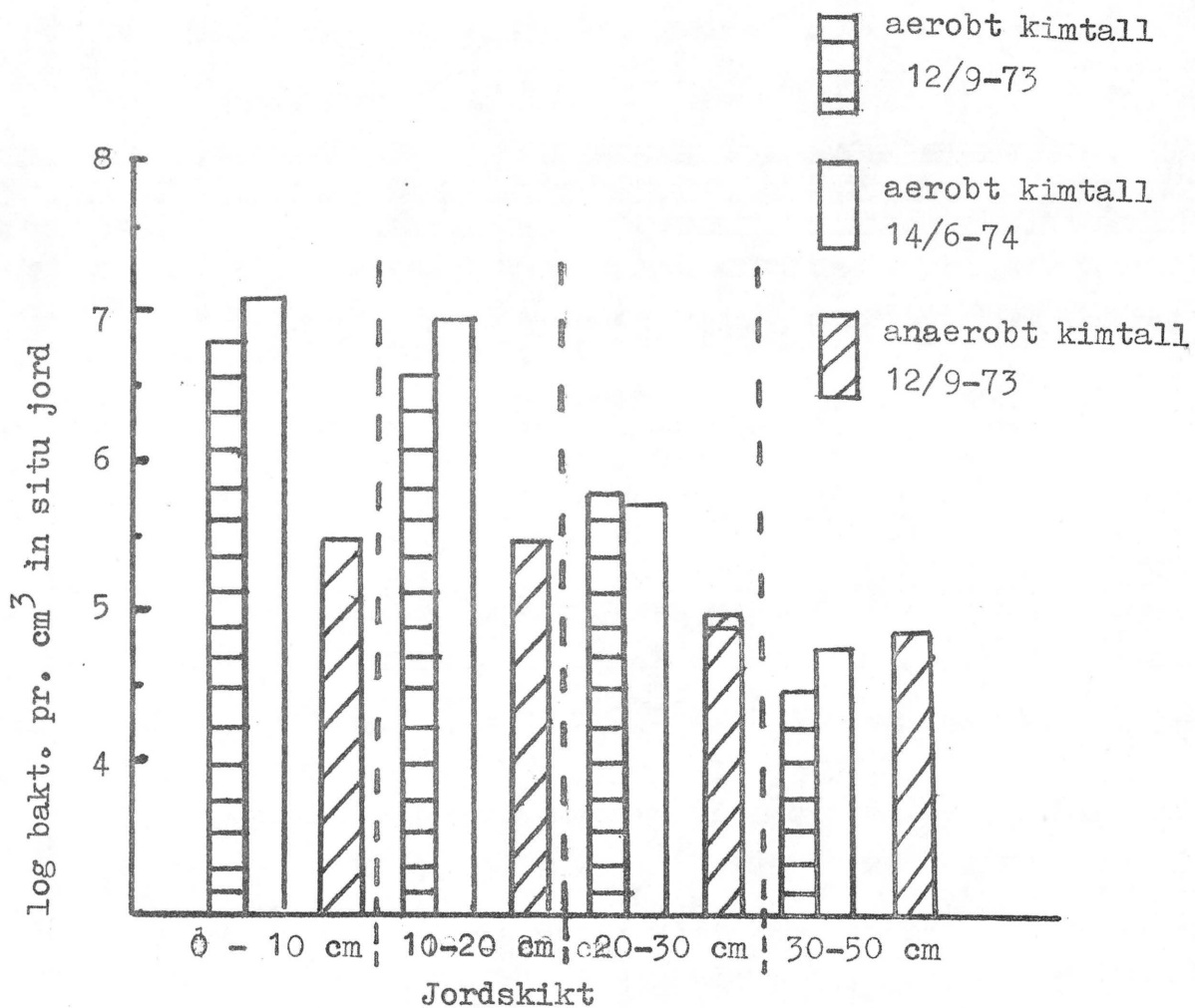


Fig. 4

Bakteriemassen i forskjellige jordskikt, bestemt på grunnlag av kimtellingene.

Hyfelengder i jord fra forsøksfeltet.

Parallelt med de bakteriologiske undersøkelserne, ble hyfelengden pr.  $\text{cm}^3$  in situ jord bestemt for de forskjellige jordprøvene. Den teknikken jeg brukte for å bestemme hyfelengden i jord (Hansen et. al., 1974), skilte ikke mellom døde og levende hyfer og hyfelengdene omfatter derfor både døde og levende hyfer.

Fig. 5 viser hyfelengden pr.  $\text{cm}^3$  in situ jord i jord fra de forskjellige prøvetakingsstedene i juli (10/7-73) og i august (28/8-73). Hyfelengden i denne perioden varierte mellom 500 og 1000 meter pr.  $\text{cm}^3$  in situ jord. I juli var den gjennomsnittlige hyfelengden 720 meter pr.  $\text{cm}^3$  in situ jord og i august var den 758 meter pr.  $\text{cm}^3$  in situ jord. De største hyfelengdene fant jeg i jord som inneholdt mellom 60 og 70% vann, mens bakterietallet som før nevnt var størst i jordprøver med mellom 70 og 80% vann.

Fig. 6 viser hyfelengden i jord fra forskjellige jordskikt. Det var et markant fall i hyfelengden når jorddybden økte. Mens hyfelengden i 0 - 10 cm jordskiktet ble funnet å være 540 meter pr.  $\text{cm}^3$  in situ jord, var den bare 15 meter pr.  $\text{cm}^3$  in situ jord i 30 - 50 cm jordskiktet.

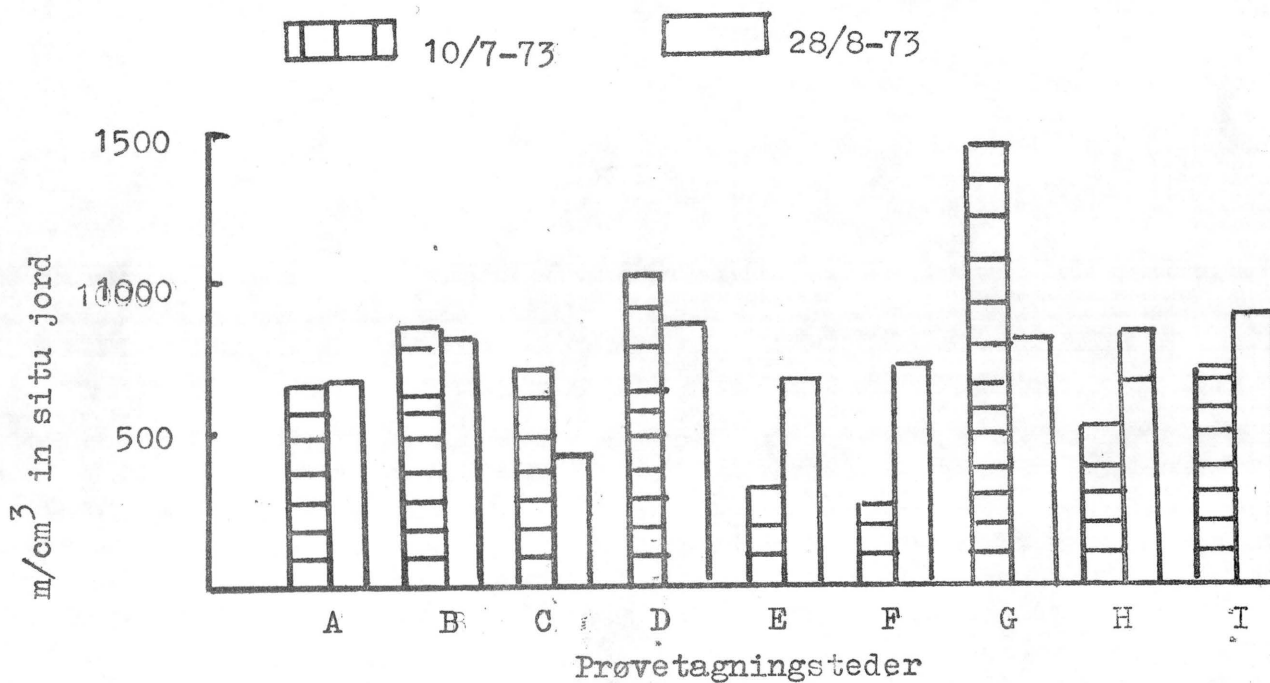


Fig. 5

Hyfelengden i 0 - 10 cm jordskiktet. Hyfelengden er gitt som meter pr.  $\text{cm}^3$  in situ jord.

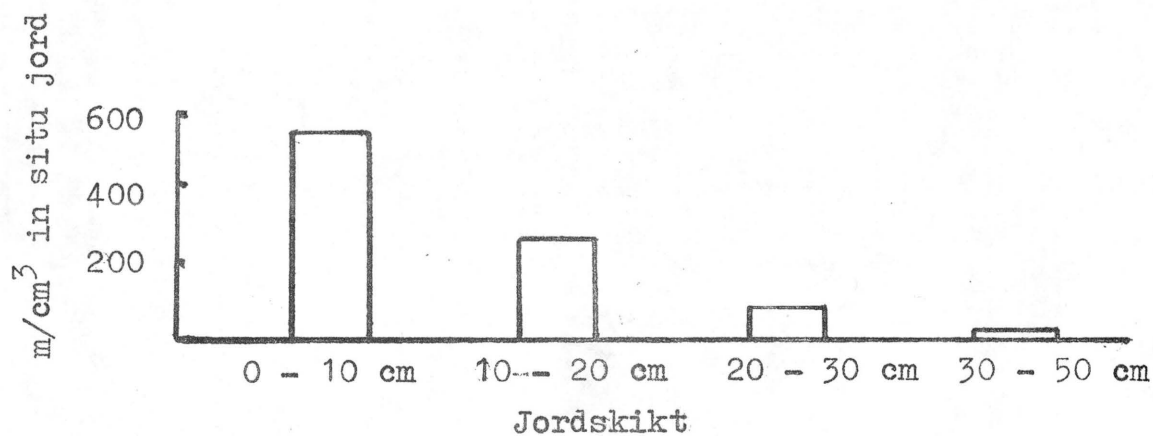


Fig. 6

Hyfelengden i forskjellige jordskikt. Hyfelengden er gitt som meter pr.  $\text{cm}^3$  in situ jord. Prøvene ble hentet 12/9 - 73.

Mikrobiell masse, beregninger og diskusjon.

I innledningen til denne rapporten behandlet jeg kort problemene ved bestemmelse av den mikrobielle massen i jord og hvorfor en utførte slike målinger. For å bestemme bakterietallet i jord brukte jeg to forskjellige metoder: a) Mikroskoptellinger av bakterier i acridine orange fargde jordsuspensjoner og b) en indirekte metode hvor fortynnede jordsuspensjoner ble spredd utover stivnet næringsmedium i petriskåler. Den første metoden ga flere tusen ganger høyere bakterietall i jord enn den siste. Denne størrelsesforskjellen mellom bakterietallet i jord bestemt ved de to metodene stiller en overfor dillemmaet: Hvilke bakterietall er best i overensstemmelse med antall levende bakterier i jord? Og hvilke type bakterietall skal jeg bruke ved beregningen av bakteriemassens vekt og kaloriinnhold? I denne rapporten finner jeg det lite hensiktsmessig å argumentere for den ene eller andre metoden. Problemet vil bli tatt opp i forbindelse med studiene av strø og jord respirasjonen i en annen rapport. Jeg vil derfor i denne rapporten beregne bakteriemassens vekt og kaloriinnhold både på grunnlag av mikroskoptellinger og kimtellinger. Ved en sammenligning av bakteriemassens vekt og kaloriinnhold i jorden med tilsvarende parametre for soppmassen, finner jeg imidlertid det mest naturlig å bruke bakteriemassens vekt og kaloriinnhold beregnet på grunnlag av mikroskop-tellingene som grunnlag for sammenligningen. Da er både soppmassen og bakteriemassen bestemt ved mikroskop metoder.

For å beregne den mikrobielle massens vekt og kaloriinnhold, må en kjenne tørrvekten og kaloriinnholdet pr. bakterie og pr. lengdeenhet hyfe. Som tørrvekt av en bakterie brukte jeg  $0.2 \times 10^{-12}$  gram (Holm og Jensen, 1972), og kaloriinnholdet i en bakterie satte jeg til  $5.0 \times 10^{-13}$  kcal. Vekten av en meter hyfe er bestemt til  $2.8 \times 10^{-6}$  gram og kaloriinnholdet til 4.5 kcal (Hansen og Torsvik, 1972).

Tabell 6 viser sopp- og bakteriemassens tørrvekt og kaloriinnhold i de forskjellige jordskiktene beregnet for hele forsøksfeltet. ( $2160 \text{ m}^2$ ). Det var bare for jordskiktet 0 - 10 cm bakteriemassen ble bestemt både på grunnlag av mikroskop tellinger og kintellinger, i de øvrige jordskiktene ble bakteriemassens tørrvekt og kaloriinnhold beregnet på grunnlag av kintellinger. Tørrvekten av bakteriene i 0 - 10 cm jordskiktet beregnet på grunnlag av mikroskop-tellingene var 820 kg, mens tilsvarende beregninger på grunnlag av kintellinger ga en tørrvekt på 0.380 kg. Tørrvekten av den samlede soppmassen i jordskiktet var 406 kg, halvparten så stor som bakteriemassens tørrvekt beregnet på grunnlag av mikroskop tellinger.

Fig. 7 viser hvordan tørrvekten av sopp og bakterier avtok med økende jorddybde. Bakteriemassens tørrvekt er i dette tilfellet beregnet på grunnlag av kintellinger. Kurvene har et noe forskjellig forløp: Mens bakteriemassens tørrvekt minket mest fra 15 cm og ned til 25 cm, skjedde den største reduksjonen i soppmassens tørrvekt fra 5 cm og ned til 15 cm. 80% av den totale mikrobielle massen fant jeg i jordskiktet



TABELL 6

Den mikrobielle massens tørrvekt og kaloriinnhold i forskjellige jordskikt

Jordskikt	Bakteriemasse		Soppmasse		Total mikrobiell masse	
	Tørrvekt (gr)	Kcal	Tørrvekt (gr)	Kcal	Tørrvekt (gr)	Kcal
0 - 10 cm	$0.82 \times 10^6$ (M)	$2.05 \times 10^6$	$4.06 \times 10^5$	$1.83 \times 10^6$	$1.23 \times 10^6$ (M)	$3.88 \times 10^6$
	$0.38 \times 10^3$ (K)	$0.93 \times 10^3$			$4.10 \times 10^5$ (K)	$1.84 \times 10^6$
10 - 20 cm	$0.31 \times 10^3$ (K)	$0.79 \times 10^3$	$1.61 \times 10^5$	$7.29 \times 10^5$	$1.64 \times 10^5$	$7.37 \times 10^5$
20 - 30 cm	$0.38 \times 10^2$ (K)	$0.93 \times 10^2$	$5.75 \times 10^4$	$2.59 \times 10^5$	$5.79 \times 10^4$	$2.60 \times 10^5$
30 - 50 cm	$1.04 \times 10^1$ (K)	$2.60 \times 10^1$	$1.84 \times 10^4$	$8.15 \times 10^4$	$1.81 \times 10^4$	$8.15 \times 10^4$

M: Bakteriemassen bestemt på grunnlag av mikroskoptellinger

K: " " " kimtellinger

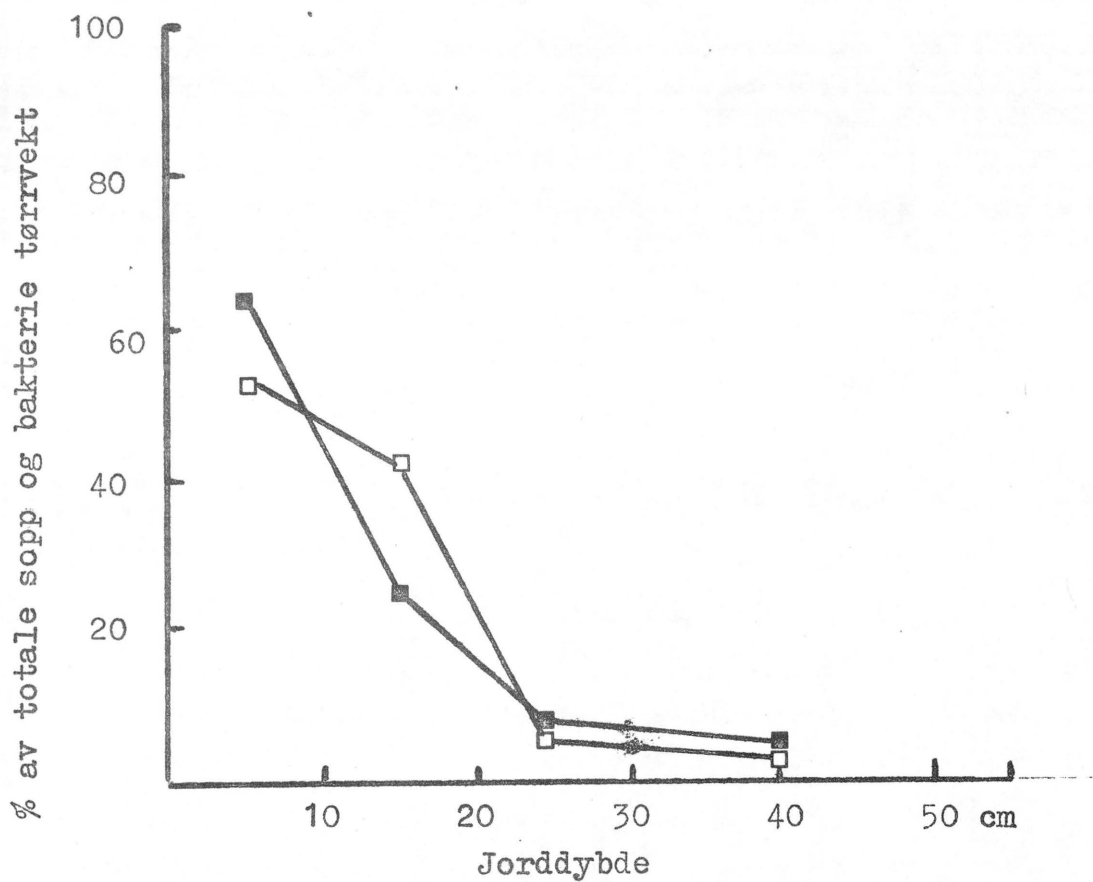


Fig. 7

Tørrvekten av sopp og bakterier ved forskjellige jorddybder uttrykt som prosent av den totale tørrvekten av sopp og bakterier for hele jordsmonnet. Tørrvekten av bakteriene er beregnet på grunnlag av kintellinger. (■ ■) sopp (□ □) bakterier.

0 -20 cm. Dette virker svært sansynlig i og med at tilførselen av organisk materiale til jord skjer hovedsakelig i form av strø og døde røtter. Røttene av Calluna vulgaris er alltid infisert med endotrof mykorrhiza-sopp (Read og Stribley, 1973).

Scanning elektron mikroskopi har vist at sopphyfer ofte er tett dekket med bakterier. Tydeligvis lever en stor del av bakteriene i jord av sopp exudater og dødt hyfemateriale. Dette vil bidra til at bakteriepopulasjonen blir større i de øvre jordlagene enn i de dypereliggende jordlagene. Forøvrig vil fysiske årsaker som jordens vanninnhold, temperatur, jordatmosfære spille en stor rolle for sopp og bakteriepopulasjonens størrelse i de forskjellige jordskiktene.

For å kunne sammenligne resultatene fra forsøksfeltet på Øksnes med tilsvarende jordmikrobiologiske undersøkelser andre steder, har jeg i tabell 7 uttrykt sopp og bakteriemassens tørrvekt og kaloriinnhold i 0 - 10 cm jordskiktet pr. kvadratmeter forsøksfelt. Jeg har også beregnet hvor mange prosent den mikrobielle massen i jordskiktet utgjordet av det totale organiske innholdet i jordskiktet. Jordskiktets organiske innhold ble beregnet til  $4.8 \times 10^7$  gram. De verdier som er vist i tabell 7 er av samme størrelseskategori som tilsvarende resultater fra våteng på Hardangervidda (Hansen og Torsvik, 1972). En bestemmelse av heterotrofe bakterier i dansk bøkeskogs jord ved hjelp av kimtelling (Holm og Jensen, 1972), viste at det var ca 0.4 gram bakterier (tørrvekt, 0- 8 cm) pr. kvadratmeter. Dette var samme størrelsesorden som jeg fant for bakteriemengden

TABELL 7

Mikrobiell masse og dens kaloriinnhold pr kvadratmeter  
( 0 - 10 cm jordskikt):

<u>Bakteriemasse( Mikroskop tellinger):</u>	
kg/m <sup>2</sup>	0.380
prosent av totalt organisk materiale	1.7
Kcal/m <sup>2</sup>	949
<u>Bakteriemasse( Kimtelling):</u>	
kg/m <sup>2</sup>	4.0x10 <sup>-4</sup>
prosent av totalt organisk materiale	1.0x10 <sup>-3</sup>
Kcal/m <sup>2</sup>	0.4
<u>Soppmasse:</u>	
kg/m <sup>2</sup>	0.188
prosent av totalt organisk materiale	0.9
Kcal/m <sup>2</sup>	847

pr. kvadratmeter i 0 - 10 cm jordskiktet ved kimtellingene.

Summering.

- A) Den mikrobielle massen i jord ble bestemt ved hjelp av mikroskopptellinger og for bakterienes vedkommende også ved hjelp av kimtellingene. Bakterietallet bestemt ved mikroskopptellinger var flere tusen ganger større enn bakterietallet bestemt ved kimtellingene. Ved førstnevnte metode var bakterietallet ca.  $10^{10}$  bakterier pr.  $\text{cm}^3$  in situ jord, mens bakterietallet ved den sistnevnte metoden var ca  $10^7$  bakterier pr.  $\text{cm}^3$  in situ jord.
- B) I 0 - 10 cm jordskiktet var bakteriemassen ( $0.380 \text{ kg/m}^2$ ) beregnet på grunnlag av mikroskopptellinger dobbel så stor som soppmassen ( $0.188 \text{ kg/m}^2$ ). Den totale mikrobielle massen i jordskiktet utgjorde 2.6% av det totale organiske innholdet i jordskiktet.
- C) 80% av den totale mikrobielle massen i jordsmonnet på forsøksfeltet ble funnet i 0 - 20 cm jordskiktet.
- D) Resultatene av denne undersøkelsen var i grove trekk lik resultatene fra tilsvarende undersøkelser av våteng på Hardangervidda i IBP's regi.

Referanser:

Hansen, J.F., Thingstad, T.F. og Goksøyr, J. (1974): Evaluation of hyphal lengths and fungal biomass in soil by a membrane filter technique.

Oikos, 25: 102 - 107

Hansen, J.F. og V.L Torsvik (1972): IBP's årsrapport 1972, side: 75-92.

IBP, Norge

Holm, E. og Jensen, V. (1972): Aerobic chemoorganotrophic bacteria of a Danish beech forest.

Oikos, 23: 248 - 260

Jensen, V. (1968): The plate count technique.

I 'The Ecology of Soil Bacteria' ( T.R.G. Gray og D. Parkinson, eds.). Side 158 - 170.

Liverpool University Press, 1968.

Jones, P.C.T. og Mollison, J.E. (1948): A technique for the quantitative estimation of microorganisms.

J. gen. Microbiol., 2: 54 - 64

Nikitin, D.I. (1973): Direct electron microscopic techniques for observation of microorganisms in soil.

Bull. Ecol. Res. Comm. (Stockholm), 17: 85 - 92

Read, D.J. og Stribley, D. (1973): Effect of mycorrhizal infection on Nitrogen and Phosphorus nutrition of Ericaceous plants.

Nature New Biology, 244: 81 - 82

Rouschal, C. og Strugger, S. (1943): Eine neue Methode zur Vitalbeobachtung der Mikroorganismen im Erdboden.

Naturwiss., 31: 300 - 315.

Seifert, J. (1960): The influence of moisture and temperature on the number of microorganisms in the soil.

Fol. Microbiol., 5: 176

Seifert, J. (1961): The influence of moisture and temperature on the number of bacteria in the soil.

Fol. Microbiol., 6: 268 - 271.

Skinner, F.A., Jones, P.C.T. og Mollison, J.E. (1952):

A comparison of a direct and a plate counting technique for the quantitative estimation of soil microorganisms.

J. gen. Microbiol., 6: 261 - 267.

Torsvik, V.L. (1971): IBP's årsrapport

IBP, Norge.

Trolldenier, G. (1973): The use of fluorescence microscopy for counting soil microorganisms.

Bull. Ecol. Res. Comm. (Stockholm), 17: 53 - 59.

Winogradsky, S.N. (1949): Microbiologie du sol.

Masson et Cie, editeurs, Paris.