

KONINKRIJK BELGIË
MINISTERIE VAN ECONOMISCHE ZAKEN
AARDKUNDIGE DIENST VAN BELGIË
Jennerstraat, 13 - 1040 Brussel

Bijdrage tot de Kennis der kwartaire Afzettingen op de Topzone van de Boomse Cuesta

(Kaartblad Boom 58 W)

door

B. BEECKMANS en C. VERBRUGGEN

PROFESSIONAL PAPER 1974 N° 4

KONINKRIJK BELGIË
MINISTERIE VAN ECONOMISCHE ZAKEN
AARDKUNDIGE DIENST VAN BELGIË
Jennerstraat, 13 - 1040 Brussel

**Bijdrage tot de Kennis
der kwartaire Afzettingen
op de Topzone van de Boomse Cuesta**

(Kaartblad Boom 58 W)

door

B. BEECKMANS en C. VERBRUGGEN

PROFESSIONAL PAPER 1974 N° 4

AARDKUNDIGE DIENST VAN BELGIE

Professional Paper n° 4/1974

BIJDRAGE TOT DE KENNIS DER KWARTAIRE AFZETTINGEN
OP DE TOPZONE VAN DE BOOMSE CUESTA
(Kaartblad Boom 58W)

door B. BEECKMANS en C. VERBRUGGEN.

I. Inleiding.

Het is de bedoeling, aan de hand van een gedetailleerd profiel, de Kwartaire afzettingen op de topzone van de Boomse Cuesta te typeren. In het bijzonder werd aandacht besteed aan sedimenten, periglaciale structuren en paleobotanische eigenschappen, om een beter inzicht te verkrijgen in de wijze van afzetting der verschillende lagen en de klimaatsomstandigheden waarin dit gebeurde.

Er werd dan ook een profiel gekozen op een plaats waar de Kwartaire afzettingen het best ontwikkeld zijn. Dit profiel (profiel "steenbakkerijen Heylen en deelhebbers, Boom-Reet") werd opgenomen op de rug van de cuesta van Boom, dichtbij het cuestafront, op een hoogte van ongeveer +30m.

Het profiel bestaat uit twee sekties : (zie profiel : lokalisatiekaart en schets der verschillende sekties)

- sektie A : gelegen op het grondgebied van de gemeente Reet. Het betreft hier een recente zandgroeve, die later zal evolueren tot kleigroeve. Sektie A bestaat uit twee delen, waarvan deel I een SW-NE-richting heeft (in het uiterste zuiden ervan is er een klein gedeelte met een SE-NW-richting) en deel 2 een WNW-ESE-richting.

-sektie B : gelegen op het grondgebied van de gemeente Boom. Het gaat hier om een ontwateringsgeul van de groeve zelf. Beide zijden van de geul werden opgenomen. Deze twee delen hebben een SSW-NNE-richting.

2. Beschrijving van het profiel.

Van onder naar boven onderscheidt men de volgende eenheden :

Laag 13. Donkergroen, glaukoniethoudend zand met veel oxydatievlekken; plaatselijk noteert men de aanwezigheid van beenderen van walvisachtigen. Aan de top ervan komen veel spleten voor van verschillende grootte en vorm (spleten-niveau a); deze spleten zijn opgevuld met homogeen, fijn zand en kunnen ingedeeld worden in drie grootte-orde :

- spleten van 1m tot 1,50m lang met een gemiddelde breedte van 20cm, maximum 50cm. In verticale sectie vertonen de wanden een zeer onregelmatig aspect.
- fijne spleten met een lengte van 0,50m tot 1m en een maximale breedte van 15cm.
- zeer fijne spleten, maximum 10cm lang. Plaatselijk komen "zandige aders" voor, die soms de spleten met elkaar verbinden (vb. sectie B, deel 1, rond 10m).

Laag 12. Lichtgrijsbruin, homogeen, fijn zand, met aan de basis een diskontinue keienvloer, die in veel gevallen de spleten van het a-niveau bedekt. De keien zijn afgerond; de grote keien zijn meestal gebarsten en bestaan voornamelijk uit silexen (ongeveer 90%). Ze vertonen daarbij een weinig tot goed uitgesproken patina, waarvan sommige glanzend. De zeer kleine keien bestaan hoofdzakelijk uit kwarst. Samen met het keienmateriaal komen ook een aantal haaietanden voor (*)

(*) zie ook bijlage : resultaten van de analyse van het keienmateriaal.

De zandlaag zelf heeft een dikte van 50 tot 75cm en bevat enkele donkerbruine, zandige kleilenzen, die subhorizontaal of lichtgolvend verlopen. In het midden van de laag zijn er twee spleten aanwezig (niveau b) die hetzelfde type van opvulling vertonen als de spleten van het a-niveau.

- Laag 11. Grijs, zandige leemlaagjes, afwisselend met lichtgrijsbruin, fijn zand. De laagjes zijn licht gestoord en bevatten veel venige insluitsels. Het geheel is ongeveer 50cm dik en vertoont een subhorizontale gelaagdheid die grover wordt naar beneden toe. Bovenaan beginnen veel uiterst smalle, maar soms lange spleten (maximum 1m lang), die regelmatig verspreid zijn (niveau c).
- Laag 10. Lichtgrijsbruin, fijn zand, maximum 40cm dik, met enkele lemige bandjes en enkele lichtbruine, fijn zandige insluitsels. Aan de top van het zand beginnen enkele spleten, opgevuld met homogeen, fijn zand (niveau d); de grootste hebben een lengte van ongeveer 1m en een breedte die varieert van 5 tot 20cm.
- Laag 9. Lichtgrijze, zandige leem, afwisselend met lichtgrijsbruin, fijn zand. Deze afzetting is 15 tot 25cm dik en vertoont een gestoorde gelaagdheid, met daarin veel fijne lenzen van weinig materiaal. Aan de bovenkant van deze laag vertonen zich veel kleine en enkele grote spleten, die meestal een grillige vorm hebben (niveau e); ze zijn opgevuld met ongestratificeerd fijn zand en hebben een lengte van 0,75m tot 1,25m en een breedte van 20 tot 35cm.
- Laag 8. Lichtgrijsbruin, fijn zand, dat een maximale dikte bereikt van 75cm. Het zand is niet gelaagd en bevat enkele lemige bandjes en een weinig venig materiaal.

Laag 7, 6, 5. Twee lemige zandlagen (lagen 7 en 5), van elkaar gescheiden door een homogene zandlaag (laag 6).

Lagen 7 en 5 bestaan uit een afwisseling van grijze, zandige leem en lichtbruingrijs, fijn zand. De afzettingen zijn ongeveer 20 tot 40 cm dik en vertonen een lichtgolvende tot horizontale gelaagdheid (die lichtjes gestoord is).

Laag 6 bevat lichtbruingrijs, homogeen, fijn zand dat ongeveer 50cm dik is. Sporadisch zijn er enkele lemige bandjes aanwezig.

Ten noorden van 83m (in sectie A, deel I) verdwijnt laag 6 en vormen laag 5 en 7 een geheel.

In deze afzettingen komen verschillende spleten voor : één spleet is aanwezig middenin het complex van laag 5+7 (f_1 -niveau) ; een tweede reeks van spleten komt voor aan de top van laag 5 (f_2 -niveau). De meeste van deze spleten hebben een onregelmatige wigvorm en zijn opgevuld met homogeen, fijn zand, dat niet gelaagd is. Ze kunnen tot meer dan 1 m lang zijn en hun breedte varieert sterk.

Laag 4. Lichtbruingrijs, homogeen, fijn zand, met enkele lemige bandjes; de dikte van de laag gaat van enkele cm tot 35 cm. Vooral in het meest noordelijk deel van het profiel vindt men aan de bovenkant van deze laag, spleten van verschillende lengte die onregelmatig verspreid zijn (niveau g.) De grootste spleten hebben een lengte van meer dan 0,50m en zijn opgevuld met niet gelaagd, homogeen, fijn zand.

Laag 3. Lichtgrijze, zandige leem, afwisselend met lichtgrijs-groen, fijn zand; de afzetting is 15 tot 20 cm dik en vertoont een gestoorde gelaagdheid, waarin veel lenzen van venig materiaal voorkomen.

Aan de top van deze afzetting komen er sporadisch enkele spleten voor die opgevuld zijn met homogeen fijn zand (niveau h.) De spleten hebben een maximale lengte van 1,25m en een konstante breedte naar beneden toe (5 à 10cm).

Laag 2. Lichtgrijsbruin, fijn zand met enkele bandjes leem en een weinig venig materiaal. De dikte van de laag gaat van enkele cm tot 1 m.

Laag 1. Roestbruine, licht zandlemige tot fijn zandige laag, die een onregelmatige dikte heeft (van 10cm tot meer dan 1m). Er komen veel oxydatie- en reductievlekken voor, alsook veel humusresten, wortelgaten, recente wortels en ijzerkonkreties.

3. Genese der sedimenten en spleten

3. 1. Genese der sedimenten

De afzettingen kunnen als volgt ingedeeld worden :

3. 1. 1. De meest voorkomende afzettingen in het profiel zijn de homogene zandlagen; deze bevatten een zandfractie van meer dan 80%. Lagen 4, 6, 8 en 10 hebben een zandtextuur terwijl lagen 1, 2 en 12 een lemige zandtextuur vertonen; de kumulatieve kurven van deze afzettingen vertonen een goede sortering. De homogeniteit en de goede sortering van het materiaal wijzen op het eolisch karakter van deze afzettingen.

Het voorkomen van veenresten en van lemige en kleiige bandjes in deze zandlagen is toe te schrijven aan sekundaire verschijnselen tijdens de periodes van eolische activiteit. De lemige bandjes kunnen het gevolg zijn van een vermindering van de competentie van de wind, terwijl men de zandige kleilagen in laag 12 zou kunnen associëren met smeltverschijnselen die op een bepaald ogenblik kunnen opgetreden zijn. Dit laatste zou tevens een verklaring kunnen zijn voor het voorkomen van veenresten.

Deze eolische afzettingen wijzen op een droog en waarschijnlijk koud klimaat.

- 3.1.2. Een tweede soort van afzetting omvat de lagen, gevormd door een afwisseling van zandige leem en zand (lagen 5, 7 en 11). De algemene textuur van deze lagen is lemig zand. In tegenstelling met de eolische sedimenten bevatten deze afzettingen een grotere leemfractie (meer dan 15%) en vertonen een minder goede sortering (*). Deze sedimentologische kenmerken en het algemeen uitzicht van de lagen laat ons toe te besluiten dat het hier om niveo-eolische afzettingen gaat, zoals beschreven door A. HACQUAERT en R. TAVERNIER (1946) en T. VAN DER HAMMEN (1951), in navolging van SAMUELSSON (1926). Het volledig dekzandpakket op de top van de Boomse Cuesta werd trouwens door R. TAVERNIER (1948, 1954) als niveo-eolisch beschouwd.

Verder zou het voorkomen van veendeeltjes in laag 11 kunnen verklaard worden door het feit dat er plaatselijk zeer kleine plassen aanwezig waren.

Klimatologisch komen deze niveo-eolische afzettingen voor in een arktisch tot subarktisch klimaat (VAN DER HAMMEN, 1951; A. HACQUAERT en R. TAVERNIER, 1946).

- 3.1.3. Tot een derde sedimentatietype behoren de gestoorde onregelmatige gelaagdheden van zandige leem en zand (lagen 3 en 9). De algemene textuur van dit materiaal is zandlemig. De slechte sortering, alsook het voorkomen van veel veenlenzen wijst op de belangrijke aktie van het water in deze afzettingen. Daarom kunnen ze geassocieerd worden met een afzetting als gevolg van ruisselement.

(*) zie ook bijlage : resultaten van de korrelgrootteanalyses.

Strikt klimatologisch kan er weinig van deze afzettingen bepaald worden.

3.1.4. De sterk glaukoniethoudende laag 13 is volledig verschillend van de andere sedimenten in het profiel. Het gaat hier namelijk om een mariene afzetting uit het Mioceen (Antwerpiaan) dat op deze plaats de top van het Tertiair vormt (cfr. J. DE HEINZELIN, 1963).

3.2. Genese der spleten.

In het profiel komen op verschillende niveaus (niveau a tot h) zowel grote als kleine spleten voor.

De kleine spleten zijn zeer smal en hebben een lengte van de orde van enkele cm. Vaak zijn ze opgevuld met homogeen, fijn zand. We menen dat het hier gaat om vorstscheuren, die ontstaan door een sterke daling van de temperatuur.

Deze structuren zijn niet permanent en wijzen niet op de aanwezigheid van een permafrost ("frost cracks" : J. DYLIK en G. C.MAARLEVELD 1967).

Eventueel zouden sommige van deze kleine spleten als desikatiewiggen kunnen beschouwd worden, wat op een grotere droogte zou wijzen.

Belangrijker echter zijn de grote spleten, die over heel het profiel opgevuld zijn met homogeen, fijn zand dat niet gestratificeerd is. De meeste spleten in het onderste deel van het profiel hebben onregelmatige wanden terwijl de minder talrijke spleten in het bovenste deel een meer regelmatige vorm hebben. Op het contact met de spleten zijn de aangrenzende lagen meestal naar beneden omgebogen. Het tegengestelde is echter merkbaar bij de spleten aan de top van laag 9 (niveau e).

Al deze kenmerken laten toe te besluiten dat het hier om vorstwiggen (ijs- of zandwiggen) gaat (J. DYLIK, C. G. MAARLEVELD, 1967). Deze structuren zijn de belangrijkste klimatologische aanduidingen in het profiel; want ze zijn gebonden aan de aanwezigheid van een permafrost. Klimatologisch wijst een permafrost op een gemiddelde jaarlijkse temperatuur kleiner of gelijk aan $-4,7^{\circ}\text{C}$ (T. L. PEWE, 1959, 1962, 1966, BERG en BLACK, 1967, L. W. PRICE, 1972). Daarbij wijst de aanwezigheid van zandwiggen op een zeer droog klimaat (PEWE, 1959, J. DYLIK, C. G. MAARLEVELD, 1967).

Nu stelt zich in het profiel het probleem van de genese der vorstwiggen. Heeft men te maken met ijs- of zandwiggen ?

De ombuiging naar boven van de aangrenzende lagen op het contact met de grote vorstwiggen van niveau e (top van laag 9), gekombineerd met de homogene zandopvulling der wiggen, doet vermoeden dat het hier om zandwiggen zou gaan, wat dus op een droog klimaat zou wijzen (J. DYLIK, C. G. MAARLEVELD, 1967).

Anderzijds is de afbuiging der lagen naar beneden meestal een kenmerk van ijswiggen (J. DYLIK, C. G. MAARLEVELD, 1967). Een probleem vormt hier wel de homogene opvulling. Toch kan men vermoeden dat het hier om ijswiggen gaat. Het is het best aan te tonen bij de vorstwiggen aan de top van laag 13. Men noteert hier de aanwezigheid van "zandige aders". Dergelijke structuren wijzen gewoonlijk op de aanwezigheid van ijs. Het gaat hier namelijk om ijsaders, die soms in verbinding staan met ijswiggen. Dit sluit de mogelijke aanwezigheid van zandwiggen uit. Deze laatste ijswiggen werden vroeger reeds teruggevonden op eenzelfde stratigrafische positie in het Land van Waas (R. TAVERNIER, 1944-45). Naar onze mening zouden de meeste vorstwiggen in het profiel (uitgezonderd het --niveau) behoren tot het type ijswig. We vinden hierbij steun bij andere auteurs (J. DE HEINZELIN, 1963, J. DE PLOEY 1961), die in hun profielen bijna uitsluitend ijswiggen terugvinden.

4. Paleobotanische studie.

Van de lagen 9 en 3, die in eerste instantie voor pollenanalytisch onderzoek werden uitgekozen; kan niet gezegd worden dat ze het uitzicht vertonen van echte veenlagen. Toch vallen ze omwille van de aanvankelijke aanwezigheid van weinig materiaal duidelijk op tussen de minerogene sedimenten, als donkergrijze banden. Het stratigrafische onderzoek heeft daarbij uitgewezen dat het organisch materiaal als dunne, subhorizontale lenzen tussen het lemig en zandig materiaal voorkomt. Bij de palynologische bemonstering werd wel met deze mikrostratigrafische verdeling rekening gehouden, maar uit pollenanalyse is gebleken dat er geen merkbaar verschil bestaat tussen organisch rijkere en mineraal rijkere laagjes. Deze vaststelling bracht ons op het idee dat ook organisch arme delen van het profiel pollen kunnen bevatten. Na kennisname van de onderzoeksresultaten van lagen 9 en 3 ging onze aandacht hierbij specifiek naar lagen 2 en 1. Het viel hierbij op dat ook in laag 2 nog enkele lemige bandjes en wat weinig materiaal aanwezig waren. En hoewel sterk door de homogenisatie aangetast vonden we het nuttig ook nog het onderste deel van laag 1 te bemonsteren. Bijgevolg zagen we in een onderzoek van monsters uit lagen 2 en 1 de mogelijkheid om het chronologisch verband met laag 3 na te gaan : konkreter gesteld : we hoopten meer informatie te verkrijgen over de ouderdom van de top van het dekzandpakket.

4. 1. Onderzoek van laag 9

Het pollendiagram van deze laag vertoont een opvallende homogeniteit. De AP/NAP-verhouding verloopt zeer konstant tussen 70 en 87%. Even konstant blijft Pinus ongeveer 3/4 van het AP vertegenwoordigen. Daarnaast komen een relatief groot aantal boomsoorten in gelijke maar beperkte mate voor : Picea, Alnus, Corylus, Betula, Carpinus, Salix, Quercus, Tilia en Ulmus.

Bij het N. A. P. blijven de percentages eveneens konstant ; hier zijn achtereenvolgens Cyperaceae, Gramineae en Ericaceae de belangrijkste elementen. Vermelden we tenslotte nog de aanwezigheid van tertiaire korrels en hystrichospheridea.

Strikt genomen kunnen we de vegetatie van deze laag chronologisch situeren "ergens" in het begin van het Weichsel-glaciaal. Hiervoor steunen we ons op de dominantie van Pinus en de zwakke maar regelmatige aanwezigheid van Picea en Carpinus en dit in een niet gesloten bos maar in een soort parklandschap. Een eerste punt dat ons echter verontruste omtrent het autochtoon karakter van de afzetting is de aanwezigheid van een nogal belangrijke hoeveelheid geremanieerd materiaal, uit het onderliggend tertiair. Verder viel ons bij de pollentelling steeds op hoeveel van de Pinus- en Piceakorrels in volkomen gebroken vorm voorkwamen. En tenslotte is er het feit dat laag 9 een ruisselement afzetting is, zodat het toevloeien van allochtoon materiaal als normaal dient te worden beschouwd. Het komt ons bijgevolg als waarschijnlijk voor dat we hier met een Weichsel pleniglaciale afzetting hebben te doen, waarin hoofdzaak geremanieerd pollen uit een "iets" oudere vroege Weichsel-einde Eem-laag aanwezig is. Het ouder tertiair materiaal kan zowel aan secundaire als aan rechtstreekse remaniatie worden toegeschreven. Anderzijds zijn we geneigd een deel van het stuifmeel van elementen zoals Cyperaceae, Gramineae, Artemisia, Salix en Betula toe te schrijven aan de autochtone vegetatie uit de periode, waarin laag 9 werd gevormd. Deze laatste stelling werd ons vooral ingegeven door de resultaten van het onderzoek van laag 3

4. 2. Onderzoek van laag 3

In dit diagram onderscheiden we drie fasen :

- een eerste fase met dominantie van Pinus en het AP;
- een tweede fase met een AP/NAP-verhouding van $\frac{+45}{55}$. Ongeveer de helft van de pollensom wordt nu ingenomen door Cyperaceae.
- een derde fase waarin de curve van Pinus sterk te-

rugloopt en het aandeel van Salix oploopt tot bijna 20%. Tegelijkertijd is er ook een toename van Artemisia en de verschijning van Helianthemum.

Als konstante elementen in het diagram noteren we de beperkte aanwezigheid van Betula, Picea, Alnus, Corylus en Carpinus bij het AP en deze van Hystrichospheridae en tertiaire korrels in het nevendigram.

Gelet op de stratigrafische en palynologische gelijkenis met laag 9, durven we voor de interpretatie van diagram 2 een vergelijking maken met deze van diagram 1. In een paar woorden gezegd komt deze vergelijking hierop neer dat diagram 2 een verzwakt beeld van de remaniatie van diagram 1 te zien geeft. De remaniatie is het grootst in de basis van het laagje (faze 1), ze is minder belangrijk in het middendeel (faze 2), terwijl in het bovendeel van laag 3 (faze 3) het pollen van de autochtone vegetatie duidelijk de bovenhand heeft genomen op het geremanieerd pollen. Onmiskenbare elementen van deze arctische flora zijn Salix Helianthemum, Artemisia en Cyperaceae. Als controle voor de toename van Salix aan de top van het diagram hebben we een pollenspektrum gemaakt van de top van laag 3, genomen aan de andere zijde van de uitgraving, + 250m van de plaats 2 verwijderd.

Dit spectrum geeft : Pinus : 32% ; Salix : 7% ; Betula : 4,5% ; Picea : 1,5% ; Alnus : 1% ; AP : 47% ; Cyperaceae : 48% ; Gramineae : 3% ; Ranunculaceae : 3% ; Ericaceae : 0,3% ; NAP : 53% ; Dryopteris : 0,6% ; Sphagnum : 0,3% ; tertiaire korrels : 0,6% ; hystrichospheridae : 1,3% ; Pediastrum : 3% ; pollensom : 308. Dit spectrum hoort inderdaad thuis in faze 3, zodat we met redelijke zekerheid kunnen besluiten dat laag 3 een pleniglaciale Weichsel afzetting is. Gelet op haar stratigrafische ligging is ze (behoorlijk) jonger dan laag 3.

4. 3. Onderzoek in lagen 2 en 1.

Hieronder geven we in tabelvorm de analyse resultaten

van 3 monsters uit het dekzand boven de top van laag 3 aan.

In deze tabel zien we ten eerste onze vroegere veronderstelling bewaarheid, nl. dat er in lagen 2 en 1 pollen aanwezig zijn. Ten tweede laat de overeenkomst van deze spektra met diagrammen 1 en 2 (het aandeel van de remaniatie is groter in de niveaus + 15 en + 55 dan in niveau 8, vlakbij de top van laag 3 gelegen) er geen twijfel over bestaan dat we hier met gelijkaardige afzettingen te doen hebben. De aanwezigheid van enkele Secale-korrels dient aan subatlantische doorsijpeling te worden toegeschreven. Mede door het feit dat we uit andere onderzoekingen (Dr. verh.) tot de vaststelling zijn gekomen dat tijdens het Tardiglaciaal de klimaatsomstandigheden reeds te gunstig waren voor de vorming van niveo-eolische afzettingen, hebben de gegevens van dit onderzoek ons tot de konklusie geleid dat het dekzandpakket tot bovenaan in het Pleniglaciaal werd gevormd.
(zie tabel 1 blz. 13)

Tot slot zouden we nog een bedenking willen maken bij het aspekt van de remaniatie. Het verschil in konservatietoestand tussen de korrels van laag 9 en deze van lagen, 3, 2 en 1 zou er kunnen op wijzen dat de remaniatie in laag 9 een meer primair karakter heeft. We zouden zelfs kunnen stellen dat het pollen van laag 9 rechtstreeks afkomstig is van de afbraak van een nabijgelegen veenlaag in situ. Aangezien het profiel echter gelegen is nabij de aktuele top van de cuesta betekent dit dat er in het Weichsel-glaciaal nog een belangrijke erosie moet hebben plaatsgehad ; of m. a. w. dat de konfiguratie van de cuesta in het Eem-interglaciaal anders was dan de huidige.

TABEL 1:
 RESULTATEN DER
 POLLENANALYSEN
 VAN LAGEN 2 EN 1

55 IN B ₂ t	15	8	NIVEAU
6,6	10	2,2	ALNUS
2,5	9	4,5	BETULA
0,8	3,5	0,6	CARPINUS
0,8	1,8	1,1	SALIX
58	435	47	PINUS
1,6	0,9	0,6	PICEA
70,5	69,5	56	A P
16,5	17,5	38	CYPERACEAE
7,3	8	3,3	GRAMINEAE NAT.
1,6	1,8	-	GRAMINEAE CULT.
2,5	0,9	0,6	ERICACEAE
-	2,6 ARTEMISIA	1,7 ARTEMISIA	ANDERE
29,5	30,5	44	NAP
122	114	177	Σ P
4	-	1,1	DRYOPTERIS
-	-	1,1	SPHAGNUM
0,8	1,8	1,7	TERTIAIR
10,6	5,2	5,6	HYSTRIX
1,6	0,9	1,7	PEDIASTRUM

5. Algemene interpretatie van het profiel.

Nadat de top van het Tertiair substraat (laag 13=zanden van het Antwerpiaan) werd afgevlakt, was een zeer koud klimaat de oorzaak van het ontstaan van een permafrost hierin ontwikkelde zich een drievoudig net van polygonen, gevormd door de vorstwiggen van het a-niveau.

De ontstane ijswiggen en de kleine scheuren werden in een verdere periode opgevuld met stuigzand ; door de aanvoer van dit stuifzand werd het polygoonlandschap volledig bedekt met zand.

Na deze periode van eolische activiteit, is er waarschijnlijk een periode van ruisselement geweest, die het pakket keien heeft meegebracht.

Hierna zouden nog minstens twee mechanismen op de keien gewerkt hebben :

- de vorstwerking (veel keien zijn onderhevig geweest aan gelifraktie)
- de eolisatie (veel keien zijn geeoliseerd)

Beide mechanismen kunnen samen opgetreden zijn, maar de analyse der keien doet ons toch vermoeden, dat er eerst vorstwerking was, waarna het stuifzand, dat onder de keien lag, verstooft. Als bewijs kunnen we aanhalen dat veel gebarsten keien een glanzende patina vertonen op de frisse, gebarsten zijden. Dit verklaart meteen de eolisatie van veel keien plus het feit dat door de verstuiving de keien op het Tertiair substraat zijn komen te liggen. Op dat ogenblik lagen de keien (zoals ze nu voorkomen) aan de oppervlakte en bleven ze onderhevig aan gelifraktie ; dit kan aangetoond worden door het feit dat er gebarsten keien voorkomen met een zeer weinig uitgesproken patina op de frisse gebarsten zijden.

Tenslotte kunnen we erop wijzen dat het keienmateriaal niet van zeer ver afkomstig is. Dit wordt bewezen doordat er tussen de keien veel haaietanden voorkomen, die men veelvuldig vindt in onderliggende Tertiaire lagen (J. DE HEINZELIN, 1963).

Op deze keienvloer werd een laag homogeen zand afgezet, met daartussen enkele zandige kleilenzen (laag 12). Het gaat hier om een eolische afzetting (zie 3. 1. 1.), waarschijnlijk in droge en koude klimaatsomstandigheden afgezet. Daarbij tonen de twee ijswiggen in het midden van laag 12 (niveau b), aan, dat op een bepaald ogenblik de sedimentatie plaatselijk gestopt is, met vorming van een permafrost, wat dus op een zeer koud klimaat wijst.

Daarna krijgt de sedimentatie een niveo-eolisch karakter met afzetting van laag 11, waarbij de vriestemperatuur zou gezorgd hebben voor de vorming van kleine vorstscheuren na afzetting van ieder laagje zand of zandige leem. De kleine vorstscheuren (niveau c) zijn dus syngenetisch en ontstaan telkens op de plaatsen met de minste weerstand, d. w. z. waar er reeds in het onderliggend laagje een kleine scheur was (SHUMSKY e. a. , 1955). De mikrokryoturbaties, waaraan de laagjes onderhevig zijn, zouden veroorzaakt zijn door de afwisseling van vorst en dooi na de afzetting der laagjes (R. PAEPE 1967).

In de volgende fase verandert het karakter van de afzetting. Een eolisch type van sedimentatie kenmerkt de homogene zandafzetting met enkele bandjes leem (laag 10). Het klimaat wordt steeds kouder en het einde van deze afzetting gaat gepaard met de vorming van een permafrost en dus een stabilisatie van het oppervlak ijswiggen vormen zich aan de top van deze laag (niveau d) onder zeer koude omstandigheden. Na het ontdooien van de permafrost worden de wiggen opgevuld met zand.

De vermindering van de koude had als gevolg een ruisselementafzetting met veel geremaniëerd organisch materiaal (laag 9), bestaande uit een onregelmatige gelaagdheid van zand en zandige leem met veenlenzen (zie pollenanalyse 1).

Daarna wordt het klimaat opnieuw uiterst koud, zandwiggen ontwikkelen zich in een permafrost in zeer droge omstandigheden. (zie 3. 2) In verband hiermee kunnen we de kleine scheuren dezelfde stratigrafische positie als dessikatiewiggen interpreteren (niveau e).

Door verdere eolische aktiviteit werd een homogene zandlaag met enkele leembandjes afgezet (laag 8). Hierop kwam dan een pakket niveo-eolische sedimenten (lagen 7, 6, 5), waarin op een bepaald ogenblik plaatselijk (ten zuiden van 83m. sektion A, deel 1) de eolische aktiviteit is gaan overheersen, waardoor het homogeen zandpakket van laag 6 ontstond. Laag 6 stelt dus een kleine stuifzandrug voor, waarschijnlijk afgezet onder de invloed van N. winden (NW tot NE). Daarna heeft het spel van vorst en dooi voor de kryoturbaties van de lagen 5 en 7 gezorgd. De aanwezigheden van ijswiggen aan de top (niveau f_2) van laag 5 en middenin het kompleks van laag 5+7 (niveau f_1) wijst op de ontwikkeling van een permafrost vóór en na de afzetting van laag 5. De ijswig aanwezig middenin laag 7+5 heeft zich waarschijnlijk ontwikkeld tijdens of denkelijk onmiddellijk na afzetting van laag 6.

De daarop liggende homogene zandlaag met enkele leemige bandjes (laag 4) wijst op een eolische sedimentatie terwijl de ijswiggen aan de top ervan (niveau g) een permafrost, en dus een zeer koud klimaat, oproepen.

Later werden in koude omstandigheden zand en zandige leem met veel verspoeld organisch materiaal (laag 3) door ruisselement afgezet (zie pollenanalyse 2); dan wordt het klimaat weer zeer koud en grote ijswiggen ontwikkelen zich aan de top van de laag (niveau h) in een permafrost. Na de ontdooiing van de permafrost worden de wiggen opgevuld met zand.

Nadien wordt het karakter van de sedimentatie opnieuw eolisch, met afzetting van homogeen zand met enkele bandjes leem (laag 2). Palynologisch werd hierbij vastgesteld dat de koude omstandigheden van laag 3 ook hier nog aanwezig waren.

In deze laatste sedimenten heeft zich dan de huidige bodem (laag 1) ontwikkeld.

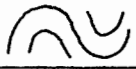

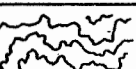
6. Besluit

De algemene interpretatie van het profiel laat toe een overzichtstabel van de Kwartaire afzettingen op te bouwen (zie tabel 2, blz. 18). Hieruit kunnen we besluiten dat, tijdens de afzetting der lagen, vrij gelijkmatige klimaatsomstandigheden heersten. De lagen werden bijna uitsluitend afgezet onder koud klimaat, terwijl de verschillende niveaus van vorstwiggen op zeer koude klimaatsomstandigheden wijzen.

Het komt ons voor dat er in het profiel één belangrijk hiaat aanwezig is, namelijk ter hoogte van de diskontinue keienvloer aan de basis der Kwartaire afzettingen. Wat er gebeurd is tussen de ontwikkeling van de permafrost, met de vorstwiggen aan de top van het Tertiair substraat, en het begin van de afzetting van laag 12 is eerder onzeker.

Wel staat het vast dat we het pakket afzettingen vanaf laag 1 tot en met laag 12 als één groot geheel mogen beschouwen. Vermits palynologisch werd vastgesteld dat laag 3, en ook laag 2, werden afgezet tijdens Pleniglaciaal (T. VEN DER HAMMEN, 1952 ; R. PAEPE, 1967), mogen we aannemen dat dit groot pakket lagen eveneens werd afgezet tijdens de Weichsel (Pleniglaciaal). Hieruit volgt dat de huidige bodem zich in Pleniglaciale sedimenten heeft ontwikkeld ; deze opvatting breekt met meer traditionele stellingen (o. a. J. DE HEINZELIN en R. MARECHAL, 1963), die doorgaans aannemen dat de bodem zich in de jongere Tardiglaciale sedimenten ontwikkeld heeft.

Omtrent de keienvloer en de structuren onder laag 12 zouden we durven opmerken dat zowel de afzetting der keienvloer als de ontwikkeling der onderliggende periglaciale structuren kan dateren uit een veel oudere Kwartaire periode : deze laatste opmerking vindt steun bij bevindingen van P. VAN GIJZEL (1967), die in een kleigroeve te Terhagen Oud-Kwartaire afzettingen bestudeerde.

NR. LAAG	LITHOLOGIE	VORSTAKTIE	GENESE	KLIMAAT			
NR. 1	LICHT ZANDLEEM TOT FIJN ZAND		HUIDIGE BODEMONTWIKKELING				
NR. 2	FIJN ZAND MET ENKELE LEEMBANDJES EN EEN WEINIG VENIG MATERIAAL		EOLISCH	KOUD EN DROOG			
		V ^H	PERMAFROST	ZEER KOUD			
NR. 3	AFWISSELING VAN ZANDIGE LEEM EN FIJN ZAND; GESTOORDE GELAAGDHEID; VENIGE LENZEN		RUISSELEMENTAFZETTING	KOUD			
		VV ^G	PERMAFROST	ZEER KOUD			
NR. 4	HOMOGEEN, FIJN ZAND MET ENKELE LEMIGE BANDJES		EOLISCH	KOUD EN DROOG			
		V ^F _{F2}	PERMAFROST	ZEER KOUD			
NR. 5	AFWISSELING VAN ZANDIGE LEEM EN FIJN ZAND		NIVEO-EOLISCH	KOUD			
		V ^F _{F1}	PERMAFROST	ZEER KOUD			
NR. 6	HOMOGEEN, FIJN ZAND		EOLISCH	KOUD EN DROOG			
NR. 7	AFWISSELING VAN ZANDIGE LEEM EN FIJN ZAND		NIVEO-EOLISCH	KOUD			
NR. 8	HOMOGEEN, FIJN ZAND MET ENKELE LEEMBANDJES EN EEN WEINIG VENIG MATERIAAL		EOLISCH	KOUD EN DROOG			
		VV ^E	PERMAFROST	ZEER KOUD EN ZEER DROOG			
NR. 9	AFWISSELING VAN ZANDIGE LEEM EN FIJN ZAND; GESTOORDE GELAAGDHEID; VENIGE LENZEN		RUISSELEMENTAFZETTING	KOUD			
		V ^D	PERMAFROST	ZEER KOUD			
NR.10	HOMOGEEN, FIJN ZAND MET ENKELE LEMIGE BANDJES		EOLISCH	KOUD EN DROOG			
NR.11	AFWISSELING VAN ZANDIGE LEEM EN FIJN ZAND, MET VENIGE INSLUITSELS		V ^F _C	NIVEO-EOLISCH	KOUD		
NR.12	HOMOGEEN, FIJN ZAND MET ENKELE ZANDIGE KLEILENZEN		V ^B	EOLISCH	PERMAFROST	KOUD EN DROOG	ZEER KOUD
			VERSTUIVING + GELIFRAKTIE	KOUD			
	DISKONTINUE KEIENVLOER		RUISSELEMENT				
			EOLISCH				
		VV ^{VA}	PERMAFROST	ZEER KOUD			

LEGENDE:  EPIGENETISCHE VORSTWIG  ZANDWIG  KRYOTURBATIES
 SYNGENETISCHE VORSTWIG  MIKROKRYOTURBATIES

TABEL 2 : OVERZICHTSTABEL DER KWARTAIRE AFZETTINGEN.

BIJLAGE

- I. Resultaten van de analyse der keien.
 - II. Resultaten der korrelgrootteanalysen.
 - a. Numerieke resultaten in tabelvorm
 - b. Grafische voorstelling : 1. driehoeksdiagram
2. kumulatieve kurven.
-

I. Resultaten van de analyse der keien

De meeste keien die men in de diskontinue keienvloer aan de basis van laag 12 vindt, zijn zeer klein en bestaan meestal uit kwarts. Toch komen er veel grotere keien voor, die een diameter van 10cm kunnen bereiken. Deze laatste zijn meestal silexen. Om een idee te krijgen van de uitwendige krachten (eolisatie en gelifraktie) die een invloed hebben gehad op de keien, werd er een steekproef gedaan van 405 elementen (genomen uit de grotere keien) die de volgende resultaten geeft ;

- silexen met donkere patina (donkerbruin tot zwart)
(0,5 tot 4 cm maximum) :
 - 15 afgeronde elementen met dikke chemische patina
 - 40 gebarsten elementen met goed uitgesproken chemische patina
 - 16 gebarsten elementen met zeer weinig uitgesproken patina op frisse gebarsten zijden
 - 30 gebarsten elementen met glanzende patina op frisse gebarsten zijden
- silexen met groene patina (alle afmetingen) :
 - 18 afgeronde elementen met dikke chemische patina
 - 24 gebarsten elementen met goed uitgesproken chemische patina
 - 13 gebarsten elementen met zeer weinig uitgesproken patina op frisse gebarsten zijden
 - 16 gebarsten elementen met glanzende patina op frisse gebarsten zijden

- silexen met licht kleur (tussen 3 en 10cm diameter) :
 - 3 afgeronde elementen met dikke chemische patina
 - 34 gebarsten elementen met goed uitgesproken chemische patina
 - 3 gebarsten elementen met zeer weinig uitgesproken patina op frisse gebarsten zijden
 - 11 gebarsten elementen met glanzene patina op frisse gebarsten zijden
- 1 stuk kwarts (3cm diameter)
- 1 silex met gele tot roestbruine patina
- kleine zwarte tot roodbruine silexen (maximum 1 cm diameter) met kleine kuiltjes :
 - 8 afgeronde elementen met dikke chemische patina
 - 31 gebarsten elementen met goed uitgesproken chemische patina
 - 3 gebarsten elementen met zeer weinig uitgesproken patina op frisse gebarsten zijden
 - 9 gebarsten elementen met glanzende patina op frisse gebarsten zijden
- silexen met zeer onregelmatige oppervlakken (lichte kleur) : 36
- gebroken keien van allerlei grootte en kleur :
 - 63 gebarsten keien met goed uitgesproken chemische patina
 - 8 gebarsten elementen met zeer weinig uitgesproken patina op frisse gebarsten zijden
 - 22 gebarsten elementen met glanzende patina op frisse gebarsten zijden.

II. Resultaten der korrelgrootteanalysen.

a. Numerieke resultaten

(tabel blz. 21- met numerieke resultaten korrelgrootteanalysen).

monster nr.	<2 μ	2 - 10 μ	10 - 20 μ	20 - 53 μ	2 - 53 μ	53 - 74 μ	74 - 105 μ	105 - 149 μ	149 - 211 μ	211 - 295 μ	295 - 420 μ	420 μ - 2 mm	53 μ - 2 mm
B 1	10,24	2,20	1,02	0,90	4,12	0,42	9,74	27,51	20,85	24,60	1,85	0,67	85,64
B 2	9,74	2,24	1,12	0,05	3,41	2,68	7,36	23,29	26,68	25,01	1,27	0,38	86,85
B 3	9,96	2,64	5,62	26,04	34,30	5,62	10,93	20,97	8,95	8,47	0,84	0,16	55,74
B 4	6,16	1,30	0,26	5,13	6,69	10,33	15,95	26,65	19,68	13,80	0,44	0,30	87,15
B 5	7,86	0,98	2,26	12,09	15,33	8,19	15,66	29,71	12,71	9,87	0,52	0,15	76,81
B 6	6,12	2,60	0,30	3,48	6,38	6,95	19,03	34,44	17,53	7,10	0,24	0,21	87,50
B 7	10,24	1,30	2,62	17,44	21,36	20,17	17,14	21,38	6,62	2,82	0,17	0,11	68,40
B 8	8,78	5,24	0,42	2,47	8,13	16,74	32,98	27,39	4,23	1,61	0,09	0,05	83,09
B 9	9,08	9,34	10,80	18,79	38,93	10,48	10,94	17,01	8,77	4,41	0,22	0,16	51,99
B 10	10,44	0,84	0,30	5,13	6,27	18,38	22,81	31,69	8,04	2,14	0,12	0,13	83,29
B 11	10,84	0,04	2,44	16,09	18,57	7,95	19,81	31,67	7,97	2,95	0,15	0,09	70,59
B 12	11,54	1,64	0,80	1,19	3,63	13,92	23,97	34,46	9,74	2,56	0,11	0,07	84,83
B 13	30,58	3,76	0,10	0,50	4,36	1,03	6,46	36,71	13,24	6,75	0,55	0,32	65,06

B.B., 1973.

RESULTATEN DER KORRELGROOTTEANALYSEN.

PROFIEL STEENBAKKERIJEN HEYLEN EN DEELHEBBERS BOOM-REET.
 GRANULOMETRISCHE SAMENSTELLING DER GRONDMONSTERS (GEWICHTS - %)

b. Grafische voorstelling.

De resultaten zijn grafisch voorgesteld op een driehoeksdiagram gebaseerd op de criteria gebruikt door het Centrum voor Bodemkartering (Gent), en volgens kumulatieve kurven op twee diagrammen, waarop de korreldiameter (in abscis) gegeven wordt in phi-waarden (W. C. KRUMBEIN, 1934).

PROFIEL

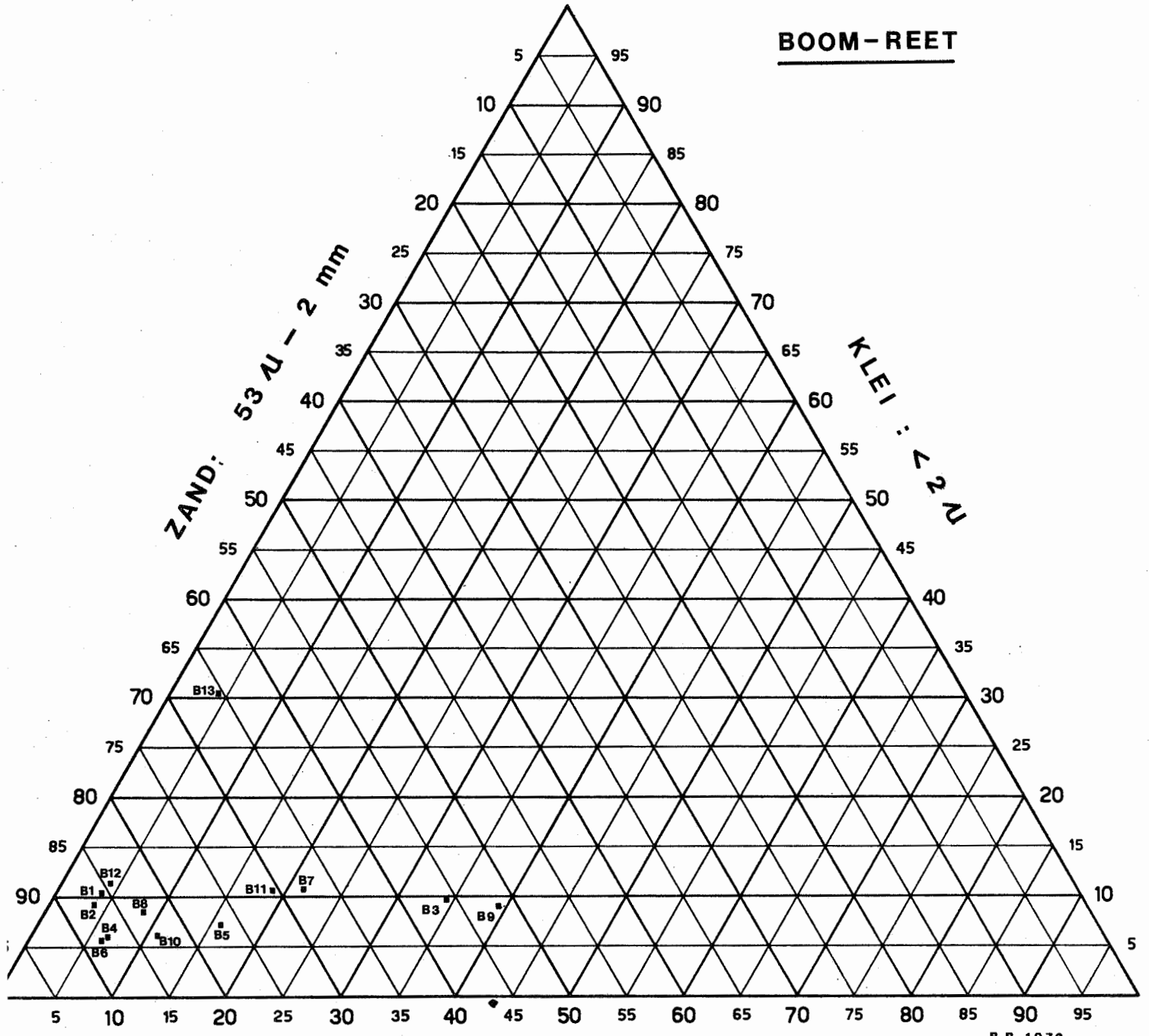
STEENBAKKERIJEN

HEYLEN

EN

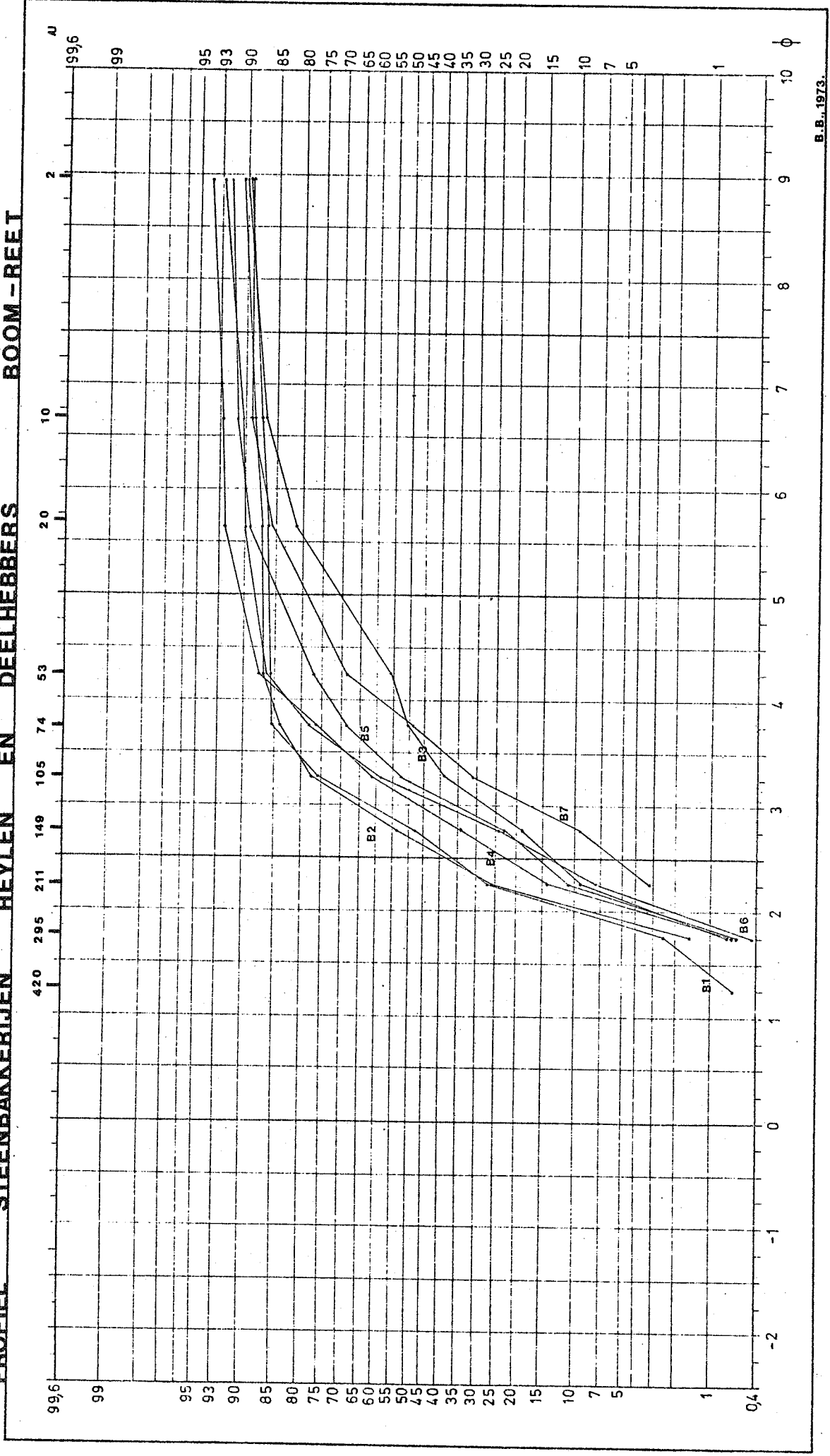
DEELHEBBERS

BOOM-REET



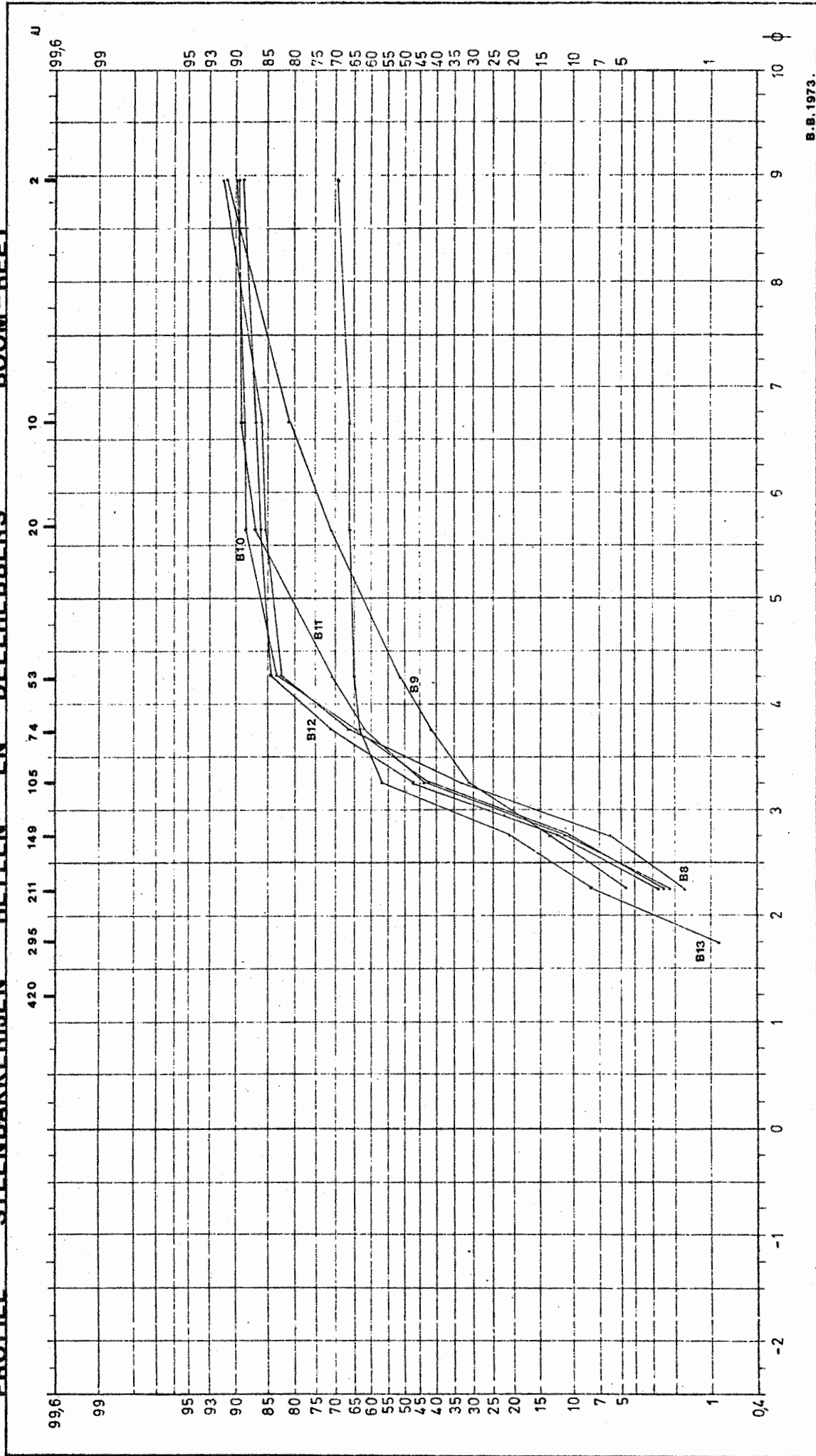
B.B., 1973.

PROFIEL STEENBAKKERIJEN HEYLEN EN DEELHEBBERS BOOM-REET



B.B., 1973.

PROFIEL STEENBAKKERIJEN HEYLEN EN DEELHEBBERS BOOM-REEF



B.B. 1973.

BIBLIOGRAFIE

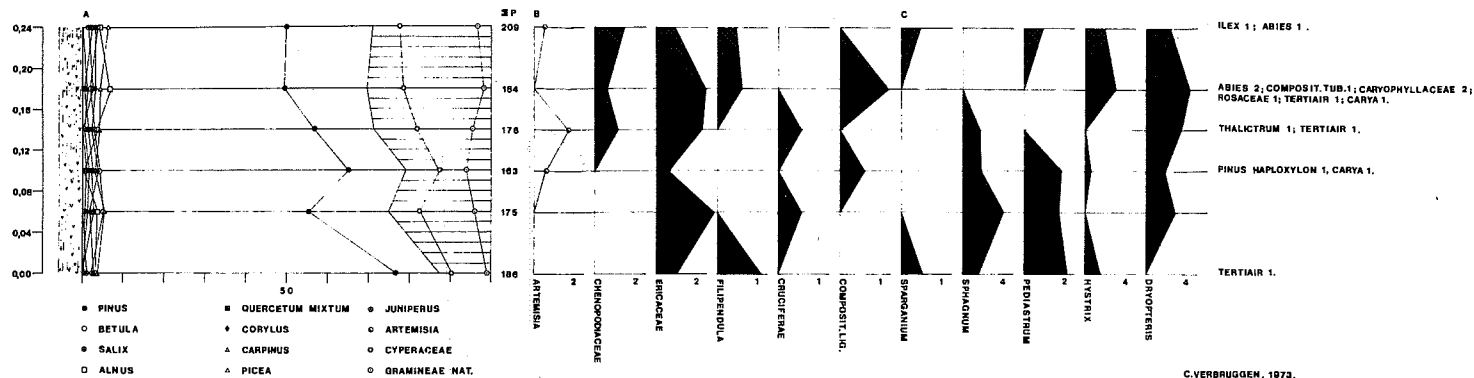
- BERG, T. E. and BLACK, R. F. , 1967 : Preliminary measurements of growth of nonsorted polygons, Victoria Land, Antarctica (Antarctic Research Series, 8, p. 61-108 ; Tedrow J. C. F. edition, Publication no. 1418, Am. Geoph. Un.)
- DE HEINZELIN, J. 1963 : Moustérien à Terhagen (Helinium. III, 3.)
- DE HEINZELIN, J. et MARECHAL, R. , 1963 : Excursion K : étude de quelques dépôts quaternaires et tertiaires de l'ouest de la Belgique (6^e Congrès International de Sédimentologie, Belgique et Pays-Bas, 13p.)
- DE FLOEY, J. , 1961 : Morfologie en Kwartair-stratigrafie van de Antwerpse Noorderkempen (Acta geogr. lovaniensia, I, p. 1-130)
- DYLIK, J. and MAARLEVELD, G. C. , 1967 : Frost cracks, frost fissures and related polygons (Mededelingen van de Geologische Stichting N. S. , 18, p. 7-21)
- HACQUAERT, A. et TAVERNIER, R. , 1946 : Compte rendu de la Session Extraordinaire des Sociétés belges de Géologie (19-26 septembre 1946) (Bull. Soc. belge Géol. , 55, fasc. 2-3, p. 452-478)
- KRUMBEIN, W. C. , 1934 : Size frequency distributions of sediments (Journ. of Sed. Petrology, 4, p. 65-77)
- PAEPE, R. and VANHOORNE, R. , 1967 : The Stratigraphy and Palaeobotany of the Late Pleistocene in Belgium (Toelicht. Verh. Geol. Kaart en Mijnkaart België, 8, 96 p.)
- PEWE, T. L. , 1959 : Sand-wedge polygons (tessalations) in the Mc Murdo Sound region, Antarctica (Am. Journal of Science, 257, p. 545-552).

- PEWE, T. L. , 1962 : Ice wedges in permafrost, Lower Yukon River area, near Galina, Alaska (Biul. Perugl. , 11, p. 65-76)
- PEWE, T. L. , 1966 : Paleoclimatic Significance of fossil ice wedges (Biul. Perygl. , 15, p. 65-73)
- PRICE, L. W. , 1972 : The Periglacial environment, Permafrost, and Man (Commission on College Geography, Resource Paper no. 14, p. 1-88; Ass. of Am. Geogr. , Washington D. C.)
- SAMUELSSON, C. , 1926 : Studien über die Wirkungen des Windes in den kalten und gemässigten Erdteilen (Bull. Geol. Institut. Upsala, 20)
- SHUMSKY, P. A. - SHVECOV, P. F. - DOSTOVALOV, B. N. , 1955 : Les particularités de la prospection géologique et celle du génie dans les régions d'extension des formations filoniennes de glace (Acced. Sci. U. R. S. S. , Institut. V. A. Obrudrev d'étude des pergélisols , 58p.)
- TAVERNIER, R. , 1944-1945 : Phénomènes périglaciaires en Belgique (Bull. Soc. belge Et. Géogr. , 14, no. 2, p. 112-133)
- TAVERNIER, R. , 1948 : Les formations quaternaires de la Belgique en rapport avec l'évolution morphologique du pays (Bull. Soc. belge Géol. , 57, p. 609-641)
- TAVERNIER, R. , 1954 : Le Quaternaire, in : Prodrome d'une description géologique de la Belgique (Liège, p. 555-589)
- VAN DER HAMMEN, T. , 1951 : Late-Glacial Flora and Periglacial Phenomena in the Netherlands -Leidse geol. med. , 17, p. 71-183)
- VAN DER HAMMEN, T. , 1952 : Dating and correlation of periglacial deposits in Middle and Western Europe (Geol. en Mijnb. N. S. 14, 9, p. 238-336)

VAN GIJZEL, P. , 1967 : Autofluorescence of fossil pollen and spores
with special reference to age determination and coalification
(Leidse geol. med. , 40, p. 263-317)

VERBRUGGEN, C. , 1971 : Postglaciale landschapsgeschiedenis van
zandig Vlaanderen - Botanische, ecologische en morfologische
aspecten op basis van palynologisch onderzoek (Doktoraats-
verhandeling, 440 p. , Gent)

POLLENDIAGRAM 1



POLLENDIAGRAM 2

