

KONINKRIJK BELGIE

MINISTERIE VAN ECONOMISCHE ZAKEN

Administratie der Mijnen - Geologische dienst van België
Jennerstraat, 13 - 1040 Brussel

**BIJDRAGE TOT DE KENNIS VAN
DE SEDIMENTPETROLOGIE VAN
TERTIAIRE AFZETTINGEN IN
HOOG-BELGIE**

door
Stephane GEETS

**PROFESSIONAL PAPER 1984/9
Nr 213**

BELGISCHE GEOLOGISCHE DIENST - PROFESSIONAL PAPER 1984/9 - n° 213

BIJDRAGE TOT DE KENNIS VAN DE SEDIMENTPETROLOGIE VAN TERTIAIRE
AFZETTINGEN IN HOOG-BELGIE

door

Stephane GEETS

INHOUDSTAFEL

Woord vooraf

Hoofdstuk I. Materiaal en Onderzoeksmethoden

I.1. Bestudeerde afzettingen en ontsluitingen

I.2. Granulometrische analyse

I.2.1. Methode

I.2.2. Sedimentbenaming en grafische voorstelling

I.2.3. Granulometrische parameters

I.3. Zware mineralen

I.3.1. Onderzoeksmethode

I.3.2. Interpretatie

I.4. Afzettingsomstandigheden

I.4.1. Uitzetten van granulometrische parameters

I.4.2. C/M-diagrammen

I.4.3. Analyse van korrelgroottekurven

I.4.4. Korrelgrootte-indices

Hoofdstuk II. Formatie van Landen

II.1. Historiek

II.2. Sedimentologische beschrijving van de ontsluitingen

II.2.1. Ham-sur-Heure - Nalinnes (Couture)

II.2.2. Chimay - Forges (Villa Lamarche)

II.2.3. Chimay - Saint-Remy

II.2.4. Doische - Niverlée

II.2.5. Doische - Matagne-la-Grande

II.2.6. Viroinval - Dourbes

II.2.7. Erquelines

II.3. Korrelgrootteverdeling en afzettingsomstandigheden

II.3.1. Korrelgrootteverdeling

II.3.2. C/M-diagram

II.3.3. Waarschijnlijkheidskurven

II.3.4. Korrelgrootte-indices

II.3.5. Besluit

II.4. Zware Mineralen

Hoofdstuk III. Formatie van Ieper

III.1. Historiek

III.2. Sedimentologische beschrijving van de ontsluitingen

III.2.1. Estinnes - Peissant

III.2.2. Beaumont (La Gravelinne)

III.2.3. Sivry - Rance (Bois de Montbliart)

III.2.4. Sivry - Rance (Piedsente d'Eppe)

III.3. Korrelgrootteverdeling en afzettingsomstandigheden

III.3.1. Korrelgrootteverdeling

III.3.2. C/M-diagram

III.3.3. Waarschijnlijkheidskurven

III.3.4. Korrelgrootte-indices

III.3.5. Besluit

III.4. Zware mineralen

III.5. De Zanden van Trélon

Hoofdstuk IV. Formatie van Brussel

IV.1. Historiek

IV.2. Sedimentologische beschrijving van de ontsluitingen

IV.2.1. Ten noorden van de Samber

IV.2.1.1. Gembloux-sur-Orneau - Isnes

IV.2.1.2. Jemeppe-sur-Sambre - Spy

IV.2.1.3. Sambreville - Velaine

IV.2.1.4. Jemeppe-sur-Sambre - Onoz

IV.2.2. Ten zuiden van de Samber

IV.2.2.1. Châtelet - Bouffioulx

IV.2.2.2. Gerpennes - Acoz

IV.2.2.3. Gerpennes - Joncret

IV.2.2.4. Ham-sur-Heure - Nalinnes (Couture)

IV.2.2.5. Ham-sur-Heure - Nalinnes (Monts)

IV.2.2.6. Ham-sur-Heure - Nalinnes (Fontenelle)

IV.2.2.7. Ham-sur-Heure - Marbais

IV.3. Korrelgrootteverdeling en afzettingsomstandigheden

IV.3.1. Korrelgrootteverdeling

IV.3.2. C/M-diagram

IV.3.3. Waarschijnlijkheidskurven

IV.3.4. Korrelgrootte-indices

IV.3.5. Besluit

IV.4. Zware mineralen

Hoofdstuk V. Post-Eoceen

V.1. Historiek

V.2. Zware mineralen

V.3. Indeling van de vindplaatsen

V.3.1. Seraing - Ougrée

Hoofdstuk VI. Groep I

VI.1. Sedimentologische beschrijvingen van de ontsluitingen

VI.1.1. Engis - Lion

VI.1.2. Wanze - Vinalmont

VI.1.3. Hoei - Corphalie

VI.1.4. Havelange - Ossogne Groeve A

VI.1.5. Havelange - Ossogne Groeve B

VI.1.6. Ohey - Evelette (Tahier)

VI.1.7. Gesves - Sorée (Bouchaille)

VI.1.8. Hamois - Achet (Monin)

VI.1.9. Assesse - Florée

VI.1.10. Andenne - Coutisse

VI.1.11. Andenne - Bonneville

VI.1.12. Gesves - Mozet

VI.1.13. Namen - Loyers

VI.1.14. Namen - Cognelée

VI.1.15. Profondeville - Bois-de-Villers

VI.1.16. Anhée - Bioul (Groeve Rouchat)

VI.1.17. Anhée - Bioul (Ferme Gèrlin)

VI.1.18. Anhée - Bioul (Fondrin)

VI.1.19. Onhaye - Falaen

VI.1.20. Onhaye - Weillen

VI.1.21. Onhaye - Groeve Pasek

VI.1.22. Onhaye - Groeve Pirmez

VI.1.23. Hastière - Waulsort (Freyr)

VI.1.24. Houyet - Celles

VI.2. Korrelgrootteverdelingskenmerken van het sediment

VI.2.1. Grinthoudende sedimenten

VI.2.2. Zandige sedimenten

VI.2.2.1. Fijn zand

VI.2.2.2. Zeer fijn zand

VI.2.2.3. Groflemig, zeer fijn zand

VI.2.2.4. Middelmatig zand

VI.2.2.5. Grof zand

VI.2.2.6. Kleilig, fijn zand

VI.2.2.7. Kleilig, zeer fijn zand

- VI.2.3. Lemige sedimenten
 - VI.2.3.1. Zeer-fijnzandige, grove leem
 - VI.2.3.2. Zeer-fijnzandige, kleiige, grove leem
 - VI.2.3.3. Kleiige, grove leem
 - VI.2.3.4. Kleiige, middelmatige leem
 - VI.2.3.5. Zeer-fijnzandige, fijne leem
 - VI.2.3.6. Kleiige, fijne leem
 - VI.2.3.7. Zeer-fijnzandige, kleiige, zeer fijne leem
 - VI.2.3.8. Kleiige, zeer fijne leem
- VI.2.4. Kleiige sedimenten
 - VI.2.4.1. Zeer-fijnlemige klei
 - VI.2.4.2. Fijnlemige klei
 - VI.2.4.3. Klei
 - VI.2.4.4. Grofzandige klei
 - VI.2.4.5. Fijnzandige klei
 - VI.2.4.6. Zeer-fijnzandige, groflemige klei
 - VI.2.4.7. Middelmatige klei
- VI.3. Zware mineralenonderzoek
 - VI.3.1. Grinthoudende sedimenten
 - VI.3.2. Zandige sedimenten
 - VI.3.2.1. Fijn zand
 - VI.3.2.2. Zeer fijn zand
 - VI.3.2.3. Groflemig, zeer fijn zand
 - VI.3.2.4. Middelmatig zand
 - VI.3.2.5. Grof zand
 - VI.3.2.6. Kleilig, fijn zand
 - VI.3.2.7. Kleilig, zeer fijn zand
 - VI.3.3. Lemige sedimenten
 - VI.3.3.1. Zeer-fijnzandige, grove leem
 - VI.3.3.2. Zeer-fijnzandige, kleiige, grove leem
 - VI.3.3.3. Kleiige, grove leem
 - VI.3.3.4. Kleiige, middelmatige leem
 - VI.3.3.5. Zeer-fijnzandige, fijne leem
 - VI.3.3.6. Zeer-fijnzandige, kleiige, zeer fijne leem
 - VI.3.4. Kleiige sedimenten
 - VI.3.4.1. Klei en grofzandige klei
 - VI.3.4.2. Zeer-fijnlemige klei
 - VI.3.4.3. Fijnlemige klei e.a.
- VI.4. Sedimentatieomstandigheden en faciës

- VI.4.1. Riviersedimenten
 - VI.4.1.1. Kronkelwaardafzettingen
 - VI.4.1.2. Afzettingen op de alluviale vlakte
 - VI.4.1.3. Kanaalopvullingen
 - VI.4.1.4. Oevelwaldoorbraakafzetting
- VI.4.2. Ondiepe kustafzettingen
 - VI.4.2.1. Getijdekanalen
 - VI.4.2.2. Kanaalopvullingen
 - VI.4.2.3. Supratidale afzettingen
 - VI.4.2.4. Besloten-strandsedimenten

Hoofdstuk VII. Groep II

- VII.1. Sedimentologische beschrijvingen van de ontsluitingen.
 - VII.1.1. Luik - Rocourt
 - VII.1.2. Anthisnes
 - VII.1.3. Anthisnes - Ouhar
 - VII.1.4. Tinlot - Soheit
 - VII.1.5. Modave
 - VII.1.6. Modave (Limet)
 - VII.1.7. Marchin - Vyle-et-Tharoul
 - VII.1.8. Havelange - Barvaux-Condroz (Failon a)
 - VII.1.9. Havelange - Barvaux-Condroz (Failon b)
 - VII.1.10. Havelange - Barvaux-Condroz
 - VII.1.11. Ciney - Pessoux
 - VII.1.12. Hamois - Natoye
 - VII.1.13. Dinant - Sorinne
 - VII.1.14. Namen - Naninne
 - VII.1.15. Namen - Wierde
 - VII.1.16. Hoei - Ben-Ahin
 - VII.1.17. Andenne - Groyne (Al Triche)
 - VII.1.18. Andenne - Reppe
- VII.2. Korrelgrootteverdelingskenmerken van het sediment
 - VII.2.1. Zandige sedimenten
 - VII.2.1.1. Zeer fijn zand
 - VII.2.1.2. Fijn zand
 - VII.2.1.3. Middelmattig zand
 - VII.2.1.4. Kleiig, zeer fijn zand
 - VII.2.2. Lemige sedimenten
 - VII.2.3. Kleiige sedimenten

- VII.2.3.1. Fijnzandige klei
- VII.2.3.2. Zeer-fijnzandige, groflemige klei
- VII.2.3.3. Zeer-fijnzandige klei
- VII.3. Zware mineralenverdeling
 - VII.3.1. Zandige sedimenten
 - VII.3.1.1. Zeer fijn zand
 - VII.3.1.2. Fijn zand
 - VII.3.1.3. Middelmattig zand
 - VII.3.1.4. Kleilig, zeer fijn zand
 - VII.3.1.5. Groflemig, zeer fijn zand
 - VII.3.2. Lemige sedimenten
 - VII.3.3. Kleilige sedimenten
- VII.4. Sedimentatieomstandigheden en faciës
 - VII.4.1. Riviersedimenten
 - VII.4.1.1. Kronkelwaardafzettingen
 - VII.4.1.2. Afzettingen op de alluviale vlakte
 - VII.4.2. Ondiepe-kustafzettingen
 - VII.4.2.1. Getijdekanalen
 - VII.4.2.2. Ondiepe getijde-afzettingen

Hoofdstuk VIII. Groep III

- VIII.1. Sedimentologische beschrijving van de ontsluitingen
 - VIII.1.1. Mettet - Oret (Groeve Delbar Noord)
 - VIII.1.2. Mettet - Oret (Groeve Mahieux)
 - VIII.1.3. Mettet - Oret (Groeve Pecriaux)
 - VIII.1.4. Gerpinnes
 - VIII.1.5. Mettet - Biesmerée (Groeve Lepoivre)
 - VIII.1.6. Florennes
 - VIII.1.7. Florennes - Saint-Aubin
 - VIII.1.8. Mettet - St. Gérard (Maison)
 - VIII.1.9. Mettet - St. Gérard (Trî-Alot)
 - VIII.1.10. Floreffe (Bois-du-Duc)
- VIII.2. Korrelgrootteverdeling en afzettingsomstandigheden
 - VIII.2.1. Korrelgrootteverdeling
 - VIII.2.2. C/M-diagram
 - VIII.2.3. Waarschijnlijkheidskurven
 - VIII.2.4. Korrelgrootte-indices
- VIII.3. Zware mineralen
- VIII.4. Besluit

Hoofdstuk IX. Synthese

IX.1. Formatie van Landen

IX.2. Formatie van Ieper

IX.3. Formatie van Brussel

IX.4. Post-Eoceen. Groep I

IX.5. Post-Eoceen. Groep II

IX.6. Post-Eoceen. Groep III

IX.7. Besluit

Bibliografie

WOORD VOORAF

In 1953 startte J. LARUELLE, onder impuls van professor TAVERNIER en met de steun van het Nationaal Fonds voor Wetenschappelijk Onderzoek, een "Onderzoek van de mineralogische samenstelling van allochtone en autochtone dekmaterialen in Hoog-België (eolisch materiaal, residuaire afzettingen op de Ardennen)". Het terreinwerk en de monsternamen duurde tot 1955 en behelsde de verschillende Tertiaire formaties, die als afzonderlijke resten op Paleozoïsche gesteenten voorkomen in Midden- en Zuid-België.

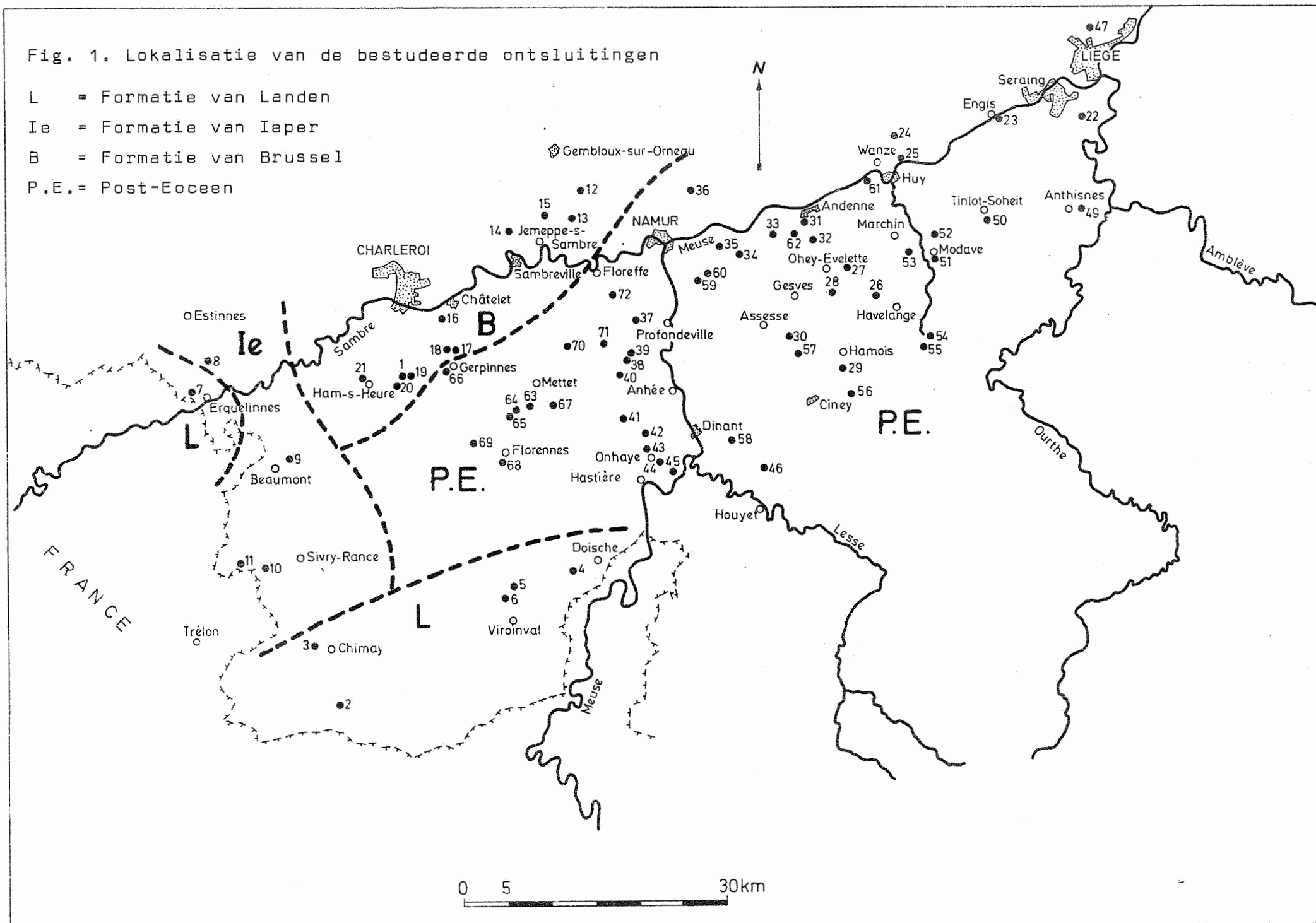
Niettegenstaande de zware-mineralenafscheidingen waren uitgevoerd en de preparaten geteld, heeft J. LARUELLE, die zich ondertussen gespecialiseerd had in de micropedologie, de resultaten nooit gepubliceerd. Enige tijd voor zijn vroegtijdig overlijden heeft hij ons gevraagd het onderzoek van deze materie voort te zetten, voorstel dat wij met entoesiasme hebben aanvaard.

Een uitwisseling van materiaal is tot stand gekomen tussen ons laboratorium en het "Laboratoire de Minéralogie" van de Rijksuniversiteit Luik, waar de professoren P. BOURGUIGNON en J. THOREZ begonnen waren met het onderzoek van de kleimineralogie van dezelfde soort sedimenten, eveneens met de steun van het Nationaal Fonds voor Wetenschappelijk Onderzoek : immers de meeste vindplaatsen, die door J. LARUELLE beschreven en bemonsterd waren, waren ondertussen volledig verdwenen. Aan deze samenwerking houden wij de beste en de aangenaamste herinnering over.

Niettegenstaande andere onderzoekstechnieken (korrelgrootteverdeling, faciësbeschrijving, opzoeken van sedimentatieomstandigheden) op deze sedimenten werden toegepast, bleef het hoofddoel van dit werk toch het onderzoek van de zware mineralen. Aan de hand van hun verdeling werd getracht een onderscheid te maken tussen de verschillende bestudeerde afzettingen en een aansluiting te vinden bij de meer-noordelijk gelegen, beter-gedefiniëerde Tertiaire formaties.

Fig. 1. Lokalisatie van de bestudeerde ontsluitingen

- L = Formatie van Landen
- Ie = Formatie van Ieper
- B = Formatie van Brussel
- P.E. = Post-Eoceen



HOOFDSTUK I

Materiaal en Onderzoeksmethoden

I.1. Bestudeerde afzettingen en ontsluitingen

Op de geologische kaart van België van 1892, op schaal 1/40.000, komen ten zuiden en los van de doorlopende Tertiaire bedekking van Laag- en Midden-België, veel afzonderlijke resten van losse sedimenten voor. Ze worden tot verschillende formaties gerekend : Landeniaan (nu Formatie van Landen), Brusseliaan (nu Formatie van Brussel) en het Oligoceen-faciës van Midden- en Hoog-België : deze laatste afzetting werd in het "Algemeen stratigraphisch register van de uitvoerige aardkundige kaart van België" (1932) als Boven-Oligoceen (Chattiaan, Zand van Bonnelles en continentale Kleien van Andenne) aangezien.

De stratigrafische indeling van de hier onderzochte ontsluitingen is in de eerste plaats gebaseerd op de aanduidingen van de geologische kaart; in de tweede plaats werd rekening gehouden met nieuwere gegevens uit de literatuur (bvb. de z.g. "Brusseliaan"-ontsluitingen uit de streek van Beaumont behoren volgens M. LERICHE (1936) tot het "Ieperiaan", wat door sedimentologisch onderzoek is bevestigd; de "Landeniaan"-afzettingen van Mettet-Oret moeten volgens M. GULINCK (1963) tot het "Oligoceen" gerekend worden). Een laatste afwijking van de indeling volgens de geologisch kaart werd aangebracht, wanneer uit de resultaten van het sedimentologisch onderzoek bleek, dat een ontsluiting of groep ontsluitingen duidelijk tot een andere formatie behoorde, dan aangeduid op de geologische kaart. De onderverdeling van de z.g. "Oligoceen"-afzettingen, die hier als post-Eoceen zullen worden aangeduid, is volledig gebaseerd op de resultaten van het zware-mineralenonderzoek.

In het totaal werden meer dan 70 ontsluitingen bestudeerd (fig. 1) : de nummers op de kaart verwijzen naar de beschrijving in de tekst. Daarin worden ze aangeduid met de naam van de fusiegemeente, gevolgd door deze van de deelgemeente en/of de wijk- of groevenaam. De schrijfwijze is deze, die voorkomt op de topografische kaart op schaal 1/50.000. Hun nauwkeurige lokalisatie wordt uitgedrukt in Belgische Lambert-coördinaten. De sedimentologische beschrijving wordt in de meeste gevallen aangevuld met een lithologisch schema in log-vorm, waarnaast de plaats en het

nummer van de onderzochte monsters worden aangeduid : de nummers uit de verzameling J. LARUELLE worden voorafgegaan door de letters NF, deze die door onszelf werden genomen door de letter S; de monsters, verkregen door het "Laboratoire de Minéralogie" van de universiteit van Luik, dragen alleen het laboratoriumnummer.

I.2. Granulometrische analyse

I.2.1. Methode

Een bepaalde hoeveelheid van het luchtdroge monster werd nat gezeefd op een zeef met maasopening 50 μm : 20 g voor de gewone sedimenten, 50 g voor de duidelijk grofzandige, 100 tot 500 g van de grinthoudende (afhankelijk van de hoeveelheid beschikbaar materiaal). De zandfractie werd verder onderverdeeld door zeping op een zevenreeks, waarvan de maaswijdte afnam met een faktor $\sqrt{2}$; de grintfractie ($> 2 \text{ mm}$) werd gezeefd op een zevenreeks met reden 2.

De fijne fractie werd verder granulometrisch onderzocht door middel van een CAHN-R.G.-sedimentatiebalans : tussen 50 en 10 μm werd om de 5 μm het overeenkomende percentage berekend, van 8 tot 3 μm werd het om de μm bepaald. Deze berekeningen, evenals de andere, die bij dit onderzoek werden uitgevoerd, gebeurden op een Hewlett-Packard programmeerbare rekenmachine, model 9100A.

I.2.2. Sedimentbenaming en grafische voorstelling

De resultaten van de granulometrische analyses werden vooreerst uitgezet in driehoeksdiagrammen om een exakte sedimentbenaming te krijgen. Bij de grinthoudende monsters werd het grintgehalte ($> 2.000 \mu\text{m}$) en de verhouding zand (2.000 - 63 μm)/slib ($< 63 \mu\text{m}$) bepaald : deze waarden werden uitgezet in het textuurdiagram volgens R.L. FOLK (1961)(fig. 2).

Bij de overige werden 3 fracties berekend : de zandfractie (2.000 - 63 μm), de leemfractie (63 - 2 μm) en de kleifractie ($< 2 \mu\text{m}$). De respektievelijke percentages werden uitgezet in het gemodifiëerde driehoeksdiagram naar F.P. SHEPARD (1954)(S. GEETS, 1978)(fig. 3).

Om een nauwkeuriger omschrijving van elk sediment te geven, werd, op basis van de klassifikatie van C.K. WENTWORTH (1922), aan de benaming zand (zandig) en leem (lemig) de term toegevoegd,

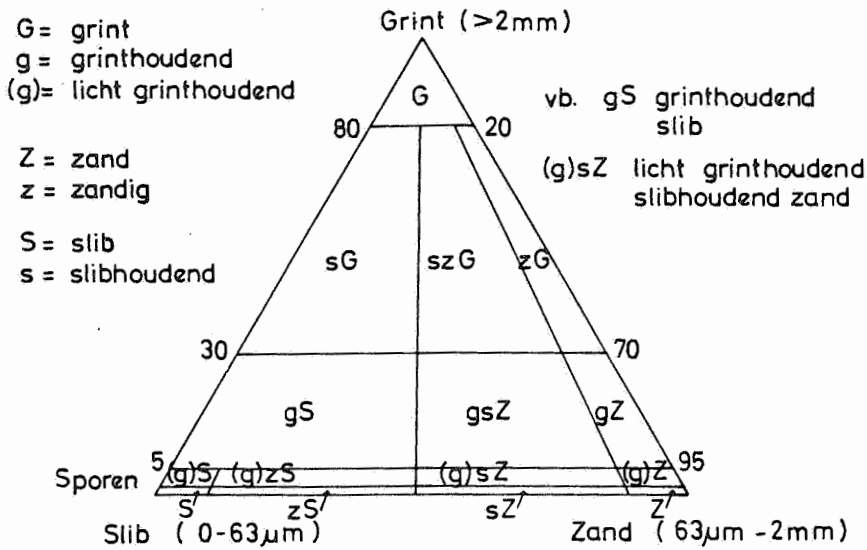


Fig. 2. Textuurdriehoek voor grinhoudende sedimenten

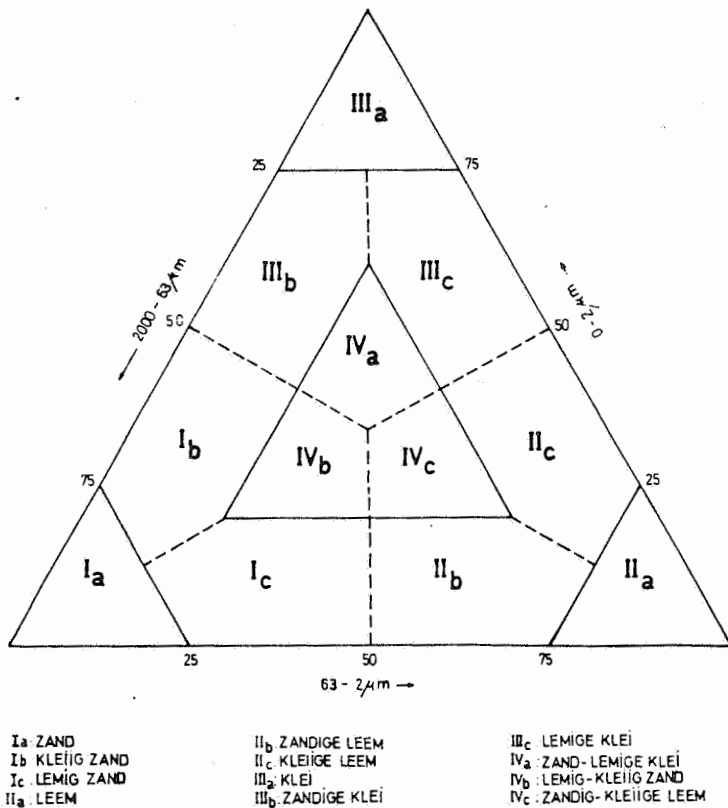


Fig. 3. Textuurdriehoek voor niet-grinhoudende sedimenten

die overeenkomt met het interval in die fraktie, waarin het hoogste gehalte aanwezig is : een lemig zand met een overmaat aan materiaal in het 63 - 32 μm -interval van de leemfraktie, en een overmaat in het 125 - 63 μm -interval van de zandfraktie, wordt een groflemig zeer fijn zand. Zo geeft de benaming onmiddellijk een informatie van de verdeling binnen elke fraktie : deze sedimentbenaming werd rechtstreeks gebruikt bij de profielbeschrijvingen in plaats van de, dikwijls, vage terreindeterminatie.

Niettegenstaande recente kritiek op het gebruik van ϕ -waarden voor het weergeven van de resultaten van de granulometrische analyses i.p.v. μm -waarden (R. ROTTHIER et al., 1981), wordt hier de eerste werkwijze verkozen. Ze leent zich gemakkelijk tot bewerkingen en grafische voorstellingen en een belangrijk aantal methodes voor het bepalen van de afzettingsomstandigheden, gesteund op de korrelgrootteverdeling, maken er gebruik van.

De resultaten werden als kumulatieve curve uitgezet op papier met een rekenkundige abscis voor de zeefopening en een waarschijnlijkheidsordinaat voor de gewichtsprocenten, waardoor de aanwezigheid van verschillende populaties beter kan worden waargenomen en de percentielen voor het berekenen van grafische parameters nauwkeuriger kunnen worden afgelezen. Uit deze curves kan men ook met een zekere nauwkeurigheid het gehalte aan materiaal $< 2 \mu\text{m}$ door extrapolatie bepalen.

I.2.3. Granulometrische parameters

Uitgaande van de percentielen, die werden afgelezen op de kumulatieve waarschijnlijkheidscurves, werden de grafische parameters volgens R.L. FOLK en W.C. WARD (1957) bepaald (tabel I) : voor sterk-lemige en -kleiige sedimenten konden de laatste percentielen niet bepaald of geëxtrapoleerd worden : hiervoor ontbreken dan ook deze parameters.

Uit het totaal resultaat van de granulometrische analyse, omgezet in ϕ -waarden, werden de parameters volgens de momentenmethode bepaald (tabel I).

Naast het lithologische schema van de ontsluitingen en de plaats van de monsters, wordt in een derde kolom het verticale verloop van de belangrijkste parameters weergegeven : de gemiddelde korrelafmeting \bar{x}_ϕ , de standaardafwijking σ_ϕ en de waarde van de eerste percentiel ϕ_1 . Samen met deze van de schuinite of asymmetrie

| Eigenschap | Grafische methode | Momentenmethode |
|---------------------|--|---|
| Gemiddelde afmeting | Grafisch gemiddelde $M_z = \frac{\phi_{16} + \phi_{50} + \phi_{84}}{3}$ | $\bar{x}_\phi = \frac{1}{100} \sum f \cdot m_\phi$ |
| Sortering | Globale grafische standaarddeviatie $\sigma_I = \frac{\phi_{84} - \phi_{16}}{4} + \frac{\phi_{95} - \phi_5}{6,6}$ | $\sigma_\phi = \frac{\sqrt{\sum f (m_\phi - \bar{x}_\phi)^2}}{100}$ |
| Asymmetrie | Globale grafische asymmetrie $Sk_I = \frac{\phi_{16} + \phi_{84} - 2\phi_{50}}{2(\phi_{84} - \phi_{16})} + \frac{\phi_5 + \phi_{95} - 2\phi_{50}}{2(\phi_{95} - \phi_5)}$ | $\alpha_{3\phi} = \frac{1}{100} \sigma_\phi^{-3} \sum f (m_\phi - \bar{x}_\phi)^3$ |
| Steilte | Grafische kurtosis $K_G = \frac{\phi_{95} - \phi_5}{2,44(\phi_{75} - \phi_{25})}$ | $\alpha_{4\phi} = \frac{1}{100} \sigma_\phi^{-4} \sum f (m_\phi - \bar{x}_\phi)^4$ <p>f = frekwentie van de verschillende korrelgrootte-klasse, aanwezig in het sediment</p> <p>m_φ = middelpunt van iedere korrelgrootte-klasse, in φ-waarden.</p> |

Tabel I.

(Sk_I en α_3) en de steilte (K_G en α_4) wordt hun evaluatie weergegeven in de sedimentologische beschrijving : de gebruikte terminologie is overgenomen uit de publikaties van R.L. FOLK en W.C. WARD (1957) en G. FRIEDMAN (1962).

I.3. Zware mineralen

I.3.1. Onderzoeksmethode

Elk monster, dat meer dan 5 % zand bevatte werd onderzocht op zijn zware-mineraleninhoud. De fraktie 50 - 500 μm (gewoonlijk afkomstig van de granulometrische analyses) werd gescheiden op bromoform, waarvan de dichtheid schommelde tussen 2,85 en 2,87. Bij een honderdtal monsters werden de zware mineralen van de frakties 62 - 125 μm en 125 - 250 μm eveneens onderzocht, vnl. om uit te maken of de verdeling beïnvloed werd door een overheersende sedimentfraktie of in alle frakties dezelfde was.

De gewichtspercentages van de zware mineralen werden bepaald; door de sterke verweringsgraad van de sedimenten waren echter zeer veel korrels "limoniet" hierin aanwezig. Door het gebruik van "zachte reinigingsmiddelen" (ultrasoon en organische zuren) voor de korrels, werd deze "limoniet" niet vernietigd. Daardoor konden geen besluiten getrokken worden uit het eventueel wisselende gehalte aan zware mineralen.

In ieder preparaat werden honderd doorschijnende korrels geteld volgens een lijntelling; indien er te weinig aanwezig waren, werd overgeschakeld op een vlaktelling. Het was onmogelijk meer dan honderd doorschijnende korrels per preparaat te tellen, door de armoede aan zware mineralen van het sediment. De resultaten worden in eerste instantie besproken per ontsluiting en worden weergegeven onder log-vorm in de laatste kolom van het schema : de uitgezette percentages zijn deze van toermalijn (T), zirkoon (Z), rutiel (R), andere titaanhoudende mineralen (titaniet, anataas, brookiet), parametamorfe mineralen (PM, andaloesiet, distheen, stauroliet, sillimaniet, chloritoid) en de overige (granaat, epidoot-groep, pyroxenen, amfibolen).

I.3.2. Interpretatie

De hier gebruikte methode werd uitvoerig beschreven door S. GEETS & W. DE BREUCK (1979).

De resultaten worden enerzijds uitgezet in een driehoeksdiagram, gebaseerd op de mineralogische samenstelling (met als polen de ubiquisten (U), de parametamorfe mineralen (P) en de groep granaat, epidootgroep, pyroxenen en amfibolen (G)) en anderzijds in een driehoeksdiagram, gebaseerd op het verschil in dichtheid van de zware mineralen (met als polen resp. mineralen met dichtheid $< 3,4$, $3,4-4,2$ en $> 4,2$). Het ruitdiagram bundelt beide gegevens (fig. 4).

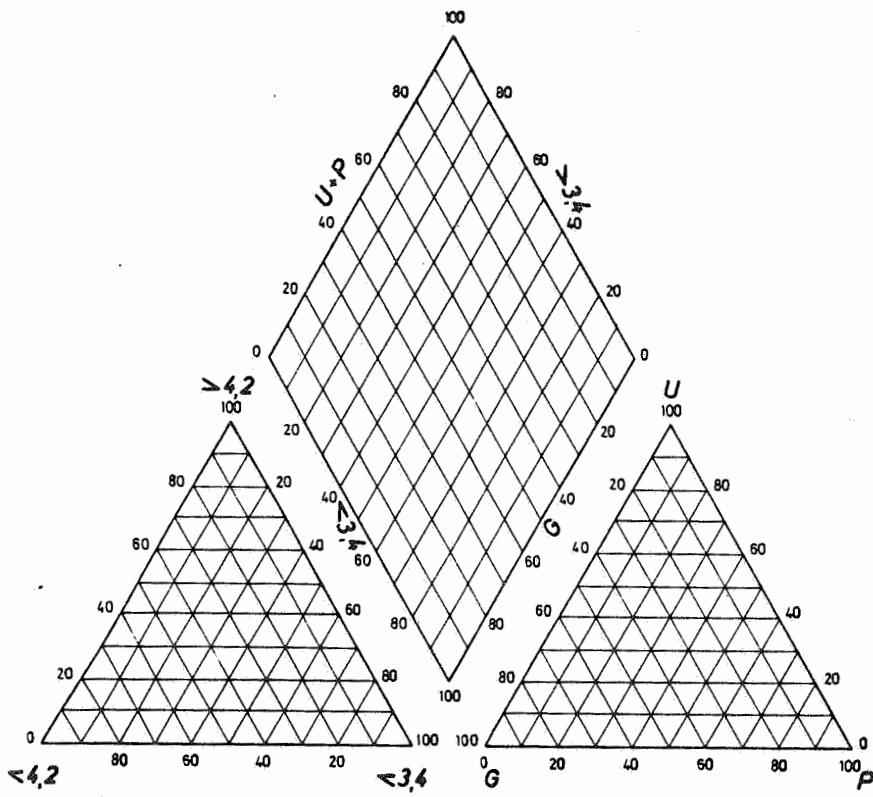


Fig. 4. Grafische voorstelling van de zware-mineraleninhoud

I.4. Afzettingsomstandigheden

Bij het bepalen van de sedimentatieomgeving van de afzettingen in de grote ontsluitingen werd in de eerste plaats gebruik gemaakt van de verschillende faciëssequenties, die erin optreden. Ze werden vergeleken met deze, die beschreven werden in moderne afzettingsomstandigheden : dit geldt vooral voor de sedimenten uit de "post-Eocene" afzettingen. Daarnaast werd nog informatie bekomen aan de hand van enkele geselecteerde methodes, die hierna in het kort beschreven worden en die steunen op de resultaten van de korrelgrootteverdeling van de sedimenten. Deze laatste werkwijze werd ook vnl. toegepast om de afzettingsomstan-

digheden te bepalen voor de sedimenten uit de kleinere ontsluitingen. Uit de grafische voorstelling van de zware mineralenverdeling kan men nog een en ander te weten komen over de energie van de afzettingsplaats.

I.4.1. Uitzetten van granulometrische parameters

In deze methode worden twee granulometrische parameters grafisch tegenover elkaar uitgezet : naargelang de afzettingssomgeving waaruit de sedimenten afkomstig zijn, vallen hun punten in verschillende, min of meer goed begrensde zones. Deze werkwijze is door zeer veel onderzoekers toegepast, maar het uitvoerigst behandeld door G. FRIEDMAN (1961, 1967). Ongelukkiglijk werden slechts drie sedimentatieomstandigheden, nl. strand-, duin- en rivierafzettingen, voorgesteld met een voldoende aantal onderzochte monsters; moderne delta-, estuarium- of waddensedimenten zijn totnutoe onvoldoende of totaal niet op deze manier onderzocht, wat heel wat beperkingen aan deze methode oplegt.

Wel levert deze werkwijze een uitstekende methode om figuratief de gelijkens of het verschil van de sedimenten weer te geven en op een snelle manier hun granulometrische eigenschappen te beschrijven : op een onrechtstreekse manier kunnen dan ook de onbekende afzettingssomstandigheden van sommige sedimenten bepaald worden, wanneer ze in dezelfde zone vallen als deze met bekende afzettingssomstandigheden.

In dit onderzoek werden talrijke combinaties van parameters uitgetest : de \bar{x}_ϕ/σ_ϕ en α_3/σ_ϕ -diagrammen waren de meest representatieve voor deze methode en zijn de enige die hierin worden weergegeven. Dit houdt geenszins in, dat andere voorstellingswijzen (zoals Sk_I/σ_I - en ϕ_1/σ_1 -diagrammen) waardeloos zouden zijn : zij bevestigen alleen maar de hier behaalde resultaten.

I.4.2. C/M-diagrammen

Volgens R. PASSEGA (1957) zijn de voornaamste granulometrische waarden M, de mediaan, als vertegenwoordiger van de globale verdeling, en C, de 1 % percentiel, als maat van de grove fraktie, beide uitgedrukt in μm .

In het diagram, met deze waarden resp. in abscis en ordinaat, grensde hij verschillende zones af, waarin welbepaalde sedimentatieomgevingen heersten : strand-, rivier-, wadden-, turbidiet-, pelagische afzettingen. Deze rigoreuze indeling, werd later

(R. PASSEGA & R. BYRAMJEE, 1969) vervangen door korrelgrootte-
"kompartimenten", die betrekking hadden op de aard van de
"suspensie" (gegradeerde, uniforme, pelagische), die afgezet werd
onder een bepaald hydraulisch regime en die de energie weerspie-
gelde die op de plaats van afzetting heerste.

I.4.3. Analyse van korrelgroottekurven

Kumulatieve kurven van moderne sedimenten zijn veel gebruikt
geworden als vergelijkingsmateriaal voor oudere afzettingen. Merk-
waardig is, dat in de belangrijkste oudere publikaties (D.J.
DOEGLAS (1946, 1947), K.H. SINDOWSKI (1957)) reeds van grafieken
met een waarschijnlijkheidsschaal in ordinaat werd gebruik gemaakt.

G.S. VISHER (1969) gaf een analytische verklaring aan de vorm
van deze kumulatieve curve : volgens zijn principe zijn korrel-
grootteverdelingen meestal samengesteld uit verschillende log-
normale populaties, elk met een verschillend gemiddelde en stan-
daardafwijking. Deze zijn gemakkelijk te definiëren met log-
waarschijnlijkheidspapier, maar moeilijk met andere grafische metho-
den.

Uitgaande van de korrelgrootteverdeling van talrijke moderne
sedimenten, geeft hij de kenmerken van de kumulatieve kurven
van afzettingen uit verschillende omgevingen, gebaseerd op het
al of niet aanwezig zijn of de grootte van de traktie-, saltatie-
of suspensiepopulatie.

I.4.4. Korrelgrootte-indices

Door D.J. DOEGLAS (1968) werd een eenvoudige methode uitgewerkt :
de waarden van de ϕ_1 -, ϕ_{25} -, ϕ_{50} -, ϕ_{75} - en ϕ_{99} -percentielen,
afgelezen op de kumulatieve curve, werden naar boven afgerond,
en samengebracht in een formule met 5 indices. De afzettingsom-
standigheden, die daarmee overeenkomen, kunnen in een tabel opge-
zocht worden.

De methode heeft veel kritiek gekregen en lijkt inderdaad
wel iets te simplistisch. Anderzijds schijnt het een eerlijke
methode te zijn, die gebaseerd is op heel wat analyses van moderne
sedimenten. Ze kan, wanneer ze samen met andere methodes gebruikt
wordt, nuttige informatie verstrekken.

HOOFDSTUK II

Formatie van Landen

II.1. Historiek

In het gebied Tussen-Samber-en-Maas komen op de geologische kaart, schaal 1/160.000, afgeleid uit deze op 1/40.000 (1892) talrijke afzonderlijke lobben voor, waarvan de sedimenten als "Landeniaan"-afzettingen worden beschouwd. Ze worden allemaal tot het "Boven-Landeniaan" (L2) gerekend en beschreven als : diverse fijne kwartszanden, meestal wit of geel, met kleilenzen, lignietlagen en zandsteenbanken of -blokken.

Daar paleontologische gegevens, op enkele uitzonderingen na (Ham-sur-Heure - Nalinnes) ontbreken, werden vooral grof-lithologische kenmerken (kleur, uitzicht, structuren, gelijkaardige zandsteenvormingen) gebruikt, om ze te vergelijken met de beter-gedefiniëerde sedimenten van de Formatie van Landen ten noorden van de Samber. Door deze werkwijze en door het volgen van een bepaalde "mode", die heerste vóór de eeuwwisseling en waarbij alle losse sedimentpakketten en zandsteenblokken op vaste Paleozoische gesteenten tot het "Landeniaan" werden gerekend, is later gebleken, dat heel wat ontsluitingen ten zuiden van de Samber ten onrechte tot de Formatie van Landen werden gerekend.

De aanwezigheid van deze Paleoceen-sedimenten was reeds bekend aan A. DUMONT, zoals blijkt uit de beschrijvingen in zijn nota's, gepubliceerd door M. MOURLON (1878, 1879) : Beaumont - Thirimont, Thuin - Donstiennes, Thuin - Gozée, Châtelet - Bouffioulx.

Zonder in detail te treden voor de hier bestudeerde afzettingen stelden A. BRIART en F.L. CORNET (1879-1880), die vroeger (1865-1867) reeds het voorkomen van "Landeniaan" in Ham-sur-Heure en Walcourt-Clermont hadden aangegeven, een legende op voor de geologische kaart van Centraal Henegouwen, met 5 onderverdelingen. Ze is gebaseerd op lithologie en geeft een interpretatie van de sedimentatievoorwaarden : een onderste polderformatie (L1), twee mariene (L2 en L3) en één duinenformatie (L4), en een bovenste polderformatie (L5). Op basis van deze onderverdeling besluit A. BRIART (1887-1888, 1889-1890) tot de aanwezigheid van L5, L4 en L3 in de lobben van Châtelet-Bouffioulx, Gerpennes (Loverval-Joncret), Ham-sur-Heure (Nalinnes), Walcourt (Thy-le-Château,

Pry). Tevens lanceert hij het ongelukkige idee, dat "Landeniaan"-zandstenen voorkomen tot op de hoogste toppen van de Ardennen.

J. GOSSELET (1883) beschouwde een aantal vindplaatsen van losse sedimenten uit Tussen-Samber-en-Maas als "Boven-Landeniaan" : Doische - Vodelée, Chimay - Forges, Chimay - Bourlers, Viroinval - Dourbes, Ham-sur-Heure. Later (1888) vereenvoudigde hij grondig de stratigrafische interpretatie door aan alle zanden en kleien van dit gebied een niet nader te bepalen Eoceen-ouderdom ("Landeniaan", "Ieperiaan" of "Brusseliaan") toe te kennen.

L. BAYET (1896) onderscheidde in de afzettingen van de Formatie van Landen in deze streek een onderste mariene fase (groene, glauconiethoudende zanden), waarop een continentale fase (witte, grijze, rode of bruine duinzanden). Ten zuiden van Beaumont en Philippeville zou slechts "Boven-Landeniaan" voorkomen.

M. LERICHE (1922) rekende de "Zanden van Nalinnes" (lithostratigrafische term?) tot het mariene "Landeniaan" en liet ze overeenkomen met de Zanden van Grandglise uit Noord-Henegouwen.

M. GULINCK en A. HACQUAERT (1954) wezen op de aanwezigheid van marien "Landeniaan" (L1c volgens de legende van de Geol. Kaart 1929) ten zuiden van de Samber, o.a. te Châtelet - Bouffioulx en Ham-sur-Heure - Nalinnes (fossilhoudend). Het gaat ofwel geleidelijk over in of wordt geravineerd door het "Boven-Landeniaan" (L2). Te Châtelet - Bouffioulx komen in de bovenste zandige afzettingen goed ontwikkelde kleien, lignieten en mergels voor, wat wijst op een kalme sedimentatiezone. Ze merkten eveneens terloops op, dat vele "Landeniaan"-lobben op de geologische kaart in het gebied Tussen-Samber-en-Maas eerder van Oligoceen-ouderdom zijn.

J. SOYER (1978) geeft de lithostratigrafische beschrijving van een hele reeks ontsluitingen uit de Formatie van Landen. Volgens hem is het niet mogelijk, op basis van korrelgrootte en mineralogie, een onderscheid te maken tussen sedimenten uit de Formatie van Landen, van Ieper en van Brussel.

G. DE GEYTER (1980) beschrijft de sedimenten uit de vindplaatsen van Beaumont - Thirimont en Lobbes - Bienne-lez-Happart en rekent ze tot de Zanden van Grandglise.

Buiten het gebied Tussen-Samber-en-Maas wordt nog een afzonderlijke lob, waarin terrestrische fossielen van het "Boven-Landeniaan" voorkomen, aangestipt te Wanze - Vinalmont door P. FOURMARIER en L. DENOEL (1930).

In de literatuur worden nog talrijke ontsluitingen aangegeven en beschreven als "Landeniaan", niettegenstaande deze afzettingen duidelijk tot een andere formatie behoren : Froid-Chapelle - Boussu-lez-Walcourt (A. DUMONT-M. MOURLON, 1878-1879), Doische - Vodéléé, Chimay - Bourlers, Andenne (J. GOSSELET, 1883), Florennes - Rosée (M. MOURLON, 1884), Bertrix - MorteHan (zuiden van de provincie Luxemburg !) (V. DORMAL, 1892, 1893), Duffet - Ellemelle (M. LOHEST, 1893-1894).

II.2. Sedimentologische beschrijving van de ontsluitingen

II.2.1. Ham-sur-Heure - Nalinnes (Couture)(fig. 1.1., fig. 5a).

Coördinaten : x = 155,66

y = 112,95

Hoogteligging : + 210 O.P.

Stratigrafische ligging volgens geologische kaart : Brusseliaan, Landeniaan op Boven-Emsiaan.

0 - 1 m : Kwartaire leembekking

1 - 5,7 m : Formatie van Brussel, met basisgrint

5,7 - 8 m : groen, glauconiethoudend, slecht gesorteerd, fijn zand (707, 708, 709). De distributiekurve is positief sterk asymmetrisch en heeft een uiterst leptokurtische vorm.

De zware mineralen bevatten gemiddeld méér dan 82 % ubikwisten, waarvan zirkoon het belangrijkste mineraal is, met gemiddeld 54 %. Toermalijn en rutiel halen elk 14 %. Het gehalte aan paramorfe mineralen bedraagt 17 %, waarvan 7 % stauroliet en distheen (met glauconietcoating), naast andaloësiet en sillimaniet. Epidoot haalt 1 %.

II.2.2. Chimay - Forges (Villa Lamarche)(fig. 1.2, fig. 5b)

Coördinaten : x = 145,77

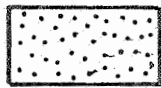
y = 74,65

Hoogteligging : + 312 O.P.

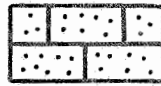
Stratigrafische ligging volgens geologische kaart : Landeniaan op Gedinniaan.

0 - 3,5 m : kleilig, zeer-fijn-lemig, fijn zand, vermengd met Paleozoïsche gesteentefragmenten.

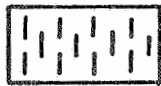
LITHOLOGISCHE SYMBOLEN



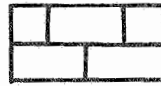
Zand



Zandsteen



Leem



Kalksteen



Klei



Ligniet laag



Kompakte klei



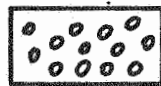
Geoxydeerd
materiaal



Gelaagde klei



Kleilens in zand



Grint



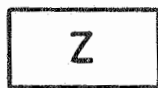
Kruisgewijze
gelaagdheid

ZWARE MINERALEN

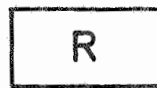
Opeenvolging op de log-voorstelling



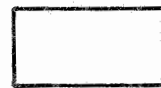
Toermalijn



Zirkoon



Rutiel



Ti - mineralen



Parametamorfe
Mineralen



Granaat, Epidoot
Pyroxenen, Amfibool
Alteriet

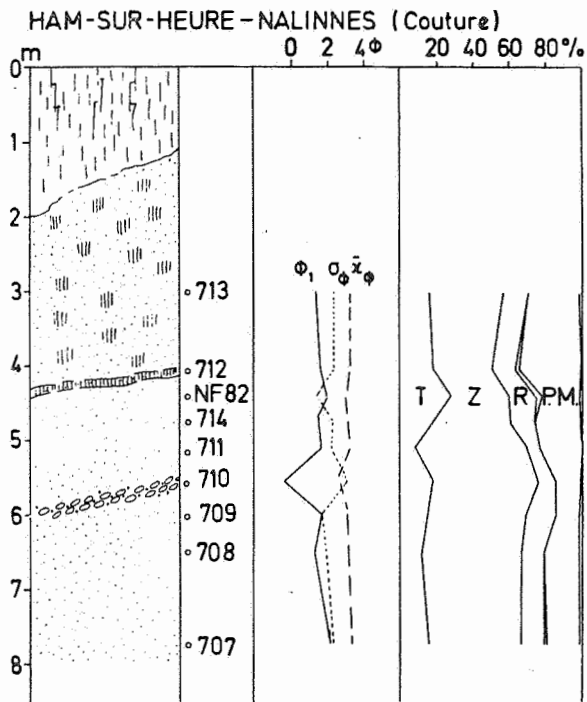


Fig. 5a

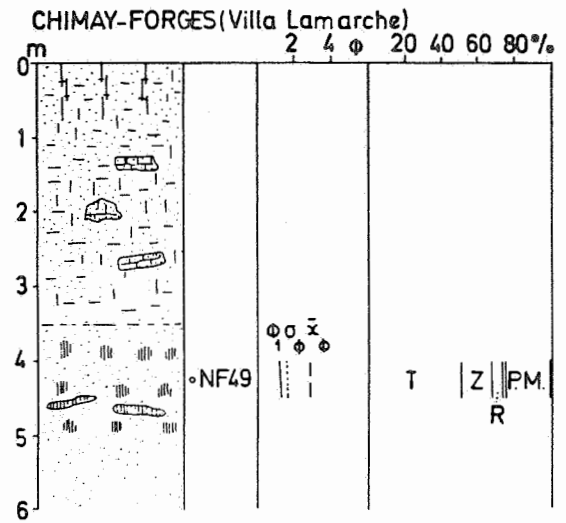


Fig. 5b

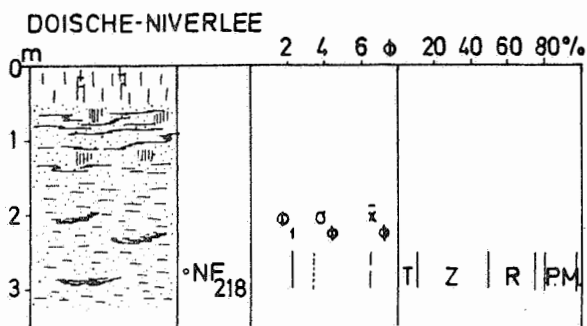


Fig. 5c

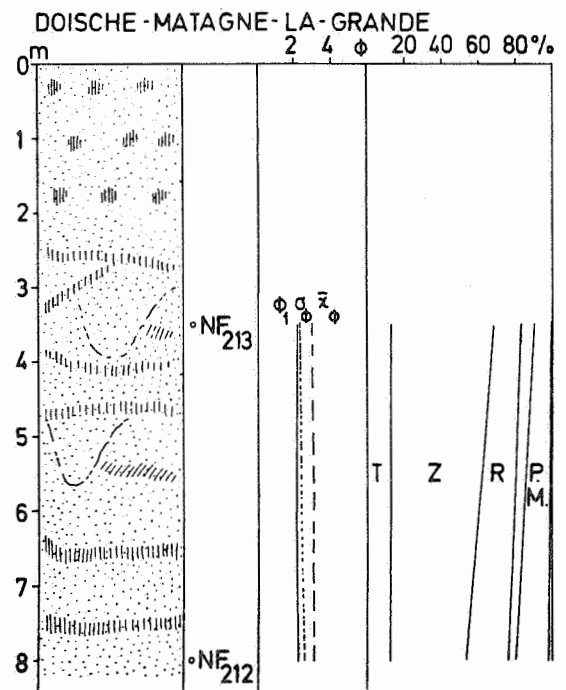


Fig. 5d

3,5 - 6 m : rood, slecht gesorteerd fijn zand (NF 49), met witte, uitgeloogde bandjes en nog sterker geoxydeerde, rodere zones. De verdelingskurve vertoont een sterke overmaat aan fijne deeltjes en heeft een zeer leptokurtische vorm.

De zware mineralen bevatten 75 % ubikwisten, waarvan toermalijn met 51 % van het totaal het voornaamste mineraal is. Daarop volgt zirkoon (16 %), rutiel (6 %) en anataas (2 %). Naast 1 % granaat komen nog 24 % parametamorfe mineralen voor, waaronder voornamelijk stauroliet (12 %) en distheen (11 %). In de fraktie 63-125 μm werd één korrel epidoot geteld. Het bovenliggende zand bevat dezelfde zware mineralen in dezelfde verhoudingen : het is duidelijk gere-maniëerd uit eenzelfde sediment.

II.2.3. Chimay - Saint-Remy (fig. 1.3.)

Coördinaten : x = 144,34
y = 82,23

Hoogteligging : + 253 O.P.

Stratigrafische ligging volgens geologische kaart : Landeniaan op Givetiaan.

Een kleine ontsluiting bevatte roodgekleurd, uiterst slecht gesorteerd, kleilig, grof-lemig fijn zand (NF 45), waarvan de verdelingskurve positief sterk asymmetrisch is en een mesokurtische vorm heeft.

De zware mineralen bevatten 74 % ubikwisten, waarvan toermalijn (37 %) het belangrijkste lid is, gevolgd door zirkoon (21 %), rutiel (11 %) en anataas (5 %). De parametamorfe mineralen bevatten 14 % distheen en 12 % stauroliet. In de fraktie 63-125 μm werd één zoïsiet- en één hoornblendekorrel geteld.

II.2.4. Doische - Niverlée (fig. 1.4., fig. 5c)

Coördinaten : x = 174,21
y = 90,16

Hoogteligging : + 240 O.P.

Stratigrafische ligging volgens geologische kaart : Landeniaan op Frasniaan.

0 - 0,5 m : Kwartair leemdek

0,5 - 3,25 m : roodgekleurd, grof-lemig, kleilig, zeer fijn zand (NF 218) met uiterst slechte sortering : de ver-

delingskurve vertoont een overmaat aan fijn materiaal, met een platykurtische vorm. In het zand komen talrijke rood-gevlamde kleilenzen voor.

De zware-mineraleninhoud is gekenmerkt door een overmaat aan ubikwisten (80 %), waaronder 39 % zirkoon, 25 % rutiel, 11 % toermalijn en 5 % anataas. Het gehalte aan parametamorfe mineralen (evenveel stauroliet als distheen) bedraagt 17 %, naast 3 % epidoot.

II.2.5. Doische - Matagne-la-Grande (fig. 1.5., fig. 5d)

Coördinaten : x = 167,75

y = 88,65

Hoogteligging : + 265 O.P.

Stratigrafische ligging volgens geologische kaart : Landeniaan op Givetiaan.

- 0 - 2 m : bruinrood, fijn zand, sterk geoxydeerd
- 2 - 6 m : bleek, middelmatig gesorteerd, fijn zand (NF 213), met roodbruin-geoxydeerde banden, waarin zakvormige delen met zeer wit zand voorkomen.
- 6 - 8,5 m : wit, slecht gesorteerd, fijn zand (NF 212) met minder-geoxydeerde banden.

De distributiekurve van de sedimenten gaat van bijna symmetrisch onderaan tot positief asymmetrisch bovenaan; de vorm blijft mesokurtisch.

De zware mineralenverdeling vertoont een overmaat aan ubikwisten, waarvan het gehalte schommelt tussen 91 en 81 %. Zirkoon, met een gemiddelde van 49 %, komt het meeste voor, gevolgd door rutiel (19 %), toermalijn (12 %) en anataas (6 %).

Naast enkele epidootkorrels komen nog voornamelijk de parametamorfe mineralen stauroliet en distheen voor.

II.2.6. Viroinval - Dourbes (fig. 1.6., fig. 6a)

Coördinaten : x = 166,84

y = 87,54

Hoogteligging : + 220 O.P.

Stratigrafische ligging volgens geologische kaart : Landeniaan op Givetiaan en Frasniaan.

- 0 - 0,5 m : Kwartaire leembedekking

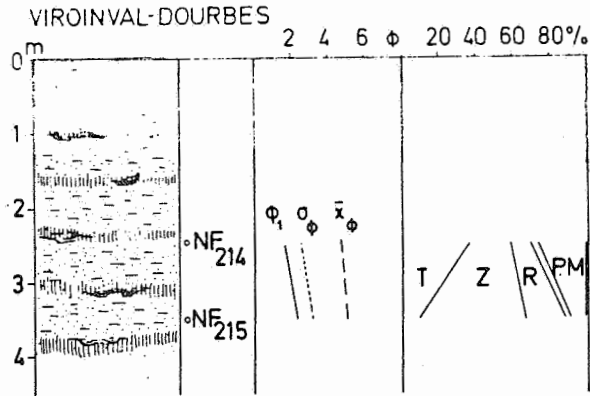


Fig. 6a

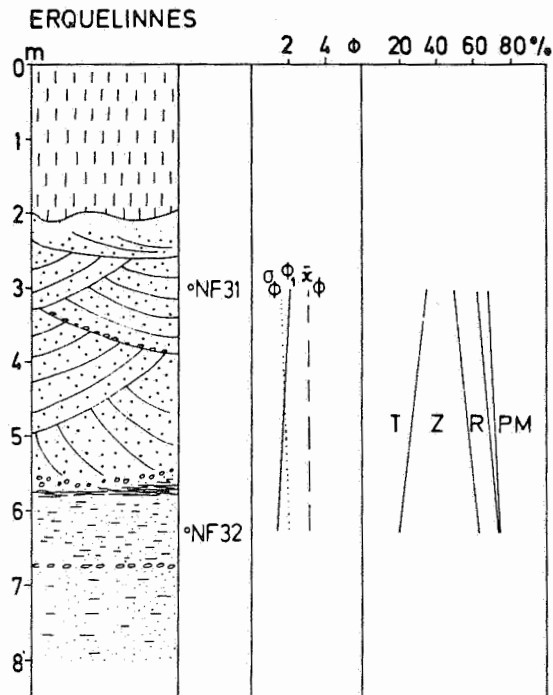


Fig. 6b

- 0,5 - 3 m : roodgeaderd, kleilig fijn zand (NF 214), met slechte sortering; kleine kleilensjes komen bij voorkeur voor in de rode zones.
- 3 - 4 m : wit, uiterst slecht gesorteerd, kleilig zeer fijn zand (NF 215), met rode vlekken.

De verdelingskurven vertonen een overmaat aan fijne deeltjes en de vorm is zeer leptokurtisch.

In de zware mineraleninhoud variëert het ubikwistengehalte van 91 % onderaan tot 72 % bovenaan : dit gaat gepaard met een vermindering in zirkoon (57 tot 22 %) en rutiel (22 tot 10 %) en een vermeerdering in toermalijn (9 tot 37 %). De parametamorfe mineralen stijgen van 7 naar 27 %, waarbij vooral distheen in aantal toeneemt (3 tot 20 %) en het staurolietgehalte gelijk blijft (4 tot 5 %); tevens verschijnt bovenaan ook andaloësiet en sillimaniet.

Dit verschil is vermoedelijk niet alleen toe te schrijven aan de lichte vergroving van het sediment, maar ook aan toevoer van ander materiaal. Dezelfde schommelingen worden waargenomen bij het onderzoek van verschillende korrelgroottefrakties : onderaan overheerst zirkoon ook in de grofste fraktie, bovenaan overheerst toermalijn ook in de fijnste fraktie. Ook rutiel, waarvan het voorkomen weinig gebonden is aan de korrelgrootte (S. GEETS & W. DE BREUCK, 1980), maar meestal qua afkomst dezelfde trend volgt als zirkoon, komt bovenaan minder voor.

II.2.7. Erquelinnes (fig. 1.7., fig. 6b)

Alhoewel deze ontsluiting ten noorden van de Samber gelegen is, hebben wij het nodig geacht ze te onderzoeken, daar in de literatuur geen resultaten van korrelgrootteverdelingen of zware mineralen gevonden worden en ze een belangrijk verbindingspunt vormt met de noordelijker gelegen afzettingen van de Formatie van Landen.

De vindplaatsen van de streek Erquelinnes - Grand-Reng werden reeds meermaals lithostratigrafisch beschreven. De afzettingen behoorden volgens A. DUMONT (M. MDURLON, 1878, 1879) bij het Massief van Peissant, een verlengd en smal "Landeniaan" eiland, dat vanaf de franse grens in noord-noordoostelijke richting tot het Bois de Pincemaille (Merbes-le-Château) loopt; de sedimenten bestaan uit geel of wit zand met bovenaan grijze klei en zandsteenplaketten (een gedeelte ervan behoort vermoedelijk tot de Formatie van Ieper).

G. VINCENT en A. RUTOT (1878-1879) merkten er de ravinerings van het "Onder-Landeniaan" door het "Boven-Landeniaan" op. Deze laatste auteur (1881) stelde, aan de hand van de beschrijving van verschillende zandgroeven, een indeling op van de aanwezige eenheden van het "Onder-" (B-C) en "Boven-Landeniaan" (D-E). Later volgt een uitbreiding, met eenheden B tot D voor het marien "Onder-Landeniaan" en E tot G voor het "Boven-Landeniaan".

Met dezelfde indeling maakt CH. STEVENS (1913) een onderscheid in het "Onder-Landeniaan", gaande van mariene (B) tot lagunaire afzettingsomstandigheden (D), met een fluviatiel "Boven-Landeniaan"; aan de hand van nieuwe gegevens stelt hij de verbreiding op van de verschillende afzettingen in dit gebied.

M. LERICHE (1928) beklemtoont het fluviatiel karakter van het continentaal "Boven-Landeniaan" van de streek van Erquelinnes.

J. DE CONINCK et al. (1981) bevestigen aan de hand van microfossielen de Paleoceen-ouderdom van eenheid D (A. RUTOT, 1903) en wijzen op de zeer kleine hiaat die voorkomt ten opzichte van de bovenliggende afzettingen.

Coördinaten : x = 131,19

y : 111,84

Hoogteligging : + 145 O.P.

Stratigrafische ligging volgens geologische kaart : Landeniaan op Krijt.

- 0 - 2 m : Kwartair leemdek met basisgrint
- 2 - 2,2 m : dun laagje geelachtig zand
- 2,2 - 5,6 m : bruin, slecht gesorteerd, fijn zand (NF 31) met kruisgewijze gelaagdheid, plaatselijk onderstreept door dunne grintlaagjes en lignietresten; aan de basis komt een grintlaag voor.
- 5,6 - 6,75 m : bleek, horizontaal gelaagd, slecht gesorteerd, fijn zand (NF 32). Het is plaatselijk bedekt door een 20 cm dikke laag ligniteuze klei; in het zand komen fijne laagjes ligniethoudende klei voor. Onderaan treedt een horizontaal laagje grint van zwarte silexkeitjes op.
- 6,75 - 8 m : geel fijn zand.

De onderzochte sedimenten hebben een positief asymmetrische verdelingskurve, met een zeer leptokurtische vorm.

Het gehalte aan ubikwisten in de zware mineraleninhoud daalt

van 75 % onderaan tot 67 % bovenaan, wat gepaard gaat met een stijging van toermalijn (20 naar 34 %), rutiel (9 naar 12 %) en anataas (2 naar 6 %) terwijl het zirkoongehalte daalt van 44 naar 15 %. Het percentage aan parametamorfe mineralen stijgt van 25 naar 32 %; het staurolietgehalte blijft ongeveer gelijk (7-6 %), maar dat van andaloosiet stijgt van 3 naar 16 %, terwijl dit van distheen daalt van 15 naar 10 %. Eenzelfde trend wordt waargenomen in het onderzoek van de frakties 63-125 μm en 125-250 μm , waarin eveneens enkele epidootkorrels worden gevonden.

II.3. Korrelgrootteverdeling en afzettingsomstandigheden

II.3.1. Korrelgrootteverdeling

De sedimenten uit de ontsluitingen van Ham-sur-Heure - Nalinnes, Chimay - Forge's (Villa Lamarche), Doische - Matagne-la-Grande en Erquelinnes bestaan uit slecht gesorteerde, fijne zanden met een gemiddelde afmeting \bar{x}_ϕ gelegen tussen 2,50 en 3,10 ϕ en een standaarddeviatie σ_ϕ , begrepen tussen 1,25 en 2,0 ϕ (fig. 7).

In de vindplaatsen van Doische - Niverlée, Viroinval - Dourbes en Chimay - Saint-Remy komen uiterst slecht gesorteerde kleig-lemige, zeer fijne zanden voor, waarvan de gemiddelde afmeting \bar{x}_ϕ schommelt tussen 4,75 en 6,50 ϕ en de standaardafwijking σ_ϕ tussen 3 en 3,50 ϕ . Volgens de parametergrafieken (1ste moment \bar{x}_ϕ t.o.v. 2de moment σ_ϕ , en 3de moment α_3 t.o.v. 2de moment σ_ϕ) (fig. 7 en 8) behoren ze duidelijk tot een andere soort afzettingen.

Vergelijken we de korrelgrootteverdelingen van de zanden uit de Formatie van Landen, die ten noorden van de Samber ontsloten zijn, dan merken we op dat het overgrote deel van de zandige afzettingen uit de Zanden van Bray (vroeger L2) (G. DE GEYTER, 1980) eveneens een gemiddelde afmeting \bar{x}_ϕ hebben, die gelegen is tussen 2,50 en 3,0 ϕ (fig. 9a), maar met een merkkelijk betere sortering ($\sigma_\phi < 1,0 \phi$). Ook de fijnere sedimenten uit dit lid hebben een gemiddelde afmeting \bar{x}_ϕ gelegen tussen 5,0 en 6,5 ϕ , maar eveneens met een iets betere sortering ($\sigma_\phi < 3,0 \mu$) dan deze ten zuiden van de Samber.

De Zanden van Grandglise (vroeger L1d) vertonen daarentegen een gemiddelde afmeting \bar{x}_ϕ , die begrepen is tussen 2,5 en 4,25 ϕ , met een sortering σ_ϕ , gelegen tussen 0,5 en 2,25 ϕ (fig. 9b) (G. DE GEYTER, 1980).

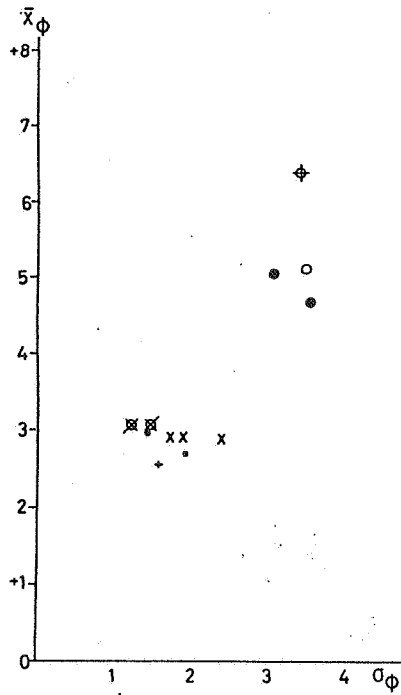


Fig. 7. \bar{x}_ϕ/σ_ϕ -diagram van sedimenten uit de Formatie van Landen

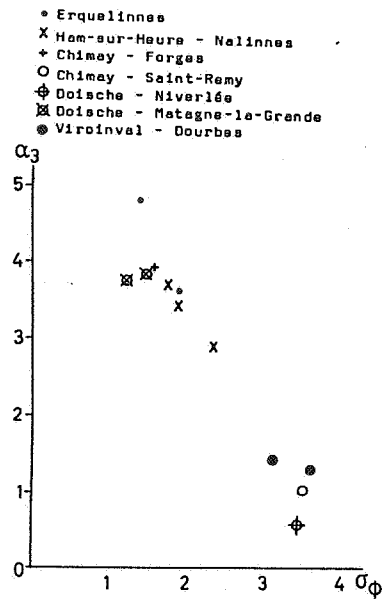


Fig. 8. α_3/σ_ϕ -diagram van sedimenten uit de Formatie van Landen

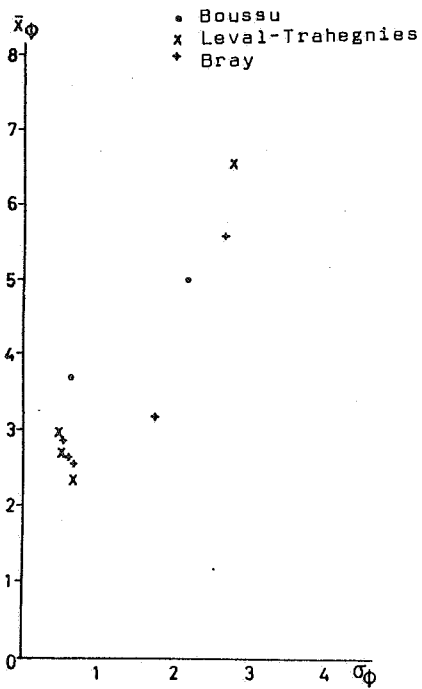


Fig. 9a. \bar{x}_ϕ/σ_ϕ -diagram van sedimenten uit de Zanden van Bray

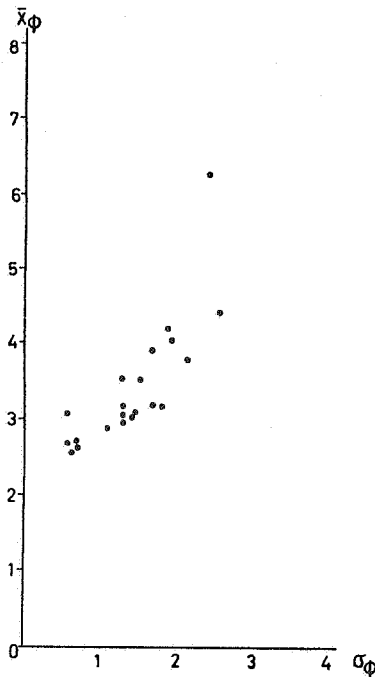


Fig. 9b. \bar{x}_ϕ/σ_ϕ -diagram van sedimenten uit de Zanden van Grandglise

Merkwaardig is dat de twee onderzochte monsters van Erquelinnes bijna dezelfde granulometrische kenmerken vertonen; het onderste (NF 32) behoort echter tot de Zanden van Grandglise, z.g. van mariene oorsprong, het bovenste (NF 31) tot de Zanden van Bray, van continentale oorsprong. De sedimenten van de Formatie van Landen uit de omgeving van Beaumont - Thirimont, die behoren tot de Zanden van Grandglise (G. DE GEYTER, 1980), vertonen dezelfde granulometrische kenmerken, met een gemiddelde afmeting \bar{x}_ϕ van $3,10 \phi$ en een standaardafwijking σ_ϕ van $1,30 \phi$, als de hier aangehaalde zanden van de Formatie van Landen ten zuiden van de Samber.

II.3.2. C/M-diagram

Evenals de sedimenten uit de Zanden van Bray te Binche - Bray en Leval - Trahegnies (fig. 10b) (G. DE GEYTER, 1980) behoren deze van Ham-sur-Heure - Nalennes, Chimay - Forges (Villa Lamarche), Doische - Matagne-la-Grande en Erquelinnes (fig. 10a) tot de matig turbulente suspensiesedimenten, met gerolde korrels kleiner dan 1 mm.

Deze van Chimay - Saint-Remy, Viroinval - Dourbes en Doische - Niverlée zijn uniforme suspensiesedimenten (fig. 10a), zoals deze uit de boring van Boussu, ten noorden van de Samber.

II.3.3. Waarschijnlijkheidskurven

De vorm van de kumulatieve kurven (fig. 11) van de onderzochte sedimenten, uitgezet op probabiliteitspapier, is kenmerkend voor fluviatiele zanden: geen tractiepopulatie, 2 saltatiepopulaties of 1 saltatiepopulatie met weinig-steile helling en een sterk variërend gehalte (maar steeds groter dan 5 %) aan suspensiepopulatie. Ook het z.g. mariene zand van Erquelinnes beantwoordt aan dit beeld.

II.3.4. Korrelgrootte-indices

De indices van DOEGLAS wijzen voor alle sedimenten op fluviatiele afzettingsomstandigheden; deze uit de meest oostelijk gelegen ontsluitingen (Doische - Niverlée, Viroinval - Dourbes) vertonen kenmerken voor afzettingen nabij de riviermonding.

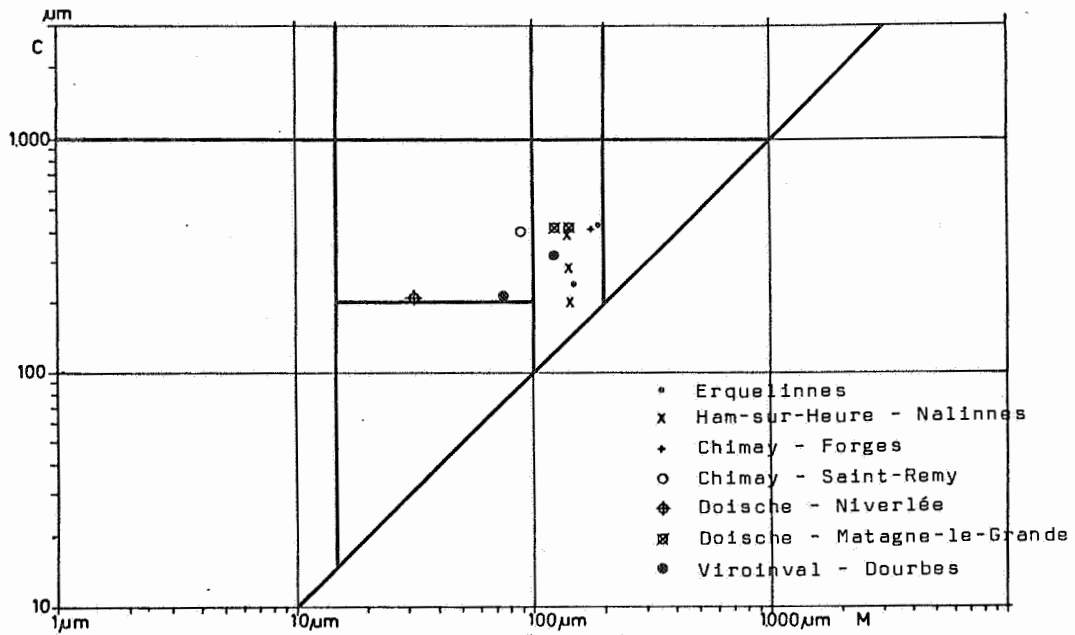


Fig. 10a. C/M-diagram van sedimenten uit de Formatie van Landen

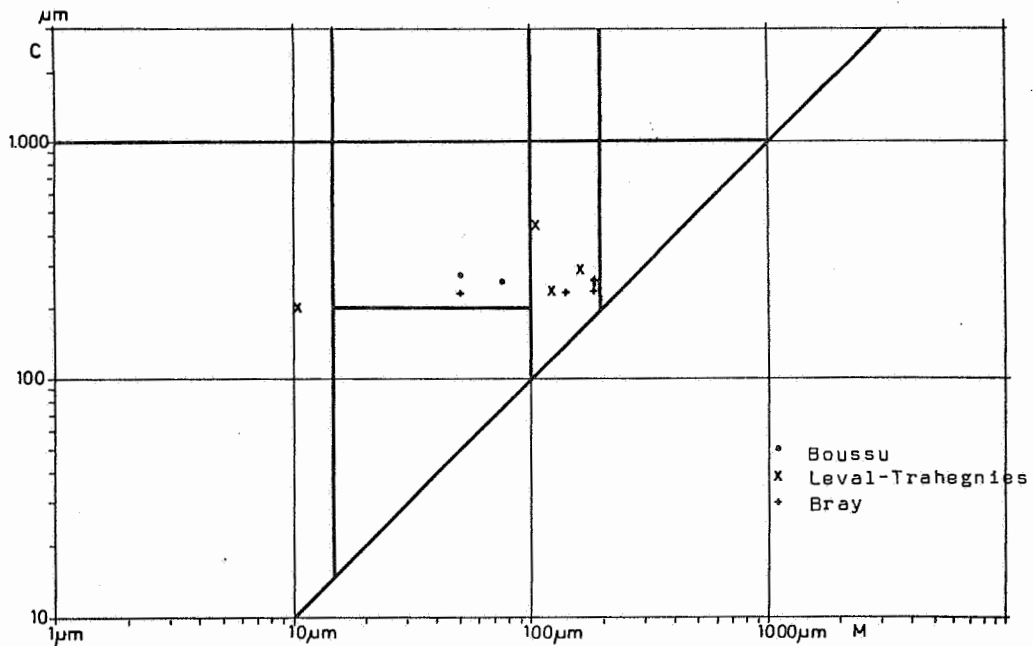


Fig. 10b. C/M-diagram van sedimenten uit de Zanden van Bray.

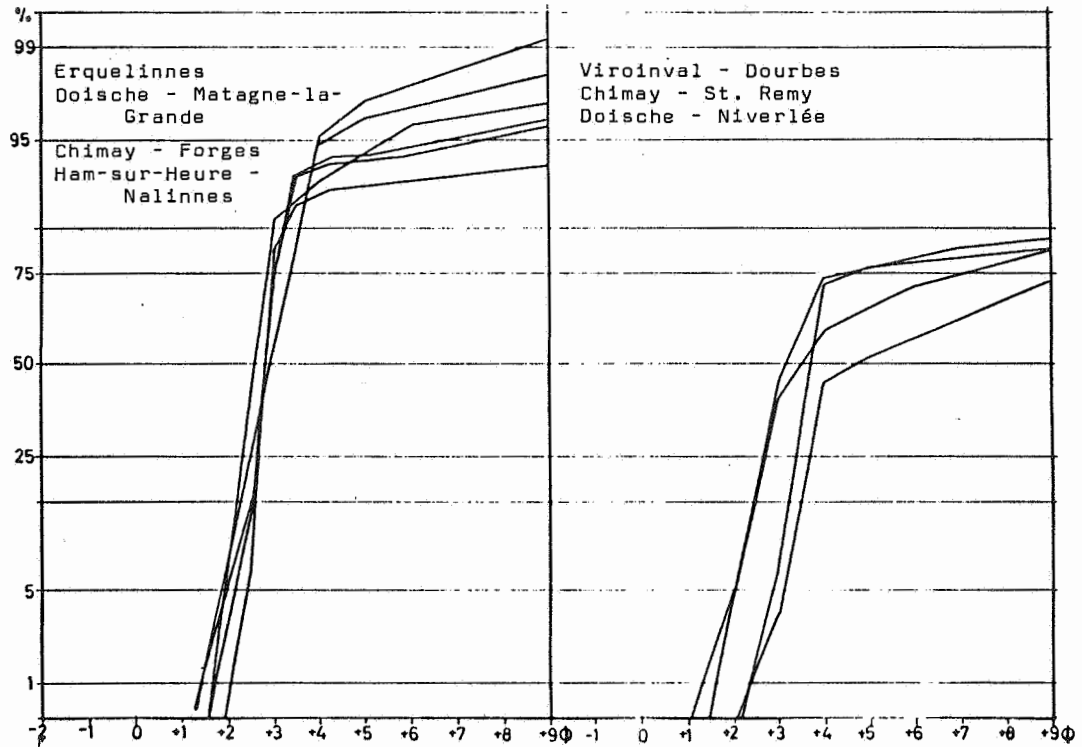


Fig. 11. Kumulatieve kurven van sedimenten uit de Formatie van Landen.

II.3.5. Besluit

Op basis van de korrelgrootteverdeling vertonen de slecht-gesorteerde fijne zanden en de enkele uiterst-slecht gesorteerde, kleilig-lemige, zeer fijne zanden uit de Formatie van Landen ten zuiden van de Samber meer gelijkenis met de Zanden van Bray dan met de Zanden van Grandglise.

Het zijn voornamelijk riviersedimenten, afgezet in matig-turbulente tot kalme omgevingen.

De overeenkomst in korrelgroottekenmerken van de sedimenten uit de Zanden van Grandglise te Erquelinnes en Beaumont - Thirimon met deze van de Zanden van Bray zou erop kunnen wijzen, dat zich in de laatste afzettingsfase van deze sedimenten, in het zuiden zich reeds een duidelijk fluviatiele invloed liet gelden, terwijl in het noorden de ondiepe shelf-sedimentatie overging in litorale afzettingsomstandigheden (G. DE GEYTER, 1980). Op basis van paleontologische gegevens is er door J. DE CONINCK et al. (1981) eveneens gewezen op de zeer kleine hiaat, die hier voorkomt tussen de Zanden van Grandglise en de Zanden van Bray.

II.4. Zware mineralen

De zware-mineraleninhoud van de onderzochte sedimenten van de Formatie van Landen vertoont een overmaat aan ubiquisten; meestal overheerst zirkoon, behalve in de ontsluitingen uit de omgeving van Chimay en aan de top van deze te Viroinval - Dourbes, waar toermalijn domineert. Naast enkele schaarse granaat- en epidootkorrels komen nog alleen parametamorfe mineralen voor; ofwel overheerst in deze groep distheen, ofwel is het distheen- en staurolietgehalte bijna gelijk (Chimay, Doische - Niverlée en Viroinval - Dourbes).

Deze verdeling komt zeer goed overeen met deze uit de Zanden van Bray (S. GEETS, W. DE BREUCK, G. DE GEYTER, 1980), wat de conclusies uit de resultaten van de korrelgrootteverdeling bevestigt.

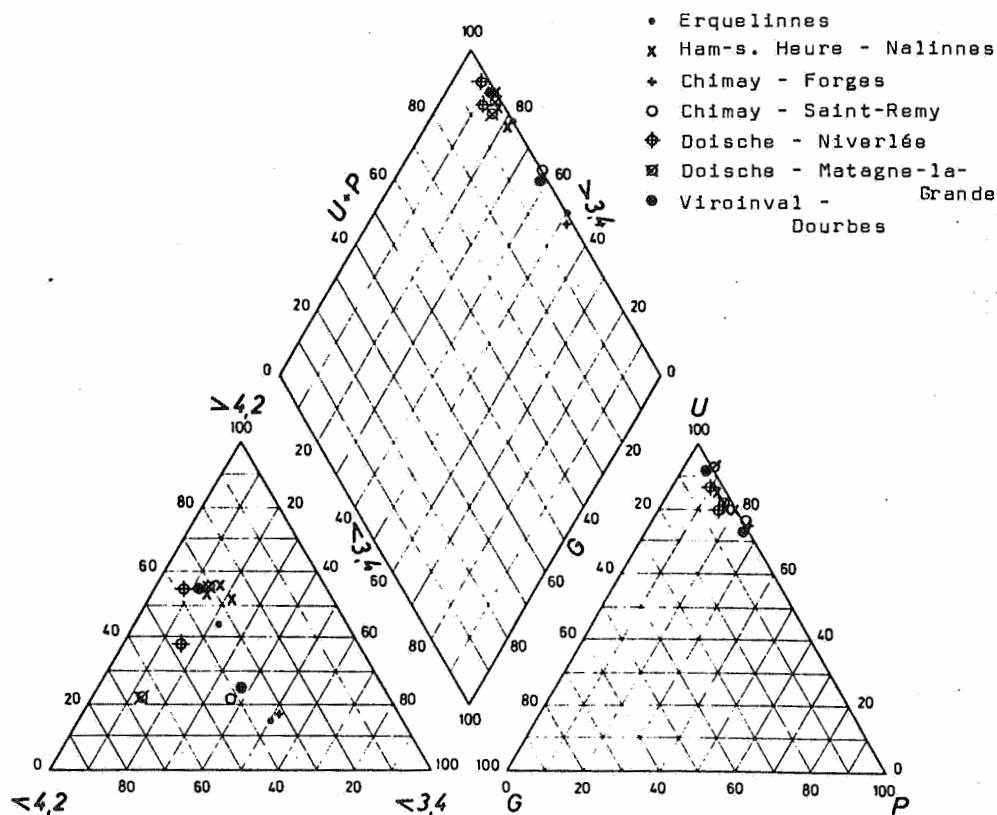


Fig. 12. Zware-mineraleninhoud van de Formatie van Landen

In de grafische voorstelling (fig. 12) kunnen duidelijk twee verschillende groepen onderscheiden worden. De punten voor de sedimenten uit de ontsluitingen te Ham-sur-Heure - Nalannes (Couture), Doische - Matagne-la-Grande, - Niverlée en de basis te Viroinval - Dourbes liggen in het ruitdiagram langs de bovenste

rechterzijde, met méér dan 75 % zwaardere mineraalsoorten, wat wijst op een afzetting in min of meer woelige omstandigheden. Voor de eerste ontsluiting (met de minst fijne sedimenten !) is dit te wijten aan de overmaat aan zirkoon ($d > 4,2$), terwijl het voor de overige ook ligt aan meer mineralen met dichtheid begrepen tussen 3,4 en 4,2.

De sedimenten uit de meest zuidelijk gelegen afzettingen (Chimay en top Viroinval - Dourbes) worden in het ruitdiagram eveneens langs de rechterbovenzijde geprojecteerd, maar lager dan de vorige, met minder dan 65 % zwaardere mineralen, wat op een ontstaan in heel wat kalmere omstandigheden wijst. Ook het bovenste monster van de ontsluiting te Erquelinnes valt in deze zone.

HOOFDSTUK III

Formatie van Ieper

III.1. Historiek

Op de oude geologische kaart van België (schaal 1/40.000 en 1/160.000) komen noch ten noorden, noch ten zuiden van de Samber afzonderlijke resten van afzettingen voor, die zouden behoren tot de Formatie van Ieper. De zuidelijkst gelegen ontsluitingen worden gevonden in het "Massief van Peissant", waarvan de noordelijke voortzetting bedekt wordt door de zanden van de Formatie van Brussel. Sommige auteurs echter hebben de mening geopperd, dat de "Ieperiaan"-transgressie veel verder naar het zuiden is getrokken, dan de begrenzing op de geologische kaart laat vermoeden en dat daarvan nog getuigen zijn overgebleven.

Het "Massief van Peissant" was reeds bekend aan A. DUMONT (M. MOURLON, 1878, 1879), maar hij beschouwde het echter als een "Landeniaan"-eiland.

Volgens G. VINCENT en A. RUTOT (1878-1879) werd het "Ieperiaan" afgezet in een golf, waarvan de oevers ongeveer de noordelijke omgrenzing van de Ardennen volgden.

A. BRIART en F.L. CORNET (1879-1880) beschreven in centraal Henegouwen de zanden en zandstenen van Peissant (Y2), die rusten op de onderste argilieten en kleien (Y1) en zelf bedekt worden door de bovenste argilieten van Morlanwelz met Nummulites planulatus (Y3).

P. FOURMARIER (1934) merkte op dat er een perfecte continuïteit is tussen de Tertiaire bekkens van Parijs en van België gedurende de afzetting van de Formatie van Ieper, vermits de as van Artesië geen rol speelde tijdens deze periode. Hij leidde eruit af, dat de "Ieperiaan"-zee zelfs de Condroz en een groot deel van Ardennen zou bedekt hebben.

Volgens M. LERICHE (1936) komen de Zanden van Trélon - Ohain (Noord-Frankrijk) paleontologisch overeen met de Zanden van Cuise uit het Bekken van Parijs en met de Formatie van Ieper - Faciës van Peissant in België. Wegens de lithologische overeenkomst hiermee, bracht hij de Tertiaire afzettingen ten oosten van Beaumont en uit de omgeving van Sivry - Rance, die op de geologische kaart als "Brusseliaan" zijn aangeduid, onder in het "Ieperiaan".

Deze zienswijze werd eveneens overgenomen door M. GULINCK en A. HACQUAERT (1954).

III.2. Sedimentologisch beschrijving van de ontsluitingen

III.2.1. Estinnes - Peissant (fig. 1.8., fig. 13a)

Coördinaten : x = 133,54

y = 115,52

Hoogteligging : + 180 O.P.

Stratigrafische ligging volgens geologische kaart : Ieperiaan (Yd)

0 - 1,25 m : bruinrood, fijn zand met bodemontwikkeling

1,25 - 1,50 m : sterk gerubefiëerd, uiterst slecht gesorteerd, kleiig, fijn zand (913) met zandsteenplaatjes aan de basis.

1,50 - 2,75 m : onduidelijk horizontaal gelaagd fijn zand (NF 34, NF 37) met uiterst slechte sortering, groen met rood-oranje banden.

2,75 - 4,0 m : zeer slecht gesorteerd, fijn zand (912, NF 35, NF 36), groen met rode vlekken, met horizontaal verlopende kleibandjes.

4,0 - 5,0 m : uiterst slecht gesorteerd, fijn zand, met horizontale kleilaagjes en dunne zandsteenbandjes.

5,0 - 6,5 m : groen- en roodgekleurd, uiterst slecht gesorteerd fijn zand (909).

6,5 - 7,1 m : groen, zeer slecht gesorteerd, fijn zand (911)

7,1 - 8,0 m : uiterst slecht gesorteerd, kleiig fijn zand (910) met afwisselend groene en bruine banden.

De verdelingskurven van de afzettingen zijn alle positief sterk asymmetrisch, met een uiterst leptokurtische vorm, behalve voor de top en de basissedimenten van de ontsluiting, waarvoor de vorm zeer platykurtisch is.

In de zware-mineralenassociatie komen gemiddeld 83 % ubikwisten voor; met 48 % is zirkoon het belangrijkste mineraal, gevolgd door rutiel met gemiddeld 18 %. Toermalijn haalt 15 %, terwijl het anataasgehalte slechts 1 % bedraagt.

Het gemiddelde percentage aan parametamorfe mineralen bedraagt iets meer dan 16 % en bestaat voornamelijk uit 6 % distheen en 6 % stauroliet. Andaloësiet haalt 2 %, terwijl sillimaniet sporadisch optreedt.

In alle tellingen samen (9 monsters) werden slechts één granaat-

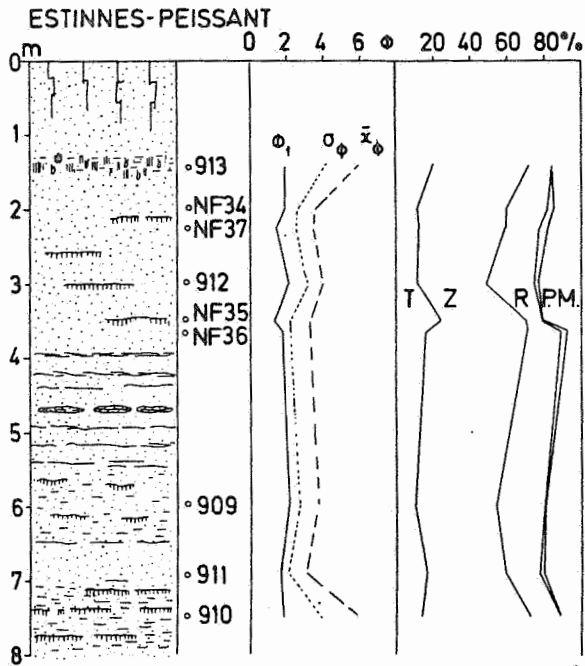


Fig. 13a

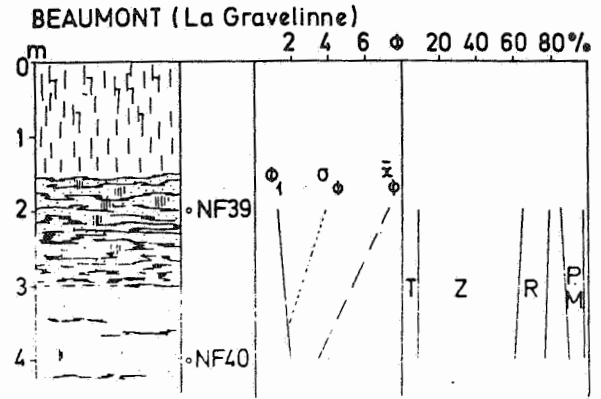


Fig. 13b

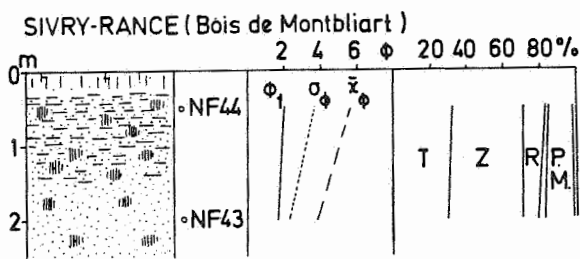


Fig. 13c

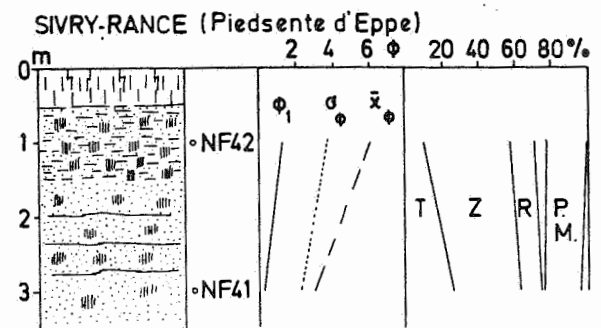


Fig. 13d

en één epidootkorrel opgemerkt.

III.2.2. Beaumont (La Gravelinne) (fig. 1.9., fig. 13b)

Coördinaten : x = 142,50

y = 104,14

Hoogteligging : + 225 O.P.

Stratigrafische ligging volgens geologische kaart : Brusseliaan op Famenniaan.

0 - 1,5 m : Kwartair leemdek

1,5 - 3,25 m : licht, glauconiethoudende, uiterst slecht gesorteerde, zeer fijnzandige klei (NF 39), duidelijk horizontaal gelaagd en roodgekleurd.

3,25 - 4,5 m : bruinroodgekleurd, middelmatig gesorteerd, zeer fijn zand (NF 40) met enkele onregelmatig verspreide en horizontaal verlopende, oranje kleilaagjes.

Er treedt een verfijning naar de top op, samen met een slechtere sortering. De verdelingskurven zijn beide positief asymmetrisch, maar hun vorm gaat van zeer leptokurtisch tot platykurtisch bovenaan.

De zware mineralen bevatten 88 % ubikwisten, waaronder 55 % zirkoon en 16 % rutiel. Anataas en toermalijn halen respectievelijk 9 en 8 %. De parametamorfe mineralen (gemiddeld 10 %) omvatten 6 % stauroliet, 3 % distheen en 1 % andaloosiet. Granaat en epidoot komen zeer weinig voor.

III.2.3. Sivry - Rance (Bois de Montbliart) (fig. 1.10., fig. 13c)

Coördinaten : x = 138,50

y = 91,20

Hoogteligging : + 215 O.P.

Stratigrafische ligging volgens geologische kaart : Brusseliaan op Famenniaan.

0 - 0,2 m : Kwartair leemdek

0,2 - 1,5 m : uiterst slecht gesorteerd, kleilig zeer fijn zand (NF 44) met duidelijke roodkleding.

1,5 - 2,5 m : homogeen, zeer slecht gesorteerd, zeer fijn zand (NF 43), overwegend in gereduceerde toestand, met bruinroodgekleurde vlekken.

III.2.4. Sivry - Rance (Piedsente d'Eppe) (fig. 1.11., fig. 13d)

Coördinaten : x = 136,46

$$y = 93,22$$

Hoogteligging : + 250 O.P.

Stratigrafische ligging volgens geologische kaart : Brusseliaan op Famenniaan.

- 0 - 0,5 m : Kwartaire leembedekking
0,5 - 2,0 m : roodgekleurd, uiterst slecht gesorteerd, kleiig zeer fijn zand (NF 42)
2,0 - 3,2 m : donkerbruin, zeer slecht gesorteerd, fijn zand (NF 41), met onregelmatig verspreide, horizontale kleiige laagjes, meestal oranjegekleurd.

In beide profielen bemerkt men eveneens een verfijning van het sediment naar boven toe, gepaard aan een slechtere sortering. De distributiekurven zijn positief sterk asymmetrisch : hun vorm is zeer leptokurtisch voor de basismonsters en platykurtisch voor de topmonsters.

De zware mineralen bevatten 80 % ubikwisten, waarvan 42 % zirkoon, 24 % toermalijn, 11 % rutiel en 3 % anataas. De parametamorfe mineralen, die gemiddeld 18 % halen, bevatten voornamelijk distheen (8 %) en stauroliet (7 %) naast 3 % andaloesiet. Daarnaast komen sporadisch epidoot en granaat voor.

III.3. Korrelgrootteverdeling en afzettingsomstandigheden

III.3.1. Korrelgrootteverdeling

De sedimenten van de Formatie van Ieper uit ontsluitingen in het uiterste zuiden van het afzettingsbekken in België bestaan uit zeer slecht tot uiterst slecht gesorteerde fijne zanden, met een gemiddelde afmeting \bar{x}_ϕ begrepen tussen 3 en 4 ϕ en een standaarddeviatie σ_ϕ gelegen tussen 2 en 3 ϕ (fig. 14). Ze gaan in alle onderzochte profielen naar boven toe over in uiterst slecht gesorteerde, kleiige, zeer fijne zanden of zandige kleien, waarvan de gemiddelde korreldiameter \bar{x}_ϕ ligt tussen 5,5 en 7,5 ϕ en de standaardafwijking σ_ϕ tussen 3,5 en 4,25 ϕ .

In tal van ontsluitingen en boringen van meer noordelijk gelegen delen van het afzettingsbekken vindt men een gelijkaardige sekwentie weer. Te Egem (G.64, S. GEETS, 1978) komen in de topzone van de Formatie van Ieper - Lid van Egem tussen -4 en -6 m fijne zanden voor met dezelfde granulometrische kenmerken als de fijne zanden in het zuiden (fig. 15). Ze worden er eveneens bedekt (van -1 tot

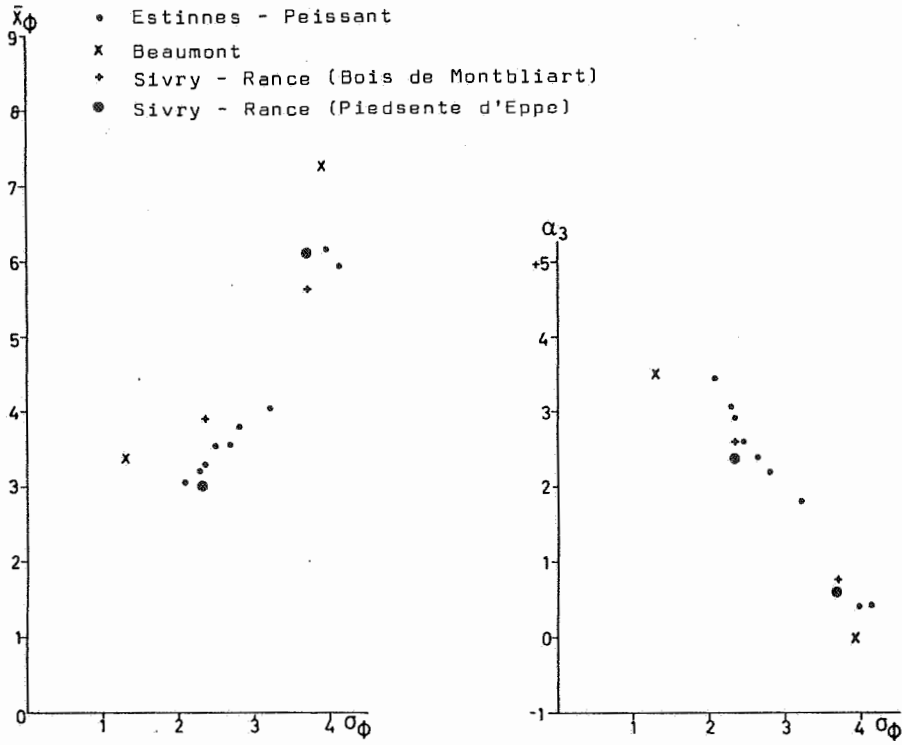


Fig. 14. Parameter-diagrammen van sedimenten uit de Formatie van Ieper

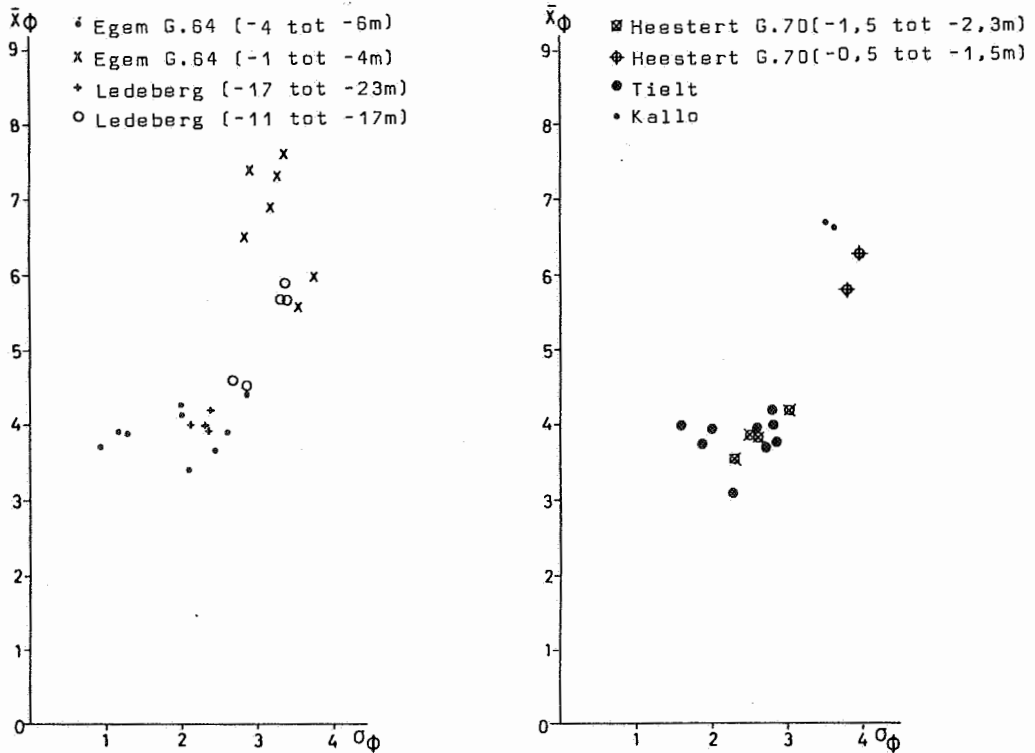


Fig. 15 en 16. $\bar{x}_\phi / \sigma_\phi$ -diagram van sedimenten uit de Formatie van Ieper in het noorden van het land.

-4 m) door uiterst slecht gesorteerde kleiige zanden (fig. 15), die daar echter behoren tot de Formatie van de Mont-Panisel - Lid van Pittem.

Ook in de boring te Ledeberg (221/E3/SWK/E/DB.6.10a) wordt de top van de Formatie van Ieper ingenomen door identieke, slecht gesorteerde, fijne zanden (tussen -17 en -23 m), die bedekt worden door uiterst slecht gesorteerde, kleiige, zeer fijne zanden (tussen -11 en -17 m), die er eveneens tot de basis van de Formatie van de Mont-Panisel gerekend worden (fig. 15).

In beide voorgaande gevallen werden vroeger ook de fijne zanden gerekend tot de basis van de Formatie van de Mont-Panisel (A. RUTOT, 1885, 1890) en als Paniseliaan-P1b gekarteerd.

In de nu verdwenen zandgroeve te Heestert (G.70, S. GEETS, 1969) kwamen onderaan (tussen -1,5 en -2,3 m) dezelfde zeer slecht gesorteerde, fijne zanden voor (fig. 16), die bovenaan overgaan in uiterst slecht gesorteerde, kleiige, fijne zanden (-0,5 tot -1,5 m) (fig. 16). Deze afzettingen werden oorspronkelijk als "Paniseliaan" gekarteerd, maar later tot de Formatie van Ieper gerekend (R. MARECHAL et al., 1964).

In de boring van Tielt (Geol. Dienst, ktbld. 68E nr. 169) bestaat gans de daar voorkomende topzone van de Formatie van Ieper uit gelijkaardige, fijne zanden (fig. 16), terwijl in deze van Kallo (Geol. Dienst, ktbld. 27E, nr. 148), juist onder het kleiige bovenlid van Merelbeke (vroeger Paniseliaan P1m) uiterst slecht gesorteerde, kleiige fijne zanden optreden, identiek aan deze bovenaan in de ontsluitingen ten zuiden van de Samber (fig. 16). Ze gaan naar onder echter over in slecht tot zeer slecht gesorteerde zeer fijne zanden met een gemiddelde afmeting \bar{x}_ϕ , gelegen tussen 4 en 5,4 ϕ en een standaardafwijking σ_ϕ begrepen tussen 1,75 en 3,0 ϕ .

III.3.2. C/M_diagram

De fijne zanden uit alle bestudeerde ontsluitingen zijn afkomstig van een gegradeerd suspensiesediment met gerolde korrels kleiner dan 1 mm, afgezet in een matig turbulente omgeving. De bovenliggende kleiige zanden ontstonden uit een uniforme suspensie met gerolde korrels kleiner dan 1 mm, afgezet onder weinig turbulente omstandigheden; het bovenste sediment uit Beaumont (La Gravelinne) is zelfs afgezet uit een zeer fijne uniforme suspensie (fig. 17a).

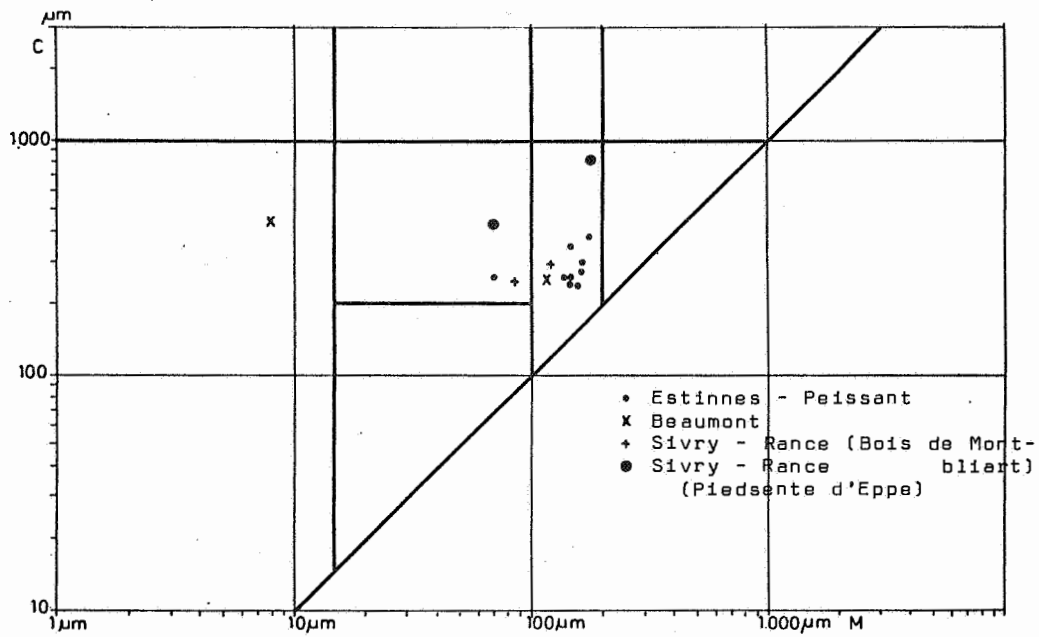


Fig. 17a. C/M-diagram van sedimenten uit de Formatie van Ieper

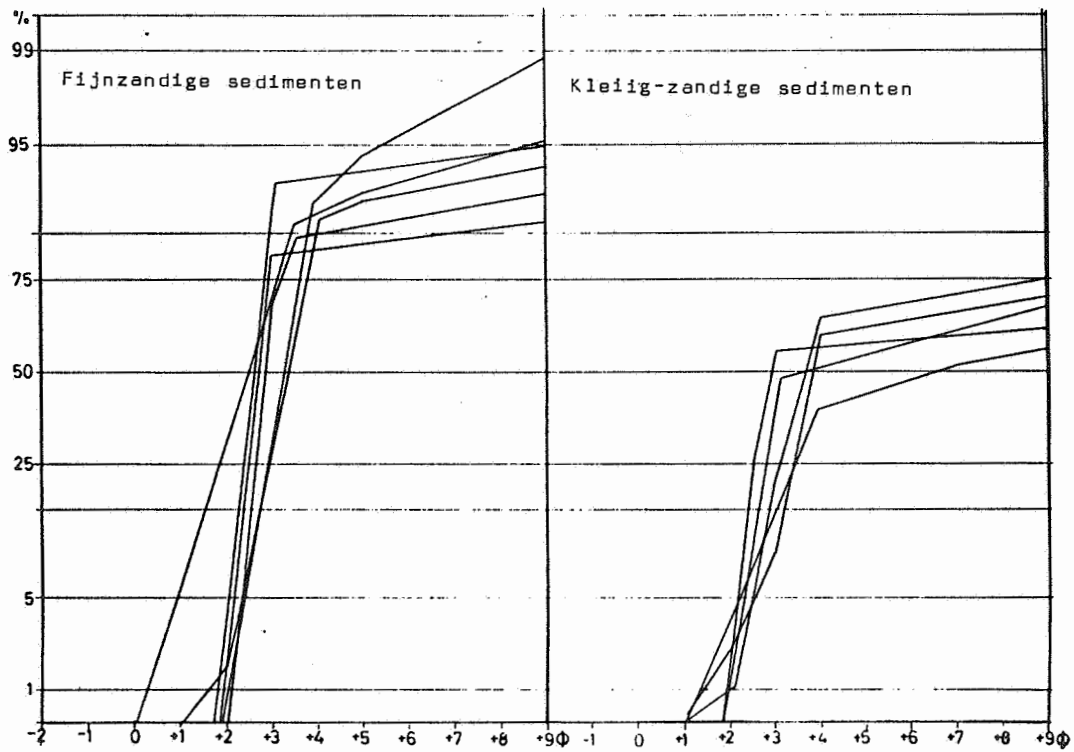


Fig. 17b. Kumulatieve kurven van sedimenten uit de Formatie van Ieper

De hierboven geschreven analoge sedimenten uit andere vindplaatsen van de Formatie van Ieper liggen in het C/M diagram eveneens op dezelfde plaats als hun homologen uit het zuiden van het afzettingsbekken (vb. Egem G.64, S. GEETS, 1978).

III.3.3. Waarschijnlijkheidskurven

De kumulatieve kurven, op waarschijnlijkheidspapier uitgezet, vertonen alle één duidelijke saltatiepopulatie met een belangrijke suspensiepopulatie, die in de fijnzandige sedimenten 10-20 % bedraagt en zelfs meer in de kleiige zanden bovenaan. Enkele monsters (NF 37 en NF 37 te Estinnes - Peissant, NF 43 en NF 44 te Sivry - Rance (Bois de Montbliart)) vertonen een traktatiepopulatie, die ongeveer 2 % van de curve beslaat (fig. 17b).

De fijn-zandige sedimenten zouden zijn afgezet op een vlak gedeelte van de kust voor het strand, terwijl de kleiig-zandige meer langs de monding van verdelingskanalen langs die kust zouden gevormd zijn.

III.3.4. Korrelgrootte-indices

De methode van DOEGLAS wijst, naast een fluviatiele omgeving, welke moeilijk te verzoenen blijkt met de vondst van mariene fossielen in sommige ontsluitingen, op zeer ondiepe sedimentatieomstandigheden, zoals getijde- en estuariumafzettingen.

III.3.5. Besluit

De onderzochte sedimenten uit de Formatie van Ieper in de nabijheid en ten zuiden van de Samber blijken granulometrisch zeer goed overeen te komen met deze, die meer naar het noorden van het bekken werden afgezet nabij de top van de formatie; ze schijnen sedimentatieomstandigheden aan te kondigen, die later zullen heersen in het onderste deel van de Formatie van de Mont-Panisel.

Ze zijn blijkbaar gevormd op een zeer vlakke kust; naar boven toe gebeurde de afzetting onder laag-energetische voorwaarden, zodat kleiigere sedimenten konden afgezet worden.

III.4. Zware mineralen

De zware-mineralenverdeling van de onderzochte sedimenten van de Formatie van Ieper wordt gekenmerkt door een overmaat aan ubiquisten. In deze groep is zirkoon overal het belangrijkste mineraal;

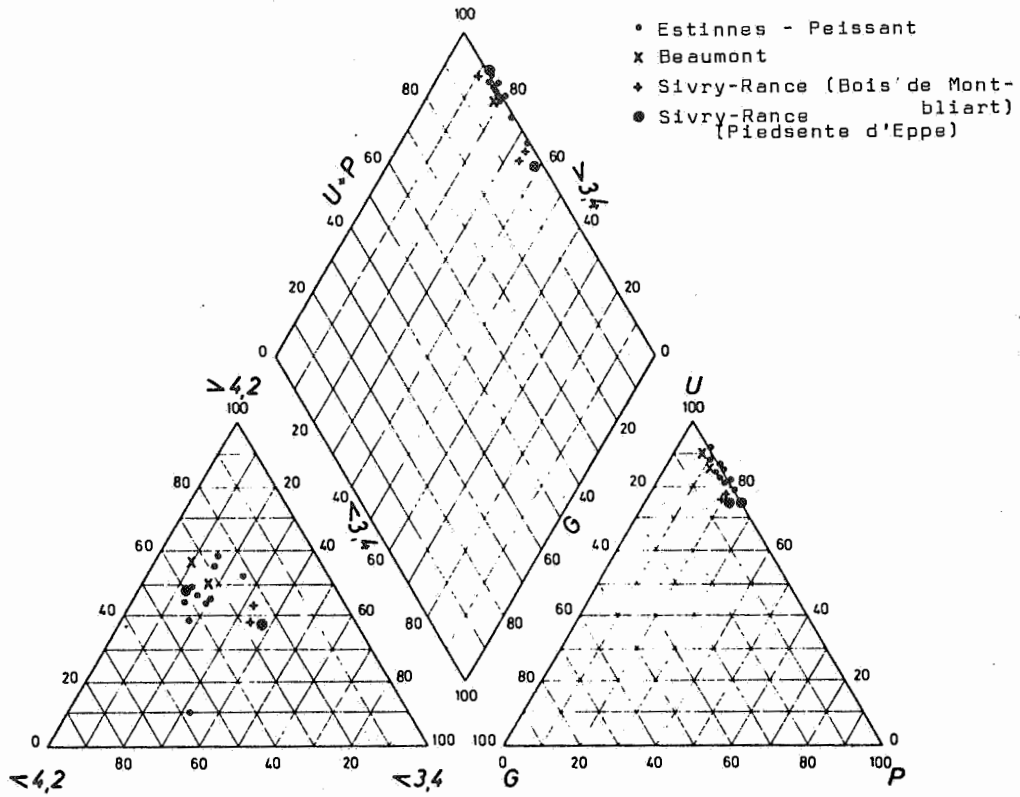


Fig. 18. Zware-mineraleninhoud van de Formatie van Ieper.

in de meeste monsters haalt rutiel een hoger percentage dan toermalijn, terwijl anataas bijna overal aanwezig is.

Globaal genomen is het gehalte aan stauroliet en distheen gelijk bij de parametamorfe mineralen, met soms een lichte overmaat aan het eerste mineraal; andalooesiet komt voor in alle monsters, zij het in mindere mate. Granaat en epidoot werden slechts sporadisch geteld.

Door het zeer lage gehalte aan granaat en epidoot is het zeer moeilijk een ekwivalent te vinden voor deze afzettingen in de goed-gedefiniëerde leden van de Formatie van Ieper, die meer naar het noorden voorkomen. In een boring te Pittem worden in de topzone van het Lid van Egem sedimenten gevonden met eenzelfde laag percentage aan beide mineralen (S. GEETS, W. DE BREUCK, 1982); te Braine-le-Compte (Marouset) en Braine-le-Compte - Hennuyères werd eveneens een zelfde zware mineralenverdeling gevonden in het sediment uit de Formatie van Ieper, dat voorkomt, juist onder de basis van de Formatie van Brussel. Zoals reeds bleek uit de resultaten van de korrelgrootte-analyses zouden de afzettingen van Estinnes - Peissant, Beaumont en Sivry - Rance behoren tot het topgedeelte van de Formatie van Ieper.

In het ruitvormig diagram (fig. 18) liggen de punten voor de sedimenten van Estinnes - Peissant en Beaumont langs de rechterbovenzijde, met 75 tot 90 % zwaardere mineraalsoorten; ze zouden zijn afgezet onder matig-turbulente sedimentatieomstandigheden. Deze uit de streek van Sivry - Rance liggen aan dezelfde zijde, maar met minder dan 70 % zwaardere soorten; deze sedimenten zijn afgezet onder kalmere voorwaarden.

III.5. De Zanden van Trélon

Het "Massief van Trélon - Ohain" vormt in het arrondissement Avesnes (Noord-Frankrijk) (fig. 1) een zeven tot acht kilometer lange, sterk ingesneden band van Tertiair zand, met WZW-DNO verloop, boven op het Paleozoïsche substraat.

Deze sedimenten werden oorspronkelijk door J. GRONNIER (1891) als "Landeniaan" aanzien. M. LERICHE (1903) beschouwde alleen de witte basiszanden als "Landeniaan", terwijl hij, op basis van schaarse fossielen, de bovenliggende gele, glauconiethoudende, kleiige zanden tot het "Lutetiaan" rekende. Na een nauwkeuriger paleontologisch onderzoek, bracht hij later (1936) deze laatste

zanden onder in het "Ieperiaan".

Onderaan in de ontsluiting komt slecht gesorteerd, fijn zand (2900) voor. Daarop volgen uiterst slecht gesorteerde kleiige zeer fijne zanden (2905, 2906), die overgaan in groflemig, kleiig, zeer fijn zand (2907, 2908) tot kleiige, zeer fijne leem (2909). Ze worden bedekt door uiterst slecht gesorteerde, kleiige, zeer fijne zanden (2911, 2912, 2913) (fig. 19).

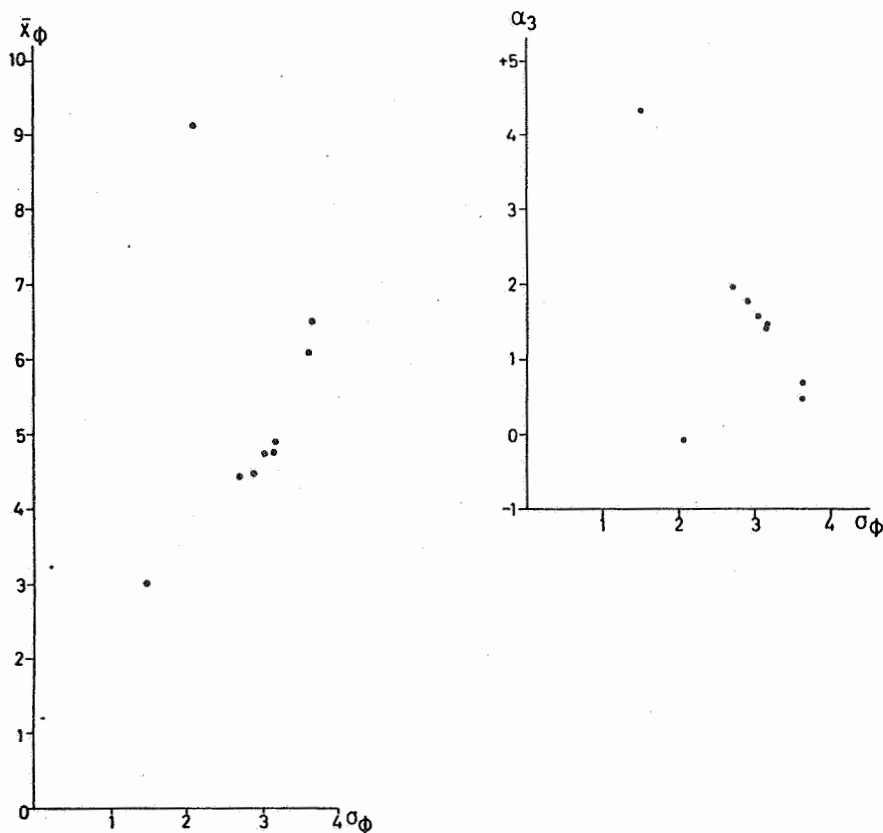


Fig. 19. Parameter-diagrammen van de Zanden van Trélon

De verdelingskurven zijn allemaal positief sterk asymmetrisch (overmaat aan fijn materiaal) : hun vorm is zeer tot uiterst leptokurtisch voor de fijne en kleiige zeer fijne zanden, en platykurtisch voor de grof-lemige, kleiige, zeer fijne zanden.

De zware mineraleninhoud is gekenmerkt door een extreem hoog gehalte aan ubikwisten, waarvan het gehalte schommelt tussen 99 en 85 %. Zirkoon is hierin het belangrijkste mineraal met gemiddeld 64 %, gevolgd door rutiel (24 %) en toermalijn (4 %). Granaat en epidoot komen slechts zeer sporadisch voor. De rest wordt ingenomen door parametamorfe mineralen, met ongeveer gelijke hoeveelheden

stauroliet en distheen (3 %), terwijl gemiddeld 1 % andaloesiet voorkomt.

Granulometrisch bekeken, uitgaande van het \bar{x}_ϕ/σ_ϕ - en het α_3/σ_ϕ -diagram (fig. 19), vertonen deze sedimenten veel meer gelijkenis met deze uit de Formatie van Landen uit de streek van Chimay en Doische (fig. 7 en 8), dan met deze uit de Formatie van Ieper te Estinnes - Peissant en Sivry - Rance (fig. 14).

De zware mineralenverdeling echter komt dan weer beter overeen met deze uit de afzettingen van de Formatie van Ieper in Henegouwen, door de sterke overheersing van zirkoon bij de ubikwisten en hetzelfde gehalte aan stauroliet en distheen in de groep van de parametamorfe mineralen. De sedimenten van de Formatie van Landen uit de streek van Chimay worden daarentegen gekenmerkt door een overmaat aan toermalijn bij de doorlopers.

Op basis van de mineralogische samenstelling, en geruggesteund door het paleontologisch onderzoek, zijn we dan ook geneigd, zoals M. LERICHE, deze afzettingen tot de Formatie van Ieper te rekenen.

HOOFDSTUK IV

Formatie van Brussel

IV.1. Historiek

Ten zuiden van de Samber komt een uitgebreide lob met afzettingen van de Formatie van Brussel voor in de streek van Ham-sur-Heure (Nalinnes, Gerpennes - Acoz), naast enkele kleinere te Châtelet - Bouffioulx en Ham-sur-Heure - Marbais. Verder naar het westen staan nog enkele resten getekend op de geologische kaart in de omgeving van Beaumont en Sivry - Rance, maar deze werden door LERICHE (1936) aanzien als "Ieperiaan" (zie hoofdstuk III).

Ten noorden van de Samber vindt men nog enkele afzonderlijke lobben, die van de doorlopende deklaag van de Formatie van Brussel gescheiden zijn door Paleozoïsche gesteenten : Jemeppe-sur-Sambre - Spy - Onoz, Sambreville - Velaine, Gembloux-sur-Orneau - Isnes.

A. DUMONT (M. MOURLON, 1878, 1879) verdeelde het "Brusselïaan" in twee etages, waarvan de onderste voornamelijk glauconiethoudend zand en klei, glauconiet- en kalkhoudend zand en kleilig zand met zand- en kalkstenen bevat, en de bovenste grinthoudende zandstenen en grint, en kalkhoudend of ferrugineus zand en zandstenen. Uit zijn beschrijvingen blijkt, dat volgens zijn indeling ten zuiden van de Samber enkel afzettingen van de bovenste etage voorkomen. Ook A. BRIART en F.L. CORNET (1879-1880) wezen op de aanwezigheid van "Brusselïaan"-zanden met fistuleuze en kalkhoudende zandstenen in dit gebied.

A. RUTOT (1887) beschreef enkele zandgroeven uit de omgeving van Sambreville - Velaine, die hij aan de hand van fossielen rekende tot het "Brusselïaan". In hetzelfde jaar beschreef hij het contact tussen het glauconiethoudend "Brusselïaan"-zand met zandstenen en basisgrint en het "Boven-Landenïaan" te Châtelet - Bouffioulx en Gerpennes - Acoz.

Volgens A. BRIART (1887-1888) kan de Formatie van Brussel in het gebied Tussen-Samber-en-Maas ingedeeld worden in :

1° een bovenste deel (b) met zanden en fistuleuze en kalkhoudende zandstenen, die dikwijls twee lagen vormen, gescheiden door een dikke laag zuiver zand (fossielhoudend te Ham-sur-Heure - Nalinnes).

2° een onderste deel (a) met grovere zanden en glauconiethoudende kalksteen, grintvoerend aan de basis, dat alleen ten oost-zuid-oosten van Ham-sur-Heure - Nalinnes wordt waargenomen.

X. STAINIER (1893) wees op het voorkomen van kleilagen in het zuidelijk faciës van het "Brusseliaan" (groeven van La Bruyère - Rhisnes - Bovesse, ten noorden van Namen) : het zouden fluvio-mariene sedimenten zijn, afgezet aan de rand van de "Brusseliaan"-zee.

L. BAYET (1896) rekende zijn tweede mariene afzettingsfase van het Eoceen in Tussen-Samber-en-Maas tot het "Brusseliaan", waarbij weinig-kleiige, glauconiet- en fossielhoudende zanden, die bovenaan kalkhoudend zijn, werden afgezet.

Volgens A. RUTOT (1903) zijn alle afzettingen van de Formatie van Brussel in Henegouwen kalkhoudend, met glauconiet onderaan (en basisgrint) en met zandstenen bovenaan, terwijl J. CORNET (1927) dan weer alleen het onderste deel kalkhoudend vond.

In zijn studie over de korrelgrootteverdeling van de Formatie van Brussel in Henegouwen "vergat" E. CLAEYS (1947) de lobben ten zuiden van de Samber. In het algemeen worden de zanden van het "Brusseliaan" grover en slechter geklasseerd van noord naar zuid.

M. GULINCK (1963) onderscheidde 5 faciës in de Formatie van Brussel : langs de oostrand van het bekken komen grove of grintachtige glauconiethoudende zanden voor met mergellenzen (faciës 5) (Ham-sur-Heure - Nalinnes, Sambreville - Velaine en Gembloux-sur-Orneau - Isnes), die bedekt worden door kalkhoudende zanden en friabele kalkstenen (faciës 4) (Ham-sur-Heure - Nalinnes, Jemeppe-sur-Sambre - Spy).

IV.2. Sedimentologische beschrijving van de ontsluitingen

IV.2.1. Ten noorden van de Samber

IV.2.1.1. Gembloux-sur-Orneau - Isnes (fig. 1.12., fig. 20a)

Coördinaten : x = 176,57

y = 134,02

Hoogteligging : + 180 D.P.

Stratigrafische ligging volgens geologische kaart : Brusseliaan op Frasniaan.

0 - 0,5 m : Kwartaire leembedekking

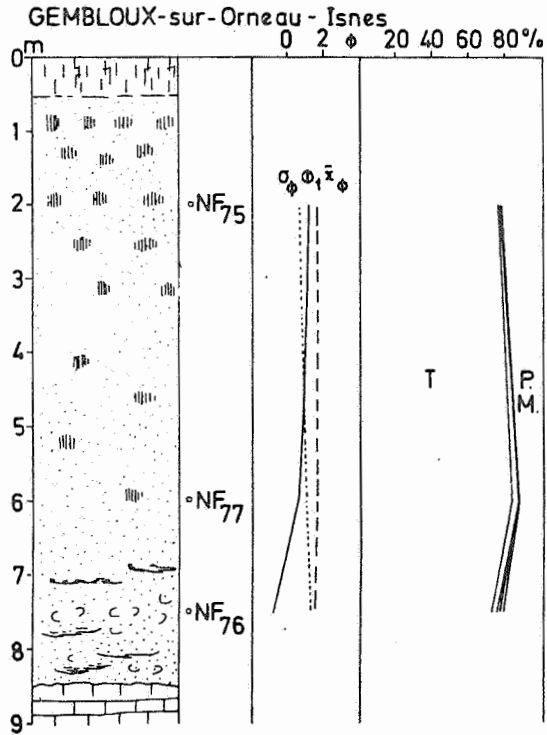


Fig. 20a

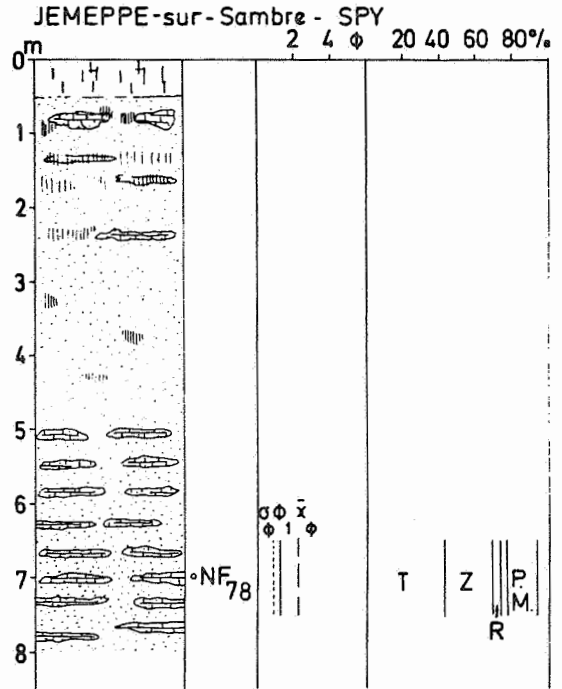


Fig. 20b

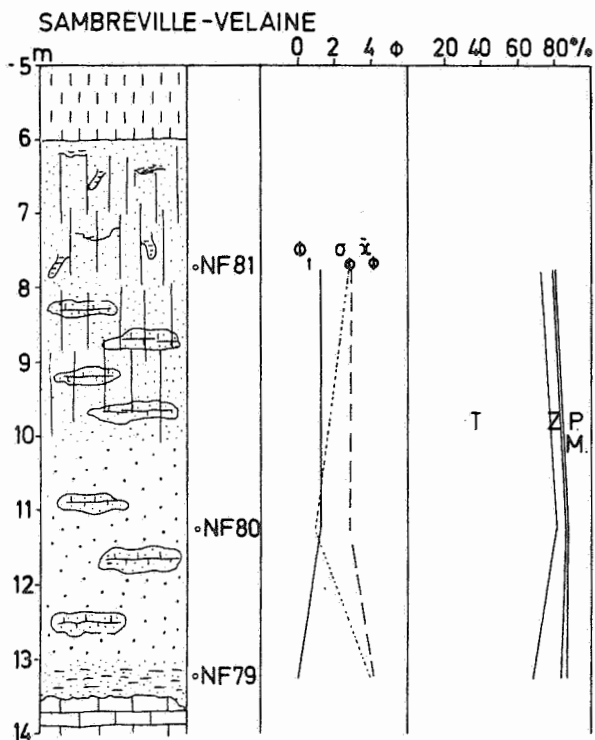


Fig. 20c

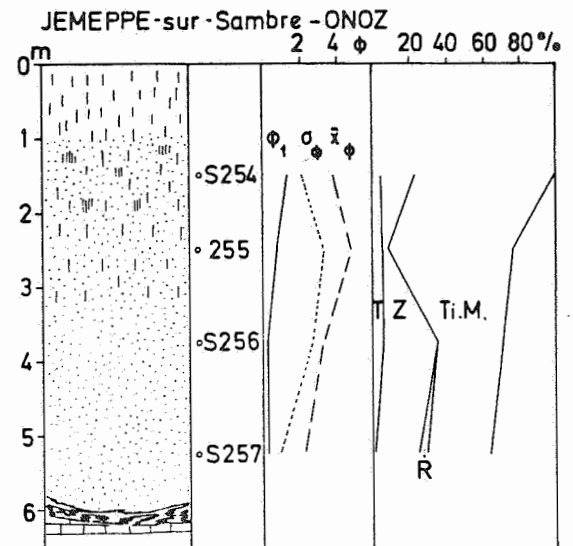


Fig. 20d

- 0,5 - 4,0 m : middelfijn zand (NF 75), met middelmatig goede sortering, voorkomend in afwisselend rode en bleekgele horizontale banden.
- 4,0 - 6,5 m : glauconiethoudend, bleek, middelmatig fijn zand (NF 77), middelmatig gesorteerd; de afwisseling in rode en bleke banden wordt onduidelijk.
- 6,5 - 8,5 m : bleek, glauconiet- en fossielhoudend, middelmatig grof zand (NF 76) met middelmatige sortering; talrijke kleine keitjes en kleilensjes komen voor.

De verfijning van de basis naar de top gaat gepaard met een verbetering in sortering van het sediment; de verdelingskurve gaat van negatief naar positief asymmetrisch bovenaan, maar de vorm ervan blijft leptokurtisch.

IV.2.1.2. Jemeppe-sur-Sambre - Spy (fig. 1.13., fig. 20b)

Coördinaten : x = 174,87

y = 130,90

Hoogteligging : + 170 O.P.

Stratigrafische ligging volgens geologische kaart : Brusseliaan op Boven-Viseaan.

- 0 - 0,5 m : Kwartaire leembedekking
- 0,5 - 5,0 m : fijn zand met horizontale, sterk gerubefiëerde zones, die kleiiger aanvoelen en waarin verkiezelingen optreden.
- 5,0 - 8,0 m : bleekgeel, glauconiethoudend, fijn zand (NF 78), horizontaal gelaagd en middelmatig gesorteerd, met een overmaat aan fijne deeltjes en een mesokurtische verdelingskurve : de 5 tot 10 cm dikke zandlagen wisselen af met even dikke lagen broze zandsteen.

IV.2.1.3. Sambreville - Velaine (fig. 1.14., fig. 20c)

Coördinaten : x = 168,85

y = 130,25

Hoogteligging : + 160 O.P.

Stratigrafische ligging volgens geologische kaart : Brusseliaan op Boven-Viseaan.

- 0 - 6,0 m : Kwartaire leembedekking
- 6,0 - 8,0 m : sterk roodgekleurd, uiterst slecht gesorteerd, middelmatig zand (NF 81), met talrijke lensjes

van en tubulaties opgevuld met grijze klei.

8,0 - 13,0 m : wit, middelmatig gesorteerd, fijn zand (NF 80) met talrijke hematietkleurige aanrijkingsbandjes in de bovenste 2 meter : in min of meer parallele banden komen onderbroken kwartsietbanken voor, roodg gekleurd bovenaan, wit onderaan.

13,0 - 13,5 m : kleilig, uiterst slecht gesorteerd, middelmatig zand (NF 79), bijzonder rijk aan glauconiet, dat gedeeltelijk geoxydeerd is. Het ligt op het kalksteen-substraat.

Buiten het basismonster, verslecht de sortering naar boven toe. De verdelingskurven vertonen alle een overmaat aan fijn materiaal, terwijl de vorm leptokurtisch tot uiterst leptokurtisch is.

De zware mineralen van Gembloux-sur-Orneau - Isnes, Jemeppe-sur-Sambre - Spy en Sambreville - Velaine bevatten gemiddeld 82 % ubikwisten, waarvan 71 % toermalijn. Zirkoon en rutiel komen in mindere mate voor, terwijl anataas slechts sporadisch optreedt. Naast enkele granaat- en epidootkorrels komen nog voornamelijk parametamorfe mineralen voor : gemiddeld 16 %. Andaloesiet met 9 % gemiddeld domineert duidelijk over stauroliet (6 %), terwijl distheen nauwelijks 1 % haalt.

IV.2.1.4. Jemeppe-sur-Sambre - Onoz (fig. 1.15., fig. 20d)

Coördinaten : x = 171,51

y = 131,07

Hoogteligging : + 140 O.P.

Stratigrafische ligging volgens geologische kaart : Brusseliaan in oplossingsholte van Boven-Viseaan.

0 - 0,75 m : Kwartaire leembedekking

0,75 - 2,0 m : geel, licht-geoxydeerd, middelmatig-lemig fijn zand (S 254) met een zeer slechte sortering.

2,0 - 3,25 m : bleekgeel, uiterst slecht gesorteerd, grof-lemig fijn zand (S 255).

3,25 - 6,0 m : bleekgeel tot wit fijn zand, bovenaan nog uiterst slecht gesorteerd (S 256), onderaan middelmatig gesorteerd (S 257).

6,0 - 6,25 m : zwarte kleilige laag boven de Paleozoïsche kalksteen. Naar boven toe wordt de gemiddelde afmeting kleiner en wordt de sortering slechter; het bovenste monster heeft waarschijnlijk

vermenging ondergaan met de Kwartaire leem. In dezelfde zin gaan de verdelingskurven van bijna symmetrisch tot positief sterk asymmetrisch, terwijl hun vorm variëert van platykurtisch tot mesokurtisch.

De zware mineralensamenstelling van de sedimenten uit deze ontsluiting verschilt sterk van deze uit de drie voorgaande. Naast gemiddeld 30 % alterieten, bestaat ze uit louter ubikwisten. Anataas, met gemiddeld 46 % is hierin het belangrijkste mineraal, naast 19 % zirkoon. Toermalijn en rutiel halen slechts respectievelijk 4 en 1 %.

Van alle post-Paleozoïsche sedimenten in België, wordt deze verdeling alleen gevonden in de Formatie van het Zand en het Grint van Thieu (R. MARLIERE en F. ROBASYNSKI, 1975) uit de Infra-Cretacische Groep : Weald faciës (S. GEETS en W. DE BREUCK, 1980). Opmerkelijk in dit verband is, dat A. RUTOT (1888) te Sambreville - Velaine onder het "Brusseliaan"-basisgrint over 1,30 m rode, grijze en zwarte plastische klei, met onderaan geel, grof zand met gerolde kwartsiet- en ftannietkeien heeft aangetroffen, die hij eveneens als een Weald-afzetting aanzag.

Uit het onderzoek van de keien en de kleien van de Weald-afzettingen in Henegouwen kwam J. CORNET (1927) tot het besluit, dat deze sedimenten afkomstig waren van de erosie van de Cambro-Silurische gesteenten van het Massief van Brabant, aangevoerd door een noord-zuid-gericht rivierstelsel. Het materiaal uit de ontsluiting van Jemeppe-sur-Sambre - Onoz heeft vermoedelijk hetzelfde bron-gebied.

Anataas wordt daarenboven in België slechts gevonden in Paleozoïsche gesteenten in het Massief van Brabant : in oude rhyolieten van het Onder-Siluur (ten westen van Nijvel, Sombrefe en Grand-Manil), in verweerde zones van Cambrische kwartsieten, samen met andere ubikwisten (te Nil-St. Vincent, Grand-Manil, Opprebais, Fodiaux, Chastres-Blanmont) en in de kwartsdioriet van Quenast (J. MELON, P. BOURGUIGNON, A.M. FRANSOLET, 1976).

IV.2.2. Ten zuiden van de Sambre

IV.2.2.1. Châtelet - Bouffioulx (fig. 1.16., fig. 21a)

Coördinaten : x = 158,82

y = 119,65

Hoogteligging : + 182,5 D.P.

Stratigrafische ligging volgens geologische kaart : Brusseliaan op Landeniaan op Viseaan.

- 0 - 0,75 m : Kwartair leemdek met bodemvorming
- 0,75 - 3,0 m : bruingeel, slecht gesorteerd, fijn zand (761), waarin horizontaal verlopende, onderbroken zandsteenbanken.
- 3,0 - 5,4 m : geel, slecht gesorteerd, fijn zand (760) met kleilenzen en basisgrint.
- 5,4 - 6,5 m : zand uit de Formatie van Landen.

De distributiekurve vertoont een overmaat aan fijn materiaal, terwijl de vorm variëert van zeer leptokurtisch (760) tot mesokurtisch (761).

De zware mineralen bevatten onderaan 87 % ubiquisten, met een overheersing van zirkoon (49 %) over toermalijn (20 %) en rutiel (17 %). Dit gehalte vermindert naar boven tot 76 %, terwijl toermalijn (41 %) het belangrijkste mineraal wordt en zirkoon en rutiel terugvallen tot respectievelijk 24 en 11 %.

Naast één granaatkorrel komen onderaan nog 12 % parametamorfe mineralen voor, met vooral distheen (9 %) naast stauroliet (3 %). Dit gehalte stijgt naar boven tot 23 % : stauroliet (11 %) en distheen (10 %) zijn de voornaamste leden, naast weinig andaloësiëet en sillimaniet.

IV.2.2.2. Gerpinnes - Acoz (fig. 1.17., fig. 21b)

Coördinaten : x = 160,70

y = 116,15

Hoogteligging : + 208 O.P.

Stratigrafische ligging volgens geologische kaart : Brusseliaan (op Landeniaan) op Givetiaan.

- 0 - 0,5 m : roodgele, kleiige grove leem, met grint aan de basis.
- 0,5 - 1,5 m : oranje leem, met duidelijke bodemontwikkeling.
- 1,5 - 2,5 m : gerubefiëerde kleiige leem, waarin er zich een paleosol heeft ontwikkeld.
- 2,5 - 3,5 m : bleekbruin, kleiig zand, met schuinverlopende rode banden.
- 3,5 - 5,5 m : geelrood, uiterst slecht gesorteerd, middelmatig zand (701), met talrijke roestvlekken.
- 5,5 - 7 m : groen, glauconiëthoudend, fijn zand (700) met slechte sortering.

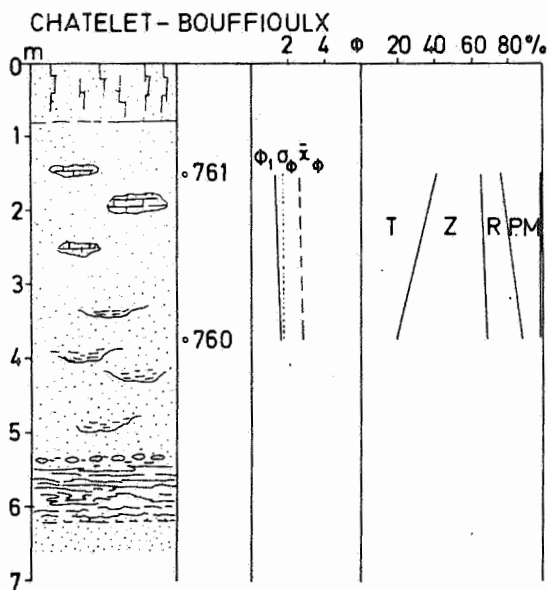


Fig. 21a

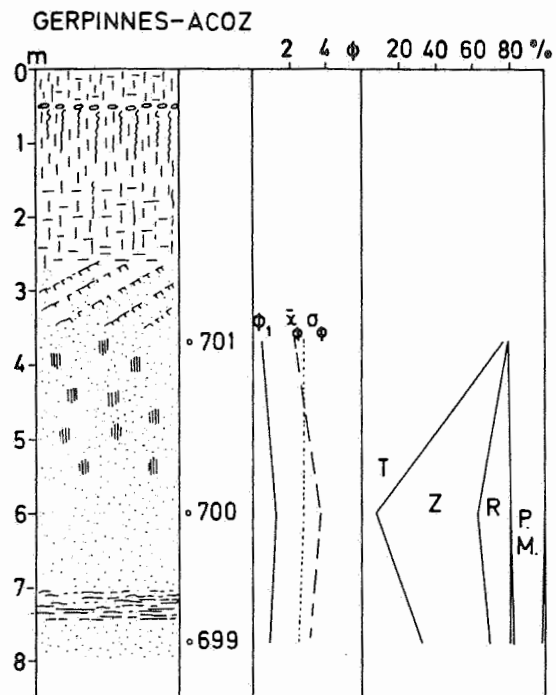


Fig. 21b

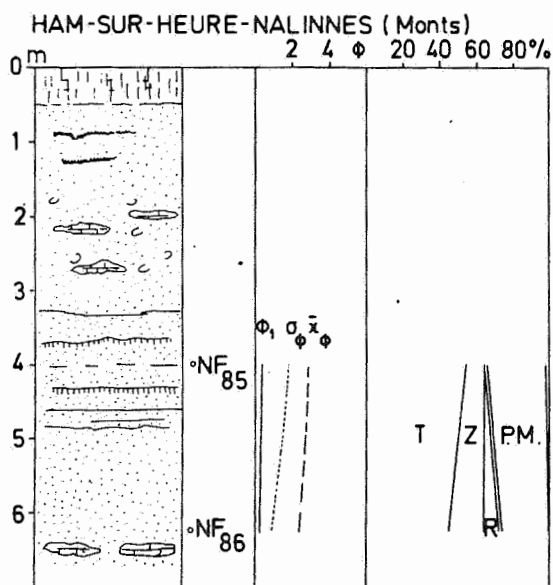


Fig. 21c

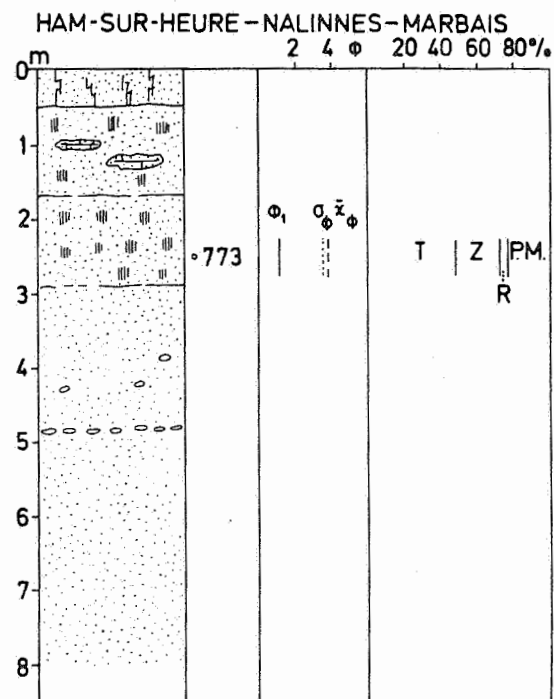


Fig. 21e

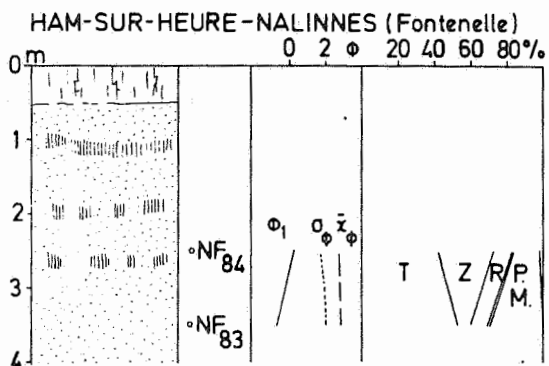


Fig. 21d

- 7 - 7,5 m : glauconiethoudend, fijn zand, horizontaal gelaagd.
7,5 - 8 m : geel, glauconiethoudend, zeer slecht gesorteerd,
fijn zand (699).

De verdelingskurven zijn alle positief sterk asymmetrisch met een uiterst leptokurtische vorm.

In tegenstelling tot de sterk gelijkende korrelgrootteverdeling, vertoont de zware mineraleninhoud duidelijke variaties. De ubikwisten halen gemiddeld 81 %, maar onderaan zijn de toermalijn- en zirkoongehalten met respektievelijk 32 en 38 % bijna even belangrijk. In het midden van het profiel stijgt zirkoon tot 55 %, terwijl toermalijn maar 8 % haalt. Bovenaan daalt zirkoon tot 2 %, terwijl toermalijn naar 78 % stijgt. Rutiel heeft, met lagere percentages hetzelfde gedrag als zirkoon.

In de groep van de parametamorfe mineralen (19 % gemiddeld) blijft stauroliet konstant op 8 %. Distheen daalt van 6 naar 2 % naar boven toe, terwijl het andaloësietgehalte van 3 tot 10 % stijgt.

IV.2.2.3. Gerpennes - Joncret (fig. 1.18.)

Coördinaten : x = 160,44

y = 116,26

Hoogteligging : + 203 O.P.

Stratigrafische ligging volgens geologische kaart : Brusseliaan (op Landeniaan) op Givetiaan.

Onder in de groeve komt geel, glauconiethoudend, zeer slecht gesorteerd, fijn zand (729) voor, met een positief sterk asymmetrische verdelingskurve, waarvan de vorm uiterst leptokurtisch is; een identiek sediment wordt gevonden onderaan in de ontsluiting van Gerpennes - Acoz (699). Daarnaast komt donkergrijze uiterst slecht gesorteerde, kleiige grove leem (732) voor.

Het zandige sediment bevat 90 % ubikwisten, met 56 % zirkoon, 12 % toermalijn en 20 % rutiel. De overige 10 % worden door parametamorfe mineralen ingenomen, met voornamelijk stauroliet en distheen (elk 4 %). Naast enkele toermalijn-, andaloësiet- en sillimanietkorrels komen in de kleiige grove leem 56 % zirkoon en 40 % rutiel voor.

IV.2.2.4. Ham-sur-Heure - Nalennes (Couture) (fig. 1.1., fig. 5a)

Coördinaten : x = 155,66

y = 112,95

Hoogteligging : + 210 O.P.

Stratigrafische ligging volgens geologische kaart : Brusseliaan op Landeniaan op Emsiaan.

- 0 - 1,0 m : Kwartaire leembedekking, waarvan de dikte lokaal sterk variëert.
- 1,0 - 4,0 m : glauconiethoudend, geelrood, zeer slecht gesorteerd, fijn zand (713)
- 4,0 - 4,1 m : schuinverlopend, oranjegekleurd bandje van zeer slecht gesorteerd, fijn zand (712).
- 4,1 - 5,5 m : groen, glauconiethoudend, fijn zand, slecht gesorteerd bovenaan (NF 82), zeer slecht onderaan (714, 711).
- 5,5 - 5,7 m : golvend grintlaagje met kleine, hoekige orthokwartsietfragmentjes en ijzer- en mangaanoxydekonkreties, vermengd met uiterst slecht gesorteerd, grof zand (710).
- 5,7 - 8,0 m : zand van de Formatie van Landen.

De verdelingskurven vertonen alle een positieve asymmetrie (overmaat aan fijn materiaal); hun vorm is zeer of uiterst leptokurtisch.

Driekwart van de zware mineralen bestaat uit ubikwisten, waarvan 45 % zirkoon. Toermalijn haalt 18 %, rutiel 12 %. Naast enkele sporadische granaat- en epidootkorrels komen nog alleen paramorfie mineralen voor : stauroliet is in deze groep het belangrijkste mineraal met een gemiddelde van 14 %, gevolgd door distheen (6 %) en andaloesiet (3 %).

IV.2.2.5. Ham-sur-Heure - Nalinnes (Monts) (fig. 1.19., fig. 21c)

Coördinaten : x = 156,55

y = 112,85

Hoogteligging : + 220 O.P.

Stratigrafische ligging volgens geologische kaart : Brusseliaan (op Landeniaan) op Emsiaan.

- 0 - 0,5 m : Kwartaire leembedekking
- 0,5 - 3,5 m : bruingroen, glauconiethoudend, slecht gesorteerd, fijn zand; verspreide, weinig gekonsolideerde zandstenen.
- 3,5 - 5,0 m : zeer glauconietrijk, horizontaal gelaagd, fijn zand (NF 85), met slechte sortering; sporadische rosse banden.

5,0 - 6,5 m : grijs, glauconiethoudend, middelmatig gesorteerd fijn zand (NF 86), bijzonder rijk aan fossielen (Ditrupa, Bryozoa, fragmenten van Pelecypoden-schelpen), met onderaan een niet-doorlopende zandsteenbank.

De verfijning naar boven toe gaat gepaard met een verslechtering van de sortering. In dezelfde richting gaat de verdelingskurve van negatief asymmetrisch (overmaat aan grof materiaal) naar positief asymmetrisch, terwijl de vorm zeer leptokurtisch blijft.

De zware mineralen bevatten gemiddeld 68 % ubikwisten, waarin toermalijn (50 %) het belangrijkste mineraal is. Daarop volgen zirkoon (13 %) en rutiel (4 %) terwijl anataas slechts 1 % haalt. Naast één granaatkorrel komen nog slechts parametamorfe mineralen voor, met voornamelijk stauroliet (15 %), naast andaloesiet (8 %) en distheen (7 %).

IV.2.2.6. Ham-sur-Heure - Nalinnes (Fontenelle) (fig. 1.20., fig.21d)

Coördinaten : x = 154,55

y = 111,82

Hoogteligging : + 195 O.P.

Stratigrafische ligging volgens geologische kaart : Brusseliaan (op Landeniaan) op Emsiaan.

0 - 0,5 m : Kwartaire leemdebekking

0,5 - 3,0 m : wit, slecht gesorteerd, fijn zand (NF 84), met rosse banden, die naar beneden toe in intensiteit verminderen.

3,0 - 4,0 m : glauconiethoudend, slecht gesorteerd, fijn zand (NF 83), met donkere puntjes van mangaanoxijde.

De verdelingskurven vertonen een overmaat aan fijne deeltjes, terwijl de vorm zeer of uiterst leptokurtisch is.

Met een gemiddeld gehalte van 77 % vormen de ubikwisten de belangrijkste groep van de zware mineralen. Toermalijn haalt gemiddeld 48 %, naast 18 % zirkoon en 10 % rutiel, met slechts 1 % anataas. Wel stijgt het zirkoongehalte naar boven toe, ten koste van toermalijn en de parametamorfe mineralen. In deze laatste groep (22 % gemiddeld) komen 9 % stauroliet, 7 % andaloesiet en 6 % distheen voor. Slechts één granaatkorrel werd geteld.

IV.2.2.7. Ham-sur-Heure - Marbais (fig. 1.21., fig. 21e)

Coördinaten : x = 150,67

y = 112,78

Hoogteligging : + 190 O.P.

Stratigrafische ligging volgens Geologische kaart : Brusseliaan op Landeniaan op Krijt en Emsiaan.

0 - 0,5 m : Kwartaire leembedekking

0,5 - 1,75 m : sterk roodgekleurd, fijn zand, met enkele afzonderlijke zandstenen.

1,75 - 3,0 m : geelbruin, uiterst slecht gesorteerd, middelmatig zand (773) met roestvlekken.

3,0 - 5,0 m : geelbruin, middelmatig zand, met dun grintlaagje met kwarts- en silexkeien.

5,0 - 8,0 m : zand van de Formatie van Landen.

De verdelingskurve is positief sterk asymmetrisch en de vorm uiterst leptokurtisch.

In de zware mineralenverdeling komen 76 % ubikwisten voor, waar- onder toermalijn (48 %) het voornaamste lid is; zirkoon haalt 24 % en rutiel 4 %. Daarnaast komen enkel parametamorfe mineralen voor met voornamelijk andalooesiet (11 %) en stauroliet (10 %) en weinig distheen en sillimaniet.

IV.3. Korrelgrootteverdeling en afzettingsomstandigheden

IV.3.1. Korrelgrootteverdeling

De sedimenten uit de Formatie van Brussel ten noorden van de Samber bestaan in de lob van Gembloux-sur-Orneau - Isnes uit middelmatig gesorteerde, middelmatig grof tot -fijn zand met een gemiddelde korrelafmeting \bar{x}_ϕ , begrepen tussen 1,40 en 1,70 ϕ en een standaarddeviatie σ_ϕ , gelegen tussen 0,75 en 1,25 ϕ (fig. 22). Eenzelfde middelmatige sortering vindt men te Jemeppe-Sur-Sambre - Spy en in het midden van het profiel te Sambreville - Velaine, waar de afzettingen bestaan uit fijn zand. In deze laatste ont- sluiting komt dit sediment voor tussen uiterst slecht gesorteerd middelmatig zand met een gemiddelde korrelgrootte \bar{x}_ϕ van 2,75 tot 4,10 ϕ en een standaardafwijking σ_ϕ groter dan 2,75 ϕ (fig. 22). Opmerkelijk is dat in Gembloux-sur-Orneau - Isnes en in Sambreville - Velaine het sediment in kontakt met het kalksteensubstraat een kleinere ϕ_1 -waarde (belangrijkere grove fraktie) heeft, terwijl de

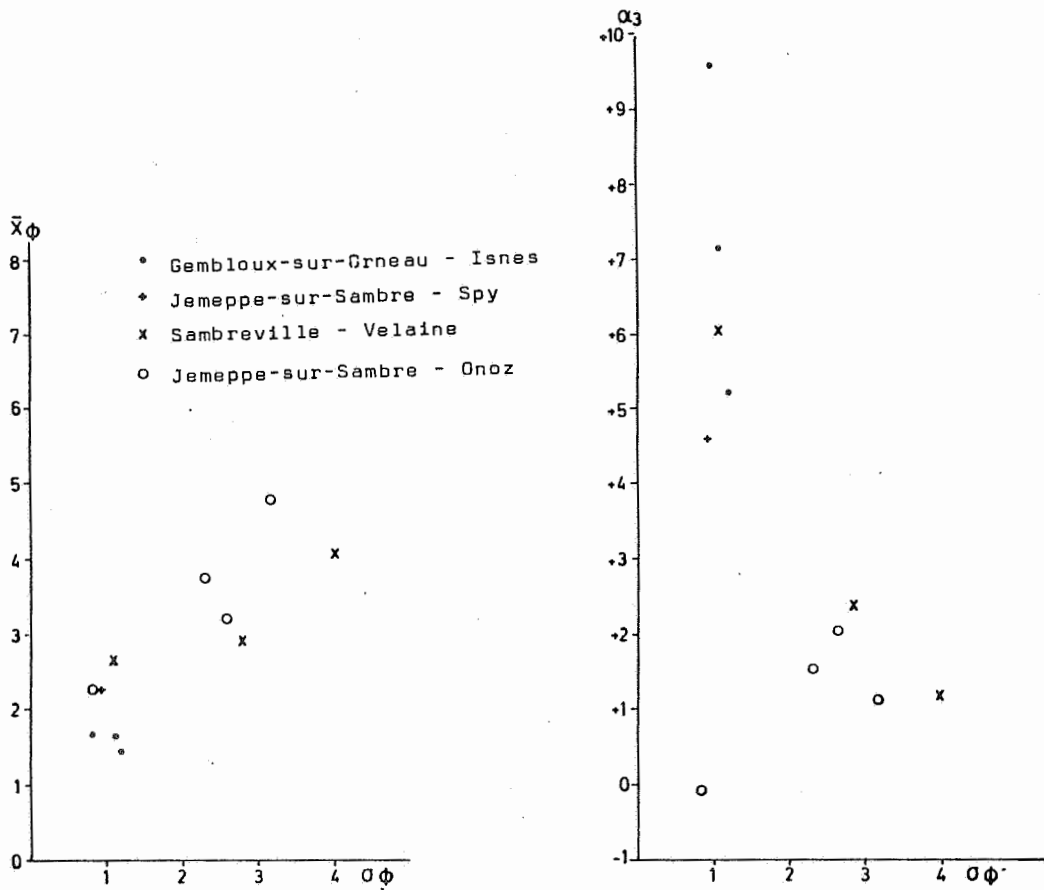


Fig. 22. Parameter-diagrammen van sedimenten uit de Formatie van Brussel, ten noorden van de Samber.

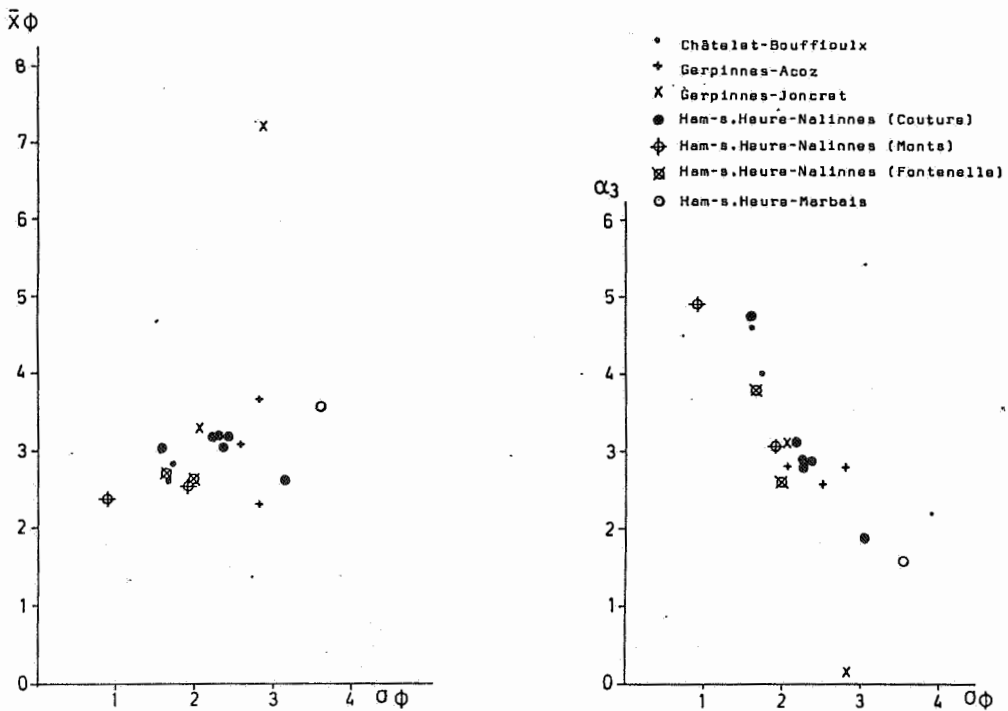


Fig. 23. Parameter-diagrammen van sedimenten uit de Formatie van Brussel, ten zuiden van de Samber.

globale korrelafmeting van de basisafzetting kleiner is dan deze van de bovengelegen sedimenten.

Dezelfde middelmatig gesorteerde, middelmatige zanden worden gevonden te Fleurus - Heppignies (E. CLAEYS, 1947), met een gemiddelde korrelafmeting \bar{x}_ϕ gelegen tussen 1,65 en 1,95 ϕ en een standaardafwijking σ_ϕ , begrepen tussen 0,80 en 1,30 ϕ . Deze ontsluiting behoort tot de zuidelijke zand van de doorlopende deklaag van de Formatie van Brussel.

Meer naar het noorden komen gelijkaardige zanden ($\bar{x}_\phi = 1,75 - 2,27 \phi$, $\sigma_\phi = 0,47 - 0,74 \phi$) ook voor in de groeven van Braine-le-Compte (Marouset, La Houssière), Braine-le-Compte - Hennuyères, Ittre - Virginal-Samme (E. CLAEYS, 1947). Ze worden van de vorige afzettingen gescheiden door een zuidwest-noordoost verlopende band, van Le Roeulx over Pont-à-Celles - Obaix tot Chaumont - Gistoux, waar middelmatig gesorteerde, fijne zanden voorkomen ($\bar{x}_\phi = 2,75 - 3,49 \phi$, $\sigma_\phi = 0,79 - 1,98 \phi$) (E. CLAEYS, 1947).

Ten zuiden van de Samber bestaan de sedimenten van de Formatie van Brussel uit zeer slecht tot uiterst slecht gesorteerde, fijne en zeer fijne zanden, waarvan de meerderheid een gemiddelde korrelafmeting \bar{x}_ϕ heeft, gelegen tussen 2,6 en 3,3 ϕ en een standaardafwijking van 1,5 tot 2,5 ϕ (fig. 23).

De sedimenten uit Ham-sur-Heure - Nalinnes (Couture) en Ham-sur-Heure - Marbais behoren tot het onderste deel van de formatie : buiten het basismonster hebben zij de kleinste gemiddelde korrelafmeting (grootste \bar{x}_ϕ -waarde) in dit gebied. Deze van de gehuchten Monts en Fontenelle te Ham-sur-Heure - Nalinnes zijn iets grover (kleinere \bar{x}_ϕ en ϕ_1 -waarden) en komen hoger in de sekwentie voor.

De ontsluitingen van Gerpennes - Acoz en - Joncret bevatten eveneens fijnere zanden en werden vlakbij de basis afgezet : ze vergroeven naar boven toe. De afzettingen van Châtelet - Bouffioulx zijn uit hetzelfde niveau afkomstig als deze van Ham-sur-Heure - Nalinnes (Monts) en - (Fontenelle) (fig. 23).

IV.3.2. C/M-diagram

In Sambreville - Velaine en Gembloux-sur-Orneau - Isnes gaat het hoog-turbulent, gegradeerd suspensiesediment met grote gerolde korrels aan de basis over in een hoog-turbulent, gegradeerd suspensiesediment; dit laatste vindt men eveneens in Jemeppe-sur-Sambre - Spy (fig. 24).

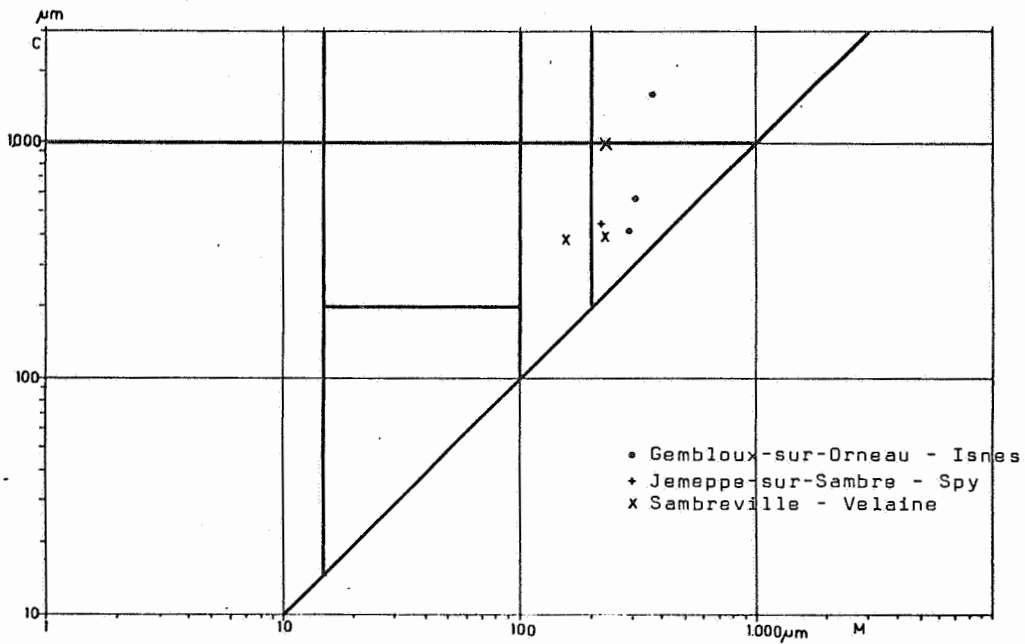


Fig. 24. C/M-diagram van sedimenten uit de Formatie van Brussel, ten noorden van de Sambre.

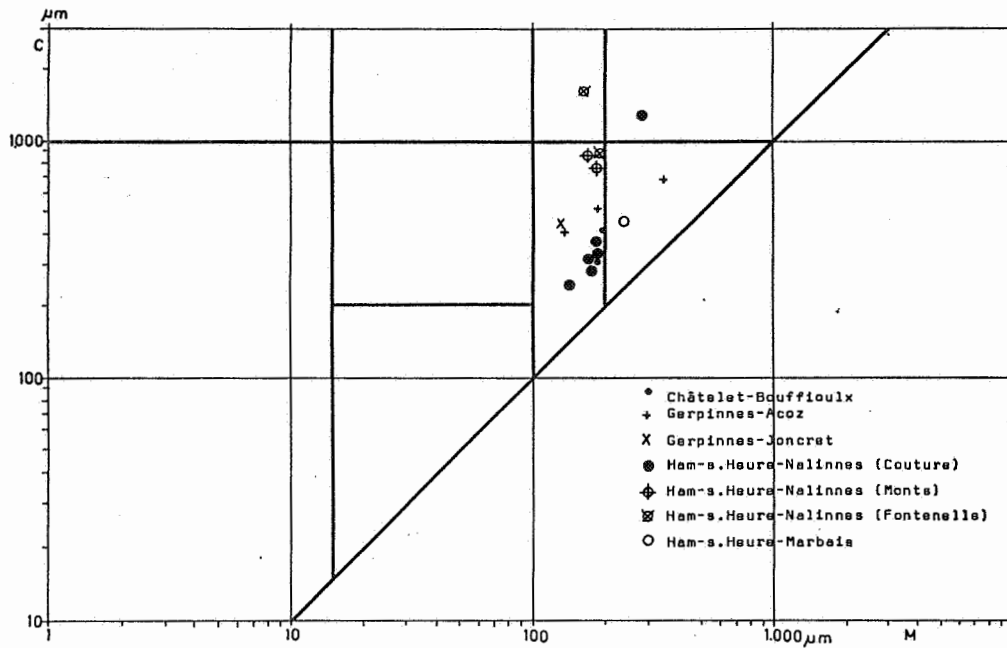


Fig. 25. C/M-diagram van sedimenten uit de Formatie van Brussel, ten zuiden van de Sambre.

Te Ham-sur-Heure - Nalinnes (Couture) bestaat de basisafzetting uit een hoog-turbulent, gegradeerd suspensiesediment met grote gerolde korrels, dat naar boven toe overgaat in een matig-turbulent gegradeerd suspensiesediment; in Ham-sur-Heure - Nalinnes (Monts), Gerpennes - Joncret en Châtelet - Bouffioulx wordt een gelijkaardig sediment gevonden. Ook in Ham-sur-Heure - Nalinnes (Fontenelle) komt een matig-turbulent, gegradeerd suspensiesediment voor, dat onderaan nog grote, gerolde korrels bevat. Te Gerpennes - Acoz gaat ditzelfde sediment naar boven toe over in een hoog turbulent type, wat eveneens in Ham-sur-Heure - Marbais wordt gevonden (fig. 25).

IV.3.3. Waarschijnlijkheidskurven

Te Gembloux-sur-Orneau - Isnes, Jemeppe-sur-Sambre - Spy en in het middendeel van de ontsluiting te Sambreville - Velaine krijgt men probabiliteitskurven met twee saltatiepopulaties, met breekpunt tussen 1 en 2 ϕ (500 en 250 μ m), waarin een belangrijke grove populatie; de suspensiepopulatie is verwaarloosbaar (< 3 %). Deze sedimenten ontstonden langs een kust met sterke stromingen (fig. 26).

Het basissediment te Sambreville - Velaine bestaat uit een traktiepopulatie, een saltatiepopulatie en een belangrijke suspensiepopulatie, terwijl het topsediment van de ontsluiting een probabiliteitskurve heeft met enkel één saltatiepopulatie en een suspensiepopulatie, met breekpunt op 3 ϕ . Deze sedimenten ontstonden vermoedelijk in verdelingskanalen van een estuarium of wadden-gebied.

In het gebied ten zuiden van de Samber kunnen twee verschillende groepen van kumulatieve kurven op waarschijnlijkheidspapier onderscheiden worden.

De sedimenten te Ham-sur-Heure - Nalinnes (Couture), - Marbais, Gerpennes - Acoz en Châtelet - Bouffioulx bezitten slechts één saltatiepopulatie en een suspensiepopulatie, het breekpunt tussen de twee populaties ligt altijd tussen 3 en 4 ϕ (125 en 63 μ m). Ze vertonen het typisch beeld van kanaalzanden, afgezet langs een vlakke kust of in verdelingskanalen van een estuarium; de aanwezigheid van kleilaagjes en -lenzen wijst eveneens op een sedimentatie in een ondiep milieu (fig. 27.I.).

De waarschijnlijkheidskurven van de sedimenten van Ham-sur-Heure - Nalinnes (Monts) en - (Fontenelle) en Gerpennes - Joncret vertonen

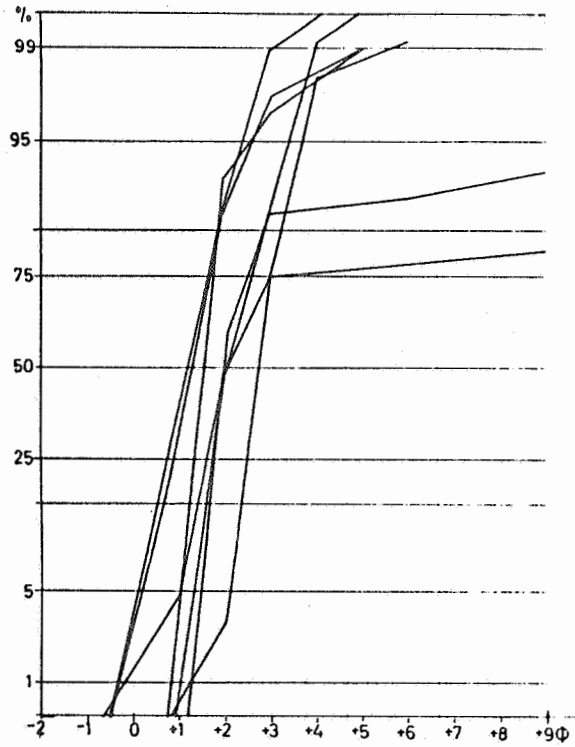


Fig. 26. Kumulatieve kurven van sedimenten van de Formatie van Brussel, ten noorden van de Samber.

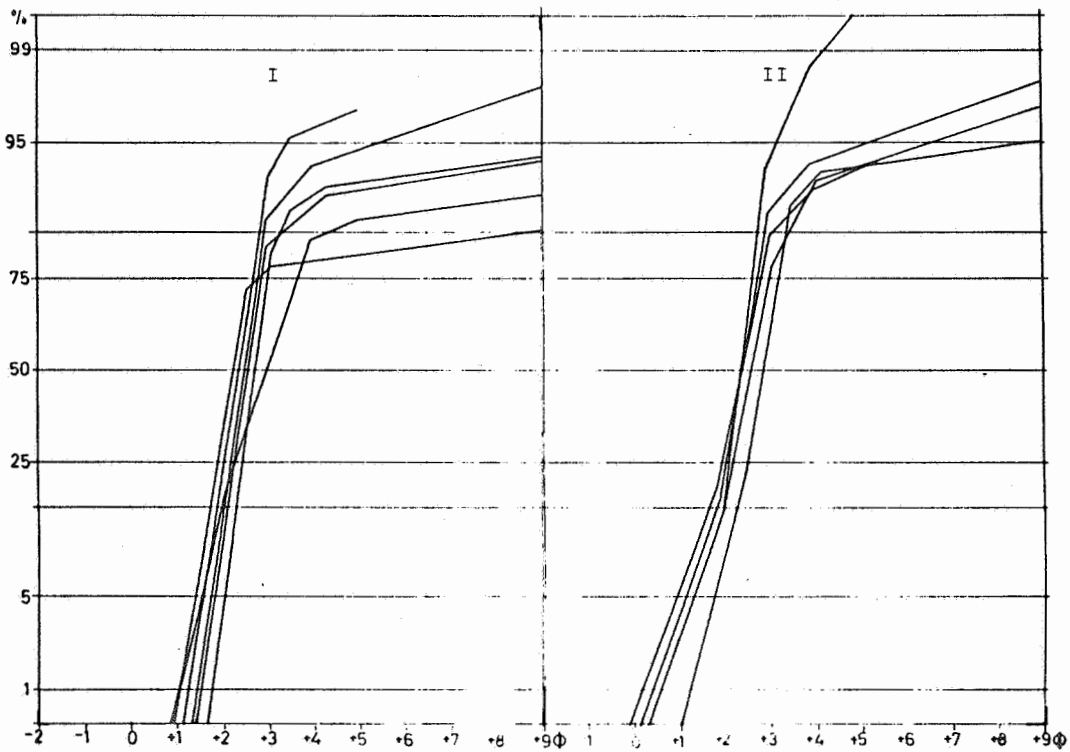


Fig. 27. Kumulatieve kurven van sedimenten van de Formatie van Brussel, ten zuiden van de Samber.

duidelijk twee saltatiepopulaties met een breekpunt rond 2ϕ ($250 \mu\text{m}$) en een suspensiepopulatie, met een breekpunt tussen 3 en 4ϕ . De afzetting gebeurde vermoedelijk op de voorkust; het relatief hoog percentage aan fijn suspensiemateriaal ($+ 10 \%$) is vermoedelijk te wijten aan het ontbreken van een sterke kuststroming om dit weg te voeren (fig. 27.II.).

IV.3.4. Korrelgrootte-indices

Tussen de afzettingsmogelijkheden, die door de methode van DOEGLAS worden aangegeven voor de ontsluitingen te Ham-sur-Heure - Nalinnes (Couture) en - Marbais, Gerpennes - Acoz en Châtelet - Bouffioulx overheersen de fluviatiele sedimentatieomstandigheden. Rekening houdend met de gegevens uit de andere methodes en veldwaarnemingen, duiden zij naar alle waarschijnlijkheid ook op een afzetting in verdelingskanalen nabij een vlakke kust. De indices voor de sedimenten uit Ham-sur-Heure - Nalinnes (Monts) en - (Fontenelle) en Gerpennes - Joncret geven geen uitsluitsel over de sedimentatieomgeving.

Buiten de basis- en de topsedimenten te Sambreville - Velaine, die eveneens fluviatiele omstandigheden (lees verdelingskanalen) aangeven, wijzen de indices voor de andere sedimenten uit het gebied ten noorden van de Samber duidelijk op een strandfaciës, wat overeenkomt met de andere gegevens.

IV.3.5. Besluit

De sedimenten van de Formatie van Brussel, die voorkomen ten zuiden van de Samber, bestaan uit zeer slecht tot uiterst slecht gesorteerde fijne zanden, terwijl deze ten noorden ervan middelmatig gesorteerde, middelmatig-grof tot -fijne zanden zijn.

Globaal genomen wordt een vergroving naar boven toe opgemerkt in de bestudeerde ontsluitingen. Eenzelfde tendens, samen met een verbetering in de sortering van het sediment, treedt op van zuid naar noord, onderbroken door een zuidwest-noordoost-verlopende zone van fijner materiaal nabij de zuidrand van de doorlopende bedekking van de Formatie van Brussel.

Vermoedelijk begon de sedimentatie in het zuiden langs een vlakke kust, met veel aanvoer van materiaal en/of snelle afzetting, waarbij weinig selectie plaatsvond. Naarmate de sedimentatie vorderde stelde zich een hoger-energetisch regime met konstante - en

getijdestromingen in, waarbij de afzetting plaatsvond in verdelingskanalen en langs stranden. Deze laatste voorwaarden schijnen te overheersen bij de vorming van de sedimenten ten noorden van de Samber.

IV.4. Zware mineralen

In de afzonderlijke resten van de Formatie van Brussel ten noorden van de Samber komen zeer veel ubikwisten voor : hierin overheerst altijd toermalijn, naast zeer weinig zirkoon en rutiel. In de groep van de parametamorfe mineralen is andaloesiet (onder de vorm van typische grote korrels) het voornaamste mineraal; ernaast komt alleen nog stauroliet in belangrijke hoeveelheden voor. Granaat en epidoot treden alleen zeer sporadisch op, behalve te Jemeppe-sur-Sambre - Spy (7 % granaat).

Langs de zuidrand van het doorlopend dek van sedimenten van de Formatie van Brussel wordt eenzelfde zware mineralenassociatie weergevonden : de ubikwisten, met toermalijn als voornaamste vertegenwoordiger, overheersen (S. GEETS & W. DE BREUCK). Daarnaast komen nog belangrijke hoeveelheden parametamorfe mineralen voor, waarin andaloesiet en, in mindere mate, stauroliet domineren; distheen is eveneens ondergeschikt (fig. 28a).

Granaat en epidoot komen slechts voor in de meer noordwestelijk gelegen ontsluitingen, boven een lijn vertrekkend ten noorden van Ecaussines naar Court-Saint-Etienne en die verder loopt in noord-oostelijke richting. Ze zijn zeldzaam beneden deze lijn : ontsluitingen te Ecaussines, Court-Saint-Etienne, Mont-Saint-Guibert en Perwez - Thorembois-les-Béguines zijn er voorbeelden van (S. GEETS, W. DE BREUCK).

In het gebied ten zuiden van de Samber komen twee verschillende zware mineralenassociaties voor. In de basissedimenten van de formatie te Ham-sur-Heure - Nalinnes (Couture), Gerpennes - Acoz en - Joncret en onderaan in Châtelet - Bouffioulx is zirkoon het belangrijkste mineraal in de groep van ubikwisten, gevolgd door toermalijn en rutiel. Bij de parametamorfe mineralen overheerst stauroliet; distheen en andaloesiet (nog typische grote korrels) komen in mindere mate voor.

Hogerop in de sekwentie, te Ham-sur-Heure - Nalinnes (Monts en Fontenelle), de topzone van Gerpennes - Acoz en de top van Châtelet - Bouffioulx, domineert toermalijn bij de doorlopers,

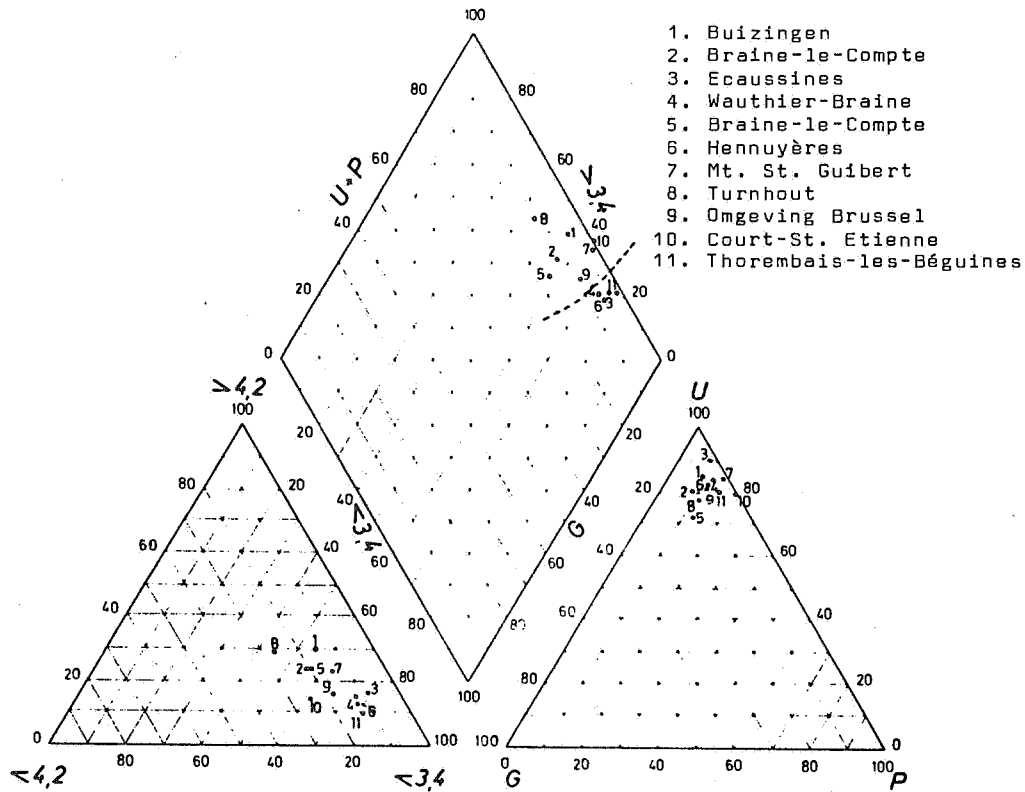


Fig. 28a. Zware-mineraleninhoud van de Formatie van Brussel.

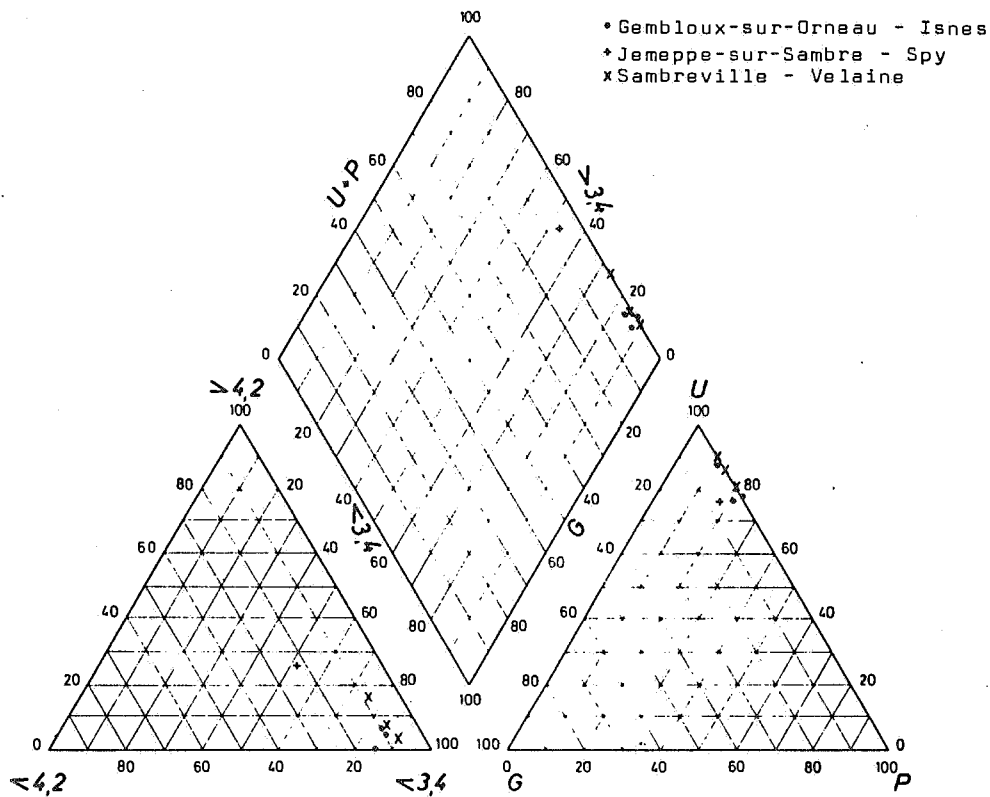


Fig. 28b. Zware-mineraleninhoud van de Formatie van Brussel, ten noorden van de Sambre.

naast zirkoon en rutiel. In de groep van de parametamorfe mineralen is de relatieve overmaat aan stauroliet geslonken, daar distheen en andaloësië eveneens belangrijke hoeveelheden innemen. Eenzelfde associatie wordt gevonden in het basissediment te Ham-sur-Heure - Marbais. Ze sluit aan bij of is een overgang naar de zware mineralenverdeling die gevonden wordt in de sedimenten van de Formatie van Brussel ten noorden van de Samber.

Deze twee groepen komen eveneens tot uiting in de grafische voorstelling (fig. 29). In dit geval is het echter moeilijk hieruit conclusies te trekken, wat betreft de afzettingsomstandigheden, omdat de grofste sedimenten, die volgens hun korrelgrootteverdeling in de meest turbulente omstandigheden zijn gevormd, zeer veel toermalijn (minder zwaar mineraal) bevatten, waardoor hun punten in het ruitdiagram langs de rechterbovenzijde worden geprojecteerd, in het gebied met minder dan 50 % zwaardere mineralensoorten. Dit geldt eveneens voor de sedimenten ten noorden van de Samber (fig. 28b).

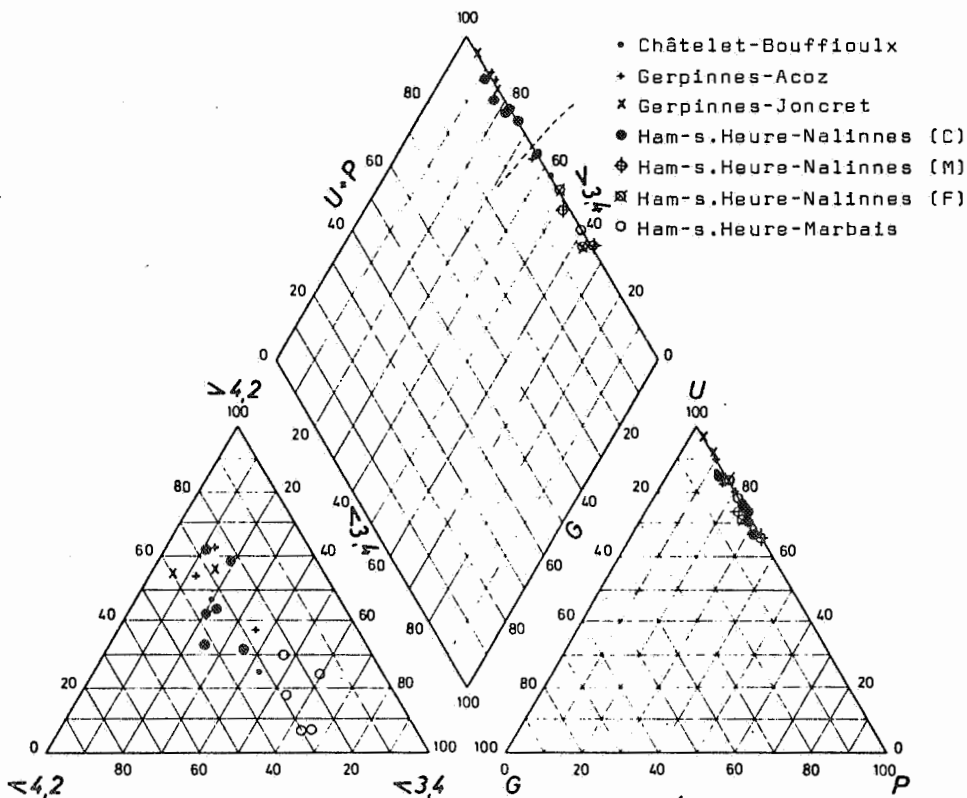


Fig. 29. Zware-mineraleninhoud van de Formatie van Brussel, ten zuiden van de Samber.

HOOFDSTUK V

Post-Eoceen

V.I. Historiek

De losse sedimenten, die in afzonderlijke resten op het Paleozoïsch substraat voorkomen ten Noorden, maar vooral ten Zuiden van de Samber en de Maas, en die op de Geologische Kaart van België als Oligoceen worden aangeduid, zijn door hun economische betekenis voor deze streken reeds sinds lang gekend. Zo werden de kleien van Andenne vermoedelijk reeds in de dertiende eeuw ontgonnen.

In 1812 werden door M. BOUESNEL een aantal fundamentele kenmerken van een vindplaats van "pijpaarde" van Andenne beschreven : ze komen voor in een depressie in het midden van een kalksteenband en bestaan uit een afwisseling van zand- en kleilagen, waarin soms houtresten worden gevonden. De lagen hebben een komvormige allure en wiggen uit naar de rand toe.

Naast het bestaan van de plastische kleien, wees P.F. CAUCHY (1825) op het voorkomen van vindplaatsen met veelkleurige zanden met gerolde kwartskeien in de streek rond Namen. Hij kende ze dezelfde ouderdom toe als de kalksteenlagen, waarop ze gevonden worden.

Uit de nota's van A. DUMONT, gepubliceerd door M. MOURLON (1878, 1879), blijkt dat hij eveneens ontsluitingen met grint-, zand- en kleiafzettingen kende in de nabijheid van de Maas; hij bracht ze onder in het Onder-Oligoceen ("Boven-Tongeriaan").

Wegens het ontbreken van Tertiaire fossielen en de sterke verbondenheid met het substraat, ontkende J.J. d'OMALIUS d'HALLOY (1841, 1842) de Tertiaire ouderdom van deze sedimenten. Zanden en kleien werden na de plooiing van de kalkstenen opgestuwd door spleten en zouden van Zechstein ouderdom zijn, even oud als het Konglomeraat van Malmédy. Ook G. DEWALQUE liet de zanden en kleien ontstaan door de ondergrondse verwerking van respektievelijk kwartsieten en schiefers door opstijgende waterstromingen, terwijl A. FIRKET (1874) deze verwerking toeschreef aan regenwater.

A. RUTOT (1876) rekende de zanden uit de omgeving van Hoei tot het "Onder-Tongeriaan" (Zanden van Vliermaal van d'OMALIUS d'HALLOY), terwijl M.J. GOSSELET (1883) alle zanden, die voorkomen in het gebied Tussen-Samber-en-Maas, en ten Zuiden van Namen, samen

met de Klei van Andenne als "Landeniaan" dateerde.

Bij het opstellen van de geologie van het kaartblad Dinant, ontdekte F. DUPONT (1883, samen met M. MDURLON) talrijke lobben verschillend gekleurde zanden, met onregelmatige zones zeer fijne of grove elementen, met keien uit de Ardennen en silexkeien, welke wijzen op een post-Kretacische ouderdom. Middenin de zanden komen kleilagen voor zonder vegetatieresten. Deze afzettingen zouden van fluviatiele oorsprong zijn. M. LOHEST (1885-1886) vond gelijkwaardige sedimenten in de omgeving van Esneux. Volgens hem (1887-1888) zijn de plastische kleien met vegetatieresten lakustriene afzettingen, van Midden-Eoceen of Onder-Oligoceen ouderdom.

Volgens E. VAN DEN BROECK en A. RUTOT (1888) behoren de zandige afzettingen in de Condroz tot het "Onder-Tongeriaan" en de kleien tot het "Boven-Tongeriaan". De Tertiaire grintlagen met kiezel-oëlieten op de hoogplateau's langs de Maas zijn volgens E. VAN DEN BROECK (1889) van Plioceen-ouderdom; de kiezel-oëlieten zouden afkomstig zijn van een verdwenen mantel Jura-kalksteen uit het noordoosten van Frankrijk.

V. DORMAL (1889) beschouwde de zandresten als de overblijfselen van een doorlopende bedekking, gaande van Luik tot Namen. Ze zijn bewaard gebleven, waar ze bedekt waren door een grintpakket, of een ijzeroxyde- of pyrietkorst.

Naar aanleiding van de beschrijving van verschillende zandgroeven te Luik - Rocourt, kwam M.G. SCHMITZ (1889) tot het besluit, dat deze afzettingen zeker niet van "Landeniaan"-ouderdom zijn, maar misschien tot het "Bolderiaan" behoren.

Op basis van plantenresten rekende A. DE LAPPARENT (1893) de Klei van Andenne tot het Oligoceen; ze rust van Floreffe tot Andenne op zanden van "Tongeriaan"-ouderdom, terwijl meer naar het zuiden, op het plateau van de Condroz, zanden van Onder-Eoceen-ouderdom voorkomen.

In een synthese over het Oligoceen in België liet E. VAN DEN BROECK (1893) de mariene sedimentatie in de Ardennen en de Condroz beginnen in het "Onder-Tongeriaan", waarbij, op een lager niveau dan waarop ze nu voorkomen, een doorlopende bedekking van fijne, homogene kwartszanden werd afgezet. Ze worden in het "Boven-Tongeriaan" (= "Andennien") gevolgd door fluviatiele en lakustriene heterogene of grinthoudende zanden in afzonderlijke pakketten. Na de inzakking van de zanden in opgeloste kalksteendepressies hebben

zich veelkleurige plastische kleien afgezet in lakustriene bekens. Afgeronde en sferische kwartskeien, vermengd met kiezel-oëlieten en andere gesteenten, bedekken en ravineren zanden en kleien. Ze zijn de getuigen van een Oligocean-riviernet, waarbij hij opmerkte dat de toenmalige "Maas" van Oost naar West liep.

Op de toppen van de Ardennen, de Hoge Condroz en het Land van Herve worden in het Midden- en Boven-Oligocean (= "Rhénanien") heterogene zanden met kwartskeien aan de basis afgezet.

Zijn indeling werd later in grote lijnen gevolgd door de directieraad van de Geologische Commissie bij het opstellen van de legende van de Geologische Kaart van België.

Volgens X. STAINIER (1894) behoren de hoogstgelegen witte keienlagen langs de Maas tot de Tertiaire getuigen van de loop van deze rivier, die vanuit het gebied Tussen-Samber-en-Maas naar het oosten vloeide.

M. LOHEST (1895-1896) rekende de oudste mariene zanden tot het "Landeniaan", de volgende tot het Oligocean, terwijl de daaropvolgende kleien van fluvio-lakustriene oorsprong zouden zijn.

In het gebied Tussen-Samber-en-Maas zou volgens L. BAYET (1896) de afzetting van de verschillende gekleurde plastische kleien reeds in het Midden-Eocean begonnen zijn. Volgens H. FORIR (1897-1898) zijn ze identiek aan deze van Andenne, terwijl de keien uit dat gebied overeenkomen met deze die de "Zanden van Rocourt" bedekken. G. VELGE (1897-1898) merkte een grintlaag op, die de Oligocean-zanden uit de omgeving van Namen in twee verdeelt : de onderste afzetting kan van Oligocean- of Boven-Eocean-ouderdom zijn; de bovenste, waartoe ook de Klei van Andenne en de Lignieten van de Rijn behoren, wordt tot het Boven-Pliocean ("Limburgiaan") gerekend en zou overeenkomen met de Zanden van Mol, waarmee ze vroeger één enkele deklaag gevormd heeft.

Op basis van fossielen rekende A. RUTOT (1906, 1907) de mariene (bovenste) Om-zanden van Bonnelles, waarin hij de Klei van Andenne (Ona) insluit, tot het Boven-Oligocean.

Naar aanleiding van de vondst van een fijn grintlaagje met gesilicificeerde Carboon-fossielen binnen de Oligoceanzanden te Sprimont-Lincé, opperde Ch. FRAIPONT (1907-1908) de hypothese, dat de zanden, na hun mariene afzetting over gans het gebied, herwerkt werden en geconcentreerd in kalksteendepressies. In hetzelfde jaar gaf hij een duidelijke beschrijving van de zandgroeven van Luik - Sart-Tilman.

Later verdeelde hij de verschillende afzettingen van Oligoceen-zanden in de Condroz in vier verschillende types :

1° ontsluitingen met zanden, vervoerd na een eerste afzetting

2° ontsluitingen, ter plaatse ingezakt in oplossingsholten van de kalkstenen

3° ontsluitingen met sedimenten onderaan in situ, maar waarvan het bovenste deel geravineerd werd of gedeeltelijk vervangen door vervoerde omliggende zanden

4° ontsluitingen, met gelaagde sedimenten in situ, voornamelijk op plateau's.

Volgens P. DESTINEZ (1908-1909) komt de fauna van de Zanden van Bonnelles overeen met de Boven-Oligoceen fauna van Erkrath - Westfalen, terwijl G. VELGE (1908-1909) deze sedimenten, eveneens op paleontologische grondslag, gelijkshakelde met het "Onder-Rupeliaan"-zand van Limburg.

In de omgeving van Luik worden de Tertiaire zanden volgens P. FOURMARIER (1918-1919, 1919-1920, 1922-1923) door een grintlaag in twee verdeeld, waarvan het bovenste (fossielhoudende) deel een "Aquitaniaan"-, het onderste deel een "Tongeriaan"-ouderdom heeft (Bonnelles, Sart-Tilman, Mons - Crotteux). Ze worden plaatselijk bedekt door een grintafzetting van fluvio-mariene oorsprong, die zou dateren uit het Boven-Plioceen. Dit werd ook door M. LERICHE (1922) beaamd, die de onderliggende Zanden van Bonnelles in hun geheel tot het Chattiaan rekent.

De fossiele planten uit de afzettingen van de Puits de Champseau nabij Andenne zijn volgens A. GILKINET (1922, maar de resultaten waren reeds veel vroeger gekend) van Onder-Mioceen ("Aquitaniaan")-ouderdom, maar KRAUSEL (1923) rekende ze tot het Boven-Oligoceen.

P. FOURMARIER en L. DENOEL (1930) rekenden de Tertiaire zanden rond Luik tot het Boven-Oligoceen ("Chattiaan"), samen met de plastische kleien van Andenne en de Condroz (die volgens hen evenwel een Aquitaniaan-flora bezitten !). In de omgeving van Luik ligt er bovenop een grintlaag, begeleid van zand en klei, van Boven-Plioceen-ouderdom, die een groot deel van de Ardennen heeft bedekt. Latere vondsten van Chattiaan-fossielen in de Zanden van Bonnelles versterken de mening van P. FOURMARIER (1930-1931, 1933-1934, 1934) over de ouderdom van deze afzettingen, terwijl hij de bovenste grintlaag met zanden korreleert met de grintlagen van het Land van Herve, de omgeving van de Baraque Michel, de

Pliocene bedekking van de Kempen, van de heuvels van Ronse en van Nederlands-Limburg.

F. STOCKMANS en Y. WILLIERE (1934 a,b) determineerden enkele plantenfossielen uit de Tertiaire kleiafzettingen te Andenne, Onhaye, Gesves en Andenne - Coutisse. Alleen de resten uit de twee laatste vindplaatsen laten een voorzichtige datering toe : Oligoceen misschien, meer waarschijnlijk Onder-Mioceen. In een brief van P. FOURMARIER sprak H.G. SCHENCK (L. CALEMBERT, 1954) eveneens zijn twijfel uit over de bruikbaarheid van de plantenresten ter datering van deze sedimenten.

P. MACAR (1934-1935) en P. MACAR en V. KOLATCHEVSKY (1934-1935) publiceerden de resultaten van talrijke granulometrische analyses van zanden uit de ontsluitingen van de omgeving van Luik, die hun toelieten verschillende afzettingen te onderscheiden en onderling (naar onze mening verkeerde) korrelaties te maken.

Volgens X. STAINIER (1936) zijn de Tertiaire zanden onder de bovenste grintlaag (Onx-grint) van Boven-Oligoceen ("Chattiaan")-ouderdom. Deze mariene transgressie is langs de slenk van Roermond het land binnengedrongen en heeft zich vermoedelijk tot de hoogste punten van de Ardennen uitgebreid.

De afzetting van de slier melkkwartskeitjes langs de Maas ("la trainée mosane") tussen Namen en Flémalle begon in het Mioceen en ging door tot in het Pliocene : ze zijn de overblijfselen van een eerste Maasbedding. Stroomafwaarts Flémalle zijn ze verspreid over grotere oppervlakten en zouden van mariene oorsprong zijn. In het gebied Tussen-Samber-en-Maas zijn de grinten vermoedelijk jonger en van fluviatiele aard, terwijl ze in de Condroz het emersiefaciës van het "Chattiaan" vertegenwoordigen.

L. CALEMBERT neemt een speciale plaats in onder de auteurs die over het Tertiair ten Zuiden van Samber en Maas geschreven hebben. Als mijnningenieur had hij vooral oog voor de ligging en de opeenvolging van de verschillende soorten sedimenten, die in de vindplaatsen van de plastische kleien voorkwamen, vooral met het oog op de ontginning er van.

Hij onderscheidde drie soorten vindplaatsen van "plastische aarden" (1941-1942, 1942-1943) :

1° deze ontstaan in situ door verwerking van Namuriaan-schiefers onder de werking van oppervlakte-wateren.

2° deze ontstaan door ophoping van herwerkt materiaal, in

doline- en polje-meren, ondubbelzinnig gedateerd door Tertiaire plantenresten (de talrijkste)

3° deze, waarin de twee vorige ontstaanswijzen gekombineerd zijn.

Door minutieuze beschrijvingen van de talrijke ontginningen (1941-1942 a-b-c, 1942-1943 a-b, 1945, 1948a, 1948-1949) kwam hij eerder tot de verklaring van de ontstaanswijze van iedere vindplaats afzonderlijk en van de vervormingen, die er later in plaatsvonden, dan tot een algemeen beeld van de sedimentatie over het ganse gebied.

De plastische kleien van Andenne en van de Condroz zijn volgens hem continentale Chattiaan-formaties met dezelfde ouderdom als de mariene zanden van Bonnelles (1948b); een gedeelte van de afzettingen kan evenwel jonger zijn, naargelang de depressies door de voortdurende oplossing van de onderliggende kalksteen zich verder uitdiepten.

Uit de studie van het voorkomen van kiezeloëlieten langs de Rijn in Duitsland, in Nederlands-Limburg, in België en in Frankrijk besloot Ch. STEVENS (1945), dat het bekken van de Rijn en de Ardennen in het Plioceen bedekt waren door belangrijke Trias- en Jura-afzettingen, waarin de kalkoëlieten werden gesilicificeerd. Ze werden weggeërodeerd en door de Boven-Plioceen-zee in transgressie, afgezet langs de noordelijke rand van de Ardennen en de depressie van de Maas.

P. MACAR (1945) daarentegen wees de korrelatiewaarde van deze Onx-grinten van de hand, daar ze op verschillende niveau's zouden voorkomen. Deze langs de Maas tussen Namen en Luik zijn van fluviatiele oorsprong, terwijl deze van de Hoge Venen van Oligoceen-ouderdom zijn en ontstonden door de remaniëring van onderliggende "Chattiaan"-zanden.

Volgens Ch. ANCIAUX en W. VAN LECKWIJCK (1948) komen in de omgeving van Luik twee types Tertiaire zanden voor :

1° sedimenten van Oligoceen ouderdom, ingezakt in Paleozoïsche en Mesozoïsche kalkstenen (Florzée, Dolhain)

2° zanden op de plateau's, van Oligoceen ("Chattiaan")- en van Plioceen-ouderdom, overblijfselen van de mantel Tertiaire sedimenten die de streek bedekten (lob van Bonnelles - Sart-Tilman, lob van Mons - Crotteux, lob van Rocourt - Ans).

In een sedimentologische studie van de zanden van de Hoge Venen onderscheidde P. BOURGUIGNON (1953-1954) hierin 2 verschillende

groepen :

- mariene zanden, die overeenkomen met de Zanden van Boncelles, en van Oligoceen ("Chattiaan")-ouderdom zijn
- lokale zanden, sommige van Kretacische, andere van post-Oligoceen-ouderdom.

In de "Prodrome d'une description géologique de la Belgique" vatte L. CALEMBERT (1954) de opinies samen, die over de ouderdom van de Tertiaire afzettingen van Hoog België tot dan werden geformuleerd en wijst op de twijfel en de tegenspraak, die daarover bestaan.

Naar aanleiding van een voornamelijk pedologische studie van de oppervlaktelagen in de Condroz onderscheidde R. MARECHAL (1955, 1958) verschillende soorten sedimenten :

1. Kleilig zandige Tertiaire sedimenten
 - a. Mariene zandig-kleilige formaties op Paleozoïsche gesteenten
 - b. Formaties, bewaard in oplossingsholten van kalkstenen, van verschillende ouderdom (Boven-Oligoceen, Onder-Mioceen of andere)
2. Residuele kleien met silexiet op de hoogste delen van de kalksteenzones, ontstaan uit een Pliocene verwerking van de onderliggende gesteenten
3. Plio-Pleistocene grintafzettingen met kiezeloëlieten, ingebed in klei of zand, van fluviatiele oorsprong.

Het voorkomen van Ophiomorpha-sporen was voor M. GULINCK (1963, 1966) een aanwijzing voor de mariene oorsprong van de onderste kaolieⁿhoudende zanden te Mettet-Oret (van Oligoceen-ouderdom, en niet "Landeniaan" zoals op de geologische kaart). Daar deze sporen ook in andere ontsluitingen voorkomen (o.a. te Hamois - Natoye) besluit hij, dat de zandige residus in de karstholten langs beide zijden van de Maas deel hebben uitgemaakt van een uitgebreide laag mariene zanden, later bedekt door lagunaire of lakustriene afzettingen bij het aanzetten van de kalkoplossing.

Ch. SIERAKOWSKI (1970) nam in de Zanden van Boncelles drie turbulentieperiodes waar tijdens de mariene transgressie die ze heeft afgezet, waarbij, tijdens de twee eerste, voornamelijk ter plaatse de holten werden opgevuld en zich een kustregime instelde, terwijl een evenwicht werd bereikt tijdens de derde periode, waarbij de zee verder naar het Zuiden trok.

In een granulometrische en sedimentpetrologische studie van het Tertiair in het gebied Tussen-Samber-en-Maas onderscheidde J.

SOYER (1972, 1978), naast een Eocene provincie (zonder verdere onderverdeling) vijf verschillende sedimentaire provincies :

- 1° Mariene Onder-Oligocene zanden van Oret
- 2° Mariene zanden van Florennes - Vodecée (zonder ouderdom)
- 3° Fluviaatiele, lakustriene en moerasafzettingen langs de Maas, van Boven-Oligoceen- tot Midden-Mioceen- (Bioul) of Mio-Pliocene ouderdom (Waulsort)
- 4° Gemengde Oligo-Mio-Pliocene afzettingen van Fosse
- 5° Residuele afzettingen

J. THOREZ, P. BOURGUIGNON en Ch. SIERAKOWSKI (1973) vonden in de Zanden van Boncelles (profiel te Luik - Sart-Haguet), op basis van zware mineralen en kleimineralen eveneens twee duidelijk verschillende eenheden, gescheiden door een grintlaag.

Morfoscopisch onderzoek van de kwartskorrels uit de ontsluitingen tussen Anhée - Bioul en Hastière, ten Westen van de Maas, liet F. GIROLIMETTO (1982 a,b) toe verschillende afzettingsperioden aan te duiden. Oorspronkelijk was het materiaal van mariene oorsprong (Oligoceen), waarna het een eolisatieperiode heeft ondergaan. In het Mio-Pliocene ontstonden de karstholten in de kalksteen, waarin de herwerkte zanden, samen met gerubefiëerde kleien, na een fluviatiel transport werden afgezet.

V.2. Zware mineralen

De eerste belangrijke informatie over de zware mineralen van de post-Eocene afzettingen in het zuiden van het land is afkomstig van J. ANTEN, die in de omgeving van Luik (1918-1919, 1920-1921) alleen ubikwisten (bruine en blauwe toermalijn, zirkoon, rutiel) en parametamorfe mineralen (distheen, stauroliet, andaloësiet, sillimaniet) vond. Daarnaast ontdekte hij ook granaat in zanden te Comblain-au-Pont - Poulsuer (Mont) (1921-1922) en te Couvin (1922-1923).

Te Chaudfontaine - Beaufays vond L. NYS (1929-1930), naast zirkoon en toermalijn, andaloësiet en stauroliet in zeer kleine hoeveelheden. L. CALEMBERT (1941-1942) determineerde de reeds bekende soorten samen met granaat te Namen - Naninne, terwijl G. VIGNERON (1942) te Andenne groene toermalijn, distheen en stauroliet ontdekt. Ch. DOSSOGNE (1943) vond in deze afzettingen in het gebied Tussen-Samber-en-Maas alleen toermalijn en zirkoon.

R. TAVERNIER (1947) leverde de eerste bruikbare resultaten

van het zware-mineralenonderzoek, omdat ze procentuele samenstellingen voorstellen. Zowel in de Zanden van Boncelles als in de Klei van Andenne werden voornamelijk ubikwisten, waarin zirkoon domineert, en parametamorfe mineralen, met distheen als belangrijkste lid, gevonden : in beide afzettingen werd één epidootkorrel geteld, terwijl in de Klei van Andenne één granaatkorrel voorkwam. Ook A. KDNING (1945) en W. DE BREUCK (1958) namen eenzelfde associatie in deze sedimenten waar.

In de omgeving van Couvin vond L. TACK (1969) in zandige afzettingen, ubikwisten, met voornamelijk toermalijn, en parametamorfe mineralen, met evenveel distheen als stauroliet als voornaamste vertegenwoordigers.

Bij het onderzoek van de Zanden van Boncelles legde C. SIERAKOWSKI (1970) vooral de nadruk op de fluktuaties van de toermalijn- en zirkoongehalten, die hij in verband brengt met hun verschil in dichtheid en met de korrelgrootte van het sediment, waarin ze gevonden worden.

J. SOYER (1972, 1978) onderscheidde verschillende mineralogische zones op basis van de verhouding tussen ubikwisten en parametamorfe mineralen, en de overheersing van zirkoon over toermalijn en van distheen over stauroliet, of omgekeerd. Samen met de resultaten van de korrelgrootte-analyses, stelt hij 5 verschillende sediment-provincies op (zie V.1.).

Verschillen in de hoeveelheden zirkoon en toermalijn lieten J. THOREZ, P. BOURGUIGNON en C. SIERAKOWSKI (1973) toe in de Zanden van Boncelles de twee afzonderlijke leden te determineren op mineralogische grondslag.

V.3. Indeling van de vindplaatsen

Uit de talrijke beschrijvingen van de vindplaatsen van de z.g. "Zanden van Boncelles", die ten zuiden van Luik een plateau tussen de Maas en de Ourthe bedekken, blijkt, dat hierin meerdere eenheden werden gevonden. Opmerkelijk was het voorkomen, midden een pakket zanden, van een grintlaag in een glauconiethoudend grof zand; de twee afzettingen, die erdoor van elkaar gescheiden worden, verschillen zowel granulometrisch als mineralogisch, zoals blijkt uit de beschrijving van het hiernavolgende profiel.

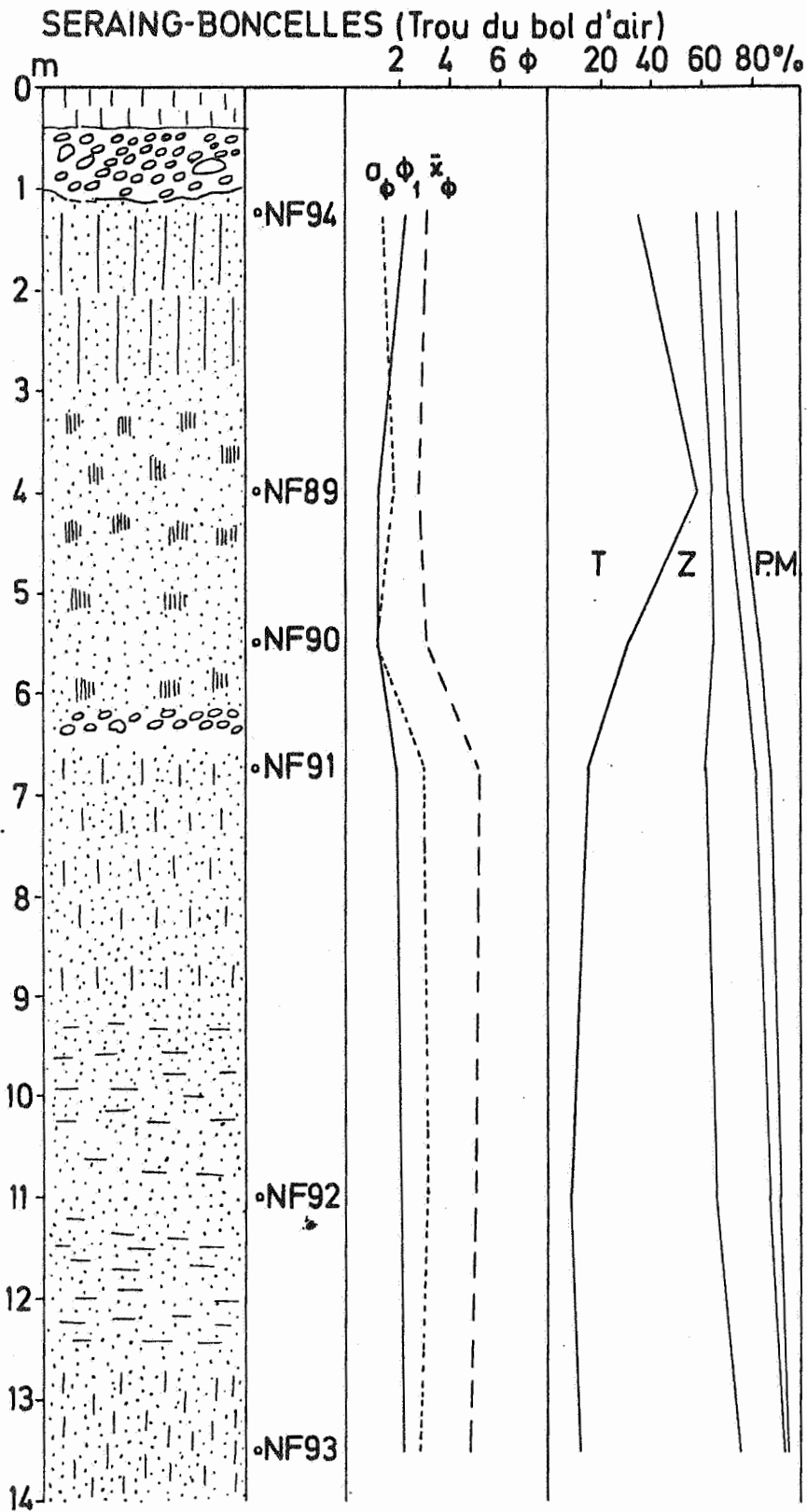


Fig. 30

V.3.1. Seraing - Ougrée (Trou du Bol d'Air of La Tour du Bol d'Air, Bonnelles) (fig. 1.22., fig. 30)

Coördinaten : x = 233,61

y = 141,58

Hoogteligging : + 250 O.P.

Stratigrafische ligging volgens geologische kaart : Oligoceen
(On) op Emsiaan.

- 0 - 0,4 m : Kwartaire leembedekking
- 0,4 - 1,1 m : grint, bestaande uit hoekige kwarts- en chert-keien, waartussen grovere, gerolde grintbestanddelen
- 1,1 - 3,0 m : bleek tot geelros, middelmatig gesorteerd, fijn zand (NF 94), dat donkerder wordt naar beneden toe.
- 3,0 - 6,2 m : middelmatig gerubefiëerd, slecht gesorteerd, fijn zand (NF 89); onderaan komt een blekere band, middelmatig gesorteerd, zeer fijn zand (NF 90) voor.
- 6,2 - 6,4 m : niveau gerolde keien, in rood, glauconiëthoudend grof zand.
- 6,4 - 9 m : sterk roodgekleurd, uiterst slecht gesorteerd, groflemig, zeer fijn zand (NF 91).
- 9 - 12 m : roodgevlamde, uiterst slecht gesorteerde, middelmatige leem (NF 92), met sterker-rood-gekleurde banden.
- 12 - 14 m : sterk gereduceerd, gevlamd, uiterst slecht gesorteerd, groflemig, zeer fijn zand (NF 93).

De sortering van de grovere afzettingen boven de tweede grintlaag op -6,2 m is duidelijk minder slecht, dan deze van de onderliggende sedimenten (fig. 30). De verdelingskurven zijn positief of positief sterk asymmetrisch en hun vorm is zeer of uiterst leptokurtisch; alleen het gebleekte zeer fijne zand boven de tweede grintlaag (NF 90) heeft een bijna symmetrische verdelingskurve met een platykurtische vorm.

De zware mineraleninhoud van de sedimenten beneden de tweede grintlaag verschilt duidelijk van deze erboven.

Onderaan komen gemiddeld 92 % ubikwisten voor, waaronder zirkoon (56 %) het belangrijkste mineraal is, gevolgd door rutiel (20 %), toermalijn (12 %) en anataas (bijna 4 %).

De parametamorfe mineralen halen slechts 8 %, waarvan meer dan de helft distheen, naast stauroliet en een weinig andaloësiet.

Het gehalte aan ubikwisten daalt sterk boven de grintlaag, tot gemiddeld 78 %. Hierin domineert toermalijn met een gemiddelde van 42 %; daarnaast wordt 21 % zirkoon, 9 % rutiel en 6 % anataas aangetroffen.

De parametamorfe mineralen halen 22 % gemiddeld; distheen (9 %) en stauroliet (8 %) zijn de belangrijkste mineralen in deze groep, naast 4 % andalooesiet en 1 % sillimaniet.

Het verschil tussen deze twee afzettingen wordt herhaaldelijk waargenomen in de omgeving van Luik. Zo werden uit de resultaten van de granulometrische analyses van P. MACAR (1934-1935) en van P. MACAR en V. KOLATCHEVSKY (1934-1935) de parameters berekend volgens de hier gevolgdemethode. Hieruit blijkt, dat in de ontsluitingen van Luik - Sart-Tilman en Seraing - Bonnelles (groeve van Le Sart-Haguet) de zanden boven de grintlaag (hier resp. op -7 en -9,75 m) eveneens grover (grotere gemiddelde afmeting, kleinere ϕ_1 -waarde)(fig. 31) zijn, dan de onderliggende. Ook in het profiel van Flémalle - Mons-lez-Liège (Crotteux), ten noorden van de Maas, treedt hetzelfde verschijnsel op (fig. 31).

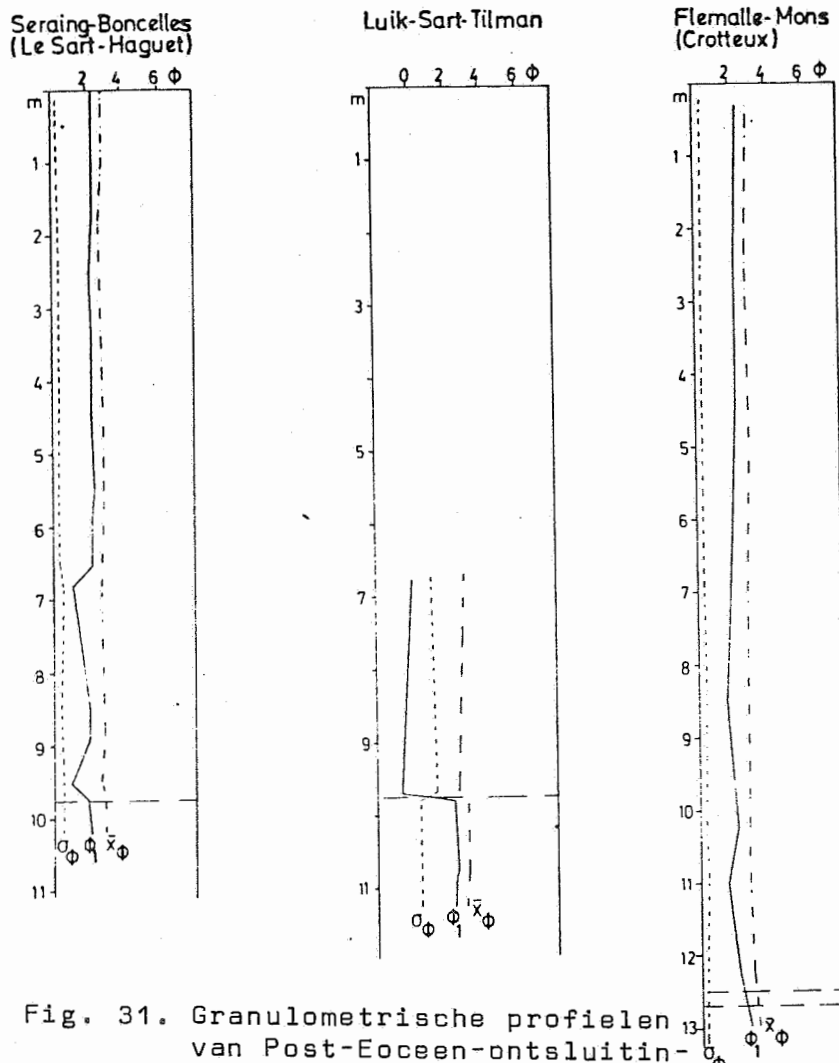


Fig. 31. Granulometrische profielen van Post-Eoceen-ontsluitingen uit de omgeving van Luik

Eenzelfde fluktuatie in het toermalijn- en zirkoongehalte, boven en onder de grintlaag, als in de groeve van het Trou du Bol d'Air te Seraing - Ougrée, treedt op in de zware mineralenverdeling van de sedimenten uit de ontsluiting van Seraing - Boncelles (Le Sart-Haguet)(J. THOREZ, P. BOURGUIGNON, C. SIERAKOWSKI, 1973). Spijtig genoeg werd hier geen aandacht besteed aan de para-metamorfe mineralen.

Op basis van deze duidelijke verschillen in de samenstelling van de zware mineralen, zal getracht worden een onderverdeling te maken in de Tertiaire afzettingen, die verder naar het westen langs de Maas en op de hoogten van de Condroz voorkomen.

In een eerste groep zullen deze afzettingen gerangschikt worden, waarvan de zware mineralenverdeling overeenkomt met deze van de sedimenten onder de grintlaag te Seraing - Ougrée (Trou du Bol d'Air), waarvan door P. FOURMARIER (1931) een "Tongeriaan"-ouderdom werd toegekend (fig. 32.I.). Een tweede groep omvat sedimenten, waarvan de zware mineraleninhoud overeenkomst vertoont met deze van de afzettingen boven de grintlaag en waarin door A. RUTOT (1907) mariene fossielen met een z.g. "Chattiaan"-ouderdom gevonden worden (fig. 32.II.).

In het gebied Tussen-Samber-en-Maas, in het meest westelijke deel van het ontsluitingsgebied van deze Post-Eocene sedimenten, werd een derde groep afzettingen onderscheiden, waarvan het bron-gebied van de zware mineralen duidelijk kon bepaald worden en verschillend is van dit van de twee overige groepen (Fig. 32.III.).

HOOFDSTUK VI

Groep I

(z.g. "Tongeriaan" sensu P. FOURMARIER)

VI.1. Sedimentologische beschrijvingen van de ontsluitingen

VI.1.1. Engis - Lion (fig. 1.23., fig. 33a)

Coördinaten : x = 223,94

y = 141,20

Hoogteligging : + 130 O.P.

Stratigrafische ligging volgens geologische kaart : Oligoceen (Ona) op Viseaan (niet exact op vindplaats aangeduid).

Samengesteld profiel uit twee naast elkaar liggende ontsluitingen.

- Zandig-lemige Kwartairbedekking
- Bruin slecht gesorteerd, zeer fijn zand (793, 788), waarin een lens uiterst slecht gesorteerd, groflemig, zeer fijn zand (789)
- Homogeen, wit, middelmatig gesorteerd, fijn zand (787)
- Wit, slecht gesorteerd, zeer fijn zand (791)
- In de oplossingsholte van de dolomitische kalksteen komt uiterst slecht gesorteerd, kleilig fijn zand (794) voor, op een laagje uiterst slecht gesorteerd, kleilig, zeer fijn zand (792) (mengsel van residuele oplossingsklei en aangevoerd sediment).

De grover wordende afzettingen worden duidelijk minder slecht gesorteerd naar boven toe. De overmaat aan fijn materiaal neemt in dezelfde mate af, wat resulteert in een minder uitgesproken asymmetrie van de verdelingskurve, waarvan de vorm grotendeels zeer of uiterst leptokurtisch is, behalve voor het basismonster (792) en het wit zand (787), die een platykurtische vorm hebben.

In de zandige afzettingen bevatten de zware mineralen gemiddeld 85 % ubikwisten : zirkoon (48 %) is hierin het belangrijkste mineraal, in gelijke mate gevolgd door toermalijn en rutiel (18 %); anataas komt slechts sporadisch voor.

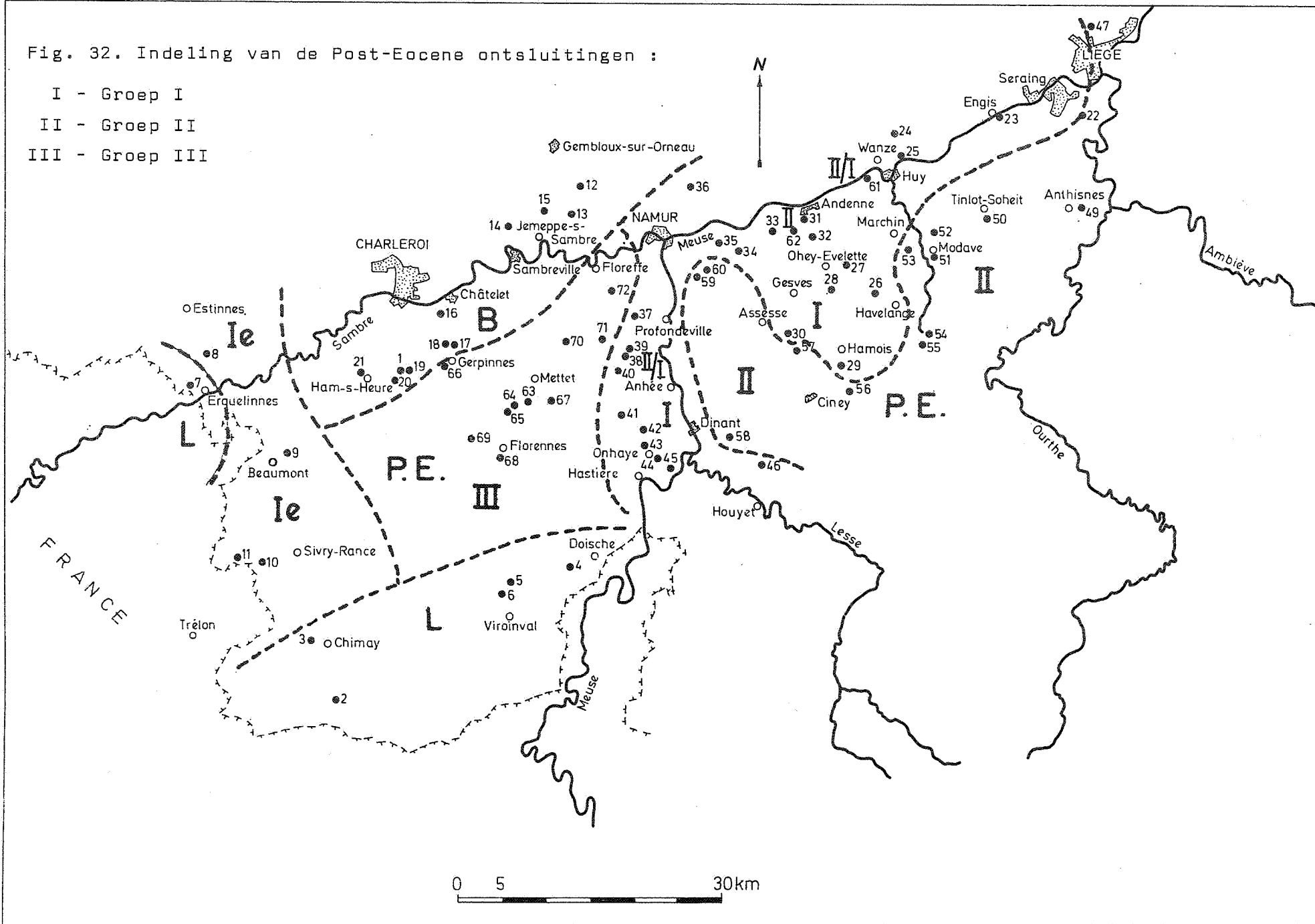
De parametamorfe mineralen halen 14 % gemiddeld, met distheen en stauroliet (6 %) als voornaamste leden, naast 1 % andaloosiet en een weinig sillimaniet.

Granaat en epidoot komen sporadisch voor.

Het kleilig-zandlaagje aan de basis vertoont dezelfde verhouding ubikwisten/parametamorfe mineralen als de bovenliggende zanden, maar bevat daarenboven nog 20 % granaat.

Fig. 32. Indeling van de Post-Eocene ontsluitingen :

- I - Groep I
- II - Groep II
- III - Groep III



VI.1.2. Wanze - Vinalmont (fig. 1.24., fig. 33b)

Coördinaten : x = 212,72

y = 139,96

Hoogteligging : + 190 O.P.

Stratigrafische ligging volgens geologische kaart : Tongeriaan (Tg 1) op Namuriaan.

0 - 1,2 m : wit, slecht gesorteerd, zeer fijn zand (775), met schelpen en graafsporen, schuingelaagd.

1,2 - 2,25 m : wit-geel, glimmer- en glauconiethoudend, zeer slecht gesorteerd, zeer fijn zand (774), met tubulaties; aan de basis komen silexknollen voor.

2,25 m - : Senoon-krijt.

De verdelingskurven vertonen een sterke overmaat aan fijn materiaal en hebben een uiterst leptokurtische vorm.

De zware mineralen bevatten 82 % ubikwisten, met zirkoon (44 %) als voornaamste vertegenwoordiger, naast toermalijn (23 %), rutiel (22 %) en anataas (2 %).

De parametamorfe mineralen halen 10 % met vnl. distheen (5 %); daarnaast komen nog stauroliet, sillimaniet en andaloesiet voor.

Opmerkelijk is het granaatgehalte van het onderste monster (774) : 8 % !

VI.1.3. Hoëi - Corphalie (fig. 1.25., fig. 33c)

Coördinaten : x = 213,03

y = 136,88

Hoogteligging : + 165 O.P.

Stratigrafische ligging volgens geologische kaart : Oligoceen op Viseaan.

Zeer diepe ontsluiting in een oplossingsholte van kalksteen, waarin opeenvolgend :

- Kwartaire leem
- Bruin, uiterst slecht gesorteerd, zeer fijn zand (795)
- Wit-geel, homogeen, middelmatig gesorteerd, zeer fijn zand (796)
- Bruin, uiterst slecht gesorteerd, fijn zand (797), met zeer onduidelijke gelaagdheid.
- Wit, slecht gesorteerd, zeer fijn zand (798).

De zware-mineraleninhoud van de drie onderste monsters is gekenmerkt door een overmaat aan ubikwisten (gemiddeld 78 %) met zirkoon (29 %) als voornaamste vertegenwoordiger : rutiel en

ENGIS (Lion)

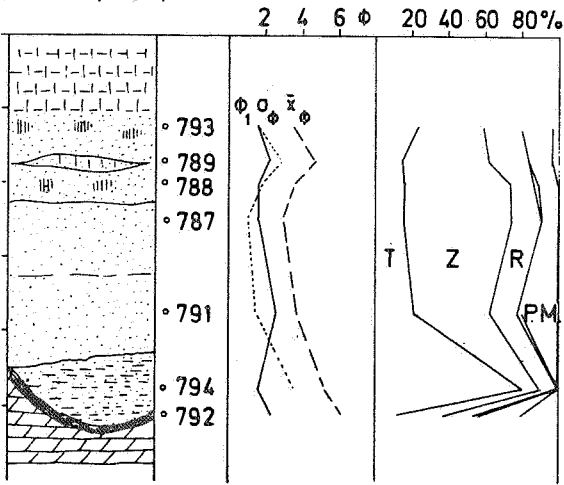


Fig. 33a

WANZE - VINALMONT

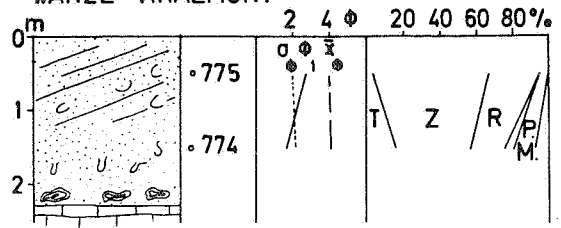


Fig. 33b

HOEI (Corphalie)

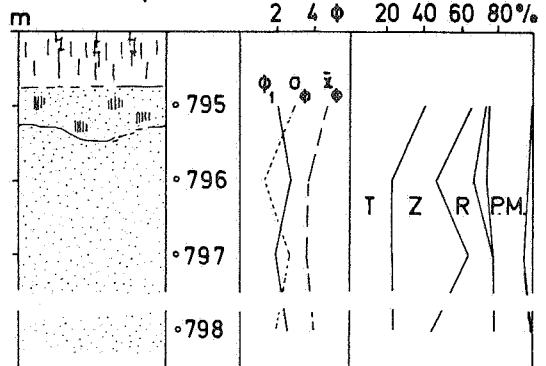


Fig. 33c

HAVELANGE (Ossogne A)

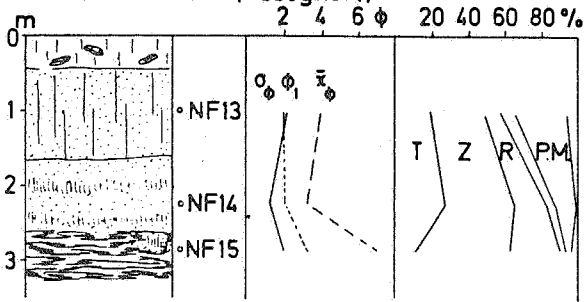


Fig. 33d

HAVELANGE (Ossogne B)

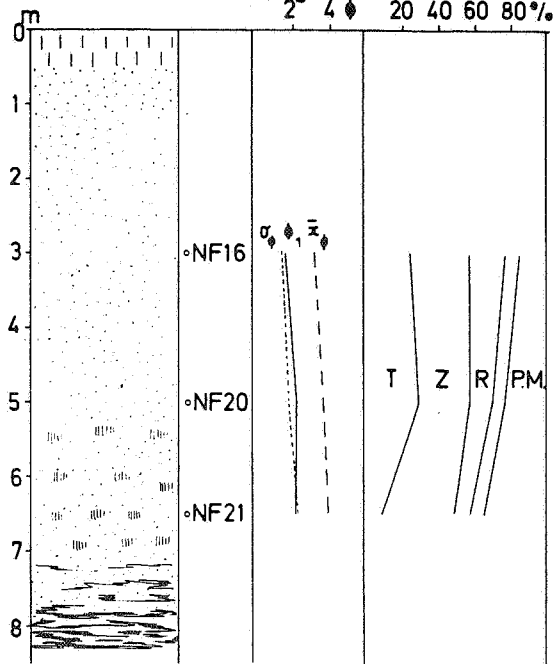


Fig. 33f

HAVELANGE (Ossogne A')

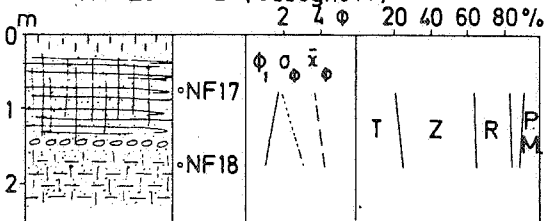


Fig. 33e

toermalijn halen elk 23 %, terwijl het anataasgehalte 3 % bedraagt.

De parametamorfe mineralen halen 20 %, met evenveel distheen als stauroliet (gemiddeld 8 %), naast 3 % andaloesiet en 1 % sillimaniet. Het middenste monster bevat nog enkele granaat- en epidootkorrels.

Het bovenste monster bevat 76 % ubikwisten, waarvan 41 % toermalijn, naast 25 % zirkoon, 8 % rutiel en 2 % anataas.

Het gehalte aan parametamorfe mineralen bedraagt 24 % met vnl. stauroliet (14 %); distheen haalt 8 %, andaloesiet 2 %.

De zware-mineralenverdeling van dit sediment, dat duidelijk afgescheiden in een zak boven de onderliggende afzetting voorkomt, vertoont grote overeenkomst, met deze van de sedimenten boven de grintlaag in het Luikse (z.g. "Chattiaan"-sensu RUTOT).

VI.1.4. Havelange - Ossogne Groeve A (fig. 1.26.)

Coördinaten : x = 210,28

y = 121,10

Hoogteligging : + 280 O.P.

Stratigrafische ligging volgens geologische kaart : Oligoceen (Om?) op Famenniaan (niet exact op deze plaats aangeduid).

Ontsluiting A (fig. 33d)

- 0 - 0,45 m : solifluctielaag, leem vermengd met Primaire gesteenten
- 0,45 - 1,70 m : rosachtig, slecht gesorteerd, zeer fijn zand (NF 13)
- 1,70 - 2,70 m : wit, glimmerrijk, sterk gerubefiëerd, zeer slecht gesorteerd, fijn zand (NF 14)
- 2,70 - 19,5 m : donkergrijze klei, waarop, in zakken, rosachtige, uiterst slecht gesorteerde, kleiige leem (NF 15) voorkomt.

De verdelingskurven zijn alle positief sterk asymmetrisch, met een uiterst of zeer leptokurtische vorm voor de zanden, en een platykurtische vorm voor de leem.

Ontsluiting A' (fig. 33a)

- 0 - 0,25 m : geremaniëerde Kwartaire leem
- 0,25 - 1,5 m : geelros, horizontaal gelaagd, slecht gesorteerd, zeer fijn zand (NF 17), met grintlaagje aan de basis.
- 1,5 - 2,25 m : gerubefiëerd, kleilig tot groflemig fijn zand (NF 18) met uiterst slechte sortering.

De distributiekurven zijn positief sterk asymmetrisch met een zeer leptokurtische vorm.

De zware mineraleninhoud wordt gekenmerkt door een overmaat aan ubikwisten : gemiddeld 86 %. Hierin is, met een gemiddelde van 40 %, zirkoon het belangrijkste mineraal, gevolgd door toermalijn (21 %) en rutiel (19 %); anataas haalt gemiddeld 5 %.

Het gehalte aan parametamorfe mineralen bedraagt 12 %, met distheen (6 %) als voornaamste mineraal, naast stauroliet (bijna 5 %) en andaloesiet (1 %).

Sporadisch komt epidoot voor, en één hoornblendekorrel werd waargenomen.

VI.1.5. Havelange - Ossogne Groeve B (fig. 33f)

Coördinaten : x = 210,13

y = 121,20

Hoogteligging : + 265 O.P.

Stratigrafische ligging volgens geologische kaart : Oligoceen (Om?) op Famenniaan (niet exact op deze plaats aangeduid)

0 - 0,5 m : Kwartair leemdek

0,5 - 4 m : wit, gerubefiëerd, slecht gesorteerd, fijn zand (NF 16)

4 - 5,25 m : wit, glimmerhoudend, slecht gesorteerd, zeer fijn zand (NF 20)

5,25 - 7,0 m : bruingele, zeer slecht gesorteerde, grove leem (NF 21)

7,0 - 8,25 m : grijze, gerubefiëerde klei.

De verdelingskurven vertonen een duidelijke overmaat aan fijn materiaal en hebben een leptokurtische (NF 16) tot uiterst leptokurtische vorm.

De zware mineralen bevatten gemiddeld meer dan 75 % ubikwisten, waarin zirkoon domineert met 33 %. Daarop volgt toermalijn (21 %), rutiel (14 %) en anataas (7 %).

De parametamorfe mineralen halen gemiddeld meer dan 23 %; met 16 % is distheen hierin het meest voorkomende lid; stauroliet haalt 6 %, andaloesiet bijna 2 %.

Eén granaatkorrel werd waargenomen.

VI.1.6. Ohey - Evelette (Tahier) (fig. 1.27., fig. 34a)

Coördinaten : x = 209,76

y = 124,32

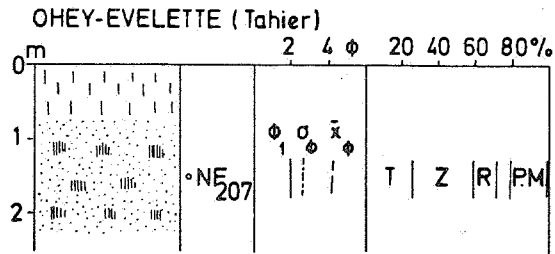


Fig. 34a

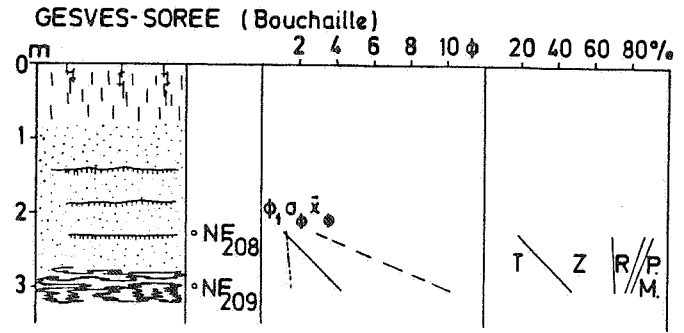


Fig. 34b

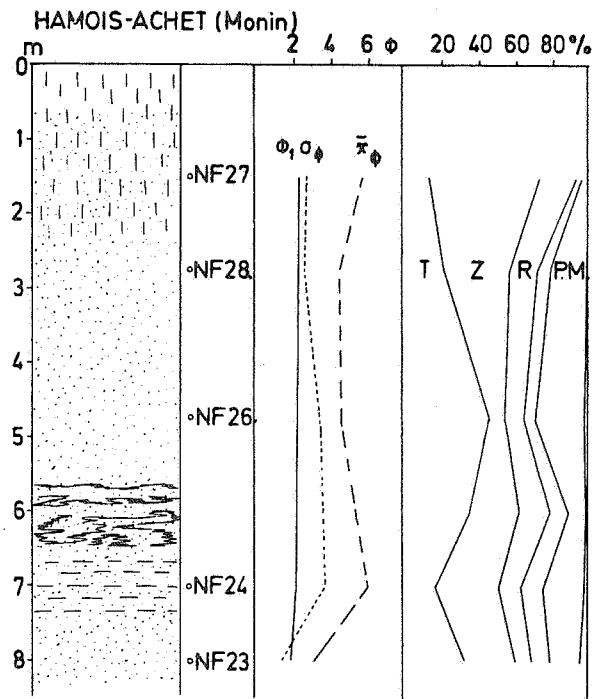


Fig. 34c

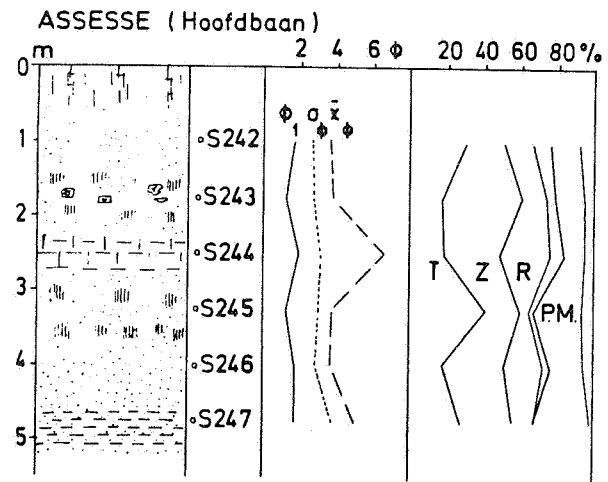


Fig. 34d

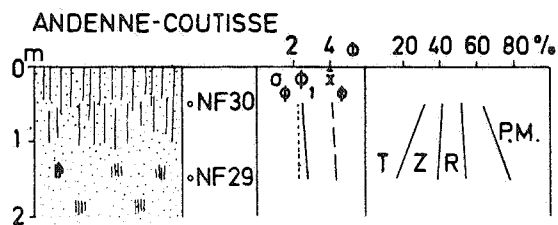


Fig. 34e

Hoogteligging : + 235 O.P.

Stratigrafische ligging volgens geologische kaart : Oligoceen
(Om en Ona) op Tournaisiaan en Viseaan.

0 - 0,75 m : Kwartair leemdek

0,75 - 2,25 m : bruinros, uiterst slecht gesorteerd, zeer fijn
zand (NF 207), met een positief sterk asymmetrische
verdelingskurve en een uiterst leptokurtische vorm.

De zware mineralen bevatten 79 % ubikwisten, met zirkoon (33 %) als voornaamste mineraal. Toermalijn haalt 26 %, rutiel 12 % en anataas 8 %.

De parametamorfe mineralen halen 20 %, met 11 % stauroliet, 8 % distheen en 1 % sillimaniet.

VI.1.7. Gesves - Sorée (Bouchaille) (fig. 1.28., fig. 34b)

Coördinaten : x = 205,45

y = 122,64

Hoogteligging : + 255 O.P.

Stratigrafische ligging volgens geologische kaart : Oligoceen
(Ona) op Viseaan.

0 - 0,9 m : Kwartair leemdek

0,9 - 2,8 m : wit, fijn geaderd, middelmatig gesorteerd, fijn
zand (NF 208), met positief asymmetrische distribu-
tiekurve en uiterst leptokurtische vorm.

2,8 - 3,3 m : grijsbruin-gevlamde klei (NF 209).

Het zand bevat 92 % ubikwisten, waarvan méér dan de helft wordt
ingenomen door zirkoon (51 %), naast 19 % toermalijn, 18 % rutiel
en 4 % anataas.

Naast één zoïsiet- en één alterietkorrel komen nog 6 % para-
metamorfe mineralen voor, waarvan de helft andaloesiet, samen met
distheen (2 %) en stauroliet (1 %).

De onderliggende klei bevat 80 % ubikwisten : hierin domineert
toermalijn (48 %); zirkoon haalt 24 %, rutiel 6 % en anataas 2 %.

In de groep van de parametamorfe mineralen (20 %) komt 10 %
andaloesiet voor, 6 % stauroliet en 2 % distheen en sillimaniet.

VI.1.8. Hamois - Achet (Monin) (Fig. 1.29., fig. 34c)

Coördinaten : x = 205,53

y = 112,66

Hoogteligging : + 280 O.P.

Stratigrafische ligging volgens geologische kaart : Oligoceen (Om) op kontakt Viseaan/Tournaisiaan.

- 0 - 0,4 m : Kwartaire leembedekking
- 0,4 - 1,9 m : bruine, uiterst slecht gesorteerde, zeer fijnzandige, grove leem (NF 27).
- 1,9 - 4,5 m : wit, zeer slecht gesorteerd, zeer fijn zand (NF 28)
- 4,5 - 5,6 m : wit, samenhangend, uiterst slecht gesorteerd, fijn zand (NF 26)
- 5,6 - 6,5 m : bruine, zandige klei, met kompakte, blokkige structuur.
- 6,5 - 7,5 m : glimmerhoudend, uiterst slecht gesorteerd, kleilig, fijn zand (NF 24)
- 7,5 - 8 m : wit, glimmerhoudend, slecht gesorteerd, fijn zand (NF 23).

Alle verdelingskurven vertonen een sterke overmaat aan fijn materiaal; ze hebben een zeer of uiterst leptokurtische vorm, behalve deze van het kleilig, fijn zand (NF 24), die een platykurtische vorm heeft.

De zware mineralenverdeling is gekenmerkt door een overmaat aan ubikwisten : gemiddeld 82 %. Met 32 % gemiddeld is zirkoon hierin het belangrijkste mineraal; daarnaast komt 28 % toermalijn, 14 % rutiel en 8 % anataas voor.

De parametamorfe mineralen halen 28 %, met 8 % distheen, 5 % stauroliet en 3 % andaloësiet. Sporadisch wordt granaat en epidoot opgemerkt.

VI.1.9. Assesse - Florée (fig. 1.30., fig. 34d)

Coördinaten : x = 199,20

y = 116,72

Hoogteligging : + 270 O.P.

Stratigrafische ligging volgens geologische kaart : Oligoceen (On) op Famenniaan.

Profiel langs de baan Courrière - Marche-en-Famenne

- 0 - 0,5 m : Kwartaire leembedekking
- 0,5 - 1,4 m : wit, glimmerhoudend, uiterst slecht gesorteerd, fijn zand (S 242)
- 1,4 - 2,3 m : geel, glimmerhoudend, uiterst slecht gesorteerd, fijn zand (S 243), met bleke, geagglomereerde brokjes.
- 2,3 - 2,75 m : grijsgele, uiterst slecht gesorteerde, kleilige,

- grove leem (S 244), met licht-bladerige structuur
- 2,75 - 3,75 m : geelrood, uiterst slecht gesorteerd, fijn zand (S 245)
- 3,75 - 4,8 m : bleekgeel, uiterst slecht gesorteerd, fijn zand (S 246), met licht-geoxydeerde zones.
- 4,8 - 5,1 m : wit, uiterst slecht gesorteerd, kleilig, fijn zand (S 247).

De sedimenten hebben alle een positief sterk asymmetrische verdelingskurve; de kurven van de zuiver zandige afzettingen hebben een uiterst leptokurtische vorm, de kleiligere en lemige een platykurtische of zeer platykurtische vorm.

De zware mineralenassociatie wordt gekenmerkt door een overmaat aan ubikwisten : gemiddeld 75 %. Over het algemeen is zirkoon, met een gemiddelde van 29 %, het voornaamste mineraal. Toermalijn, dat in 2 monsters domineert haalt 26 %, naast 15 % rutiel en bijna 5 % anataas.

Het gehalte aan parametamorfe mineralen bedraagt gemiddeld 20 %. Distheen (10 %) is het belangrijkste lid in die groep, gevolgd door stauroliet (8 %); andaloësiet en sillimaniet halen 1 %.

VI.1.10. Andenne - Coutisse (fig. 1.32., fig. 34e)

Coördinaten : x = 202,75

y = 127,66

Hoogteligging : + 250 D.P.

Stratigrafische ligging volgens geologische kaart : Oligoceen (Ona en Om) op Namuriaan.

0 - 1 m : sterk roodgestreept, geel, zeer slecht gesorteerd zeer fijn zand (NF 30).

1 - 2 m : geel, zeer slecht gesorteerd, zeer fijn zand (NF 29).

De verdelingskurven zijn positief sterk asymmetrisch en hebben een uiterst leptokurtische vorm.

Onderaan bestaan de zware mineralen uit 79 % ubikwisten, waarvan anataas (25 %) en zirkoon (23 %) de voornaamste vertegenwoordigers zijn, gevolgd door toermalijn (16 %) en rutiel (15 %).

De parametamorfe mineralen halen 21 %, met distheen (13 %) als belangrijkste lid, naast stauroliet (6 %) en andaloësiet.

Bovenaan niettegenstaande een identieke korrelgrootteverdeling, komen slechts 63 % ubikwisten voor, met toermalijn (32 %) als belangrijkste vertegenwoordiger : anataas en rutiel halen beide 11 %, terwijl zirkoon slechts 9 % haalt.

De 37 % parametamorfe mineralen bestaan uitsluitend uit evenveel stauroliet en distheen (cfr. "Chattiaan" sensu A. RUTOT van Seraing - Bonnelles).

VI.1.11. Andenne - Bonneville (fig. 1.33., fig. 35a)

Coördinaten : x = 198,12

y = 128,48

Hoogteligging : + 200 O.P.

Stratigrafische ligging volgens geologische kaart : Oligoceen (Om, Ona) op Viseaan.

Westelijk deel van de groeve : het was onmogelijk de opeenvolgende leden met hun ware dikte aan te duiden :

- I. Kwartaire leem, donkerbruin met gereduceerde banden
- II. Roodgekleurd grint, met uiterst slecht gesorteerd, grof zand (1989), waartussen zones zeer slecht gesorteerd, fijn zand (1988) voorkomen. Hierin komen spleten voor, opgevuld door grijze, uiterst slecht gesorteerde, grofzandige klei (1990), die onderaan uitmonden in zeer slecht gesorteerde, zeer fijnlemige klei (1987).
- III. Bruinrood, uiterst slecht gesorteerd, fijnlemig, kleiig zeer fijn zand (1986).
- IV. Bruingele, uiterst slecht gesorteerde, zeer fijnzandige, grove leem (1985).
- V. Wit, zeer slecht gesorteerd, zeer fijn zand (1984), met horizontale gelaagdheid, onderstreept door doorlopende geelbruine kleilaagjes; het gaat over in wit, slecht gesorteerd, zeer fijn zand (1983) met geelbruine, kleiige lensjes.
- VI. Rode, zeer fijnzandige, zeer fijnlemige klei (1982).
- VII. Schuingelaagd, beige, zeer slecht gesorteerd, middelmatig zand (1980) met zwarte punten, waarin een konglomeratische lens, met een beige matrix, bestaande uit een uiterst slecht gesorteerde, zeer fijnzandige, grove leem (1981).
Onderaan komt, in holten, plaatselijk grijze plastische zeer fijnlemige klei (2000) voor.
- VIII. Wit, homogeen, zeer slecht gesorteerd, fijn zand (1999), waarin een schuinverlopende, uitwiggende laag, bestaande uit grijs-purper, uiterst slecht gesorteerd, kleiig, zeer fijn zand (2001), voorkomt.

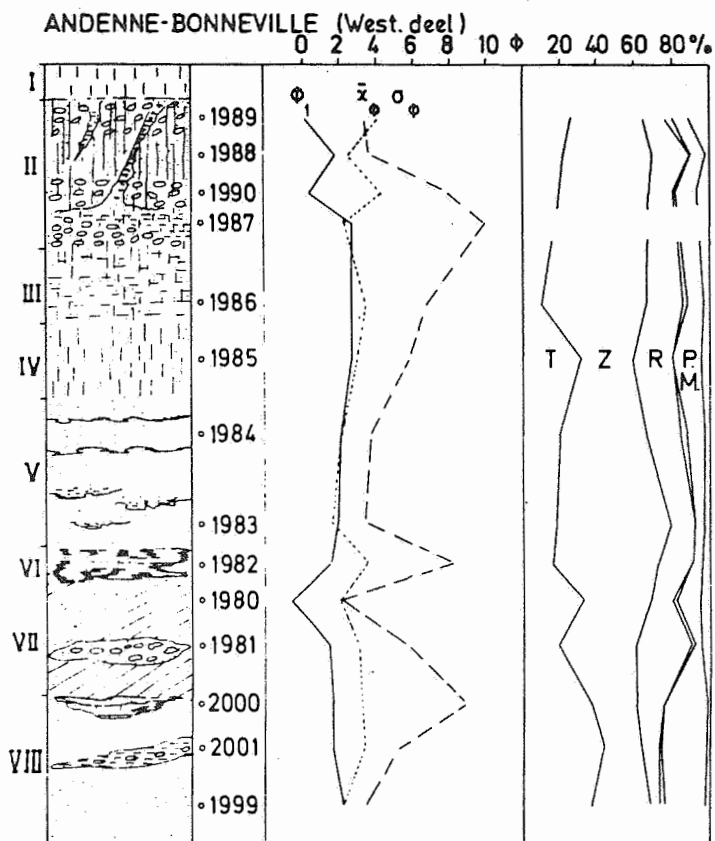


Fig. 35a

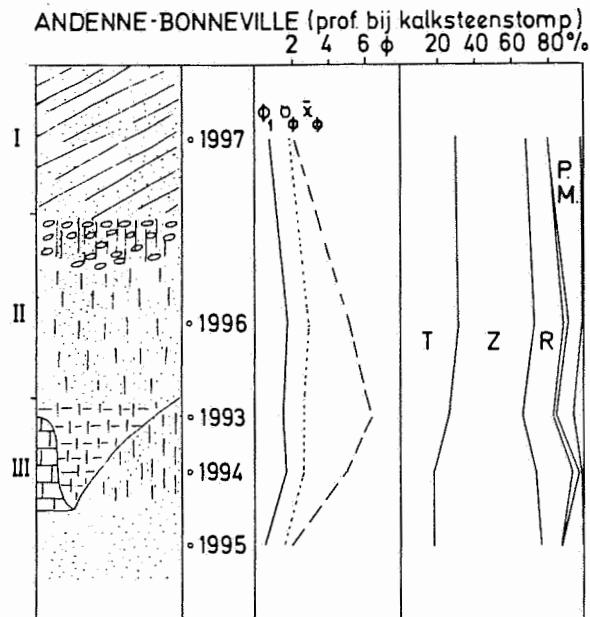


Fig. 35b

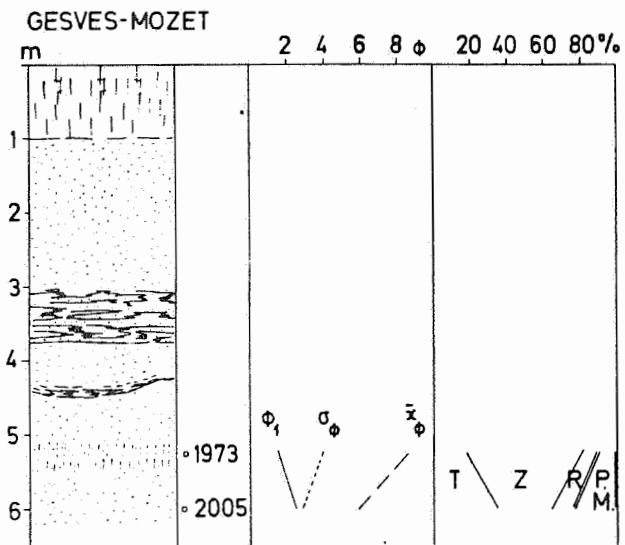


Fig. 35c

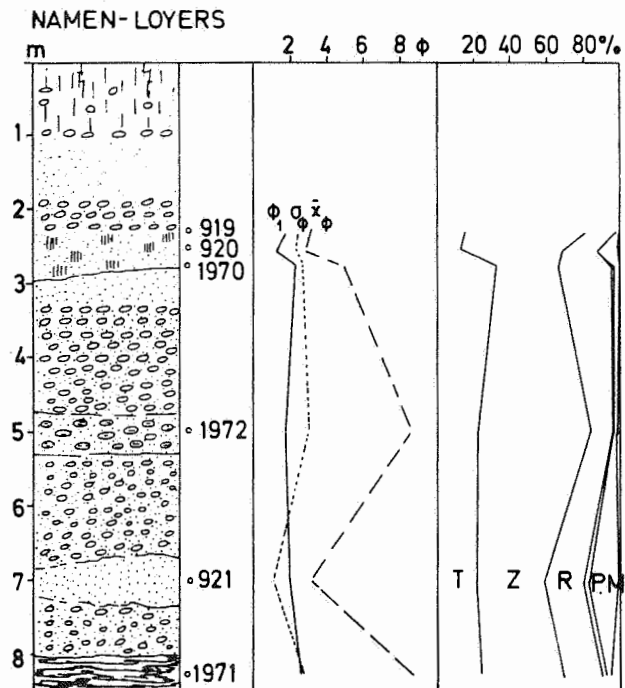


Fig. 35d

Profiel nabij een kalksteenstomp (fig. 35b)

- I. Wit, slecht gesorteerd, fijn zand (1997) met kruisgewijze gelaagdheid, waaronder een holte voorkomt, opgevuld met rood grint.
- II. Bruin, uiterst slecht gesorteerd, groflemig, zeer fijn zand (1996).
- III. Naast de kalksteenstomp komt grijze, zeer slecht gesorteerde, kleiige, middelmatige leem (1993) voor; hij gaat zijdelings over in uiterst slecht gesorteerd, groflemig, zeer fijn zand (1994), waaronder bleek, slecht gesorteerd, middelmatig zand (1995), met kruisgewijze gelaagdheid.

De verdelingskurven van deze afzettingen vertonen bijna allemaal een overmaat aan fijn materiaal : hun vorm is leptokurtisch of zeer tot uiterst leptokurtisch, behalve voor de zeer heterogene sedimenten (1986, 1982, 1981), waarvan de distributiekurven een meso- of platykurtische vorm hebben.

De sedimenten in het westelijk deel van de groeve vertonen duidelijk twee verschillende zware mineralenassociaties.

Het bovenste, grootste, deel (éénheden I tot VII) is gekenmerkt door een overmaat aan ubikwisten (gemiddeld 87 %), waarin zirkoon, met 47 %, als voornaamste vertegenwoordiger optreedt. Toermalijn haalt gemiddeld 22 %, naast 18 % rutiel.

Het gehalte aan parametamorfe mineralen bedraagt gemiddeld 9 % : stauroliet (meer dan 5 % gemiddeld) is in deze groep het belangrijkste mineraal. Distheen en andaloesiet halen beide nauwelijks 2 %.

Granaat, dat voornamelijk bovenaan voorkomt, en epidoot, evenredig verspreid, halen bijna 1 % gemiddeld.

In de onderste afzetting (eenheid VIII) daalt het gehalte aan ubikwisten tot gemiddeld 75 %, met toermalijn (39 %) als voornaamste vertegenwoordiger; zirkoon haalt 25 % en rutiel 9 %.

Daarnaast komen alleen nog parametamorfe mineralen voor, waaronder andaloesiet als voornaamste lid met 9 %, gevolgd door even grote hoeveelheden distheen en stauroliet.

De sedimenten rond de kalksteenstomp hebben een zware mineralenverdeling, die lijkt op deze van het bovenste deel in de westelijke wand van de groeve.

De ubikwisten halen gemiddeld 88 %; met 47 % is zirkoon hierin het belangrijkste mineraal, gevolgd door toermalijn (25 %) en rutiel (15 %).

Het gehalte aan parametamorfe mineralen bedraagt 10 %, met voornamelijk stauroliet en andaloësiet (4 %), naast 2 % distheen gemiddeld.

Sporadisch komt granaat voor.

VI.1.12. Gesves - Mozet (fig. 1.34., fig. 35c)

Coördinaten : x = 193,35

y = 126,19

Hoogteligging : + 150 O.P.

Stratigrafische ligging volgens geologische kaart: Oligoceen (Ona) op Viseaan.

- 0 - 1 m : Kwartaire leembedekking
- 1 - 3 m : wit, fijn zand
- 3 - 3,75 m : roze, kleilig zand
- 3,75 - 5,1 m : wit, fijn zand met witte kleilens
- 5,1 - 5,5 m : purpergekleurde, uiterst slecht gesorteerde, fijnzandige klei (1973).
- 5,5 - 6,3 m : wit, slecht gesorteerd, zeer fijn zand (2005), met een overmaat aan fijn materiaal en een uiterst leptokurtische verdelingskurve.

De fijnzandige klei bevat 89 % ubikwisten, met vnl. zirkoon (64 %), naast 17 % toermalijn en 7 % rutiel. De parametamorfe mineralen halen 10 %, met evenveel stauroliet als distheen en een weinig andaloësiet.

Onderaan komen 78 % ubikwisten voor, met 34 % toermalijn en 31 % zirkoon, naast 12 % rutiel. De parametamorfe mineralen (21 %) bevatten voornamelijk distheen (11 %) en stauroliet (7 %), met een weinig sillimaniet en andaloësiet.

Beide afzettingen bevatten 1 % granaat.

VI.1.13. Namen - Loyers (fig. 1.35., fig. 35d)

Coördinaten : x = 192,99

y = 126,93

Hoogteligging : + 200 O.P.

Stratigrafische ligging volgens geologische kaart : Oligoceen (Onx) op Namuriaan.

- 0 - 1 m : bruine, Kwartaire leem met keien en grintlaag aan de basis.
- 1 - 1,8 m : rode bodem in zandig materiaal.

- 1,8 - 2,25 m : grintlaag
- 2,25 - 3,0 m : roodbruin, zeer slecht gesorteerd, fijn zand (919, 920), onderaan overgaand in een uiterst slecht gesorteerd, groflemig, zeer fijn zand (1970).
- 3,0 - 6,8 m : grintlaag, waarin rond -5 m een band niet-gekonsolideerde, fijnlemige kleikeien (1972) voorkomen.
- 6,8 - 7,4 m : onregelmatig verlopende laag, bestaande uit wit, middelmatig gesorteerd, fijn zand (921).
- 7,4 - 8 m : grintlaag
- 8 - 8,5 m : plastische, kleiige, zeer fijne leem (1971) (verwerking van Namuriaan-schiefers).

De zandige sedimenten vertonen alle een overmaat aan fijn materiaal en hebben een leptokurtische tot uiterst leptokurtische verdelingskurve.

De zware mineralen bevatten gemiddeld 92 % ubikwisten, waaronder zirkoon (51 %) het voornaamste lid is; toermalijn (21 %) en rutiel (19 %) komen in bijna gelijke hoeveelheden voor.

De parametamorfe mineralen halen gemiddeld 7 %, maar vertonen een zeer onregelmatige spreiding : naast sporadisch andaloesiet en sillimaniet, komen bijna 4 % stauroliet en 3 % distheen voor.

In enkele monsters worden granaat en epidoot opgemerkt.

VI.1.14. Namen - Cognelée (fig. 1.36., fig. 36a)

Coördinaten : x = 188,44

y = 133,66

Hoogteligging : + 199 O.P.

Stratigrafische ligging volgens geologische kaart : Oligoceen (Onx) op Viseaan.

- 1 - 3,5 m : gerubefiëerd, gekryoturbeerd Onx-grint, waarin een kleilens voorkomt.
- 3,5 - 4,5 m : wit, zeer slecht gesorteerd, zeer fijn zand (766) met bruine en gele, kleiige lensjes.
- 4,5 - 11 m : homogeen, wit, zeer slecht gesorteerd, zeer fijn zand (771).
- 11 - 12,5 m : wit, zeer slecht gesorteerd, zeer fijn zand (770) met schuinverlopende, rode bandjes.
- 12,5 - 13,5 m : wit, bruinevlekt, uiterst slecht gesorteerd, middelmatig zand (768).

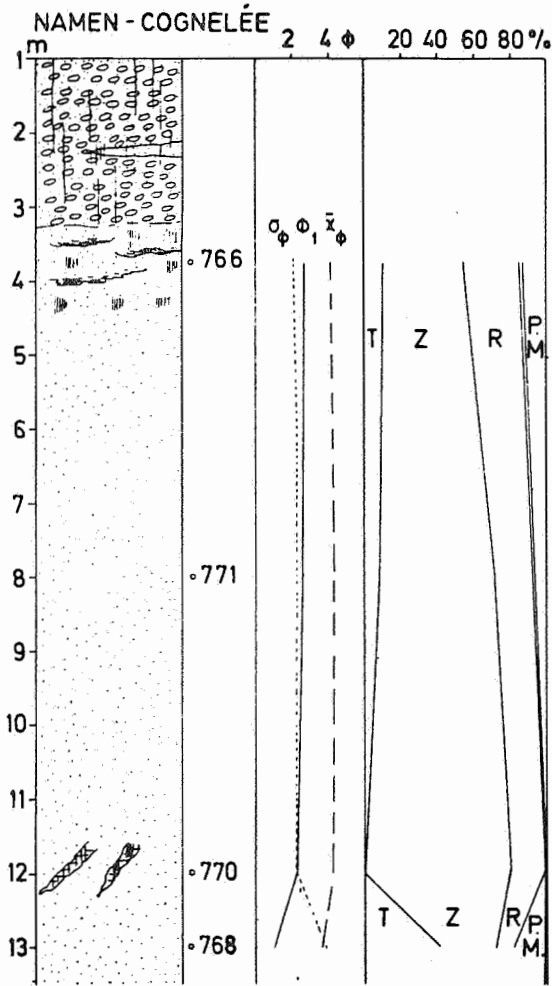


Fig. 36a

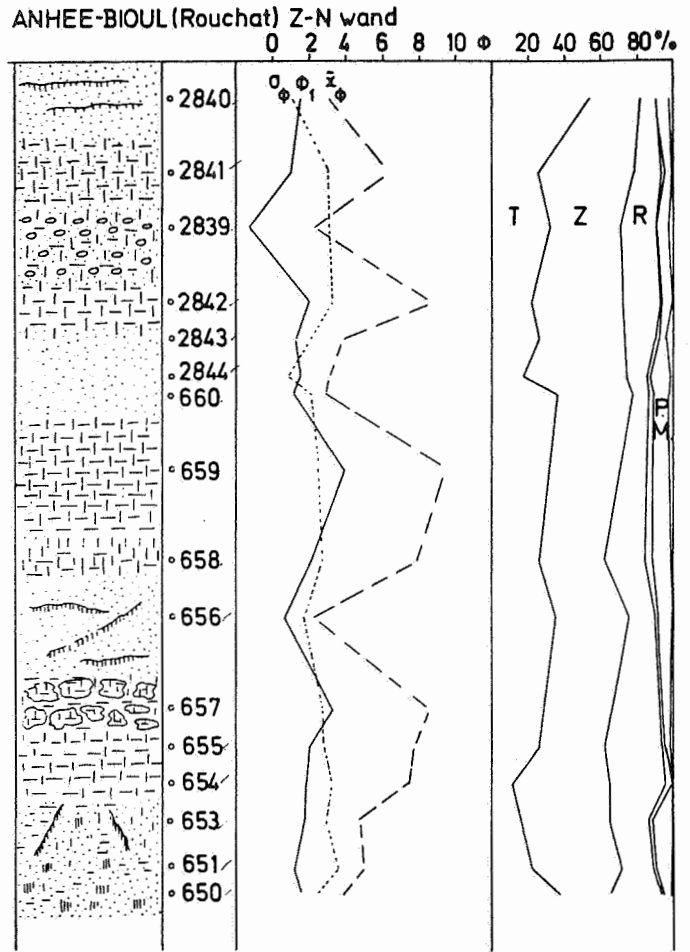


Fig. 36b

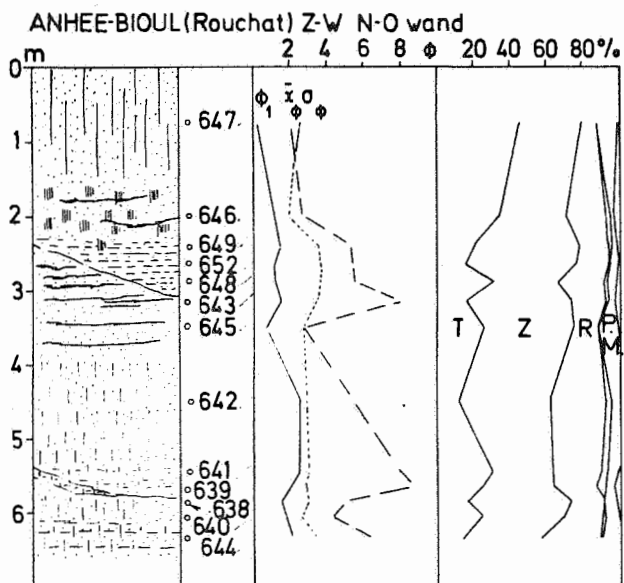


Fig. 36c

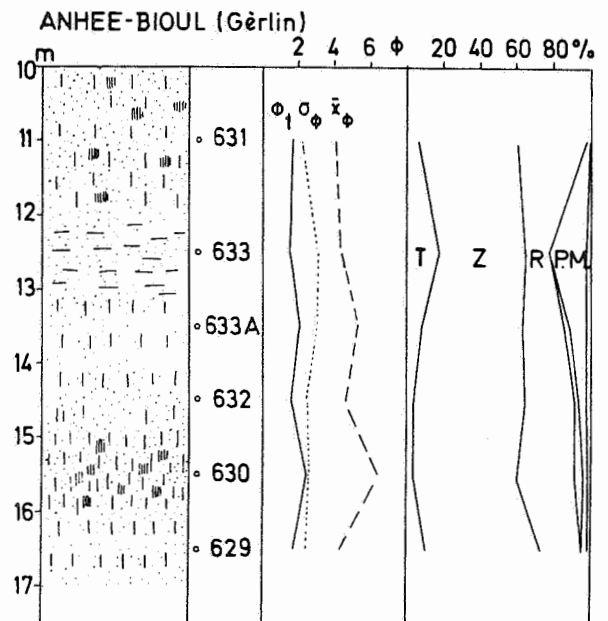


Fig. 36d

Al deze sedimenten hebben een positief, sterk asymmetrische verdelingskurve, met een zeer tot uiterst leptokurtische vorm.

Op basis van zware mineralen kunnen 2 groepen sedimenten onderscheiden worden.

Het onderste sediment bevat 82 % ubikwisten, met toermalijn (42 %) als voornaamste vertegenwoordiger : zirkoon haalt 30 % en rutiel 10 %. De 18 % parametamorfe mineralen bestaan voornamelijk uit stauroliet (14 %), naast distheen (4 %).

Daarop volgen afzettingen met gemiddeld 91 % ubikwisten. Zirkoon (58 % gemiddeld) komt hierin het meeste voor, gevolgd door rutiel (23 %), toermalijn (9 %) en anataas (1 %). De parametamorfe mineralen halen 8 %, met 5 % stauroliet en 3 % distheen.

Granaat en epidoot komen sporadisch voor.

VI.1.15. Profondeville - Bois-de-Villers (fig. 1.37.)

Coördinaten : x = 182,53

y = 119,66

Hoogteligging : + 165 O.P.

Stratigrafische ligging volgens geologische kaart : Oligoceen op Emsiaan (niet op dit punt aangeduid).

Onder het Kwartair leemdek, bedekt een uiterst slecht gesorteerde, zeer fijnzandige, kleiige, zeer fijne leem (763) een eveneens uiterst slecht gesorteerd, kleilig, middelmatig zand (765).

De verdelingskurven vertonen een overmaat aan fijn materiaal : hun vorm is platykurtisch (763) of zeer platykurtisch (765).

De zware mineralen bevatten voornamelijk ubikwisten, waarvan zirkoon (54 %) het belangrijkste bestanddeel is, naast rutiel (21 %) en toermalijn (18 %). De parametamorfe mineralen (stauroliet, distheen, sillimaniet) halen gemiddeld 2 %, terwijl 1 % epidoot voorkomt.

VI.1.16. Anhée - Bioul (Groeve Rouchat) (fig. 1.38.)

Coördinaten : x = 181,10

y = 114,60

Hoogteligging : + 205 O.P.

Stratigrafische ligging volgens geologische kaart : Oligoceen (Om) op Viseaan.

Zuid-noord-wand (fig. 36b)

De aard van de sedimenten liet niet toe een duidelijke dikte

voor iedere laag op te geven; wel wordt de stratigrafische opeenvolging gerespekteerd (van boven naar beneden).

- Wit, middelmatig gesorteerd fijn zand (2840), met gele adertjes.
- Grijsbruine, kompakte, zeer fijnzandige, kleiige, fijne leem (2841), met uiterst slechte sortering.
- Rood, licht-grinthoudend middelmatig slibzand (2839) waarin horizontale grintlaagjes (kwarts- en gesilicificeerde kalksteenfragmenten) met kleilaagjes.
- Grijs, fijnlemige klei (2842), met bruine vlekjes, rust op donkergrijs, ligniethoudend, middelmatiglemig, fijn zand (2843) met zeer slechte sortering; dit complex wigt aan weerszijden uit en neemt de vorm van een kanaaldoorsnede aan.
- Wit, fijn zand, onderaan zeer slecht (660), bovenaan middelmatig goed (2844) gesorteerd.
- Dikke laag, grijze, kompakte, zeer fijnlemige klei (659).
- Bruinrode, kompakte, uiterst slecht gesorteerde kleiige fijne leem (658).
- Wit, slecht gesorteerd, middelmatig zand (656) met rode adertjes
- Grijs, uiterst slecht gesorteerde, kleiige, fijne leem (657) met breccieus uitzicht.
- Grijs, kompakte, kleiige, fijne leem (655) met uiterst slechte sortering.
- Rode, uiterst slecht gesorteerde, kleiige, middelmatige leem (654).
- Wit, uiterst slecht gesorteerd, groflemig, zeer fijn zand (653), met vertikaal verlopende rode adertjes, op wit-rose, kleiig, fijn zand (651).
- Oranjerood, zeer slecht gesorteerd, groflemig, fijn zand (650).

De verdelingskurven zijn alle positief sterk of positief asymmetrisch; de vorm is steeds mesokurtisch voor de lemige sedimenten, leptokurtisch tot zeer leptokurtisch voor de zandige.

De ganse sekwentie bestaat uit 4 cycli die beginnen met een zandige afzetting; die gaat over in kleiige lemen of lemige kleien, bedekt door een zandlaag. Naar boven toe wordt een lichte vergroving van de leden opgemerkt, gepaard gaande met een minder slechte sortering van de zandige afzettingen.

De zware mineralenassociatie bevat gemiddeld bijna 92 % ubikwisiten en 7 % parametamorfe mineralen : daarnaast komen nog enkele granaat- en epidootkorrels voor.

In de zandige leden van iedere cyclus komt 42 % zirkoon voor, gevolgd door toermalijn (31 %) en rutiel (16 %); anataas haalt nauwelijks 1 %.

De parametamorfe mineralen (gemiddeld bijna 9 %) bevatten vooral stauroliet (meer dan 4 %), naast distheen en andaloosiet.

De kleiig-lemige leden bevatten gemiddeld 46 % zirkoon, 24 % rutiel en 22 % toermalijn; anataas haalt bijna 2 %.

Het gehalte aan parametamorfe mineralen daalt tot iets meer dan 5 %, met meer dan 3 % stauroliet gemiddeld, en een weinig distheen en andaloosiet.

Zuidwest-noordoost_wand (fig. 36c)

- 0 - 1,55 m : oranje-geel, zeer slecht gesorteerd, middelmatig zand (647)
- 1,55 - 2,3 m : rosachtig, slecht gesorteerd, fijn zand (646), met rode, kleiige laagjes
- 2,3 - 3,0 m : ligniethoudend, uiterst slecht gesorteerd, grof-lemig, kleiig, fijn zand (649, 652, 648), voorkomend als een kanaal in
- 3,0 - 4,0 m : rose, uiterst slecht gesorteerd, middelmatig zand (645), waarin dunne en uitwiggende laagjes, grijze, zeer fijnlemige klei (643).
- 4,0 - 5,25 m : witachtige, uiterst slecht gesorteerde, zeer fijnzandige, grove leem (642), met gele en bruine vlekken
- 5,25 - 5,5 m : rose, uiterst slecht gesorteerde, kleiige, grove leem (641), schuin onderlegen door een laag uiterst slecht gesorteerde, kleiige, fijne leem (639)
- 5,5 - 6,25 m : bruin-, rood- en geelgevekt, uiterst slecht gesorteerd, groflemig, fijn zand (638, 640), op een dun laagje grijze klei
- 6,25 - 6,5 m : oranjerode, uiterst slecht gesorteerde, zeer fijnzandige, kleiige, grove leem (644)

De verdelingskurven van deze afzettingen vertonen alle een overmaat aan fijn materiaal : hun vorm gaat van leptokurtisch tot zeer leptokurtisch voor de zandige sedimenten en van mesokurtisch tot platykurtisch voor de lemige en kleiige.

Ook hier worden verschillende cycli in de sekwentie waargenomen, met een verfijning naar boven toe : in het algemeen wordt ook hier de sortering van de zandige sedimenten iets minder slecht

naar boven toe.

De zware mineralenverdeling is gelijkaardig aan die in de noord-zuid-gerichte wand, met een iets kleiner verschil in samenstelling tussen de zandige en de kleiig-lemige sedimenten. Opmerkelijk is dat de topmonsters in de twee profielen (2840 en 647) méér toermalijn dan zirkoon bevatten, terwijl het omgekeerde geldt voor lagergelegen zanden met dezelfde korrelgrootteverdeling (2839, 660, 656).

VI.1.17. Anhée - Bioul (Ferme Gerlin) (fig. 1.39., fig. 36d)

Coördinaten : x = 181,59

y = 115,89

Hoogteligging : + 210 O.P.

Stratigrafische ligging volgens geologische kaart : Oligoceen (Ona) op Viseaan.

De bovenste tien meter van de groeve bestaan uit homogeen, geel, fijn zand.

- | | |
|-------------|---|
| 10 - 12 m | : rose, zeer slecht gesorteerd, grof-lemig, zeer fijn zand (631) |
| 12 - 13,1 m | : wit, geelgevekt, uiterst slecht gesorteerd, kleiig, fijn zand (633) |
| 13,1 - 14 m | : wit, uiterst slecht gesorteerd, groflemig, zeer fijn zand (633A) |
| 14 - 15 m | : geel, zeer slecht gesorteerd, groflemig, zeer fijn zand (632) |
| 15 - 16 m | : rode, uiterst slecht gesorteerde, zeer-fijnzandige grove leem (630) |
| 16 - 17 m | : wit, zeer slecht gesorteerd, groflemig, zeer fijn zand (629) |

De verdelingskurven van deze sedimenten zijn allemaal positief sterk asymmetrisch; hun vorm is leptokurtisch of zeer leptokurtisch.

De zware mineraleninhoud wordt gekenmerkt door een grote overmaat aan ubikwisten (gemiddeld bijna 92 %). Hierin komt voornamelijk zirkoon (gemiddeld 56 %) voor, naast rutiel (26 %) en toermalijn (9 %); anataas haalt gemiddeld slechts 1 %.

De parametamorfe mineralen halen gemiddeld 7 %, met gelijke hoeveelheden aan stauroliet en distheen. Ze komen meer voor in het groflemig, zeer fijn zand (633, 633A). Daarnaast komt nog 1 % epidoot voor.

VI.1.18. Anhée - Bioul (Fondrin) (Fig. 1.40.)

Coördinaten : x = 180,55

y = 112,92

Hoogteligging : + 240 O.P.

Stratigrafische ligging volgens geologische kaart : Oligoceen
(On) op Viseaan.

In de verlaten groeve komen opeenvolgens van boven naar onder voor :

- uiterst slecht gesorteerd, middelmatig zand (2847), rood-gekleurd door verwerking
- uiterst slecht gesorteerd, grof zand (2848), waarin laagjes grijze, verbrokkelde, middelmatig-zandige, kleiige grove leem (2849) voorkomt
- grijs, uiterst slecht gesorteerd, groflemig, kleiig, zeer fijn zand (2850).

Daarnaast komt ligniethoudende klei voor, waarin wit, groflemig, zeer fijn zand (2850bis), met uiterst slechte sortering, geïnterkaleerd is.

De distributiekrommen vertonen alle een overmaat aan fijn materiaal : hun vorm gaat van uiterst leptokurtisch bovenaan, over zeer leptokurtisch tot leptokurtisch onderaan.

De zware mineralen bevatten gemiddeld meer dan 93 % ubikwisten : het gehalte aan zirkoon (gemiddeld 50 %) daalt van onder naar boven; dat van toermalijn (23 %) vertoont een omgekeerd verloop, terwijl rutiel (20 %) een regelmatige verdeling heeft. Alleen onderaan komt anataas voor.

De parametamorfe mineralen (gemiddeld bijna 6 %) bestaan bijna volledig uit stauroliet, naast een weinig distheen en sporadisch andaloësiet. Ook komt nog bijna 1 % epidoot voor.

Evenals in de twee profielen, opgenomen in de groeve Rouchat, bevat het bovenste monster méér toermalijn dan zirkoon. Vermoedelijk stemmen ze overeen met de sedimenten uit Groep II zoals ze werden bepaald in het profiel te Seraing - Bonnelles ("Chattiaan" sensu A. RUTOT).

VI.1.19. Onhaye - Falaen (fig. 1.41., fig. 37a)

Coördinaten : x = 180,33

y = 110,27

Hoogteligging : + 205 O.P.

Stratigrafische ligging volgens geologische kaart : Oligoceen

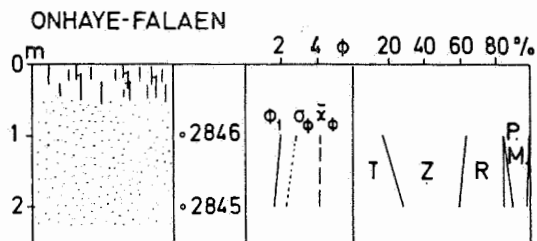


Fig. 37a

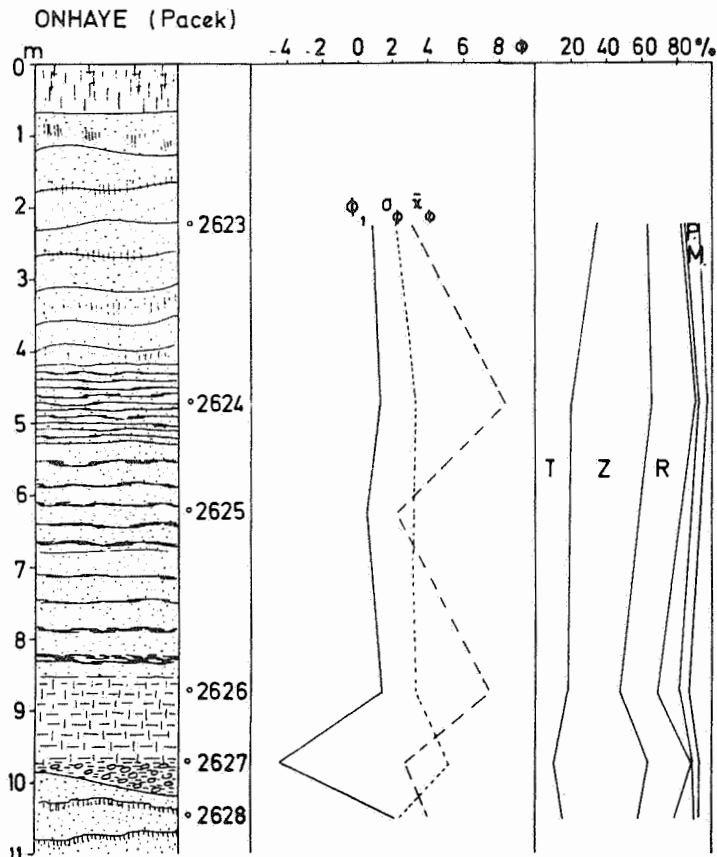


Fig. 37b

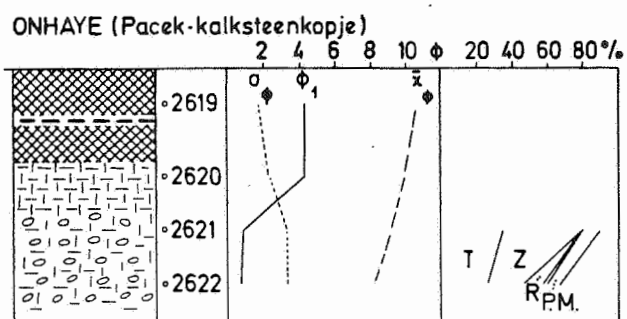


Fig. 37c

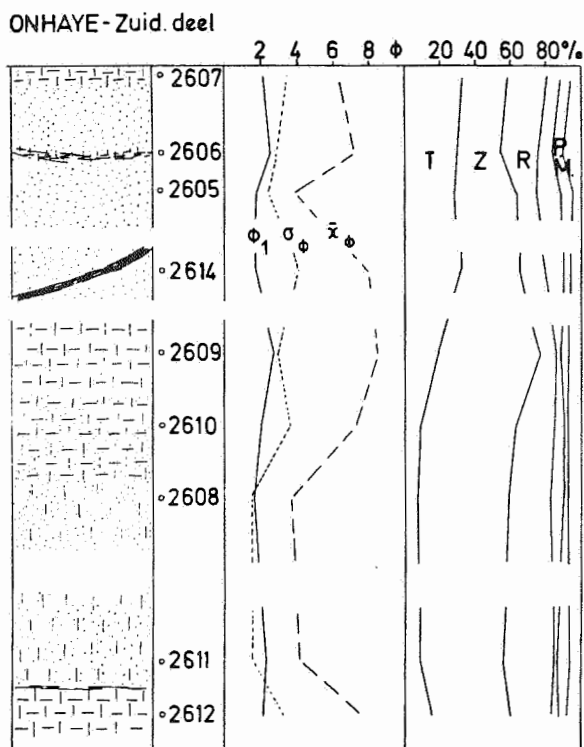


Fig. 37d

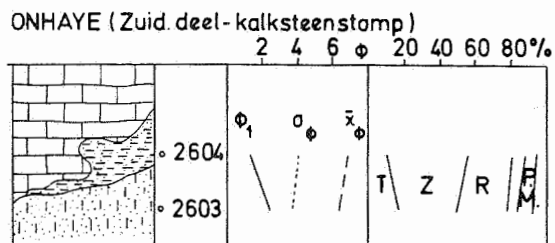


Fig. 37e

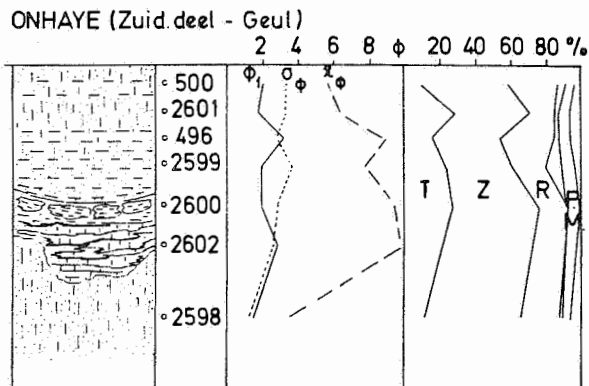


Fig. 37f

(Ona) op Viseaan.

0 - 0,5 m : Kwartaire leembedekking
0,5 - 2,25 m : wit, uiterst slecht gesorteerd, fijn zand (2846),
dat naar onder toe overgaat in zeer slecht gesor-
teerd, zeer fijn zand (2845).

Hun verdelingskurven zijn positief sterk asymmetrisch met een uiterst leptokurtische vorm.

De ubikwisten nemen gemiddeld 85 % van de zware mineraleninhoud voor hun rekening. Daarin overheerst zirkoon met gemiddeld 40 %, naast 22 % toermalijn en rutiel.

De parametamorfe mineralen halen 14 %, met 7 % distheen, 5 % stauroliet en 1 % andaloësiet en sillimaniet. Eén korrel epidoot werd geteld.

VI.1.20. Onhaye - Weillen (fig. 1.42.)

Coördinaten : x = 182,78

y = 105,76

Hoogteligging : + 220 O.P.

Stratigrafische ligging volgens geologische kaart : Oligoceen

(Ons) op Viseaan.

De ontsluiting bestaat grotendeels uit wit, middelmatig gesorteerd, grof-lemig, zeer fijn zand (509). De verdelingskurve is positief asymmetrisch met een leptokurtische vorm.

De zware mineralen bestaan voornamelijk uit ubikwisten (94 %), met zirkoon (51 %) als belangrijkste vertegenwoordiger, gevolgd door rutiel (35 %) en toermalijn (7 %). De parametamorfe mineralen (stauroliet en distheen) halen slechts 6 %.

VI.1.21. Onhaye - Groeve Pasek (fig. 1.43.)

Coördinaten : x = 183,43

y = 104,33

Hoogteligging : + 245 O.P.

Stratigrafische ligging volgens geologische kaart : Oligoceen

(Ona) op Tournaisiaan.

Noordelijk gedeelte (fig. 37b)

a) Noordoost-wand van de groeve

0 - 0,6 m : Kwartaair leemdek

0,6 - 4,25 m : wit, zeer slecht gesorteerd, fijn zand (2623)
plaatselijk roodgekleurd, heviger naar beneden

- toe, met horizontale, licht-golvende gelaagdheid, onderstreept door onderbroken laagjes witte klei.
- 4,25 - 8,5 m : kompleks, waarin afwisselend dunne laagjes (3-5 cm) groene, middelmatig-lemige klei (2624) en banden witte en rode, uiterst slecht gesorteerde, middelmatige zanden (2625) voorkomen : naar onder toe worden de kleilaagjes iets dikker, terwijl de zandbanden een halve meter dik kunnen worden.
- 8,5 - 9,6 m : groene, uiterst slecht gesorteerde, kleiige, middelmatige leem (2626)
- 9,6 - 10,2 m : lens, uiterst slecht gesorteerd, slibhoudend grint (2627)
- 10,2 - 11 m : bruin en rood, zeer slecht gesorteerd, zeer fijn zand (2628).

b) Onderaan in het noordelijk deel van de groeve, naast een kalksteenkopje, komt er witte klei (2619) en een zeer fijnlemige klei (2620) voor, met horizontale laagjes zwarte chertkeien. Daaronder ligt er bruine en grijze zeer fijnlemige klei (2621 en 2622) rond chertkeien (fig. 37c).

c) In het oostelijk deel van de groeve, in de wand nabij de uitgang, komt bleek-rose of wit, uiterst slecht gesorteerd kleiig, fijn zand (2833) en zeer slecht gesorteerd, zeer fijn zand (2835, 2837) voor. Daartussen zit grijze, met bruine vlekken, uiterst slecht gesorteerde, zeer fijnzandige, grove leem (2834) geïnterkaleerd. Aan de basis vindt men grijs, licht-grinthoudend, zeer fijnzandig slib (2836).

De verdelingskurven van de middelmatige, fijne en zeer fijne zanden, de zeer-fijnlemige, zeer fijne zanden en de kleiige fijne zanden zijn positief sterk asymmetrisch en hebben een zeer of uiterst leptokurtische vorm. De overige, fijnere, sedimenten vertonen eveneens een overmaat aan fijn materiaal, maar de vorm van de distributiekurven is mesokurtisch of platykurtisch.

De globale mineraleninhoud van de ganse ontsluiting is gekenmerkt door een overmaat aan ubikwisten : gemiddeld 85 %. In bijna alle afzettingen domineert zirkoon (gemiddeld 40 %), gevolgd door toermalijn (21 %) en rutiel (20 %). Anataas komt bijna overal voor en haalt gemiddeld meer dan 3 %.

Het gehalte aan parametamorfe mineralen bedraagt bijna 8 %.

Met meer dan 4 % is stauroliet hierin het belangrijkste mineraal, gevolgd door distheen (2 %) : andaloësiet haalt bijna 1 %. Granaat komt slechts sporadisch voor. Epidoot haalt een gemiddelde van meer dan 1 % en is vnl. aanwezig in het profiel nabij de uitgang van de groeve (monsters 2834, 2835, 2836).

Onderaan in de groeve, nabij het kalksteenkopje, bevatten de zware mineralen slechts 59 % ubikwisten (met vnl. toermalijn) en 7 % parametamorfe mineralen (met vnl. stauroliet). Daarnaast wordt nog 5 % epidoot, 6 % augiet en 9 % hoornblende gevonden.

Zuidelijk gedeelte

a) In het noordwesten van dit deel van de groeve ontsluit een belangrijke lignietlaag. In de nabijheid daarvan dagzomen achter-eenvolgens (van boven naar onder)(fig. 37d) :

- dun laagje bruine, uiterst slecht gesorteerde, zeer fijnzandige, kleiige, grove leem (2607)

- in een belangrijke laag geel, zeer slecht gesorteerd, zeer fijn zand (2605), komt een dunne laag rode, uiterst slecht gesorteerde, kleiige, middelmatige leem (2606) voor, die meer naar het zuiden overgaat in een fijnzandige klei (2614).

Onder dit complex, langs een andere wand, volgt een grijze, zeer-fijnlemige klei (2609) en een zeer-fijnzandige, groflemige klei (2610), waaronder wit, homogeen, slecht gesorteerd, groflemig, zeer fijn zand (2608).

- op vermoedelijk hetzelfde niveau, meer naar het westen, komt een grijze, slecht gesorteerde, zeer-fijnzandige, grove leem (2611) voor, waaronder een witte, uiterst slecht gesorteerde, kleiige, grove leem (2612).

b) Rond een kalksteenstomp in het oosten van de groeve wordt een grijze, uiterst slecht gesorteerde, zeer fijnzandige, grove leem (2603) gevonden, bedekt door een bladerige, fijnzandige klei (2604)(fig. 37e).

c) Langs de zuidoostelijke wand (fig. 37f) komt in een kanaalvormige doorsnede bovenaan een uiterst slecht gesorteerd, groflemig, kleiig, zeer fijn zand (500) voor. Daarop volgen naar beneden :

- grijsbruine, uiterst slecht gesorteerde, zeer-fijnzandige, kleiige, grove leem (2601) en fijn-lemige klei (496) met ligniet-brokkjes

- donkergrijze, ligniethoudende, zeer-fijnzandige, groflemige

klei (2599).

- witte brokkelige, zeer-fijnlemige klei (2600), bovenop een grijs-bleekbruine, middelmatiglemige klei (2602). Dit kompleks is uitgeschuurd in een massa wit, middelmatig gesortteerd, groflemig, fijn zand (2598).

d) In de noordoostelijke wand is in hetzelfde wit, groflemig, fijn zand (2598) eenzelfde kanaal uitgeschuurd.

De verdelingskurven voor deze afzettingen vertonen alle een overmaat aan fijne deeltjes. Hun vorm is uiterst leptokurtisch of leptokurtisch voor de zeer fijne zanden en de fijnzandige grove lemen, mesokurtisch voor de groflemige, kleiige, fijne zanden, en platykurtisch voor de zand-kleiige lemen of zand-lemige kleien.

De zware mineralen bevatten gemiddeld 88 % ubikwisten : met 43 % is zirkoon de belangrijkste vertegenwoordiger van deze groep, gevolgd door evenveel rutiel als toermalijn (gemiddeld 20 %). Opmerkelijk is het hoog percentage aan anataas : 5 %.

Het gehalte aan parametamorfe mineralen bedraagt gemiddeld meer dan 5 %, met stauroliet (3 %) en distheen als voornaamste leden : andaloosiet komt regelmatig, zij het in kleine hoeveelheden, voor.

Het epidootgehalte haalt gemiddeld bijna 1 %, terwijl granaat sporadisch optreedt.

Gemiddeld komen er 5 % alterieten voor : dit gehalte ligt lager bij de monsters, waar duidelijk epidoot en granaat (en één augiet-korrel) voorkomen, wat erop wijst, dat het gehalte aan deze mineralen vermoedelijk oorspronkelijk hoger moet geweest zijn.

VI.1.22. Onhaye Groeve Pirmez (fig. 1.44., fig. 38a)

Coördinaten : x = 183,56

y = 104,61

Hoogteligging : + 245 O.P.

Stratigrafische ligging volgens geologische kaart : Oligoceen (Ona) op Tournaisiaan.

Door de uitbatingswijze in de groeve en de laterale faciësveranderingen was het onmogelijk de ware dikte van de lagen weer te geven. Het profiel geeft wel, van boven naar onder, de stratigrafische opeenvolging van de afzettingen weer.

ONHAYE (Pirmez)

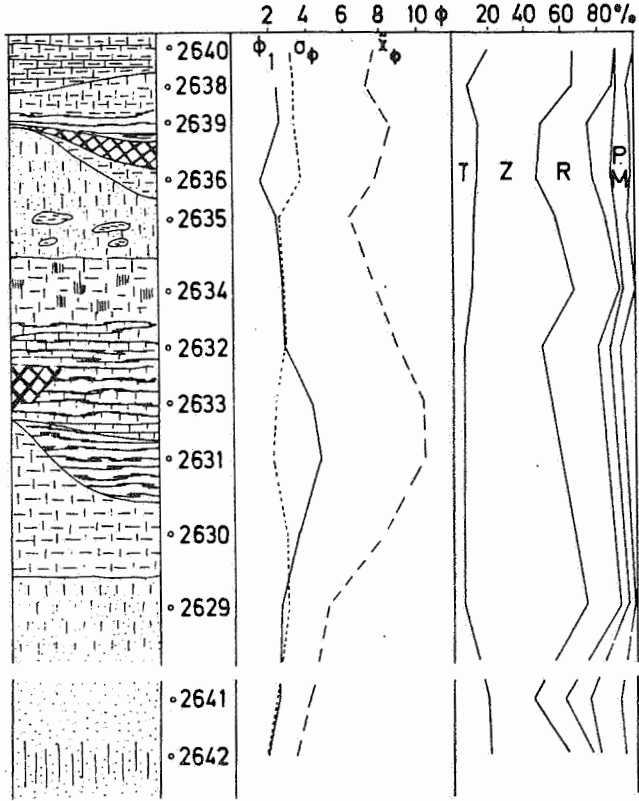


Fig. 38a

HASTIERE-WAULSORT (FREYR)

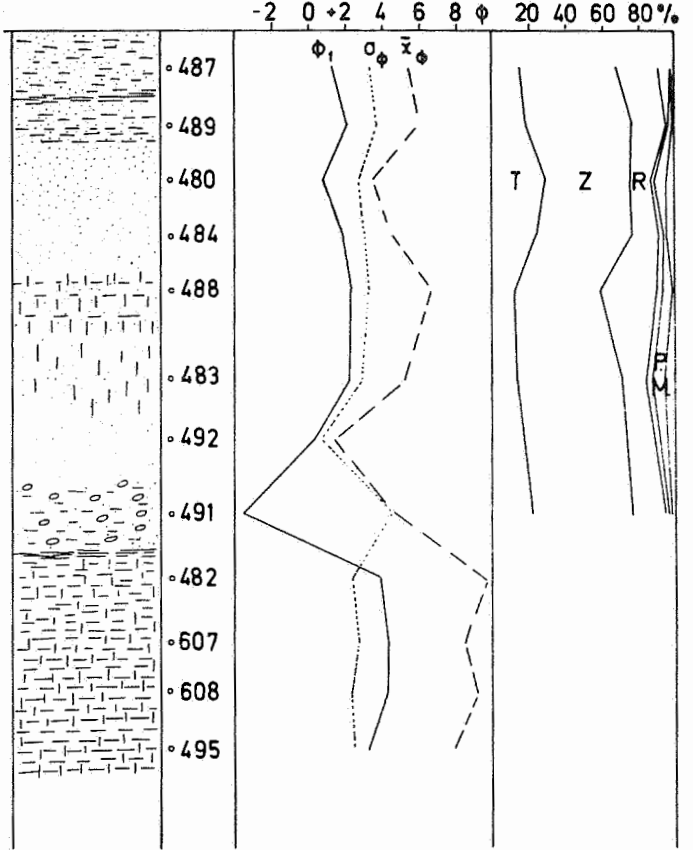


Fig. 38b

CELLES-Est (Profil I)

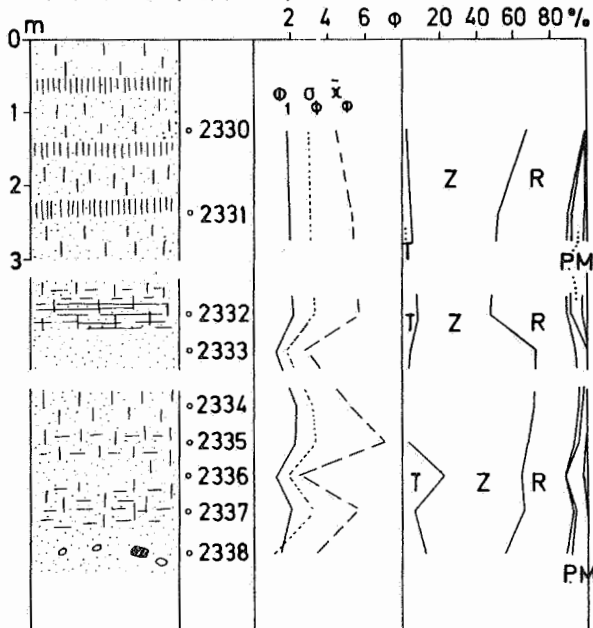


Fig. 38c

CELLES-Est (Profil II)

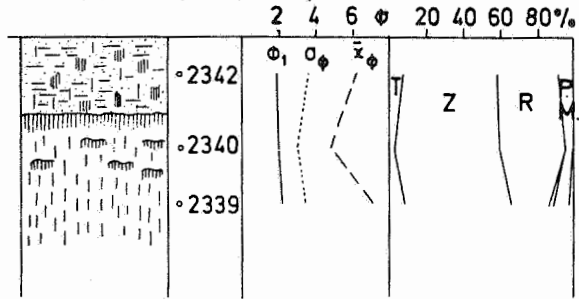


Fig. 38d

- Grijsbruine, plastische, kleiige, zeer fijne leem (2640) met uiterst slechte sortering.
- Violetbruine, uiterst slecht gesorteerde, kleiige, middelmatige leem (2638), die onderaan overgaat in een fijnlemige klei (2639). Het geheel rust op een lensvormige lignietlaag.
- Donkere, ligniethoudende, zeer fijnzandige, middelmatiglemige klei (2636), die de basis van de lignietlaag vormt.
- Bleekgrijze, zeer slecht gesorteerde, zeer-fijnzandige, fijne leem (2635); belangrijke afzetting.
- Geel- en roodgevlekte, kleiige, fijne leem (2634), uiterst slecht gesorteerd; hij gaat over in grijze, plastische, fijnlemige klei (2632).
- Donkergrijze, zeer slecht gesorteerde, zeer-fijnlemige klei (2633), die zijdelings overgaat in een lignietlens.
- Violette, plastische klei (2631), die als een lens voorkomt op een grijsgele, uiterst slecht gesorteerde, kleiige, fijne leem (2630).
- Grijswit, uiterst slecht gesorteerd, groflemig, zeer fijn zand (2629)(exploitatievloer).

Op een lager niveau, elders in de groeve, komt wit, slecht gesorteerd, zeer fijn zand (2641) voor, bovenop bleekviolet, slecht gesorteerd, fijn zand (2642).

De verdelingskurven van de sedimenten zijn allemaal positief sterk asymmetrisch : hun vorm is zeer tot uiterst leptokurtisch voor de zandige, en meso- tot platykurtisch voor de lemige afzettingen.

De zware mineralenverdeling is gekenmerkt door een overmaat aan ubikwisten : gemiddeld meer dan 87 %. Zirkoon (47 %) is hierin het belangrijkste lid, gevolgd door rutiel (23 %) en toermalijn (bijna 12 %). Opmerkelijk is het hoog gehalte aan anataas : gemiddeld 5 %.

De parametamorfe mineralen halen meer dan 8 % : stauroliet en distheen komen in gelijke hoeveelheden voor (meer dan 3 %), terwijl andalooesiet en sillimaniet sporadisch optreden. Het epidootgehalte bedraagt bijna 1 %.

VI.1.23. Hastière - Waulsort (Freyr) (fig. 1.45., fig. 38b)

Coördinaten : x = 185,70
y = 102,86

Hoogteligging : + 200 D.P.

Stratigrafische ligging volgens geologische kaart : Oligoceen (On) op Viseaan.

- In de groeve komen opeenvolgend van boven naar beneden voor :
- wit, uiterst slecht gesorteerd, groflemig zeer fijn zand (487) op een bleek-violette kleilaag
 - rose-lila-tot geelbruin, uiterst slecht gesorteerd, middelmatiglemig, kleilig, fijn zand (489)
 - donkergeel tot licht-rose, uiterst slecht gesorteerd, fijn zand (480)
 - paarse, uiterst slecht gesorteerde, zeer-fijnzandige, grove leem (484)
 - paars-lila, uiterst slecht gesorteerde, zeer-fijnzandige, kleilige, grove leem (488)
 - bruinrood, uiterst slecht gesorteerd, groflemig, zeer fijn zand (483) met hematietaanrijking
 - bleek, middelmatig goed gesorteerd, middelmatig zand (492)
 - uiterst slecht gesorteerd, licht-verhard, grinthoudend slibzand (491) op een licht-gevlekte klei
 - kompakte, zeer slecht gesorteerde, zeer-fijnlemige klei (482)
 - witte, uiterst slecht gesorteerde, kleilige, fijne leem (607)
 - rose, zeer slecht gesorteerde, kleilige, zeer fijne leem (608) met verspreide keien
 - bleekbruine, zeer slecht gesorteerde, kleilige, fijne leem (495).

Alle distributiekurven zijn positief sterk of positief asymmetrisch : ze vertonen dus een overmaat aan fijn materiaal. De zandige sedimenten, zonder belangrijke bijmenging van klei, hebben een leptokurtische verdelingskurve, terwijl de overige een mesokurtische of een platykurtische verdelingskurve hebben.

De zware mineralen bevatten gemiddeld 92 % ubikwisten. Daar- onder is zirkoon het sterkst vertegenwoordigd met bijna 53 %; toermalijn en rutiel halen beide 19 %, terwijl het percentage aan anataas bijna 2 % bedraagt.

Het gehalte aan parametamorfe mineralen belooft nog geen 5 % en bijna uitsluitend stauroliet is aanwezig; andaloësiet en distheen treden slechts sporadisch op.

Epidoot haalt bijna 2 %, evenals de verweerde zware mineralen.

VI.1.24. Houyet - Celles (fig. 1.46.)

Coördinaten : x = 196,26

$$y = 101,89$$

Hoogteligging : + 250 O.P.

Stratigrafische ligging volgens geologische kaart : Oligoceen (Om) op Viseaan.

Profiel I (fig. 38c)

- 0 - 3 m : afwisseling van geel en purper, groflemig, zeer fijn (2330) en fijn zand (2331), allebei uiterst slecht gesorteerd, met ferrugineuze konkreties.
- onduidelijk gelaagd, purper, uiterst slecht gesorteerd, groflemig, kleiig, zeer fijn zand (2332) op geel, slecht gesorteerd, fijn zand (2333)
 - purper, uiterst slecht gesorteerd, groflemig, zeer fijn zand (2334), dat overgaat in witte, uiterst slecht gesorteerde, zeer-fijnzandige, kleiige, grove leem (2335), met een lens geel, slecht gesorteerd, middelmatig zand (2336)
 - onderbroken band paars, uiterst slecht gesorteerd, groflemig, kleiig, zeer fijn zand (2337)
 - onderaan komt een middelmatig gesorteerd, zeer fijn zand (2338) voor, met hoekige chert- en gerolde kwartskeien.

Profiel II (fig. 38d) : van boven naar onder :

- rood, groflemig, kleiig, zeer fijn zand (2342), met onderaan een niveau goethietkonkreties
- geel, uiterst slecht gesorteerd, groflemig, zeer fijn zand (2340) met onderbroken goethietkonkreties
- witte, uiterst slecht gesorteerde, zeer fijnzandige, kleiige grove leem (2239).

Buiten de echte zanden (2333, 2336 en 2338), die middelmatig of slecht gesorteerd zijn, zijn de sedimenten uiterst slecht gesorteerd.

Het basissediment (2338) van profiel I heeft een negatief asymmetrische verdelingskurve (overmaat aan grof materiaal), met een zeer leptokurtische vorm. De overige vertonen alle een overmaat aan fijn materiaal.

De distributiekurven van de zandige en lemig-zandige afzettingen bezitten een leptokurtische of zeer leptokurtische vorm, terwijl deze van de kleiig-zandige en kleiig-lemige een mesokurtische of platykurtische vorm hebben.

Gemiddeld 93 % van de zware mineralen bestaan uit ubikwisten, met een overmaat aan zirkoon (56 %), naast rutiel (30 %) en

toermalijn (7 %) : anataas komt slechts sporadisch voor.

De parametamorfe mineralen halen gemiddeld 6 % : de helft ervan bestaat uit stauroliet, naast gelijke hoeveelheden distheen en andaloesiet.

Enkel in de bovenste monsters van profiel I worden enkele epidootkorrels gevonden.

VI.2. Korrelgrootteverdelingskenmerken van het sediment

Tweehonderd monsters uit de ontsluitingen van Groep I werden granulometrisch onderzocht; zoals gebleken is uit de profielbeschrijvingen, komt een onthutsende variëteit in textuurtypes voor.

VI.2.1. Grintheadende sedimenten

Ze werden alleen aangetroffen in de ontsluitingen met belangrijke sedimentpakketten : Andenne - Bonneville, Anhée - Bioul, Hastière - Waulsort (Freyr), Onhaye, Namen - Cognelée, Namen - Loyers; ze werden niet alle systematisch op hun granulometrie onderzocht.

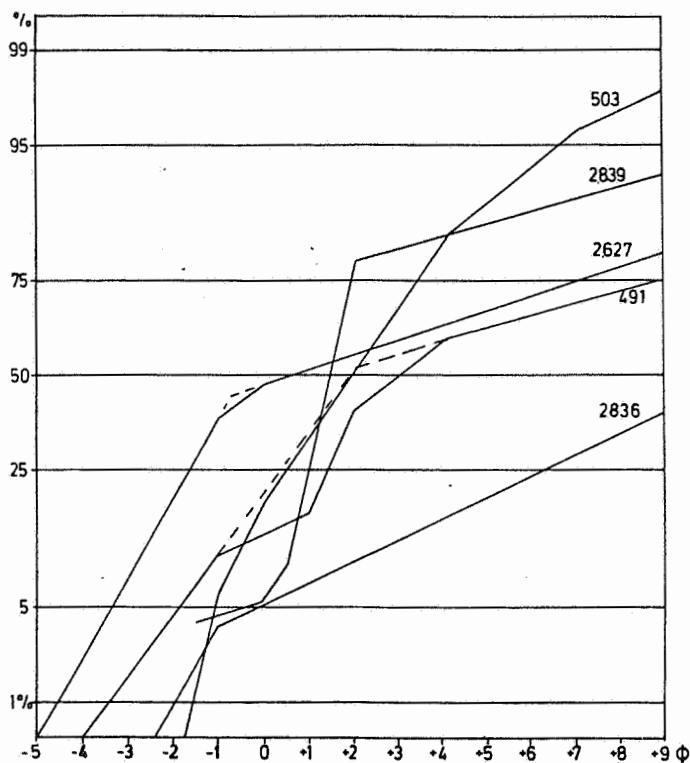


Fig. 39. Kumulative kurven van Post-Eocene grintheadende sedimenten.

De kumulatieve kurven op waarschijnlijkheidspapier (fig. 39) vertonen bijna alle één saltatiepopulatie, waarvan het aandeel schommelt tussen 4 % voor het licht-grinthoudend zeer-fijnzandig slib van Onhaye (Pasek)(2836) en ongeveer 80 % voor het licht-grinthoudend slibzand van Anhée - Bioul (Rouchat)(2839) en Onhaye (Pasek)(503). De overgang naar de suspensiepopulatie ligt op -1ϕ bij het licht-grinthoudend, zeer-fijnzandig slib (2836) en het slibhoudend grint uit Onhaye (Pasek)(2627), op ongeveer $+2 \phi$ bij het grinthoudend slibzand van Hastière - Waulsort (Freyr)(491) en het licht-grinthoudend slibzand te Anhée - Bioul (Rouchat)(2839), en op $+4 \phi$ bij het grinthoudend slibzand van Onhaye (Pasek)(503).

Alleen het licht-grinthoudend slibzand van Anhée - Bioul (Rouchat)(2839) bezit een traktatiepopulatie van 5 %, die bij 0ϕ overgaat in een saltatiepopulatie.

In het C/M-diagram komen deze sedimenten voor in de zones, waarin sedimenten worden uitgezet, die bestaan uit mengsels van gerolde, grove korrels of keien en suspensiesedimenten.

VI.2.2. Zandige sedimenten

Ze nemen bijna 60 % in van het totaal aantal onderzochte monsters in Groep I.

VI.2.2.1. Fijn zand is het meest voorkomende zandige sedimenttype en haalt 25 % van deze afzettingen. Het wordt aangetroffen over gans het profiel in de ontsluitingen van Assesse - Florée en Namen - Loyers. Het wordt gevonden aan de basis te Hamois - Achet (Monin), Andenne - Bonneville, Anhée - Bioul (Rouchat) en Onhaye (Pirmez), in het middendeel te Engis - Lion, Hamois - Achet (Monin), Hoei - Corphalie en Houyet - Celles, en aan de top van de ontsluitingen te Havelange - Ossogne, Gesves - Bouchaille (Sorée), Andenne - Bonneville, Onhaye (Pasek), Onhaye - Faláën en Hastière - Waulsort (Freyr).

In het $\bar{x}_\phi / \sigma_\phi$ -diagram (fig. 40a) vallen deze sedimenten in een schuinverlopende zone, begrepen tussen de \bar{x}_ϕ -waarden 2,65 en 4,70 ϕ en σ_ϕ 0,85 en 3,55 ϕ . De fijnste afzettingen zijn duidelijk het slechtstgesorteerd.

In het α_3 / σ_ϕ -diagram (fig. 40b) liggen de punten in een langgerekte, schuinverlopende zone, begrensd door α_3 -waarden, begrepen tussen 1,35 en 5,8; de hoogste waarden worden gevonden bij de

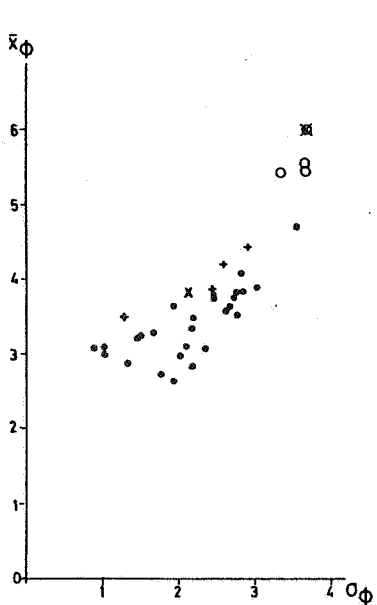


Fig. 40a

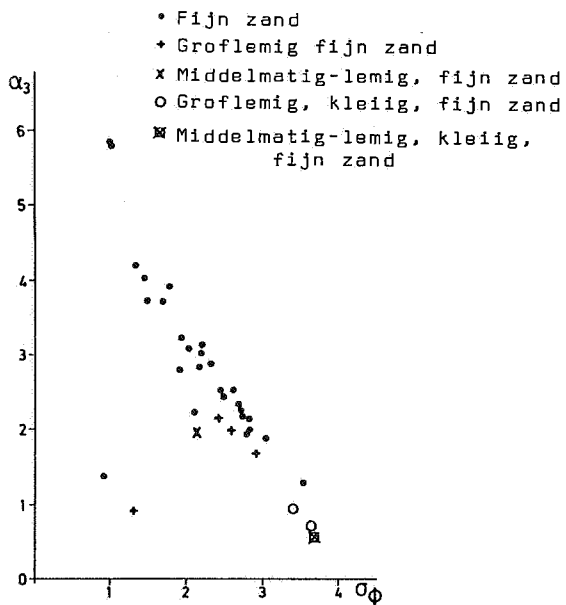


Fig. 40b

Fig. 40. Parameter-diagrammen van fijnzandige sedimenten van Post-Eocene sedimenten (I).

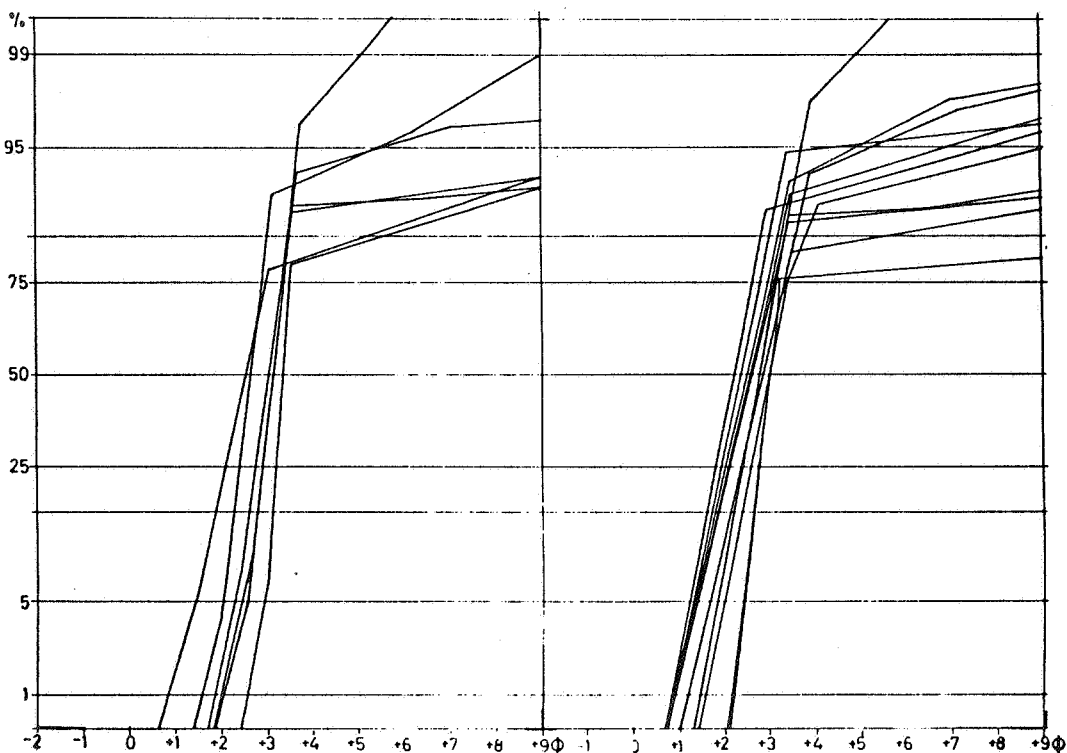


Fig. 41a

Fig. 41b

Fig. 41. Kumulatieve kurven van Post-Eocene fijne zanden (I)

best gesorteerde zanden, behalve bij een monster uit de bovenste lagen van de ontsluiting te Anhée - Bioul (Rouchat), dat een lage α_3 -waarde heeft in verhouding tot zijn kleine σ_ϕ -waarde.

De grofste leden van deze groep (met een gemiddelde afmeting $\bar{x}_\phi < 3,00 \phi$) worden gevonden te Engis - Lion, Gesves - Bouchaille (Sorée), Namen - Loyers, Anhée - Bioul en Houyet - Celles, terwijl de fijnste ($\bar{x}_\phi > 3,80 \phi$) voorkomen te Hamois - Achet (Monin), Assesse - Florée en Onhaye - Falaën.

De fijne zanden met de belangrijkste grove fraktie ($\phi_1 < 1,50 \phi$) zijn gelokaliseerd in het zuiden van het ontsluitingsgebied, in de omgeving van de Maas : Houyet - Celles, Hastière - Waulsort (Freyr), Onhaye en Anhée - Bioul.

Bij het onderzoek van de kumulatieve waarschijnlijkheidskurven blijkt, dat ongeveer een derde van de fijne zanden twee saltatiepopulaties en één suspensiepopulatie bevatten (fig. 41a). De eerste saltatiepopulatie haalt minder dan 5 % te Gesves - Sorée (Bouchaille), Namen - Loyers (basis) en Andenne - Bonneville, met een breekpunt tussen 2 en 2,5 ϕ . Ze bedraagt meer (tot 14 %) te Havelange - Ossogne, Onhaye (Pirmez), Onhaye - Falaën en Hastière - Waulsort (Freyr); het breekpunt met de volgende saltatiepopulatie ligt gemiddeld op 2 ϕ , met als uitersten 1,5 ϕ (Hastière - Waulsort) (Freyr) en 3 ϕ (Havelange - Ossogne).

De tweede saltatiepopulatie bedraagt gemiddeld 80 %, met een minimum van 71,5 % te Hastière - Waulsort (Freyr) en Onhaye - Falaën en een maximum van 91,5 % aan de basis van de ontsluiting te Namen - Loyers. Het breekpunt met de suspensiepopulatie is begrepen tussen 3 ϕ (Hastière - Waulsort (Freyr)) en 4 ϕ (Havelange - Ossogne). Deze laatste populatie beslaat gemiddeld bijna 13 % van de kurve; de kleinste waarde (3,5 %) wordt gevonden te Namen - Loyers (basis), de grootste (23 %) te Hastière - Waulsort (Freyr).

De kumulatieve waarschijnlijkheidskurven van de overige fijne zanden (fig. 41b) vertonen slechts 2 populaties. De saltatiepopulatie bedraagt gemiddeld 88 % met een minimum van 74 % te Hamois - Achet (Monin) en een maximum van 98 % te Engis - Lion. Het breekpunt met de suspensiepopulatie ligt tussen 3 ϕ (Namen - Loyers, Anhée - Bioul (Rouchat)) en 4 ϕ (Havelange - Ossogne, Engis - Lion).

De fijne zanden vallen in het C/M-diagram (fig. 42) allen in dezelfde zone, waarin de gegradeerde suspensiesedimenten worden afgebeeld; de grovere korrels daarvan worden rollend over een lange afstand vervoerd (= saltatiepopulatie) en het geheel wordt

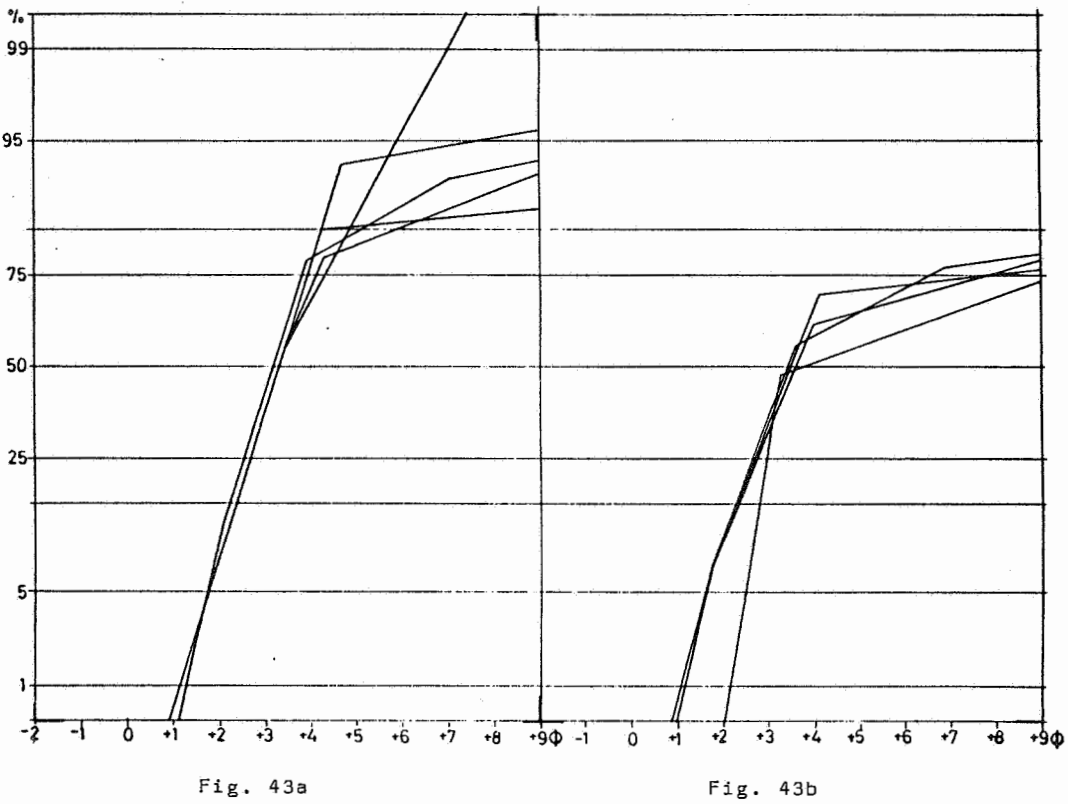
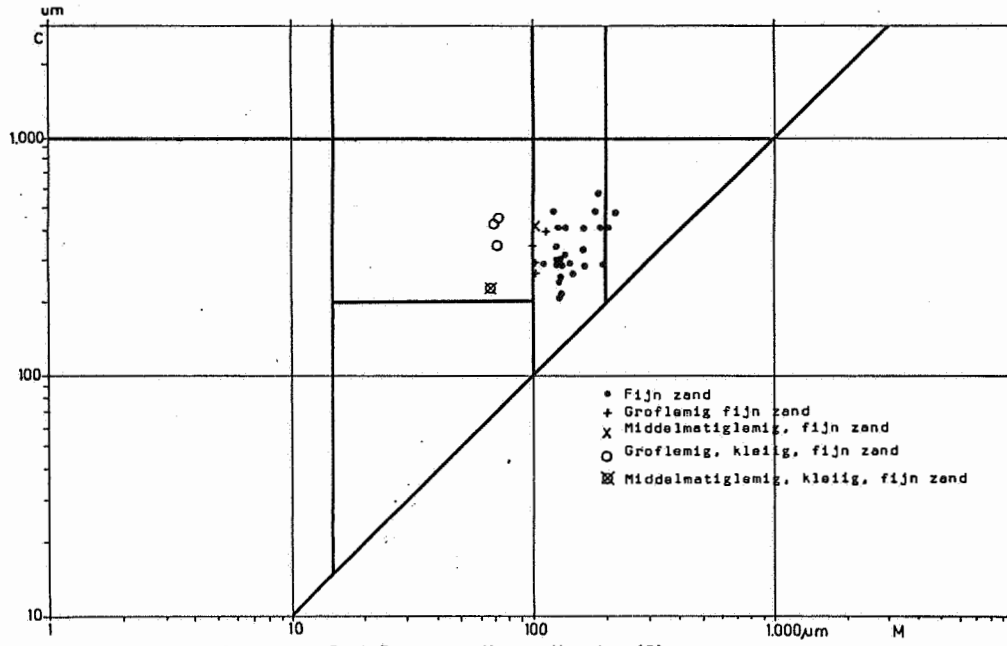


Fig. 43. Kumulatieve kurven van Post-Eocene zandige sedimenten (I).

in een matig turbulente omgeving afgezet.

Naast deze zuivere fijne zanden worden nog enkele monsters van groflemig (3 %) en middelmatiglemig, fijn zand (1 %) gevonden, vnl. te Anhée - Bioul (Rouchat), naast Houyet - Celles en Onhaye (Pasek). In het \bar{x}_ϕ/σ_ϕ -diagram (fig. 40a) vallen ze bijna in dezelfde zone als de voorgaande afzettingen, maar met een iets betere sortering dan de fijne zanden met eenzelfde gemiddelde korreldiameter. Hun kumulatieve kurven (fig. 43a) vertonen alle één saltatiepopulatie, die ongeveer 80 % haalt en waarvan het breekpunt met de suspensiepopulatie tussen 4 en 4,3 ϕ ligt. In het C/M-diagram (fig. 42) vallen ze in hetzelfde gebied als de fijne zanden.

De groflemige, kleiige, fijne zanden (2,5 %) van Anhée - Bioul (Rouchat) en de middelmatiglemige, kleiige, fijne zanden (1 %) van Hastière - Waulsort (Freyr) hebben een veel kleiner gemiddelde afmeting ($\bar{x}_\phi > 5,30 \phi$) en veel slechtere sortering ($\sigma_\phi > 3,50 \phi$) (fig. 40). De kumulatieve kurven (fig. 43b) hebben één saltatiepopulatie, die ongeveer 63 % bedraagt bij de groflemige en de helft van de curve bij de middelmatiglemige, kleiige, fijne zanden; het breekpunt met de suspensiepopulatie ligt resp. tussen 3,8 en 4,2 ϕ , en op 3,3 ϕ . Ze vallen in het gebied van de uniforme suspensieafzettingen in het C/M-diagram (fig. 42).

VI.2.2.2. Zeer fijn zand neemt 24 % in van alle zandige monsters in deze groep. De ontsluitingen van Namen - Cognelée, Wanze - Vinalmont en Hoi - Corphalie bestaan volledig uit deze zeer fijne zanden. Te Houyet - Celles, Onhaye (Pirmez), Onhaye - Falaën, Havelange - Ossogne en Gesves - Mozet komen ze voor aan de basis en te Andenne - Bonneville in het middendeel van de ontsluiting. Men vindt ze bovenaan te Onhaye (Pasek), Hamois - Achet (Monin), Ohey - Evelette (Tahier) en Engis - Lion.

De zone, waarin deze sedimenten vallen in het \bar{x}_ϕ/σ_ϕ -diagram (fig. 44a) loopt evenwijdig aan, maar is iets hoger gelegen, dan deze van de fijne zanden; ze is begrepen tussen $\bar{x}_\phi = 3,40$ en 4,65 ϕ en $\sigma_\phi = 1,20$ en 3,0 ϕ . Ook hier wordt de sortering slechter naarmate de gemiddelde afmeting kleiner wordt. In het α_3/σ_ϕ -diagram (fig. 44b) vallen ze in dezelfde schuinverlopende zone als de fijne zanden, met α_3 -waarden begrepen tussen 5,47 en 2,10.

De minst-fijne van deze afzettingen, met een gemiddelde korrel-

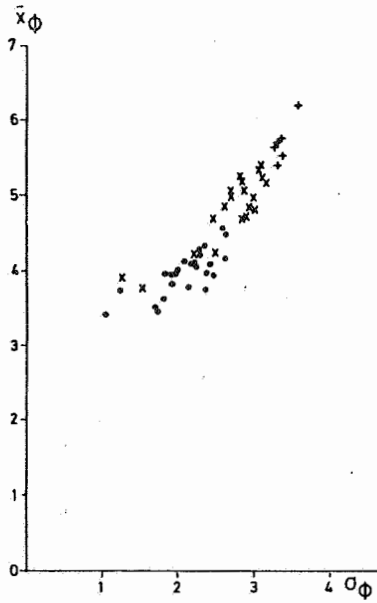


Fig. 44a

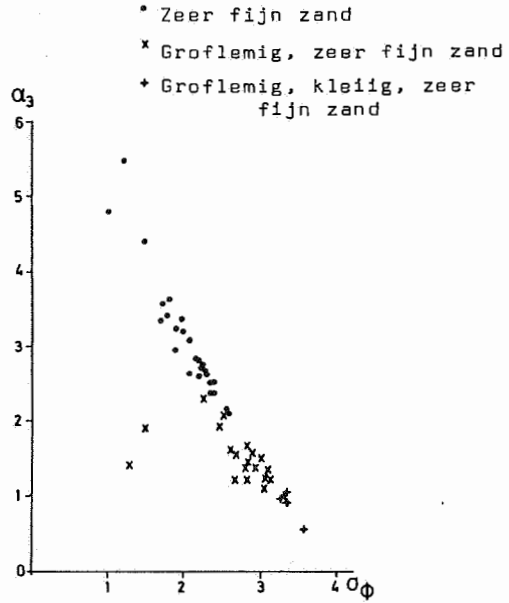


Fig. 44b

Fig. 44. Parameter-diagrammen van Post-Eocene zeer-fijnzandige sedimenten (I)

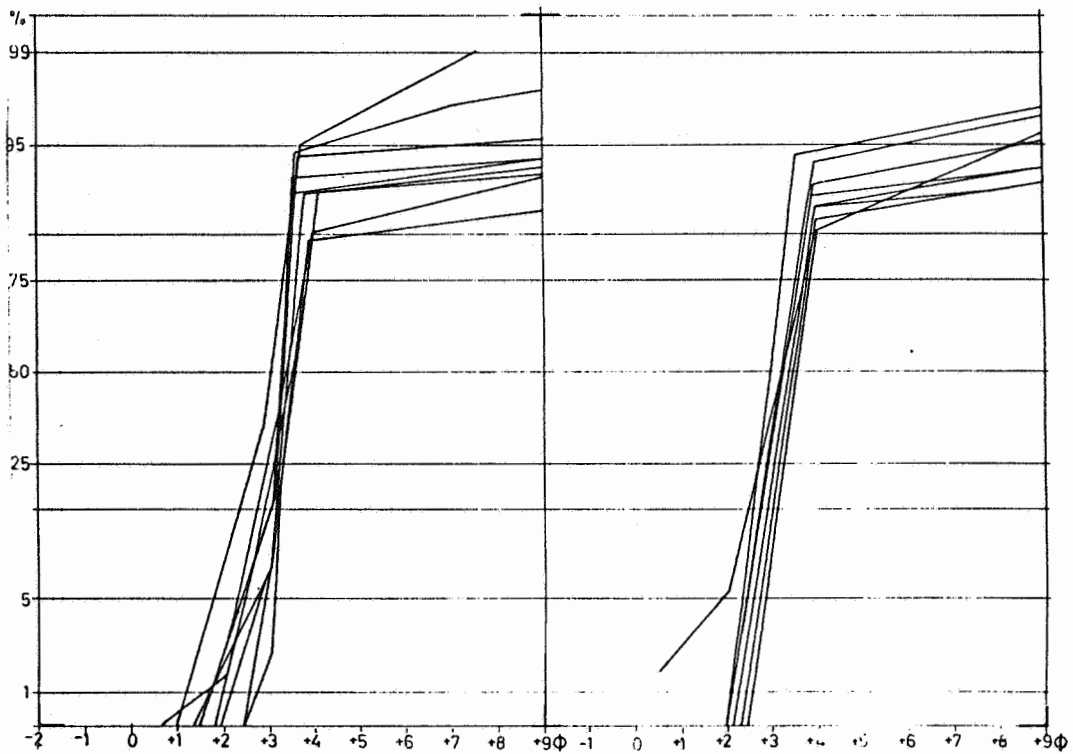


Fig. 45a

Fig. 45b

Fig. 45. Kumulatieve kurven van Post-Eocene zeer fijne zanden (I)

diameter \bar{x}_ϕ kleiner dan $4,0 \phi$, worden gevonden (gerangschikt volgens stijgende \bar{x}_ϕ -waarden) te Houyet - Celles, Andenne - Bonneville, Engis - Lion, Havelange - Ossogne, Namen - Loyers en Onhaye. In de drie ontsluitingen, gelegen ten noorden van de Maas, nl. Namen - Cognelée, Hoei - Corphalie en Wanze - Vinalmont worden zeer fijne zanden aangetroffen met bijna identieke gemiddelde afmeting :
 $\bar{x}_\phi = 4,1 - 4,2 \phi$.

Sedimenten met de belangrijkste grove fraktie ($\phi_1 < 2,0 \phi$) worden aangetroffen in de meest zuidelijk gelegen ontsluitingen, nl. te Houyet - Celles, Onhaye en Onhaye - Falaën; de zeer fijne zanden komen ten andere in de belangrijke zuidelijke ontsluitingen langs de Maas slechts in zeer kleine hoeveelheden voor. Langs de rand van het ontsluitingsgebied van deze groep afzettingen, te Engis - Lion en in de Condroz, worden zeer fijne zanden aangetroffen met een kleinere ϕ_1 -waarde ($2,0 - 2,25 \phi$), dan van Namen tot Hoei langs de Maas ($\phi_1 = 2,25 - 2,50 \phi$).

Te Onhaye (Pasek) bovenaan en te Ohey - Evelette (Tahier) werd telkens een sediment gevonden met een traktiepopulatie van 1 tot 5 %, met een breekpunt op 2ϕ met de saltatiepopulatie (82 %). De overgang naar de suspensiepopulatie gebeurt op 4ϕ (fig. 45b).

60 % van de onderzochte zeer fijne zanden, bestaan uit twee saltatiepopulaties en 1 suspensiepopulatie (fig. 45a). Ze worden vnl. aangetroffen te Engis - Lion, Havelange - Ossogne (bovenaan), Houyet - Celles (onderaan), Namen - Cognelée, Wanze - Vinalmont, Hoei - Corphalie, Gesves - Mozet (onderaan), Onhaye - Falaën (onderaan) en Onhaye (Pasek). De eerste saltatiepopulatie neemt gemiddeld 10 % van de kumulatieve curve in, met een maximum van 30 % te Engis - Lion en een minimum van 2 % te Namen - Cognelée en Hoei - Corphalie. De tweede bedraagt gemiddeld 80 %; hun som bedraagt bijna steeds 90 %, terwijl hun breekpunt rond 3ϕ ligt. De overgang naar de suspensiepopulatie ligt rond $3,8 \phi$, met uitersten begrepen tussen $3,6$ en $4,25 \phi$.

De overige 33 % van deze sedimenten vertonen één saltatiepopulatie, die van 83 (Hamois - Achet) tot 93 % (Andenne - Bonneville) van de curve beslaat (fig. 45b). De overgang naar de suspensiepopulatie ligt bijna steeds op 4ϕ . Deze afzettingen komen voor te Havelange - Ossogne, Hamois - Achet (Monin) (bovenaan), Andenne - Coutisse, Andenne - Bonneville (middendeel), Onhaye (Pasek) (onder- en bovenaan).

In het C/M-diagram (fig. 46) komen de minst-fijne sedimenten, die gevonden worden in de ontsluitingen van Onhaye, Houyet - Celles, Andenne - Bonneville en Engis - Lion, voor in de zone met gegradeerde suspensiesedimenten, afgezet in een gematigd-turbulente omgeving : ze nemen 37 % van de zeer fijne zanden voor hun rekening. 23 % van deze sedimenten zijn gegradeerde suspensiesedimenten uit een milieu van lage turbulentie : ze worden vnl. aangetroffen te Andenne - Coutisse, Namen - Cognelée, Gesves - Mozet, Onhaye (Pirmez) en bovenaan te Hœi - Corphalie. De overige 40 % zijn uniforme suspensiesedimenten uit een heel wat kalmere omgeving.

VI.2.2.3. Grofflemig, zeer fijn zand, dat 17 % van de onderzochte zandige monsters beslaat, komt onderaan in de profielen te Onhaye, Anhée - Bioul (Rouchat en Fondrin) voor, en over gans het profiel te Anhée - Bioul (Gàrlin) en Houyet - Celles. Het neemt het middendeel in te Hastière - Waulsort (Freyr) en komt bovenaan voor te Namen - Loyers en Engis - Lion. Te Seraing - Boncelles komt het boven en onder voor in het hier beschouwde deel van de piloot-ontsluiting. Het wordt niet aangetroffen in de ontsluitingen van de Condröz.

In het \bar{x}_ϕ/σ_ϕ -diagram (fig. 44a) nemen ze een tamelijk klein gebied in, afgebakend door \bar{x}_ϕ -waarden, begrepen tussen 4,2 en 5,3 ϕ en σ_ϕ -waarden, gelegen tussen 2,25 en 3,20 ϕ . Ook in het α_3/σ_ϕ -diagram (fig. 44b) is hun zone tamelijk begrensd, door α_3 -waarden begrepen tussen 1,15 en 2,35. Uitzondering hierop maken twee gelijkaardige sedimenten, resp. uit de groeve Pasek (zuidelijk deel nr. 2608) te Onhaye en uit Onhaye - Weillen (nr. 509), die een kleinere gemiddelde korreldiameter hebben ($\bar{x}_\phi = \pm 3,8 \phi$) en een betere sortering ($\sigma_\phi = 1,4 \phi$), bij een α_3 -waarde, die binnen de perken van de overige afzettingen van dit type vallen.

Zoals bij de zuivere zeer fijne zanden reeds het geval was, bevatte de grofflemige, zeer fijne zanden uit de meest zuidelijk gelegen ontsluitingen langs de Maas, het hoogste gehalte aan grof materiaal.

Onmiddellijk daarbij aansluitend in het \bar{x}_ϕ/σ_ϕ -diagram (fig. 44a) komt grofflemig, kleiig, zeer fijn zand voor (4 % van de onderzochte zandige monsters). De gemiddelde afmeting \bar{x}_ϕ schommelt tussen 5,4 en 5,75 ϕ , de uiterst slechte sortering tussen 3,27 en 3,38 ϕ

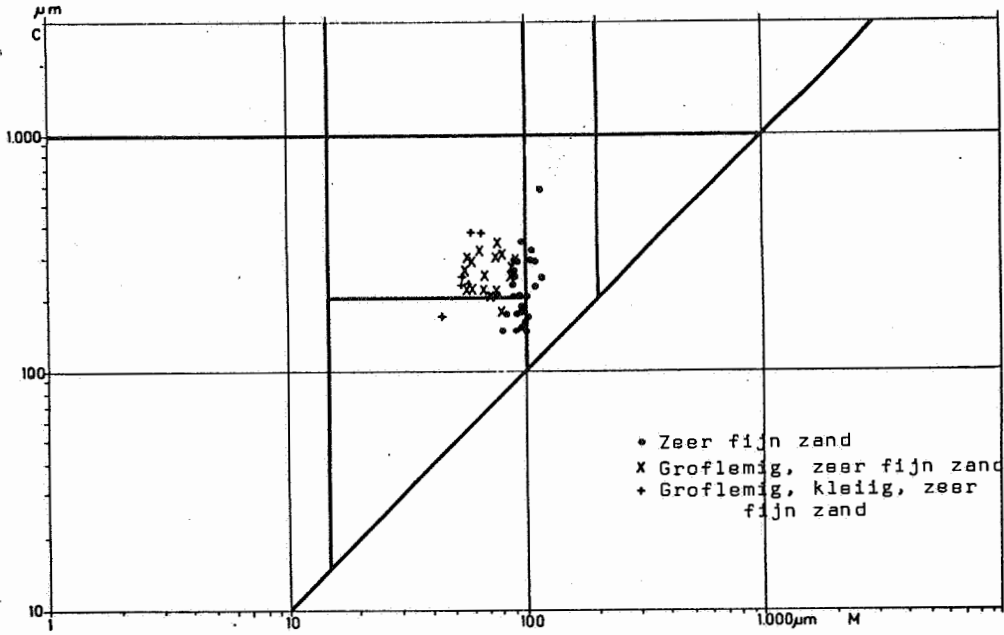


Fig. 46. C/M- diagram van Post-Eocene zeer-fijnzandige sedimenten (I)

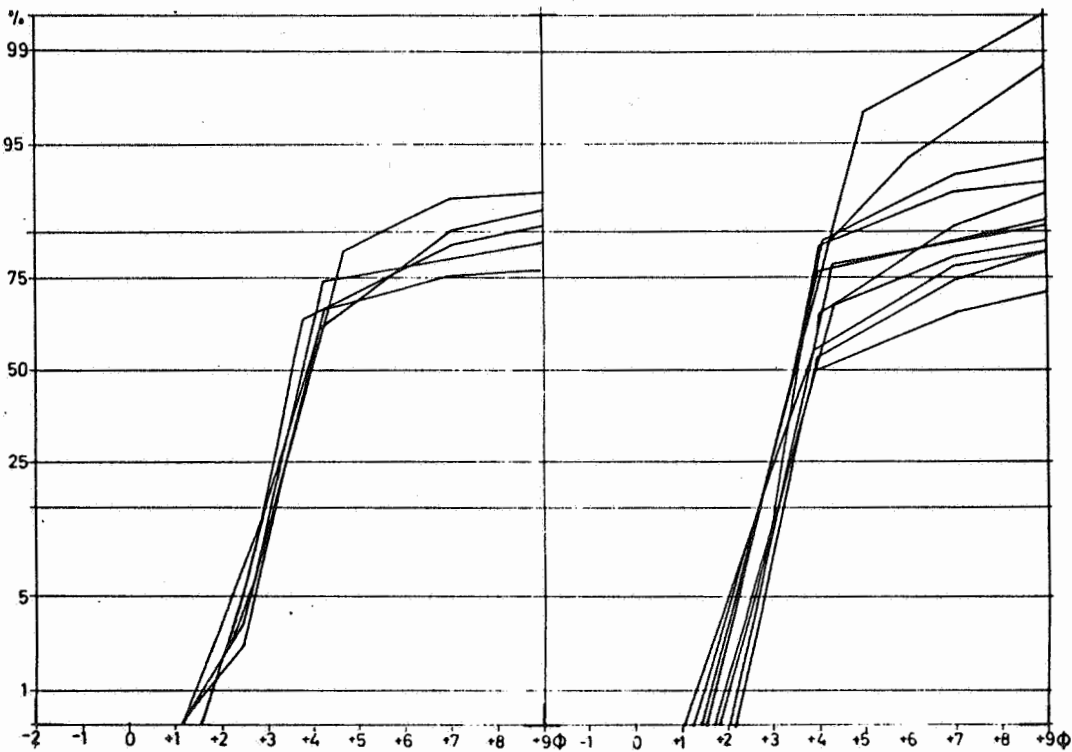


Fig. 47a

Fig. 47b

Fig. 47. Kumulatieve kurven van Post-Eoceen groflemig, zeer fijn zand (I)

terwijl de waarde van het derde moment α_3 hoofdzakelijk begrepen is tussen 0,90 en 1,05 (fig. 44b). Dit type wordt enkel gevonden in de ontsluitingen langs de Boven-Maas in België : Houyet - Celles, Hastière - Waulsort (Freyr), Onhaye en Anhée - Bioul.

De kumulatieve kurven van 38 % van deze sedimenten bezitten twee saltatiepopulaties en een suspensiepopulatie (fig. 47a). Ze worden vooral gevonden in de ontsluitingen tussen Andenne en Luik, nl. te Andenne - Bonneville, Engis - Lion en Seraing - Bonnelles, en eveneens onderaan in de ontsluitingen te Anhée - Bioul. De eerste saltatiepopulatie beslaat gemiddeld 8 % van de curve, met uitersten van 1,2 (Anhée - Bioul) en 20 % (Engis - Lion); het breekpunt ligt tussen 2,5 en 3 . De tweede populatie neemt gemiddeld 60 % voor haar rekening en gaat bij 4 over in een suspensiepopulatie, die hier een veel steiler verloop heeft, dan in de totnutoe behandelde sedimenten.

De overige afzettingen in deze groep, die vnl. gevonden worden langs de Maas ten zuiden van Namen : nl. te Onhaye, Hastière - Waulsort (Freyr), Houyet - Celles, Anhée - Bioul, met nog een vertegenwoordiger te Namen - Loyers en Seraing - Bonnelles, bezitten één saltatiepopulatie, die gemiddeld 73 % haalt (fig. 47b). Het breekpunt met de suspensiepopulatie ligt rond 4,2 %; ook hier vertoont deze populatie een sterkere helling.

Al deze sedimenten behoren tot de groep van de uniforme suspensie-afzettingen, behalve deze aan de basis te Onhaye (Pirmez) en de top te Houyet - Celles, die gegradeerde suspensiesedimenten, ontstaan in een laag-turbulente omgeving (fig. 46).

VI.2.2.4. Middelmatig zand neemt 9 % van de onderzochte zandige sedimenten in, en wordt onderaan in de ontsluiting van Namen - Cognelée aangetroffen, in het middendeel van de profielen te Houyet - Celles, Hastière - Waulsort (Freyr), Anhée - Bioul (Rouchat) en Andenne - Bonneville, en bovenaan te Anhée - Bioul (Fondrin), Onhaye (Pasek) en Andenne - Bonneville.

In het $\bar{x}_\phi / \sigma_\phi$ -diagram (fig. 48a) nemen deze afzettingen een zone in, begrepen tussen de gemiddelde diameter $\bar{x}_\phi = 1,35$ en $3,75 \phi$ en een standaardafwijking $\sigma_\phi = 0,75$ en $3,80 \phi$. De sortering wordt duidelijk slechter bij kleiner wordende gemiddelde korrelafmeting. In het α_3 / σ_ϕ -diagram (fig. 48b) liggen de punten allemaal boven een lijn op $\alpha_3 = 2,25$. Deze waarde verhoogt bij een beter wordende sortering van het sediment.

De afzetting met de grootste gemiddelde diameter en beste sortering komt voor in één van de meest zuidelijk gelegen ontsluitingen, nl. te Hastière - Waulsort (Freyr), deze met de kleinste in de meest noordelijke ontsluiting, nl. te Namen - Cognelée.

De belangrijkste grove fraktie (kleinste ϕ_1 -waarde) wordt vooral gevonden in de afzettingen te Andenne - Bonneville, in mindere mate te Hastière - Waulsort (Freyr), Onhaye en Anhée - Bioul (Rouchat), de geringste grove fraktie te Houyet - Celles.

De kumulatieve waarschijnlijkheidskurven (fig. 49a) van deze sedimenten vertonen alle één saltatiepopulatie, die gemiddeld 92 % van de kurve inneemt. Het breekpunt met de suspensiepopulatie is begrepen tussen 1,7 (Onhaye (Pasek)) en 3,1 ϕ (Andenne - Bonneville). Te Namen - Cognelée wordt een middelmatig zand gevonden, waarvan de saltatiepopulatie slechts 76 % van de kurve beslaat en bij 1,7 ϕ in de suspensiepopulatie overgaat.

Volgens het C/M-diagram behoren al deze afzettingen tot de groep van de gegradeerde suspensiesedimenten, met een hoge turbulentie (fig. 50).

Eén uiterst slecht gesorteerd kleinig, middelmatig zand werd aangetroffen te Profondeville - Bois-de-Villers, met een saltatiepopulatie die 40 % van de kurve beslaat en bij 1,7 ϕ overgaat in de suspensiepopulatie (fig. 49a, 1). Het behoort tot de suspensieafzettingen, ontstaan in een kalm milieu (fig. 50).

VI.2.2.5. Grof zand werd enkel gevonden te Andenne - Bonneville ($\bar{x}_\phi = 3,40 \phi$) en te Anhée - Bioul (Fondrin) ($\bar{x}_\phi = 2,43 \phi$) (fig. 48); het is uiterst slecht gesorteerd en komt telkens voor aan de top van de ontsluiting, te Andenne - Bonneville samen met grinthoudende sedimenten. De zware mineralensamenstelling wordt gekenmerkt door een verhoging van het toermalijngehalte t.o.v. die van de onderliggende sedimenten; daardoor kunnen deze sedimenten misschien geassocieerd worden met de grintlaag van de ontsluiting te Seraing - Bonnelles en vormen ze een overgang naar de afzettingen van Groep II ("Chattiaan" sensu A. RUTDT), waarvan er ten andere resten gevonden worden in de onmiddellijke omgeving van deze twee ontsluitingen.

Te Andenne - Bonneville vertoont het grof zand een saltatiepopulatie, die 72 % van de kumulatieve waarschijnlijkheidskurve inneemt, met een breekpunt tot de suspensiepopulatie op 1,8 ϕ .

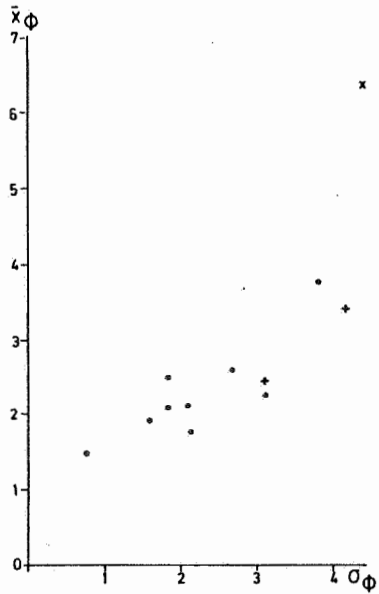


Fig. 48a

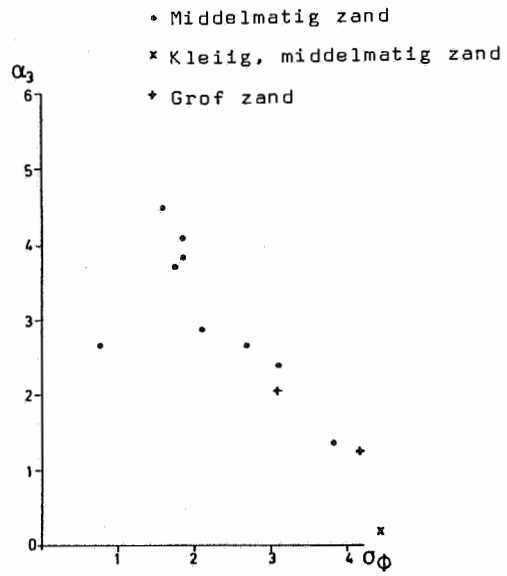


Fig. 48b

Fig. 48. Parameter-diagrammen van Post-Eocene middelmatig- en grofzandige sedimenten (I).

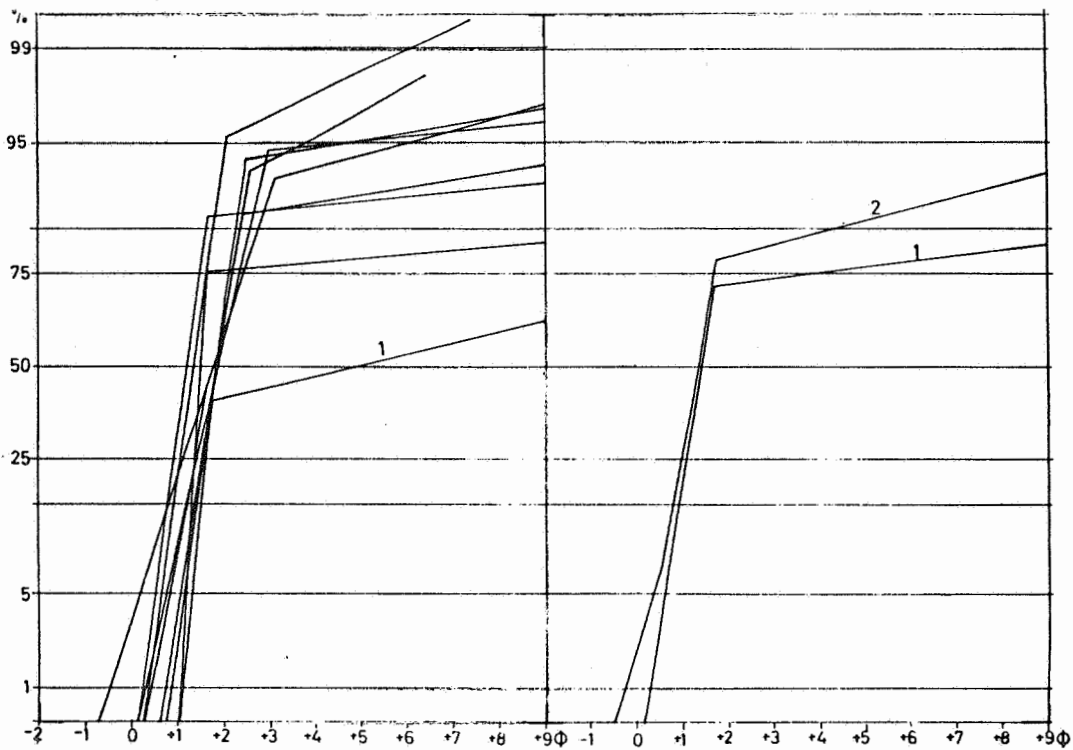


Fig. 49a

Fig. 49b

Fig. 49. Kumulatieve kurven van Post-Eocene middelmatig- en grofzandige sedimenten (I).

(fig. 49b, 1). Volgens het C/M-diagram is het een gegradeerd suspensiesediment, ontstaan in een hoog-turbulent midden. Te Anhée - Bioul (Fondrin) bezit dit sedimenttype 2 saltatiepopulaties, van resp. 7,5 en 70,5 % met een breekpunt tussen beide op 0,5 ϕ . Bij 1,7 ϕ ligt het breekpunt met de suspensiepopulatie (fig. 49b, 2). Het valt in de zone van de sedimenten met gerolde korrels, afgezet nabij de bron of vervoerd langs middens, waarin sedimentatie uit suspensie zeer zeldzaam was (fig. 50).

VI.2.2.6. Kleilig, fijn zand met een gemiddelde korreldiameter \bar{x}_ϕ begrepen tussen 4,2 en 5,15 ϕ (fig. 51a) en met een uiterst slechte sortering, maakt 5 % van de zandige sedimenten uit. Ze komen onderaan in de ontsluitingen te Assesse - Florée, Havelange - Ossogne, Engis - Lion en Anhée - Bioul (Rouchat) voor, evenals bovenaan te Anhée - Bioul (Gerlin) en Onhaye (Pasek). Ook hier wordt de belangrijkste grove fraktie ($\phi_1 < 1,60 \phi$) gevonden in sedimenten van de zuidelijke ontsluitingen uit de omgeving van de Maas.

Hun kumulatieve waarschijnlijkheidskurve (fig. 52a) vertoont één saltatiepopulatie, die gemiddeld 73 % bedraagt. Het breekpunt naar de suspensiepopulatie is begrepen tussen 3,2 en 3,9 ϕ . Te Onhaye (Pasek) komt een kleilig zand voor, waarvan de kurve twee saltatiepopulaties bevat, die resp. 5 en 72 % beslaan, met een breekpunt op 1,5 ϕ ; ze gaan bij 3,7 ϕ over in een suspensiepopulatie.

Buiten het kleilig, fijn zand onderaan te Anhée - Bioul (Rouchat), dat een uniform suspensiesediment is, zijn de andere volgens hun plaats in het C/M-diagram gegradeerde suspensiesedimenten, ontstaan in een middelmatig turbulent midden (fig. 53).

VI.2.2.7. Kleilig, zeer fijn zand (3,5 %) en fijnlemig, kleilig, zeer fijn zand (1 %) worden enkel gevonden langs de Maas, tussen Andenne en Luik, en te Hamois - Achet (Monin). De gemiddelde korreldiameter \bar{x}_ϕ ligt bij het eerste type tussen 6,15 en 5,15 ϕ en bij het tweede rond 6,80 ϕ , terwijl ze beide uiterst slecht gesorteerd zijn (fig. 51).

In het midden van de sekwentie te Seraing - Bonnelles en onderaan te Hamois - Achet komt kleilig, zeer fijn zand voor met één saltatiepopulatie, die resp. 73 en 61 % van de kumulatieve waarschijnlijkheidskurve (fig. 52b) inneemt, met het breekpunt tot de suspensiepopulatie op 4,2 ϕ . Onderaan de ontsluiting te Andenne -

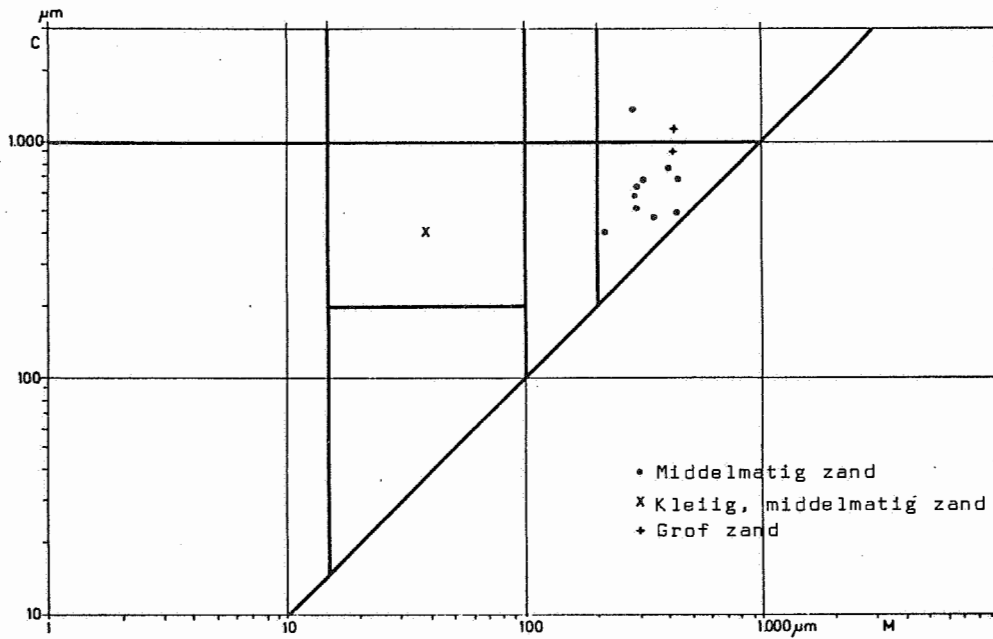


Fig. 50. C/M-diagram van Post-Eocene middelmattig- en grofzandige sedimenten (I).

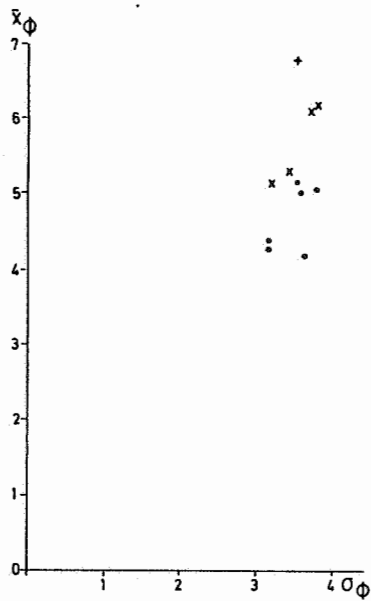


Fig. 51a

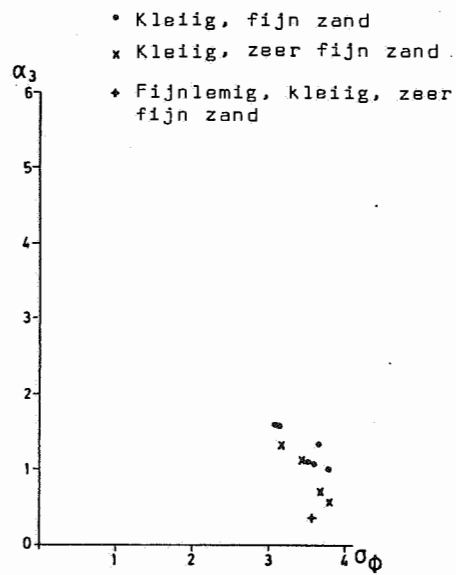


Fig. 51b

Fig. 51. Parameter-diagrammen van Post-Eocene kleilig-zandige sedimenten (I).

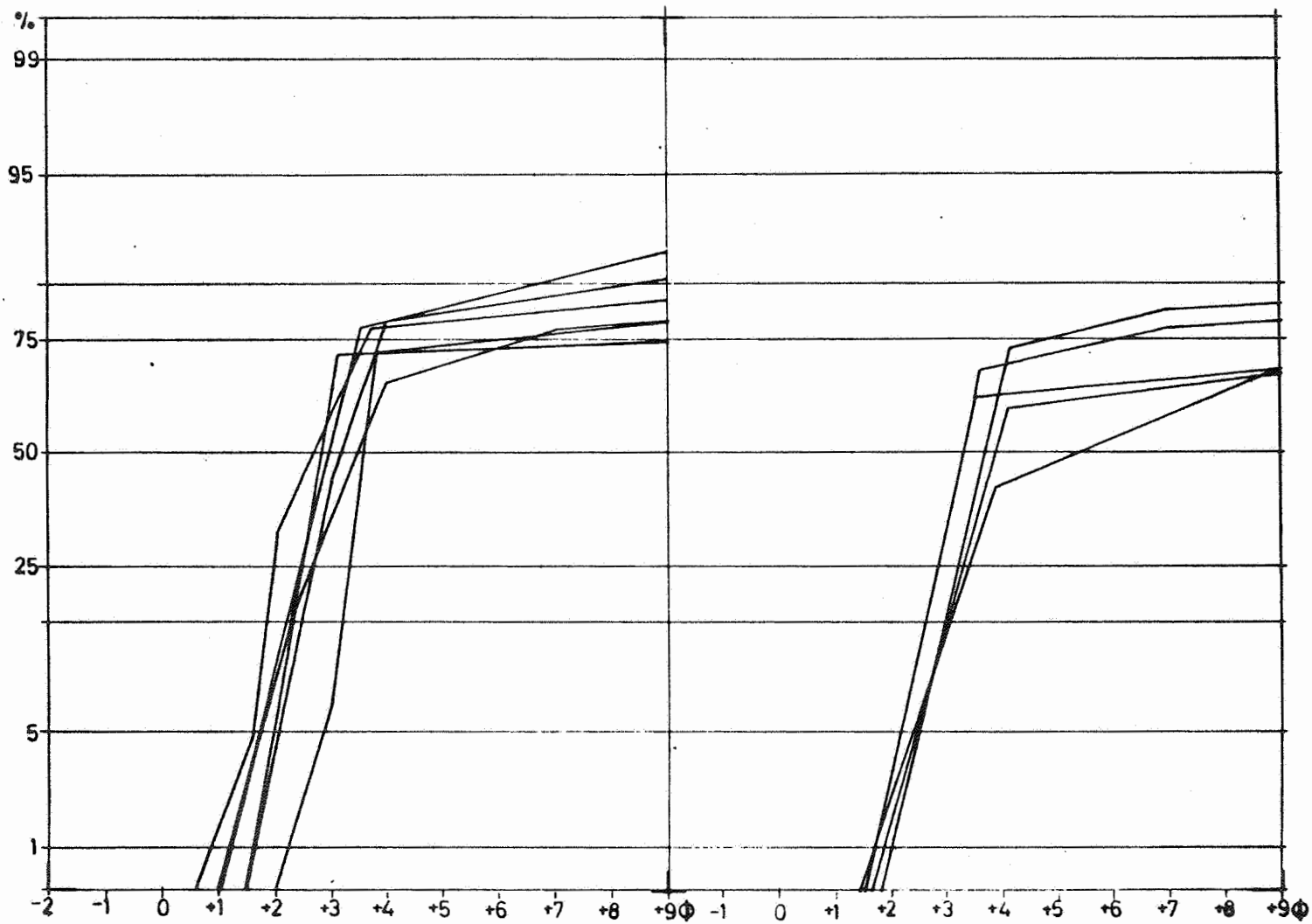


Fig. 52a

Fig. 52b

Fig. 52. Kumulatieve kurven van Post-Eocene kleilig-zandige sedimenten (I).

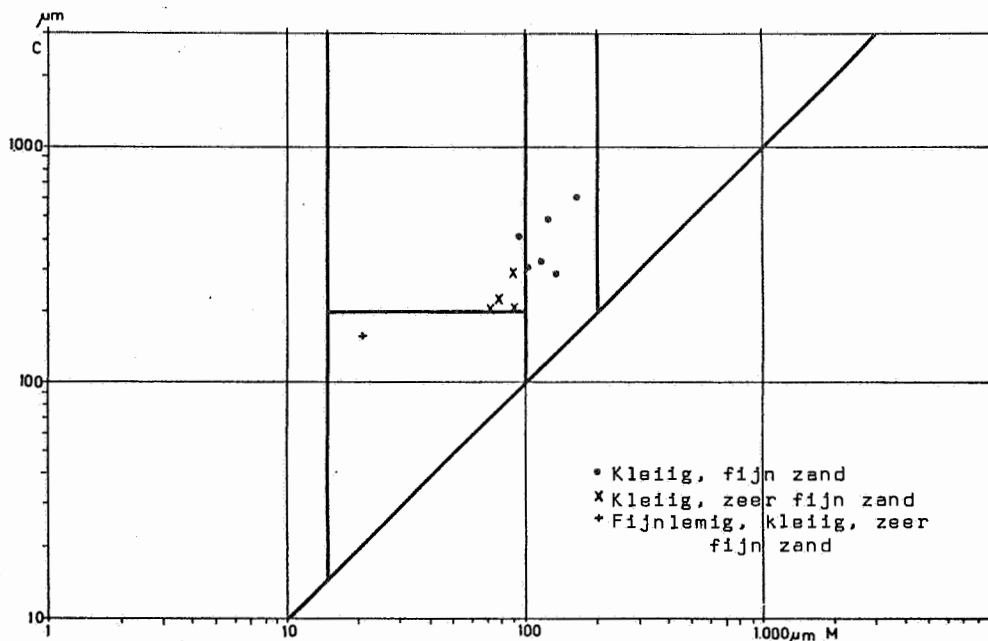


Fig. 53. C/M-diagram van Post-Eocene kleiig-zandige sedimenten (I).

Bonneville en Engis - Lion bezit hetzelfde sedimenttype een eerste saltatiepopulatie van resp. 26 en 6,5 % met een breekpunt op 3 ϕ tot de tweede saltatiepopulatie (47 en 56,5 %). De overgang naar de suspensiepopulatie ligt bij beide afzettingen op 3,6 ϕ . In het C/M-diagram vallen deze sedimenten alle in het gebied van de uniforme suspensiesedimenten (fig. 53).

In het midden van de ontsluiting te Andenne - Bonneville komt fijnlemig, kleiig, zeer fijn zand voor met een saltatiepopulatie, die 39 % van de kurve beslaat en op 3,6 ϕ een breekpunt vertoont met de suspensiepopulatie. Het behoort tot de gegradeerde suspensiesedimenten, ontstaan in een laag-turbulente omgeving (fig. 53).

VI.2.3. Lemige sedimenten

Deze maken 21 % van de onderzochte monsters in deze groep uit.

VI.2.3.1. Zeer-fijnzandige, grove leem neemt 21 % in van de lemige sedimenten en wordt aangetroffen onderaan in de ontsluitingen te Onhaye (Pasek, zuidelijk deel), in het middendeel van de profielen te Hastière - Waulsort (Freyr), Onhaye (Pasek, noordelijk deel),

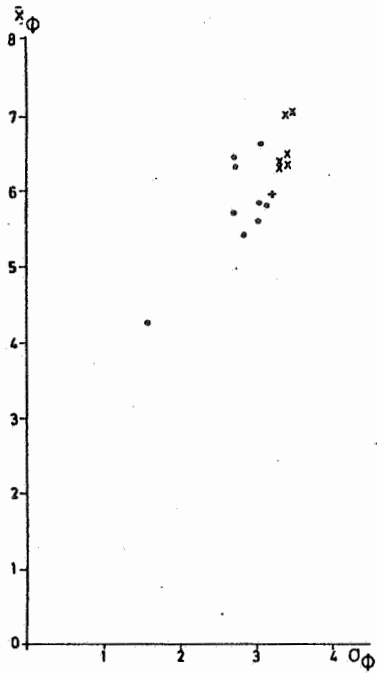


Fig. 54a

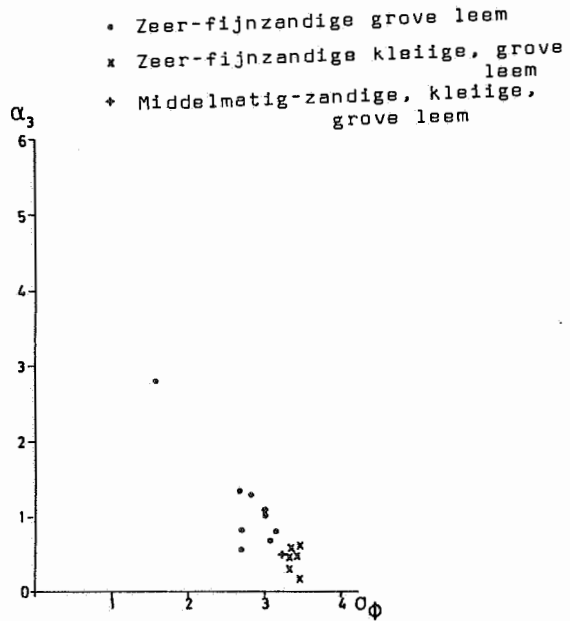


Fig. 54b

Fig. 54. Parameter-diagrammen van Post-Eocene zandig-groflemige sedimenten (I)

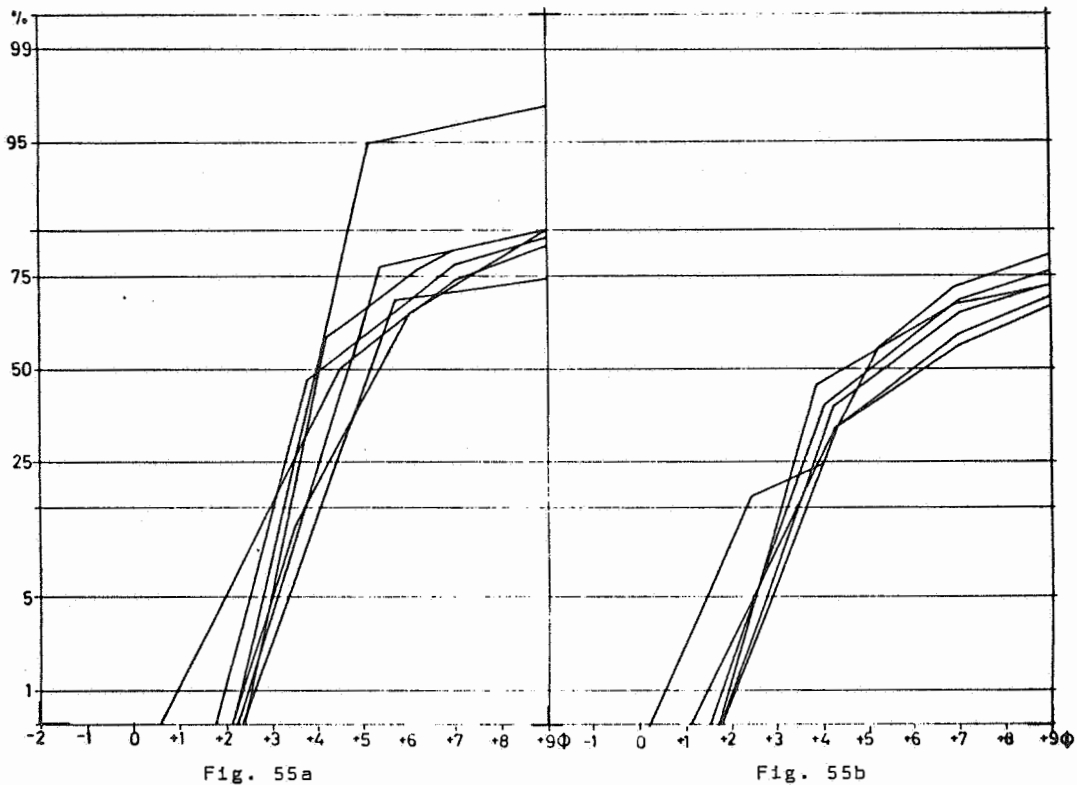


Fig. 55a

Fig. 55b

Fig. 55. Kumulatieve kurven van Post-Eocene zandig-groflemige sedimenten (I).

Anhée - Bioul (Rouchat en Gèrlin) en Andenne - Bonneville, en aan de top te Hamois - Achet (Monin).

In het \bar{x}_ϕ/σ_ϕ -diagram (fig. 54a) nemen deze afzettingen een tamelijk begrensde zone in, begrepen tussen $\bar{x}_\phi = 5,40$ en $6,60 \phi$ en tussen $\sigma_\phi = 2,60$ en $3,20 \phi$; in het α_3/σ_ϕ -diagram (fig. 54b) liggen ze tussen $\alpha_3 = 0,50$ en $1,40$. Uitzondering hierop maakt monster 2611 uit de basis van de ontsluiting te Onhaye (Pasek, zuidelijk deel), dat minder fijn ($\bar{x}_\phi = 4,27 \phi$) en minder slecht gesorteerd ($\sigma_\phi = 1,60 \phi$) is.

Zoals eerder al is opgemerkt wordt hier ook de kleinste ϕ_1 -waarde (grofste aanwezige fraktie) te Hastière - Waulsort (Freyr) gevonden.

De kumulatieve waarschijnlijkheidskurven (fig. 55a) van de zeer-fijnzandige, grove leem te Hastière - Waulsort (Freyr), Andenne - Bonneville en Anhée - Bioul (Rouchat) vertonen een saltatiepopulatie, die gemiddeld 51 % bedraagt; het breekpunt met de suspensiepopulatie ligt tussen $3,8$ en $4,4 \phi$.

Te Hamois - Achet, Anhée - Bioul (Gèrlin) en Onhaye (Pasek) daarentegen is de saltatiepopulatie belangrijker : gemiddeld 72 %, met het breekpunt naar de suspensiepopulatie op $5,6 \phi$.

Volgens het C/M-diagram (fig. 56) behoort het grootste deel van deze sedimenten (Anhée - Bioul, Onhaye (Pasek) en Andenne - Bonneville) tot de gegradeerde suspensieafzettingen uit een laag-turbulente omgeving, terwijl de overige (Hastière - Waulsort (Freyr) en Hamois - Achet (Monin)) tot de uniforme suspensieafzettingen moeten gerekend worden.

VI.2.3.2. Zeer-fijnzandige, kleiige, grove leem (14 %) en middelmatig-zandige, kleiige, grove leem (2 %) komen enkel voor in de zuidelijk gelegen ontsluitingen in de omgeving van de Maas : Houyet - Celles, Hastière - Waulsort (Freyr), Onhaye en Anhée - Bioul.

In het \bar{x}_ϕ/σ_ϕ -diagram (fig. 54a) liggen de meeste van deze sedimenten in een zone begrepen tussen $\bar{x}_\phi = 6$ en $6,75 \phi$ en tussen $\sigma_\phi = 3,25$ en $3,50 \phi$, behalve de twee monsters uit Houyet - Celles, die een gemiddelde diameter hebben van meer dan $7,0 \phi$ (bij dezelfde sorteringsgraad). De α_3 -waarde (fig. 54b) ligt rond $0,50$, terwijl die van de twee uitzonderingen rond $0,25$ ligt.

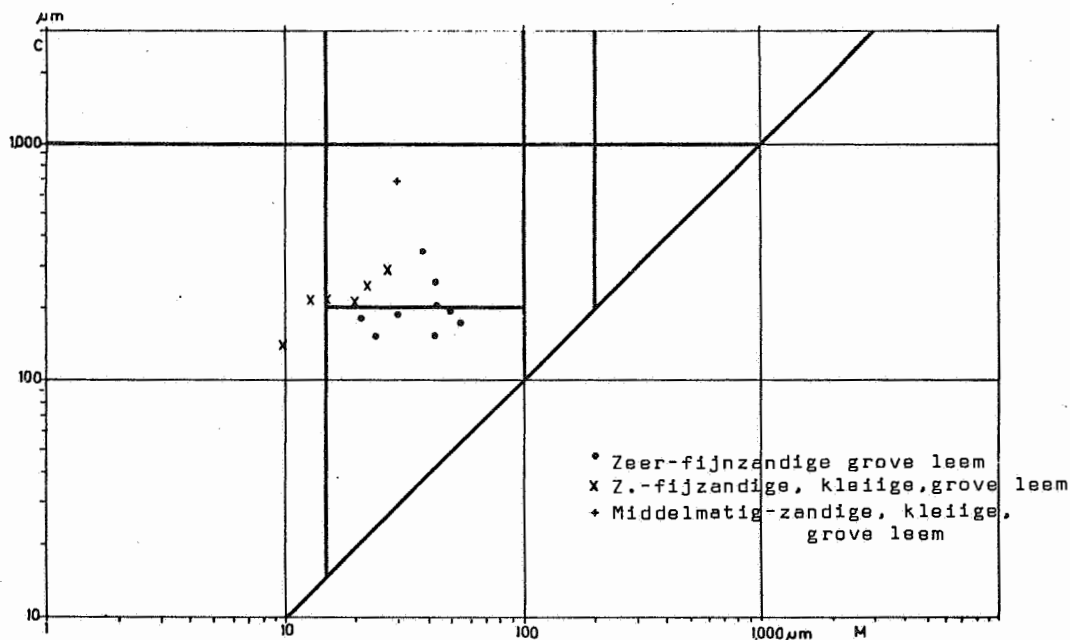


Fig. 56. C/M-diagram van Post-Eocene zandig-grofleemige sedimenten (I).

De ϕ_1 -waarden voor de zeer-fijnzandige, kleiige, grove leem zijn sterk gelijkend en schommelen tussen 1,95 en 2,30 ϕ , die van de middelmatigzandige, kleiige, grove leem uit Anhée - Bioul (Fondrin) bedraagt 0,55 ϕ .

De kumulatieve waarschijnlijkheidskurve (fig. 55b) van dit laatste sediment vertoont een saltatiepopulatie van 55 %, die bij 5,3 ϕ overgaat in een suspensiepopulatie. Bij de overige afzettingen is deze ene saltatiepopulatie beperkt tot gemiddeld 37 %; het breekpunt met de suspensiepopulatie ligt tussen 3,7 en 4,3 ϕ .

De meeste van deze sedimenten behoren tot de uniforme suspensieafzettingen, deze uit Houyet - Celles en uit de topzone van Onhaye (Pasek) zelfs uit de fijnste suspensieafzettingen (fig. 56).

VI.2.3.3. Kleiige grove leem (12 %), die voorkomt te Onhaye (Pasek) en Anhée - Bioul (Rouchat) heeft een gemiddelde korrelafmeting \bar{x}_ϕ , die schommelt tussen 7,6 en 8,0 ϕ , en een standaardafwijking σ_ϕ , gelegen tussen 3 en 3,35 ϕ (fig. 57a), met een α_3 -waarde tussen 0,0 en 0,15 (fig. 57b).

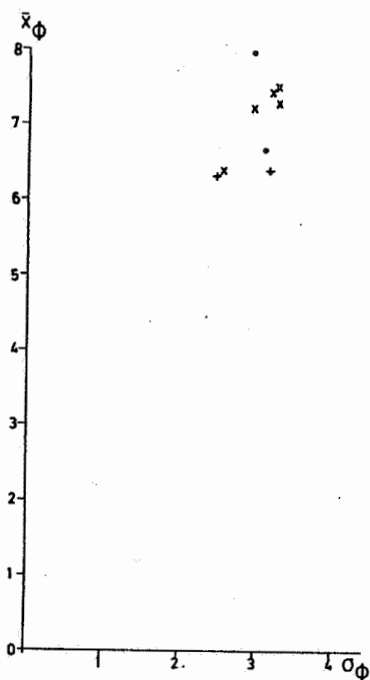


Fig. 57a

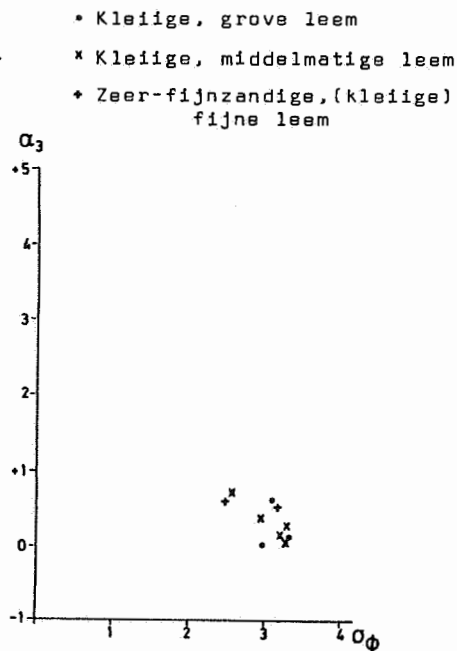


Fig. 57b

Fig. 57. Parameter-diagrammen van Post-Eocene kleiig-lemige sedimenten (I).

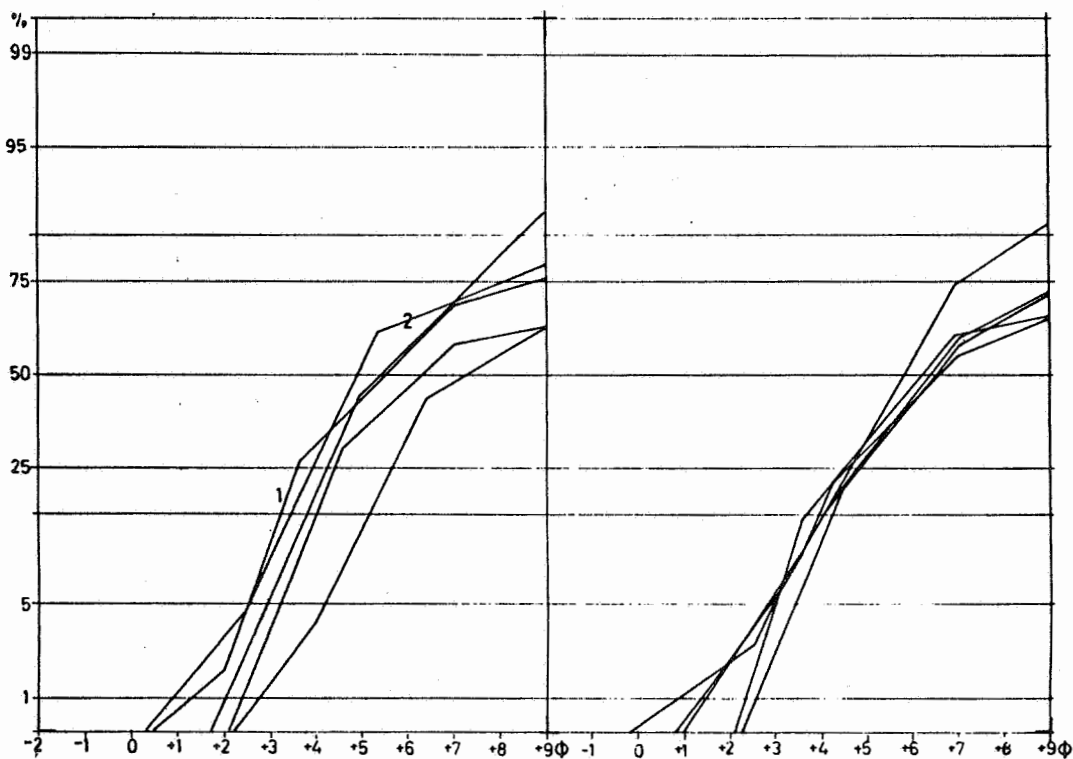


Fig. 58a

Fig. 58b

Fig. 58. Kumulatieve kurven van Post-Eocene kleiig-lemige sedimenten (I).

De kumulatieve waarschijnlijkheidskurve vertoont twee saltatiepopulaties, waarvan de eerste ongeveer 4 % van het totaal inneemt en de tweede schommelt tussen 25 (Onhaye) en 39 % (Anhée - Bioul); het breekpunt tussen beide ligt resp. op 3 en 4 ϕ , terwijl dat naar de suspensiepopulatie resp. op 4,5 en 6,3 ϕ ligt (fig. 58a). Deze sedimenten behoren tot de fijnste uniforme suspensieafzettingen (fig. 59).

De kleiige, grove leem uit de ontsluiting te Assesse - Florée op de Condroz is grover ($\bar{x}_\phi = 6,67 \phi$), even slecht gesorteerd en heeft een hogere α_3 -waarde ($\alpha_3 = 0,61$). De kumulatieve waarschijnlijkheidskurve heeft slechts één saltatiepopulatie (43 %) die bij 5 ϕ overgaat in een suspensiepopulatie. Volgens het C/M-diagram behoort het sediment tot de uniforme suspensieafzettingen (fig. 59).

VI.2.3.4. Kleiige, middelmatig leem, die 14 % uitmaakt van alle onderzochte lemen, heeft een gemiddelde afmeting \bar{x}_ϕ , begrepen tussen 7,25 en 7,50 ϕ en een standaarddeviatie σ_ϕ , gaande van 3,0 tot 3,3 ϕ (fig. 57a) in de ontsluitingen van Anhée - Bioul (Rouchat) en Onhaye (Pasek en Pirmez). Te Andenne - Bonneville daarentegen is deze leem grover ($\bar{x}_\phi = 6,30 \phi$) en minder slecht gesorteerd ($\sigma_\phi = 2,59 \phi$). De ϕ_1 -waarde vertoont een tamelijk sterke schommeling : 1,40-2,50 ϕ .

Deze afzettingen vertonen in hun kumulatieve kurven een saltatiepopulatie die gemiddeld 15 % bedraagt, en een suspensiepopulatie, waartussen een breekpunt begrepen tussen 3,6 en 4,3 ϕ . Te Andenne - Bonneville en Onhaye (Pasek) is het saltatiemateriaal opmerkelijk grof, in tegenstelling tot dat te Anhée - Bioul (Rouchat) en Onhaye (Pirmez)(fig. 58b).

Uit het C/M-diagram volgt, dat ze alle behoren tot de fijnste uniforme suspensiesedimenten, behalve dat uit Andenne - Bonneville, dat een uniforme suspensieafzetting is (fig. 59).

VI.2.3.5. Zeer-fijnzandige, fijne leem (Onhaye - Pirmez) en zeer-fijn-zandige, kleiige, fijne leem (Anhée - Bioul (Rouchat)) hebben gelijkaardige gemiddelde korrelafmetingen (\bar{x}_ϕ resp. 6,30 en 6,40 ϕ), maar de laatste is slechter gesorteerd ($\sigma_\phi = 3,18 \phi$, versus 2,40 ϕ)(fig. 57a).

Hun kumulatieve kurve heeft een saltatiepopulatie van 32 %,.

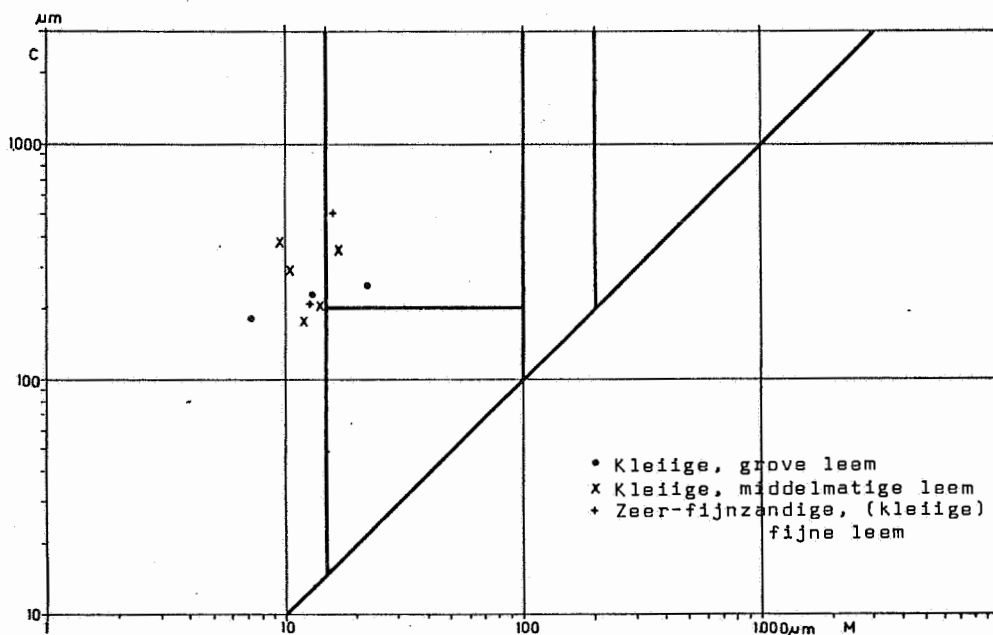


Fig. 59. C/M-diagram van Post-Eocene kleiig-lemige sedimenten (I).

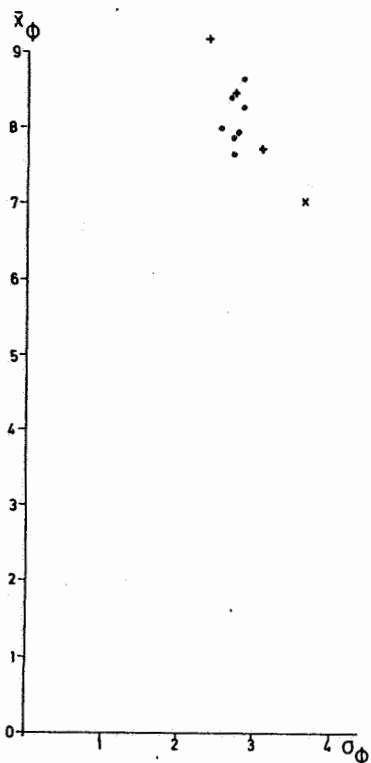


Fig. 60a

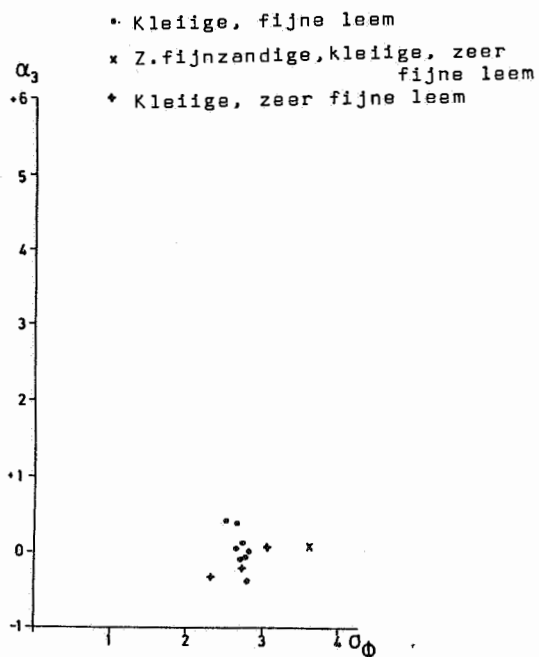


Fig. 60b

Fig. 60. Parameter-diagrammen van Post-Eocene fijne en zeer fijne lemen (I).

met een breekpunt tot een suspensiepopulatie op $4,30 \phi$, die steiler verloopt voor de zeer-fijnzandige, kleiige, fijne leem (fig. 58a, 1) (uniforme suspensiepopulatie) dan voor de zeer-fijnzandige, fijne leem (fig. 58a, 2) (fijnste uniforme suspensie) (fig. 59).

VI.2.3.6. Kleiige fijne leem (18 %) komt alleen voor in de ont-sluitingen uit de omgeving van de Boven-Maas : Anhée - Bioul (Rouchat), Onhaye (Pirmez) en Hastière - Waulsort (Freyr). De gemiddelde korreldiameter \bar{x}_ϕ schommelt tussen $7,65$ en $8,70 \phi$, terwijl de sortering voor deze afzettingen sterk gelijkend is (σ_ϕ -waarden tussen $2,68$ en $2,82 \phi$) (fig. 60a). De α_3 -waarden liggen tussen $-0,39$ en $+0,33$ (fig. 60b).

De saltatiepopulatie beslaat gemiddeld slechts 8 % van de kumulatieve probabiliteitskurve. Het breekpunt met de suspensiepopulatie ligt op 4 of 5ϕ (fig. 61a).

De kleiige, fijne lemen behoren alle tot de fijnste uniforme suspensies (fig. 62).

VI.2.3.7. Zeer-fijnzandige, kleiige, zeer fijne leem komt alleen voor te Profondeville - Bois-de-Villers en heeft een gemiddelde afmeting \bar{x}_ϕ van $7,06 \phi$, terwijl dit sediment uiteraard uiterst slecht gesorteerd is (fig. 60a).

Het heeft een saltatiepopulatie, die 32 % van de kumulatieve kurve beslaat en bij $3,7 \phi$ overgaat in een suspensiepopulatie (fig. 61b, 1). Volgens het C/M-diagram behoort het tot de fijnste uniforme suspensieafzettingen, zoals ook het volgende sediment (fig. 62).

VI.2.3.8. Kleiige, zeer fijne leem (7 %) heeft een gemiddelde afmeting 7ϕ , die schommelt tussen $7,75$ en $9,20 \phi$ en een standaarddeviatie σ_ϕ , gaande van $2,35$ tot $3,10 \phi$ (fig. 60a).

De kumulatieve probabiliteitskurve bevat een saltatiepopulatie van 8 % te Namen - Loyers en te Hastière - Waulsort (Freyr), met breekpunt tot de suspensiepopulatie op resp. 5 en 6ϕ (fig. 61b). Te Onhaye (Pirmez) neemt de saltatiepopulatie 17 % in, met breekpunt op $4,25 \phi$.

VI.2.4. Kleiige sedimenten

Deze afzettingstypes beslaan iets meer dan 17 % van de onder-

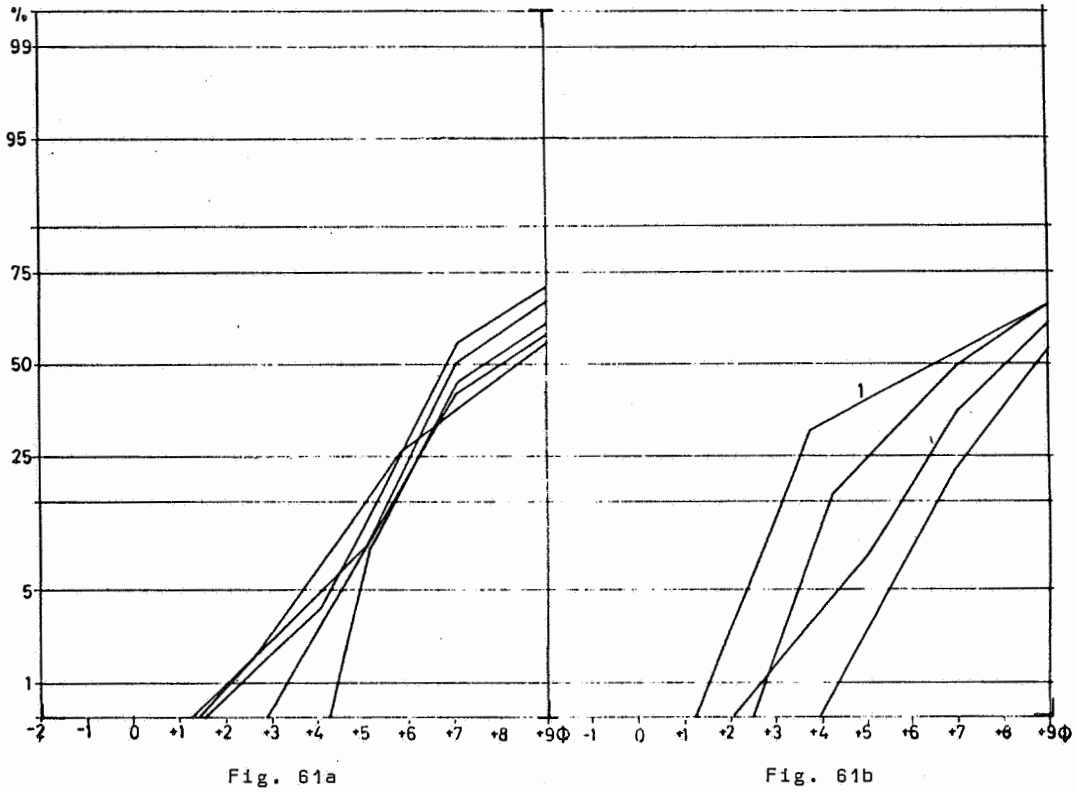


Fig. 61. Kumulatieve kurven van Post-Eocene fijne en zeer fijne lemen (I)

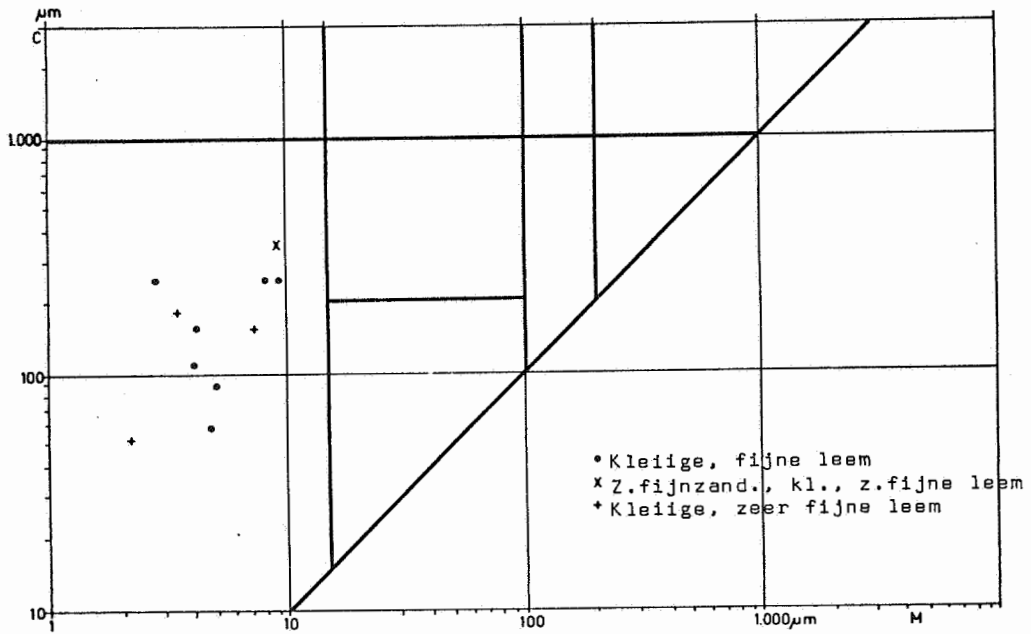


Fig. 62. C/M-diagram van Post-Eocene fijne en zeer fijne lemen (I)

zochte sedimenten van Groep I. Volgens het C/M-diagram behoren ze alle tot de fijnste, uniforme suspensiesedimenten, met uitzondering van een fijnzandige klei, onderaan in de ontsluiting te Onhaye (Pasek), die tot de uniforme suspensieafzettingen behoort.

VI.2.4.1. Zeer-fijnlemige klei, waarvan de gemiddelde korrelafmeting \bar{x}_ϕ meer dan 9ϕ bedraagt, is met meer dan 30 % de meest voorkomende variëteit in deze reeks.

De helft van deze sedimenten bezitten géén (Hastière - Waulsort (Freyr)) of een zeer geringe (< 3 %) saltatiepopulatie (bovenaan te Andenne - Bonneville, in het middendeel te Anhée - Bioul (Rouchat) en Onhaye (Pirmez), en onderaan te Onhaye (Pasek)). De overige (onderaan te Andenne - Bonneville en Onhaye (Pasek), en in het middendeel te Anhée - Bioul (Rouchat) en Onhaye (Pasek)), hebben een kumulatieve waarschijnlijkheidskurve met een saltatiepopulatie van gemiddeld 14 %, die op 5ϕ overgaat in een suspensiepopulatie (fig. 63a).

VI.2.4.2. Fijnlemige klei haalt nog bijna 20 % van de kleiige sedimenten en heeft een gemiddelde korrelafmeting begrepen tussen $8,5$ en 9ϕ .

De kumulatieve kurven vertonen een saltatiepopulatie, die gemiddeld 14 % bedraagt; het breekpunt met de suspensiepopulatie ligt op 4ϕ onderaan in de ontsluiting te Onhaye (Pasek) en te Namen - Loyers, op $3,4 \phi$ bovenaan te Onhaye (Pirmez) en op 7ϕ in het middendeel van deze ontsluiting (fig. 63b).

VI.2.4.3. Klei neemt 8 % van deze afzetting in. Onderaan te Onhaye (Pasek) bestaat ze uitsluitend uit een suspensiepopulatie; bovenaan te Namen - Cognelée en in het middendeel van Onhaye (Pirmez) bezit ze nog een saltatiepopulatie (8 %) met een breekpunt, resp. op 4 en 6ϕ , naar de suspensiepopulatie (fig. 63b, 1)

VI.2.4.4. Grofzandige klei, met een gemiddelde korrelafmeting \bar{x}_ϕ van $7,95 \phi$, komt bovenaan het profiel te Andenne - Bonneville voor en heeft een saltatiepopulatie, die 29 % van de kumulatieve kurve inneemt; op 5ϕ ligt het breekpunt met de suspensiepopulatie, die tot 9ϕ een zeer vlak verloop heeft (fig. 64a, 1).

VI.2.4.5. Fijnzandige klei (8 %) komt onder- en bovenaan in het

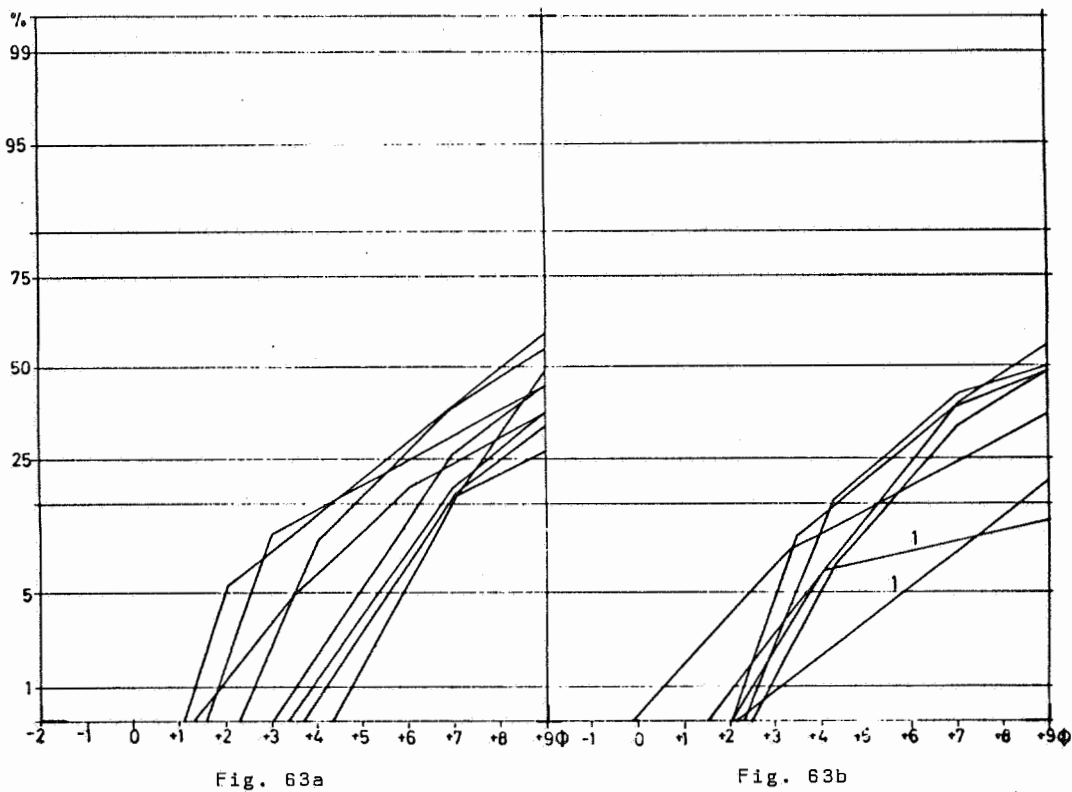


Fig. 63. Kumulatieve kurven van Post-Eocene (z.) fijnlemige klei en klei (I).

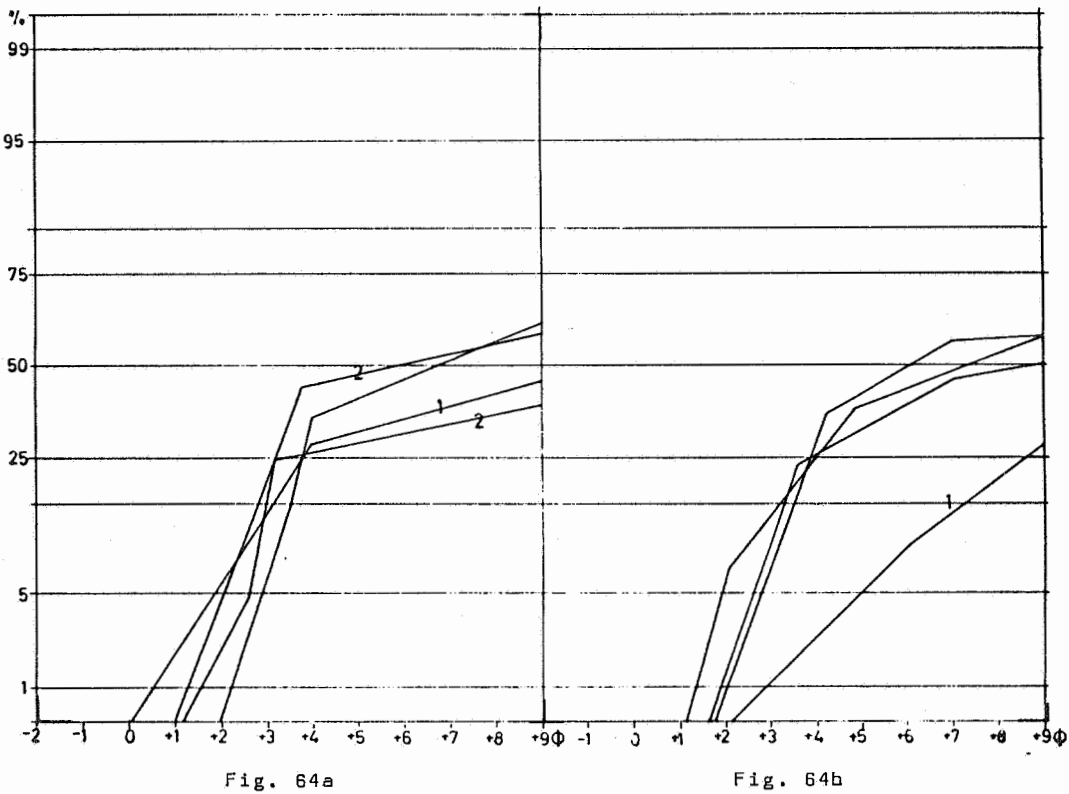


Fig. 64. Kumulatieve kurven van Post-Eocene zandhoudende en m. lemige klei (I).

profiel te Onhaye (Pasek) voor, resp. met gemiddelde korrelafmeting $\bar{x}_\phi = 6,19$ en $8,04 \phi$; de saltatiepopulatie bedraagt 45 en 31 %, terwijl het breekpunt met de suspensiepopulatie op $3,8 \phi$ ligt (fig. 64a, 2).

De fijnzandige klei ($\bar{x}_\phi = 8,58 \phi$) onderaan de ontsluiting is Gesves - Mozet heeft een kumulatieve curve (fig. 64a, 2), met een eerste saltatiepopulatie van 4,5 %, die bij $2,5 \phi$ overgaat in een tweede van $19,5 \phi$. Het breekpunt met de suspensiepopulatie ligt op $3,2 \phi$.

VI.2.4.6. Zeer-fijnzandige, groflemige klei, zeer-fijnzandige, middelmatiglemige klei, zeer-fijnzandige, zeer-fijnlemige klei komen resp. voor in het middendeel van de ontsluiting te Onhaye (Pasek) ($\bar{x}_\phi = 7,60 \phi$), bovenaan te Onhaye (Pirmez) ($\bar{x}_\phi = 7,70 \phi$) en in het middendeel te Andenne - Bonneville ($\bar{x}_\phi = 8,26 \phi$).

Ze hebben één saltatiepopulatie in hun kumulatieve curve, die voor de twee eerste sedimenttypes 30 % haalt en 22 % voor het laatste. Het breekpunt met de suspensiepopulatie ligt tussen $3,7$ en 4ϕ (fig. 64b).

VI.2.4.7. Middelmatiglemige klei ($\bar{x}_\phi = 8,35 \phi$) komt alleen voor in het middendeel van het profiel te Onhaye (Pasek) en bestaat uitsluitend uit een suspensiepopulatie (fig. 64b, 1).

VI.3. Zware mineralenverdeling

De globale zware mineraleninhoud van alle sedimenten uit Groep I wordt gekenmerkt door een overmaat aan ubikwisten, die gemiddeld bijna 88 % innemen. Binnen deze groep is zirkoon het belangrijkste mineraal met meer dan 51 %, gevolgd door rutiel (23 %) en toermalijn (22 %), terwijl anataas bijna 3 % haalt. Voor de totale zware mineralensamenstelling bedragen deze gemiddelde percentages resp. 45, 20, 19 en 2,5. Brookiet en titaniet komen nog sporadisch voor.

De parametamorfe mineralen halen gemiddeld méér dan 9 %. De belangrijkste vertegenwoordiger is stauroliet, dat binnen deze groep 45 % haalt, gevolgd door distheen (37 %). Andaloesiet (12 %) en sillimaniet (5 %) komen niet in alle onderzochte monsters voor. Deze percentages bedragen resp. meer dan 4, 3,5, 1 en 0,5, wanneer de totale zware mineraleninhoud wordt beschouwd.

Granaat en epidoot halen beide iets meer dan gemiddeld 0,5 %,

terwijl pyroxene en amfibolen nauwelijks optreden. Verweerde doorzichtige mineralen (alterieten) tenslotte beslaan nog geen twee procent van de totale zware mineralensamenstelling.

VI.3.1. Grinthoudende sedimenten

Deze afzettingen bevatten gemiddeld meer dan 90 % ubikwisten, waardoor ze in het mineralogisch driehoeksdiagram gans bovenaan liggen (fig. 65). Het zirkoongehalte bedraagt bijna 50 %, terwijl evenveel rutiel als toermalijn aanwezig is : 20 %. De parametamorfe mineralen halen meer dan 6 %, met stauroliet (3 %) als voornaamste vertegenwoordiger, gevolgd door andaloësiet en distheen. Het epidootgehalte bedraagt gemiddeld bijna 2 %, maar komt niet voor in alle sedimenttypes uit deze groep. Granaat treedt slechts sporadisch op.

In het dichtheidsdriehoeksdiagram (fig. 65) liggen de punten in het centrale gedeelte, terwijl ze in het ruitdiagram langs de rechterbovenzijde liggen, in de zone met meer dan 70 % zwaardere mineraalsoorten, wat wijst op een tamelijk turbulente afzettingsomgeving. Alleen het licht-grinthoudend slibzand uit Anhée - Bioul (Rouchat) ligt lager door zijn hoger toermalijngehalte; dit sediment luidt vermoedelijk de overgang in naar deze van groep II, die er vlak boven gevonden worden.

VI.3.2. Zandige sedimenten

VI.3.2.1. Fijn zand bevat gemiddeld bijna 85 % ubikwisten, waarvan 42 % zirkoon. Toermalijn haalt gemiddeld 24 %, terwijl rutiel slechts op de derde plaats komt, met 16 %. Anataas komt niet overal voor, maar haalt gemiddeld nog 2,5 %.

De parametamorfe mineralen nemen 12,5 % van de zware mineralenverdeling in, met evenveel stauroliet en distheen (bijna 5 %) en meer dan 2 % andaloësiet.

Naast 2 % alteriet komt nog gemiddeld 0,5 % epidoot voor : granaat en vooral pyroxenen en amfibolen komen slechts sporadisch voor.

In het mineralogisch driehoeksdiagram (fig. 66) liggen de punten voor dit sedimenttype langs de rechterbovenzijde, in een zone met meer dan 70 % (en meestal meer dan 80 %) ubikwisten. Drie groepen treden op in het dichtheidsdriehoeksdiagram : de belangrijkste is een centraal gelegen groep, met als het ware twee satellieten

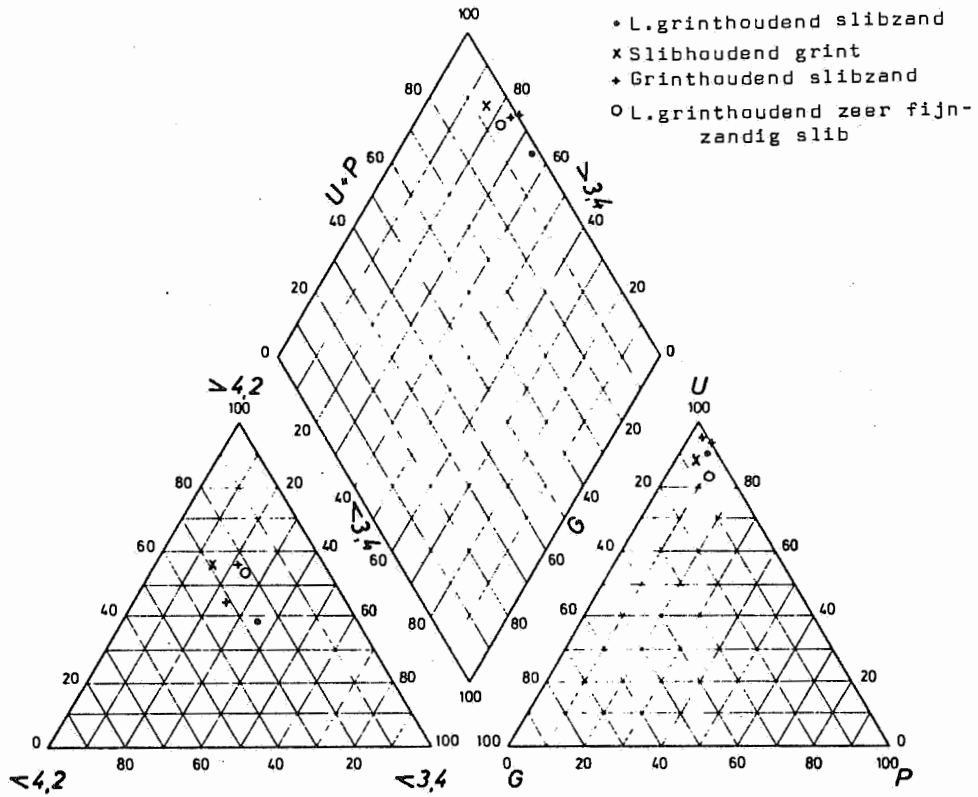


Fig. 65. Zware-mineraleninhoud van Post-Eocene grintheadende sedimenten (I).

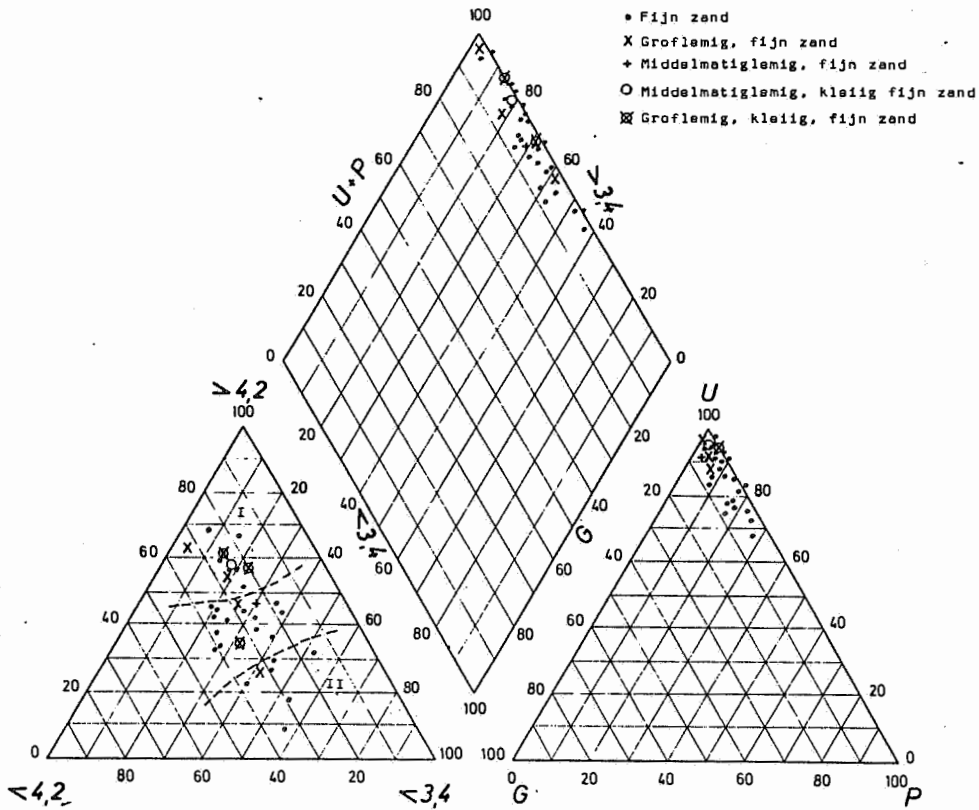


Fig. 66. Zware-mineraleninhoud van Post-Eocene fijn-zandige sedimenten (I).

rechts onder en links boven.

Men vindt ze weer in het ruitdiagram (fig. 66), waar de punten geprojecteerd worden in een smalle zone langs de rechterbovenzijde. De fijne zanden uit Houyet - Celles, Engis - Lion, Onhaye - Falaën, bovenaan te Namen - Loyers, het middendeel van Anhée - Bioul (Rouchat) en onderaan te Onhaye (Pirmez), bevatten meer dan 80 % zwaardere mineraalsoorten ("satelliet" I); merkwaardig is het totale ontbreken van anataas in deze afzettingen. De fijne zanden van Hamois - Achet (Monin), Assesse - Florée, Onhaye (Pasek) en onderaan te Andenne - Bonneville bevatten er minder dan 60 % ("satelliet" II) en zijn blijkbaar in heel wat minder woelige omstandigheden afgezet. Tussen beide subzones vindt men sedimenten uit de ontsluitingen van Havelange - Ossogne, Gesves - Sorée (Bouchaille), Hoei - Corphalie, Anhée - Bioul (Rouchat), Onhaye (Pasek), Hastière - Waulsort (Freyr) en bovenaan te Andenne - Bonneville.

Groflemig, fijn zand, middelmatiglemig, fijn zand, groflemig kleiig, fijn zand en middelmatiglemig, kleiig, fijn zand bevatten meer dan 90 % (zelfs tot 99 %) ubikwisten, waardoor ze in het mineralogisch driehoeksdiagram gans bovenaan voorkomen. Zirkoon haalt meer dan 50 % van het totaal aantal zware mineralen. Buiten 2 uitzonderingen (groflemig, fijn zand uit Houyet - Celles en Onhaye (Pasek)) komt er meer toermalijn dan rutiel voor. Er treden gemiddeld iets meer dan 4 % parametamorfe mineralen op, met dubbel zoveel stauroliet dan distheen, en zeer weinig andalooesiet en sillimaniet. Naast enkele alterieten komt nog sporadisch epidoot voor.

In het dichtheidsdriehoeksdiagram (fig. 66) liggen ze centraal in een vertikaal sterk verlengde zone, die men terugvindt in het ruitdiagram langs de rechterbovenzijde. Buiten een groflemig, fijn zand, gans onderaan het profiel te Anhée - Bioul (Rouchat), dat blijkbaar in kalme omstandigheden is afgezet, bevatten ze meer dan 70 % zwaardere mineraalsoorten; de groflemige, fijne zanden uit Houyet - Celles en Onhaye (Pasek) en het middelmatiglemig, kleiig, fijn zand uit Hastière - Waulsort (Freyr) bevatten zelfs méér dan 90 % zwaardere mineraalsoorten en ontstonden in een turbulenter milieu.

VI.3.2.2. Zeer fijn zand heeft een zware mineralenverdeling, ge-

kenmerkt door een overmaat aan ubikwisten, met een gemiddelde van méér dan 83 %. Het zirkoongehalte bedraagt bijna 41 % van de totale samenstelling, terwijl toermalijn en rutiel beide 19 % halen. Het percentage aan anataas bedraagt gemiddeld bijna 5, en bereikt relatief hoge waarden (meer dan 10) te Onhaye en Andenne - Coutisse.

De parametamorfe mineralen halen méér dan 14 % : de hoogste waarden worden gevonden in de ontsluitingen van de Condroz (Hamois - Achet, Havelange - Ossogne, Ohey - Evelette) en in de nabijheid van de Maas tussen Namen en Luik (Gesves - Mozet, Andenne - Coutisse, Wanze - Vinalmont, Engis - Lion). In tegenstelling met de globale, gemiddelde zware mineralenverdeling is hier distheen het belangrijkste lid met bijna 7 %, terwijl stauroliet bijna 6 % haalt : deze overheersing van distheen grijpt vnl. plaats in de afzettingen met een hoog gehalte aan parametamorfe mineralen. Andalooesiet en sillimaniet komen weinig voor.

Granaat komt enkel in belangrijke mate (8 en 7 %) voor in de ontsluiting van Wanze - Vinalmont. De verweerde doorzichtige mineralen beslaan 1 %, terwijl epidoot nauwelijks 0,5 % haalt.

In het dichtheidsdriehoeksdiagram (fig. 67) liggen bijna alle punten voor de zeer fijne zanden in het centrale deel, behalve deze uit de ontsluitingen van Namen - Cognelée, Engis - Lion en Wanze - Vinalmont, die meer zwaardere mineraalsoorten ($d > 4,2$) bevatten. Men vindt ze terug in het ruitdiagram (fig. 67) aan de top langs de rechterzijde, samen met deze uit Houyet - Celles en Andenne - Coutisse, wat wijst op een afzetting in een minder rustige omgeving. De andere liggen allemaal langs de rechterzijde, in de zone van 60 tot 80 % zwaardere mineraalsoorten ($d > 3,4$).

VI.3.2.3. Groflemig, zeer fijn zand en groflemig, kleiig, zeer fijn zand sluiten granulometrisch nauw bij elkaar aan; hetzelfde wordt opgemerkt bij de zware mineralenverdeling. Deze sedimenten bevatten gemiddeld 93 % ubikwisten, waarvan resp. 54 en bijna 53 % zirkoon; door dit hoog gehalte komen ze gans bovenaan het mineralogisch driehoeksdiagram voor. Rutiel (24 en 27 %) overheerst over toermalijn (12 en 11 %), terwijl anataas (2 en 1 %) niet overal voorkomt.

Het gehalte aan parametamorfe mineralen bedraagt in beide gevallen bijna 6 %. Stauroliet overheerst overal over distheen, terwijl andalooesiet en vooral sillimaniet sporadisch voorkomen. Epidoot

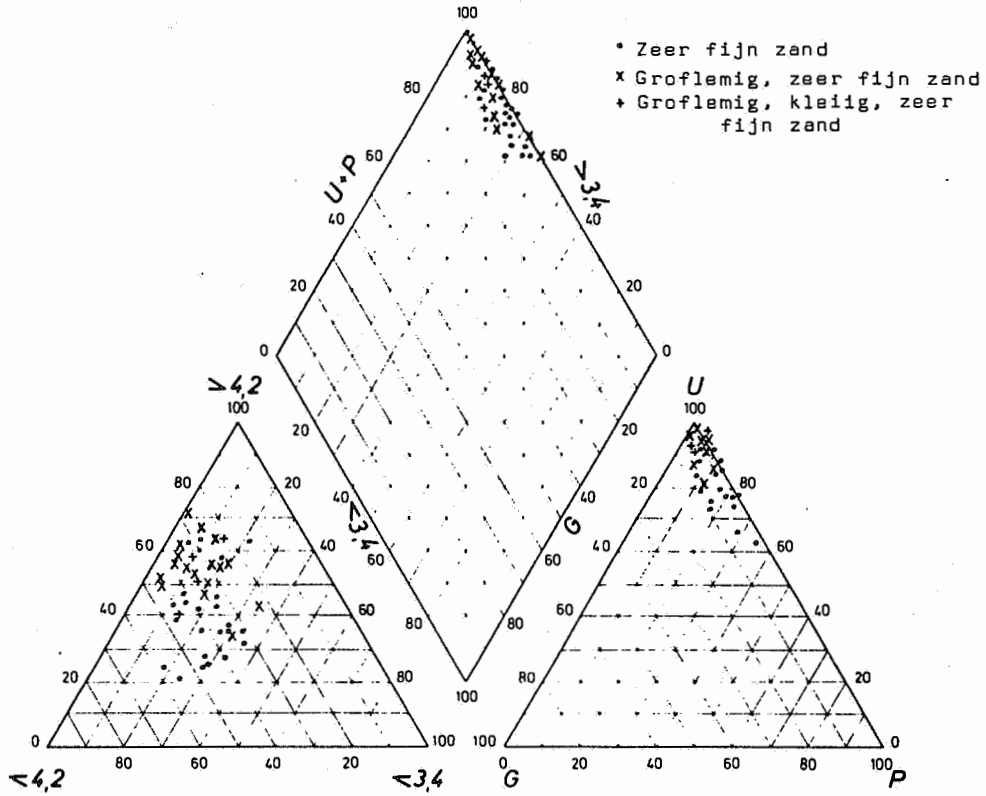


Fig. 67. Zware-mineraleninhoud van Post-Eocene zeer fijne zanden (I).

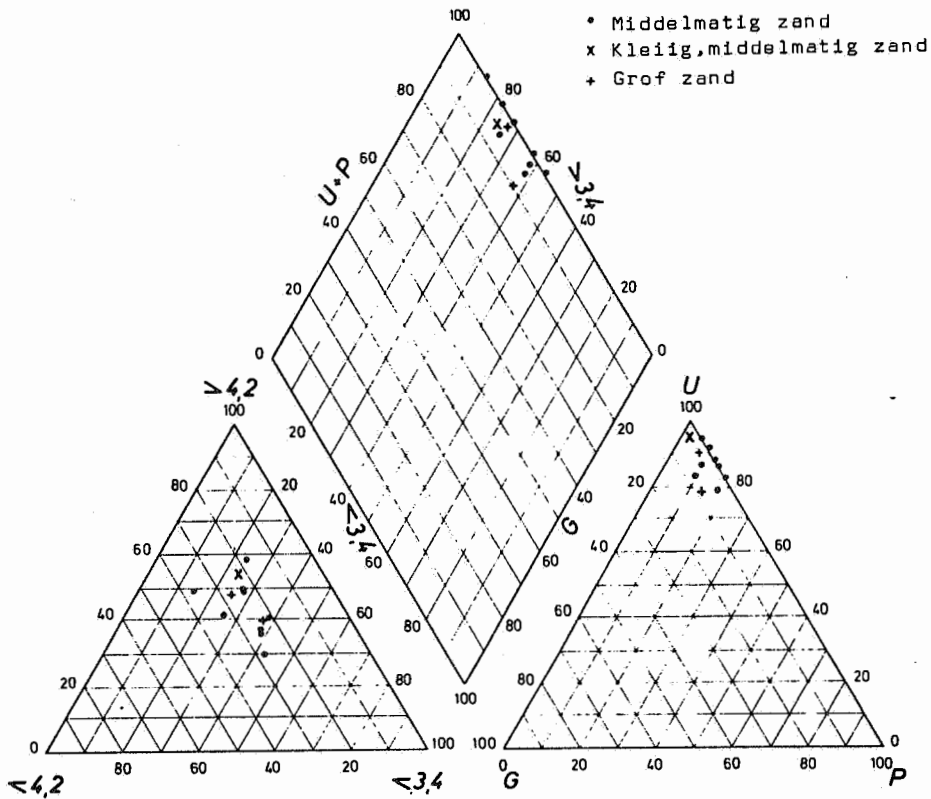


Fig. 68. Zware-mineraleninhoud van Post-Eocene middelmatige en grove zanden (I).

haalt bijna 1 % en komt in vele onderzochte monsters van deze groep voor.

Buiten enkele uitzonderingen komen deze sedimenten in het dichtheidsdriehoeksdiagram (fig. 67) voor langs de linkerkant, boven de lijn met 50 % zwaardere mineralen ($d > 4,2$). In het ruitdiagram (fig. 67) liggen de punten langs de rechterzijde. De groflemige, fijne zanden uit Namen - Loyers, Engis - Lion en Andenne - Bonneville bevatten minder dan 80 % zwaardere mineraalsoorten ($d > 3,4$) en werden in een kalmere omgeving afgezet, dan de andere afzettingen. Deze uit Houyet - Celles, Onhaye (Pirmez), Onhaye - Weillen en Anhée - Bioul bevatten er zelfs meer dan 90 %.

VI.3.2.4. Middelmatig zand bevat gemiddeld 87 % ubikwisten : zirkoon, als voornaamste mineraal haalt 43 %, naast bijna 28 % toermalijn en bijna 16 % rutiel : anataas en titaniet komen slechts sporadisch voor.

Het gemiddeld gehalte aan parametamorfe mineralen bedraagt 12 % : meer dan de helft daarvan wordt ingenomen door stauroliet, terwijl distheen en andaloesiet resp. 3 en 2 % halen. Granaat en alteriet komen zelden voor.

Deze afzettingen nemen het centraal gedeelte in van het dichtheidsdriehoeksdiagram (fig. 68). In het ruitdiagram liggen ze langs de rechterbovenzijde, in een zone begrepen tussen 80 en 60 % zwaardere mineraalsoorten, behalve dit uit Hastière - Waulsort (Freyr), dat meer dan 80 % (woeliger afzettingsomstandigheden), en dat uit Namen - Cognelée, dat minder dan 60 % zwaardere mineraalsoorten bevat (kalmer midden).

Het kleiige, middelmatig zand uit Profondeville - Bois-de-Villers valt in de diagrammen (fig. 68) telkens in dezelfde zone als de vorige sedimenten, maar bevat 93 % ubikwisten, met dominantie van zirkoon over toermalijn en rutiel.

VI.3.2.5. Grof zand heeft een ubikwistengehalte van 85 %, waarvan 43 % zirkoon. Toermalijn haalt 25 % en rutiel 16 %. Er komen 9 % parametamorfe mineralen voor, met evenveel distheen als stauroliet (3 %), en 2 % andaloesiet en 1 % sillimaniet. Daarnaast komen nog granaat en epidoot voor, samen met telkens één korrel augiet en hoornblende. Zoals reeds eerder opgemerkt komt dit sediment voor bij de overgang naar deze van Groep II.

Ze nemen een centrale plaats in het dichtheidsdriehoeksdiagram (fig. 68) in, terwijl ze in het ruitdiagram vallen in de zone begrepen tussen 60 en 80 % zwaardere mineraalsoorten.

VI.3.2.6. Kleiig, fijn zand bezit een zware mineraleninhoud, waarvan gemiddeld 83 % wordt ingenomen door ubikwisten, met schommelingen tussen 91 en 67 %, waardoor deze sedimenten in het mineralogisch driehoeksdiagram langs de rechterbovenzijde voorkomen. Zirkoon domineert overal met gemiddeld 43 %, naast bijna 23 % toermalijn en 16 % rutiel. Anataas komt niet overal voor.

De parametamorfe mineralen halen gemiddeld 16 %, waarbij stauroliet licht domineert over distheen, terwijl andaloesiet en vooral sillimaniet zeer weinig voorkomen.

Deze afzettingen liggen in het dichtheidsdriehoeksdiagram (fig. 69) in het centrale gedeelte en in het ruitdiagram langs de rechterbovenzijde, in het gebied met 60 tot 80 % zwaardere mineraalsoorten.

VI.3.2.7. Kleiig, zeer fijn zand heeft 74 % ubikwisten in zijn zware mineralen, waarbij zirkoon met 34 % domineert. Dit gehalte ligt merkkelijk hoger in het sediment (NF 92) van Seraing - Bonnelles (58 %); de zware mineralensamenstelling van deze afzetting komt overeen met deze van het fijnlemig, kleiig, zeer fijn zand uit de ontsluiting van Andenne - Bonneville. Toermalijn en rutiel halen resp. bijna 21 en 15 % gemiddeld, terwijl bijna 5 % anataas optreedt.

Het gehalte aan parametamorfe mineralen bedraagt 20 %, met meer dan 11 % distheen als dominerend mineraal, naast 6 % stauroliet en 2 % andaloesiet.

Opmerkelijk is de aanwezigheid van 20 % granaat in een kleiig, zeer fijn zand uit de ontsluiting van Engis - Lion, terwijl het in de andere sedimenten van dit type niet voorkomt.

Daardoor ligt het punt van deze laatste afzetting in het mineralogisch driehoeksdiagram (fig. 69) in het centrale deel, in tegenstelling met de anderen die aan de top voorkomen. In het dichtheidsdriehoeksdiagram (fig. 69) liggen de punten in een verlengde zone langs de linkerzijde, terwijl ze in het ruitdiagram voorkomen boven de lijn met meer dan 80 % zwaardere mineraalsoorten (ook het fijnlemig, kleiig, zeer fijn zand), behalve het kleiig, zeer fijn zand uit Andenne - Bonneville, dat er minder dan 60 % bevat en in heel wat kalmere omstandigheden is afgezet.

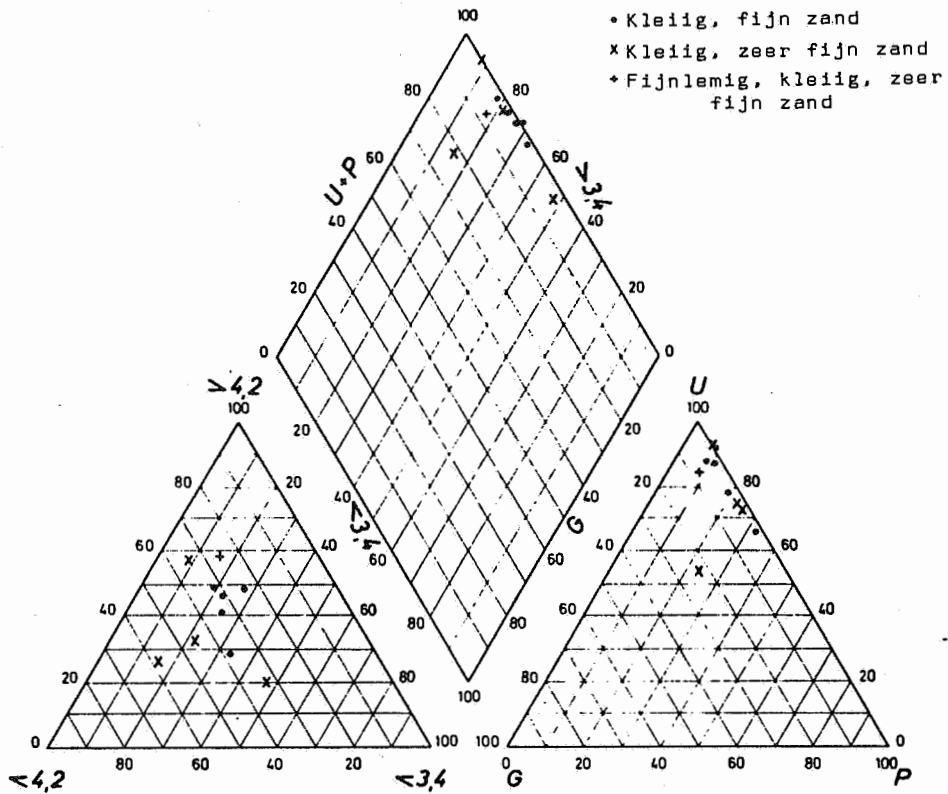


Fig. 69. Zware-mineraleninhoud van Post-Eocene kleihoudende zanden (I).

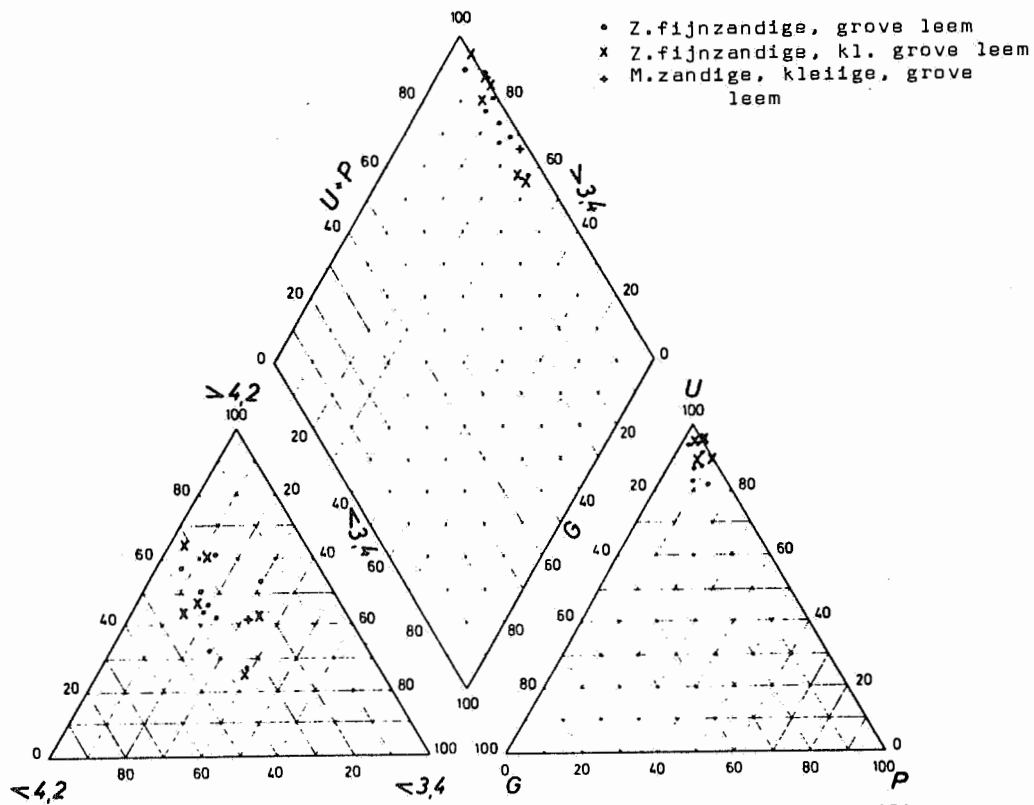


Fig. 69'. Zware-mineraleninhoud van Post-Eocene grove lemen (I).

VI.3.3. Lemige sedimenten

VI.3.3.1. Zeer-fijnzandige, grove leem bevat 91 % ubikwisten; met meer dan 45 % is zirkoon het belangrijkste lid. Rutiel haalt 33 % en toermalijn 16 %, terwijl nog 2 % anataas voorkomt.

De parametamorfe mineralen halen 6 %, met een overmaat aan stauroliet (3 %), gevolgd door distheen en andaloesiet. Daarnaast komt nog een weinig epidoot voor en 2 % alteriet.

In het dichtheidsdriehoeksdiagram (fig. 69') liggen de punten voor deze sedimenten in een gebied, gaande van het centrale deel naar de bovenste helft van de linkerzijde. De zeer-fijnzandige, grove leem uit de ontsluitingen van Anhée - Bioul, Onhaye (Pasek) en Hamois - Achet (Monin) liggen in het ruitdiagram aan de top van de rechterbovenzijde, met méér dan 80 % zwaardere mineraal-soorten, terwijl deze van Hastière - Waulsort (Freyr) en Andenne - Bonneville in een lagergelegen zone liggen.

VI.3.3.2. Zeer-fijnzandige, kleiige, grove leem en middematigzandige, kleiige, grove leem. De ubikwisten halen 91 % van de totale zware mineralensamenstelling, met zirkoon (47 %) als voornaamste vertegenwoordiger, gevolgd door rutiel (24 %) en toermalijn (16 %), terwijl anataas overal voorkomt, zij het in beperkte mate. De zware mineralen van deze sedimenten uit de ontsluitingen van Onhaye (Pasek) en Anhée - Bioul (Fondrin) bevatten echter méér toermalijn dan rutiel, waardoor ze in het centrale gedeelte van het dichtheidsdriehoeksdiagram liggen, terwijl de overige langs de linkerzijde terecht komen.

Het gehalte aan parametamorfe mineralen bedraagt gemiddeld 7 %, met stauroliet (bijna 4 %) als belangrijkste mineraal, naast 2 % distheen en 1 % andaloesiet. In verscheidene monsters komt nog epidoot voor, naast telkens één korrel granaat en augiet (Onhaye (Pasek)).

De sedimenten uit Houyet - Celles, Anhée - Bioul en Hastière - Waulsort (Freyr) bevatten méér dan 80 % zwaardere mineraalsoorten en liggen aan de rechterbovenzijde van het ruitdiagram (fig. 69'), terwijl de overige, met minder dan 70 %, lager liggen.

VI.3.3.3. Kleiige, grove leem heeft een zware mineraleninhoud, die gekenmerkt wordt door 88 % ubikwisten, waarvan 36 % zirkoon. Rutiel (25 %) overheerst lichtjes over toermalijn (22 %), terwijl anataas, met gemiddeld 4 %, overal voorkomt.

De parametamorfe mineralen halen gemiddeld 8 %, met 3 % stauroliet en 2 % distheen; het andaloësiet- en sillimanietgehalte bedraagt iets meer dan 1 %. Daarnaast komt nog 4 % alteriet voor.

In het dichtheidsdriehoeksdiagram (fig. 70) liggen de punten in het centrale gedeelte, terwijl ze in het ruitdiagram langs de rechterbovenzijde liggen, in de zone met 60 tot 80 % zwaardere mineraalsoorten.

VI.3.3.4. Kleiige, middelmatige leem bevat gemiddeld 87 % ubikwisten; zirkoon domineert hierin met 43 %, gevolgd door rutiel (21 %) en toermalijn (18 %). Anataas haalt bijna 5 %.

Het gehalte aan parametamorfe mineralen bedraagt bijna 6 %; stauroliet haalt bijna 3 % en distheen 2 %; in mindere mate komt nog andaloësiet en sillimaniet voor. Er komen bijna 7 % alterieten voor.

In het ruitdiagram (fig. 70) liggen de punten voor de afzettingen uit Anhée - Bioul (Rouchat) en Onhaye (Pirmez) aan de top van de rechterbovenzijde, terwijl deze van Andenne - Bonneville en Onhaye (Pasek) in de zone met minder dan 80 % zwaardere mineraalsoorten voorkomen.

VI.3.3.5. Zeef-fijnzandige, fijne leem en kleiige, fijne leem. De zware mineralen bevatten 91 % ubikwisten, waarbij zirkoon domineert met gemiddeld resp. 47 en 42 % : rutiel haalt gemiddeld 26 %, toermalijn 11 en 22 %. Anataas komt in geringe hoeveelheden in alle onderzochte monsters voor.

De parametamorfe mineralen halen 7 %, met dubbel zoveel stauroliet als distheen, naast een weinig andaloësiet en sillimaniet.

In de zeer-fijnzandige, fijne leem komt nog 3 % epidoot voor, in de kleiige, fijne leem 2 % granaat.

De zeer-fijnzandige, kleiige, fijne leem heeft 95 % ubikwisten, waarvan 54 % zirkoon : toermalijn (25 %) domineert hier over rutiel (15 %). De parametamorfe mineralen houden evenveel stauroliet als distheen (2 %) in, naast andaloësiet.

In het ruitdiagram (fig. 70) liggen de fijne lemen uit de ontsluiting van Onhaye (Pirmez) langs de rechterbovenzijde boven de lijn met 80 % zwaardere mineraalsoorten, de andere liggen beneden deze lijn.

VI.3.3.6. Zeef-fijnzandige, kleiige, zeer fijne leem en kleiige,

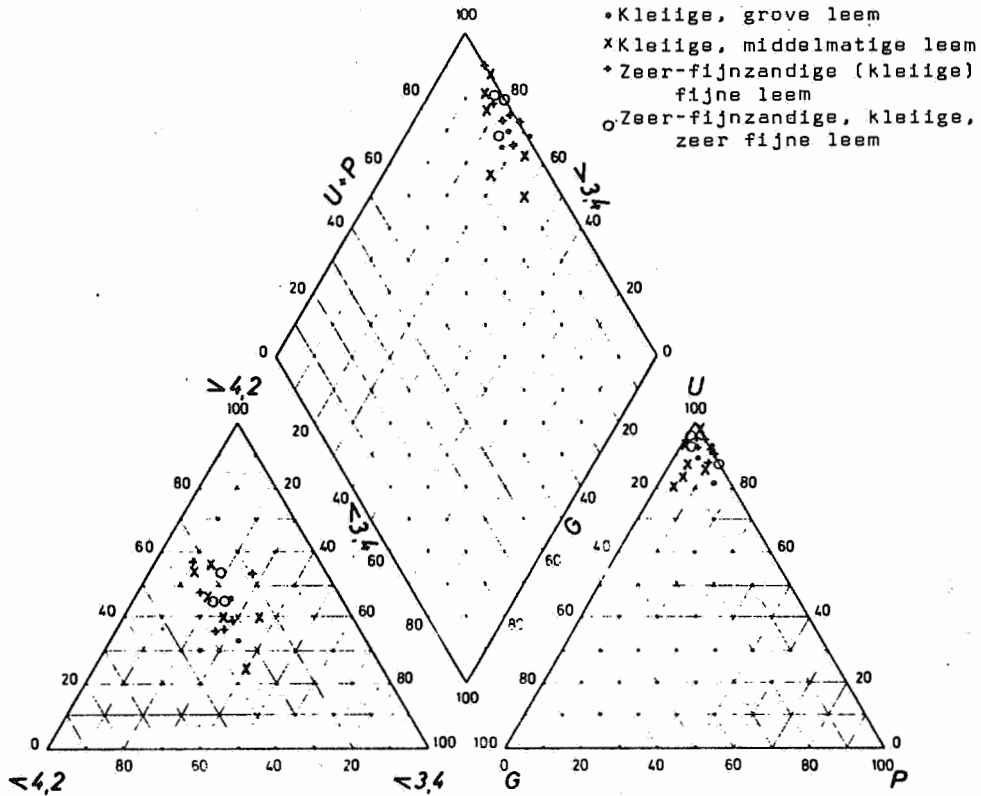


Fig. 70. Zware-mineraleninhoud van Post-Eocene lemige sedimenten (I).

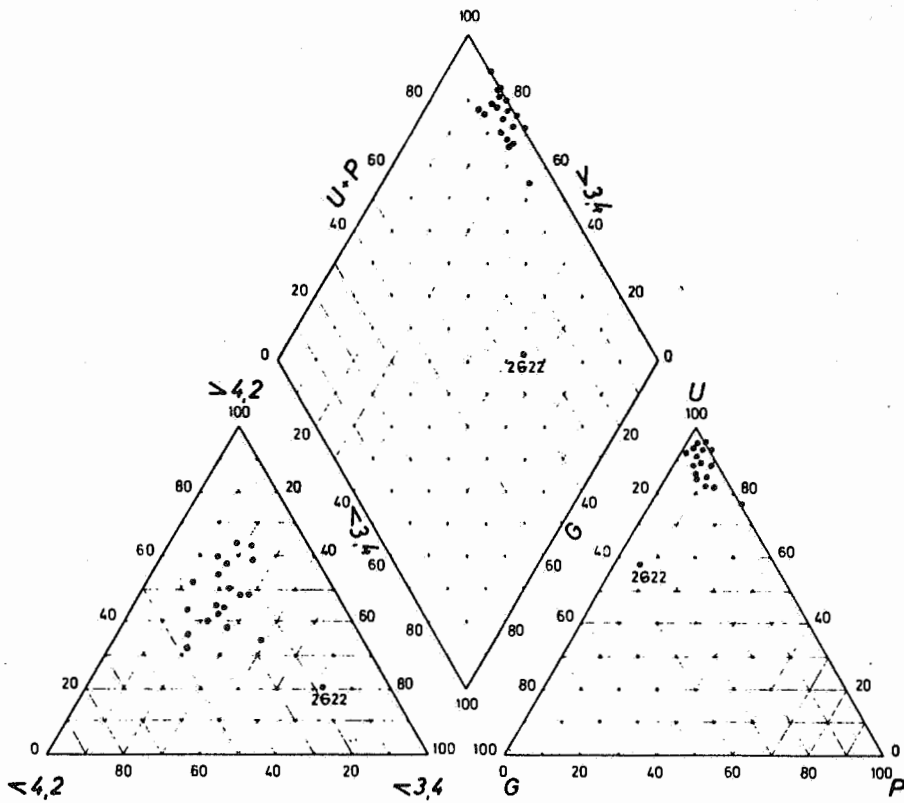


Fig. 71. Zware-mineraleninhoud van Post-Eocene kleiige sedimenten (I).

zeer_fijne_leem bevatten resp. 97 en 91 % ubikwisten, waarin zirkoon sterk domineert (54 en 47 %) en waarin ongeveer gelijke hoeveelheden toermalijn en rutiel voorkomen.

De parametamorfe mineralen zijn bijna uitsluitend uit stauroliet samengesteld. In de kleiige, zeer fijne leem van Namen - Loyers komt nog 6 % granaat voor.

In het ruitdiagram (fig. 70) liggen de punten voor deze sedimenttypes in de nabijheid van de lijn van 80 % zwaardere mineraalsoorten.

VI.3.4. Kleiige_sedimenten

VI.3.4.1. Klei_en_grofzandige_klei hebben een zware mineraleninhoud waarvan het gehalte aan ubikwisten resp. 83 en 82 % bedraagt : zirkoon haalt resp. 45 en 48 %. Bij de klei domineert rutiel (20 %) over toermalijn (18 %), bij de grofzandige klei heeft het tegenovergestelde plaats (13 en 20 %).

De parametamorfe mineralen, die bijna uitsluitend uit stauroliet bestaan, nemen 13 en 12 % in. Granaat en epidoot komen in kleine hoeveelheden voor.

In het ruitdiagram (fig. 71) vallen hun punten nagenoeg samen, in een gebied langs de rechterbovenzijde, begrepen tussen 80 en 70 % zwaardere mineraalsoorten.

VI.3.4.2. Zeer-fijnlemige_klei bevat gemiddeld 92 % ubikwisten, waartussen zirkoon met 56 % domineert. Toermalijn haalt gemiddeld 21 % en rutiel bijna 15 %.

Het gehalte aan parametamorfe mineralen bedraagt gemiddeld iets meer dan 5 %; voornamelijk stauroliet (4 %) en distheen komen voor.

In het ruitdiagram (fig. 71) liggen de punten voor deze afzettingen langs de rechterbovenzijde in de zone begrepen tussen 70 en 85 % zwaardere mineraalsoorten.

Bij deze groep hoort de zeer-fijnlemige klei, onderaan in de groeve Onhaye (Pasek)(2622), waarin naast ubikwisten en parametamorfe mineralen nog relatief belangrijke hoeveelheden epidoot (5 %), augiet (6 %), hoornblende (9 %) en apatiet (3 %) voorkomen, naast 11 % alteriet.

In het ruitdiagram ligt deze afzetting beneden de lijn met 40 % zwaardere mineraalsoorten en met minder dan 70 % ubikwisten en parametamorfe mineralen.

VI.3.4.3. Fijnlemige klei, Fijnzandige klei, Zeer-fijnzandige, groflemige klei, Zeer-fijnzandige, middelmatiglemige klei, Zeer-fijnzandige, zeer-fijnlemige klei, Middelmatiglemige klei zijn sedimenten, waarvan weinig vertegenwoordigers voorkomen. De zware mineraleninhoud is gekenmerkt door een overmaat aan ubiquisten, die tussen 90 en 92 % van de totale verdeling innemen. Overal domineert zirkoon, dat meestal meer dan 40 % haalt. Het tweede belangrijkste mineraal in deze groep is meestal rutiel, vóór toermalijn, behalve bij de fijnzandige klei, waar de verhouding andersom is. Opmerkelijk is het feit, dat anataas in vele gevallen meer dan 4 % haalt.

Naast enkele granaat- en epidootkorrels komen er nog slechts parametamorfe mineralen voor. Bij de fijnlemige klei, de zeer-fijnzandige, middelmatiglemige klei en de zeer-fijnzandige, zeer-fijnlemige klei overheerst stauroliet over distheen; het omgekeerde doet zich voor bij de overige sedimenten.

Hun punten liggen in het dichtheidsdriehoeksdiagram (fig. 71) bijna allemaal in het centraal gedeelte, en in het ruitdiagram langs de rechterbovenzijde, in een gebied begrepen tussen 70 en 85 % zwaardere mineraalsoorten.

VI.4. Sedimentatieomstandigheden en faciës

VI.4.1. Riviersedimenten

VI.4.1.1. Kronkelwaardafzettingen

Deze sedimenten worden gevormd aan de binnenkant van een riviermeander en worden gekenmerkt door grover materiaal (zelfs grint) onderaan, dat naar boven toe fijner wordt en uiteindelijk bedekt wordt door zeer fijne sedimenten uit de alluviale vlakte (J.R.L. ALLEN, 1970). De typische structuren van deze afzettingsomgeving, zoals kruisgewijze gelaagdheid en laminaties, zijn op slechts weinige plaatsen bewaard gebleven (H.G. READING, 1978).

Het beste voorbeeld wordt gevonden in het profiel langs de zuid-noord-gerichte wand van de groeve Rouchat te Anhée - Bioul; bovenop elkaar komen hier 4 sekwenties (fig. 36b) voor, die respectievelijk bestaan uit groflemige (650) en kleig, fijn zand (651) tot groflemig, zeer fijn zand (653), middelmatig zand (656), fijn zand (660, 2844) tot middelmatiglemig, fijn zand (2843) en licht-grinthoudend slibzand (2839). De kumulatieve probabiliteits-

kurven van deze sedimenten vertonen alle één saltatie- en één suspensiepopulatie : in iedere sekwentie gebeurt de overgang van saltatie- naar suspensiepopulatie naar boven toe bij steeds hogere ϕ -waarde. Deze vermindering in omgevingsenergie blijkt ook uit het C/M-diagram : in iedere sekwentie liggen onderaan gegradeerde suspensieafzettingen uit een matige of hoog-turbulente omgeving, die overgaan in uniforme of zeer uniforme suspensiesedimenten.

Globaal genomen bestaan de bovenste sekwenties uit grover materiaal dan de onderste. Langs de zuidwest-noordoost wand van dezelfde groeve komen twee sekwenties van kronkelwaardafzettingen voor, die dezelfde granulometrische kenmerken hebben als de twee onderste uit het voorgaande profiel : ook te Profondeville - Bois-de-Villers vindt men dezelfde sedimenten als hier onderaan.

Ook de groflemige, zeer fijne zanden (629, 632, 633A, 631) uit de ontsluiting Gèrlin te Anhée - Bioul, die voorkomen in de onderste zeven meter van het profiel en afwisselen met zeer-fijnzandige, grove leem (630) en kleilig, fijn zand (633) vertonen dezelfde granulometrische kenmerken ($\bar{x}_\phi / \sigma_\phi$ -diagram, fig. 44a), als de sedimenten (650, 651, 653) uit het onderste deel van de groeve Rouchat.

Uit hetzelfde soort diagram (fig. 40a) blijkt de gelijkenis tussen de sedimenten uit de bovenste kronkelwaardafzetting te Anhée - Bioul (Rouchat)(648, 652, 649) en deze van Anhée - Bioul (Fondrin)(2859bis, 2850); in beide gevallen komen ze juist onder de sedimenten van Groep II voor.

In het noordelijk deel van de groeve Pasek te Onhaye komt onderaan een zeer fijn zand (2628) voor uit een kronkelwaardafzetting, waar, dank zij oxydatiebandjes, een nauwelijks behouden fluviatiele kruisgewijze gelaagdheid te zien is; het wordt erosief doorsneden door een slibhoudend grint. Bovenaan de ontsluiting komt minder fijn zand (2623), met een golvende gelaagdheid, voor uit dezelfde afzettingsomgeving.

In het oostelijk deel van de groeve komen matig turbulente kronkelwaardafzettingen voor, die grinthoudend zijn aan de basis (2836) en naar boven toe verfijnen tot zeer fijn zand (2837, 2835). Ook in het noordelijke deel komt bovenaan een gelijkaardige afzetting (2605) voor.

Onderaan in de groeve Pirmez te Onhaye (2642, 2641) en in de ontsluitingen van Onhaye - Falaën (2845, 2846) en Onhaye - Weillen

(509) komen dezelfde zeer fijne en fijne zanden uit een kronkelwaardafzetting voor.

In Houyet - Celles worden twee naar-boven-toe-verfijnende sekwenties gevonden, waarvan het onderste lid (2338) zelfs hoekige silex- en gerolde kwartskeien bevat. De bovenste sekwentie wordt opnieuw bedekt door zandigere afzettingen (2331, 2330).

VI.4.1.2. Afzettingen op de alluviale vlakte

Deze sedimenten, die vnl. bestaan uit lemige kleien en/of kleiige lemen, afgezet uit uniforme of zeer uniforme suspensies, bedekken de hiervoor beschreven kronkelwaardafzettingen en maken het bovenste deel uit van de typische fluviatiele sedimentatiecyclus (G.S. VISHER, 1965, A.G. PLINT, 1983).

In verschillende ontsluitingen komen deze fijne sedimenten onderaan voor : zuidwest-noordoost-wand te Anhée - Bioul (Rouchat)(644), zuidelijk deel van de groeve Pasek te Onhaye (2611, 2612), waar ze behoren tot de topzone van de fluviatiele cyclothem (J.R.L. ALLEN, 1970).

Te Anhée - Bioul (Rouchat) vertoont een kleiige, fijne leem (657) een breccieus uitzicht, vermoedelijk veroorzaakt door vorming van krimpscheuren, wanneer het oppervlak kwam droog te liggen. Het grootste deel van de sedimenten uit de groeve Pasek te Onhaye en de ontsluiting te Hastière - Waulsort (Freyr) werden gevormd op een alluviale vlakte of in min of meer permanente poelen, naast het hoofdkanaal van een meanderende rivier. In de eerste ontsluiting bestaan deze afzettingen uit een herhaling van middelmatig zand- (2625) en middelmatiglemige kleilagen (2624) : deze afwisseling is vermoedelijk van seizoenale oorsprong en de afname in dikte van de lagen naar boven toe is te wijten aan de opvulling van de poel of het klein meertje. Deze fijne sedimenten worden ook gevonden in de groeve Pirmez te Onhaye : plantenresten wijzen ook hier op het ondiepe karakter van de afzettingsomgeving.

VI.4.1.3. Kanaalopvullingen

Deze afzettingen komen voornamelijk voor als fijnkorrelige sedimenten in kanalen, uitgeschuurd in alluviale-vlakteafzettingen (R.C. SELLEY, 1970, A.G. PLINT, 1983).

Langs de zuidwest-noordoost-wand te Anhée - Bioul (Rouchat) bestaan ze uit groflemig kleiig fijn zand (648, 649, 652), dat

sterk ligniethoudend is. In het noordelijk deel van de groeve Pasek te Onhaye wordt de kanaalbodem bekleed door een slibhoudend grint (2627); toen het kanaal verlaten werd, is alles opgevuld door een kleilige, middelmatige leem (2626). In het zuidelijk deel van deze groeve werd in het groflemig, fijn zand (2598) een ondiepe geul uitgeschuurd, die werd opgevuld door middelmatiglemige (2602) en zeer-fijnlemige klei (2600), die sporen vertoont van krimpscheuren (brokkelige klei) en vegetatieresten. In de groeve Pirmez te Onhaye werden twee kanalen opgevuld, resp. door klei (2631) en zeer-fijnlemige klei (2633), en door zeer-fijnzandige, middelmatiglemige klei (2630) en fijnlemige klei (2639).

VI.4.1.4. Oeverwaldoorbraakafzetting

Te Hastière - Waulsort (Freyr) komen op de kleilige en lemige sedimenten van de alluviale vlakte een grinthoudend slibzand (491) voor, gevolgd door middelmatig zand (492) en groflemig, zeer fijn zand (483); deze eerder grove sedimenten werden vermoedelijk aangevoerd door een doorbraak in de oeverwal van de rivier.

VI.4.2. Ondiepe kustafzettingen

VI.4.2.1. Getijdekanalen

In het westelijk deel van de ontsluiting van Andenne - Bonneville wordt onderaan fijn tot middelmatig, kruisgewijsgelaagd zand (1999, 1980) aangetroffen, met 2 saltatiepopulaties in de kumulative probabiliteitskurven en afgezet uit een gegradeerde suspensie in een matig- of hoogturbulente omgeving : het zijn blijkbaar sedimenten afgezet in getijdekanalen (G.S. VISHAR, 1969, G. DE VRIES KLEIN, 1970). Dezelfde sedimenten worden gevonden te Gesves - Mozet (2005).

De zeer slecht gesorteerde, fijne zanden (S 246, S 245, S 243, S 242) uit een matig turbulente omgeving, van de ontsluiting te Assesse - Florée, blijken afgezet op zandbanken van mondingskanalen van een wad of estuarium (H.G. READING, 1978). Hetzelfde faciës vindt men weer te Hamois - Achet (Monin), Gesves - Sorée (Bouchaille), Ohey - Evelette (Tahier), Havelange (Ossogne).

De zeer fijne zanden (soms kleilig of groflemig) uit de profielen van Wanze - Vinalmont, Hoi - Corphalie, Seraing - Bonnelles en Engis - Lion nemen 2/3 in van het totaal aantal sedimenten van deze groep ontsluitingen en bevatten alle 2 saltatiepopulaties :

ze zijn afgezet uit een gegradeerde suspensie in een matig turbulente omgeving : ze zijn eveneens ontstaan in een intertidale omgeving van een verdelingskanaal in een estuarium of een wad, of als een ondiep, subtidaal zandlichaam (G. DE VRIES KLEIN, 1970). Het hoger gehalte aan suspensiemateriaal en het voorkomen van meer zeer fijne zanden en minder fijne zanden dan in de vorige groep ontsluitingen wijzen op een lagere energie van deze afzettingsomgeving. Ook de zeer fijne zanden van Namen - Cognelée behoren tot dit soort omgeving.

De dikke pakketten extraformationeel grint en intraformationele kleikeien, afgewisseld met fijne sedimenten, uit de ontsluiting van Namen - Loyers en Andenne - Bonneville, wijzen op een torrentieel regime, afgewisseld met een kalmere sedimentatie, die plaatsgreep in een verdelingskanaal, waar vooral de basis aan getijdewerking onderhevig was (de kumulatieve probabiliteitskurven van de onderste sedimenten vertonen 2 saltatiepopulaties).

VI.4.2.2. Kanaalopvullingen

Onderaan in de ontsluiting te Andenne - Bonneville komen in het fijn en middelmatig zand lenzen voor van kleilig, zeer fijn zand (2001), zeer-fijnlemige klei (2000) en zeer-fijnzandige, grove leem (1981), die duidelijk opvullingen zijn van verlaten kanalen. Een gelijkaardige afzetting komt te Gesves - Mozet voor.

VI.4.2.3. Supratidale afzettingen

De getijdekanaalsedimenten van Andenne - Bonneville en Gesves - Mozet worden bedekt door een zeer-fijnzandige, zeer-fijnlemige kleilaag (1982), vermoedelijk ontstaan op hogergelegen delen van een wad (L.M.J.U. VAN STRAATEN, 1950, 1951, L.M.J.U. VAN STRAATEN & P.H. KUENEN, 1958).

VI.4.2.4. Besloten-strandsedimenten

Voorgaande afzettingen worden in beide ontsluitingen bedekt door zeer fijne zanden (1984, 1983), met zeer dunne, soms onderbroken, kleilaagjes : ze zijn ontstaan in een matig turbulent gebied, waarin kalmere tussenperiodes optraden, vermoedelijk een strand in een tamelijk afgeschermd gebied. Het zeer fijne zand (NF 29) van Andenne - Coutisse behoort eveneens tot dit faciës.

Naarmate de sedimentatie voortschreed verminderde de energie en werd zeer-fijnzandige, grove leem (1985) en fijnlemig, kleilig, zeer fijn zand (1986) afgezet, als overgang naar een nieuwe supratidale omgeving.

HOOFDSTUK VII

Groep II

(z.g. "Chattiaan" sensu A. RUTOT)

VII.1. Sedimentologische beschrijvingen van de ontsluitingen

VII.1.1. Luik - Rogcourt (fig. 1.47., fig. 72a)

Coördinaten : x = 234,06

y = 151,41

Hoogteligging : + 180 O.P.

Stratigrafische ligging volgens geologische kaart : Oligoceen (Om) op Maastrichtiaan.

0 - 2 m : bruine leem met verspreide kwartskeien, onderaan een grintlaag

2 - 10 m : bleek, zeer slecht gesorteerd, zeer fijn zand (NF 74); de twee bovenste meter zijn geoxydeerd. De verdelingskurve is positief sterk asymmetrisch en heeft een leptokurtische vorm.

De zware mineraleninhoud is gekenmerkt door een overmaat aan ubikwisten (68 %). Toermalijn (35 %) is hierin het belangrijkste mineraal, gevolgd door rutiel (16 %) en zirkoon (13 %); anataas haalt 4 %.

Daarnaast komen nog uitsluitend parametamorfe mineralen voor, nl. 20 % distheen en 11 % stauroliet.

Bij onderzoek van de frakties 63-125 µm en 125-250 µm komen ook andaloosiet en sillimaniet uit de tellingen, samen met epidoot en één hoornblendekorrel.

VII.1.2. Anthisnes (fig. 1.48., fig. 72b)

Coördinaten : x = 232,40

y = 130,71

Hoogteligging : + 230 O.P.

Stratigrafische ligging volgens geologische kaart: Oligoceen (Om) op Tournaisiaan.

0 - 0,5 m : Kwartaire leembedekking

0,5 - 1,75 m : bruinros, zeer slecht gesorteerd, fijn zand (NF 95)

1,75 - 3,25 m : wit, middelmatig gesorteerd, fijn zand (NF 96), doortrokken met rode aders.

De verdelingskurven vertonen een overmaat aan fijn materiaal en hebben een leptokurtische (NF 96) tot uiterst leptokurtische (NF 95)

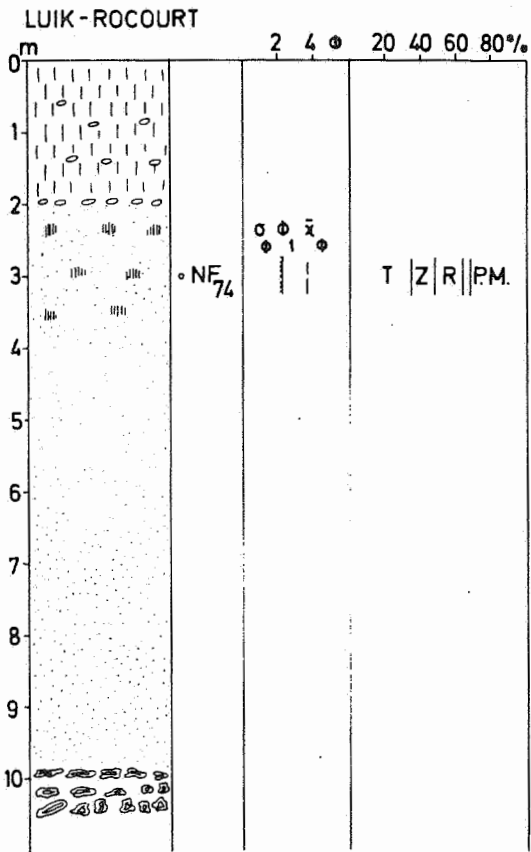


Fig. 72a

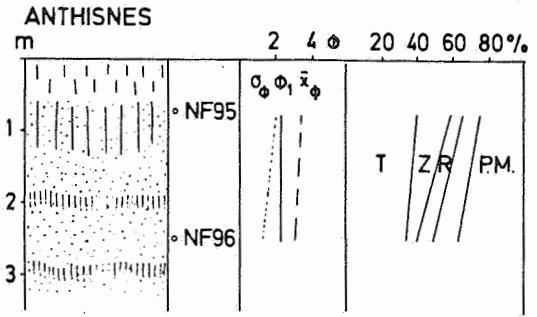


Fig. 72b

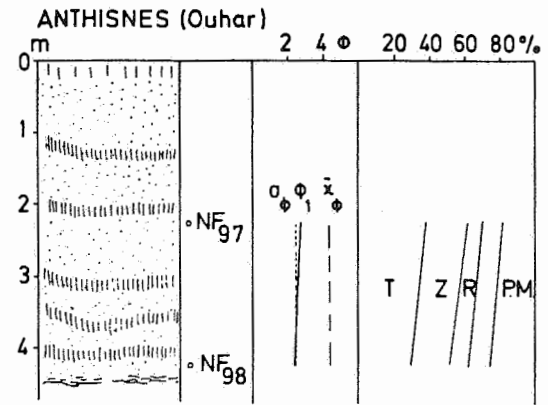


Fig. 72c

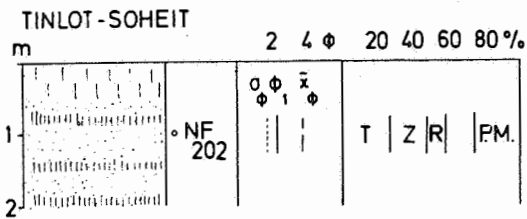


Fig. 72d

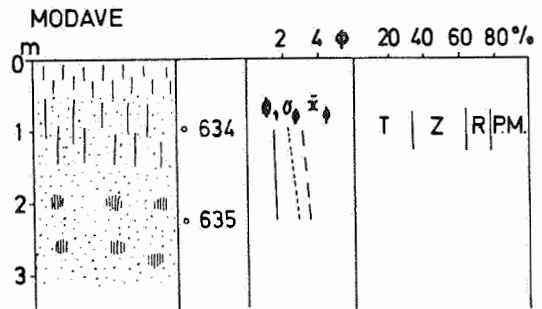


Fig. 72e

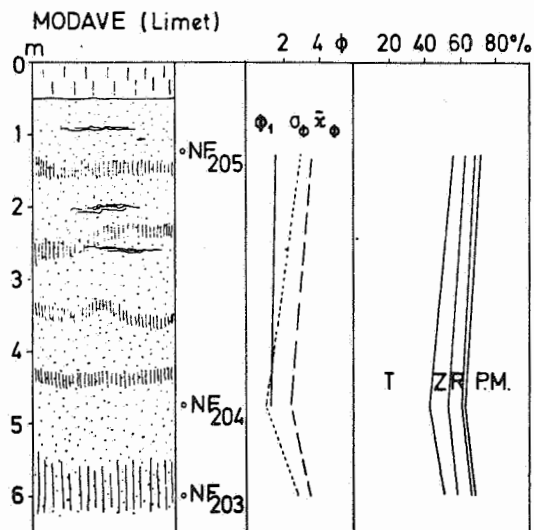


Fig. 72f

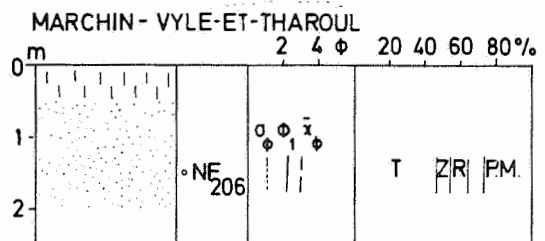


Fig. 72g

vorm.

De zware mineraleninhoud is gekenmerkt door een overmaat aan ubikwisten : gemiddeld 69 %. Toermalijn is hierin het belangrijkste mineraal met een gemiddelde van 37 %; daarnaast komt 13 % zirkoon, 11 % rutiel en 7 % anataas voor.

De parametamorfe mineralen (31 % gemiddeld) bestaan uit 18 % distheen, 9 % stauroliet, naast 3 % andaloësiet en 1 % sillimaniet.

VII.1.3. Anthisnes - Ouhar (fig. 1.49., fig. 72c)

Coördinaten : x = 233,56

y = 130,94

Hoogteligging : + 243 O.P.

Stratigrafische ligging volgens geologische kaart : Oligoceen (Om) op Tournaisiaan.

0 - 0,2 m : Kwartair leemdek

0,2 - 2,5 m : wit, lichtrood geaderd, zeer slecht gesorteerd, zeer fijn zand (NF 97)

2,5 - 4,5 m : wit, lokaal sterk gerubefiëerd, zeer slecht gesorteerd, zeer fijn zand (NF 98); onderaan komen talrijke fijne lensjes kaolien voor.

De sedimenten hebben een positief sterk asymmetrische verdelingskurve, met een uiterst leptokurtische vorm.

De ubikwisten halen gemiddeld 78 % van de zware mineralenassociatie, met toermalijn (35 %) als voornaamste vertegenwoordiger; daarnaast komen 23 % zirkoon, 10 % anataas en 9 % rutiel voor.

Het gehalte aan parametamorfe mineralen bedraagt gemiddeld 22 %; distheen (12 %) is hierin het belangrijkste lid, naast 7 % stauroliet en 3 % andaloësiet.

VII.1.4. Tinlot - Soheit (fig. 1.50., fig. 72d)

Coördinaten : x = 222,63

y = 129,81

Hoogteligging : + 265 O.P.

Stratigrafische ligging volgens geologische kaart : Oligoceen (Om) op Tournaisiaan.

0 - 0,5 m : Kwartair leemdek

0,5 - 2 m : roodgeaderd, wit, slecht gesorteerd, zeer fijn zand (NF 202), met positief asymmetrische verdelingskurve, waarvan de vorm uiterst leptokurtisch is.

De zware mineralen bevatten 78 % ubikwisten, met toermalijn (27 %) als voornaamste vertegenwoordiger, naast 21 % zirkoon, 10 % rutiel en 19 % anataas.

De parametamorfe mineralen halen 17 %, waaronder 7 % distheen, 5 % stauroliet, 3 % andaloësiet en 2 % sillimaniet.

Opmerkelijk is het optreden van 1 % hoornblende, zowel in de totale zandfractie als in de fractie 125-250 µm, waarin nog vier augietkorrels werden opgemerkt.

VII.1.5. Modave (fig. 1.51., fig. 72e)

Coördinaten : x = 216,75

y = 125,16

Hoogteligging : + 234 O.P.

Stratigrafische ligging volgens geologische kaart : Oligoceen (Om) op Viseaan.

0 - 0,5 m : Kwartaire leembedekking

0,5 - 2,6 m : roodachtig, zeer slecht gesorteerd, zeer fijn zand (634)

2,6 - 3,1 m : okerkleurig, uiterst slecht gesorteerd, zeer fijn zand (635).

De verdelingskurven zijn positief sterk asymmetrisch en vertonen een uiterst leptokurtische vorm.

De zware mineralen bevatten gemiddeld 78 % ubikwisten, waarin toermalijn (34 %) overheerst, naast zirkoon (30 %) en rutiel (14 %).

De parametamorfe mineralen halen 22 %, met evenveel distheen als stauroliet (9 %) en 4 % andaloësiet.

VII.1.6. Modave (Limet) (fig. 1.52., fig. 72f)

Coördinaten : x = 216,28

y = 128,47

Hoogteligging : + 245 O.P.

Stratigrafische ligging volgens geologische kaart : Oligoceen (Ona, Ong, Onx) op Viseaan.

0 - 0,4 m : Kwartair leemdek

0,4 - 4,5 m : roodgekleurd, uiterst slecht gesorteerd, fijn zand (NF 205), met donkere banden en enkele fijne, horizontale, kaolienachtige lensjes.

4,5 - 5,4 m : wit, middelmatig goed gesorteerd, fijn zand (NF 204)

5,4 - 6,0 m : rood, uiterst slecht gesorteerd, zeer fijn zand
(NF 203)

De rode zanden hebben een positief sterk asymmetrische distributiekurve met uiterst leptokurtische vorm. Het wit zand heeft een bijna symmetrische verdelingskurve, met een zeer leptokurtische vorm.

De zware mineraleninhoud wordt gekenmerkt door een overmaat aan ubikwisten : gemiddeld 69 %. Daarin overheerst toermalijn met gemiddeld 51 %. Zirkoon en rutiel halen beide bijna 8 %, anataas 2 %.

Het gehalte aan parametamorfe mineralen bedraagt gemiddeld 28 %. Daarin haalt distheen 10 %, andaloesiet 9 % en stauroliet 6 %; sillimaniet is met 2 % ondergeschikt.

In de witte zanden komt nog 2 % epidoot voor.

VII.1.7. Marchin - Vyle-et-Tharoul (fig. 1.53., fig. 72g)

Coördinaten : x = 213,63

y = 125,15

Hoogteligging : + 205 O.P.

Stratigrafische ligging volgens geologische kaart : Oligoceen (Onx) op Viseaan.

0 - 0,9 m : Kwartaire leembedekking

0,9 - 2,0 m : homogeen, wit middelmatig gesorteerd fijn zand (NF 206), met een positief asymmetrische verdelingskurve met mesokurtische vorm.

De zware mineralen bevatten 72 % ubikwisten, waaronder toermalijn, met 45 %, domineert : rutiel, anataas en zirkoon (resp. 10, 9 en 8 %) komen in ongeveer gelijke mate voor.

De parametamorfe mineralen halen 26 %, met distheen (12 %) als voornaamste mineraal; stauroliet en andaloesiet halen respectievelijk 7 en 5 %, sillimaniet 2 %. Eén epidoot-korrel werd geteld.

VII.1.8. Havelange - Barvaux-Condroz (Failon a) (fig. 1.54., fig. 73a)

Coördinaten : x = 215,37

y = 115,54

Hoogteligging : + 325 O.P.

Stratigrafische ligging volgens geologische kaart : Oligoceen (Om) op Viseaan.

0 - 0,4 m : Kwartair leemdek

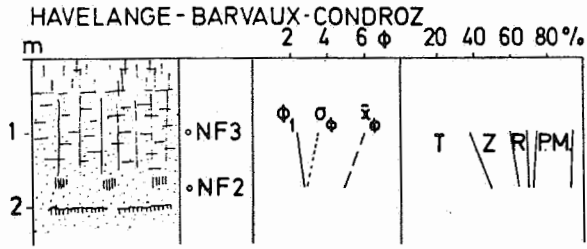


Fig. 73a

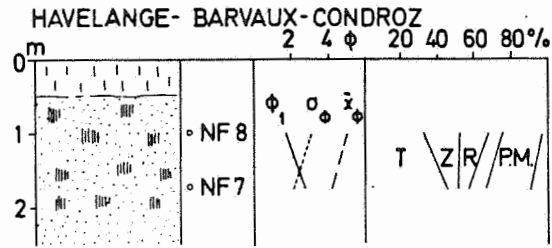


Fig. 73c

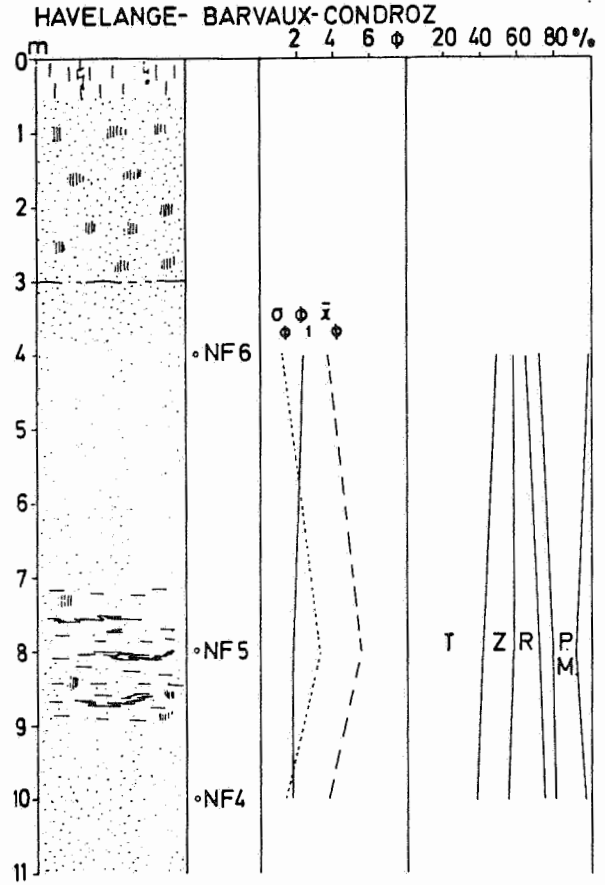


Fig. 73b

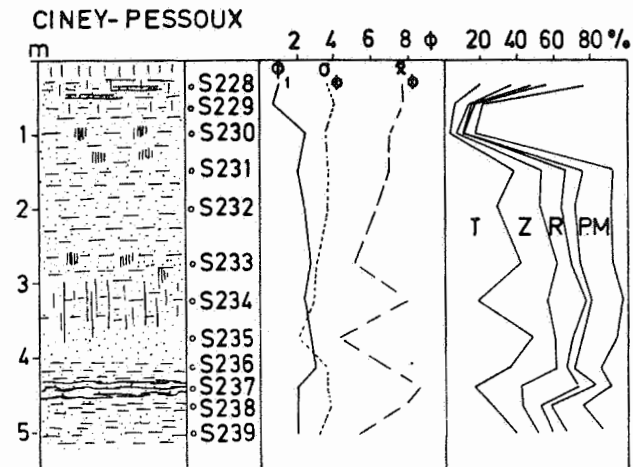


Fig. 73d

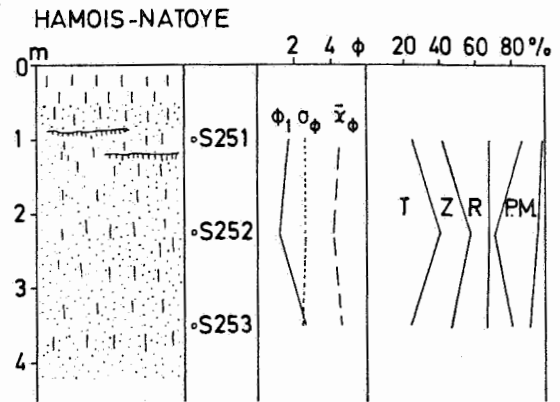


Fig. 73e

- 0,4 - 1,6 m : donkerbruin, uiterst slecht gesorteerd, kleilig
zeer fijn zand (NF 3)
- 1,6 - 2,3 m : bleek, uiterst slecht gesorteerd, zeer fijn zand
(NF 2), met horizontale bandjes, rijk aan mangaan-
oxyde.

De verdelingskurven vertonen een overmaat aan fijn materiaal, met een platykurtische vorm voor het bovenste, en een leptokurtische vorm voor het onderste sediment.

De zware mineralen bevatten 73 % ubikwisten, waarvan toermalijn, met een gemiddelde van 43 %, het belangrijkste mineraal is. Zirkoon haalt 9 %, rutiel 8 % en anataas 3 %.

De parametamorfe mineralen nemen gemiddeld 20 % voor hun rekening; hierin is distheen (12 %) het voornaamste lid, naast stauroliet (5 %) en andaloesiet (2 %).

De epidoot-groep (epidoot en zoïesiet) haalt 6 %.

VII.1.9. Havelange - Barvaux-Condroz (Failon b) (fig. 1.54, fig. 73b)

Coördinaten : x = 215,43

y = 116,87

Hoogteligging : + 300 O.P.

Stratigrafische ligging volgens geologische kaart : Oligoceen (Om) op Viseaan.

- 0 - 3 m : Kwartaire leembedekking en Tertiair zand met sterke bodemontwikkeling
- 3 - 7 m : homogeen, wit, middelmatig gesorteerd, zeer fijn zand (NF 6).
- 7 - 9 m : bleek, uiterst slecht gesorteerd, groflemig, kleilig, zeer fijn zand (NF 5) met kleilige en geoxydeerde laagjes.
- 9 - 11 m : homogeen, wit, middelmatig gesorteerd, zeer fijn zand (NF 4).

De sedimenten hebben een positief sterk of positief asymmetrische verdelingskurve, met een zeer of uiterst leptokurtische vorm voor de bovenste en onderste afzettingen, en een mesokurtische vorm voor de middenste zanden.

De zware mineraleninhoud is gekenmerkt door een overmaat aan ubikwisten : gemiddeld 77 %. Hierin is toermalijn (43 %) het belangrijkste mineraal, gevolgd door zirkoon (15 %), rutiel (13 %) en anataas (6 %).

De parametamorfe mineralen halen gemiddeld 19 %, waaronder 8 % distheen, 6 % stauroliet, 4 % andaloësiet en 1 % sillimaniet.

Het gehalte aan mineralen uit de epidootgroep (epidoot en zoïsiet) bedraagt meer dan 3 %. Sporadisch komen enkele granaat-, augiet- en hoornblendekorrels voor.

VII.1.10. Havelange - Barvaux-Condroz (fig. 1.55., fig. 73c)

Coördinaten : x = 214,21

y = 116,34

Hoogteligging : + 310 D.P.

Stratigrafische ligging volgens geologische kaart : Oligoceen (Om) op Tournaisiaan.

0 - 0,5 m : Kwartaire leembekking

0,5 - 2,5 m : homogeen, glimmerhoudend, bleekgeel, zeer fijn zand, uiterst slecht gesorteerd bovenaan (NF 8), zeer slecht gesorteerd onderaan (NF 7).

De verdelingskurven zijn positief sterk asymmetrisch, met een uiterst leptokurtische vorm.

De zware mineralen bevatten gemiddeld 71 % ubikwisten, met toermalijn (38 %) als voornaamste vertegenwoordiger, naast 14 % zirkoon, 10 % rutiel en 8 % anataas.

De parametamorfe mineralen halen gemiddeld 23 %; distheen (14 %) is het belangrijkste lid van deze groep, terwijl stauroliet (4 %), sillimaniet (3 %) en andaloësiet (2 %) in mindere mate voorkomen.

Naast een sporadische granaatkorrel treden nog gemiddeld meer dan 4 % mineralen van de epidootgroep op.

VII.1.11. Ciney - Pessoux (fig. 1.56., fig. 73d)

Coördinaten : x = 206,67

y = 110,36

Hoogteligging : + 310 O.P.

Stratigrafische ligging volgens geologische kaart : Oligoceen (Om) op Viseaan.

0 - 0,3 m : Kwartaair leemdek met steenbijnemging

0,3 - 0,5 m : witte, uiterst slecht gesorteerde, zeer-fijnzandige, zeer-fijnlemige klei (S 228).

0,5 - 0,8 m : gele, licht-geoxydeerde, glimmerhoudende, uiterst slecht gesorteerde, zeer-fijnzandige, groflemige

- klei (S 229).
- 0,8 - 1,4 m : bleekrood, uiterst slecht gesorteerd, middelmatig-
lemig, kleilig, zeer fijn zand (S 230).
- 1,4 - 3,0 m : geel, uiterst slecht gesorteerd, kleilig, zeer fijn
zand (S 231-233).
- 3,0 - 3,5 m : rode, uiterst slecht gesorteerde, kleilige, zeer
fijne leem (S 234).
- 3,5 - 4 m : geel, zeer slecht gesorteerd, zeer fijn zand
(S 235).
- 4 - 4,2 m : geel, licht geoxydeerd, uiterst slecht gesorteerd,
kleilig, zeer fijn zand (S 236).
- 4,2 - 4,6 m : lichtgeelgrijze, uiterst slecht gesorteerde, zeer-
fijnzandige klei (S 237).
- 4,6 - 4,8 m : bleek-grijsgele, uiterst slecht gesorteerde, zeer-
fijnzandige klei (S 238).
- 4,8 - 5,2 m : geel, uiterst slecht gesorteerd, kleilig zeer fijn
zand (S 239).

Buiten de twee bovenste monsters, die een bijna symmetrische of negatief asymmetrische verdelingskurve hebben, vertonen de kurven van de andere afzettingen een overmaat aan fijn materiaal. Hun vorm is platykurtisch, behalve voor de kleilige, zeer fijne zanden, waarvan de distributiekrommen een leptokurtische of uiterst leptokurtische vorm hebben.

De zware mineralen bevatten gemiddeld 72 % ubikwisten, waarvan toermalijn, met 31 %, het belangrijkste mineraal is, gevolgd door zirkoon (21 %); rutiel haalt 13 %, anataas 6 %.

Het gehalte aan parametamorfe mineralen bedraagt gemiddeld 18 %, de voornaamste leden zijn distheen (8 %) en stauroliet (7 %), terwijl andaloësiet en sillimaniet gemiddeld iets meer dan 1 % halen.

Sporadisch komen ook granaat, epidoot, pyroxenen en amfibolen voor : bovenaan vindt men zelfs afzettingen met resp. 72 en 80 % granaat !

VII.1.12. Hamois - Natoye (fig. 1.57., fig. 73e)

Coördinaten : x = 200,46

y = 115,20

Hoogteligging : + 290 O.P.

Stratigrafische ligging volgens geologische kaart : Oligoceen (Om)
op Tournaisiaan en Viseaan.

- 0 - 0,4 m : Kwartaire leembedekking
0,4 - 1,5 m : wit, zeer slecht gesorteerd, groflemig, zeer fijn zand (S 251) met fijne, horizontale, rood-geoxydeerde laagjes.
1,5 - 3,0 m : geel, homogeen, uiterst slecht gesorteerd, groflemig, zeer fijn zand (S 252)
3,0 - 4,0 m : wit, zeer slecht gesorteerd, groflemig, zeer fijn zand (S 253).

De verdelingskurven zijn alle positief sterk asymmetrisch, met een uiterst tot zeer leptokurtische vorm.

De zware mineralenverdeling wordt gekenmerkt door een overmaat aan ubikwisten : gemiddeld 80 %. Hierin overheerst toermalijn met gemiddeld 30 %; zirkoon en rutiel halen beide 19 %, anataas 11 %. Het gehalte aan parametamorfe mineralen bedraagt 16 %, waarbij distheen met 7 % overheerst, naast stauroliet (6 %), andaloesiet (2 %) en sillimaniet (1 %). Sporadisch wordt augiet opgemerkt.

VII.1.13. Dinant - Sorinne (fig. 1.58., fig. 74a)

Coördinaten : x = 192,06

y = 105,49

Hoogteligging : + 270 O.P.

Stratigrafische ligging volgens geologische kaart : Oligoceen (Ons) op Viseaan.

- 0 - 1 m : wit, homogeen, uiterst slecht gesorteerd, zeer fijn zand (2650)
1 - 1,5 m : okerkleurig, zeer fijn zand, met sterk onregelmatige begrenzing onderaan.
1,5 - 3 m : geel, uiterst slecht gesorteerd, kleilig, zeer fijn zand (2649), met horizontale witte laagjes : grintlaagje aan de basis.
3 - 4,6 m : okerkleurig, compact, uiterst slecht gesorteerd, kleilig, zeer fijn zand (2651).
4,6 - 5,4 m : wit-geel, fijngelaagd, kleilig, fijn zand (2648), sterk glimmerhoudend, met uiterst slechte sortering.
5,4 - 7 m : wit, uiterst slecht gesorteerd, kleilig, zeer fijn zand (2646), met gele zandlensjes : een grote lens plastische klei komt in het midden van het zandcomplex voor.

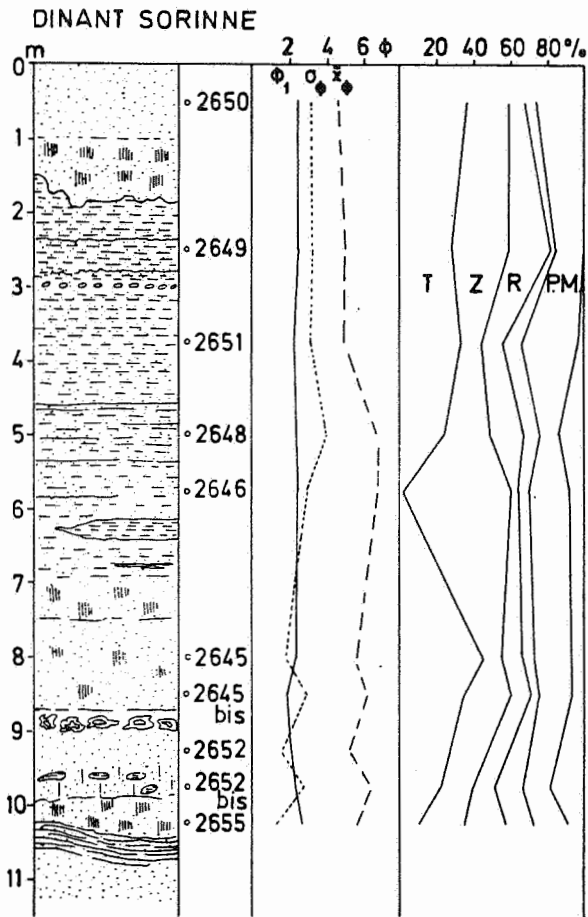


Fig. 74a

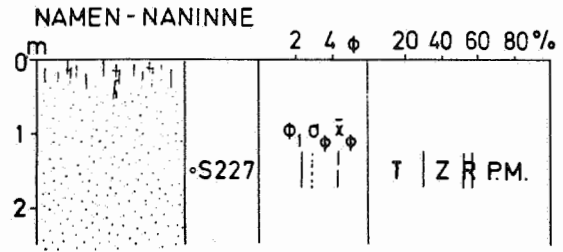


Fig. 74b

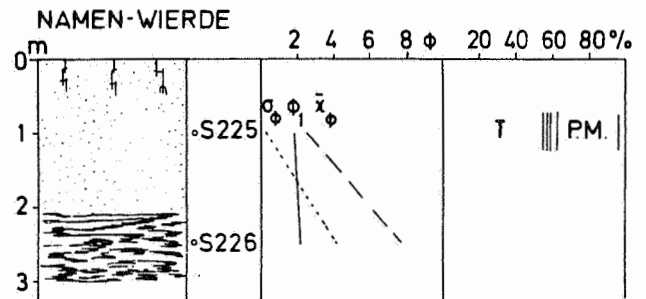


Fig. 74c

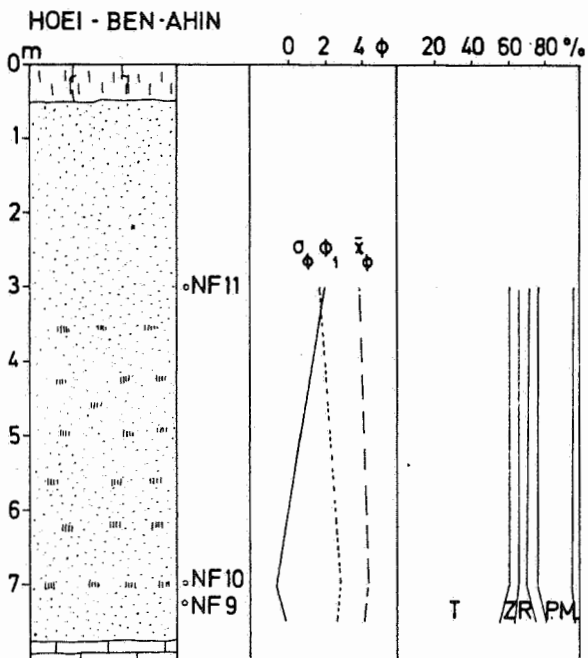


Fig. 74d

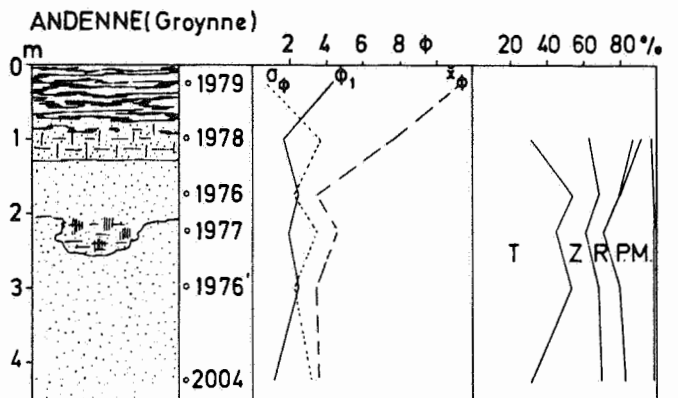


Fig. 74e

- 7 - 8,75 m : wit, zeer fijn zand, met gele vlekken, bovenaan slecht gesorteerd (2645), onderaan uiterst slecht gesorteerd (2645bis).
- 8,75 - 9 m : laag gebroken chert.
- 9 - 9,5 m : wit, slecht gesorteerd, fijn zand (2652), met graafsporen.
- 9,5 - 9,9 m : wit, uiterst slecht gesorteerd, groflemig, zeer fijn zand (2652bis), met kleibrokjes.
- 9,9 - 11,25 m : rood-okerkleurig, middelmatig gesorteerd, zeer fijn zand (2655), met golvende gelaagdheid in het midden van het complex.

Globaal genomen wordt de sortering naar boven toe slechter. De verdelingskurven zijn alle positief sterk asymmetrisch : over het algemeen is hun vorm zeer of uiterst leptokurtisch, behalve voor monsters 2648 en 2651, waarvoor de distributiekurven een platykurtische vorm hebben.

De zware mineralen bevatten gemiddeld 73 % ubikwisten; met een gemiddelde van 26 % is toermalijn bijna overal het belangrijkste mineraal, gevolgd door zirkoon (25 %). Opmerkelijk is het hoog gehalte van dit laatste mineraal (58 %) en het zeer lage (2 %) van het eerste in monster 2646; dit verschijnsel kan niet verklaard worden door een belangrijk verschil in korrelgrootte t.o.v. de andere monsters. Het rutielgehalte bedraagt 13 %, dat van anataas bijna 8 %.

De parametamorfe mineralen halen meer dan 19 % gemiddeld, met bijna 10 % distheen en 6 % stauroliet; andalooesiet en sillimaniet halen elk bijna 2 %.

Granaat wordt slechts in één monster aangetroffen, hetzelfde met het hoog gehalte aan zirkoon.

In drie monsters komt augiet voor, tot 7 %; er treedt 6 % alteriet op.

VII.1.14. Namen - Naninne (fig. 1.59., fig. 74b)

Coördinaten : x = 190,01

y = 123,39

Hoogteligging : + 200 O.P.

Stratigrafische ligging volgens geologische kaart : Oligoceen (Ona en Om) op Viseaan..

0 - 0,3 m : Kwartair leemdek

0,3 - 2,5 m : wit, uiterst slecht gesorteerd, zeer fijn zand (S 227), waarvan de verdelingskurve positief sterk asymmetrisch is, met een uiterst leptokurtische vorm.

De zware mineralen bevatten 56 % ubikwisten; toermalijn (30 %) is hierin het belangrijkste mineraal, gevolgd door zirkoon (22 %) en rutiel (4 %).

Daarnaast komen nog 44 % parametamorfe mineralen voor, met voornamelijk distheen (20 %); andaloesiet haalt 10 %, stauroliet 8 % en sillimaniet 6 %.

VII.1.15. Namen - Wierde (fig. 1.60., fig. 74c)

Coördinaten : x = 189,87

y = 124,12

Hoogteligging : + 190 O.P.

Stratigrafische ligging volgens geologische kaart : Oligoceen op Viseaan (niet exakt op deze plaats aangeduid).

0 - 0,4 m : bodem in Tertiair zand

0,4 - 2,1 m : geelwit, licht-geoxydeerd, zeer goed gesorteerd fijn zand (S 225), met een overmaat aan fijn materiaal en een leptokurtische verdelingskurve.

2,1 - 3,0 m : grijze, uiterst slecht gesorteerd, fijnzandige klei (S226).

De zware mineralen in het zand houden 62 % ubikwisten in, bijna uitsluitend toermalijn (55 %), naast enkele korrels anataas, zirkoon en rutiel.

Het gehalte aan parametamorfe mineralen bedraagt 34 %, waarvan de helft andaloesiet; distheen haalt 11 %, stauroliet 4 % en sillimaniet 2 %.

VII.1.16. Hoel - Ben-Ahin (fig. 1.61., fig. 74d)

Coördinaten : x = 208,83

y = 134,04

Hoogteligging : + 145 D.P.

Stratigrafische ligging volgens geologische kaart : Oligoceen (Om) op Viseaan.

0 - 0,5 m : Kwartaire leembedekking

0,5 - 3,5 m : geelgroen, homogeen, slecht gesorteerd, zeer fijn zand (NF 11).

3,5 - 7,75 m : geelgroen, gerubefiëerd, uiterst slecht gesorteerd, zeer fijn zand (NF 9), waarin een grijze humushoudende horizont van hetzelfde materiaal (NF 10).

De sedimenten hebben een positief sterk asymmetrische verdelingskurve, met een uiterst leptokurtische vorm.

De zware mineralen bevatten gemiddeld 79 % ubikwisten, waaronder 59 % toermalijn; rutiel haalt gemiddeld 8 % en zirkoon, niet-tegenstaande de fijnheid van het sediment, 6 % : het anataasgehalte bedraagt 5 %.

De parametamorfe mineralen halen 18 %, waarvan 10 % distheen en 7 % stauroliet : andalooesiet en sillimaniet komen in geringe hoeveelheden voor.

Opmerkelijk is het voorkomen van epidoot, met een gemiddelde van bijna 3 %, granaat komt sporadisch voor.

VII.1.17. Andenne - Groyne (Al Iriche) (fig. 1.62., fig. 74e)

Coördinaten : x = 200,30

y = 129,64

Hoogteligging : + 180 O.P.

Stratigrafische ligging volgens geologische kaart : Oligoceen (Om) op Viseaan.

0 - 0,9 m : beige, plastische klei (1979)

0,9 - 1,25 m : beige, bontgeklekte, zeer-fijnzandige, fijnlemige klei (1978).

1,25 - 4,0 m : wit, middelmatig gesorteerd, zeer fijn zand (1976), waarin een zak rood, uiterst slecht gesorteerd, kleilig, fijn zand (1977) voorkomt.

4,0 - 4,5 m : geel, min of meer gekonsolideerd, middelmatig zand (2004), met uiterst slechte sortering.

De hoofdmassa van het aanwezige sediment, nl. het wit zand (1976), heeft een bijna symmetrische verdelingskurve, terwijl de andere sedimenten een overmaat aan fijn materiaal vertonen. De vorm van alle distributiekurven is zeer leptokurtisch.

Globaal gezien bevatten de zware mineralen 81 % ubikwisten, met méér dan 40 % toermalijn als voornaamste bestanddeel : zirkoon haalt 25 % en rutiel gemiddeld 14 %. In het top- en basismonster overheerst nochtans zirkoon lichtjes over toermalijn : het gehalte aan ubikwisten ligt er ook hoger.

Het gehalte aan parametamorfe mineralen bedraagt 17 % gemiddeld :

stauroliet (7 %) en distheen (5 %) zijn de voornaamste leden van deze groep, naast 3 % andaloesiet en 2 % sillimaniet.

In het top- en basismonster komt epidoot voor.

VII.1.18. Andenne - Reppe (fig. 1.31.)

Coördinaten : x = 201,32

y = 130,10

Hoogteligging : + 180 D.P.

Stratigrafische ligging volgens geologische kaart : Oligoceen op Viseaan.

Kleine ontsluiting, bestaande uit wit, slecht gesorteerd, fijn zand (2002), met een sterke overmaat aan fijne deeltjes en een uiterst leptokurtische verdelingskurve.

De zware mineralen bevatten 75 % ubikwisten, met evenveel zirkoon als toermalijn (33 %), naast 7 % rutiel en 3 % anataas. De parametamorfe mineralen halen 24 %, met 10 % distheen, 6 % andaloesiet, 5 % stauroliet en 3 % sillimaniet. Eén epidootkorrel werd geteld.

VII.2. Korrelgrootteverdelingskenmerken van het sediment

In het totaal werden 66 monsters onderzocht. Opmerkelijk is het zeer lage gehalte aan lemige sedimenten.

VII.2.1. Zandige sedimenten

Ze nemen 88 % van het totaal aantal geanalyseerde monsters.

VII.2.1.1. Zeer fijn zand is het meest voorkomende sediment in deze groep : 38 %. Het komt onderaan in het profiel voor te Dinant - Sorinne en Ciney - Pessoux en verspreid over gans de ontsluiting te Hoi - Ben-Ahin, Namen - Naninne, Havelange - Barvaux-Condroz, Anthisnes - Duhar, Tinlot - Soheit en Andenne - Groyne. Men vindt het bovenaan te Luik - Rocourt, Dinant - Sorinne, Hoi - Corphalie en Andenne - Coutisse; in deze laatste twee ontsluitingen vormt het het contact met de onderliggende post-Eocene sedimenten ("Tongeriaan" sensu P. FOURMARIER); ook te Seraing - Bonnelles werd op het scheidingsgrint zeer fijn zand afgezet.

In het $\bar{x}_\phi / \sigma_\phi$ -diagram (fig. 75a) vallen deze sedimenten in een schuinverlopende, smalle zone, begrepen tussen $\bar{x}_\phi = 3,30$ en $4,95 \phi$ en $\sigma_\phi = 1,10$ en $3,15 \phi$. De minst fijne zanden hebben de beste

sortering. Ze liggen in het α_3/σ_ϕ -diagram (fig. 75b) in een schuine langgerekte zone, met α_3 -waarden begrepen tussen 1,50 en 4,70. De slechtst gesorteerde zanden hebben de hoogste α_3 -waarden.

De zanden met de belangrijkste grove fraktie ($\phi_1 < 2,0 \phi$) komen voor te Hoei - Ben-Ahin, Hoei - Corphalie en Seraing - Bonnelles. Ook de gemiddelde korrelafmeting schijnt toe te nemen naar het noord-oosten (kleinere \bar{x}_ϕ -waarden).

In dezelfde zone in het \bar{x}_ϕ/σ_ϕ - en het α_3/σ_ϕ -diagram waarin de zeer fijne zanden voorkomen, liggen ook de groflemige, zeer fijne zanden uit de ontsluiting van Hamois - Natoye ($\bar{x}_\phi = 4,44 \phi$, $\sigma_\phi = 2,61 \phi$, $\alpha_3 = 1,94$) en onderaan in het profiel te Dinant - Sorinne ($\bar{x}_\phi = 4,48 \phi$, $\sigma_\phi = 2,85 \phi$, $\alpha_3 = 1,79$).

Iets minder dan de helft van de kumulatieve waarschijnlijkheidskurven van deze zeer fijne zanden vertonen twee saltatiepopulaties en één suspensiepopulatie (fig. 76a) : men treft deze kurven vnl. aan bij de sedimenten aan de basis van de ontsluitingen (Havelange - Barvaux-Condroz, Anthisnes - Ouhar) en nabij het contact met de onderliggende afzettingen van Groep I (Seraing - Bonnelles, Hoei - Corphalie en - Ben-Ahin). De eerste saltatiepopulatie haalt gemiddeld 7 %, met als uitersten 2 % (Hoei - Corphalie en Seraing - Bonnelles) en 15 % (Hoei - Ben-Ahin). De tweede beslaat gemiddeld 78,5 % van de kumulatieve curve en het breekpunt ligt op 3 ϕ (behalve te Seraing - Bonnelles waar het op 2 ϕ ligt). Bij 4 ϕ gaat deze populatie over in een suspensiepopulatie, die gemiddeld bijna 15 % bedraagt.

De sedimenten uit de overige ontsluitingen bezitten één saltatiepopulatie, die gemiddeld 87 % bedraagt; het breekpunt met de suspensiepopulatie ligt tussen 3,6 en 4 ϕ (fig. 76b).

Ook bij het groflemig, zeer fijn zand vertoont de helft van de kumulatieve probabiliteitskurven twee saltatie- en één suspensiepopulatie, de andere helft slechts één saltatie- en één suspensiepopulatie. Ze hebben een sterke gelijkenis met deze van het zeer fijn zand, maar de suspensiepopulaties zijn belangrijker : ze bedragen gemiddeld 20 %.

Onderaan de ontsluiting te Hoei - Ben-Ahin komen, volgens het C/M-diagram (fig. 77), sedimenten voor, vervoerd over omgevingen waar afzetting uit suspensie zeldzaam was. De zeer fijne zanden, afgezet nabij de basis (Hoei - Corphalie, Seraing - Bonnelles, Luik - Rocourt, Andenne - Groyne) en te Namen - Naninne en Dinant -

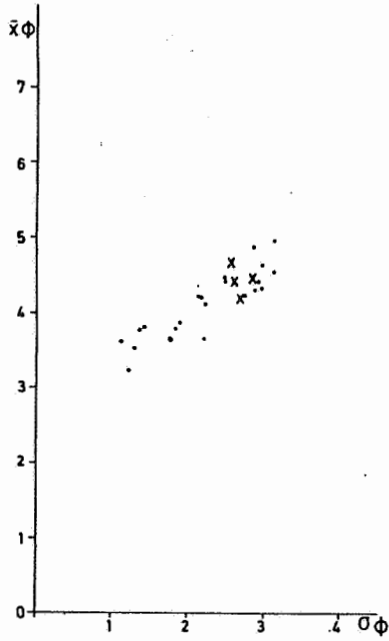


Fig. 75a

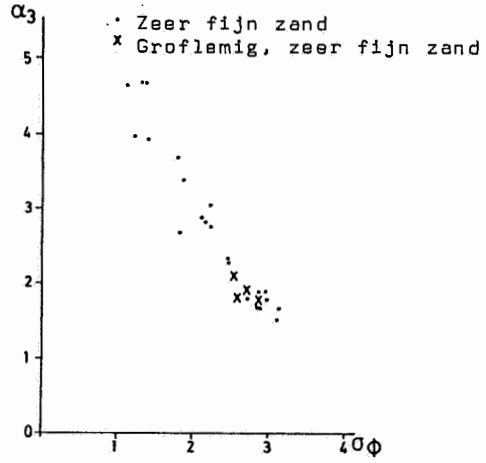


Fig. 75b

Fig. 75. Parameter-diagrammen van Post-Eocene zeer fijne zanden (II)

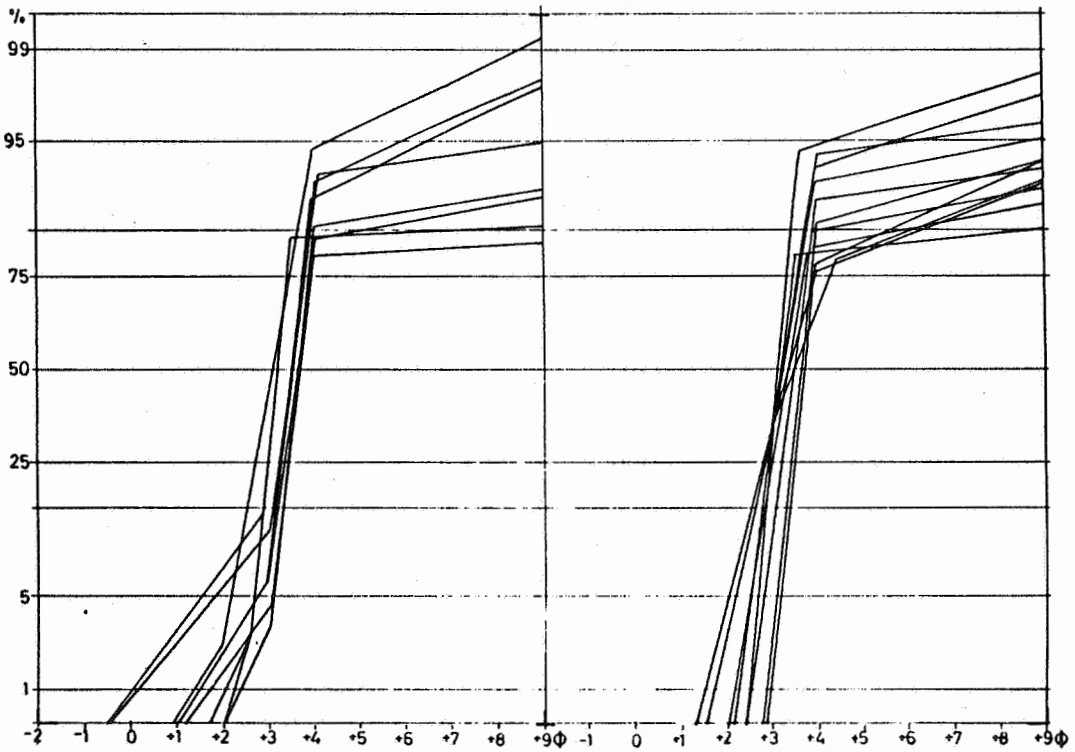


Fig. 76a

Fig. 76b

Fig. 76. Kumulatieve kurven van Post-Eocene zeer fijne zanden (II).

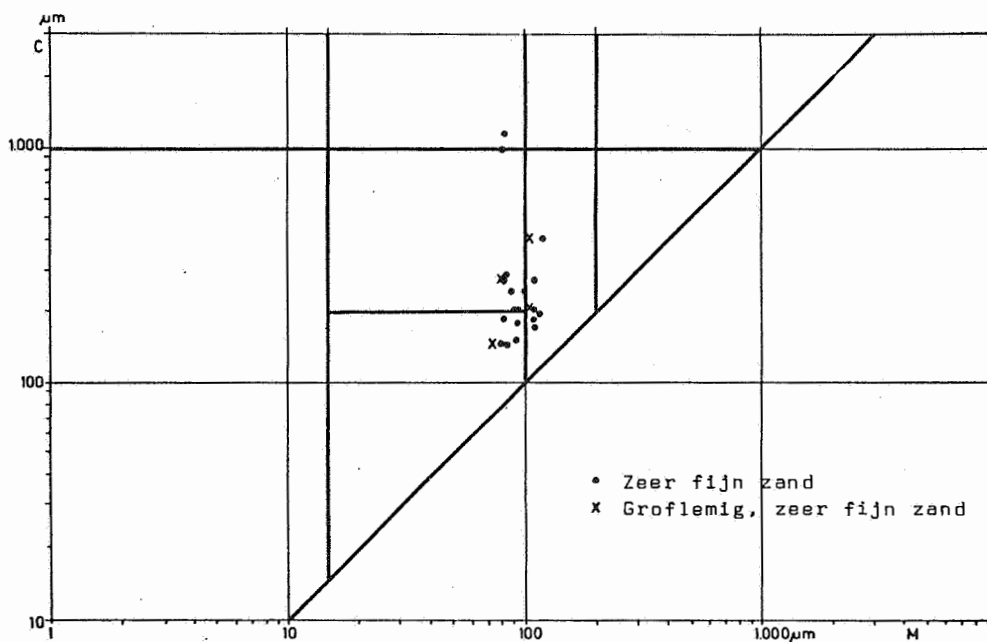


Fig. 77. C/M-diagram van Post-Eocene zeer fijne zanden (II).

Sorinne behoren tot de gegradeerde suspensiesedimenten, afgezet in een middelmatig-turbulente omgeving.

De basissedimenten te Andenne - Coutisse, Dinant - Sorinne, het topsediment te Havelange - Barvaux-Condroz, en deze uit de ontsluiting van Ciney - Pessoux en Anthisnes - Ouhar werden als gegradeerde suspensiesedimenten afgezet in een laag-turbulent milieu. De overige (Havelange - Barvaux-Condroz, Tinlot - Soheit) zijn uniforme suspensiesedimenten.

Het groflemig zeer fijn zand aan de basis te Dinant - Sorinne en het middendeel te Hamois - Natoye is een gegradeerd suspensiesediment uit een middelmatig turbulent midden, dit aan de basis van deze laatste ontsluiting is afkomstig uit een laag-turbulent milieu; het topsediment daar is een uniform suspensiesediment.

VII.2.1.2. Fijn_zand neemt 24 % in van de zandige afzettingen in deze groep en wordt over gans het profiel gevonden te Seraing - Bonnelles, Andenne - Reppe, Marchin - Vyle-et-Tharoul, Modave en Modave - Limet, en Anthisnes. Het komt onderaan in de ontsluiting te Dinant - Sorinne voor en bovenaan te Namen - Wierde. Te Anhée - Bioul (Rouchat) rust het op de afzettingen van Groep I ("Tongeriaan")

sensu P. FOURMARIER).

Het gebied van deze sedimenten in het \bar{x}_ϕ/σ_ϕ -diagram (fig. 78a) ligt begrensd tussen de \bar{x}_ϕ -waarden 2,55 en 3,60 ϕ en de σ_ϕ -waarden 0,30 en 3,30 ϕ , evenwijdig aan en beneden de zone met de zeer fijne zanden.

In het α_3/σ_ϕ -diagram (fig. 78b) valt hun gebied gedeeltelijk samen met dit van de zeer fijne zanden, maar strekt zich verder naar boven uit, tot de α_3 -waarde 6,25.

Ook hier zijn de minst fijne zanden beter gesorteerd dan de fijnere. Zowel in het uiterste westen (Anhée - Bioul) als in het oosten (Seraing - Boncelles en Anthisnes) van het ontsluitingsgebied van deze sedimenten worden die gevonden met de belangrijkste grove fraktie ($\phi_1 < 2,0 \phi$).

Alleen het fijn zand te Andenne - Reppe heeft een kumulatieve waarschijnlijkheidskurve met 2 saltatiepopulaties die resp. 3 en 88 % beslaan, met een breekpunt op 2,5 ϕ . De overgang naar de suspensiepopulatie gebeurt op 3,6 ϕ (fig. 79b, 1)

De kurven (fig. 79a) van de helft van deze sedimenten vertonen een breekpunt tussen de saltatiepopulatie (88 %) en de suspensiepopulatie, dat gelegen is tussen 3 en 3,3 ϕ . Deze afzettingen komen voor te Modave, Namen - Wierde en Seraing - Boncelles (middendeel).

De andere (Seraing - Boncelles (top), Anhée - Bioul (Rouchat), Dinant - Sorinne (onderaan), Marchin - Vyle-et-Tharoul en Anthisnes) hebben het breekpunt gelegen tussen 3,6 en 4 ϕ , met een saltatiepopulatie, die 93 % van de kurve inneemt. Merkwaardig is het steile verloop van het suspensiepopulatiendeel van bijna alle kurven (relatief belangrijk leemaandeel)(fig. 79a).

In het C/M-diagram (fig. 80) liggen alle punten in de zone van de gegradeerde suspensiesedimenten, ontstaan in een middelmatig-turbulent midden.

VII.2.1.3. Middelmatig zand (5 %) met een gemiddelde afmeting $\bar{x}_\phi = 2,80 \phi$, komt voor aan de basis te Andenne - Groyne, en te Anhée - Bioul (Rouchat en Fondrin) aan het kontakt met de afzettingen van Groep I. Het is uitermate slecht gesorteerd (fig. 78a) en bezit een belangrijke grove fraktie ($\phi_1 < 1,20 \phi$).

De kumulatieve kurven (fig. 79b) van deze sedimenten vertonen één saltatiepopulatie, die 78 tot 90 % beslaat, en tussen 2,2

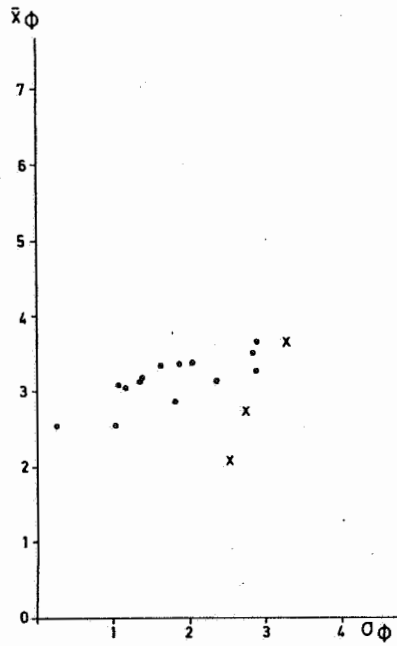


Fig. 78a

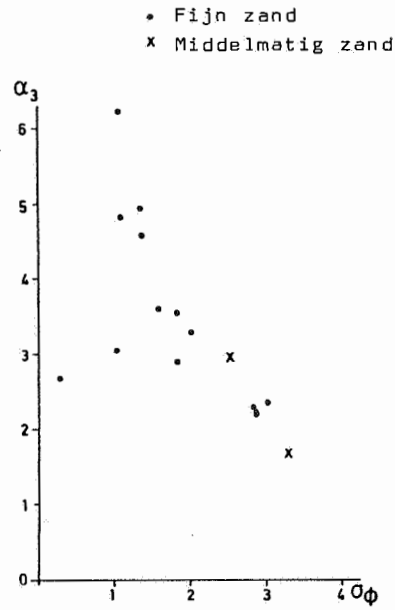


Fig. 78b

Fig. 78. Parameter-diagrammen van Post-Eocene fijne en middelmatige zanden (II).

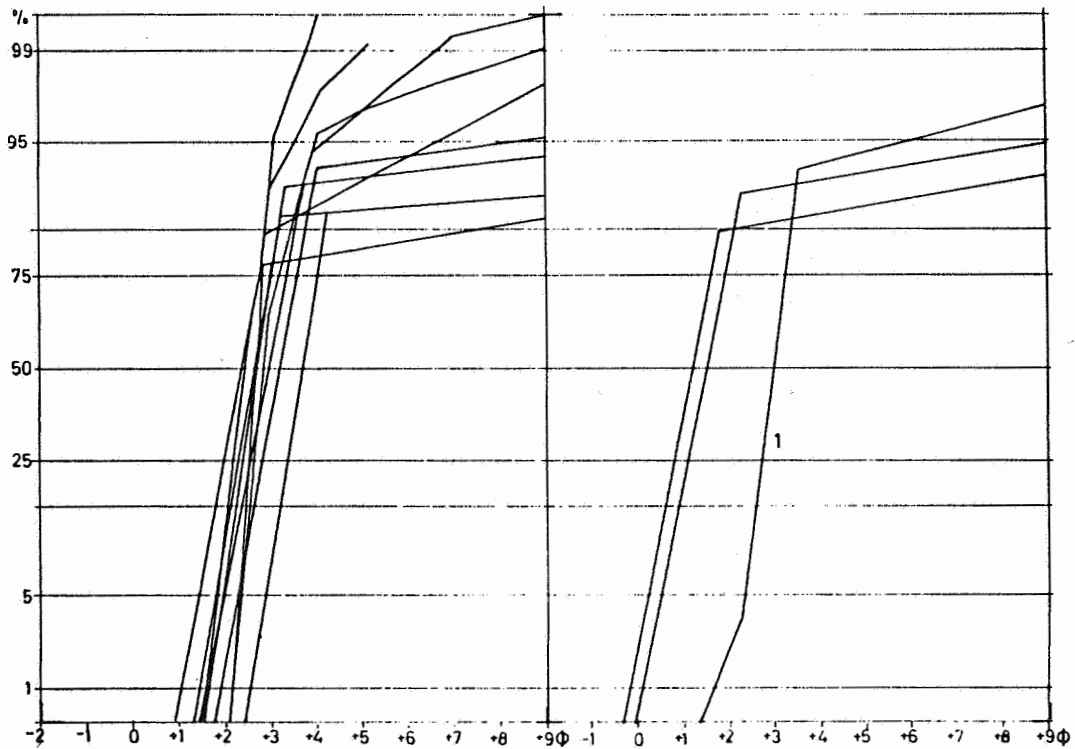


Fig. 79a

Fig. 79b

Fig. 79. Kumulatieve kurven van Post-Eocene fijne en middelmatige zanden (II).

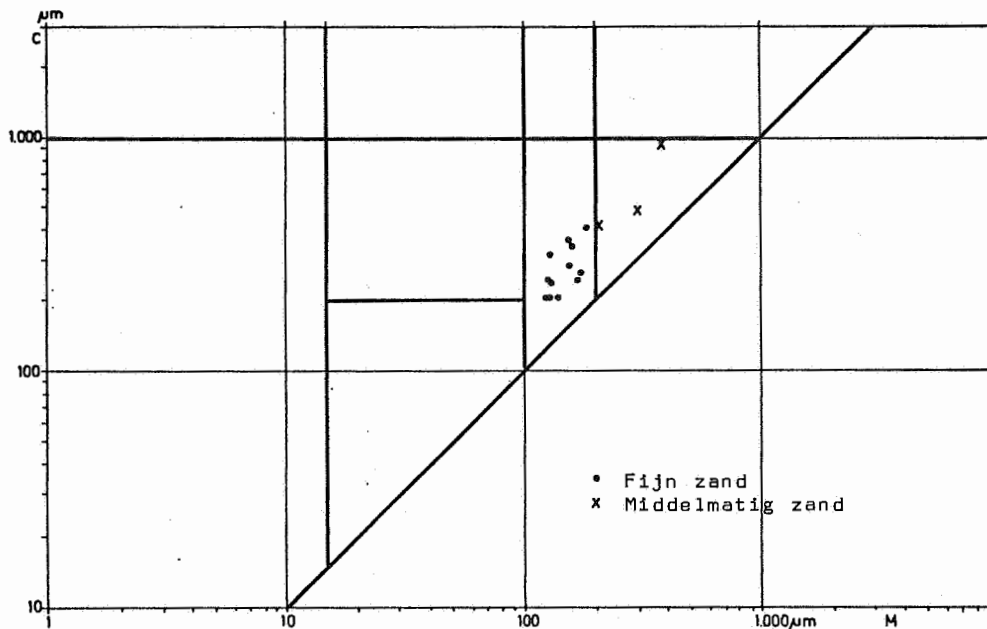


Fig. 80. C/M-diagram van Post-Eocene fijne en middelmatige zanden (II).

en $2,8 \phi$ overgaan in een suspensiepopulatie.

Het zijn gegradeerde suspensiesedimenten, afgezet in een hoog-turbulent midden (fig. 80).

VII.2.1.4. Kleilig, zeer fijn zand haalt 19 % van het totaal aan zandige sedimenten en komt verspreid voor over gans het profiel te Ciney - Pessoux, in de bovenste helft van dat te Dinant - Sorinne en bovenaan te Havelange - Barvaux-Condroz.

In het $\bar{x}_\phi / \sigma_\phi$ -diagram (fig. 81a) vallen de punten voor deze afzettingen in het opwaartse verlengde van de zone van de zeer fijne zanden. De \bar{x}_ϕ -waarden zijn begrepen tussen $4,7$ en $7,0 \phi$, de σ_ϕ -waarden variëren tussen $3,0$ en $3,75 \phi$. In het α_3 / σ_ϕ -diagram (fig. 81b) liggen ze in een gebied, beneden dit van de fijne zanden, tussen de α_3 -waarden $0,25$ en $1,55$.

Niettegenstaande de gemiddelde afmeting vermindert van west naar oost, wordt het belang van de grove fraktie groter in dezelfde richting.

Te Ciney - Pessoux en Havelange - Barvaux-Condroz vertonen de kumulatieve waarschijnlijkheidskurven (fig. 82a) een eerste sal-

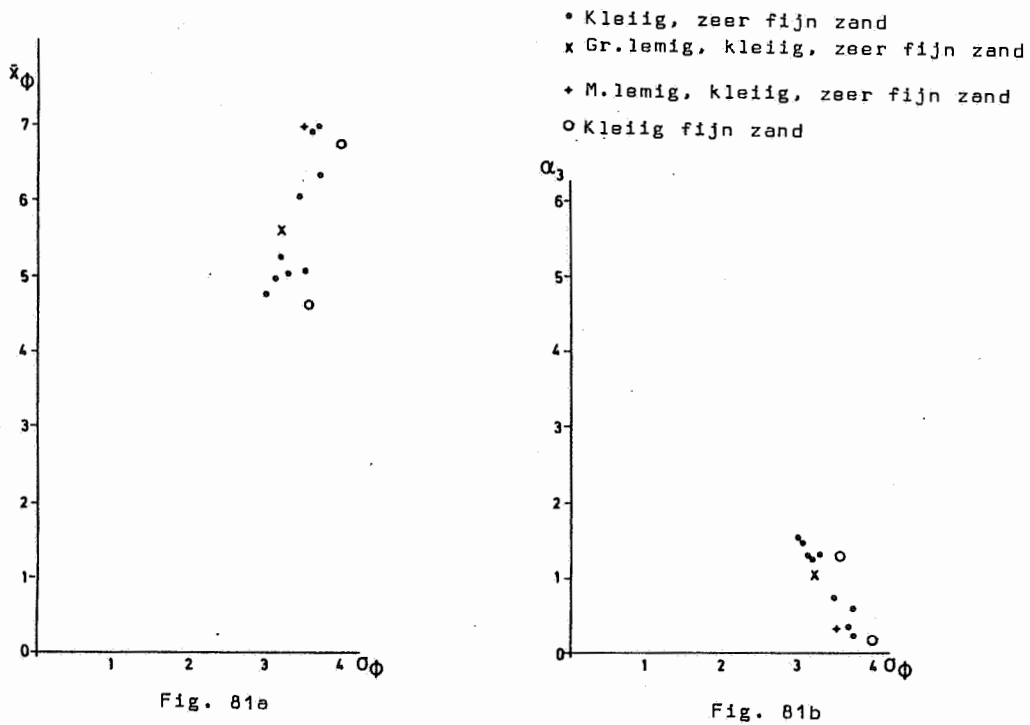


Fig. 81. Parameter-diagrammen van Post-Eocene kleihoudende zanden (II).

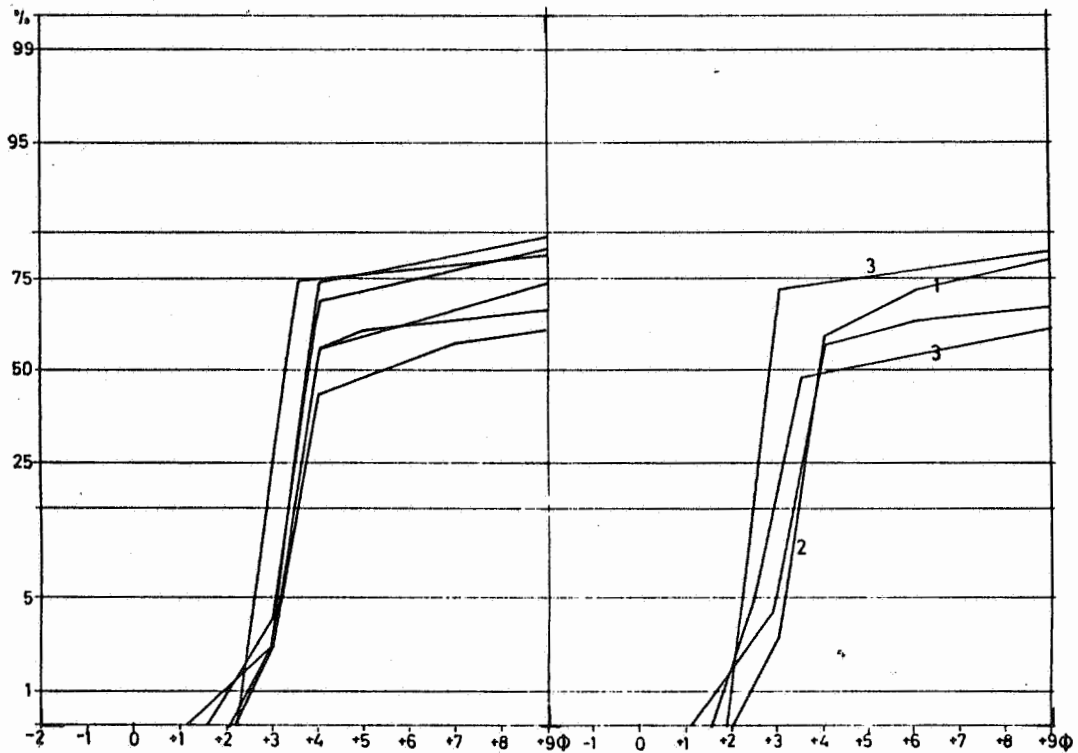


Fig. 82. Kumulatieve kurven van Post-Eocene kleihoudende zanden (II).

tatiepopulatie, die gemiddeld 3 % bedraagt en bij 3 ϕ overgaat in een tweede saltatiepopulatie van gemiddeld 57 %; het breekpunt met de suspensiepopulatie ligt bij 4 ϕ . De kurven van hetzelfde sedimenttype te Dinant - Sorinne bezitten slechts één saltatiepopulatie van gemiddeld 71 %, die steeds bij 3,6 ϕ overgaat in de suspensiepopulatie.

Te Dinant - Sorinne en in het middendeel van de ontsluiting te Ciney - Pessoux komen gegradeerde suspensiesedimenten voor, afgezet in een laag-turbulent milieu. Boven- en onderaan te Ciney - Pessoux en te Havelange - Barvaux-Condroz komen uniforme suspensiesedimenten voor (fig. 83).

In het \bar{x}_ϕ/σ_ϕ - en het α_3/σ_ϕ -diagram (fig. 81a, b) komen in hetzelfde gebied als het kleiig, zeer fijn zand nog enkele andere fijne zandige sedimenten voor.

Het groflemig, kleiig, zeer fijn zand ($\bar{x}_\phi = 5,60 \phi$) uit Havelange - Barvaux-Condroz en het middelmatiglemig kleiig, zeer fijn zand ($\bar{x}_\phi = 6,98 \phi$) uit Ciney - Pessoux hebben beide een kumulatieve waarschijnlijkheidskurve met een eerste saltatiepopulatie van resp. 4 en 2,5 %, gevolg, na een breekpunt op 3 ϕ , door een tweede saltatiepopulatie van resp. 53 en 32,5 %. Voor beide sedimenttypes gaat deze op 4 ϕ over in een suspensiepopulatie (fig. 82b, 1 en 2).

Volgens het C/M-diagram (fig. 83) behoort het eerste type tot de uniforme suspensieafzettingen, het tweede tot de gegradeerde suspensieafzettingen, ontstaan in een laag-turbulent milieu.

De kleiige, fijne zanden van Dinant - Sorinne ($\bar{x}_\phi = 6,57 \phi$) en Andenne - Groynne ($\bar{x}_\phi = 4,65 \phi$) hebben een kumulatieve kurve (fig. 82b, 3) met één saltatiepopulatie, die resp. 50 en 72 % inneemt van de totale kromme en bij 3,4 en 3,1 ϕ overgaat in een suspensiepopulatie.

De eerste afzetting behoort tot de uniforme suspensieafzetting, de tweede tot de gegradeerde suspensiesedimenten, afgezet in een middelmatig turbulent milieu (fig. 83).

VII.2.2. Lemige sedimenten

Alleen in de ontsluiting van Ciney - Pessoux werd hiervan een vertegenwoordiger gevonden : een kleiige, zeer fijne leem ($\bar{x}_\phi = 8,10 \phi$) heeft een kumulatieve waarschijnlijkheidskurve met één saltatiepopulatie, die er 46 % van beslaat : het breekpunt met de suspensiepopulatie ligt eerst bij 7 ϕ (fig. 84a, 1).

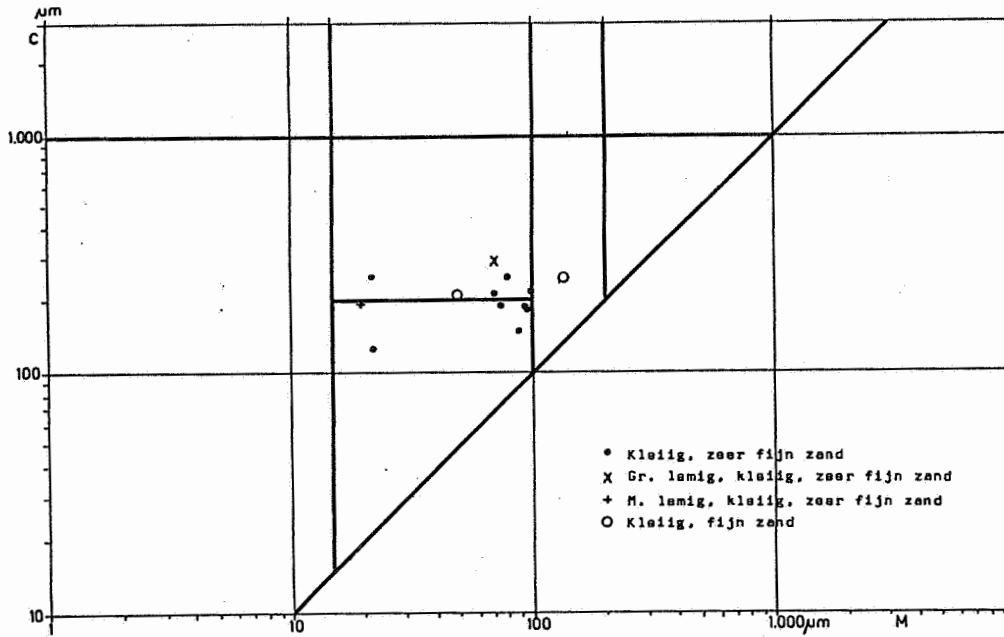


Fig. 83. C/M-diagram van Post-Eocene kleihoudende zanden (II).

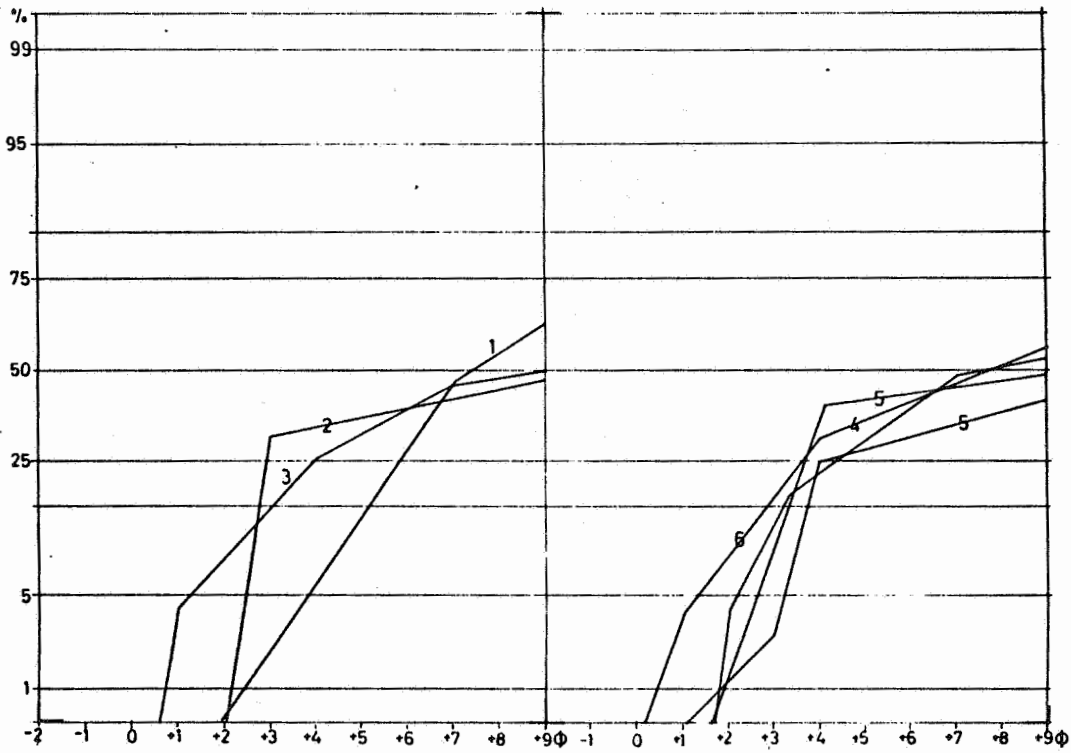


Fig. 84a

Fig. 84b

Fig. 84. Kumulatieve kurven van Post-Eocene lemen en kleien (II).

Volgens het C/M-diagram behoort het sediment tot de fijnste, uniforme suspensieafzettingen.

VII.2.3. Kleiige sedimenten

Ze nemen nauwelijks 11 % in van het totaal aantal sedimenten van deze groep en behoren alle tot de fijnste uniforme suspensies volgens het C/M-diagram.

VII.2.3.1. Fijnzandige klei ($\bar{x}_\phi = 7,78 \phi$), uit de ontsluiting te Namen - Wierde, bezit een saltatiepopulatie, die 32 % van de curve beslaat : bij 3ϕ gaat ze over in een suspensiepopulatie, die tot 9ϕ door een sterk vlaklopend deel wordt uitgebeeld (fig. 84a, 2).

VII.2.3.2. Zeer-fijnzandige, groflemige klei en zeer-fijnzandige, fijnlemige klei, met een gemiddelde korrelafmeting 7ϕ en ongeveer $7,8 \phi$, hebben een kumulatieve waarschijnlijkheidskurve met een saltatiepopulatie, die resp. 45 % (Ciney - Pessoux)(fig. 84a, 3) en 49 % (Andenne - Groynne)(fig. 84b, 4) beslaat, en bij 7ϕ overgaat in een suspensiepopulatie.

VII.2.3.3. Zeer-fijnzandige klei en zeer-fijnzandige, zeer-fijnlemige klei komen alleen te Ciney - Pessoux voor en hebben een kumulatieve waarschijnlijkheidskurve (fig. 84b, 5-6), met een eerste saltatiepopulatie van ongeveer 3 %, die op 3ϕ in een tweede overgaat, die gemiddeld 28 % van de curve beslaat. Het breekpunt met de suspensiepopulatie ligt voor beide op 4ϕ .

VII.3. Zware mineralenverdeling

De gemiddelde samenstelling van de zware mineralen van deze groep verschilt heel wat van deze van Groep I. Het gehalte aan ubiquisten is gedaald tot 75 % : toermalijn is nu het belangrijkste mineraal geworden en haalt binnen de doorlopers gemiddeld méér dan 50 %. Het zirkoon- en rutielgehalte bedraagt resp. 26 en 15 %; opmerkelijk is het verhoogde aandeel van anataas : bijna 8 %. Deze percentages bedragen resp. 38, 19, 11 en bijna 6 %, wanneer men de volledige zware mineralenverdeling beschouwt.

De parametamorfe mineralen halen gemiddeld meer dan 20 %. De voornaamste vertegenwoordiger van deze groep is nu distheen, die hierin méér dan 46 % inneemt, gevolgd door stauroliet (34 %). Het andalooesiet- en sillimanietaandeel is gestegen tot resp. 14

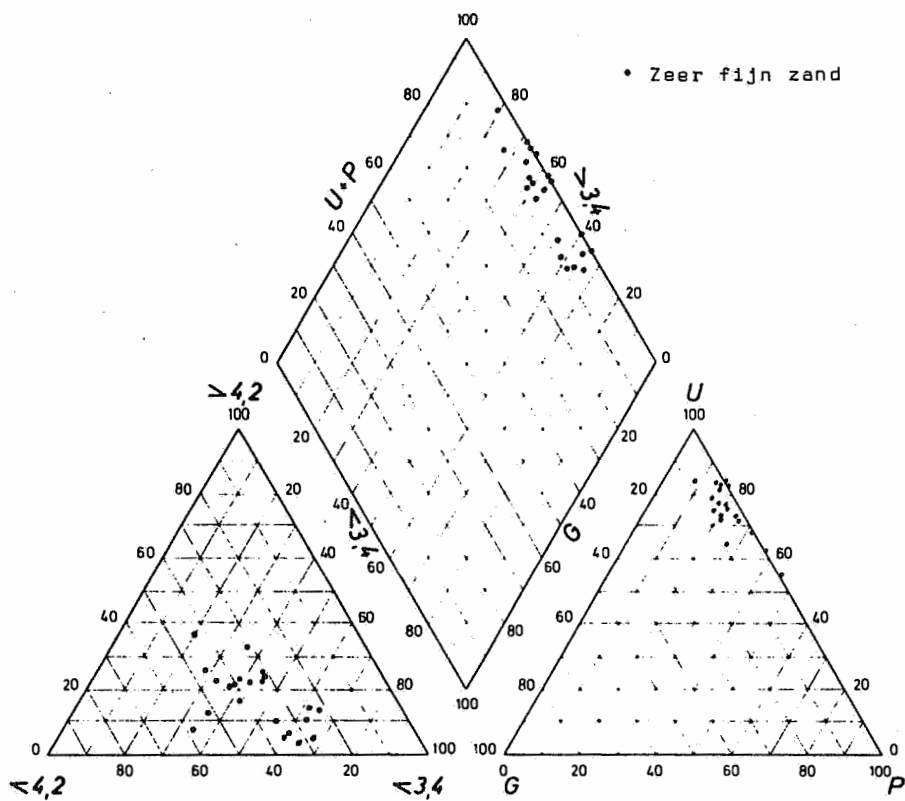


Fig. 85. Zware-mineraleninhoud van Post-Eocene zeer fijne zanden (II).

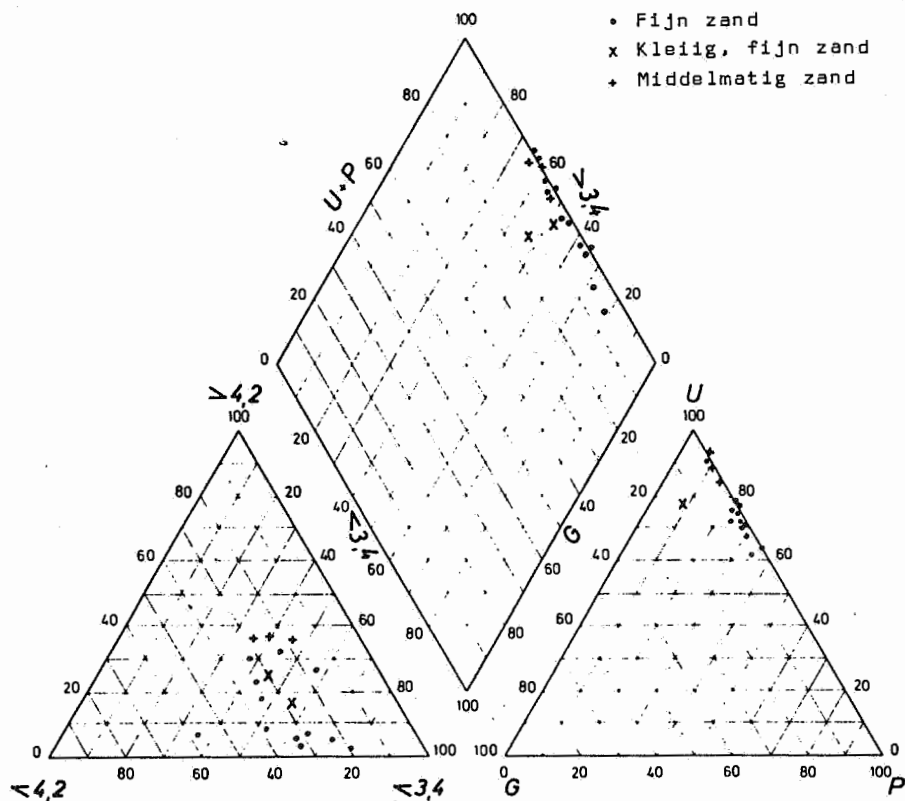


Fig. 86. Zware-mineraleninhoud van Post-Eocene fijne en middelmattige zanden (II).

en 10 %. Omgezet t.o.v. de totale zware mineraleninhoud bedragen deze gehalten resp. 9,5, 7, 3 en 2 %.

Het epidootgehalte is gestegen tot gemiddeld méér dan 1 %, maar granaat komt, evenals de pyroxenen en de amfibolen, nauwelijks voor. Het percentage aan alterieten is opgelopen tot 3 %.

VII.3.1. Zandige sedimenten

VII.3.1.1. Zeer fijn zand heeft een zware mineraleninhoud, die gemiddeld 75 % ubikwisten bevat, waarvan 39 % toermalijn. Daarnaast komen nog 18 % zirkoon, 11 % rutiel en meer dan 6 % anataas voor.

De parametamorfe mineralen halen gemiddeld 22 % : het distheen-gehalte bedraagt bijna 11 %, dat van stauroliet bijna 8 %. Andalooesiet haalt 2 en sillimaniet gemiddeld 1,5 %. Tenslotte komt nog iets meer dan 1 % epidoot en alteriet voor, naast enkele korrels augiet en hoornblende.

In het mineralogisch driehoeksdiagram (fig. 85) liggen de punten langs het bovenste deel van de rechterzijde, terwijl ze het centrale deel van de basiszone in het dichtheidsdriehoeksdiagram innemen. In het ruitdiagram (fig. 85) liggen deze sedimenten langs de rechterbovenzijde, in een zone met 80 tot 30 % zwaarde mineraalsoorten.

Minder dan 60 % zwaardere mineraalsoorten worden gevonden in de zeer fijne zanden uit de ontsluitingen van Andenne - Groyne, Hoei - Ben-Ahin, Hoei - Corphalie, Namen - Naninne, Havelange - Barvaux-Condroz (behalve NF 8), Anthisnes - Ouhar en een deel van deze uit Dinant - Sorinne : deze sedimenten werden in kalme omstandigheden afgezet. De zeer fijne zanden uit de ontsluitingen van Seraing - Boncelles, Luik - Rocourt, Ciney - Pessoux, Tinlot - Scheit, Andenne - Coutisse en het andere deel van Dinant - Sorinne bevatten 60-80 % zwaardere mineraalsoorten en werden in een minder kalme omgeving gevormd.

VII.3.1.2. Fijn zand houdt in de zware mineralen gemiddeld 73 % ubikwisten in, waarvan meer dan 45 % toermalijn. Zirkoon is het tweede belangrijkste lid met 15 %, gevolgd door rutiel (8 %) en anataas (5 %).

De parametamorfe mineralen halen gemiddeld meer dan 25 %, met 11 % distheen, 7 % stauroliet, 6 % andalooesiet en 1,5 % sillimaniet. Epidoot en alteriet komen sporadisch voor.

In het mineralogisch driehoeksdiagram (fig. 86) liggen de punten langs de rechterzijde, beneden de lijn met 80 % ubikwisten. In het dichtheidsdriehoeksdiagram liggen ze in het midden- en rechterdeel van de basiszone.

Slechts twee fijne zanden, nl. één uit Anthisnes (Ouhar) en dat uit Modave, liggen in het ruitdiagram (fig. 86) boven de lijn van 60 % zwaardere mineraalsoorten. De andere liggen beneden deze lijn, langs de rechterbovenzijde. Deze zanden zijn dus afgezet in kalmere sedimentatie-omstandigheden.

In datzelfde gebied in de diagrammen liggen de punten voor de kleilige, fijne zanden. Hun zware mineralen bevatten 75 % ubikwisten, waarvan 34 % toermalijn, 20 % zirkoon, 14 % rutiel en 5 % anataas. De parametamorfe mineralen halen 18 %, met evenveel distheen als andaloesiet (gemiddeld 5,5 %), naast 4 % stauroliet en 3 % sillimaniet. In Dinant - Sorinne komt 7 % augiet en evenveel alteriet voor.

VII.3.1.3. Middelmatig zand bezit het hoogste gehalte aan ubikwisten, dat in deze groep in de zware mineralen gevonden wordt, nl. 87 %. Daarvan neemt toermalijn er 38 % van in, naast zirkoon (36 %) en rutiel (12 %).

De parametamorfe mineralen halen 12 %, met uitzonderlijk stauroliet (bijna 10 %) als voornaamste vertegenwoordiger; distheen haalt hier slechts 2 %. Andaloesiet en sillimaniet komen slechts sporadisch voor. Het epidootgehalte bedraagt bijna 1 %.

In het dichtheidsdriehoeksdiagram (fig. 86) liggen ze sterk gegroepeerd in het centrale gedeelte en in het ruitdiagram vallen de punten langs de rechterbovenzijde, rond de lijn van 60 % zwaardere mineralen.

VII.3.1.4. Kleilig, zeer fijn zand bezit, in tegenstelling met het voorgaande sediment, het kleinste gehalte aan ubikwisten in deze groep, nl. 72 %; gemiddeld komt 31 % toermalijn, 22,5 % zirkoon, 11 % rutiel en 5,5 % anataas voor.

Het gehalte aan parametamorfe mineralen bedraagt bijna 21 %, waarvan meer dan de helft distheen, naast 6 % stauroliet, 2 % andaloesiet en 1 % sillimaniet. Het percentage aan alteriet loopt op tot 6.

Het grootste deel van de punten voor deze sedimenten liggen in het mineralogisch driehoeksdiagram (fig. 87) langs de rechter-

zijde, beneden de 80 %-ubikwistenlijn, behalve één kleiig, zeer fijn zand uit de ontsluiting van Ciney - Pessoux (S 239) dat meer naar het centrum is opgeschoven door de aanwezigheid van granaat (6 %), epidoot (4 %) en augiet (2 %). In het dichtheidsdriehoeksdiagram liggen ze in het centrale deel van de benedenzone, behalve één monster uit Dinant - Sorinne (2646), dat uitzonderlijk veel zirkoon ($d > 4,2$) bevat.

Men vindt ditzelfde monster weer in het ruitdiagram (fig. 87) aan de top, terwijl de andere punten langs de rechterzijde liggen, in een zone met 70 tot 40 % zwaarde mineraalsoorten, wat wijst op een afzetting in een kalme omgeving.

VII.3.1.5. Groflemig, zeer fijn zand en groflemig, kleiig, zeer fijn zand. De zware mineralen van deze sedimenten bevatten resp. 77 en 79 % ubikwisten, met toermalijn (29 en 41 %) als voornaamste vertegenwoordiger, naast zirkoon (19 en 17 %), rutiel (17 en 14 %) en anataas (12 en 6 %).

De parametamorfe mineralen halen 14 %; het distheengehalte bedraagt 7 %, terwijl dat van stauroliet 5 %, en van andaloësiet en sillimaniet telkens 1 % bedraagt.

Het groflemig, kleiig, zeer fijn zand bevat nog 7 % epidoot, terwijl er 4 % augiet wordt gevonden in een groflemig, zeer fijn zand uit Dinant - Sorinne.

In het ruitdiagram (fig. 87) liggen 2 groflemige, zeer fijne zanden boven de lijn van 60 % zwaardere mineraalsoorten, terwijl de andere beneden ervan liggen.

Opmerkelijk is het voorkomen van 80 % granaat in een middelmatig-lemig, kleiig, zeer fijn zand (S 230) in de ontsluiting van Ciney - Pessoux.

VII.3.2. Lemige sedimenten

Alleen een kleiige, zeer fijne leem uit Ciney - Pessoux werd in deze categorie aangetroffen. De zware mineraleninhoud bevat 74 % ubikwisten, met toermalijn (42 %) als belangrijkste vertegenwoordiger, naast 20 % zirkoon, 7 % rutiel en 5 % anataas; 18 % parametamorfe mineralen komen voor, waarin stauroliet (7 %) overheerst, terwijl gelijke hoeveelheden (5 %) distheen en andaloësiet optreden. Daarnaast komt nog 7 % epidoot voor.

In het ruitdiagram (fig. 88) ligt dit punt langs de rechterbovenzijde, beneden de lijn van 50 % zwaardere mineraalsoorten.

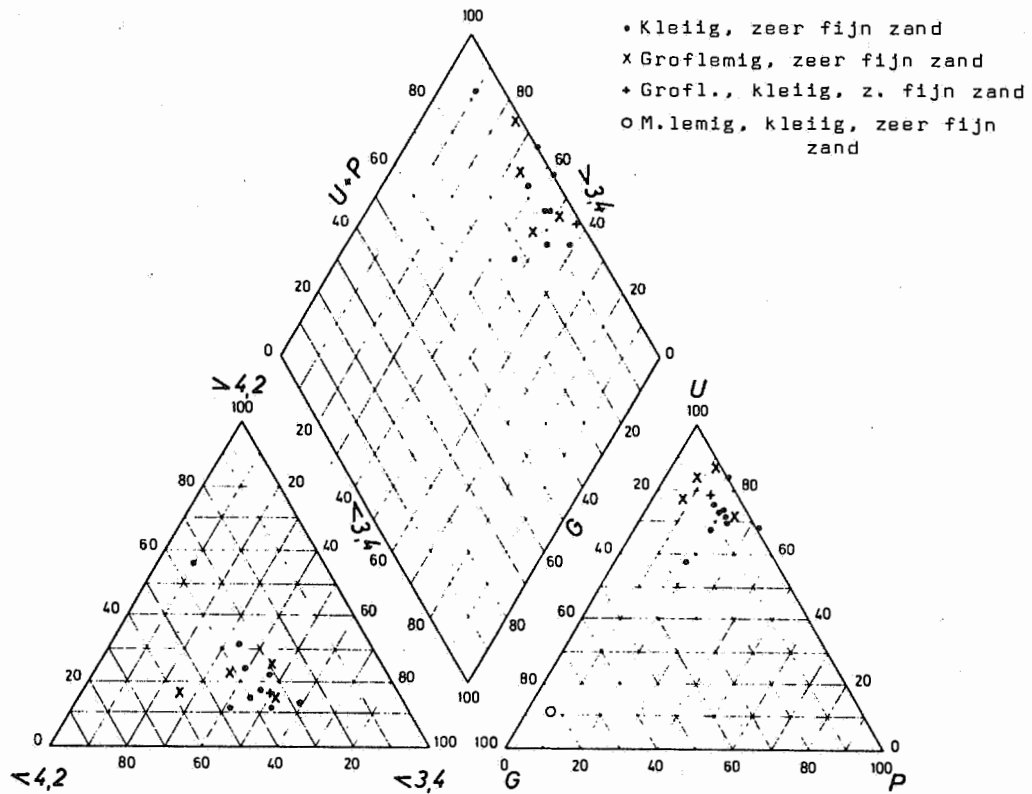


Fig. 87. Zware-mineraleninhoud van Post-Eocene kleilige en lemige, zeer fijne zanden (II).

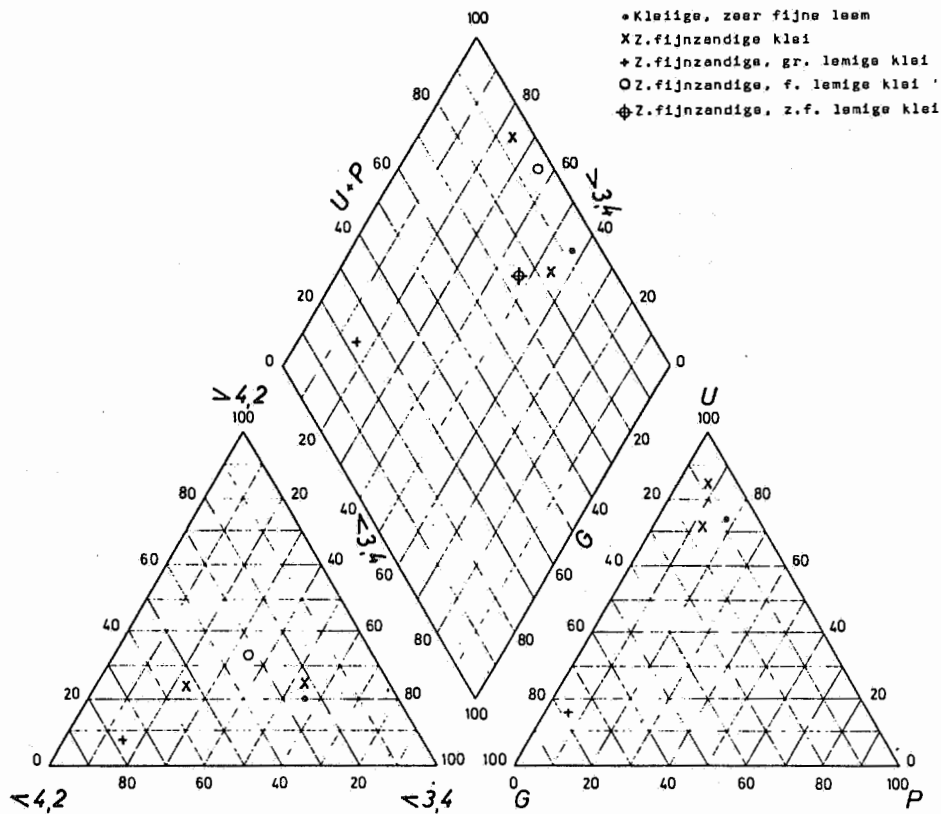


Fig. 88. Zware-mineraleninhoud van Post-Eocene leemen en kleien (II).

VII.3.3. Kleiige sedimenten

De zeer-fijnzandige, groflemige klei uit Ciney - Pessoux (S 228) bevat naast 17 % ubikwisten en 4 % parametamorfe mineralen, nog 72 % granaat en 1 % hoornblende.

Het wordt in het ruitdiagram (fig. 88) afgebeeld aan de linkerzijde, boven de lijn van 80 % zwaardere mineraalsoorten.

De zeer-fijnzandige, fijnlemige, klei met 91 % ubikwisten, waaronder evenveel toermalijn als zirkoon, en met distheen als voornaamste parametamorf mineraal, ligt tezamen met één zeer-fijnzandige klei (S 238) boven de lijn van 60 % zwaardere mineraalsoorten in het ruitdiagram (fig. 88).

Het andere monster van dit laatste sedimenttype ligt, samen met de zeer-fijnzandige, zeer-fijnlemige klei beneden deze lijn : dit laatste sediment, weer afkomstig uit Ciney - Pessoux, bevat naast 56 % ubikwisten (toermalijn) en 22 % parametamorfe mineralen (stauroliet = distheen), nog 5 % epidoot, 1 % augiet, 4 % hoornblende en 12 % alteriet.

VII.4. Sedimentatieomstandigheden en faciës

VII.4.1. Riviersedimenten

VII.4.1.1. Kronkelwaardafzettingen

Te Dinant - Sorinne komen onderaan fijn zand (2652) en zeer fijn zand (2655, 2645bis, 2645) voor, met aan de basis silexknollen en kleibrokjes; deze sedimenten, waarvan de probabiliteitskurve één saltatiepopulatie vertoont, werden afgezet in een matig turbulent midden en vertegenwoordigen een kronkelwaardafzetting. Bovenaan wordt de cyclus herhaald door een dunne grintlaag, bedekt door een (kleiig) zeer fijn zand (2649, 2650). Gelijkaardige sedimenten werden gevonden te Namen - Naninne (S 227) en bovenaan te Namen - Wierde (S 225).

Nabij het contact met de sedimenten van Groep I komt te Anhée - Bioul (Rouchat) eveneens fijn zand (2840) voor langs de zuid-noord-wand, terwijl langs de zuidwest-noordoost-wand en in de groeve Fondrin aldaar middelmatig zand (2847, 2847) voorkomt; ze maken duidelijk de basis van een kronkelwaardafzetting uit.

VII.4.1.2. Afzettingen op de alluviale vlakte

Het kleiige, fijn zand (2648) en kleiig, zeer fijn zand (2646,

1651) uit Dinant - Sorinne, en de fijnzandige klei (S 226) onderaan in de ontsluiting van Namen - Wierde zijn blijkbaar op een alluviale vlakte of in poelen daarop gesedimenteerd.

VII.4.2. Ondiepe-kustafzettingen

VII.4.2.1. Getijdekanalen

Het groflemig, zeer fijn zand, met nog nauwelijks merkbare horizontale gelaagdheid van Hamois - Natoye bevat twee saltatiepopulaties in de kumulatieve waarschijnlijkheidskurve en is afgezet uit een gegradeerde suspensie in een laag tot matig turbulent milieu : dit sediment is vermoedelijk ontstaan op een zandbank in een verdelingskanaal, onderhevig aan getijdestromingen.

Te Andenne - Groyne komt een naar-boven-toe-verfijnende sekwentie voor, met onderaan middelmatig zand (2004) uit een sterk turbulent milieu, dat overgaat in zeer fijn zand (1976), beide afgezet op een intertidale zandbank : deze sedimenten worden bedekt door een kleiige afzetting (1978, 1979) uit een supratidale omgeving.

VII.4.2.2. Ondiepe getijde-afzettingen

De fijne of zeer fijne zanden van Seraing - Boncelles, Luik - Rocourt, Anthisnes, Anthisnes - Ouhar, Tinlot - Soheit, Modave, Modave (Limet) en Marchin - Vyle-et-Tharoul zijn alle ontstaan uit een gegradeerde suspensie in een matig turbulente omgeving : ze werden vermoedelijk afgezet als een ondiep, subtidaal zandlichaam (G. DE VRIES KLEIN, 1970). Deze sedimenten komen ook voor te Hoei - Corphalie, Hoei - Ben-Ahin, Andenne - Reppe en Andenne - Coutisse.

Ook te Ciney - Pessoux komen afzettingen voor die onderhevig geweest zijn aan getijdestromingen, maar die grotendeels in heel wat minder-energie-rijke omgeving zijn afgezet. De zeer-fijnzandige (lemige) kleien (S 238, S 237, S 229, S 228) en de kleiige, zeer fijne leem (S 234) zijn vermoedelijk in kwasi-stilstaand water afgezet.

De zeer fijne zanden van Havelange - Barvaux-Condroz, met 2 saltatiepopulaties en een belangrijke suspensiepopulatie, zijn in een kalme intertidale omgeving afgezet.

HOOFDSTUK VIII

Groep III

VIII.1. Sedimentologische beschrijving van de ontsluitingen

VIII.1.1. Mettet - Oret (Groeve Delbar-Noord) (fig. 1.63., fig. 89a)

Coördinaten : x = 169,21

y = 109,37

Hoogteligging : + 245 O.P.

Stratigrafische ligging volgens geologische kaart : Landeniaan op Tournaisiaan. Volgens M. GULINCK e.a. (1963, 1966) : Oligoceen op Tournaisiaan.

- 0 - 1,6 m : Kwartaire kleiige, leembedekking
- 1,6 - 2,1 m : bovenaan wit, middelmatig goed gesorteerd, fijn zand (684), dat naar onder toe overgaat in uiterst slecht gesorteerd, zeer fijn zand (NF 222).
- 2,1 - 2,75 m : fijnkorrelig complex met een boogvormige allure, gelijkend aan de bodem van een kanaal; het begint bovenaan met een bleekroos, kleiig, fijn zand (688), overgaand in een donkerrose fijnzandige klei (686, 691, 687, 685) : al deze sedimenten zijn uiterst slecht gesorteerd. Onderaan komt plaatselijk een dun laagje ijzerhoudende zandsteen voor.
- 2,75 - 12,5 m : bruin en rood, uiterst slecht gesorteerd, fijn zand (690, NF 221).
- 12,5 - 13,7 m : wit, slecht gesorteerd, zeer fijn zand (683); onderaan komt een laagje half gekonsolideerd, zeer slecht gesorteerd, zeer fijn zand (682) voor.
- 13,7 - 15 m : bleekgeel, slecht gesorteerd, zeer fijn zand (NF 220, 681).

Onderaan in de groeve vindt men grijs, kleiig, fijn zand (678) tot donkergrijze, kleiige, fijne leem (679), beide uiterst slecht gesorteerd, waaronder opnieuw wit, zeer slecht gesorteerd, zeer fijn zand (680).

De overgrote meerderheid van de sedimenten heeft positief asymmetrische of positief sterk asymmetrische verdelingskurven. Deze van de zeer fijne en fijne zanden hebben een uiterst leptokurtische vorm, terwijl die van de kleiige, fijne zanden een platykurtische en de kleiige, fijne leem een mesokurtische vorm hebben.

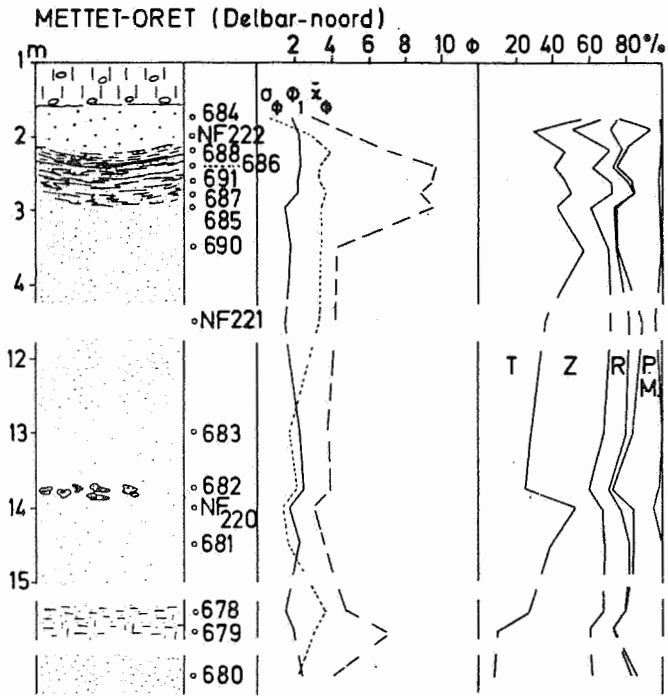


Fig. 89a

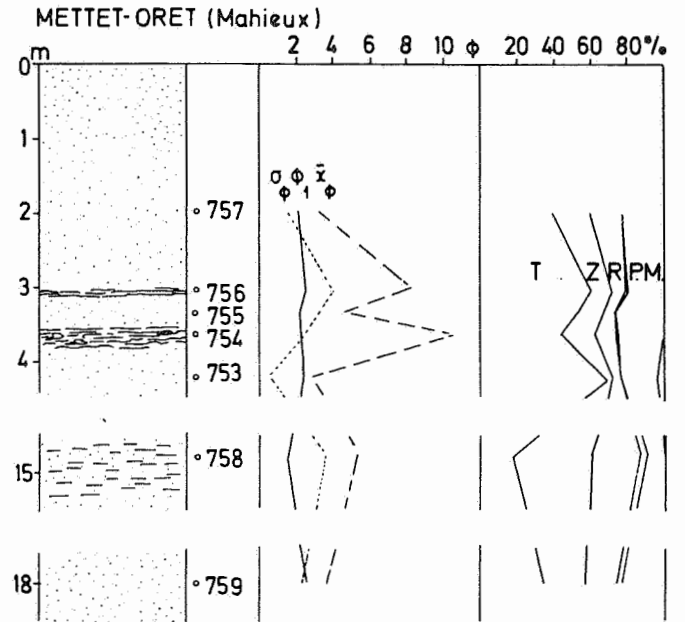


Fig. 89b

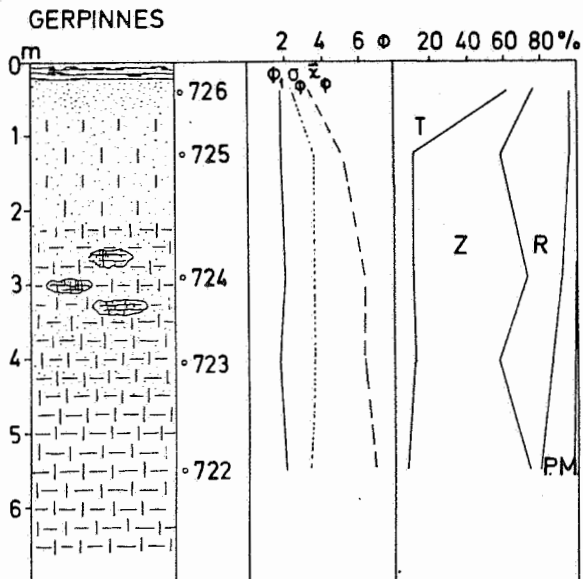


Fig. 89c

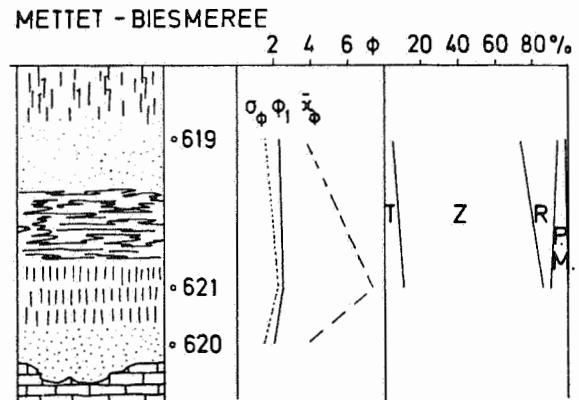


Fig. 89d

De zware mineralenverdeling van de sedimenten wordt gekenmerkt door een overmaat aan ubikwisten, die meer dan 80 % voor hun rekening nemen. Naast enkele sporadische granaat- en epidootkorrels komen nog slechts parametamorfe mineralen voor.

Op basis van de zware mineralen kan een duidelijke grens getrokken worden aan de basis van het pakket bruine en rode fijne zanden (beneden monster NF 221).

Onderaan komen gemiddeld meer dan 83 % ubikwisten voor, waarin zirkoon met 37 % het belangrijkste mineraal is, gevolgd door toermalijn (28 %) en rutiel (15 %); anataas komt zeer onregelmatig voor. De parametamorfe mineralen halen 16 %, met distheen (gemiddeld 6 %) als voornaamste vertegenwoordiger. Het stauroliet- en andaloësietgehalte bedraagt gemiddeld 4 %, terwijl er bijna 2 % sillimaniet voorkomt. Slechts één granaatkorrel werd geteld in gans deze sekwentie.

Bovenaan vindt men gemiddeld 80 % ubikwisten met toermalijn (gemiddeld bijna 46 %) als belangrijkste mineraal; het zirkoongehalte is tot 20 % gedaald, dat van rutiel tot 10 %, terwijl dat van anataas tot meer dan 3 % gemiddeld gestegen is. De parametamorfe mineralen halen gemiddeld meer dan 18 %, waarvan de helft wordt ingenomen door stauroliet. Het percentage aan andaloësiet bedraagt bijna 5 %, dat aan distheen 4 %. Sillimaniet haalt nog slechts 1 %. Epidoot en granaat komen slechts sporadisch voor.

VIII.1.2. Mettet - Oret (Groeve Mahieux) (fig. 1.64., fig. 89b)

Coördinaten : x = 168,08

y = 109,04

Hoogteligging : + 237 O.P.

Stratigrafische ligging volgens geologische kaart : Landeniaan op Tournaisiaan. Volgens M. GULINCK (1963, 1966) e.a. : Oligoceen op Tournaisiaan.

- 0 - 3 m : wit, homogeen, slecht gesorteerd, fijn zand (757).
- 3 - 3,1 m : horizontaal-gelaagde, rose, uiterst slecht gesorteerde, fijnzandige klei (756).
- 3,1 - 3,5 m : wit, uiterst slecht gesorteerd, fijn zand (755).
- 3,5 - 3,8 m : groene klei, met breccieus uitzicht (754).
- 3,8 - 19 m : kwasi-homogene massa, wit, middelmatig goed gesorteerd fijn zand (753), dat naar onder toe overgaat in middelmatig gesorteerd zeer fijn zand (759).

Rond 15 m komen in het sediment rode, kleiige adertjes voor, hetgeen een uiterst slecht gesortteerd, kleilig, zeer fijn zand (758) geeft.

De verdelingskurve van de fijne zanden is positief sterk asymmetrisch, met een uiterst leptokurtische vorm.

De zware mineralenverdeling van deze sedimenten is gekenmerkt door een overmaat aan ubikwisten (79 %), naast parametamorfe mineralen (21 %). De onderste afzettingen (14-19 m) bevatten gemiddeld 84 % ubikwisten, met zirkoon (33 %) als voornaamste mineraal; daarnaast komen gemiddeld 26 % toermalijn, 22 % rutiel en 2 % anataas voor. De parametamorfe mineralen halen 16 %, met gemiddeld 6 % stauroliet en distheen, naast 4 % andaloesiet; sillimaniet komt slecht sporadisch voor.

De bovenliggende zanden bevatten 77 % ubikwisten, waarvan toermalijn met 53 % gemiddeld het belangrijkste lid is. Zirkoon haalt nog maar 13 % en rutiel 12 %. Het percentage aan parametamorfe mineralen bedraagt 22 %, met gemiddeld 8 % distheen, 6 % stauroliet, 5 % andaloesiet en 3 % sillimaniet.

Zoals in de groeve Delbar-Noord is er ook hier een duidelijk verschil in zware mineraleninhoud tussen top en basis, wat op het eerste gezicht niet gepaard gaat met een duidelijk waarneembaar onderscheid in de andere sedimentologische kenmerken.

VIII.1.3. Mettet - Oret (Groeve Pecriaux) (fig. 1.65.)

Coördinaten : x = 167,07

y = 108,47

Hoogteligging : + 255 O.P.

Stratigrafische ligging volgens geologische kaart : Landeniaan op Viseaan. Volgens M. GULINCK (1963, 1966) e.a. : Oligoceen op Viseaan.

In deze ontsluiting komt violette en groene, roodgevlekte, fijnlemige klei (719, 721) voor, naast gele, kleiige, fijne leem (720).

De zware mineraleninhoud bestaat bijna uitsluitend uit ubikwisten (94 %), met toermalijn (44 %) als voornaamste vertegenwoordiger, gevolgd door zirkoon (33 %), rutiel (15 %) en anataas (2 %). De parametamorfe mineralen (6 %) bevatten andaloesiet, stauroliet, distheen en sillimaniet. Deze samenstelling komt grotendeels overeen met deze van de bovenste afzettingen uit de groeven Delbar-Noord en Mahieux.

VIII.1.4. Gerpennes (fig. 1.66., fig. 89c)

Coördinaten : x = 160,41

y = 113,86

Hoogteligging : + 190 O.P.

Stratigrafische ligging volgens geologische kaart : Oligoceen (Ona) op Couviniaan.

0 - 0,25 m : bruine klei

0,25 - 0,7 m : grijsgroen, zeer slecht gesorteerd, fijn zand (726), waaronder een dun laagje oranje-bruine, plastische klei.

0,7 - 2,25 m : geelbruin tot geeloranje, uiterst slecht gesorteerd, groflemig, fijn zand (725).

2,25 - 3,75 m : grijze, uiterst slecht gesorteerde, fijnzandige, kleiige, grove leem (724), waarin roodgekleurde zandsteennodules voorkomen.

3,75 - 4,55 m : donkergrijze, fijnzandige, kleiige, grove leem (723), uiterst slecht gesorteerd.

4,55 - 6,5 m : grijze, kompakte, uiterst slecht gesorteerde, kleiige, grove leem (722).

Alle verdelingskurven vertonen een sterke overmaat aan fijne bestanddelen; van de basis naar de top, gaat hun vorm van platykurtisch, over mesokurtisch, naar uiterst leptokurtisch, wat gepaard gaat met een vergroving en minder slechte sortering van het materiaal.

Een duidelijk onderscheid is te maken tussen de bovenste zandige afzetting en de volgende fijnere sedimenten op basis van hun zware mineraleninhoud.

Bovenaan komen 80 % ubikwisten voor, met toermalijn (62 %) als voornaamste mineraal, gevolgd door zirkoon (14 %) en rutiel (4 %). De parametamorfe mineralen nemen 18 % voor hun rekening, waarvan de helft andaloësiet, gevolgd door distheen (6 %) en stauroliet (3 %). Ook worden 2 % granaat gevonden.

In de onderste afzettingen komen gemiddeld 92 % ubikwisten voor; hun aantal stijgt van 86 % onderaan tot 96 % bovenaan. Met een gemiddelde van 56 % is zirkoon hierin het belangrijkste mineraal, gevolgd door rutiel (26 %) en toermalijn (10 %). Het gehalte aan parametamorfe mineralen vertoont het omgekeerde verloop: stauroliet (meer dan 3 % gemiddeld) domineert hier licht over andaloësiet en distheen.

VIII.1.5. Mettet - Biesmerée - Groeve Lepoivre (fig. 1.67., fig. 89d)

Coördinaten : x = 127,36

y = 109,35

Hoogteligging : + 245 O.P.

Stratigrafische ligging volgens geologische kaart : Oligoceen op Viseaan.

De configuratie van de groeve liet niet toe de dikte van de lagen, wel de stratigrafische opeenvolging, aan te geven

- Kwartaire leembekleding
- geel, glimmerhoudend, slecht gesorteerd, zeer fijn zand (619)
- rode klei
- bruine, zeer slecht gesorteerde fijne leem (621), die lateraal overgaat in de voorgaande rode klei
- grijs, slecht gesorteerd, zeer fijn zand (620), in contact met de Viseaan-kalksteen.

De verdelingskurve vertoont een overmaat aan fijne deeltjes onderaan, maar is symmetrisch voor het topzand; de vorm gaat van leptokurtisch tot uiterst leptokurtisch.

De zware mineraleninhoud is gekenmerkt door een overmaat aan ubikwisten (gemiddeld 92 %); met een gemiddelde van 70 % is zirkoon het belangrijkste mineraal in deze groep, gevolgd door rutiel (14 %) en toermalijn (8 %). Naast één enkele epidootkorrel komen nog slechts parametamorfe mineralen voor, vnl. bestaande uit stauroliet en distheen.

VIII.1.6. Florennes (fig. 1.68.)

Coördinaten : x = 166,53

y = 102,79

Hoogteligging : + 270 O.P.

Stratigrafische ligging volgens geologische kaart : Landeniaan op Tournaisiaan.

De kleine groeve bevat wit, zeer slecht gesorteerd, zeer fijn zand (NF 219), dat naar onder toe rode aanrijgingsbanden vertoont. De verdelingskurve is positief asymmetrisch, met een uiterst leptokurtische vorm.

De zware mineraleninhoud is gekenmerkt door een overmaat aan ubikwisten (96 %), waarin zirkoon (77 %) het belangrijkste mineraal is, gevolgd door rutiel (16 %); toermalijn en anataas halen respectievelijk slechts 2 en 1 %. Daarnaast komen slechts 3 % distheen en 1 % stauroliet voor.

VIII.1.7. Florennes - Saint-Aubin (fig. 1.69., fig. 90a)

Coördinaten : x = 163,38

y = 106,10

Hoogteligging : + 267 O.P.

Stratigrafische ligging volgens geologische kaart : Oligoceen (Ona) op Tournaisiaan.

- 0 - 2 m : Kwartaire bedekking van kleiige, middelmatige leem.
2 - 2,8 m : grijze, plastische, zeer-fijnlemige klei (736), met rode lenzen.
2,8 - 2,9 m : gerubefiëerde chertkeien in een kleimatrix.
2,9 - 4,3 m : bleekbruine, plastische, zeer-fijnlemige klei (735) met grijze lenzen.
4,3 - 5,2 m : helderbruine, uiterst slecht gesorteerde, zeer-fijnzandige grove leem (734).
5,2 - 6,2 m : bruine, uiterst slecht gesorteerd kleiige, grove leem (733), met rode vlekken.

De verdelingskurven vertonen alle een overmaat aan fijn materiaal en hebben een platykurtische vorm.

Naast enkele korrels distheen en stauroliet, en één enkele van epidoot, komen bij de zware mineralen slechts ubikwisten voor. Beneden de chertlaag bedraagt het gehalte aan toermalijn gemiddeld 8 % en stijgt erboven tot 27 %. Het percentage aan zirkoon neemt naar boven langzaam toe en bedraagt gemiddeld 70 %; boven de chertlaag valt het terug tot 55 %, niettegenstaande het sediment fijner wordt. Dat van rutiel (gemiddeld 19 %) vertoont juist het tegenovergestelde verloop.

VIII.1.8. Mettet - St. Gérard (Maison) (fig. 1.70., fig. 90b)

Coördinaten : x = 173,82

y = 116,42

Hoogteligging : + 240 O.P.

Stratigrafische ligging volgens geologische kaart : Oligoceen (On) op Tournaisiaan.

- 0 - 1 m : Kwartaair leemdek, dat naar de basis toe zandiger wordt.
1 - 2,5 m : wit, middelmatig gesorteerd, zeer fijn zand (664), met een positief asymmetrische distributiekurve, waarvan de vorm zeer leptokurtisch is.

De ubikwisten nemen 66 % van het totaal aantal zware mineralen

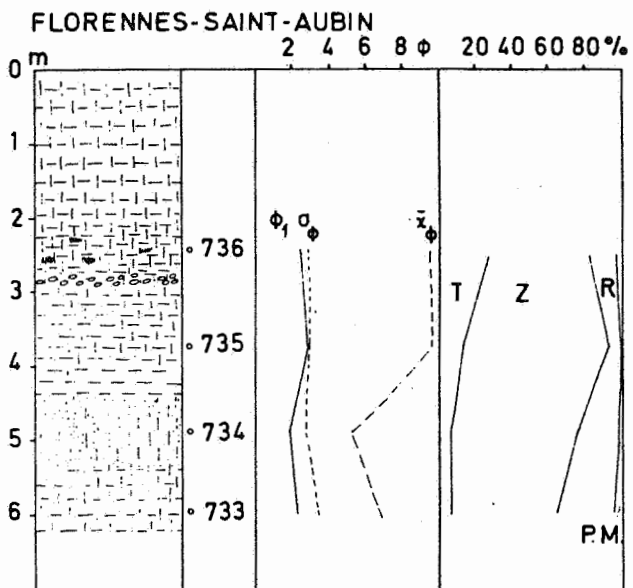


Fig. 90a

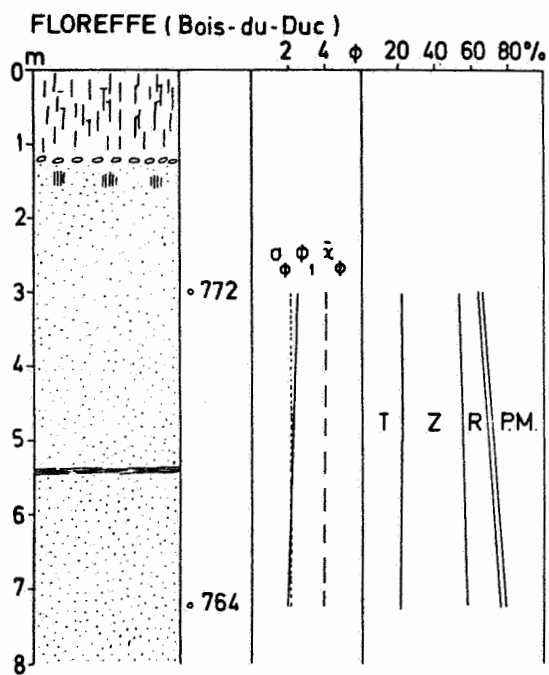


Fig. 90c

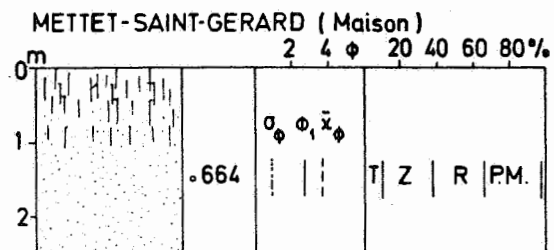


Fig. 90b

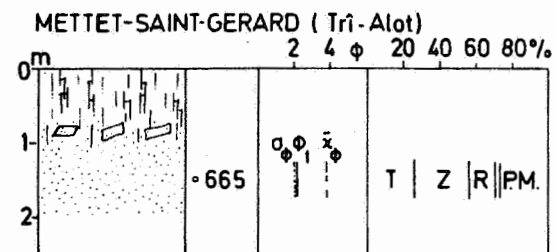


Fig. 90d

voor hun rekening. Zirkoon en rutiel halen beide 28 %, toermalijn 10 %. Het gehalte aan parametamorfe mineralen bedraagt 32 %, met voornamelijk distheen (16 %) en stauroliet (14 %), naast nog 2 % andaloësiet. Bovendien komt nog 2 % granaat voor.

VIII.1.9. Mettet - St. Gérard (Trif-Alot) (fig. 1.71., fig. 90d)

Coördinaten : x = 177,87

y = 116,15

Hoogteligging : + 242 O.P.

Stratigrafische ligging volgens geologische kaart : niet aangeduid, wel Oligoceen (On)-lobben op naburig Dinantiaan : Namuriaan vormt substraat.

0 - 1 m : Kwartair zandleemdek met zandsteenblokken aan de basis.

1 - 2 m : witgeel, zeer slecht gesorteerd, zeer fijn zand (665), met positief sterk asymmetrische verdelingskurve, waarvan de vorm uiterst leptokurtisch is.

De zware mineralen bevatten 72 % ubikwisten, met 30 % zirkoon en 26 % toermalijn, naast 14 % rutiel en 2 % anataas. Daarnaast komen nog 28 % parametamorfe mineralen voor, met distheen (16 %) als voornaamste bestanddeel, stauroliet haalt 6 %, terwijl nog 4 % andaloësiet en 2 % sillimaniet voorkomt.

VIII.1.10. Floreffe (Bois-du-Duc) (fig. 1.72., fig. 90c)

Coördinaten : x = 179,30

y = 122,05

Hoogteligging : + 242 O.P.

Stratigrafische ligging volgens geologische kaart : niet aangeduid, wel Oligoceen (Ona, Onx, Om)-lob in de nabijheid; Siegeniaan vormt substraat.

0 - 1,2 m : Kwartair leemdek met basisgrint

1,2 - 2,0 m : bruin-oranje, kleilig, zeer fijn zand

2,0 - 5,4 m : geel, glimmerhoudend, zeer slecht gesorteerd, zeer fijn zand (772)

5,4 - 5,45 : dun kleilig laagje

5,45 - 8,0 m : geel, zeer slecht gesorteerd, zeer fijn zand (764).

De verdelingskurve is positief sterk asymmetrisch onderaan, positief asymmetrisch bovenaan : de vorm is uiterst leptokurtisch.

De zware mineralen bevatten gemiddeld 72 % ubikwisten, met

zirkoon (33 %) als voornaamste bestanddeel; toermalijn haalt gemiddeld 22 %, rutiel 15 % en de Ti-mineralen (anataas en brookiet) 2 %.

Daarnaast komen nog enkel parametamorfe mineralen voor: stauroliet (14 %) is hierin de voornaamste vertegenwoordiger, gevolgd door distheen (gemiddeld 8 %), sillimaniet (3 %) en andalooesiet (2 %).

VIII.2. Korrelgrootteverdeling en afzettingsomstandigheden

VIII.2.1. Korrelgrootteverdeling

Uit de \bar{x}_ϕ/σ_ϕ - en α_3/σ_ϕ -diagrammen (fig. 91) blijkt dat de twee sediment-groepen van deze reeks ontsluitingen, die op basis van zware mineralenverdeling kunnen onderscheiden worden, elk bestaan uit fijne en grovere sedimenten, die textureel duidelijk van elkaar verschillen.

De oudste afzettingen, die voorkomen te Mettet - Oret (groeven Delbar-Noord, beneden 12,5 m, en Mahieux, beneden + 10 m), Gerpennes (beneden 0,70 m), Mettet - Biesmerée, Florennes, Florennes - St. Aubin (onder de chertlaag op 2,8 m), Mettet - St. Gérard (Maison en Tri-Alot) en Floreffe, bestaan uit zeer fijn zand, waarvan de gemiddelde afmeting \bar{x}_ϕ begrepen is tussen 3 en 4,25 ϕ (fig. 91a). Ze zijn slecht tot zeer slecht gesorteerd (σ_ϕ tussen 1 en 2,25 ϕ) en hun verdelingskurve is positief tot positief sterk asymmetrisch, met een uiterst leptokurtische vorm.

Daarin geïnterkaleerd komen fijnzandige of kleiige lemen tot kleiige fijne zanden voor, met een gemiddelde afmeting \bar{x}_ϕ tussen 5 en 7,5 ϕ (fig. 91a); ze zijn uiteraard uiterst slecht gesorteerd (σ_ϕ tussen 2,25 en 3,75 ϕ).

In een zone, die nauw aansluit bij het ontsluitingsgebied van de Formatie van Brussel ten zuiden van de Samber, komen hierop textureel verschillende sedimenten voor: Mettet - Oret (groeven Delbar-Noord, boven 12,5 m, Mahieux, boven 10 m, en Pécriaux), Florennes - St. Aubin (boven 2,8 m), Gerpennes (boven 0,7 m). De zandige afzettingen bestaan grotendeels uit fijn zand, met een gemiddelde korrelafmeting \bar{x}_ϕ , begrepen tussen 2,75 en 4,5 ϕ , dat middelmatig tot uiterst slecht gesorteerd is: σ_ϕ gelegen tussen 0,5 en 3,5 ϕ (fig. 91a). Hun verdelingskurven zijn grotendeels positief sterk asymmetrisch en hebben een uiterst leptokurtische vorm.

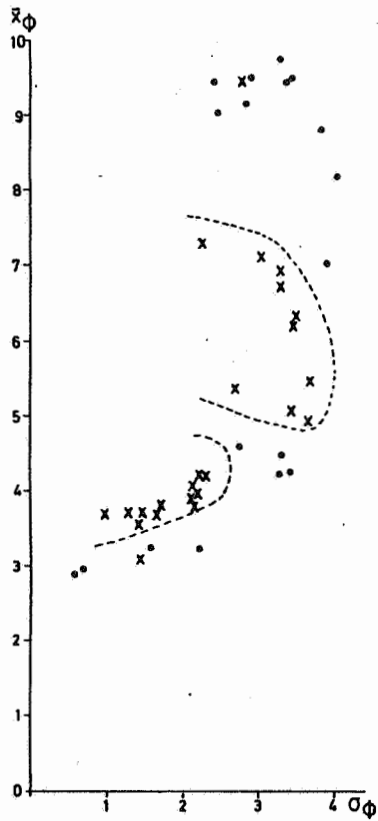


Fig. 91a

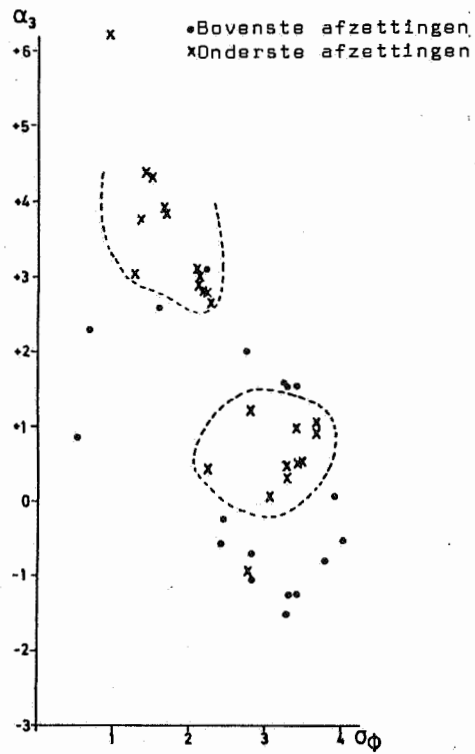


Fig. 91b

Fig. 91. Parameter-diagrammen van Post-Eocene sedimenten (III).

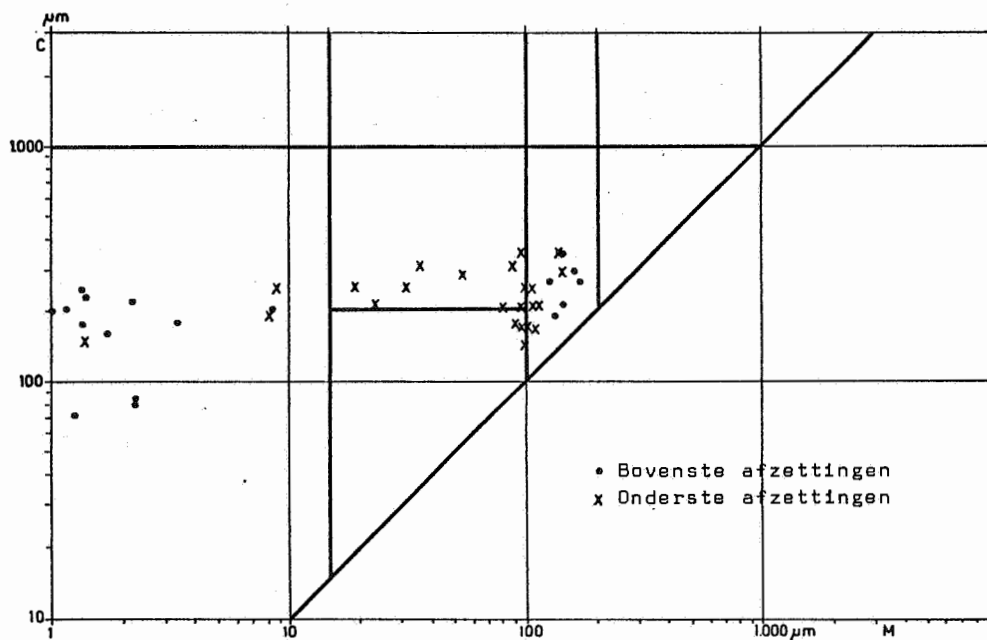


Fig. 92. C/M-diagram van Post-Eocene sedimenten (III).

De fijne sedimenten die erin voorkomen, zijn fijnzandige tot lemige kleien, waarvan de gemiddelde afmeting \bar{x}_ϕ groter is dan 8ϕ (fig. 91a).

VIII.2.2. C/M-diagram

De zandige sedimenten van de onderste afzettingen liggen in het diagram (fig. 92) sterk gegroepeerd in een zone waar de klassen V, VI en VII volgens PASSEGA, samenkomen. De meeste zijn afgezet uit een zwak of matig turbulente, gegradeerde suspensie, met gerolde korrels kleiner dan 1 mm, die een hele tijd in suspensie zijn kunnen vervoerd worden. Het overgrote deel van de fijnere sedimenten behoren tot de uniforme suspensie-afzettingen, enkele tot de zeer fijne uniforme suspensie-afzettingen.

De bovenste fijne zanden zijn alle matig turbulente, gegradeerde suspensiesedimenten, terwijl de geïnterkaleerde fijnzandige tot lemige kleien ontstaan zijn uit een zeer fijne, uniforme suspensie (fig. 92).

VIII.2.3. Waarschijnlijkheidskurven

De meeste kumulatieve kurven (fig. 93a) van de zeer-fijnzandige sedimenten uit de onderste afzettingen bevatten een traktie-populatie, die 1 tot 4 % inneemt van de totale curve. Het breekpunt met de saltatiepopulatie is gelegen tussen 2 en 3 ϕ .

De sedimenten te Mettet - Oret (groeven Delbar-Noord en Mahieux), Mettet - Biesmerée (619) en Floreffé bevatten twee saltatiepopulaties, waarvan het breekpunt gelegen is tussen 3 en 3,5 ϕ . De overige zanden hebben slechts één saltatiepopulatie.

Overal is een suspensiepopulatie aanwezig, die ongeveer 10 % van de totale curve inneemt.

Uit de vergelijking met kumulatieve kurven op waarschijnlijkheidspapier van sedimenten uit gekende, moderne afzettingssomgevingen (G. VISHAR, 1969) blijkt dat we te maken hebben met sedimenten, afgezet nabij de kust. Deze met twee saltatiepopulaties zouden in de golfzone zijn afgezet, terwijl deze met één saltatiepopulatie iets verder van de strandzone, onder dieper water zijn afgezet. De aanwezigheid van een belangrijke suspensiepopulatie wijst op de betrekkelijk lage energie van het milieu (zwak tot matig turbulent volgens PASSEGA).

De kumulatieve waarschijnlijkheidskurven (fig. 93a) van de

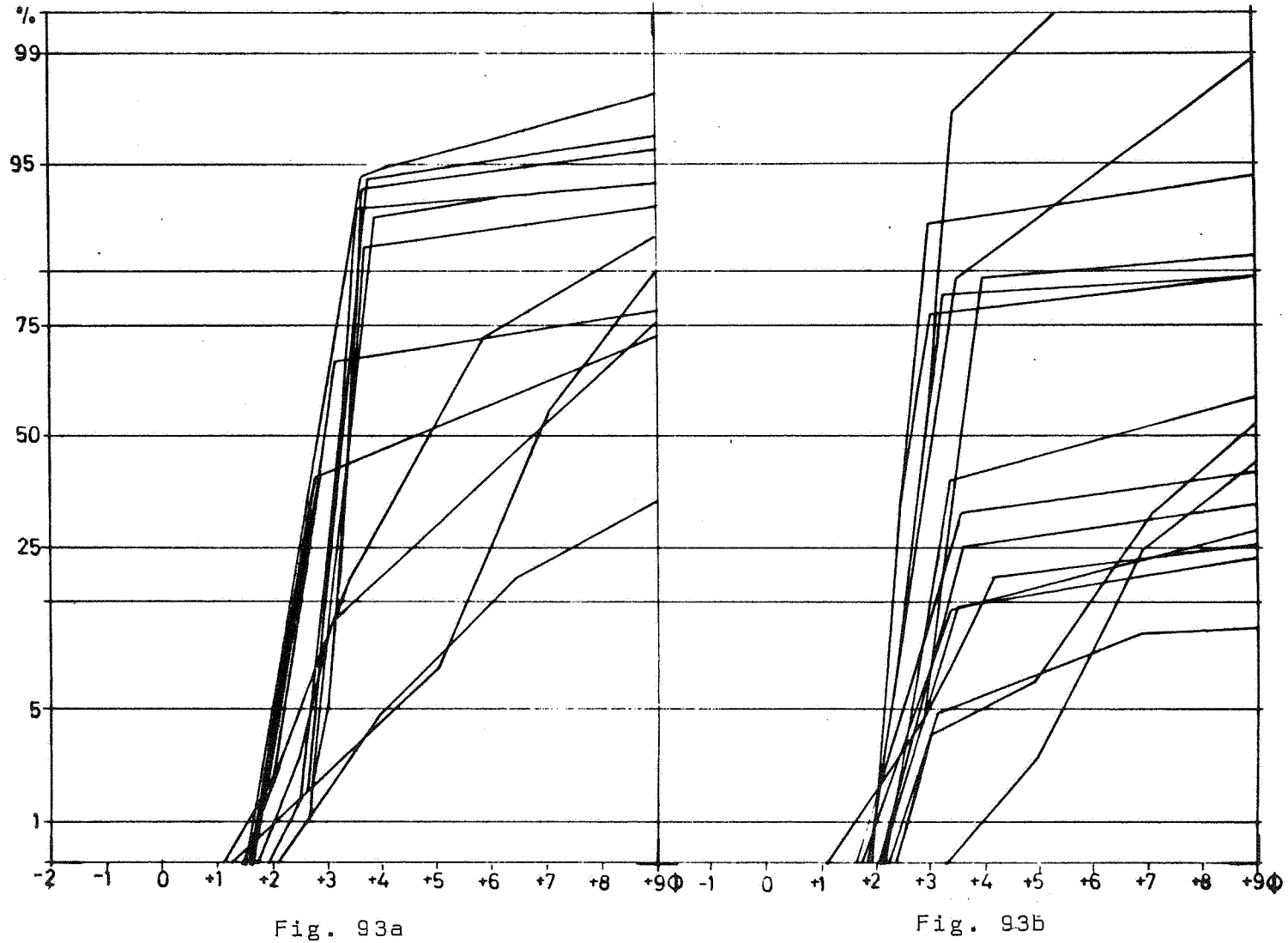


Fig. 93. Kumulatieve kurven van Post-Eocene sedimenten (III).

fijnere sedimenten in de onderste afzettingen vertonen drie delen. Een eerste, eerder steil verlopende populatie, beslaat ongeveer 20 % van de kurve en heeft een breekpunt met de volgende, gelegen rond 3 ϕ . Daarop volgt een vlakker gedeelte, dat 20 tot 40 % van het totaal beslaat, en een volgende breekpunt heeft, gelegen tussen 4 en 6 ϕ , afhankelijk van de belangrijkheid van deze populatie. Het laatste deel van de kurve vertoont nog een vlakker verloop en neemt meestal het grootste deel ervan in.

Deze sedimenten zouden overeenkomen met afzettingen, gevormd op ondiepe delen nabij getijdenlaten, waarop laag-energetische voorwaarden heersen (K.H. SINDOWSKI, 1957, G. VISHER, 1969).

De zandige sedimenten uit de bovenste afzettingen vertonen slechts twee populaties in hun kumulatieve waarschijnlijkheidskurve (fig. 93b). Een saltatiepopulatie neemt 70 tot 80 % van de kurve in en heeft een breekpunt met de suspensiepopulatie gelegen rond 3 ϕ . De kurve vertoont het typische beeld van een riviersediment uit het hoofdkanaal (G. VISHER, 1969).

Ook de fijnere sedimenten uit deze afzetting geven hetzelfde beeld, met dit verschil dat de saltatiepopulatie slechts 20 tot 30 % van de kurve uitmaakt. Ze zouden in minder energetische delen nl. op de alluviale vlakte of na doorbraak van een oeverwal ontstaan zijn.

VIII.2.4. Korrelgrootte-indices

De afzettingsomgevingen, afgeleid uit de granulometrische indices volgens DOEGLAS (1968), zijn voor de onderste zandige afzettingen van de beschouwde ontsluitingen gelokaliseerd langs de kust : voornamelijk lagunaire, estuarium-, wadden-, ondiep mariene en delta front-sedimentatieomstandigheden worden aangegeven. De fijnere sedimenten die hiermee samen voorkomen blijken volgens deze methode uit een estuarium-omgeving afkomstig te zijn.

De bovenliggende afzettingen, zowel de zandige als de kleiig-lemige, blijken geassocieerd te zijn met fluviatiele processen; naast wadden-, delta front- en estuariumomgevingen, domineren de zuivere rivierafzettingen tussen de mogelijke sedimentatieomstandigheden.

VIII.3. Zware mineralen

De sedimenten uit deze groep ontsluitingen bevatten zeer veel

ubikwisten, meer in de onderste afzettingen dan in de bovenste, en ook meer in de fijnste sedimenten. Granaat en epidoot komen slechts zeer sporadisch voor en het overige deel wordt ingenomen door parametamorfe mineralen. Opmerkelijk in deze laatste groep is het voorkomen van andaloësiet in relatief belangrijke hoeveelheden; de aangetroffen korrels zijn groot en afgerond en gelijken sterk op deze variëteit, die wordt aangetroffen in de sedimenten van de Formatie van Brussel.

In de oudste afzettingen van deze groep overheerst zirkoon (41 %) bij de ubikwisten, gevolgd door toermalijn (22 %) en, in mindere mate, door rutiel (19 %) bij de grofste, en in omgekeerde volgorde bij de fijnste sedimenten. In de groep van de parametamorfe mineralen zijn distheen en stauroliet (beide 5 %) de belangrijkste leden, gevolgd door andaloësiet (3 %), terwijl sillimaniet (+ 1 %) slechts in kleine hoeveelheden voorkomt. Deze associatie stemt grotendeels overeen met degene die in de meeste sedimenten uit de Formatie van Brussel ten zuiden van de Samber wordt gevonden.

In het ruitdiagram (fig. 94a) ligt het grootste deel van de punten van de zandige afzettingen langs de rechterbovenzijde, in de zone met meer dan 60 % zwaardere mineraalsoorten, wat op een afzettingsmilieu wijst met middelmatige tot min of meer hoge energie. De fijnste sedimenten bevatten meer dan 80 % zwaardere mineraalsoorten, wat te wijten is aan het hoger aantal zirkoonkorrels (dichtheid groter dan 4,2) wegens de fijnheid van deze sedimenten. Dit komt vooral tot uiting in het dichtheidsdriehoeksdiagram (fig. 94a).

De bovenste sedimenten bevatten vooral toermalijn (49 %) in de groep van de ubikwisten, naast lagere gehalten aan zirkoon (17 %) en rutiel (10 %). Bij de parametamorfe mineralen komt andaloësiet (5 %), stauroliet (8 %) en distheen (5 %) in belangrijke mate voor. Een gelijkaardige verdeling wordt gevonden in sedimenten uit de Formatie van Brussel, die voorkomen ten noorden van de Samber.

Bijna alle punten voor deze sedimenten liggen langs de rechterbovenzijde van het ruitdiagram (fig. 94b), in het gebied met minder dan 60 % zwaardere mineraalsoorten, zelfs met minder dan 40 % voor de zandige afzettingen; dit wijst op een heel wat kalmere omgeving dan die waarin de onderste sedimenten zijn afgezet.

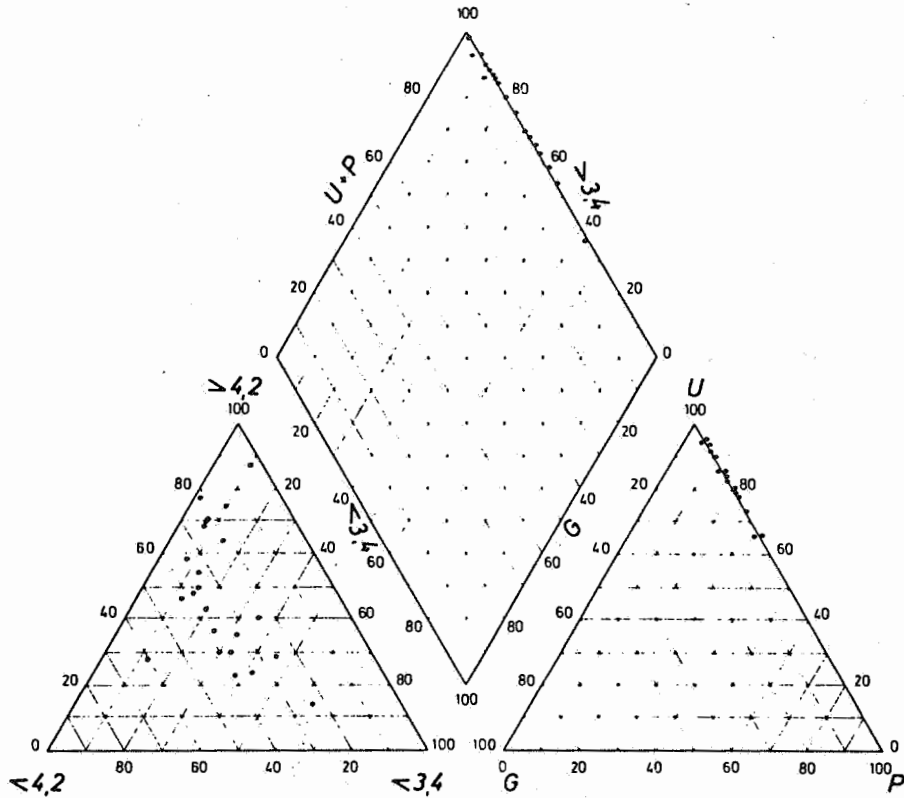


Fig. 94a. Zware-mineraleninhoud van Post-Eocene sedimenten (III, onderste afzettingen).

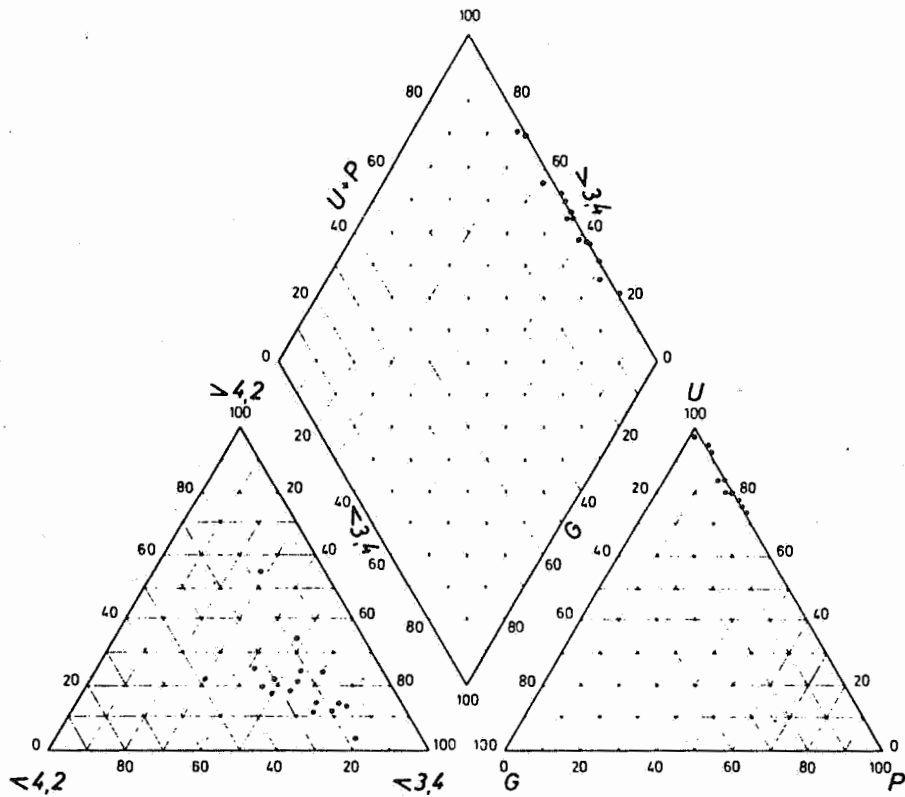


Fig. 94b. Zware-mineraleninhoud van Post-Eocene sedimenten (III, bovenste afzettingen).

VIII.4. Besluit

De sedimenten uit deze reeks ontsluitingen behoren duidelijk tot twee verschillende groepen. De onderste afzettingen zijn van mariene oorsprong, afgezet nabij de kust, in een matig turbulente omgeving, of in de nabijheid van een riviermonding. Volgens hun zware-mineraleninhoud zijn ze analoog aan de sedimenten van de Formatie van Brussel ten zuiden van de Samber. Ook de korrelgrootteverdeling van de zanden uit de twee afzettingen vertonen een zekere gelijkheid, zoals blijkt bij de vergelijking van de \bar{x}_ϕ/σ_ϕ -diagrammen (fig. 23 en 91) : de laatste besproken sedimenten zijn enkel iets fijner, door het achterlaten van de grove bestanddelen en beter geklasseerd door de golfwerking.

Later werden op de mariene afzettingen, fluviatiele sedimenten afgezet, die, volgens hun zware mineralenassociatie, sterk gelijken op de sedimenten uit de Formatie van Brussel, nu gelegen ten noorden van de Samber. Ook deze zanden ondergingen een verfijning door het achterblijven van de grove fraktie, maar het minder selekterende en kalmere fluviatiele milieu bracht geen verandering teweeg in de sortering van de sedimenten (fig. 22 en 91).

HOOFDSTUK IX

Synthese

IX.1. Formatie van Landen

De zware mineralen van deze sedimenten bevatten veel ubikwisten, in de noordelijk gelegen ontsluitingen van het onderzoeksgebied overheerst zirkoon binnen deze groep, terwijl in de omgeving van Chimay en aan de top te Viroinval - Dourbes toermalijn domineert, wat vermoedelijk te wijten is aan de kalmere afzettingsomstandigheden. Daarnaast komen nog bijna enkel parametamorfe mineralen voor, met in de meeste gevallen distheen als voornaamste vertegenwoordiger.

Die associatie komt overeen met deze, die gevonden wordt in het bovenste deel van de Formatie van Landen, de Zanden van Bray, afgezet ten noorden van de Samber. De korrelgrootteverdeling van de sedimenten vertoont eveneens een sterke gelijkenis met deze van bovenvernoemde zanden, alhoewel een slechtere sortering optreedt.

Diverse methoden voor het bepalen van de afzettingsomstandigheden, gebaseerd op de resultaten van de granulometrische analyses, wijzen op een fluviatiele sedimentatieomgeving : dit verklaart de slechtere sortering van het materiaal hier, in vergelijking met dat, wat in het noorden onder litorale voorwaarden werd afgezet. Ook sedimenten uit de top van de onderliggende, z.g. mariene, Zanden van Grandglise (te Erquelinnes en Beaumont - Thirimont) vertonen granulometrische kenmerken, die sterk gelijk zijn op deze van de hier onderzochte sedimenten. Vermoedelijk hebben fluviatiele afzettingsfactoren hun invloed reeds laten gelden in deze streek op het einde van de sedimentatieperiode van dit laatste lid.

IX.2. Formatie van Ieper

De sedimenten uit de ontsluitingen van Estinnes - Peissant, Sivry - Rance en Beaumont houden in hun zware-mineralenassociatie vnl. ubikwisten en parametamorfe mineralen in : binnen de eerste groep overheerst zirkoon, gevolgd door rutiel. Stauroliet en distheen komen, globaal gezien, evenveel voor binnen de tweede groep.

Zowel mineralogisch als granulometrisch komt het grootste deel van deze sedimenten overeen met deze uit de top van de afzettingen van de Formatie van Ieper - Lid van Egem uit het noordelijk

ontsluitingsgebied.

De sedimentatie gebeurde eerst op een vlakke voorkust. Bij regressie van de zee ontstond vermoedelijk een getijde-afzetting, waarvan de kleiig-zandige supratidale afzettingen worden weergevonden aan de top van de onderzochte profielen.

In dit verband is het merkwaardig, dat in het gebied Tussen-Samber-en-Maas en de onmiddellijke omgeving ervan, aan de top van wat als Formatie van Ieper moet aangezien worden, reeds sedimentatieomstandigheden heersten, die in het noorden worden weergevonden in het bovenliggende lid (Formatie van de Mont Panisel - Lid van Pittem). Een analoog verschijnsel wordt aangetroffen in de bovenste sedimenten van de z.g. "mariene" Zanden van Grandglise uit de Formatie van Landen in de omgeving van Erquelinnes en Beaumont - Thirimont.

IX.3. Formatie van Brussel

De zware-mineraleninhoud van deze sedimenten is ten zuiden van de Samber gekenmerkt door een overmaat aan ubiquisten, waarin zirkoon domineert, daarnaast komen nog alleen parametamorfe mineralen voor.

Naarmate men hoger opklimt in de profielen verhoogt het gehalte aan toermalijn, ten nadele van dat aan zirkoon : het gaat overheersen aan de top van de ontsluitingen, evenals in deze afzettingen ten noorden van de Samber. Op dezelfde manier vermindert het gehalte aan stauroliet bij de parametamorfe mineralen en verhoogt dat aan andaloësiet, dat voorkomt onder de vorm van grote, sterk-pleochroïstische, afgeronde korrels. Deze associatie met veel toermalijn en met de typische andaloësiet wordt ook gevonden langs de zuidrand van de doorlopende bedekking van de Formatie van Brussel.

Bij de sedimenten treedt een vergroving op, naarmate men hoger opklimt in de profielen ten zuiden van de Samber en men zich van zuid naar noord verplaatst . De fijnste sedimenten schijnen afgezet te zijn op een vlakke, weinig-energetische kust, terwijl de grovere gevormd werden onder invloed van sterke kuststromingen of in hoog-energetische getijdekanalen.

IX.4. Post-Eoceen. Groep I

De sedimenten van deze groep, waarvan de ontsluitingen vnl. voorkomen langs de Maas en op de Condroz, bevatten binnen hun zware-mineralenverdeling, vooral ubikwisten, met zirkoon als voornaamste vertegenwoordiger, gevolgd door rutiel en toermalijn, en in mindere mate anataas. Stauroliet is het belangrijkste lid van de parametamorfe mineralen, waarna distheen, andalooesiet en sillimaniet volgen. Granaat en epidoot halen gemiddeld maar een half procent, terwijl pyroxenen en amfibolen nauwelijks voorkomen.

De Oligoceen-sedimenten (Formatie van Tongeren, van de Rupel en van Voort), waarnaar in de eerste plaats moet uitgekeken worden voor korrelatie met de hier beschreven afzettingen, bevatten allemaal veel ubikwisten, waartussen zirkoon domineert (S. GEETS, 1979). In de groep van de parametamorfe mineralen komen evenveel stauroliet als distheen voor, of overheerst stauroliet (Formatie van Voort). Daarnaast echter komen belangrijke hoeveelheden granaat en epidoot, en zelfs niet te verwaarlozen percentages amfibolen voor. De zeer lage gehalten van deze mineralen in de hier onderzochte sedimenten, kan op twee manieren verklaard worden :

1° Algemeen wordt aangenomen, dat granaat, epidoot en amfibolen in het Tertiair van de Noordzee afkomstig zijn van de metamorfe sokkel van Schotland, het noordelijk Orkney-Shetland-platform en Fennoskandië (A.C. MORTON et al., in druk), terwijl de ubikwisten en de parametamorfe mineralen geleverd werden door het massief van Cornwall, het Centraal Massief, de Vogezen en het Zwarte Woud, de Ardennen en het Rheinische Schiefergebirge. Nu heeft de noordelijke mineraleninvloed zich niet volledig tot in het zuiden laten gelden en werden deze mineralen nooit in deze rivier- of nabijekustsedimenten afgezet.

2° Ze werden oorspronkelijk wel afgezet (bvb. te Engis - Lion en te Wanze - Vinalmont komen onderaan resp. 20 en 8 % granaat voor), maar nadien vernietigd door bodemprocessen : ze blijken nl. niet stabiel te zijn in een licht-zure omgeving (A.C. MORTON, 1980).

De sedimenten, die gelegen zijn langs de Boven-Maas tot Namen, ontstonden in een fluviatiel milieu. De echte rivierkanaalafzettingen overheersen vnl. in de ontsluitingen van Anhée - Bioul, Hastière - Waulsort (Freyr) en Houyet - Celles, terwijl de kalmere sedimentatieomstandigheden van de alluviale vlakte en nevenomgevingen te Onhaye gevonden worden.

De grofste afzettingen worden aangetroffen in de zuidelijkste profielen (Hastière - Waulsort (Freyr) en Houyet - Celles) : de belangrijkste grove fraktie (kleinste ϕ_1 -waarden) van het fijn zand, zeer fijn zand, middelmatig zand, kleilig fijn zand en zeer-fijnzandige grove leem worden hier gevonden. Ook de zware-mineralenverdeling wijst in deze zin : binnen de groep van het fijne zand, groflemig, fijn zand en kleilig, fijn zand wijst hun plaats in het ruitdiagram op de meest-turbulente afzettingen binnen eenzelfde textuur-klasse. Duidelijk stroomde de rivier (een soort pre-Maas ?) van zuid naar noord.

In de grote ontsluitingen van Anhée - Bioul wordt een duidelijke vergroving naar boven toe waargenomen, die afgesloten wordt met een grintlaag, waarop sedimenten van Groep II zijn afgezet. De zware-mineraleninhoud van de bovenste afzettingen van Groep I wijzen reeds op de invloed van een andere aanvoer. Vermoedelijk heeft zich een regressie voorgedaan, die de erosiebasis verlaagde en deze vergroving teweegbracht.

De sedimenten uit de vindplaatsen van deze groep, die gelegen zijn langs de Maas tussen Namen en Luik en op de Condroz, werden afgezet onder zeer ondiepe litorale omstandigheden, onderhevig aan getijdewerking. In sommige noordelijk gelegen ontsluitingen (Andenne en Hoei) werd eveneens het contact met Groep II waargenomen : dit gebeurt hier slechts licht-, of helemaal niet, erosief : de regressie op het einde van deze afzettingsperiode moet geen grote omvang genomen hebben, opdat ze hier nauwelijks merkbaar zou zijn.

IX.5. Post-Eoceen. Groep II

Dok deze sedimenten bevatten vooral ubikwisten, alhoewel minder dan in Groep I; nu overheerst toermalijn duidelijk over zirkoon en rutiel, terwijl ook het gehalte aan anataas is gestegen. Binnen de groep van de parametamorfe mineralen is distheen gemiddeld de belangrijkste vertegenwoordiger. Granaat, pyroxenen en amfibolen komen ook nu slechts sporadisch voor; het epidootgehalte schijnt iets te zijn toegenomen.

In tegenstelling met de voorgaande zware-mineralenverdeling, komen na de Formatie van Brussel in het Belgisch Tertiair weinig sedimenten voor met een vergelijkbare associatie. Slechts in de Zanden van Mol, gans bovenaan de top van het Tertiair, overheerst

toermalijn over zirkoon; daarnaast komen er nog aanzienlijke hoeveelheden granaat en epidoot voor.

In Beneden-Saksen echter, ten westen van de Wezer, komen in het Boven-Eoceen en het Onder-Oligoceen zware mineralen voor, waarin globaal genomen ongeveer 50 % toermalijn voorkomt naast zirkoon en rutiel. Bij de parametamorfe mineralen treedt ongeveer evenveel stauroliet als distheen op, naast een weinig andaloesiet en sillimaniet. Het granaat-, epidoot- en amfiboolgehalte bedraagt samen minder dan 20 %. In het Boven-Oligoceen en het Mioceen overheerst nog toermalijn bij de ubikwisten, maar door een overmaat aan epidoot en amfibolen zijn vergelijkingen met percentages van de andere soorten onmogelijk.

Ook aan de noordrand van het Bekken van Parijs komen in het Boven-Eoceen en het Oligoceen sedimenten voor, waarbij toermalijn het belangrijkste mineraal is in de groep van de ubikwisten, en met evenveel distheen als stauroliet bij de parametamorfe mineralen; granaat en epidoot komen nauwelijks voor (A.C. MORTON, in druk). Vermoedelijk hebben deze afzettingen en de door ons bestudeerde een gemeenschappelijk oorsprongsgebied.

De sedimentatieomstandigheden zijn niet veranderd t.o.v. deze van Groep I. In de ontsluitingen nabij de Maas, ten zuiden van Namen, worden nog steeds fluviatiele afzettingen gevonden : Dinant - Sorinne, Anhée - Bioul, Namen - Naninne en - Wierde. De overige sedimenten, die langs de Maas tussen Namen en Luik zijn afgezet en op de Condroz voorkomen zijn ondiepe kustafzettingen, beïnvloed door de getijdewerking. De minst-fijne sedimenten per textuurklasse worden aangetroffen boven het contact met de sedimenten van Groep I (Anhée - Bioul, Seraing - Bonnelles, Hoei - Ben-Ahin, Hoei - Corphalie).

IX.6. Post-Eoceen. Groep III

De zware-mineralenverdeling van de onderste sedimenten van deze groep is gekenmerkt door een overheersing van zirkoon bij de ubikwisten, terwijl bij de parametamorfe mineralen ongeveer gelijke hoeveelheden distheen en stauroliet voorkomen, naast andaloesiet. Bij de bovenliggende afzettingen is toermalijn het voornaamste mineraal; binnen de groep van de parametamorfe mineralen komen belangrijke hoeveelheden andaloesiet, distheen en stauroliet voor.

Op het eerste gezicht lijken deze verdelingen sterk op degenen die resp. bij Groep I en Groep II worden aangetroffen. De aanwezigheid van grote, afgeronde, sterk-pleochroïstische andaloësiëtkorrels wijst echter overduidelijk op de afkomst van het materiaal. De oudste afzettingen in deze groep, die kenmerken vertonen van een litorale afzetting, zijn afkomstig van de sedimenten van de Formatie van Brussel, die ten zuiden van de Samber werden afgezet. De bovenliggende sedimenten, die in een fluviatiele omgeving zijn afgezet, hebben hun oorsprong in de afzettingen van de Formatie van Brussel, die worden aangetroffen in de lobben ten noorden van de Samber en aan de zuidrand van de doorlopende bedekking van deze Formatie in Midden-België.

IX.7. Besluit

Het onderzoek van de zware mineralen liet toe sedimenten van de Formatie van Landen, van Ieper en van Brussel, die in afzonderlijke lobben voorkomen in Hoog-België, te vergelijken met de analoge afzettingen uit de doorlopende Tertiaire bedekking.

Het onderzoek naar de sedimentatieomstandigheden toont aan, dat de mariene invloed tijdens de afzetting van de Formatie van Landen in het gebied Tussen-Samber-en-Maas zeer gering moet geweest zijn. Zelfs de z.g. mariene Zanden van Grandglise uit de streek van Beaumont (en Erquelinnes) vertonen een sterk fluviatiele invloed, terwijl de Zanden van Bray louter riviersedimenten zijn.

De afzettingen van de Formatie van Ieper uit de streek van Beaumont, die kunnen gekorreleerd worden met deze uit Estinnes - Peissant, zijn duidelijk mariene afzettingen, ontstaan op een vlakke voorkust, die bij voortschrijdende regressie overgingen in litorale getijdeafzettingen. Ze vormen waarschijnlijk een schakel tussen de "Sables de Cuise" uit het Bekken van Parijs en de zanden van het "Lid van Egem" uit het noorden van het Bekken van België.

Ook de sedimenten van de Formatie van Brussel zijn marien : er grijpt duidelijk een vergroving van de basis naar de top plaats, naarmate de verbinding tussen het Bekken van Parijs en dat van België vernauwt, en grovere sedimenten op zandbanken worden afgezet onder invloed van een sterke, zuid-noord-gerichte getijdestroming (F. GULLENTOPS en R. HOUTHUYS, persoonlijke mededeling).

De post-Eocene sedimenten konden op basis van hun zware-mineraleninhoud in drie grote groepen worden ingedeeld. De korrelatie met de noordelijke Tertiaire sedimenten lijkt echter heel wat onduidelijker.

Merkwaardig is, dat in enkele vindplaatsen, nl. te Andenne - Bonneville, Gesves - Mozet, Engis - Lion en Namen - Cognelée, onder de afzettingen van Groep I en vlak bij het Paleozoïsch substraat, sedimenten voorkomen, waarin toermalijn het belangrijkste mineraal is binnen de ubikwistenfamilie. De parametamorfe mineralen bevatten vnl. distheen en stauroliet, naast niet te verwaarlozen gehalten aan andaloosiet.

Deze zware-mineralenassociatie komt, op het ontbreken van granaat, epidoot en amfibool na (waarvoor hierboven reeds een mogelijke verklaring is gegeven), overeen met deze die gevonden wordt in het Zand van Grimmertingen, op de grens van het Eoceen en het Oligoceen (A. RUMES en W. WILLEMS, 1972).

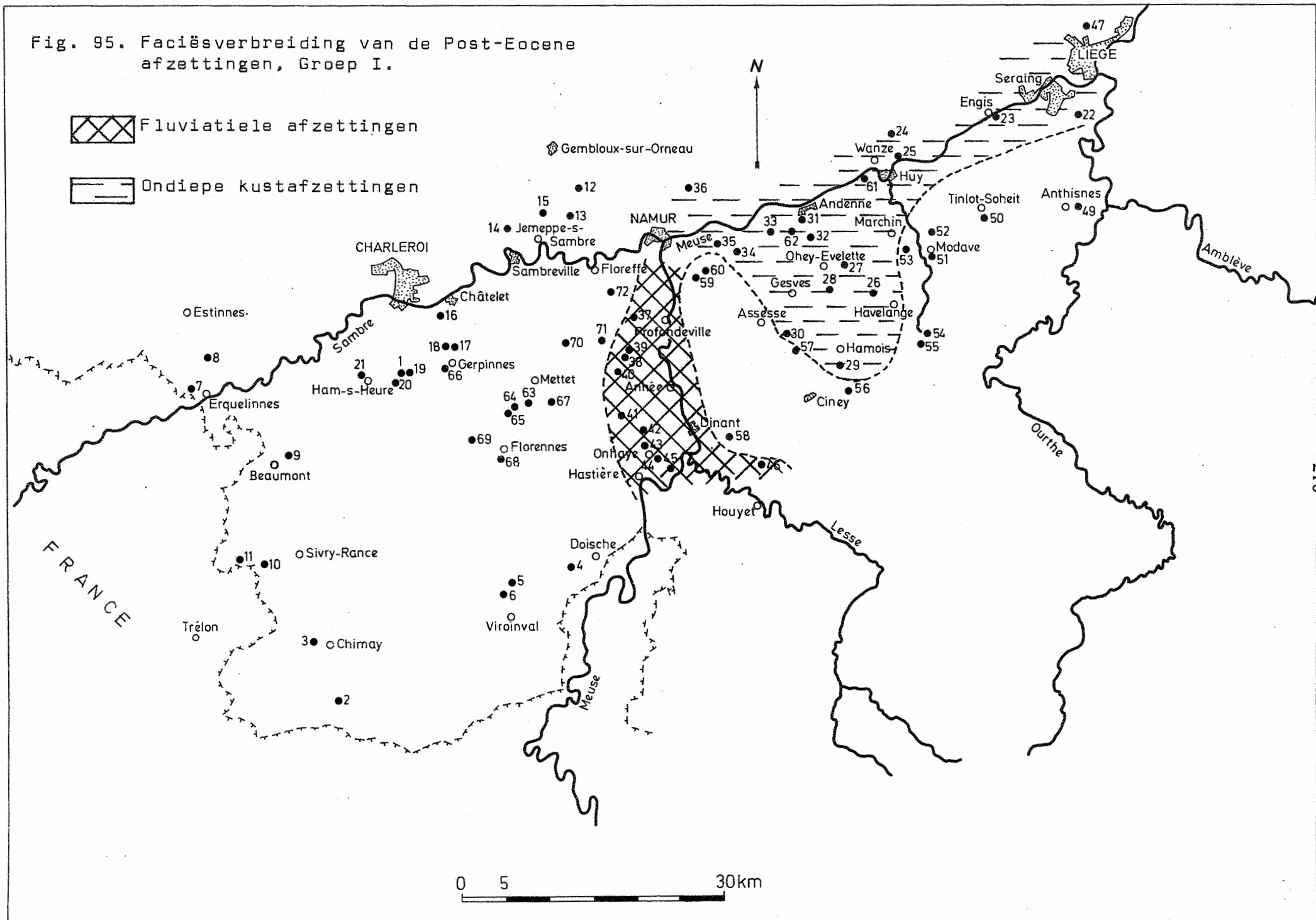
Ze gaan ongemerkt over in de sedimenten van Groep I, waarvan de zware-mineralensamenstelling, weer op het grotendeels ontbreken van granaat, epidoot en amfibolen na, gelijk is op deze, die men vindt in de Formatie van Tongeren.

Met de associatie, die gevonden wordt in de sedimenten van Groep II, afgezet op Groep I na een kleine regressie, die meer naar het oosten zelfs niet merkbaar was, zijn we echter de draad naar het Belgisch Tertiair kwijt, alhoewel de afzettingen zonder twijfel tot het Oligoceen schijnen te behoren (J. THOREZ et al., 1973). Een gelijkaardige zware-mineralensamenstelling wordt wel gevonden in het Boven-Eoceen en het (Onder-)Oligoceen van Nedersaksen en de noordrand van het Bekken van Parijs, wat op een gemeenschappelijk brongebied zou kunnen wijzen. Uit dit zware-mineralenonderzoek zou dan kunnen blijken, dat de afzettingsperiode van het grootste deel van de Tertiaire sedimenten langs de Maas en op de Condroz beperkt is gebleven tot het Oligoceen en misschien wel tot het Onder-Oligoceen.

Litorale afzettingen, beïnvloed door getijdewerking, van Groep I, worden gevonden langs de Maas tussen Namen en Luik en in een golfvormig gebied over de Condroz, in het oosten begrensd door de huidige vallei van de Hoyoux, in het westen door deze van de Samson (fig. 95).

De mariene transgressie, die verantwoordelijk is voor de afzet-

Fig. 95. Faciësverbreiding van de Post-Eocene afzettingen, Groep I.



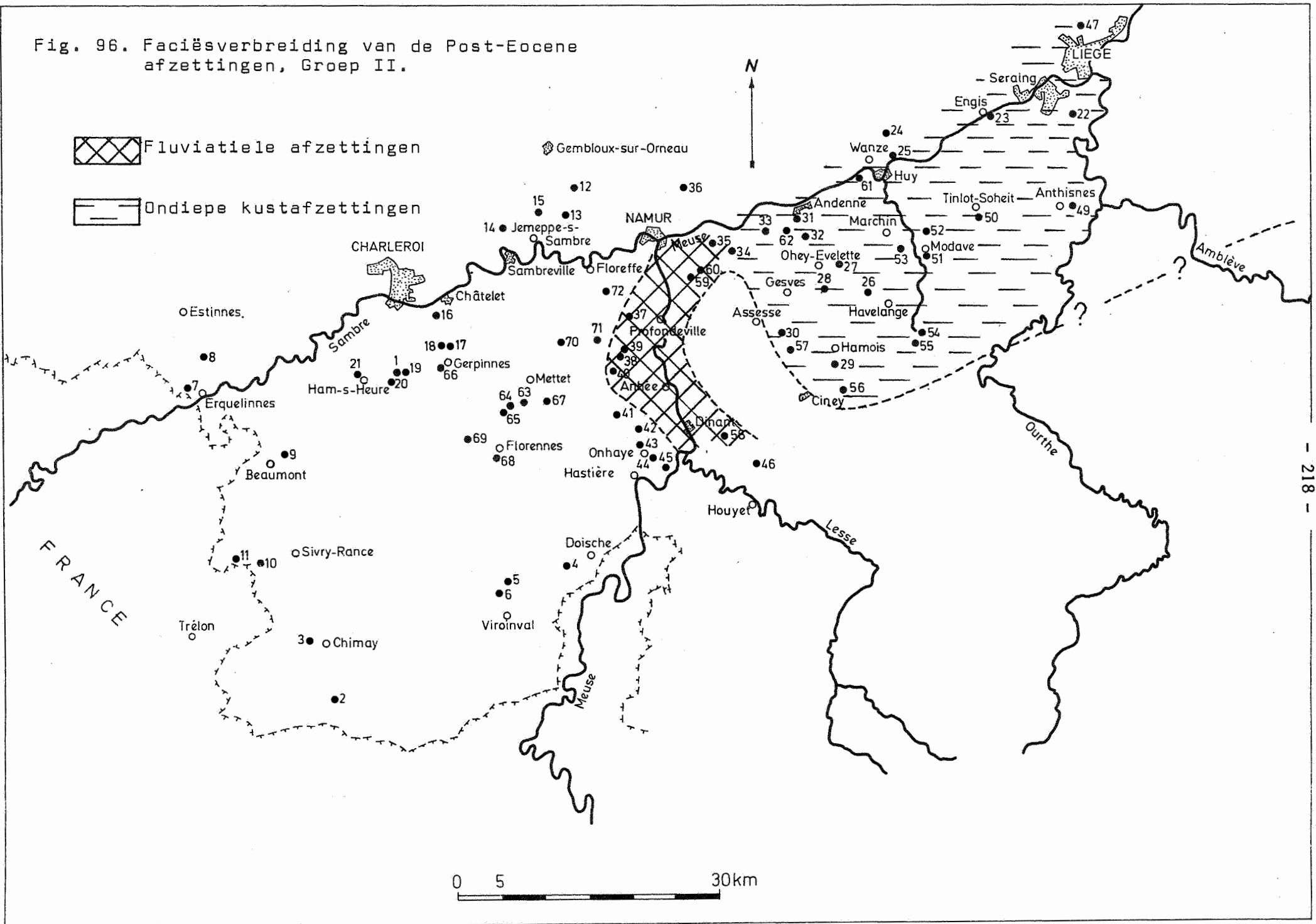
ting van de sedimenten van Groep II, heeft nagenoeg dezelfde grens in het westen en het zuiden bereikt, maar is veel verder naar het oosten doorgedrongen. Zij heeft zich waarschijnlijk, over de oostelijke Condroz, uitgestrekt tot over de Hoge Venen, waar P. BOURGUIGNON (1953-1954) mariene zanden heeft aangetroffen met een identieke zware-mineralen-samenstelling (fig. 96).

In een zone tussen Hastière en Namen, evenwijdig aan de huidige Maas, worden alleen rivierafzettingen aangetroffen. Deze sedimentatieomstandigheden bleven konstant gedurende de afzettingsperioden van Groep I en Groep II en zouden reeds een afbeelding kunnen zijn voor het huidige rivierstelsel gedurende deze periode van het Tertiair.

De sedimenten van Groep III vinden hun oorsprong in de afzettingen van de Formatie van Brussel, eerst ten zuiden, nadien ten noorden van de Samber. Hun relatie tot de twee andere groepen blijft echter nog onbekend.

Om de afkomst van de verschillende zware mineralen en de relatie van de talrijke associaties in diverse afzettingsgebieden te leren kennen, is een ver doorgedreven onderzoek van de verschillende variëteiten noordzakelijk, niet alleen in de Tertiaire formaties, maar ook in de gesteenten uit de gebieden die als bron hebben gediend. Dit geldt niet alleen voor de hier bestudeerde formaties, maar voor talrijke afzettingen uit het Tertiaire Bekken van Noordwest Europa.

Fig. 96. Faciësverbreiding van de Post-Eocene afzettingen, Groep II.



BIBLIOGRAPHIE

- ALLEN, J.R.L. (1970). Studies in fluviatile sedimentation : a comparison of fining-upwards cyclothems, with special reference to coarse-member composition and interpretation. Journ.Sed. Petrology, 40, 298-323.
- ANCION, Ch. & VAN LECKWIJCK, W. (1948). Les sables de la région de Liège. Cent. A.I. Lg., Section Géol., 187-191. Liège.
- ANTEN, J. (1918-1919). Sur la présence de disthène, de staurotide et d'andalousite dans les sables Tertiaires des environs de Liège et de la Haute Ardenne. Ann. Soc. géol. Belg., 42, B186-193.
- ANTEN, J. (1918-1919). Sur la présence d'un nouveau gisement de sable Tertiaire sur la planchette de Sart-lez-Spa. Ann. Soc. géol. Belg., 42, B171-173.
- ANTEN, J. (1920-1921). Sur la présence de sillimanite dans les sables Tertiaires au Nord de Visé. Ann. Soc. géol. Belg., 44, B74-75.
- ANTEN, J. (1921-1922). Sur la répartition des minéraux denses dans des sables d'âges divers en Belgique (suite). Ann. Soc. géol. Belg., 45, B182.
- ANTEN, J. (1922-1923). Sur la composition lithologique de sables d'âges divers en Belgique. Ann. Soc. géol. Belg., 46, B55-56.
- BAECKEROOT, G. (1936). Sur la présence de dépôts transgressifs pliocènes sur la Haute-Ardenne. C.R.A.S., 202, 499-502. Paris.
- BAECKEROOT, G. (1942). La signification morphologique des dépôts superficiels de l'Ardenne et de ses enveloppes. Thèse compl. pour le doctorat ès lettres, 38 p. Toulouse.
- BAYET, L. (1896). Première note sur quelques dépôts tertiaires de l'Entre-Sambre-et-Meuse. Bull. Soc. belge Géol., 10, 133-160.
- BOUESNEL, M. (1812). Notice sur les terres à pipe d'Andenne. Journal des Mines, 31, 389-395.
- BOURGUIGNON, P. (1953-1954). Les sables des Hautes Fagnes. Ann. Soc. géol. Belg., 77, B201-241.
- BRIART, A. (1887-1888). Notice descriptive des terrains Tertiaires et Crétacés de l'Entre-Sambre-et-Meuse. Ann. Soc. géol. Belg., 15, M3-58.
- BRIART, A. (1889-1890). Note sur une faune marine Landenienne dans l'Entre-Sambre-et-Meuse. Ann. Soc. géol. Belg., 17, 259-265.

- BRIART, A. & CORNET, F. (1879-1880). Carte géologique de la partie centrale de la province du Hainaut. Ann. Soc. géol. Belg., 7, 139-148.
- BRIQUET, A. (1908). Sur les dépôts Tertiaires de la région de la Meuse. Bull. Soc. belge Géol., 22, 23-24.
- BUURMAN, P., DE GROOT, G.E. & WINKLER-PRINS, C.F. (1970). On the origin of several heavy clay layers in solifluction deposits of the Belgian Condroz. Geol. en Mijnb., 49(5), 375-379.
- CALEMBERT, L. (1941-1942). Un gisement de terres plastiques, constitué par l'altération du Namurien à Loyers. Ann. Soc. géol. Belg., 65, B76-84.
- CALEMBERT, L. (1941-1942). Le gisement de terre plastique de Sous-la-Ville (Naninne). Ann. Soc. géol. Belg., 65, B116-126.
- CALEMBERT, L. (1941-1942). Le gisement de Try-dô-Baur (Naninne) et l'affleurement des terres plastiques Tertiaires dans les poches de dissolution du Calcaire Carbonifère. Ann. Soc. géol. Belg., 65, B221-230.
- CALEMBERT, L. (1942-1943). Les gisements composites de terres plastiques à Bonneville et à Andoy. Ann. Soc. géol. Belg., 66, B101-112.
- CALEMBERT, L. (1942-1943). Sur le gisement de terres plastiques Tertiaires de Gendron-Celles, le plus méridional du Condroz. Ann. Soc. géol. Belg., 66, B246-254.
- CALEMBERT, L. (1944-1945). Les gisements de terres plastiques des environs de Namur (A propos d'une note de M.L. MARTENS). Ann. Soc. géol. Belg., 68, B214-223.
- CALEMBERT, L. (1945). Les gisements de terres plastiques et réfractaires d'Andenne et du Condroz. 204 p. Liège.
- CALEMBERT, L. (1948). Les argiles plastiques et réfractaires de la Haute Belgique. Cent. A.I. Lg., Section Géol., 283-312. Liège.
- CALEMBERT, L. (1948). Observations nouvelles sur les gisements de terres plastiques et réfractaires d'Andenne et du Condroz. Extr. 4ème rapport annuel du "Comité belge pour l'étude des argiles", 79 p. Antwerpen.
- CALEMBERT, L. (1948-1949). Observations sur les dépôts Tertiaires lacustres de la Triche (Andenne) et des régions voisines. Ann. Soc. géol. Belg., 72, B115-147.
- CALEMBERT, L. (1954). Les formations Tertiaires de la Haute Belgique. In "Prodrome d'une description géologique de la Belgique", 510-531. Liège.

- CALEMBERT, L. & VAN LECKWIJCK, W. (1941-1942). Sur des phénomènes de dissolution au contact des terrains Viséens et Namuriens dans la région de Samson. Ann. Soc. géol. Belg., 65, B41-46.
- CAUCHY, P.F. (1825). Mémoire sur la constitution géologique de la province de Namur. Mém. Acad. roy. Bruxelles, 148 p.
- CLAEYS, E. (1947). Sur la granulométrie des sables Bruxelliens du Hainaut. Bull. Soc. belge Géol., 56, 207-217.
- CORNET, J. (1927). L'époque Wealdienne dans le Hainaut. Ann. Soc. géol. Belg., 50, 89-103, 132-145, 161-164.
- DE BREUCK, W. (1958). Sedimentpetrologie van het Tertiair. Doktooraatsthesis, 140 p. Gent.
- DE DECKER, M. (1979). Microfossielen met organische wand in Paleogeenafzettingen te Erquelinnes (Henegouwen) en te St. Aubin-St. Josse (Pas-de-Calais). Licentiaatsthesis, 57 p. Gent.
- DE GEYTER, G. (1980). Bijdrage tot de kennis van de sedimentpetrologie en de lithostratigrafie van de Formatie van Landen in België. Doktooraatsthesis, 204 p. Gent.
- DE GEYTER, G. (1981). Contribution to the lithostratigraphy and the sedimentary petrology of the Landen Formation in Belgium. Meded. Kon. Acad. Wet. Lett. Sch.K. België, Kl. Wet., 43, 111-153.
- de LAPPARENT, A. (1893). Traité de Géologie. 3e éd., 2e partie, 1645 p. Paris.
- DE MOOR, G. & GEETS, S. (1973). Sedimentologie en lithostratigrafie van de eocene afzettingen in het zuidoostelijk gedeelte van de Gentse agglomeratie. Natuurwet. Tijdschr., 55, 129-192.
- DEMOULIN, A. (1982). Un nouveau gîte de sable Oligocène à proximité de Cockaifagne (Belgique). Ann. Soc. géol. Belg., 105, 241-247.
- DESTINEZ, P. (1908-1909). Comparaison de la faune des sables de Bonnelles avec celle de l'Oligocène supérieur de Westphalie. Ann. Soc. géol. Belg., 36, B47-50.
- DEWALQUE, G. (1868). Prodrome d'une description géologique de la Belgique. 442 p. Brussel-Liège.
- DOEGLAS, D.J. (1946). Interpretation of the results of mechanical analyses. Journ. Sed. Petrol., 16, 1, 19-40.
- DOEGLAS, D.J. (1947). De interpretatie van korrelgrootte-analysen. Verh. Kon. Nederl. Geol. Mijnbouwk. Gen., Geol. serie, XV, 247-328.
- DOEGLAS, D.J. (1968). Grain-size indices, classification and environment. Sedimentology, 10, 83-100.

- d'OMALIUS d'HALLOY, J.J. (1842). Notice sur le gisement et l'origine des dépôts de minerais, d'argile, de sable et de phtanite du Condroz. Bull. Acad. Sc. Bruxelles, 8, 310-322.
- d'OMALIUS d'HALLOY, J.J. (1842). Coup d'oeil sur la géologie de la Belgique. 132 p. Brussel.
- DORMAL, V. (1889). Sur quelques dépôts sableux de la Hesbaye. Ann. Soc. géol. Belg., 16, 39-42.
- DORMAL, V. (1892-1893). Un nouveau gîte de sable, stratifié, tertiaire en Ardenne. Ann. Soc. géol. Belg., 20, 111-121.
- DOSOGNE, Ch. (1942). Contribution à l'étude des argiles de l'Entre-Sambre-et-Meuse. 1e note : Analyse mécanique et étude thermique. Bull. Soc. belge Géol., 51, 152-178.
- DUMONT, A. & MOURLON, M. (1878-1879). Mémoires sur les terrains Crétacé et Tertiaires. Tomes II et III, Terrains Tertiaires, 1e et 2e parties, 439 p. en 459 p. Brussel.
- DUPONT, E. (en MOURLON, M.)(1883). Explication de la feuille de Dinant. Musée roy. d'Hist. nat. de Belgique. Service de la Carte géol. du Roy., 152 p. Brussel.
- FIRKET, A. (1874). Transformation sur place du schiste houiller en argile plastique. Ann. Soc. géol. Belg., 1, M60-64.
- FOLK, R.L. (1961). Petrology of sedimentary rocks. 154 p. Austin.
- FOLK, R.L. & WARD, W.C. (1957). Brazos River Bar : a study in the significance of grain-size parameters. Journ. Sed. Petrol., 27, 3-26.
- FORIR, H. (1891-1892). Sur l'existence du sable blanc, Tongrien inférieur (?), des argiles à silex et du sable Hervien à Beaufays. Ann. Soc. géol. Belg., 19, 31-33.
- FORIR, H. (1897-1898). Quelques mots sur les dépôts tertiaires de l'Entre-Sambre-et-Meuse. Ann. Soc. géol. Belg., 25, M33-39.
- FOURMARIER, P. (1918-1919). Observations sur les dépôts supérieurs des sablières du Sart-Tilman. Ann. Soc. géol. Belg., 42, B133-140.
- FOURMARIER, P. (1919-1920). A propos de l'âge des sables tertiaires des environs de Liège. Ann. Soc. géol. Belg., 43, B164-168.
- FOURMARIER, P. (1922-1923). A propos des dépôts caillouteux des plateaux des environs de Liège. Ann. Soc. géol. Belg., 46, B57-58.
- FOURMARIER, P. (1922-1923). L'importance de l'affaissement des dépôts tertiaires dans les poches de dissolution des terrains calcaires du Condroz et des régions voisines. Ann. Soc. géol. Belg., 46, B237-239.

- FOURMARIER, P. (1930-1931). Observations sur l'âge des dépôts Onx de la carte géologique au 40.000e dans la région de Liège. Ann. Soc. géol. Belg., 54, B274-287.
- FOURMARIER, P. (1933-1934). Observations nouvelles sur les dépôts tertiaires des environs de Liège. Ann. Soc. géol. Belg., 57, 178-189.
- FOURMARIER, P. (1934). Vue d'ensemble sur la géologie de la Belgique. Ann. Soc. géol. Belg., Mém. in 4°, 198 p. Liège.
- FOURMARIER, P. & LESPINEUX, G. (1907-1908). Compte-rendu de l'excursion du dimanche 28 juin 1908, aux environs de Huy. Ann. Soc. géol. Belg., 35, B301-314.
- FRAIPONT, Ch. (1907-1908). Sur l'origine d'un cailloutis très fin interstratifié dans les sables (Om) des environs de Sprimont. Ann. Soc. géol. Belg., 35, B68-72.
- FRAIPONT, Ch. (1907-1908). Les sablières du Sart-Tilman-lez-Liège. Ann. Soc. géol. Belg., 95, B226-230.
- FRAIPONT, Ch. (1908-1909). Contribution à la géographie physique du Condroz. Un ancien méandre de l'Ourthe à Chanxhe. Raisons de la répartition actuelle des dépôts Oligocènes (Om en On) de la Haute et de la Moyenne Belgique. Ann. Soc. géol. Belg., 36, M83-90.
- FRIEDMAN, G.M. (1961). Distinction between dune, beach and river sands from their textural characteristics. Journ. Sed. Petrol., 31, 514-529.
- FRIEDMAN, G.M. (1962). On sorting, sorting coefficients, and the lognormality of the grain-size distribution of sandstones. Journ. Geol., 70, 737-753.
- FRIEDMAN, G.M. (1967). Dynamic processes and statistical parameters compared for size frequency distribution of beach and river sands. Journ. Sed. Petrol., 37, 327-354.
- GEETS, S. (1969). Bijdrage tot de sedimentologische kennis van het Paniseliaan. Doktoraatsthesis, 216 p. Gent.
- GEETS, S. (1978). De overgang Ieperiaan-Paniseliaan in de streek van Roeselare en Tielt. Natuurwet. Tijdschr., 60, 41-49.
- GEETS, S. (1978). Het Boven-Ieperiaan in de streek van Tielt en de omgeving van Gent. Bull. Belg. Ver. Geol., 87, 229-237.
- GEETS, S. (1979). The heavy mineral distribution of the Belgian Tertiary. I.G.C.P., Project 124, Subgroup Tertiary sedimentary mineralogy, Rep. no. 4.

- GEETS, S. & DE BREUCK, W. (1979). De zware-mineraleninhoud van Belgische Mesozoïsche en Cenozoïsche afzettingen. A. Trias en Jura. Natuurwet. Tijdschr., 61, 89-107.
- GEETS, S. & DE BREUCK, W. (1980). De zware-mineraleninhoud van Belgische Mesozoïsche en Cenozoïsche afzettingen. B. Infra-Cretacische Groep en Krijt. Natuurwet. Tijdschr., 62, 11-41.
- GEETS, S., DE BREUCK, W. & DE GEYTER, G. (1980). De zware-mineraleninhoud van Belgische Mesozoïsche en Cenozoïsche afzettingen. C. Paleoceen. Natuurwet. Tijdschr., 62, 139-171.
- GEETS, S. & DE BREUCK, W. (1982). De zware-mineraleninhoud van Belgische Mesozoïsche en Cenozoïsche afzettingen. D. Onder-Eoceen. Natuurwet. Tijdschr., 64, 3-25.
- GEETS, S. & DE BREUCK, W. De zware-mineraleninhoud van Belgische Mesozoïsche en Cenozoïsche afzettingen. E. Boven-Eoceen. Natuurwet. Tijdschr., in voorbereiding.
- GILKINET, A. (1922). Plantes fossiles de l'argile plastique d'Andenne. Ann. Soc. géol. Belg., Mém. in 4°, IV, 1, 23-40. Liège
- GIROLIMETTO, F. (1982). L'origine des dépôts cénozoïques "Om" et "On" à l'ouest de la Meuse de Dinant. Bull. Soc. Géogr. Liège, 18, 49-57.
- GIROLIMETTO, F. (1982). Aspects de la sédimentologie des sables Tertiaires à l'ouest de la Meuse de Dinant. Ann. Soc. géol. Belg., 105, 249-257.
- GOSSELET, J. (1880). Note sur les sables tertiaires du plateau de l'Ardenne. Ann. Soc. géol. Nord, 7, 100-112.
- GOSSELET, J. (1883). Esquisse géologique du Nord de la France et des contrées voisines. Terrains Tertiaires. 3e fasc., 279-342. Lille.
- GOSSELET, J. (1888). L'Ardenne. Paris.
- GRAULICH, J.M. (1952). Note préliminaire sur les minéraux denses des terrains cambriens du Massif de Stavelot. Ann. Soc. géol. Belg., 75, B195-198.
- GRONNIER, J. (1891). Description géologique du Canton de Trélon. Ann. Soc. géol. Nord, 18, 1-92.
- GULINCK, M. (1963). Sédiments littoraux arénacés de l'Oligocène et de l'Eocène inférieur. Faciès de passage aux formations continentales avec phénomènes de slumping. Dépôts lacustres oligocènes. Excursion M.N., 6e Congrès Intern. Sédim., Belgique et Pays Bas, 30 p.

- GULINCK, M. (1966). Sur le caractère marin de certains sables des poches karstiques du Condroz. Bull. Soc. belge Géol., 75, 348-349.
- KLEIN, G. DE VRIES (1970). Tidal origin of a Precambrian quartzite. The Lower Fine-Grained Quartzite (Middle Dalradian) of Islay, Scotland. Journ. Sed. Petrol., 40, 973-985.
- KONING, A. (1945). Bijdrage tot de petrologie van het Oligoceen in België. Doktoraatsthesis, 180 p. Gent.
- KRAUSEL, (1923). Commentaar op A. GILKINET : Plantes fossiles de l'Argile plastique d'Andenne (Ann. Soc. géol. Belg., Mém. in 4°, IV, 1922, 18 p). Neues Jahrb. für Min. Geol. und Paläont., Jahrg. 1923, II Band, 292-293.
- LERICHE, M. (1903). L'Eocène des environs de Trélon (Nord). Ann. Soc. géol. Nord, 32, 178-189.
- LERICHE, M. (1922). Les terrains tertiaires de la Belgique. Congr. Géol. Intern., Livret-Guide, XIIIe session, Ext. A4, 46 p. Liège.
- LERICHE, M. (1925). Le terrain Wealdien et les terrains tertiaires de l'Ardenne française. L'Ardenne pendant l'ère tertiaire. Bull. Soc. belge Géol., 35, 68-81.
- LERICHE, M. (1928). Sur la répartition des faciès lagunaires et fluviatiles du Landenien, dans les Bassins belge et parisien. Bull. Soc. belge Géol., 38, 69-91.
- LERICHE, M. (1936). L'Yprésien dans le pays compris entre la Sambre et la Meuse. Bull. Ac. roy. Belg. (Cl. Sciences), no. 16, 1245-1258.
- LOHEST, M. (1885-1886). De l'âge de certains dépôts de sable et d'argile plastique des environs d'Esneux. Ann. Soc. géol. Belg., 13, B41-44.
- LOHEST, M. (1887). De l'âge et de l'origine des dépôts d'argile plastique des environs d'Andenne. Bull. Acad. Sc. Brux., 3e série, t. 13, 439-444.
- LOHEST, M. (1887-1888). Des dépôts tertiaires de la Haute Belgique. Ann. Soc. géol. Belg., 15, M59-67.
- LOHEST, M. (1895-1896). Des dépôts tertiaires de l'Ardenne et du Condroz. Ann. Soc. géol. Belg., 23, B37-53.
- LOHEST, M. & FOURMARIER, P. (1908-1909). Observations sur une poche de dissolution dans le calcaire carbonifère à Rouvieux. Ann. Soc. géol. Belg., 36, B251-254.
- LIEGEOIS, P.G. (1930-1931). Sur une terre plastique trouvée à Fraineux-Nandrin. Ann. Soc. géol. Belg., 54, B86-87.

- MACAR, P. (1934-1935). Analyses granulométriques de sables tertiaires des environs de Liège. Ann. Soc. géol. Belg., 58, B22-38.
- MACAR, P. (1945). La valeur, comme moyen de corrélation des cailloux d'oolithe silicifiée et l'origine des graviers dits "Onx" des Hautes Fagnes. Bull. Soc. belge Géol., 54, 214-253.
- MACAR, P. & KOLATCHEVSKY, V. (1934-1935). Quelques analyses granulométriques des sables du Sart-Tilman-lez-Liège. Ann. Soc. géol. Belg., 58, 230-237.
- MAILLEUX, E. (1907). Compte rendu de l'excursion dans les environs de Couvin les 14 et 15 août 1906 de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie. Bull. Soc. belge Géol., 21, 133-167.
- MARECHAL, R. (1955). Bijdrage tot de kennis der oppervlakkige lagen in de Condruische Ardennen. Natuurwet. Tijdschr., 37, 3-55.
- MARECHAL, R. (1958). Contribution à l'étude des terrains superficiels de la région condrusienne. Pédologie, Mém. 1, 320 p.
- MARECHAL, R., DE BREUCK, W., DE MOOR, G. & VERHEYE, W. (1964). Survey West-Vlaanderen : Geologie. Geol. Inst., 54 p. Gent.
- MARLIERE, R. (1934). Argiles et sables wealdiens du Hainaut. Notes suivies de considérations générales sur les kaolins, argiles communes et réfractaires du sous-sol belge. Publ. Assoc. Ing. de l'Ecole des Mines de Mons, 1e fasc., no. 48, 57 p.
- MARLIERE, R. & ROBASZYNSKI, F. (1975). Crétacé. Commissions Nationales de Stratigraphie. Commission : Mésozoïque. Document no. 9, 53 p.
- MARTENS, J. (1942). Note sur les gisements de terre plastique de la région de Namur et sur leur exploitation. Ann. Mines de Belg., 43, 4e livr., 717-775.
- MELON, J., BOURGUIGNON, P. & FRANSOLET, A.M. (1976). Les minéraux de Belgique. 280 p. Dison.
- MORTON, A.C. (1980). The stability of heavy minerals in sandstones. I.G.C.P., Project 124, Subgroup Tertiary sedimentary mineralogy, Rep. no. 6, 62-64.
- MORTON, A.C., FRIIS, H., GEETS, S. & KOSMOWSKA-CERANOWICZ, B. (in druk). Heavy mineral distribution in the Tertiary of N.W. Europe. I.G.C.P., Project 124, Subgroup Tertiary sedimentary mineralogy. Eindrapport.

- MOURLON, M. (1884). Sur les amas de sables et les blocs de grès disséminés à la surface des collines famenniennes dans l'Entre-Sambre-et-Meuse. Bull. Ac. roy. Belg., 2e série, 7, 295-303.
- NYS, L. (1929-1930). Sur un gisement nouveau de l'argile plastique. Ann. Soc. géol. Belg., 53, B77-78.
- PASSEGA, R. (1957). Texture as characteristic of clastic deposition. Am. Ass. Petr. Geol. Bull., 41, 1952-1984.
- PASSEGA, R. & BYRAMJEE, R. (1969). Grain-size image of clastic deposits. Sedimentology, 13, 233-252.
- PLINT, A.G. (1983). Facies, environments and sedimentary cycles in the Middle Eocene, Bracklesham Formation of the Hampshire Basin : evidence for global sealevel changes ? Sedimentology, 30, 625-653.
- READING, H.G. (ed.) (1978). Sedimentary environments and facies. 557 p. Oxford.
- ROTTHIER, R., DE DECKER, M. & DE MOOR, G. (1981). Vergelijkende studie van enkele granulometrische parameters en hun berekeningsmethodes. Natuurwet. Tijdschr., 63, 35-48.
- RUMES, A. & WILLEMS, W. (1974). Sediment-petrografisch onderzoek van de Zanden van Grimmertingen (Oligoceen). Natuurwet. Tijdschr., 54, 4-14.
- RUTOT, A. (1876). Description de la faune de l'Oligocène inférieur de Belgique (Terrain Tongrien Inférieur de DUMONT). Ann. Soc. Malac. Belg., 11, 7-67.
- RUTOT, A. (1881). Sur la position stratigraphique des restes de mammifères terrestres recueillis dans les couches de l'Eocène de Belgique. Bull. Acad. roy. Belg., 3e série, t. I, no. 4, 44 p.
- RUTOT, A. (1885). Explication de la feuille de Wacken. Musée roy. d'Hist. nat. de Belgique, Service de la Carte géol. du Roy., Brussel.
- RUTOT, A. (1887). Sur l'âge du grès de Fayet. Bull. Soc. belge Géol., 1, 42-48.
- RUTOT, A. (1887). Note sur quelques coupes de l'Eocène observées dans le massif tertiaire au sud de la vallée de la Sambre. Bull. Soc. belge Géol., 1, 192-205.
- RUTOT, A. (1888). Compte rendu de la course géologique du dimanche 10 juin 1888, à Onoz-Spy et Velaine. Bull. Soc. belge Géol., 2, 195-202.

- RUTOT, A. (1890). La constitution de l'étage Panisélien dans la Flandre Occidentale. Bull. Soc. belge Géol., 4, 252-255.
- RUTOT, A. (1903). Compte rendu des excursions de la Session Extraordinaire de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie dans le Hainaut et aux environs de Bruxelles. Bull. Soc. belge Géol., 18, 383-499.
- RUTOT, A. (1906). Sur l'âge des dépôts connus sous le nom de Sable de Moll, d'argile de la Campine, de cailloux de quartz blanc, d'argile d'Andenne et de sable à faciès marin noté Om dans la légende de la Carte géologique de la Belgique au 40.000e. Mém. Acad. roy. Belg., Cl. Sciences, 2e série, in 4°, 2, 47 p, Brussel.
- RUTOT, A. (1907). Un grave problème. Une industrie humaine datant de l'époque oligocène. Comparaison des outils avec ceux des Tasmaniens actuels. Bull. Soc. belge Géol., 21, 439-482.
- SCHMITZ, M.G. (1889). Note sur les sablonnières de Rocour. Ann. Soc. géol. Belg., 17, 65-77.
- SELLEY, R.C. (1970). Ancient sedimentary environments. 237 p. Londen.
- SHEPARD, F.P. (1954). Nomenclature based on sand-silt-clay ratios. Journ. Sed. Petrology, 24, 151-158.
- SIERAKOWSKI, G. (1970). Etude sédimentologique des sables tertiaires de la région de Bonnelles (Liège). Ann. Soc. géol. Belg., 93, 491-508.
- SINDOWSKI, K.H. (1957). Die synoptische Methode des Kornkurven-Vergleiches zur Ausdeutung fossiler Sedimentationsräume. Geol. Jb., 73, 235-275.
- SOYER, J. (1978). Les Sables Tertiaires de l'Entre-Sambre-et-Meuse Condrusien. Ann. Soc. géol. Belg., 101, 93-100.
- STAINIER, X. (1891-1892). Note sur les terrains crétacés et tertiaires de Vezin. Ann. Soc. géol. Belg., 19, 872-74.
- STAINIER, X. (1893). Age de quelques argiles des environs de Fleurus. Bull. Soc. belge Géol., 7, 182-186.
- STAINIER, X. (1893). Le Bruxellien de la province de Namur. Bull. Soc. belge Géol., 7, 186-188.

- STAINIER, X. (1894). Le cours de la Meuse depuis l'Ere Tertiaire. Bull. Soc. belge Géol., 8, 83-101.
- STAINIER, X. (1928). Sur quelques dépôts caillouteux de la Haute Belgique. Bull. Soc. belge Géol., 38, 96-111.
- STAINIER, X. (1936). Les dépôts fluviatiles tertiaires de la Haute Belgique. Ann. Soc. Sc. Brux., serie B, Sc. phys. et nat., 56, 57-68, 307-325.
- STEVENS, Ch. (1913-1914). Etude du Landenien supérieur dans le Hainaut. Ann. Soc. géol. Belg., 41, M3-30.
- STEVENS, Ch. (1945). Le problème belge des kiezeloöolithes. Bull. Soc. belge Géol., 54, 52-68.
- STOCKMANS, F. & WILLIERE, Y. (1934). Note sur les bois fossiles récoltés en Belgique. Meded. Kon. Nat. Hist. Mus. Belg., X, 30, 11 p.
- STRAATEN, L.M.J.U. VAN (1950). Environments of formation and facies of the Wadden Sea sediments. Tijdschr. Kon. Ned. Aardr. Gen., 67, 354-368.
- STRAATEN, L.M.J.U. VAN (1951). Texture and genesis of Dutch Wadden Sea sediments. Proc. 3d Int. Congr. Sedimentology, 225-244.
- STRAATEN, L.M.J.U. VAN & KUENEN, P.H. (1958). Tidal action as a cause of clay accumulation. Journ. Sed. Petrology, 28, 406-413.
- TACK, L. (1969). Bijdrage tot de studie van de granulometrie en van de petrologie van tertiaire zanden in de streek van Couvin. Natuurwet. Tijdschr., 51, 198-209.
- TAVERNIER, R. (1947). Aperçu sur la pétrologie des terrains post-paléozoïques de la Belgique. In : La Géologie des Terrains récents dans l'Ouest de l'Europe, 69-90. Brussel.
- TAVERNIER, R. (1948). Les formations quaternaires de la Belgique en rapport avec l'évolution morphologique du pays. Bull. Soc. belge Géol., 57, 609-641.
- THOREZ, J., BOURGUIGNON, P. & SIERAKOWSKI, C. (1973). Associations de minéraux argileux dans les sables Tertiaires de Boncelles (Belgique). Ann. Soc. géol. Belg., 96, 105-119.
- VAN DEN BROECK, E. (1889). De l'âge des sables tertiaires des plateaux bordant la Meuse dans la région de Liège. Bull. Soc. belge Géol., 3, 110-112.
- VAN DEN BROECK, E. (1889). Les cailloux oolithiques des graviers tertiaires des hauts plateaux de la Meuse. Bull. Soc. belge Géol., 3, 404-411.

- VAN DEN BRDECK, E. (1893). Coup d'oeil synthétique sur l'Oligocène belge et observations sur le Tongrien supérieur du Brabant. Bull. Soc. belge Géol., 7, 208-302.
- VAN DEN BROECK, E. & RUTOT, A. (1888). De l'extension des sédiments tongriens sur les plateaux du Condroz et de l'Ardenne et du rôle géologique des vallées d'effondrement dans les régions à zones calcaires de la Haute Belgique. Bull. Soc. belge Géol., 2, 9-25.
- VELGE, G. (1897-1898). Le sable tertiaire de la province de Namur et le sable de Moll. Ann. Soc. géol. Belg., 25, M48-65.
- VELGE, G. (1908-1909). Les sables fossilifères de Bonnelles. Ann. Soc. géol. Belg., 36, M41-44.
- VIGNERON, G. (1942). L'argile d'Andenne : étude microscopique et étude spectrochimique (présence de bore, chrome, vanadium). Bull. Soc. belge Géol., 51, 8-21.
- VINCENT, G. & RUTOT, A. (1878-79). Coup d'oeil sur l'état actuel d'avancement des connaissances géologiques relatives aux terrains tertiaires de la Belgique. Ann. Soc. géol. Belg., 6, M69-155.
- VISHER, G.S. (1965). Use of vertical profile in environmental reconstruction. Bull. Am. Ass. Petrol. Geol., 49, 41-61.
- VISHER, G.S. (1969). Grain-size distributions and depositional processes. Journ. Sed. Petrology, 39, 1074-1106.
- VOISIN, L. (1967). Les ferruginisations en Ardenne occidentale. Rev. géogr. de l'Est, 7, 419-425.
- VOISIN, L. (1971). Contribution à l'étude des formations superficielles en Ardenne Occidental. Rev. géogr. de l'Est, 11, 183-204.
- WATTEYNE, V. (1907). Les inflammations du grisou dans les exploitations souterraines de terres plastiques. Ann. des Mines de Belg., 12(4), 1013-1038.
- WENTWORTH, C.K. (1922). A scale of grade and class term for clastic sediments. Journ. Geol., 30, 377-392.
- Z. auteur (1932). Algemeen stratigraphisch register van de uitvoerige aardkundige kaart van België. 92 p. Brussel.