

KONINKRIJKE BELGIE

MINISTERIE VAN ECONOMISCHE ZAKEN

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

**LITHOSTRATIGRAFIE VAN DE
EO-OLIGOCENE OVERGANGSLAGEN
IN NOORDWEST BELGIE**

door

P. JACOBS

en

E. SEVENS

Kb. Sint-Margriete 12 E nr 35
Watervliet 13 W nr 18
Moerkerke 23 E nr 68
Maldegem 24 W nr 68
Bassevelde 25 W nr 146

Oedelem 38 E nrs 130 t/m 132
Knesselare 39 W nr 205
Zeveneken 41 W nrs 202, 203, 227 t/m 230
Lebbeke 72 W nrs 150 t/m 152
Asse 87 W nr 391

PROFESSIONAL PAPER 1988/5
Nr 235

**LITHOSTRATIGRAFIE VAN DE
EO-OLIGOCENE OVERGANGSLAGEN
IN NOORDWEST BELGIE**

door

P. JACOBS*

en

E. SEVENS**

Kb. Sint-Margriete 12 E nr 35
Watervliet 13 W nr 18
Moerkerke 23 E nr 68
Maldegem 24 W nr 68
Bassevelde 25 W nr 146

Oedelem 38 E nrs 130 t/m 132
Knesselare 39 W nr 205
Zeveneken 41 W nrs 202, 203, 227 t/m 230
Lebbeke 72 W nrs 150 t/m 152
Asse 87 W nr 391

* Patric JACOBS, dr.sc., werkleider bij het Laboratorium voor
Toegepaste Geologie en Hydrogeologie, Rijksuniversiteit,
Krijgslaan 281, S8, B-9000 GENT (België)

** Erwin SEVENS, drs.sc., wetenschappelijk medewerker bij het
Renard Centre of Marine Geology, Rijksuniversiteit,
Krijgslaan 281, S8, B-9000 GENT (België)

INHOUDSTAFEL

SAMENVATTING	1
SUMMARY	4
1. INLEIDING	7
1.1. Doel van het onderzoek	7
1.2. Situatie	7
1.3. Fysisch-geografische gesteldheid	9
1.4. Geologische gesteldheid	9
1.5. Methodologie	10
2. LITHOSTRATIGRAFIE VAN DE FORMATIE VAN KALLO	12
2.1. Algemeen	12
2.1.1. Naam	12
2.1.2. Algemene kenmerken	12
2.1.3. Voorkomen	14
2.1.4. Indeling	14
2.1.5. Referenties	15
2.2. Lid van Wemmel	15
2.2.1. Naam	15
2.2.2. Algemene kenmerken	15
2.2.3. Voorkomen	15
2.2.4. Stratotype	16
2.2.5. Granulometrie	16
2.2.6. Referenties	17
2.2.7. Vroegere benamingen	17
2.3. Lid van Asse	18
2.3.1. Naam	18
2.3.2. Algemene kenmerken	18
2.3.3. Voorkomen	18
2.3.4. Stratotype	19
2.3.5. Granulometrie	19
2.3.6. Referenties	20
2.3.7. Vroegere benamingen	20

2.4. Lid van Ursel	20
2.4.1. Naam	20
2.4.2. Algemene kenmerken	22
2.4.3. Voorkomen	22
2.4.4. Stratotype	23
2.4.5. Granulometrie	23
2.4.6. Referenties	24
2.4.7. Vroegere benamingen	24
2.4.8. Nuttige delfstoffen	24
2.5. Lid van Onderdale	25
2.5.1. Naam	25
2.5.2. Algemene kenmerken	25
2.5.3. Voorkomen	25
2.5.4. Stratotype	26
2.5.5. Granulometrie	26
2.5.6. Referenties	27
2.5.7. Vroegere benamingen	27
2.6. Lid van Zomergem	28
2.6.1. Naam	28
2.6.2. Algemene kenmerken	29
2.6.3. Voorkomen	29
2.6.4. Stratotype	29
2.6.5. Granulometrie	30
2.6.6. Referenties	31
2.6.7. Nuttige delfstoffen	31
2.7. Lid van Buisputten	31
2.7.1. Naam	31
2.7.2. Algemene kenmerken	31
2.7.3. Voorkomen	32
2.7.4. Stratotype	32
2.7.5. Granulometrie	33
2.7.6. Referenties	33
2.8. Lid van Onderdijke-Adegem	34
2.8.1. Naam	34
2.8.2. Algemene kenmerken	34
2.8.3. Voorkomen	34

2.8.4. Stratotype	35
2.8.5. Granulometrie	35
2.8.6. Referenties	36
2.8.7. Nuttige delfstoffen	36
3. LITHOSTRATIGRAFIE VAN DE FORMATIE VAN ZELZATE	37
3.1. Algemeen	37
3.1.1. Naam	37
3.1.2. Algemene kenmerken	38
3.1.3. Voorkomen	38
3.1.4. Indeling	40
3.1.5. Referenties	41
3.2. Lid van Bassevelde	41
3.2.1. Naam	41
3.2.2. Algemene kenmerken	41
3.2.3. Voorkomen	41
3.2.4. Stratotype	42
3.2.5. Granulometrie	43
3.2.6. Referenties	44
3.3. Lid van Watervliet	44
3.3.1. Naam	44
3.3.2. Algemene kenmerken	44
3.3.3. Voorkomen	45
3.3.4. Stratotype	45
3.3.5. Granulometrie	45
3.3.6. Referenties	46
4. ALGEMEEN BESLUIT	47
5. BEDANKING	52
6. LITERATUUR	53
6.1. Algemene literatuur	53
6.2. Aanvullende literatuur	58

SAMENVATTING

De studie van het Boven-Eoceen en het Onder-Oligoceen in noordwest België omvat een gedetailleerd onderzoek van de verschillende lithostratigrafische eenheden.

Het onderzochte gebied is gelegen tussen de Belgisch-Nederlandse grens in het noorden, Waasmunster in het oosten, Asse in het zuiden, en Oedelem in het westen. Uit dit geheel werden drie testgebieden gekozen, waarvan de keuze werd bepaald door het ondiep voorkomen van de tertiaire sedimenten in de ondergrond.

Door de ruimtelijke spreiding van deze testgebieden komen regionale lithologische gelijkenissen of verschillen beter tot uiting, evenals eventuele faciesveranderingen. De ligging van de drie testgebieden in het sedimentatiebekken van de tertiaire Noordzee speelt hierbij een belangrijke rol. Het testgebied Asse bevindt zich in de ondiepe zuidrand, terwijl de testgebieden Oedelem-Zomergem-Adegem en Waasmunster-Lokeren zich meer in de richting van de diepere open zee bevinden, respectievelijk meer naar het westen en naar het noorden ten opzichte van de algemene strekkingslijnen van het Tertiair.

Voor het testgebied Oedelem-Zomergem-Adegem werd een lithostratigrafische schaal opgesteld, die gaat van het Lid van Wemmel (Wemmeliaan in de oude nomenclatuur), tot het bovenste gedeelte van de eo-oligocene overgangslagen. Het ontbreken van de Formatie van Lede (Lediaan in de oude nomenclatuur) in een groot gedeelte van dit testgebied kon aangetoond worden. Een mariene, cyclische sedimentatie tijdens de afzetting van de Formatie van Kallo werd vastgesteld.

In het testgebied Waasmunster-Lokeren eindigt de lithostratigrafische opeenvolging hoger in de stratigrafische kolom. Tussen de Formatie van de Rupel en de basis van het Lid van Wemmel zijn de eo-oligocene overgangslagen eveneens aanwezig. Op de grens tussen het Lid van Bassevelde en het Lid van Onderdijke-Adegem (respectievelijk het S3-zand en de a3-klei in de nomenclatuur van M. GULINCK), komt een grindniveau voor.

In de verbindingsboringen langs de Belgisch-Nederlandse grens, wordt het Lid van Watervliet aangeboord, terwijl het grindniveau op het contact van het Lid van Bassevelde met het Lid van Onderdijke-Adegem eveneens werd teruggevonden.

Te Asse, type-lokaliteit van het Lid van Asse (Assiaan in de oude nomenclatuur), werd een gelijkaardige lithologische opbouw vastgesteld, gaande vanaf het Lid van Watervliet, tot in het Lid van Wemmel. Hier evenwel was het Lid van Onderdijke-Adegem zeer dun, of ontbrak volledig.

De gehele lithologische sequentie, met de daaraan verbonden stratigrafische interpretatie, werd samengebracht in een voorstel tot litho-stratigrafische schaal.

OLIGOCEEN

Formatie van de Rupel	[Lid van Boom
	[Lid van Berg
Formatie van Zelzate	[Lid van Watervliet
	[Lid van Bassevelde

EOCEEN

Formatie van Kallo	[Lid van Onderdijke-Adegem
	[Lid van Buisputten
	[Lid van Zomergem
	[Lid van Onderdale
	[Lid van Ussel
	[Lid van Asse (met laag zwart glauconiet- zand aan de basis)
	[Lid van Wemmel

Algemeen kan gezegd worden dat regionaal de Formatie van Lede ontbreekt in een groot areaal ten noordwesten van Gent. De eo-oligocene overgangslagen vertonen een meer kleilig karakter naar het westen toe. Een onderbreking in de cyclische mariene sedimentatie ter hoogte van de a3-S3 grens (Lid van Onderdijke-Adegem en Lid van Bassevelde) vormt waarschijnlijk de grens tussen "Bartoniaan" en "Tongeriaan" (oude nomenclatuur).

SUMMARY

The study of the Upper-Eocene and the Lower-Oligocene in the north-western part of Belgium, turned out into a detailed investigation of the different lithostratigraphical units.

The studied area is comprised between the Belgian-Dutch border in the north, Waasmunster in the east, Asse in the south, and Oedelem in the west. Three test areas have been chosen, determined by the tertiary sediments undep occurrence in the underground.

The test areas spreading makes clear the regional lithological resemblances or differences, even eventual changes in facies. The position of the three test areas in the sedimentary tertiary North Sea basin plays an important role. The Asse test area is situated near the shallow south border, while the Oedelem-Zomergem-Adegem test area and the Waasmunster-Lokeren test area are situated more in the direction of the open sea, respectively more to the west and to the north with regard to the general strike of the Tertiary.

For the test area of Oedelem-Zomergem-Adegem, a detailed lithostratigraphical column was established, from the Wemmel Member (Wemmelian in the old nomenclature) to the upper part of the eo-oligocene transitional layers. The absence of the Lede Formation (Ledian in the old nomenclature) in a great part of this test area, could be proved. A marine, cyclic sedimentation during the deposition of the Kallo Formation was detected.

In the Waasmunster-Lokeren test area, the lithostratigraphic sequence ends higher up in the stratigraphical column. Between the Rupel Formation and the Wemmel Member base, the eo-oligocene transitional layers are also present. On the boundary of the Bassevelde Member and the Onderdijke-Adegem Member (respectively S3-sand and a3-clay in the nomenclature of M. GULINCK), occurs a thin flint layer.

In the correlation wells along the Belgian-Dutch border, the Waterliet Member occurred, the thin flint layer on the contact between the Bassevelde Member and the Onderdijke-Adegem Member being present too.

At Asse, type locality of the Asse Member (Assian in the old nomenclature), an equivalent lithological sequence from the Watervliet Member down to the Wemmel Member, was made clear. Only the Onderdijke-Adegem Member was very thin or even lacking.

A complete lithological sequence, linked to a stratigraphical interpretation, was compiled into a proposal for a lithostratigraphical column.

OLIGOCENE

Rupel Formation	[Boom Member
	[Berg Member
Zelzate Formation	[Watervliet Member
	[Bassevelde Member

EOCENE

Kallo Formation	[Onderdijke-Adegem Member
	[Buisputten Member
	[Zomergem Member
	[Onderdale Member
	[Ursel Member
	[Asse Member with a bed of dark glauconitic sand at the base
	[Wemmel Member

In general, the Lede Formation is lacking in a great area northwest of Ghent. The eo-oligocene transitional layers show a more clayey character to the west. The cyclic marine sedimentation is interrupted at the a3-S3 boundary (Onderdijke-Adegem Member and Bassevelde Member), forming probably the limit between the Bartonian and the Tongrian (old nomenclature).

1. INLEIDING

1.1. Doel van het onderzoek

De laatste jaren zagen talrijke nieuwe gegevens over de stratigrafie en de lithologie van het Tertiair in België het licht. Daardoor drong een herziening van de stratigrafische kolom van het Eoceen en het Oligoceen zich op. Dit paste trouwens in het kader van de algehele herziening van de stratigrafische kolom van het Tertiair in België.

Alle onderscheiden lithostratigrafische eenheden van het Boven-Eoceen en van het Onder-Oligoceen in noordwest België dienden nauwkeurig beschreven en gekarteerd te worden. Het geheel van de bekomen onderzoeksresultaten moest toelaten de onderlinge relatie tussen de verschillende eenheden vast te leggen en de stratigrafische kolom aan te passen aan de nieuwe ontwikkelingen.

1.2. Situatie

Het gebied (fig. 1), waarin de beschreven formaties dagzomen, is gelegen in het noordoosten van de provincie West-Vlaanderen, het noorden van de provincie Oost-Vlaanderen en het noordwesten van de provincie Brabant, en heeft de vorm van een onregelmatige vierhoek. Het beslaat de kaartbladen 4, 5, 6, 12, 13, 14, 15, 22, 23 en 31 van de Topografische Kaart van België. Het is begrensd in het noorden door de grens met Nederland, in het oosten door de lijn Stekene - Sint-Niklaas - Hamme - Buggenhout - Merchtem - Asse, in het zuiden door de autosnelweg Brussel (vanaf Asse) - Gent - Brugge - Oostende, en in het westen door de Noordzee.

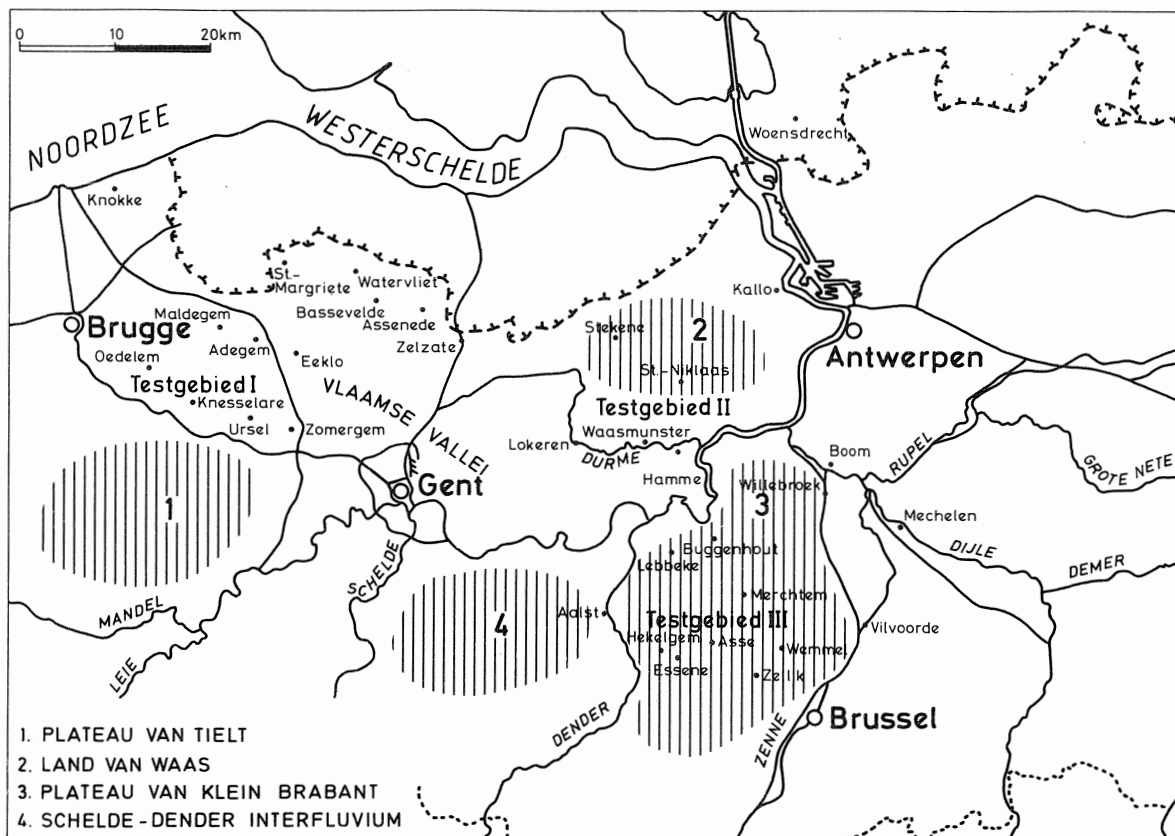


Fig. 1 - Fysisch-geografische gesteldheid van het gebied

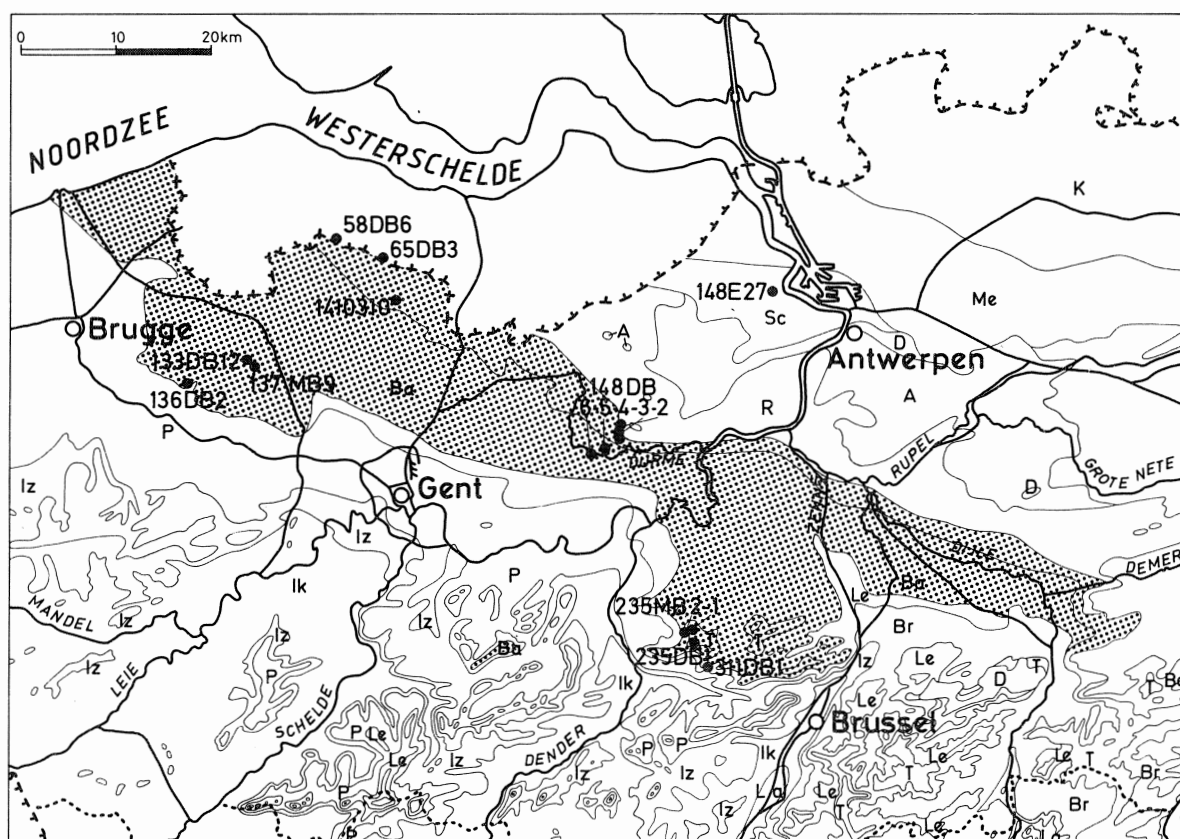


Fig. 2 - Geologische gesteldheid van het gebied - ontsluitingszone van de eo-oligocene overgangslagen (Ba) (naar R. MARECHAL)

1.3. Fysisch-geografische gesteldheid

Het studiegebied heeft een complexe fysisch-geografische gesteldheid (fig. 1). Het grootste deel wordt ingenomen door het landschap van de Vlaamse Vallei en haar vertakkingen (peil tussen +5 en +10*), dat aanleunt tegen het heuvelgebied van Oedelem-Zomergem-Adegem (peil +28). Dit centrale deel wordt begrensd door de Kustvlakte in het westen, het overgangsgebied tussen de Vlaamse Vallei en de Kustvlakte, en de Polders van de Westerschelde in het noorden (allen peil +3), het Land van Waas in het oosten (peil +35), de uiterste noordwestrand van het Plateau van Klein-Brabant (peil +80), de noordrand van het Schelde-Dender-Interfluvium (peil +30) en de uitlopers van de noordrand van het Plateau van Tielt in het zuiden (peil +20).

1.4. Geologische gesteldheid

De laaggelegen, vlakke gebieden onder het peil +10 zijn essentieel gebieden met een diep gelegen tertiair substraat en met een kwartair dek, waarvan de dikte 30 m kan bereiken. De gebieden die voorkomen boven het peil +10 zijn gekenmerkt door een snel oprijzend tertiair substraat en een dun kwartair dek dat meestal zelfs minder dan 5 m dik is.

Vooraf deze gebieden kwamen in aanmerking voor onderzoek. Hun dun kwartair dek laat immers toe zeer grote secties in de tertiaire afzettingen te bestuderen.

Om de resultaten van het onderzoek achteraf onderling te kunnen vergelijken en regionaal te interpreteren, werd getracht een ruimtelijke spreiding te bekomen. De keuze van de testgebieden viel daarom op :

- * Alle peilen worden opgegeven in meter ten opzichte van het Oostends Peil (O.P.), dat overeenkomt met het "Z.D.G." (Zéro du dépôt de la guerre).

- het heuvelcomplex Oedelem-Zomergem-Adegem (testgebied I)
- het Land van Waas met het cuestafront tussen Waasmunster en Lokeren (testgebied II)
- het Plateau van Klein-Brabant met de streek rond Asse (testgebied III).

Dit laatste testgebied bood tevens de mogelijkheid oude termen uit de stratigrafische kolom in hun juiste lithostratigrafische context te plaatsen.

Ruimtelijke spreiding van de testgebieden was nodig om de lithostratigrafische verschillen als gevolg van faciesveranderingen, op regionale schaal te kunnen inschatten. De ligging ten opzichte van het sedimentatiebekken speelt hierin een belangrijke rol. Het testgebied Asse bevindt zich in het zuiden van het bekken in de ondiepe randzone, Oedelem-Zomergem-Adegem en Waasmunster-Lokeren bevinden zich respectievelijk meer noordwaarts, naar het centrum van het bekken toe, in de richting van de diepere open zee.

De tertiaire afzettingen die voorkomen in deze gebieden zijn van eocene en oligocene ouderdom. Tabel I geeft een schematisch overzicht van de oude en de voorgestelde nieuwe lithostratigrafische eenheden.

1.5. Methodologie

Voor een gedetailleerde beschrijving van de gebruikte boringen waarin holo-, hypo- of parastratotypes van de eo-oligocene overgangslagen werden vastgelegd, evenals hun lokalisatie, wordt verwezen naar P. JACOBS (1978). Een kwantitatief granulometrisch onderzoek werd uitgevoerd op representatieve monsters, afkomstig van de boringen 136DB2, 133DB12, 141DB10, 58DB6 en 65DB3, die de holo- en hypostratotypes van de eo-oligocene overgangslagen bevatten uit het meest noordwestelijke gelegen testgebied, nl. het heuvelcomplex Oedelem-Zomergem-Adegem en het aangrenzende Meetjesland (fig. 2).

Aan de hand van de granulometrische samenstelling wordt een kwantitatieve lithologische beoordeling gegeven van de verschillende lithostratigrafische eenheden. De globaal beschrijvende kurveparameters werden terzijde gelaten, daar in de meeste gevallen een min of meer belangrijk deel van de populatie aan de fijne zijde buiten het meetbereik valt en het sediment meestal een samenstelling is van meerdere populaties.

Daarom werd verkozen om de verticale variatie van de granulometrie voor te stellen door t.o.v. de diepte onder het maaiveld het cumulatief gewichtspercentage per gehele phi-eenheid uit te zetten, waarbij tussen de meetpunten van een zelfde korrelgrootte lineair geïnterpoleerd werd.

Deze grafische voorstelling toont duidelijk welke korrelgrootte-intervallen belangrijk zijn voor een bepaalde lithostratigrafische eenheid.

Het verloop van de granulometrische log's van de reeds vermelde boringen werden vergeleken met de lithostratigrafische eenheden zoals gedefinieerd door P. JACOBS (1978)(fig. 13 en 14).

2. LITHOSTRATIGRAFIE VAN DE FORMATIE VAN KALLO

2.1. Algemeen

2.1.1. Naam

In 1969 beschrijft M. GULINCK een diepe boring te Kallo : "Au-dessus de l'argile de Asse, lithologiquement et paléontologiquement bien caractérisée, le forage a recoupé un ensemble de sables, silts et argiles qui s'étend jusqu'au Rupélien inférieur sableux et que nous avons dénommé : "complexe argilo-sableux de Kallo". C'est dans ce complexe que doit se placer la limite Oligocène-Eocène".

Voorheen (in 1965) had dezelfde M. GULINCK de overgang van het Bartonian naar het Rupeliaan in de streek Boom-Mechelen in dezelfde zin onderzocht.

Volgens de nieuwe inzichten in de lithostratigrafie zal P. JACOBS in 1975 de nieuwe inhoud van de Formatie van Kallo definiëren, die licht afwijkt van het "klei-zand complex van Kallo" van M. GULINCK.

De term "Kallo" werd weerhouden omdat in deze gemeente van Oost-Vlaanderen voor het eerst de volledige sedimentatiereeks werd aangeboord.

2.1.2. Algemene kenmerken

De Formatie van Kallo is een mariene lithostratigrafische eenheid met een cyclisch karakter, bestaande uit een afwisseling van zanden en kleien, met geleidelijke overgang. Behalve aan de basis, is de Formatie van Kallo niet kalkhoudend. Zij bevat als dusdanig geen relevante macro-fossielen (fig. 3). De ouderdom is Bartonian.

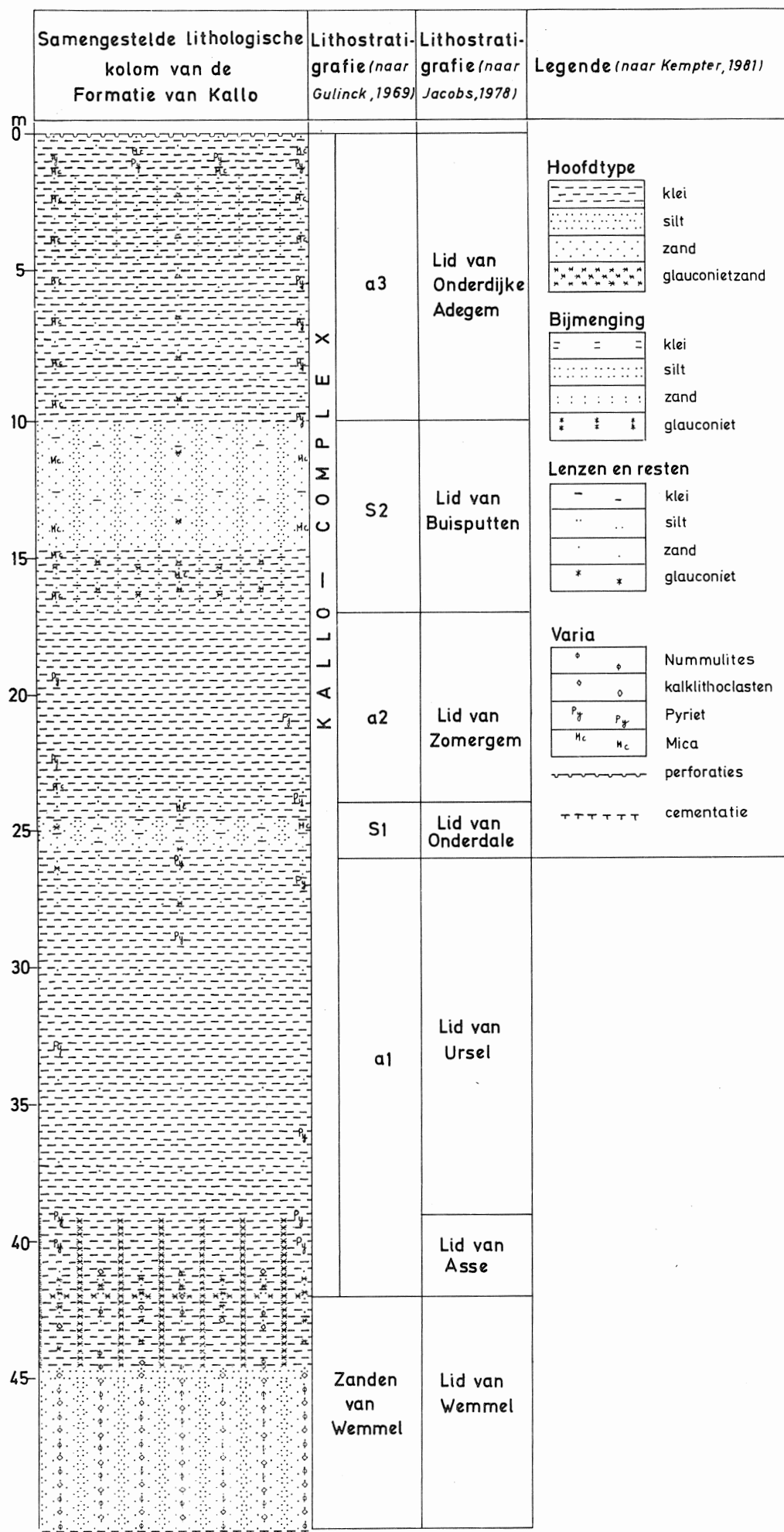


Fig. 3 - Lithologische synthese kolom van de Formatie van Kallo

2.1.3. Voorkomen

De Formatie van Kallo rust in het oosten (Land van Waas) en in het zuiden (streek van Asse) op de Formatie van Lede. In het westen rust zij op de Formatie van Knesselare. In beide gevallen is het contact scherp en duidelijk.

De Formatie van Kallo wordt bedekt door de Formatie van Zelzate. In het noorden van Vlaanderen is dit contact zeer scherp.

De Formatie dagzoomt in het heuvelcomplex Oedelem-Zomergem-Adegem, en gedeeltelijk in de streek rond Asse. Ze is in de ondergrond van gans noordelijk West- en Oost-Vlaanderen aanwezig als een continu doorlopende noordwest-zuidoost gerichte band aan het oppervlak van de tertiaire formaties onder de insnijding van de Vlaamse Vallei. De totale dikte neemt toe in noordoostelijke richting en kan 50 m en meer bedragen.

2.1.4. Indeling

De Formatie van Kallo bestaat uit volgende leden :

<u>Formatie</u>	<u>Lid</u>	<u>Oude benaming</u>
Formatie van Kallo	Lid van Onderdijke-Adegem	a3
	Lid van Buisputten	S2
	Lid van Zomergem	a2
	Lid van Onderdale	S1
	Lid van Ursel	a1
	Lid van Asse	Asb
	Glauconietzand (z.g. "bande noire")	Asa
	Lid van Wemmel	We

2.1.5. Referenties

P. JACOBS : Bijdrage tot de litostratigrafie van het Boven-Eoceen en het Onder-Oligoceen in noordwest België
(R.U.G., doctoraal proefschrift, 182 p. + bijlagen, 1975).

2.2. Lid van Wemmel

2.2.1. Naam

Het Wemmeliaan als onder-étage werd ingevoerd door G. VINCENT en A. RUTOT (1878), nadat G. VINCENT en T. LEFEVRE (1872) de lithostratigrafische eenheid "Zanden van Wemmel" hadden gedefinieerd. Wemmel is een gemeente in de provincie Brabant, behorend tot de Brusselse Agglomeratie.

2.2.2. Algemene kenmerken

Het Lid van Wemmel is de onderste mariene lithostratigrafische eenheid van de Formatie van Kallo. Het vangt aan met een meestal goed ontwikkelde basisgordel, waarin naast Nummulites wemmensis, talrijke exemplaren teruggevonden worden van gerolde N. variolarius, gerolde en verkiezelde N. laevigatus en gerolde fossielhoudende kalkzandsteenbrokken. Het bestaat uit een grijs fijn zand, glauconiethoudend, waarvan het kleigehalte toeneemt naar de top, waar het Lid van Wemmel voorkomt onder vorm van een grof glauconiethoudende klei.

2.2.3. Voorkomen

De dikte van het Lid van Wemmel bedraagt 4 tot 5 m. Het komt voor van aan het oostelijke Kustgebied tot aan de Belgisch-Nederlandse grens, het heuvelcomplex Oedelem-Zomergem-Adegem omsluitend. In de streek van Asse en Wemmel werd het Lid van Wemmel onder zijn oude benaming "Zand van Wemmel" oorspronkelijk gedefinieerd. Het rust in het oosten en in het zuiden op de Formatie van Lede, waarmee het een scherp contact heeft,

dikwijls onderlijnd door de goed ontwikkelde basisgordel op de steenbanken van de Formatie van Lede.

In het westen rust het op de Formatie van Knesselare, eveneens onderlijnd door een basisgordel rustend op de steenbanken van de Formatie van Knesselare.

2.2.4. Stratotype

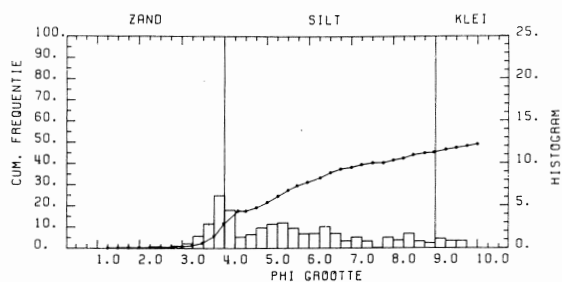
Boring 136DB2 kaartblad 1/25.000, Loppem-Oedelem, 13/5-6, (coördinaten : $x = 81.000$, $y = 205.750$, $z = +20,0$), referentiesectie van +15,0 tot +6,0 (hypostratotype).

2.2.5. Granulometrie

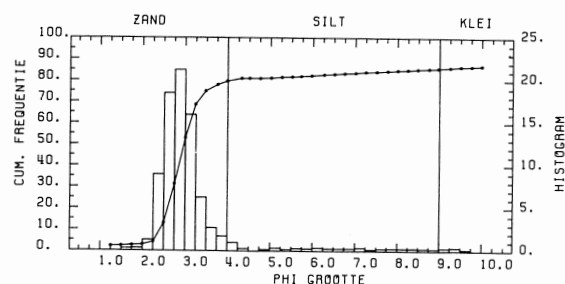
Het Lid van Wemmel zoals gedefinieerd door P. JACOBS (1978) in boring 136DB2 bestaat aan de top uit een siltig kleiig zand. Naar onder toe gaat dit geleidelijk over in een zand.

De top van het Lid van Wemmel kan lithologisch onderscheiden worden van de basis van het Lid van Asse door een overheersende silt-klei-fractie (80 %)(fig. 4a). De korrelgrootteverdeling is bimodaal, vertoont een eerste modus rond de zand-silt-grens en een tweede minder uitgesproken in het middelmatig fijn siltig gebied. Naar onder toe wordt de eerste modus middelmatig fijnzandig en neemt in belang toe.

Onderaan wordt het Lid van Wemmel gekenmerkt door een belangrijke middelmatige fijnzandige populatie (80 %) met een homogeen verdeelde fijne staartfractie (fig. 4b).



STAAL : GRAN.3.BOR.JP.136DB2.11



STAAL : GRAN.3.BOR.JP.136DB2.26

Fig. 4a : Typevoorbeeld siltige klei (Lid van Wemmel)

Fig. 4b : Typevoorbeeld zand (Lid van Wemmel)

2.2.6. Referenties

- P. JACOBS, idem (1975)
- P. JACOBS : Litostratigrafie van het Boven-Eoceen en van het Onder-Oligoceen in Noordwest België (Prof. Paper, 151, 3, 92 p., 1978)
- M. LERICHE (1912), M. LERICHE (1943), M. MOURLON (1888), D. NOLF (1974), Ch. POMEROL (1965), A. RUTOT (1882), A. RUTOT (1888), G. VELGE (1882), G. VELGE (1895), G. VINCENT en T. LEFEVRE (1872), G. VINCENT en A. RUTOT (1878).

2.2.7. Vroegere benamingen

- Geologische kaart 1/160.000 : Wemmeliaan We
(Grint met Eupsammia burtinana - Zand met Nummulites wemmelensis)
- Stratigrafisch register (1929, 1932) : Bartoniaan Bar
(p.p. : kwartsachtig zand - Zand van Wemmel).

2.3. Lid van Asse

2.3.1. Naam

Oude benaming naar de gemeente Asse, in de provincie Brabant.

Het Assiaan als étage werd door A. RUTOT (1882) ingevoerd en gedefinieerd als een geheel dat bestaat uit een basisgrind met veel Nummulites en zeer veel glauconiet ("bande noire"), duidelijk ten oosten van Brussel, onduidelijk ten westen. Daarboven ontwikkelt zich, nog steeds volgens A. RUTOT, een zeer glauconiethoudende en zandige klei, geleidelijk overgaand in een grijze zware klei en vervolgens in de Zanden van Asse.

2.3.2. Algemene kenmerken

Het Lid van Asse is een heterogene mariene lithostratigrafische eenheid. De overgang van het Lid van Wemmel naar het Lid van Asse gebeurt zeer geleidelijk en valt slechts op door het verdwijnen van Nummulites wemmelensis en door een sterke toename van het glauconietgehalte. Hierbij ontstaan soms laagjes echt grof glauconietzand (Laag met zwart glauconietzand). De totale dikte van deze glauconiethoudende klei bedraagt meestal slechts 2 m, maar kan soms 4 m zijn. Onderaan kan nog wat schelpgruis voorkomen.

2.3.3. Voorkomen

Het Lid van Asse komt als een aaneensluitende band voor ten noorden van het ontsluitingsgebied van het Lid van Wemmel onder de Vlaamse Vallei, of als een gesloten ring met onregelmatige vorm in de tertiaire outliers van Asse-Wemmel of Oedelem-Zomergem-Adegem. Het rust op het Lid van Wemmel en wordt bedekt door het Lid van Ursel, waarvan het kan onderscheiden worden door het verdwijnen van het glauconiet en van de zandfractie.

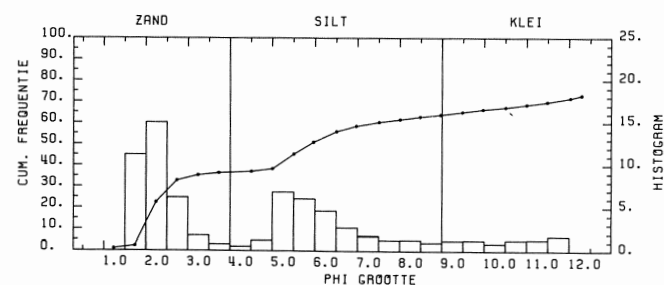
2.3.4. Stratotype

Boring 133DB12 kaartblad 1/25000, Maldegem-Eeklo, 13/3-4, (coördinaten : $x = 88.212$, $y = 208.510$, $z = +28,0$), referentiesectie van -9,50 tot -12,50 (hypostratotype).

Boring 235DB1 kaartblad 1/25000, Lebbeke-Merchtem, 23/5-6, (coördinaten : $x = 135.752$, $y = 179.175$, $z = +80,0$), referentiesectie van +53,85 tot +49,0 (hypostratotype).

2.3.5. Granulometrie

Het Lid van Asse bestaat uit een siltig kleiig zand tot siltige klei, gekenmerkt door een bimodale korrelgrootteverdeling met een belangrijke (40 tot 60 %) zandfractie (fig. 5). De populatie van middelmatig fijn zand komt waarschijnlijk overeen met het glauconiet en de modus van de grofsiltige populatie komt waarschijnlijk overeen met de modus van het oorspronkelijk afgezette sediment. De grootte van beide populaties fluctueert, maar beide verkleinen naar de top van het lid.



STAAL : GRAN.3.BOR.JP.133DB12.89

Fig. 5 : Typevoorbeeld siltig kleiig zand (Lid van Asse)

2.3.6. Referenties

- P. JACOBS, idem (1975)
- P. JACOBS, idem (1978).

2.3.7. Vroegere benamingen

- Geologische kaart 1/160.000 : Assiaan (As)
(Asa : grint met Nummulites (Operculina) Orbignyi; Asb : kleiig zand,
Asc : glauconiethoudende klei en grijze klei p.p.)
- Stratigrafisch register (1929, 1932) : Bartoniaan (Bar)
(Glaunietklei en grijze klei : kleilagen van Assche p.p.).

2.4. Lid van Ussel

2.4.1. Naam

Nieuwe benaming naar de gelijknamige gemeente in de provincie Oost-Vlaanderen, ingevoerd door P. JACOBS (1975, 1978) voor het niet glauconiethoudend en niet zandig gedeelte van de vroegere Klei van Asse.

Het onderscheid tussen een onderste glauconiethoudend, zandig deel van de Klei van Asse, en een bovenste grijs, plastisch, niet glauconiet- en zandhoudend deel was reeds zeer vroeg opgevallen. A. RUTOT (1882) maakt hiervan reeds melding in zijn "Série de l'argile glauconifère" bij de beschrijving van de Kasselberg en de Recollettenberg, en bij de invoering van de term "Assiaan" (1882) voor de streek ten westen van Brussel tussen Vilvoorde, Asse en Aalst. M. LERICHE (1921) vindt te Kassel een glauconiethoudende, zandige klei onderaan en een grijze, zuivere, plastische klei bovenaan, waaraan door J. ORTLIEB en E. CHELLONNEIX (1871) zelfs de naam "argile de la Gendarmerie" werd gegeven. Voor de Kassel- en de Recollettenberg heeft G. WATERLOT (1969) in het Bartoniaan (Klei van Kassel) zelfs een bovenste assise ingevoerd (heldere grijs-

groenachtige klei, plastisch, 8 tot 10 m dik) en een onderste (zelfde klei, maar veel zandiger en glauconiethoudender, 5 tot 7 m dik, met aan de basis een oude kustlijn van grof zand, grote melkkwartskorrels, beetje klei, zeer veel glauconietkorrels ("bande noire"), gerolde Nummulites variolarius en Nummulites wemmensis). G.-S. ODIN, Ch. POMEROL, e.a. (1972) bevestigen in een sedimentologisch-paleontologische studie van een boring te Kassel deze lithologische tweedeling.

Ook bij de beschrijving van de tertiaire heuvels tussen Brugge en Eeklo, vermeldt A. RUTOT (1882) een grijze klei zonder glauconiet bovenaan, overgaand naar een glauconiethoudende klei onderaan, met aan de basis het voorkomen van de "bande noire". M. LERICHE (1929) geeft voor de ondergrond van het Meetjesland eveneens Klei van Asse aan, en twijfelt aan de aanwezigheid van Tongeriaan op de heuvels zelf. In 1939 beschrijft M. LERICHE het voorkomen van blauwachtige, plastische klei bovenaan, en grijze glauconiethoudende, zandige, fossielhoudende klei onderaan in een groeve te Oedelem. De Zanden van Wemmel en de Zanden van Asse zijn volgens hem slechts een facies van de Klei van Asse.

Ook te Asse zelf, en meer algemeen in heel het heuvelgebied van Klein-Brabant, ten westen van Brussel (A. RUTOT, 1882), komt de Klei van Asse (argile glauconifère) voor onder twee verschillende facies : bovenaan een donkergrijsblauwe plastische klei, pyriethoudend, onderaan een glauconiethoudende zandige klei, langzaam in elkaar overgaand. Te Hekelgem en te Essene wordt dezelfde opeenvolging waargenomen (A. RUTOT, 1890). Het volledige profiel bestaat er uit Assiaan, Wemmeliaan, Lediaan, Lakeniaan, Paniseliaan en Ieperiaan. In zijn voorstel tot wijziging van de stratigrafische schaal onderscheidt J. COUTURIAUX (1894) eveneens een grijze klei en een glauconiethoudende klei. Ook A. LOUIS (1969) vermeldt in zijn studie over de bodemgesteldheid tussen Dender en Zenne, als bodemvormend materiaal in de streek rond Asse, eveneens een glauconiethoudende groengrijze klei en een grijze, zware, structuurloze, kalkarme klei.

Zowel voor de streek rond Lokeren (M. GULINCK, 1967), als in de ondergrond te Kallo (M. GULINCK, 1969) en te Woensdrecht (F. HALET, 1913) kan in de Klei van Asse, een onderste, zandige en glauconiethoudende zone aangewezen worden, die overgaat naar de basis toe in de "bande noire".

De Klei van Asse, oudste (en onderste) lithostratigrafische eenheid van het Assiaan, werd door M. LÉRICHE (1912) voor het eerst gebruikt in de huidige betekenis. Oudere auteurs spreken van "argile grise supérieure" of "argile verte glauconifère", alhoewel beide termen duidelijk van elkaar te onderscheiden zijn, en niet dezelfde lithostratigrafische betekenis hebben. M. LÉRICHE (1912) kent haar een Bartonian-ouderdom toe. In de benaming klei-zand complex van Kallo heeft M. GULINCK voor het Lid van Asse en het Lid van Ursel de term "a1" gebruikt.

2.4.2. Algemene kenmerken

De geleidelijke overgang van het Lid van Asse naar het Lid van Ursel gebeurt door een verzwarende van textuur waarbij het glauconietgehalte terug tot nul valt. Het Lid van Ursel bestaat uit een homogene, grijsblauwe, klei tot zware klei, die niet kalk- of fossielhoudend is, en verder weinig diagnostische macrokenmerken bevat. Het is een mariene lithostratigrafische eenheid.

2.4.3. Voorkomen

Het Lid van Ursel rust overal op het Lid van Asse, waarvan het gescheiden is door een geleidelijke overgang. Het wordt, via opnieuw een geleidelijke overgang, bedekt door het Lid van Onderdale.

Het Lid van Ursel neemt, tesamen met het Lid van Asse het grootste deel van de ontsluiting aan de top van de tertiaire formaties in, vanaf de oostelijke Kustvlakte tot Lokeren. Het dagzoomt in het zuidelijke deel van het heuvelcomplex Oedelem-Zomergem-Adegem in een brede band van Oedelem tot Zomergem. Outliers komen voor in de streek van Asse.

Het Lid van Ursel kan ongeveer 12 tot 13 m dikte bereiken. In het gebied rond Asse is de dikte echter gereduceerd tot ongeveer 5 m.

2.4.4. Stratotype

Boring 133DB12 kaartblad 1/25.000, Maldegem-Eeklo, 13/3-4, (coördinaten : $x = 88.212$, $y = 208.510$, $z = +28,0$), referentiesectie van +3,50 tot -9,50 (holostratotype).

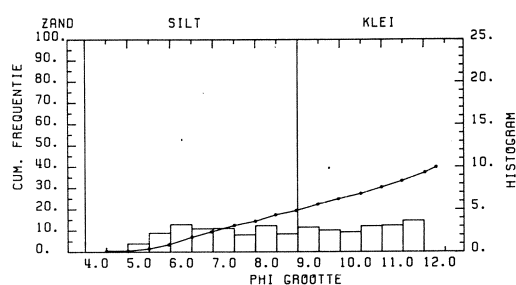
Boring 148DB6 kaartblad 1/25.000, Zeveneken-Lokeren, 14/7-8, (coördinaten : $x = 199.037$, $y = 124.430$, $z = +4,0$), referentiesectie van -18,60 tot -28,30 (hypostratotype).

Boring 235MB2 kaartblad 1.25.000, Lebbeke-Merchtem, 23/5-6 (coördinaten : $x = 134.965$, $y = 180.13$, $z = +63,0$), referentiesectie van +54,90 tot +51,70 (hypostratotype).

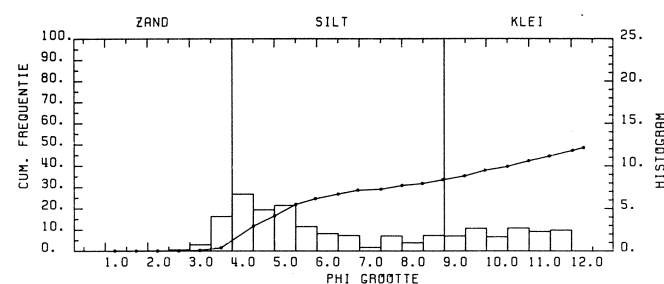
Boring 311DB1 kaartblad 1/25.000, Asse-Anderlecht, 31/1-2, (coördinaten : $x = 137.032$, $y = 176.760$, $z = +83,0$), referentiesectie van +68,60 tot +63,80 (hypostratotype).

2.4.5. Granulometrie

De granulometrische samenstelling wijzigt abrupt bij de overgang naar het Lid van Ursel. Aan de basis bestaat het uit een klei, gekarakteriseerd door een logaritmisch lineaire korrelgrootteverdeling bestaande uit hoofdzakelijk klei met 15 tot 20 % fijn silt (fig. 6a). Naar boven toe gaat de klei over in een siltige klei met een kleine (15 tot 20 %) grofsiltige modale populatie (fig. 6b).



STAAL : GRAN.3.BOR.JP.133DB12.78



STAAL : GRAN.3.BOR.JP.133DB12.64

Fig. 6a : Typevoorbeeld klei (Lid van Urssel)

Fig. 6b : Typevoorbeeld siltige klei (Lid van Urssel)

2.4.6. Referenties

- P. JACOBS, idem (1975)
- P. JACOBS, idem (1978).

2.4.7. Vroegere benamingen

- Geologische kaart 1/160 000 : Assiaan (As)
(Asc : glauconiethoudende klei en grijze klei p.p.)
- Stratigrafisch register (1929, 1932) : Bartoniaan (Bar)
(Glaunietklei en grijze klei : kleilagen van Assche p.p.).

2.4.8. Nuttige delfstoffen

De klei wordt uitgebaat voor de baksteenindustrie.

2.5. Lid van Onderdale

2.5.1. Naam

Deze nieuwe benaming werd ingevoerd in 1975 door P. JACOBS, naar het gelijknamige gehucht van de gemeente Ursel (provincie Oost-Vlaanderen) waar dit Lid dagzoomt onder een dunne kwartaire bedekking.

De Zanden van Asse (oude benaming), voor het eerst vermeld door E. HENNEQUIN (1880), komen voor boven de Klei van Asse, en vormen het jongste (en bovenste) lithostratigrafische horizon van het Assiaan. G. VELGE (1895) rangschikte de Zanden van Asse in het Tongeriaan, en de Klei van Asse in het Wemmeliaan. Sinds M. LERICHE (1912) wordt algemeen aanvaard dat de Zanden van Asse, samen met de Klei van Asse, tot het Bartonian behoren. In elk geval komen de fossielhoudende Zanden van Asse en van Essene volgens E. HENNEQUIN (1880) boven de hoofdmassa van de Klei van Asse voor en onder de "Sables chamois".

M. GULINCK (1969) heeft in het klei-zandcomplex van Kallo de benaming "S1" gebruikt.

2.5.2. Algemene kenmerken

Het Lid van Onderdale is een mariene lithostratigrafische eenheid. Aan de top wordt het Lid van Ursel terug zandiger en gaat langzaam over in een donkergrijs lemig middelmatig fijn zand, glauconiet- en glimmerhoudend. In het Lid van Onderdale werden geen macrofossielen opgemerkt.

2.5.3. Voorkomen

Het Lid van Onderdale rust overal op het Lid van Ursel en wordt overal bedekt door het Lid van Zomergem. Zowel de ondergrens als de bovengrens wordt gevormd door geleidelijke overgangen.

De dikte van het Lid van Onderdale wisselt van 2 tot 4 m in de gebieden Oedelem-Zomergem-Adegem en Waasmunster-Lokeren en bedraagt ongeveer 7 m in het gebied rond Asse.

Wegens deze geringe dikte vormt het slechts een smalle band van enkele tientallen meters breed aan het oppervlak van de tertiaire formaties, onder de kwartaire bedekking van de Vlaamse Vallei, ten noorden van het ontsluitingsgebied van het Lid van Ursel, en in enkele kleine, afgesloten heuvelgebieden rond Zomergem, Ursel-Adegem en rond Asse.

2.5.4. Stratotype

Boring 133DB12 kaartblad 1/25.000, Maldegem-Eeklo, 13/3-4, (coördinaten : $x = 88.121$, $y = 208.510$, $z = +28,0$), referentiesectie van +6,25 tot +3,50 (nieuw holostatotype; oud holostatotype van +5,50 tot +3,50).

Boring 148DB6 kaartblad 1/25.000, Zeveneken-Lokeren, 14/7-8, (coördinaten : $x = 199.037$, $y = 124.430$, $z = +4,0$), referentiesectie van -15,0 tot -18,60 (hypostratotype).

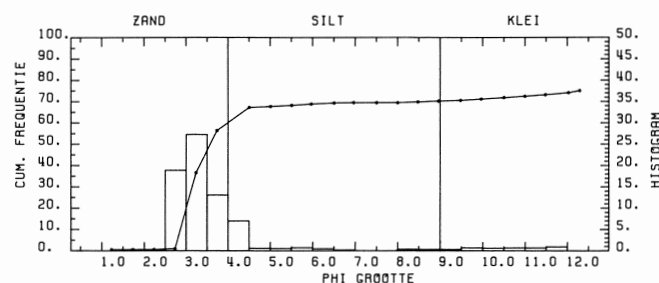
Boring 148DB5 kaartblad 1/25.000, Zeveneken-Lokeren, 14/7-8, (coördinaten : $x = 199.600$, $y = 125.910$, $z = +5,0$), referentiesectie van -19,10 tot -22,30 (hypostratotype).

Boring 311DB1 kaartblad 1/25.000, Asse-Anderlecht, 31/1-2, (coördinaten : $x = 137.032$, $y = 176.760$, $z = +83,0$), referentiesectie van +74,20 tot +68,60 (hypostratotype).

2.5.5. Granulometrie

Het kleiig silt tot kleiig zand van het Lid van Onderdale wordt gekenmerkt door een belangrijke (50 tot 60 %) grofsiltige tot fijnzandige modale populatie (fig. 7) welke duidelijk de begrenzingen van deze sequentie markeren. Uitgaande hiervan wordt voorgesteld om de bovengrens

ongeveer 1 meter hoger te nemen. De bovengrens van het Lid van Onderdale situeert zich dan in de boring 133DB12 op het peil +6,25 m (of t.o.v. het maaiveld op -21,75 m), wat ertoe leidde een nieuw holostratotype vast te leggen.



STÅAL : GRAN. 3. BOR. JP. 133DB12.56

Fig. 7 : Typevoorbeeld kleilig zand (Lid van Onderdale)

2.5.6. Referenties

- P. JACOBS, idem (1975)
- P. JACOBS, idem (1978).

2.5.7. Vroegere benamingen

- Geologische kaart 1/160.000 : Assiaan (As)
(Asd : Zand van Assche)
- Stratigrafisch register (1929, 1932) : Bartoniaan (Bar)
(glauconietzand - Zand van Assche).

2.6. Lid van Zomergem

2.6.1. Naam

Lid genoemd naar de gelijknamige gemeente Zomergem in de provincie Oost-Vlaanderen, ingevoerd door P. JACOBS (1975). In de terminologie van M. GULINCK voor het klei-zand complex van Kallo, komt dit overeen met het "a2" (1969).

Tijdens zijn onderzoeken in het Assiaan, kwam E. HENNEQUIN reeds in 1880 tot de bevinding dat er een recurrentie voorkomt van de Klei van Asse, in de streek rond Asse, Essene, Zellik en Ternat. Deze recurrentie treedt op in de zanden die zelf boven de hoofdmassa van de "glauconiet-houdende klei" liggen.

E. HENNEQUIN (1880) laat zelfs niet na A. RUTOT aan te halen : "M. RUTOT voit, dans cette circonstance, l'indication de la récurrence argileuse. Cette opinion paraît fondée, quoiqu'elle ait pour conséquence de placer le gîte du Camp romain (= Zanden van Asse) entre la masse principale de l'argile et sa récurrence, tandis que le gîte d'Essene se trouverait, au contraire, au-dessus de cette dernière. Dans ces conditions, il conviendra de ne pas accorder trop d'importance à la récurrence d'argile. Il est hors de doute, que les niveaux fossilifères se trouvent au-dessus de la masse principale de l'argile glauconifère" (p. LXX).

Dezelfde A. RUTOT (1882) beschrijft in de opeenvolging van de verschillende tertiaire afzettingen ten westen van Brussel, boven de Zanden van Asse "... une masse d'argile grise fine, très micacée, qui elle-même passe à des sables micacés et stratifiés, rappelant exactement les sables d'émersion de Neerrepn" (p. CLXXXIV).

In een overzicht van de stratigrafie van het Boven-Eoceen en het Oligoceen van het Brusselse, onderscheidt G. VELGE (1895) van boven naar onder : grijze Klei van Asse, Zanden van Asse (Romeins Kamp)(beide zijn

volgens G. VELGE Onder-Tongeriaan), glauconiethoudende klei en tenslotte glauconiethoudend zand met basisgrind (beide Wemmeliaan volgens G. VELGE).

2.6.2. Algemene kenmerken

Het Lid van Zomergem is een mariene lithostratigrafische eenheid, en bestaat uit een grijsblauwe klei tot zware klei, die zich op het eerste gezicht in niets onderscheidt van het Lid van Ursel. Het bevat noch glauconiet, zand of kalk.

2.6.3. Voorkomen

Via een geleidelijke textuurverzwaring gaat het Lid van Onderdale over in het Lid van Zomergem. Het Lid van Zomergem wordt op zijn beurt bedekt door het Lid van Buisputten, eveneens met een geleidelijke overgang, maar dan van textuurverlichting.

Het Lid van Zomergem komt voor in een brede band van Knokke tot Lokeren onder de dikke kwartaire bedekking van de Vlaamse Vallei, en in enkele kleine, afgesloten gebieden van tertiaire outliers, zoals te Zomergem, te Ursel-Drongengoed-Adegem, te Maldegem-Kleit en rond Asse, dagzomend aan het oppervlak der tertiaire formaties onder een dun kwartair dek. De dikte bedraagt ongeveer 8 m, behalve in de streek van Asse, waar de dikte gereduceerd is tot maximaal 3 m.

2.6.4. Stratotype

Boring 133DB12 kaartblad 1/25.000, Maldegem-Eeklo, 13/3-4, (coördinaten : x = 88.212, y = 208.510, z = +28,0), referentiesectie van +13,50 tot +6,25 (holostratotype).

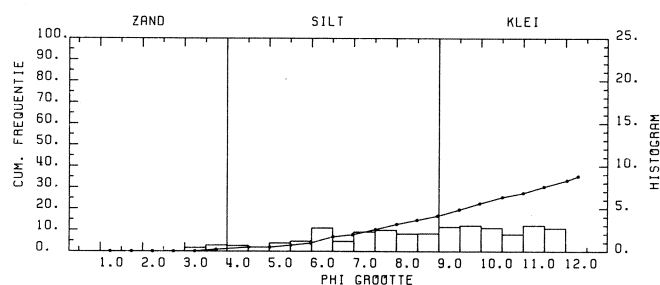
Boring 148DB5 kaartblad 1/25.000, Zeveneken-Lokeren, 14/7-8, (coördinaten : $x = 199.600$, $y = 125.910$, $z = +5,0$), referentiesectie van -11,10 tot -19,10 (hypostratotype).

Boring 148DB4 kaartblad 1/25.000, Zeveneken-Lokeren, 14/7-8, (coördinaten : $x = 200.125$, $y = 127.615$, $z = +5,0$), referentiesectie van -14,0 tot -20,50 (hypostratotype).

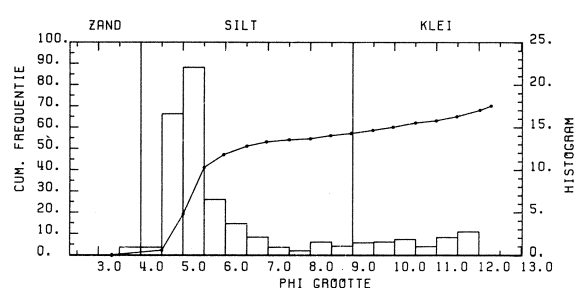
Boring 235MB1 kaartblad 1/25.000, Lebbeke-Merchtem, 23/5-6, (coördinaten : $x = 135.305$, $y = 180.422$, $z = +70,0$), referentiesectie van +60,80 tot +58,0 (hypostratotype).

2.6.5. Granulometrie

Het Lid van Zomergem is onderaan en bovenaan gekenmerkt door een klei tot siltige klei bestaande hoofdzakelijk uit klei met 20 tot 25 % middelmatig tot fijn silt (fig. 8a). Centraal verschijnt progressief een kleiige silt met een middelgrote (20 tot 30 %) grofsiltige tot middelmatig fijsiltige modale populatie (fig. 8b).



STAAL : GRAN.3.BOR.133DB12.48



STAAL : GRAN.3.BOR.JP.133DB12.44

Fig. 8a : Typevoorbeeld klei (Lid van Zomergem)

Fig. 8b : Typevoorbeeld kleiig silt (Lid van Zomergem)

2.6.6. Referenties

- P. JACOBS, idem (1975)
- P. JACOBS, idem (1978).

2.6.7. Nuttige delfstoffen

Van deze klei zijn geen uitbatingen door de baksteenindustrie gekend.

2.7. Lid van Buisputten

2.7.1. Naam

Buisputten is een gehucht van de oude gemeente Adegem (deelgemeente van Maldegem), gelegen in de provincie Oost-Vlaanderen.

De naam werd voor het eerst ingevoerd door P. JACOBS (1975). M. GULINCK (1969) gebruikte de term "S2" in de terminologie van het "klei-zand complex van Kallo".

2.7.2. Algemene kenmerken

Het Lid van Zomergem gaat op zijn beurt over in een nieuwe mariene lithostratigrafische eenheid die bestaat uit een laag donkergrijs, lemig zand, middelmatig fijn, glauconiet- en glimmerhoudend, zonder fossielinhoud. Dit Lid van Buisputten lijkt zeer sterk op het Lid van Onderdale, maar in het gebied rond Asse bestaat het echter uit een grijze klei, die donkergrijs middelmatig fijn glauconiethoudend zand bevat.

2.7.3. Voorkomen

Het Lid van Buisputten rust overal op het Lid van Zomergem, en wordt overal bedekt door het Lid van Onderdijke-Adegem. De beide overgangen van deze lithostratigrafische eenheid naar de boven- en onderliggende eenheden gebeuren geleidelijk.

Het Lid van Buisputten komt doorlopend voor van Knokke tot Waasmunster onder de bedekking van de Vlaamse Vallei, evenals in een smalle ring rond de heuvel van Adegem waar het dagzoomt onder een dun kwartair dek, en in de streek van Asse. De dikte bedraagt normaal 6 tot 7 m, behalve in de streek rond Asse, waar de dikte gereduceerd is tot maximaal 3 m.

2.7.4. Stratotype

Boring 133DB12 Kaartblad 1/25.000, Maldegem-Eeklo, 13/3-4, (coördinaten : $x = 88.212$, $y = 208.510$, $z = +28,0$), referentiesectie van +20,50 tot +13,50 (holostratotype).

Boring 137MB9 kaartblad 1/25.000, Knesselare-Zomergem, 13/7-8, (coördinaten : $x = 88.575$, $y = 207.675$, $z = +26,5$), referentiesectie van +22,50 tot +17,50 (parastratotype).

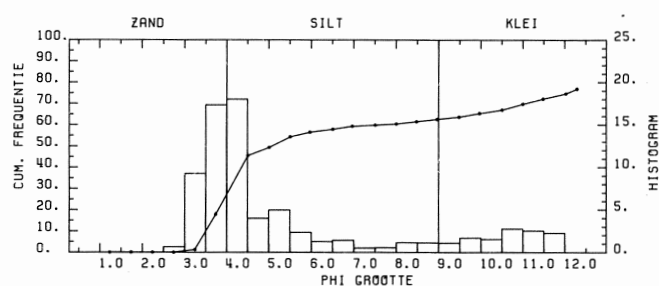
Boring 148DB4 kaartblad 1/25.000, Zeveneken-Lokeren, 14/7-8, (coördinaten : $x = 200.125$, $y = 127.615$, $z = +5,0$), referentiesectie van -7,80 tot -14,00 (hypostratotype).

Boring 235DB1 kaartblad 1/25.000, Lebbeke-Merchtem, 23/5-6, (coördinaten : $x = 135.752$, $y = 179.175$, $z = +80,0$), referentiesectie van +69,00 tot +66,40 (hypostratotype).

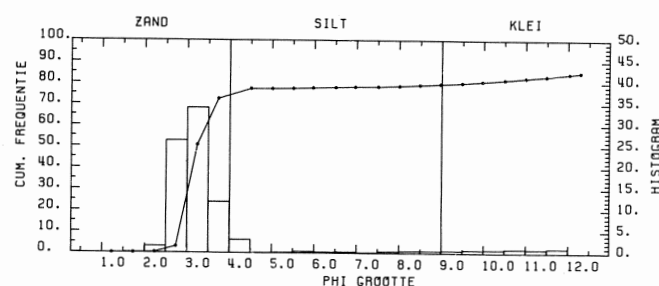
2.7.5. Granulometrie

Het Lid van Buisputten is duidelijk gekenmerkt door zijn granulometrische samenstelling. De overgang met onderliggend en bovenliggend Lid is abrupt zodat hier ook een duidelijke lithologische definiëring mogelijk is.

Onderaan bestaat het Lid uit een zandige klei tot kleiige silt met een uitgesproken (40 tot 50 %) grofsiltige tot fijnzandige modale populatie (fig. 9a). Naar boven toe wordt het sediment een kleiig zand tot zand overwegend bestaand uit een fijnzandige modale populatie (fig. 9b). De kleifractie bedraagt echter nog een 20 tot 30 %.



STAAL : GRAN.3.BOR.JP.133DB12.35



STAAL : GRAN.3.BOR.JP.133DB12.29

Fig. 9a : Typevoorbeeld zandig siltige klei (Lid van Buisputten)

Fig. 9b : Typevoorbeeld kleiig silt (Lid van Buisputten)

2.7.6. Referenties

- P. JACOBS, idem (1975)
- P. JACOBS, idem (1978).

2.8. Lid van Onderdijke-Adegem

2.8.1. Naam

Onderdijke is een gehucht van de oude gemeente Adegem, thans gefusioneerd met Maldegem (provincie Oost-Vlaanderen).

De naam werd ingevoerd door P. JACOBS (1975), nadat in 1969 M. GULINCK in zijn "klei-zand complex van Kallo" reeds melding had gemaakt van een "a3"-kleilaag.

2.8.2. Algemene kenmerken

Deze nieuwe mariene lithostratigrafische eenheid bestaat uit een laag grijsblauwe zware klei, niet kalkhoudend, die echter in het gebied rond Asse gereduceerd is of afwezig kan zijn. Aan de top bevat deze klei perforaties, opgevuld met venig grijs middelmatig fijn zand, en veel organisch materiaal, geconcentreerd in venige bandjes, indicatoren van een begroeiingshorizon of een onderbreking van de sedimentatie.

2.8.3. Voorkomen

Het Lid van Onderdijke-Adegem rust overal op het Lid van Buisputten, behalve in de streek rond Asse, waar het zeer lokaal ook op het Lid van Zomergem kan rusten.

Het wordt overal bedekt door het Lid van Bassevelde, onderste lithostratigrafische eenheid van de Formatie van Zelzate. De overgang van het Lid van Onderdijke-Adegem naar het onderliggende Lid van Buisputten gebeurt opnieuw geleidelijk. Waar de overgangen van het Lid van Wemmel tot en met het Lid van Onderdijke-Adegem zeer continu verlopen, treedt aan de top van het Lid van Onderdijke-Adegem een zeer scherpe grens op met het Lid van Bassevelde. De dikte kan tot 10 m bedragen, behalve in de streek rond Asse waar het Lid van Onderdijke-Adegem kan gereduceerd zijn tot 0,5 m of zelfs kan ontbreken.

Het wordt teruggevonden van de uiterste noordhoek van het oostelijk Kustgebied tot in Waasmunster onder een dikke kwartaire bedekking. Het ontsluit in een klein gebied rond Adegem-Onderdijke, en rond Asse aan de top van de tertiaire formaties onder een dun kwartair dek.

2.8.4. Stratotype

Boring 58DB6 kaartblad 1/25.000, Sint-Margriete, 5/7-8, (coördinaten : $x = 97.305$, $y = 221.117$, $z = +3,0$), referentiesectie van -32,0 tot -33,5 (hypostratotype).

Boring 133DB12 kaartblad 1/25.000, Maldegem-Eeklo, 13/3-4, (coördinaten : $x = 88.212$, $y = 208.510$, $z = +28,0$), referentiesectie van +26,2 tot +20,5 (holostratotype).

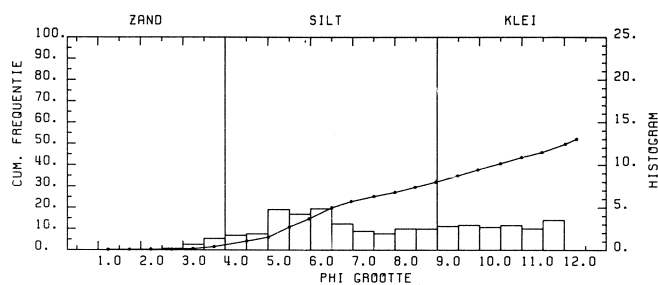
Boring 148DB3 kaartblad 1/25.000, Zeveneken-Lokeren, 14/7-8, (coördinaten : $x = 200.650$, $y = 128.207$, $z = +7,0$), referentiesectie van -6,50 tot -12,90 (hypostratotype).

Boring 148DB2 kaartblad 1/25.000, Zeveneken-Lokeren, 14/7-8, (coördinaten : $x = 200.785$, $y = 128.620$, $z = +7,0$), referentiesectie van -5,80 tot -11,50 (hypostratotype).

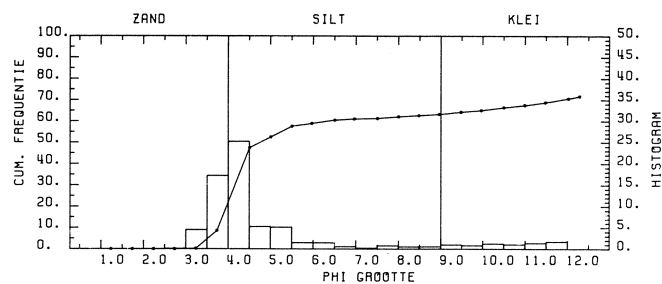
Boring 235DB1 kaartblad 1/25.000, Lebbeke- Merchtem, 23/5-6, (coördinaten : $x = 135.752$, $y = 179.175$, $z = +80,0$), referentiesectie van +69,50 tot +69,0 (hypostratotype).

2.8.5 Granulometrie

Lithologisch gezien is dit Lid veel minder homogeen. Onderaan en bovenaan bestaat het uit een siltige klei met een soms licht waarneembare middelmatige fjnsiltige modale populatie (fig. 10a). In het centrale deel wordt deze afgewisseld met min of meer belangrijke intervallen van zandige kleiige silt met een uitgesproken (50 %) grofsiltige modale populatie (fig. 10b).



STAAL : GRAN.3.BOR.JP.1410B10.67



STAAL : GRAN.3.BOR.JP.1410B10.60

Fig. 10a : Typevoorbeeld siltig klei (Lid van Onderdijke-Adegem)

Fig. 10b : Typevoorbeeld zandig kleiig silt (Lid van Onderdijke-Adegem)

2.8.6. Referenties

- P. JACOBS, idem (1975)
- P. JACOBS, idem (1978).

2.8.7. Nuttige delfstoffen

Deze klei kan aangewend worden voor de baksteenindustrie.

3. LITHOSTRATIGRAFIE VAN DE FORMATIE VAN ZELZATE

3.1. Algemeen

3.1.1 Naam

De Formatie van Zelzate is een nieuwe lithostratigrafische eenheid die werd gedefinieerd door P. JACOBS in 1975. De naam is ontleend aan de gemeente Zelzate in het noorden van de provincie Oost-Vlaanderen.

Vóór de eeuwwisseling bestond echter reeds het onuitgesproken vermoeden, gebaseerd op toevallige waarnemingen, dat zich tussen de Klei van Asse en de jongere Klei van Boom nog klei- en zandlagen moesten bevinden.

Op basis van een regionale studie van Aarschot tot Watervliet besluit M. MOURLON (1894-1895) tot de aanwezigheid van twee belangrijke zandlagen tussen de Klei van Boom en de Klei van Asse. De bovenste zandlaag wordt gekenmerkt door een duidelijke midden-oligocene fauna, terwijl de onderste zandlaag, met nummulieten, operculiënen en Ostrea plicata (vooral in Assenede) een grotere ouderdom heeft. Nauwkeurig beschreven droge boringen (o.a. in de Kazerne te Mechelen), bevestigen dit (F. HALET, 1905). Tussen het Rupeliaan en het Assiaan komt hier inderdaad nog een zand- en een kleilaag voor, die door F. HALET tot het Tongeriaan worden gerekend.

Ook in de Rupelvallei, tussen Willebroek en Boom, komt onder de Klei van Boom nog een zandpakket voor van 8 m dikte en een pakket zand van 15 m dikte, alvorens een glauconiëthoudende, zandige klei bereikt wordt van ongeveer 4 m dik, die zelf overgaat naar een groenachtig fijn glauconiëthoudend zand (F. HALET, 1936). Beide laatste afzettingen zouden tot het Assiaan behoren, terwijl de twee zandlagen respectievelijk Boven- en Onder-Rupeliaan zouden zijn. Te Temse is de 15 m dikke zandlaag echter verdwenen (F. HALET, 1937).

Het is pas in 1965 dat M. GULINCK de overgang van het Bartoniaan naar het Rupeliaan in de streek Boom-Mechelen aan een nauwkeurig onderzoek zal onderwerpen. Hij vermeldt daarbij een "fijn glauconiethoudend zand, plaatselijk kleiig, niet kalkhoudend, met sporadisch Ostrea ventilabrum" dat hij de benaming "S3" meegeeft. Daarbij merkt M. GULINCK op dat de lithologie van deze eo-oligocene overgangslagen schijnt te wijzen op een permanente mariene sedimentatie, met een cyclisch karakter, waarin geen onderbreking in de sedimentatie kan vastgesteld worden.

3.1.2. Algemene kenmerken

De Formatie van Zelzate is een nieuwe mariene lithostratigrafische eenheid die voorlopig bestaat uit middelmatig fijne zanden onderaan en zandige kleien bovenaan (fig. 11). Onderaan kunnen macrofossielen voorkomen. De ouderdom is nog niet met zekerheid bepaald maar moet zich situeren rond de overgang van het Eoceen naar het Oligoceen.

3.1.3. Voorkomen

De Formatie is naar onderen toe begrensd door het scherpe contact met het onderliggend Lid van Onderdijke-Adegem, onderlijnd door een fijn grind, venige intercalaties en perforaties. Naar boven toe is de Formatie nog niet begrensd omdat het contact met de bovenliggende afzettingen nog niet werd gedetecteerd, maar recente informatie (E. STEURBAUT, 1986) vermeldt de aanwezigheid van een jonger kleiig fijn zand (Lid van Ruisbroek).

Zich baserend op de boring van Kallo (148E27), werd door E. STEURBAUT in 1986 een volledige opsplitsing van de Formatie van Zelzate voorgesteld. Hij onderscheidt van onder naar boven het Lid van Bassevelde, het Lid van Watervliet en het Lid van Ruisbroek. Het Lid van Bassevelde is volgens deze auteur een groen glauconiethoudend zand, onderaan begrensd door een groene kalkhoudende zandsteen en aan de top afgesloten door een geïntercaleerde silt-en-klei-eenheid.

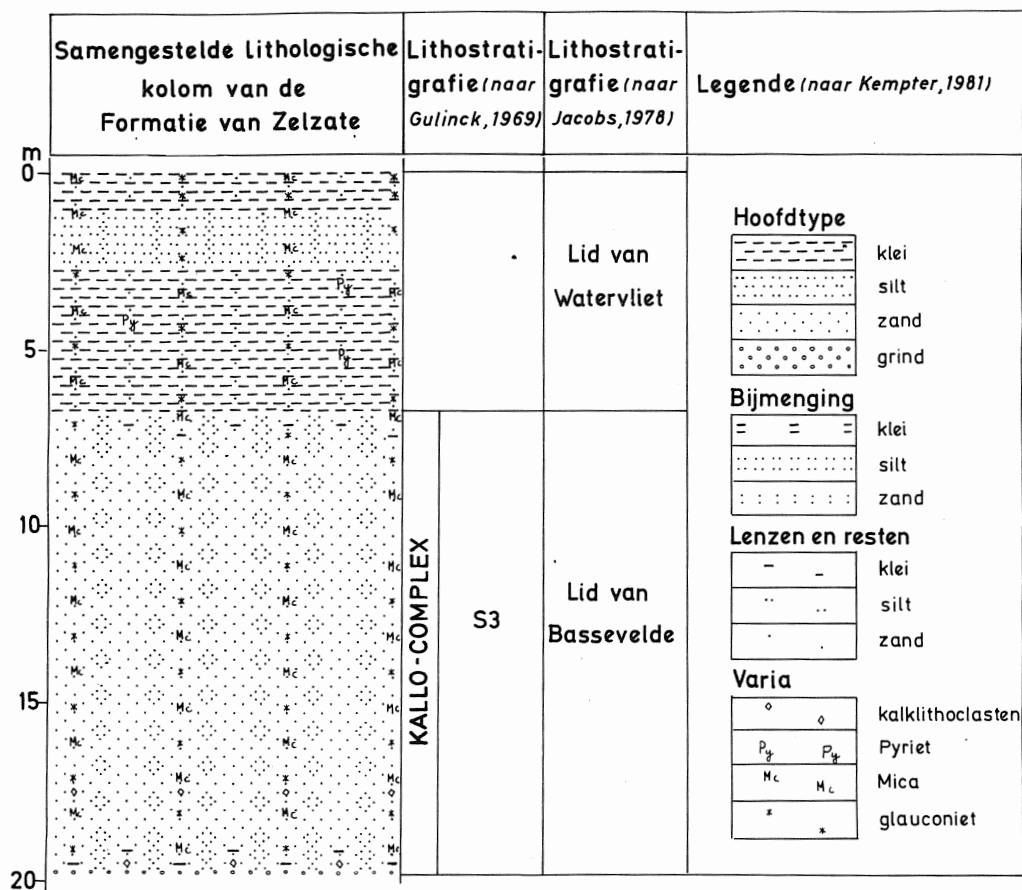


Fig. 11 - Lithologische synthese kolom van de Formatie van Zelzate

Zowel door E. STEURBAUT (1986) als door P. JACOBS (1978) wordt de ondergrens van het Oligoceen gesitueerd in deze eenheid.

De hierbovenliggende 2 meter dikke glimmerhoudende harde siltige klei wordt door E. STEURBAUT (1986) gedefinieerd als het Lid van Watervliet.

Het wordt overdekt door een hoofdzakelijk kleilig fijn zand door M. GULINCK (1969) kortweg zandig Onder-Rupeliaan genoemd. Deze eenheid, onder en boven begrensd door laagjes grof zand tot fijn grind wordt door E. STEURBAUT (1986) gedefinieerd als het Lid van Ruisbroek. Dit Lid vertegenwoordigt het bovenste Lid van de Formatie van Zelzate. Omwille van het ontbreken van essentiële informatie werd het voorlopig nog niet opgenomen in de lithostratigrafische tabel.

De Formatie van Zelzate rust overal op de Formatie van Kallo. Zij wordt op haar beurt bedekt door de Formatie van Tongeren of de Formatie van de Rupel.

De totale dikte bedraagt voorlopig 25 tot 30 m in het westen, maar vermindert zeer snel vooral naar het zuiden. De Formatie van Zelzate komt voor van Watervliet tot Waasmunster-Stekene onder de bedekking van de Vlaamse Vallei, als een continu doorlopende band, noordwest-zuidoost gericht.

3.1.4. Indeling

De Formatie van Zelzate bestaat voorlopig uit volgende leden :

<u>Formatie</u>	<u>Lid</u>	<u>Oude benaming</u>
Formatie van Zelzate	Lid van Watervliet	
	Lid van Bassevelde	S3

3.1.5. Referenties

P. JACOBS : Bijdrage tot de litostratigrafie van het Boven-Eoceen en het Onder-Oligoceen in noordwest België (R.U.G., doctoraal proefschrift, 182 p. + bijlagen, 1975).

3.2. Lid van Bassevelde

3.2.1. Naam

Het Lid van Bassevelde is een nieuwe benaming die werd ingevoerd door P. JACOBS in 1975, naar de gelijknamige gemeente in Oost-Vlaanderen. Voordien had M. GULINCK (1969) reeds de term "Zanden van Bassevelde" ingevoerd, omdat te Bassevelde zanden met nummulieten en Ostrea ventila-brum voorkomen, in een geometrisch identische positie als de bovenste zandlaag van het klei-zand complex van Kallo, het S3, die eveneens nummulieten bevat in Kallo.

3.2.2. Algemene kenmerken

Het Lid van Bassevelde is een donkergrijs middelmatig fijn, lemig zand tot zand, glauconiet- en glimmerhoudend. Soms komen hierin dikke lenzen grijze klei voor. In de gebieden Oedelem-Zomergem-Adegem en Waasmunster-Lokeren werden aan de basis silexfragmentjes, gerolde zandsteentjes en grof kwartszand teruggevonden. In het gebied Oedelem-Zomergem-Adegem worden naast Ostrea ventilabrum ook Nummulites spec. gevonden. Het Lid van Bassevelde is een nieuwe mariene lithostratigrafische eenheid.

3.2.3. Voorkomen

Het Lid van Bassevelde rust met een zeer scherp contact, onderlijnd door silexfragmentjes, gerolde zandsteentjes en grof kwartszand, op het Lid van Onderdijke-Adegem, jongste lid van de Formatie van Kallo.

Het wordt bedekt door het Lid van Watervliet. Hier gebeurt de overgang geleidelijk.

Het Lid van Bassevelde wordt aangeboord onder de bedekking van de Vlaamse Vallei, van Watervliet tot in Waasmunster, in een brede, continu doorlopende, noordwest-zuidoost gerichte band, die waarschijnlijk te vervolgen is tot in Mechelen, via de Rupeldepressie. Het komt eveneens voor in de tertiaire outliers rond Asse. In het westen (Bassevelde) bedraagt de dikte van het Lid van Bassevelde 18 tot 19 m, in het oosten (Waasmunster) ongeveer 13 m, in het zuiden (rond Asse) ongeveer 4 m.

Deze vermindering in dikte, die uiteindelijk zelfs zal leiden tot de verdwijning van het Lid van Onderdijke-Adegem (jongste lid van de Formatie van Kallo) in de streek rond Asse, laat vermoeden dat er een kartografische discordantie bestaat tussen de Formatie van Kallo en de Formatie van Zelzate. Het is niet uitgesloten dat daardoor in de streek Mechelen-Aarschot, het Lid van Bassevelde rechtstreeks op het Lid van Ursel rust (M. MATTHEUSSENS, 1971).

3.2.4. Stratotype

Boring 65DB3 kaartblad 1/25.000, Watervliet, 6/5-6, (coördinaten : $x = 102.307$, $y = 219.157$, $z = +3,5$), referentiesectie van -20,20 tot -34,70 (holostratotype).

Boring 58DB6 kaartblad 1/25.000, Sint-Margriete, 5/7-8, (coördinaten : $x = 97.305$, $y = 221.117$, $z = +3,0$), referentiesectie van -23,50 tot -32,0 (hypostratotype).

Tijdelijke ontsluiting E3 Waasmunster, kaartblad 1/25.000, Zeveneken-Lokeren, 14/7-8, (coördinaten : $x = 200.785$, $y = 128.620$), referentiesectie van +6,40 tot +5,40 (hypostratotype in aansluiting op boring 148DB2).

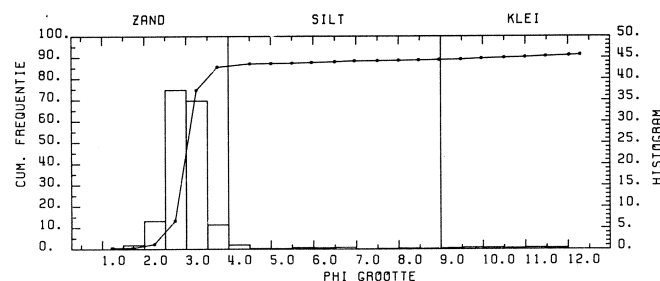
Boring 148DB2 kaartblad 1/25.000, Zeveneken-Lokeren, 14/7-8, (coördinaten : $x = 200.785$, $y = 128.620$, $z = +7,0$), referentiesectie van $+5,0$ tot $-5,80$ (hypostratotype).

Boring 148DB3 kaartblad 1/25.000, Zeveneken-Lokeren, 14/7-8, (coördinaten : $x = 200.650$, $y = 128.207$, $z = +7,0$), referentiesectie van $-1,30$ tot $-6,50$ (hypostratotype).

Boring 235DB1 kaartblad 1/25.000, Lebbeke-Merchtem, 23/5-6, (coördinaten : $x = 135.752$, $y = 179.175$, $z = +80,0$), referentiesectie van $+73,0$ tot $+69,50$ (hypostratotype).

3.2.5. Granulometrie

De ondergrens van het Lid is duidelijk markeerbaar door een snelle overgang naar een kleiig zand. Dit kleiig zand gaat over enkele meters progressief over in een fijn zand waarvan de korrelgrootteverdeling dan uniform blijft tot in de topzone (fig. 12). Zij wordt gedomineerd door een fijnzandige modale populatie. In de topzone vermindert het belang van deze populatie progressief zodat het niet mogelijk is om aan de hand van de lithologische variatie een duidelijk markeerbare grens vast te leggen. Door P. JACOBS (1978) werd de grens vastgelegd op de textuurgrens tussen klei en lemig zand. Deze begrenzing is echter criterium-afhankelijk zodat, zoals verwacht, bij verificatie met het Shepard-diagram de vastgelegde grens niet significant overkomt. Een verdere en meer gedetailleerde studie met andere boringen is vereist om tot een betere definiëring te komen van de top van het Lid van Bassevelde.



STAAL : GRAN.3.BOR.JP.1410B10.44

Fig. 12 : Typevoorbeeld zand (Lid van Bassevelde)

3.2.6. Referenties

- P. JACOBS, idem (1975)
- P. JACOBS, idem (1978).

3.3. Lid van Watervliet

3.3.1. Naam

Het Lid van Watervliet ontleent zijn naam aan de gelijknamige gemeente in de provincie Oost-Vlaanderen, thans deelgemeente van de gemeente Kaprijke. Deze nieuwe benaming werd ingevoerd door P. JACOBS (1975).

3.3.2. Algemene kenmerken

Het Lid van Watervliet is een nieuwe, mariene lithostratigrafische eenheid, voorlopig de jongste van de Formatie van Zelzate. Het is een donkergroene zandige klei, die glauconiet- en glimmerhoudend is, en niet-kalkhoudend. Macrofossielen werden niet opgemerkt.

3.3.3. Voorkomen

Het Lid van Watervliet rust op het Lid van Bassevelde, waarvan het gescheiden is door een geleidelijke overgangszone. Er is geen scherp contact tussen het Lid van Bassevelde en het Lid van Watervliet in het gebied Oedelem-Zomergem-Adegem. De bedekking van het Lid van Watervliet is nog niet met zekerheid gekend. In het westen, in de streek van Watervliet zelf, konden de bovenliggende, jongere leden of formaties nog niet met zekerheid bepaald worden. In het oosten, in de streek rond Waasmunster, wordt het Lid van Watervliet bedekt door het Lid van Berg, oudste lithostratigrafische eenheid van de Formatie van de Rupel.

Het Lid van Watervliet komt voor onder de dikke kwartaire bedekking van de Vlaamse Vallei, in een brede band van Watervliet tot Waasmunster, waar het uitwigt tussen het Lid van Bassevelde en het Lid van Berg.

In de streek van Watervliet bedraagt de dikte minimaal 7 tot 8 m, omdat de bovengrens tot hiertoe nog niet kon worden vastgelegd.

Rond Asse, in de tertiaire outliers van de provincie Brabant is het Lid van Watervliet in dikte gereduceerd tot 4 of 5 m. Het wordt er aange troffen onder een dunne kwartaire bedekking aan de top van de tertiaire afzettingen.

3.3.4. Stratotype

Boring 65DB3 kaartblad 1/25.000, Watervliet, 6/5-6, (coördinaten : $x = 102.307$, $y = 219.157$, $z = +3,5$), referentiesectie van -13,50 tot -20,20 (holostratotype).

Boring 235DB1 kaartblad 1/25.000, Lebbeke-Merchtem, 23/5-6, (coördinaten : $x = 135.752$, $y = 179.175$, $z = +80,0$), referentiesectie van +77,50 tot +73,0 (hypostratotype).

3.3.5. Granulometrie

Het onvolledig Lid van Watervliet in de boring 65DB3 bestaat overwegend uit een kleilig zand met een fijnzandige modale populatie (45 %).

3.3.6. Referenties

- P. JACOBS, idem (1975)
- P. JACOBS, idem (1978).

4. ALGEMEEN BESLUIT

De aanwezigheid en de indeling van de mariene overgangslagen tussen het Eoceen en het Oligoceen, opgesteld door M. GULINCK voor de streek Boom-Mechelen en te Kallo, bestaat ook in geheel het noordwestelijk deel van België als volledige sequentie. Zij dagzomen aan het oppervlak van de tertiaire formaties in het heuvelgebied Odelem-Zomergem-Adegem, het Land van Waas, en het Plateau van Klein-Brabant. Het kleilig karakter van deze sedimenten neemt toe naar het westen. In het zuiden zijn de kleilagen lichter, de zandlagen soms kleiiger, en de dikten belangrijk gereduceerd.

De lithostratigrafische schaal van het bestudeerde gebied, ziet er nu als volgt uit :

OLIGOCEEN

Formatie van de
Rupel

[Lid van Boom
Lid van Berg

Formatie van
Zelzate

[Lid van Watervliet
Lid van Bassevelde

EOCEEN

Formatie van Kallo

[Lid van Onderdijke-Adegem
Lid van Buisputten
Lid van Zomergem
Lid van Onderdale
Lid van Ursel
Lid van Asse met Laag zwart
glauconietzand aan de basis
Lid van Wemmel

De Formatie van Kallo die het grootste gedeelte van deze eo-oligocene overgangslagen omvat, vertoont een cyclische sedimentatie waarin 3 fasen van maximale diepte in het afzettingsbekken optreden, overeenkomend met de decantatie van zware kleien (fig. 13 en 14). Vanaf het Lid van Wemmel tot en met het Lid van Onderdijke-Adegem kunnen deze overgangslagen lithostratigrafisch ondergebracht worden bij het Bartoniaan. Ter hoogte van de grens tussen het Lid van Onderdijke-Adegem en het Lid van Bassevelde grijpt een duidelijke onderbreking van de cyclische sedimentatie plaats (perforaties, fijn grind, bruuske textuurverandering, mogelijke kartografische discordantie), wat het transgressief karakter van de basis van het Lid van Bassevelde illustreert.

De Formatie van Zelzate vormt misschien het westelijk equivalent van het marien Tongeriaan in het Oosten van België (fig. 15). Het Lid van Watervliet is in het testgebied Waasmunster-Lokeren echter niet aanwezig. Het is mogelijk dat de mariene sedimentatie na de afzetting van het Lid van Watervliet continu zou doorgedaan zijn tot juist vóór de afzetting van het Lid van Berg. Dit zou voor gevolg kunnen hebben dat geheel het Tongeriaan in het noordwesten van België een marien karakter zou bezitten.

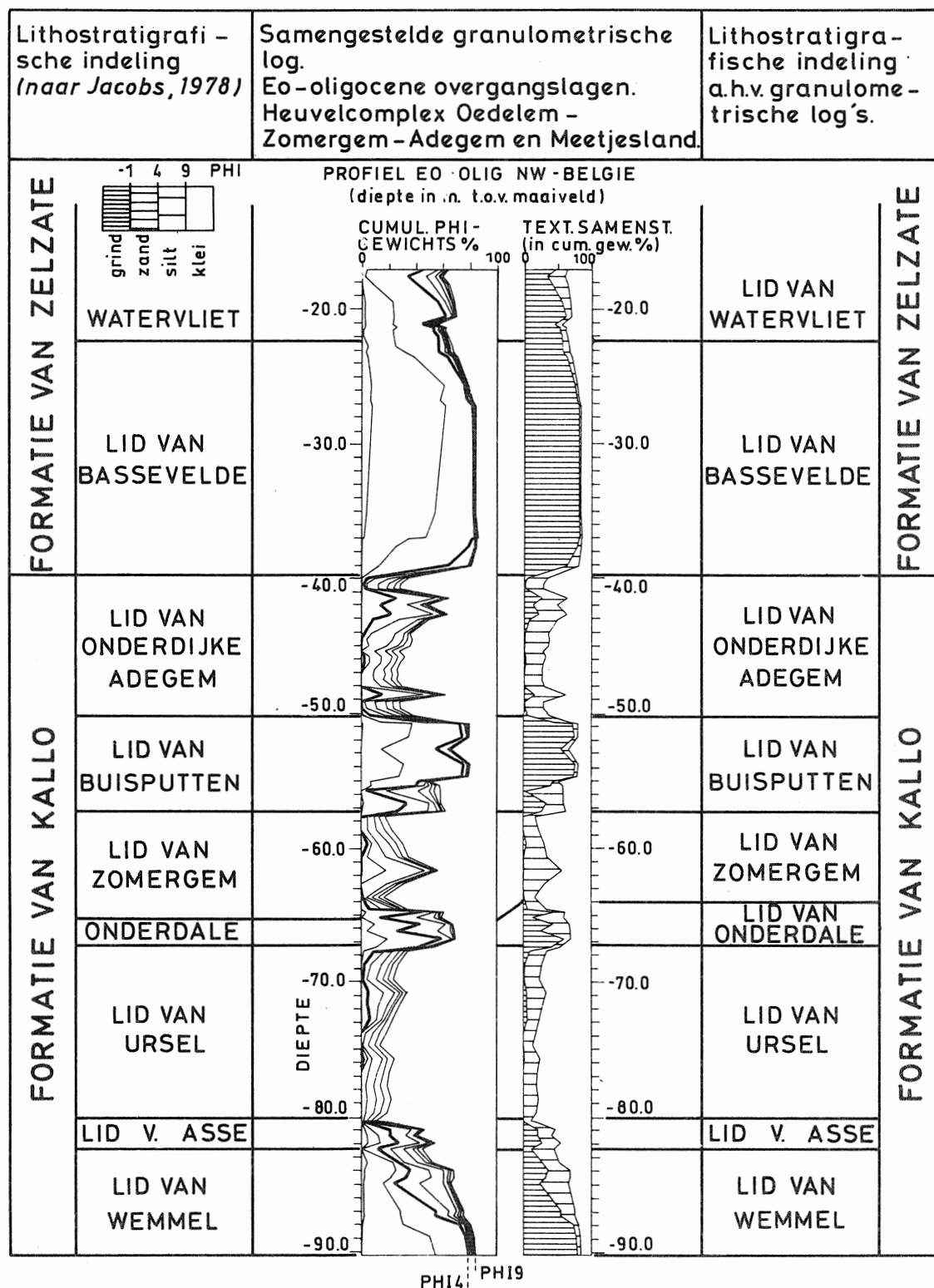


Fig. 14 - Synthese granulometrische log van het studiegebied Meetjesland en het heuvelcomplex Oedelem-Zomergem-Adegem

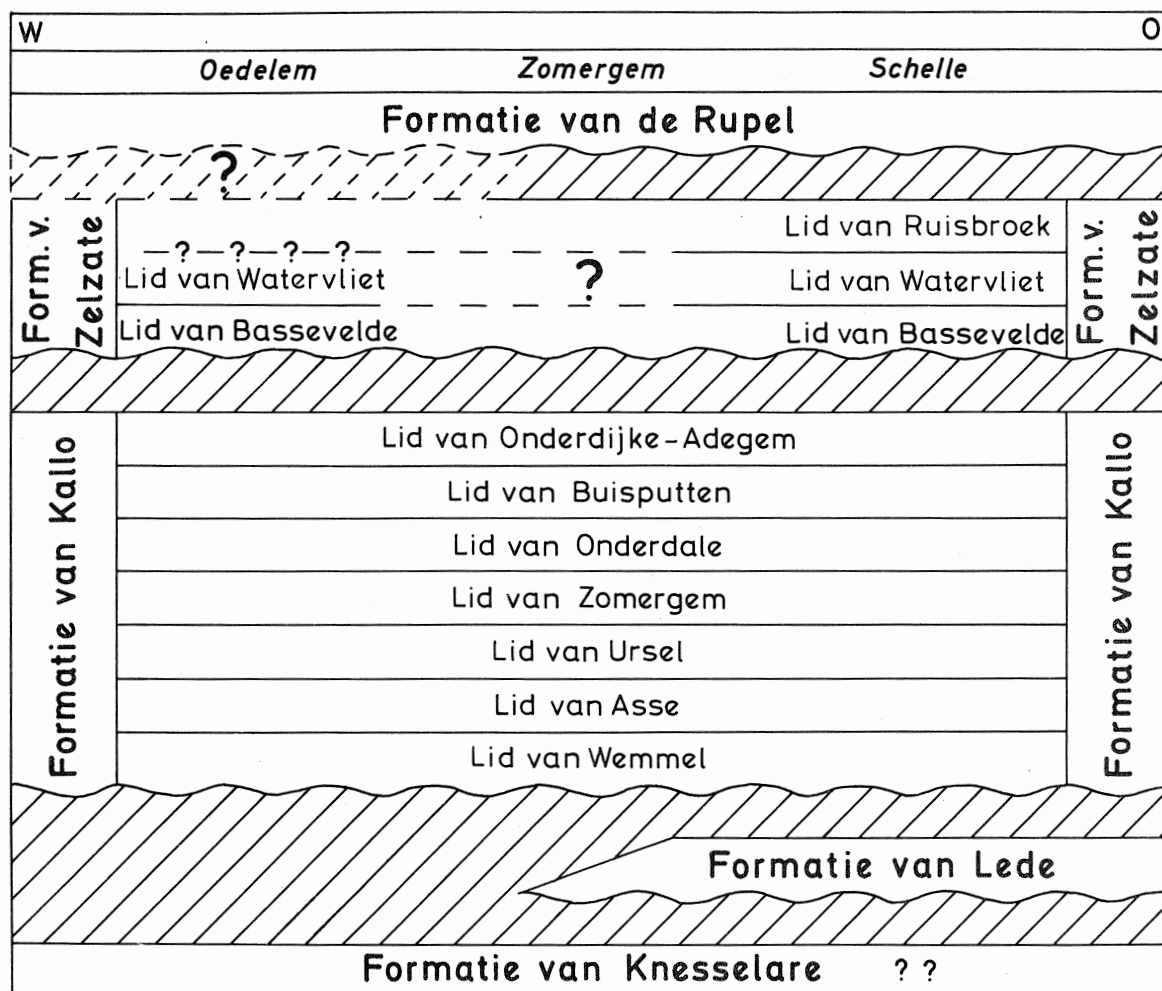


Fig.15 - Overzicht van de lithostratigrafie van het Eo-Oligoceen in Noordwest-België

5. BEDANKING

De auteurs houden eraan Prof. Dr. W. DE BREUCK, directeur van het Laboratorium voor Toegepaste Geologie en Hydrogeologie van de Rijksuniversiteit Gent, te bedanken voor zijn medewerking aan dit onderzoek. Zij zijn tevens veel dank verschuldigd aan Prof. Dr. R. MARECHAL, directeur van het Laboratorium voor Aardkunde, onder wiens bezielende leiding de herziening van de lithostratigrafie van het Tertiair in België zijn beslag kreeg, en waarvan deze bijdrage deel uitmaakte.

Het Ministerie van Wetenschapsbeleid, Diensten voor de Programmatie van het Wetenschapsbeleid, maakte, door de toekenning van een Onderling Overlegde Onderzoeksactie in het kader van het Onderzoeksprogramma Noord-zee, het mogelijk dat dit onderzoek kon uitgevoerd worden in de best mogelijke materiële omstandigheden.

Mevr. J. DE JAEGER heeft de laboratoriumanalyses met de meeste zorg omringd, terwijl Mevr. G. VERMEIREN handig met de tekstverwerking omgesprong. Aan al deze medewerkers onze oprechte dank voor hun inzet.

6. LITERATUUR

6.1. Algemene literatuur

Algemeen stratigrafisch register van de uitvoerige Aardkundige Kaart van België. Brussel, Aardkundige Raad van België, 1932.

COUTURIAUX, J. (1894). Note sur un gîte fossilifère de l'Etage Wemmélien. Ann. Soc. roy. Malac. Belgique, XXIX, Mém. XXV-XXVIII.

GULINCK, M. (1965). Le passage du Bartonien au Rupélien dans la région Boom-Malines. Bull. Soc. belge Géol., LXXIV, 115-120.

GULINCK, M. (1965). Aperçu général sur les dépôts éocènes de la Belgique. Bull. Soc. géol. Fr. (7), 7, 222-227.

GULINCK, M. (1967). Geologisch profiel volgens de meridiaan 047G tussen Moerbeke en Wetteren. Prof. Pap. Aard. Dienst België, 12, 10 p.

GULINCK, M. (1968). Guide des excursions en Belgique, 22-23-24 avril 1968. Colloque sur l'Eocène 1968. Bruxelles, Serv. Geol. Belgique, 36 p.

GULINCK, M. (1969). Coupe résumée des terrains traversés au sondage de Kallo et profil géologique NS passant par Woensdrecht-Kallo-Halle. Mém. Expl. Cartes Géol. Min. Belg., 11, 3-7.

GULINCK, M. (1969). Le passage Oligocène-Eocène dans le sondage de Kallo et le Nord de la Belgique. In : Colloque sur l'Eocène. Mém. B.R.G.M. Fr., 69, 193-195.

GULINCK, M., DROOGER, C.W. & MARTINI, E. (1969). Le sondage de Kallo (au nord-ouest d'Anvers). Mém. Expl. Carte Géol. Min. Belg., 11, 42 p.

GULINCK, M. & HACQUAERT, A. (1954). L'Eocène. In : Prodrome d'une description géologique de la Belgique, 451-493. Liège.

- HALET, F. (1905). Coupe du puits artésien de la caserne d'artillerie à Malines. Bull. Soc. belge Géol., XX, 61-69.
- HALET, F. (1913). Le sondage de Woensdrecht (Pays-Bas). Bull. Soc. belge Géol., XXVII, 169-176.
- HALET, F. (1936). La géologie de la vallée du Rupel entre Willebroeck et Boom. Bull. Soc. belge Géol., XLVI, 190-194.
- HALET, F. (1937). La Géologie de la Vallée de l'Escaut, à Tamise. Bull. Soc. belge Géol., XLVII, 356-362.
- HENNEQUIN, E. (1880). Communications et propositions diverses des Membres. Ann. Soc. roy. Malac. Belg., XV, Bull. séances, pp. XLVIII-L.
- HENNEQUIN, E. (1880). Notes d'excursions relatives à la fixation de la position stratigraphique de nouveaux gîtes fossilifères du système wemmélien. Ann. Soc. roy. Malac. Belg., XV, pp. LVI-LXXIII.
- JACOBS, P. (1975). Bijdrage tot de lithostratigrafie van het Boven-Eoceen en het Onder-Oligoceen in noordwest België. Gent, Rijksuniversiteit, Doctoraal proefschrift, 182 p. en bijlagen.
- JACOBS, P. (1978). Lithostratigrafie van het Boven-Eoceen en van het Onder-Oligoceen in Noordwest België. Prof. Paper, 151, 3, 92 p.
- LERICHE, M. (1912). L'Eocène des bassins parisien et belge (Livret-guide de la réunion extraordinaire de la Société géologique de France). Bull. Soc. géol. Fr. (4), XII, 692-724.

LERICHE, M. (1921). Monographie géologique des collines de la Flandre française et de la province belge de la Flandre occidentale (Collines de Cassel et des environs de Bailleul). Mém. Serv. Expl. Carte Géol. détail. Fr.

LERICHE, M. (1929). Sur la Géologie du Meetjesland (Pays d'Eecloo). Bull. Soc. belge Géol., XXXIX, 159-163.

LERICHE, M. (1939). Un gîte fossilifère dans la Bartonien du Meetjesland (Pays d'Eecloo) et sur le sens à donner au nom de Bartonien. Ann. Soc. géol. Belg., 62, 552-559.

LERICHE, M. (1943). Les couches de base du Bartonien dans le bassin belge. Bull. Soc. belge Géol., LII, 104-121.

LOUIS, A. (1969). Bijdrage tot de kennis van de bodemgesteldheid tussen Dender en Zenne. Gent, Rijksuniversiteit, Doctoraatsverhandeling, 278 p.

MATTHEUSSENS, M. (1971). Geologisch onderzoek op het kaartblad Heist-op-den-Berg. Gent, Rijksuniversiteit, Licentiaatsverhandeling, 91 p.

MOURLON, M. (1888). Sur l'existence d'un nouvel étage de l'Eocène moyen dans le bassin franco-belge. Bull. Acad. roy. Belg., (3), XVI, 252-276.

MOURLON, M. (1894-1895). Sur l'âge des sables qui, entre Aerschot et Watervliet, au nord d'Eeclo, séparent l'argile de Boom (Oligocène moyen) de l'argile sous-jacente à ces sables. Ann. Soc. géol. Belg., XXII, 237-256.

NOLF, D. (1974). De Teleostei-otolieten uit het Eoceen van het Belgisch Bekken - Reconstructie van de fauna en biostratigrafische toepassing. Gent, Rijksuniversiteit, Doctoraatsverhandeling, 173 p.

- ODIN, G.-S., POMEROL, Ch. e.a. (1972). Etude géologique du sondage de Cassel (Nord). Bull. Inf. Géol. Bassin Paris, 32, 21-52.
- ORTLIEB, J. & CHELLONNEIX, E. (1870). Etude géologique des Collines tertiaires du département du Nord comparées avec celles de la Belgique. Lille, Carré, 228 p.
- POMEROL, Ch. (1965). Les sables de l'Eocène supérieur (Lédien et Bartonnien) des Bassins de Paris et de Bruxelles. Mém. Serv. Expl. Carte Géol. détail. Fr., 214 p.
- RUTOT, A. (1883). Résultats de nouvelles recherches dans l'Eocène supérieur de la Belgique. II. Constitution géologique des collines tertiaires comprises entre Bruges et Eecloo. Ann. Soc. roy. Malac. Belg., XVII, Bull. séances, pp. CLXXVIII-CLXXIX.
- RUTOT, A. (1882). Résultats de nouvelles recherches dans l'Eocène supérieur de la Belgique. IV. Résolution de la question du Tongrien et du Wemmélien. Création du système Asschien. Ann. Soc. roy. Malac. Belg., XVII, Bull. séances, pp. CLXXXI-CLXXXV.
- RUTOT, A. (1888). A propos de l'étage Lédien. Coup d'oeil rétrospectif sur les progrès de la géologie des environs de Bruxelles. Bull. Soc. belge Géol., II, 109-121.
- RUTOT, A. (1890). Constitution géologique des collines d'Hekelghem et d'Esschene entre Assche et Alost. Bull. Soc. belge Géol., IV, 33-59.
- STEURBAUT, E. (1986). Late middle eocene to middle oligocene calcareous nannoplankton from the Kallo well, some boreholes and exposures in Belgium and a description of the Ruisbroek sand Member. Meded. Werkgr. Tert. Kwart. Geol., 23, 49-83.

VELGE, G. (1882). Tongrien et Wemmélien. Ann. Soc. roy. Malac. Belg., XVII, pp. CXVI-CXX en CLXXXVIII-CXCVIII.

VELGE, G. (1894-1895). Encore l'Asschien. Ann. Soc. géol. Belg., XXII, 231-235.

VELGE, G. (1895). Au sujet de quelques changements à apporter à la légende du terrain tertiaire. Ann. Soc. géol. Belg., 22, LVII-LIX.

VINCENT, G. & COUTURIAUX, J. (1894). Note relative à la Géologie des environs d'Assche. Ann. Soc. roy. Malac. Belg., XXIX, Mém., pp. XXXIII-XLV.

VINCENT, G. & LEFEVRE, Th. (1872). Note sur la faune laekenienne de Laeken, de Jette et de Wemmel. Ann. Soc. Malac. Belg., VII, 49-79.

VINCENT, G. & RUTOT, A. (1878). Note sur l'absence du système Diestien aux environs de Bruxelles et sur les observations relatives au système Laekenien. Ann. Soc. géol. Belg., V, 55-66.

WATERLOT, G. (1969). Aperçu géologique de la région de Lille. Ann. Soc. géol. Nord, LXXXIX, 67-77.

6.2. Aanvullende literatuur

BLONDEAU, A., CAVELIER, C., FEUGUEUR, L. & POMEROL, Ch. (1966). Stratigraphie du Paléogène du Bassin de Paris en relation avec les bassins avoisinants. Bull. Soc. géol. Fr. (7), 7, 200-221.

BLONDEAU, A. & CURRY, D. (1963). Sur la présence de Nummulites variolaris (Lmk.) dans les diverses zones du Lutétien des Bassins de Paris, de Bruxelles et du Hampshire. Bull. Soc. géol. Fr. (7), 5, 275-277.

BRÖNNIMANN, P., CURRY, D., POMEROL, Ch. & SZÖTS, E. (1968). Contribution à la connaissance des Foraminifères planctoniques de l'Eocène (incluant le Paléocène) du bassin anglo-franco-belge. In : Colloque sur l'Eocène. Mém. B.R.G.M., 58, 101-108.

Colloque sur l'Eocène. Paris, mai 1968. Mém. B.R.G.M. Fr., 58 & 69, 1968-1969.

CURRY, D., GULINCK, M., POMEROL, Ch. (1969). Le Paléocène et l'Eocène dans les Bassins de Paris, de Belgique et d'Angleterre. In : Colloque sur l'Eocène. Mém. B.R.G.M. Fr., 69, 361-369.

DE BREUCK, W. (1959). Bijdrage tot de kennis van de sediment-petrologie van het Tertiair in België. Gent, Rijksuniversiteit, Doctoraatsverhandeling, 140 p.

DE BREUCK, W. (1959). Het zogenaamde Tongeriaan van het Meetjesland. Natuurwet. Tijdschr., 41, 81-86.

de HEINZELIN, J. & GLIBERT, M. (1956). Lexique stratigraphique international. Volume I : Europe. Fasc. 4a : France, Belgique, Pays-Bas, Luxembourg. Fasc. 4a VII : Tertiaire. Mexico, Congrès Géologique International.

- de HEINZELIN, J. & MARECHAL, R. (1963). Excursion K. Etude de quelques dépôts quaternaires et tertiaires de l'ouest de la Belgique. 6e Congrès international de Sédiment. Bruxelles, Serv. Géol. Belgique, 23 p.
- DROOGER, C.W. (1964). Les microfaunes de l'Eocène-Oligocène du Bassin nordique. In : Colloque sur le Paléogène, Bordeaux, 1962. Mém. B.R.G. M. Fr., 28, 547-552.
- DROOGER, C.W. (1969). Microfauna close to the Eocene-Oligocene boundary in the boring at Kallo, near Antwerp. Mém. Expl. Cartes Géol. Min. Belgique, 11, 9-27.
- HEMSCHOOOTE, J. (1966). Het heuvelgebied Oedelem-Zomergem. Leuven, Katholieke Universiteit, Licentiaatsverhandeling, 90 p.
- KAASSCHIETER, J.P.H. (1961). Foraminifera of the Eocene of Belgium. Mém. Inst. roy. Sci. Nat. Belg., 147, 271 p.
- KEEN, M.C. (1968). Ostracodes de l'Eocène supérieur et l'Oligocène inférieur dans les bassins de Paris, du Hampshire, et de la Belgique, et leur contribution à l'échelle stratigraphique. In : Colloque sur l'Eocène. Mém. B.R.G.M. Fr., 58, 137-145.
- KEIJ, A.J. (1957). Eocene and Oligocene Ostracoda of Belgium. Mém. Inst. roy. Sci. Nat. Belg., 147, 210 p.
- KRUTZSCH, W. & LOTSCH, D. (1964). Propositions à l'appui d'une tentative en vue de subdiviser les dépôts de l'Eocène supérieur et ceux de l'Oligocène inférieur et moyen. In : Colloque sur le Paléogène. Bordeaux 1962. Mém. B.R.G.M. Fr., 28, 949-963.
- LERICHE, M. (1905). Observations sur le synchronisme des assises éocènes dans le Bassin anglo-franco-belge. Bull. Soc. géol. Fr. (4), 5, p.683.

- LERICHE, M. (1922). Les terrains tertiaires de la Belgique. Congrès géologique international. Livret-guide pour la XIIIe Session. Excursion A4. Bruxelles.
- LERICHE, M. (1925). Sur la nécessité de maintenir les étages Lédien (= Auversien) et Bartonien dans la classification de l'Eocène du Bassin anglo-franco-belge. Bull. Soc. géol. Fr. (4), 25, 369-373.
- LERICHE, M. (1938). Les rapports entre les formations tertiaires du bassin belge et du bassin de Paris. Ann. Soc. géol. Belg., 62, 178-233.
- MARTINI, E. (1969). Calcareous nannoplankton from the Kallo Well. Mém. Expl. Cartes Géol. Min. Belg., 11, 39-41.
- MORELLET, L. & J. (1948). Le Bartonien du Bassin de Paris. Mém. Serv. Expl. Carte Géol. détail. Fr., 438 p.
- ODIN, G.-S. e.a. (1969). Géochronologie de niveaux glauconieux tertiaires du bassin de Belgique (méthode potassium-argon). CR Soc. géol. Fr., 198-200.
- POMEROL, Ch. (1964). Le Bartonien du Bassin de Paris : interprétation stratigraphique et essai de corrélation avec les Bassins de Belgique et du Hampshire. In : Colloque sur le Paléogène, Bordeaux 1962. Mém. B.R.G.M. Fr., 28, 153-168.
- ROZEN, B. (1964). Contribution à l'étude des Hystrichosphères et Dinoflagellates du Bartonien belge. Bull. Soc. belge Géol., 73, 287-326.