

TOELICHTINGEN BIJ DE  
GEOLOGISCHE KAART VAN BELGIE  
VLAAMS GEWEST

KAARTBLAD 23  
MECHELEN





TOELICHTINGEN BIJ DE  
GEOLOGISCHE KAART VAN BELGIE  
VLAAMS GEWEST

KAARTBLAD 23  
**MECHELEN**

Schaal 1:50.000

Kaart opgemaakt door

**P. Buffel, N. Vandenberghe en M. Vackier**

K.U.Leuven  
Departement Aard- en Omgevingswetenschappen  
Afdeling Geologie  
Celestijnenlaan 200E  
B-3001 Leuven - Heverlee

Eindredactie

Belgische Geologische Dienst

Koninklijk Belgisch Instituut voor  
Natuurwetenschappen  
Belgische Geologische Dienst

Jennerstraat 13  
B-1000 BRUSSEL

Vlaamse Overheid  
Departement Leefmilieu, Natuur en Energie  
Afdeling Land en Bodembescherming,  
Ondergrond en Natuurlijke Rijkdommen  
Koning Albert II laan 20 bus 20  
B-1000 BRUSSEL

**2009**  
ISSN 1370-3803

**P. Buffel, N. Vandenberghe en M. Vackier** K.U.Leuven, Afdeling Historische Geologie - 2009, Kaartblad 23 Mechelen. *Toelichtingen bij de geologische kaart van België - Vlaams Gewest*. Belgische Geologische Dienst en Departement LNE, Afdeling Land en Bodembescherming, Ondergrond en Natuurlijke Rijkdommen, Brussel. 56p., 20 fig., 5 foto's (basistekst opgemaakt in 1999).

Lijst van de bijlagen bij de geologische kaart op schaal 1:50.000 (gedrukt in 2001):

Profielen 1, 2 en 3 bij kaartblad 23 Mechelen

Overlegfolie 1: Lokalisatie van de waarnemingspunten

Overlegfolie 2: Diktekaart van het Quartair

Overlegfolie 3: Reliëfkaart van de basis van het Quartair

Overlegfolie 4: Isohyphen van de basis van het Lid van Ursel en het Lid van Asse

**Prijs 37,20 EURO + portkosten**  
**Verkoop geologische kaarten en toelichtingen:**

Belgische Geologische Dienst  
Jennerstraat 13  
B-1000 Brussel  
tel (32) 2 7887601 - fax (32) 2 6477359  
email: BGD@natuurwetenschappen.be of  
bestellingen@natuurwetenschappen.be  
www.natuurwetenschappen.be/institute/structure/geology  
/gsb\_website/products/geolmaps

Vlaamse Overheid  
Departement LNE  
Afdeling Land en Bodembescherming, Ondergrond en  
Natuurlijke Rijkdommen (ALBON)  
Koning Albert II laan 20 bus 20  
B-1000 BRUSSEL  
tel (32) 2 5534641 - fax (32) 2 5532760  
<http://publicaties.vlaanderen.be>

**Verantwoordelijke uitgever**

**Camille PISANI**  
**Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen**  
**Vautierstraat 29**  
**B-1000 Brussel**

**Drukwerk: Federale Overheidsdienst Economie, K.M.O., Middenstand en Energie**

*“De Belgische Geologische Dienst en ALBON zijn niet verantwoordelijk voor de nauwkeurigheid van de inhoud en voor de interpretatie, meningen en beweringen in dit boek; de verantwoordelijkheid ligt bij de auteurs. Deze publicatie is gebaseerd op de originele teksten van 1999, die aangevuld en verbeterd werden waar nodig door de verantwoordelijke uitgever in 2009.”*

## INHOUDSTAFEL

<b>1. SITUERING VAN HET KAARTBLAD MECHELEN.....</b>	<b>5</b>
1.1 GEOGRAFIE.....	5
1.2 GEOLOGIE.....	6
<b>2. METHODE VAN DE OPBOUW VAN HET GEOLOGISCH GEGEVENSBESTAND EN DE GEOLOGISCHE KARTERING.....</b>	<b>8</b>
2.1 DE GEGEVENS.....	8
2.1.1 <i>Lithologische gegevens</i> .....	8
2.1.2 <i>Gebruikte gegevens</i> .....	8
2.1.3 <i>Het gegevensbestand</i> .....	9
2.2 HET VERWERKEN VAN DE GEGEVENS NAAR EEN GEOLOGISCHE KAART.....	11
2.2.1 <i>Lokalisatiekaart met de waarnemingspunten</i> .....	11
2.2.2 <i>De interpolatie tussen de beschikbare gegevens</i> .....	11
<b>3. DE STRATIGRAFISCHE EENHEDEN GEBRUIKT OP DE GEOLOGISCHE KAART EN PROFIELEN OP SCHAAL 1:50.000.....</b>	<b>12</b>
3.1 HET QUARTAIR.....	16
3.1.1 <i>De reliëfkaart van de basis van het Quartair</i> .....	16
3.1.2 <i>De diktekaart van het Quartair</i> .....	17
3.2 TERTIAIR.....	21
3.2.1 <i>Formatie van Bolderberg</i> .....	21
3.2.2 <i>Formatie van Berchem</i> .....	21
3.2.3 <i>Formatie van Boom</i> .....	21
3.2.4 <i>Formatie van Sint-Huibrechts-Hern</i> .....	22
3.2.5 <i>Formatie van Zelzate</i> .....	25
3.2.6 <i>Formatie van Maldegem</i> .....	32
3.2.7 <i>Formatie van Lede (fig. 17b)</i> .....	33
3.2.8 <i>Formatie van Brussel</i> .....	34
3.2.9 <i>Formatie van Gentbrugge</i> .....	34
3.2.10 <i>Formatie van Tielt</i> .....	35
3.2.11 <i>Formatie van Kortrijk</i> .....	35
3.3 DE DIEPERE ONDERGROND.....	35
3.3.1 <i>De Formatie van Hannut</i> .....	35
3.3.2 <i>Het Krijt</i> .....	36
3.3.3 <i>Het Paleozoïcum</i> .....	39

<b>4. DE NIEUWE 1:50.000 GEOLOGISCHE KAART MECHELEN, DE NABURIGE KAARTEN 1:50.000 AARSCHOT EN GENT, EN DE VROEGERE 1:40.000 KAARTEN .....</b>	<b>42</b>
4.1 DE KAARTDOCUMENTEN VAN HET KAARTBLAD MECHELEN 1:50.000 .....	42
4.2 EEN VERGELIJKING VAN DE TERTIAIR GEOLOGIE.....	43
4.3 DE AANSLUITING MET DE KAARTBLADEN 1:50.000 AARSCHOT EN GENT.....	44
<b>5. TOEGEPASTE GEOLOGIE.....</b>	<b>44</b>
5.1 NUTTIGE DELFSTOFFEN.....	44
5.1.1 Leem.....	44
5.1.2 Boomse Klei.....	45
5.1.3 Zanden van de Vlaamse Vallei .....	45
5.1.4 Bouwstenen.....	45
5.2 DE GEOTECHNISCHE EIGENSCHAPPEN .....	46
5.2.1 De Quartaire lagen .....	46
5.2.2 De Neogene zanden.....	46
5.2.3 De Boomse klei.....	46
5.2.4 De Formaties van Sint-Huibrechts-Hern en van Zelzate .....	47
5.2.5 De Formatie van Maldegem.....	47
5.2.6 De zanden van Lede en Brussel.....	47
5.2.7 De Formaties van Gentbrugge, Tielt en Kortrijk .....	47
5.3 HYDROGEOLOGIE.....	48
5.3.1 Drinkwatervoorziening.....	48
5.3.2 De watervoerende formaties.....	48
<b>6. EXCURSIE.....</b>	<b>51</b>
6.1 ZEMST-LAAR, BOS VAN AA (QUARTAIRES ZANDEN).....	51
6.2 GROEVE RUMST (BOOMSE KLEI) EN DE RUPELSTREEK.....	51
6.3 NEDEROKKERZEEL-BERG (LEDE EN BRUSSEL ZANDEN).....	51
6.4 MELDERT (LEDESTEEENOF BALEGEMSE STEEN).....	52
6.5 NATUURSTENEN IN GEBOUWEN .....	52
<b>7. REFERENTIES .....</b>	<b>52</b>

## 1. Situering van het kaartblad Mechelen

### 1.1 Geografie

Het kaartblad Mechelen is gelegen in het hartje van Vlaanderen en strekt zich gedeeltelijk uit over het grondgebied van de provincies Oost-Vlaanderen, Vlaams-Brabant en Antwerpen. Het gebied van het nieuwe geologische kaartblad komt overeen met het gebied dat weergegeven is op de topografische kaart 1:50 000 nummer 23 (fig.1). Naast enkele minder belangrijke agglomeraties zijn Mechelen, Boom, Dendermonde en Vilvoorde de belangrijkste woonagglomeraties die op het kaartblad gelegen zijn. De belangrijkste rivieren zijn de Schelde, de Dender, de Zenne, de Rupel, de Dijle en de Nete, terwijl ook de kanalen Brussel-Rupel en Leuven-Zennegat op het kaartblad aanwezig zijn (fig.2). Geografisch behoort het noordelijk deel van het kaartblad tot Zandlemig Vlaanderen terwijl het zuidelijk gedeelte reeds tot de Brabantse Leemstreek behoort. Het gebied ten noorden van de Rupel wordt reeds tot de geografische Groentienstreek gerekend.



Fig. 1. Situering van het kaartblad 23 Mechelen in Vlaanderen.

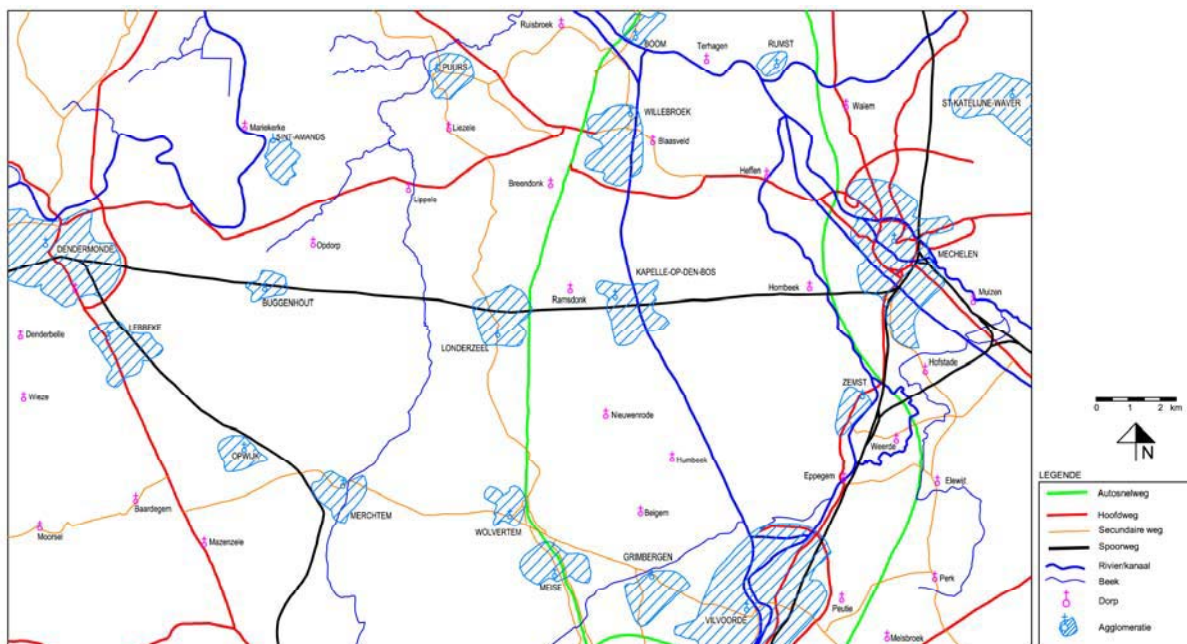


Fig. 2. Vereenvoudigde geografie van het kaartblad, met ligging van de voornaamste verkeersassen.

De topografie op het kaartblad wordt gekenmerkt door een vlak reliëf in het noorden dat in het zuiden overgaat naar een heuvelachtig landschap. Ten noorden van de Rupel stijgt het reliëf relatief abrupt ter hoogte van de ontsluitingszone van de Rupelklei. Deze topografische helling is bekend als de Rupel Cuesta of Boomse Cuesta, die tussen Boom en Rumst erg versneden is door de eeuwenlange kleiontginning voor de fabricatie van bakstenen en tot voor enige tijd ook van dakpannen. De topografische hoogte bovenop de cuesta stijgt tot meer dan 30 m. Kleilagen bieden iets meer weerstand aan de erosie dan zandlagen. Vandaar dat ze in het landschap een cuestarand vormen; de ondergrond bestaat immers uit zacht naar het noorden hellende geologische lagen cuestaranden vormen. In mindere mate is er ook een dergelijke cuestamorfologie in de top van de Asse-Ursel Klei onder de Quartaire lagen, iets meer naar het zuiden.

In de vallei van de Rupel, langs de Vliet en in de buurt van de Scheldepolders schommelt de topografische hoogte rond + 1 m. In de alluviale vlakten van de Dender en de Dijle bedraagt deze om en bij de + 3 m, terwijl men in de vallei van de Zenne een gemiddelde hoogte van + 6 m aantreft. Eens buiten de riviervalleien stijgt de topografie van + 10 m in het noorden tot + 15 m in het centraal gedeelte van het kaartblad. Vanaf het centrale gedeelte van het gekarteerde gebied loopt het reliëf zuidwaarts op, eerst geleidelijk en vervolgens sterk, om in de buurt van Meise, Brussegem en Krokegem heuveltoppen van meer dan +75 m te bereiken. Enkel ten oosten van de Zenne ontbreekt dit sterk golvend landschap en blijft de topografie beperkt tot om en bij de 30 m in het uiterste zuiden van dat gebied.

De waterhuishouding in het gebied wordt gerealiseerd door een grote verscheidenheid aan waterlopen. Zo behoort het noordwestelijke deel tot het Scheldebekken en het zuidwestelijk deel tot het Denderbekken. Het bekken van de Rupel draineert het centrale en noordoostelijke deel van het kaartblad. Het uiterste noordoosten maakt deel uit van het Netebekken. Ten slotte watert het zuidoostelijke deel van het kaartblad af langs de Dijle en de Zenne met hun zijrivieren.

## *1.2 Geologie*

De ondergrond van het kaartblad Mechelen behoort tot de tektonische eenheid van het Massief van Brabant. Dit Massief is een oude structuur waarin gesteenten van Cambrium tot Siluur ouderdom zo een 400 miljoen jaar geleden opgeplooid werden tot een gebergteketen. Deze keten werd al vroeg in haar geschiedenis afgevlakt door de erosie en bevindt zich nu als een oude sokkel van afgeschuurde harde gesteenten onder Vlaanderen. Dit Massief van Brabant verbindt zich naar het westen onder de Noordzee met het London Massief dat ook deel uitmaakte van deze bergketen. Ter hoogte van het kaartblad Mechelen is de top van deze harde gesteenten te vinden op een diepte van ongeveer -200 m in het zuiden en -400 m in het noorden van het kaartblad (fig. 3 naar Gulinck, 1969 en Legrand, 1968). Alhoewel die oude opgeplooid gesteenten na enkele miljoenen jaren zeker reeds aanzienlijk waren afgevlakt door de erosie bleef het gedeelte van het Brabant Massief ter hoogte van het kaartblad gedurende zeer lange tijd boven het zeepeil uitsteken of werd het nauwelijks door de zee bedekt zodanig dat dunne sedimentlagen die er bovenop werden afgezet naderhand terug snel konden geërodeerd worden. Pas in de Boven-Krijt tijd sinds zowat 100 miljoen jaar geleden is in het gebied van het kaartblad opnieuw een blijvende zakkingsbeweging ingezet van het ganse gebied. Deze daling was aanzienlijk sterker naar het noorden van het Brabant Massief toe waar de zakkings aansloot bij de subsidentie van het Kempens bekken. De top van het Brabant Massief daalt op dit kaartblad daardoor sterk naar het noorden.

Een reeks weinig geconsolideerde sedimentlagen van Boven Krijt- en Cenozoïsche ouderdom, bedekken het massief en nemen in dikte toe in noordoostelijke richting. Tijdens de Cenozoïsche tijd sinds zowat 65 miljoen jaar situeerde het gebied zich aan de zuidelijke rand van het Noordzee Bekken. Niet alleen waren er de afwisselend opwaartse en zakkende verticale bewegingen van het gebied in die periode maar ook de absolute hoogte van de zeespiegel schommelde voortdurend. Men kan gemakkelijk begrijpen dat deze wisselende verticale bewegingen van het land en van de zeespiegel in dit afgevlakte gebied geleid hebben tot een afwisseling van transgressieve en regressieve bewegingen van de zee over het land. Op deze manier werden in de laatste zowat honderd miljoen jaar een reeks van verschillende sedimentlagen afgezet. Vaak was er een hele tijdspanne



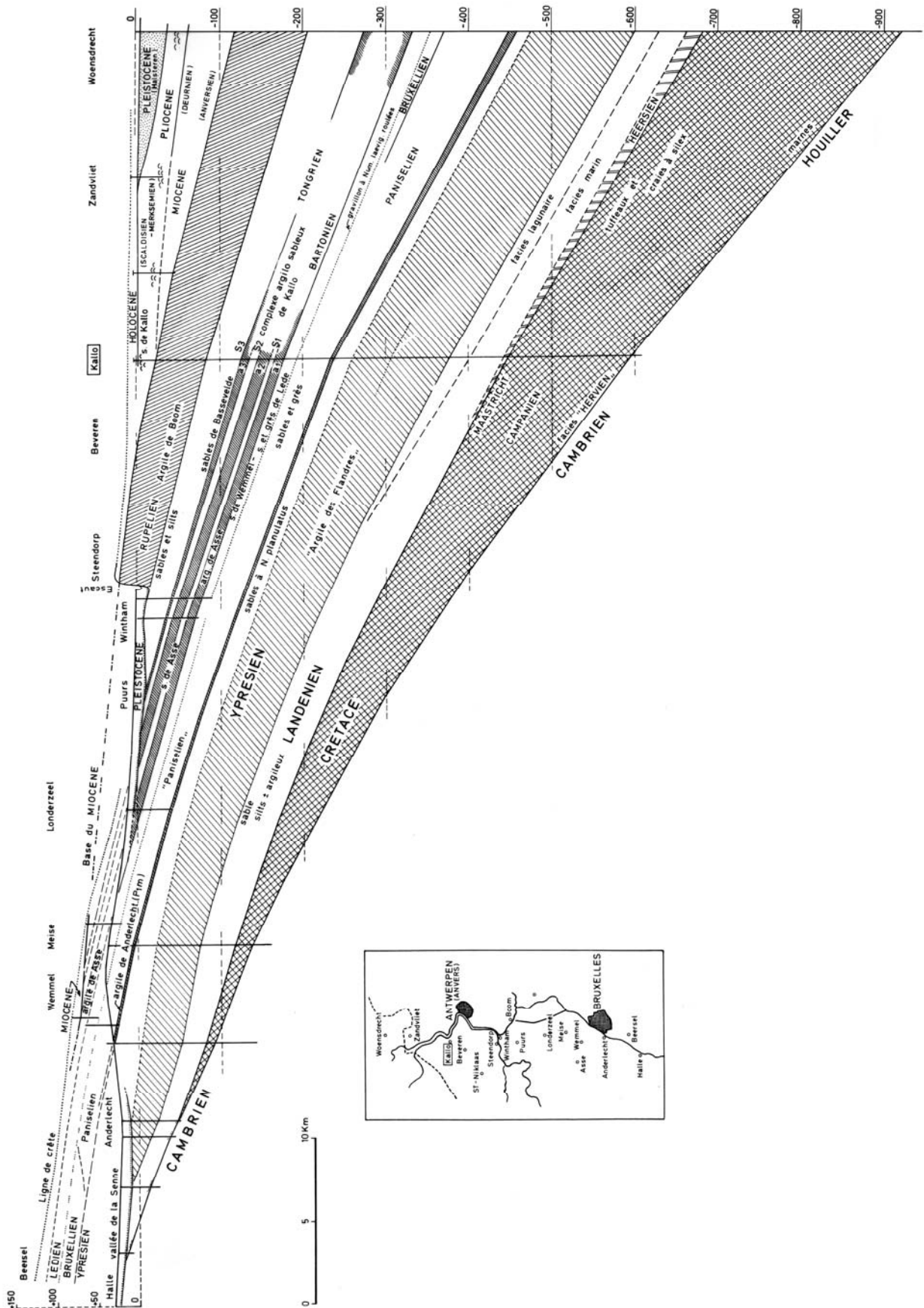


Fig. 3. Geologische Zuid-Noord doorsnede Halle - Woensdrecht (Gulinck, 1968).

tussen de afzetting van twee opeenvolgende lagen zodat er geen spoor van sedimenten uit die tijdspanne werd nagelaten.

De huidige morfologie van het landschap is zich beginnen te ontwikkelen na de terugtrekking van de laatste zee die het ganse gebied nog bedekte namelijk op het einde van het Boven Mioceen. Het uitgesproken vlakke landschap in het centrale deel van het kaartblad komt overeen met de opvullingsedimenten van de grote Pleistocene verwilderde riviervlakte die het rivierwater westwaarts naar de Noordzee draineerde en die bekend staat onder de naam de Vlaamse vallei.

## 2. Methode van de opbouw van het geologisch gegevensbestand en de geologische kartering

### 2.1 De gegevens

Voor de nieuwe geologische kaart werd hoofdzakelijk gebruik gemaakt van reeds bestaande gegevens.

#### 2.1.1 Lithologische gegevens

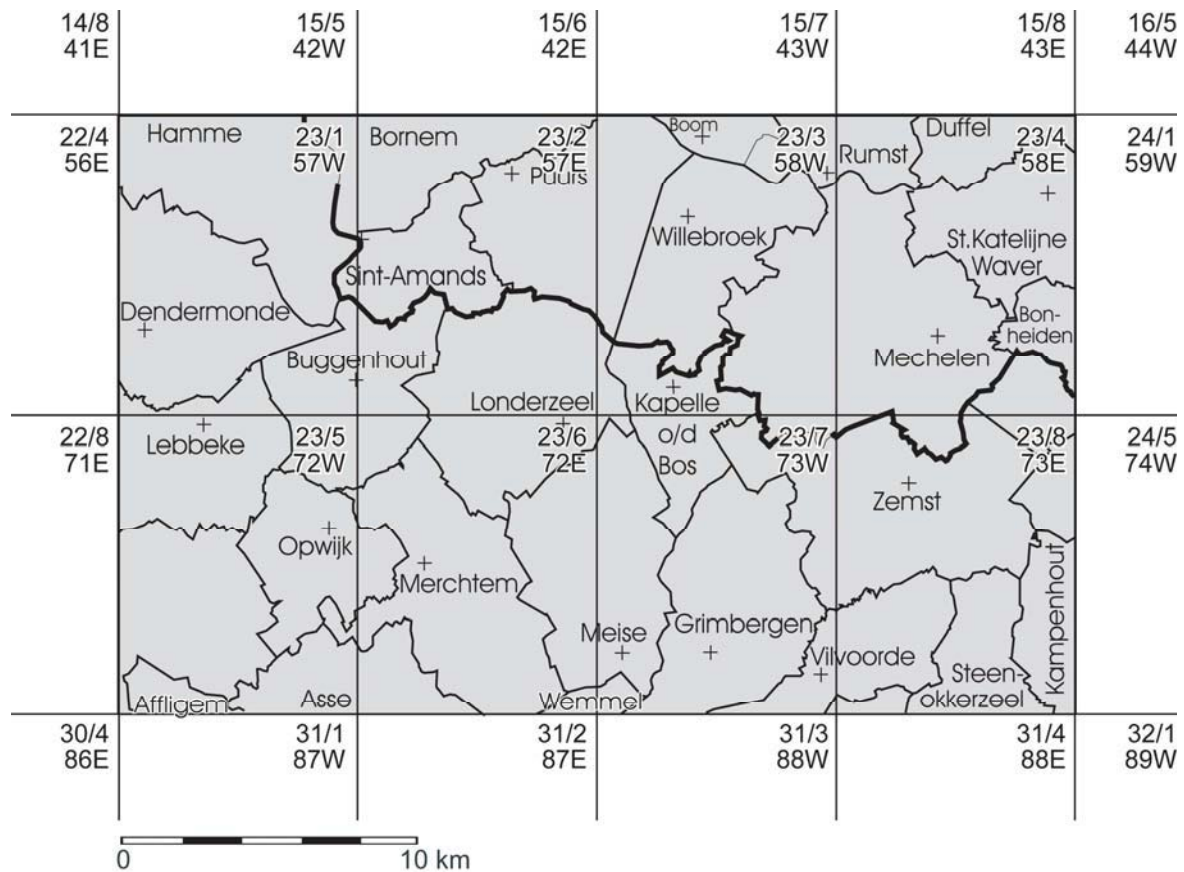
De meest courante gegevens die gebruikt werden voor het kaartblad Mechelen zijn lithologische gegevens afkomstig van boorbeschrijvingen bewaard in de dossiers (GeoDoc) van de Belgische Geologische Dienst (BGD). Zij vormen de basisgegevens bij het opmaken van de geologische kaart. Ze bestaan uit waarnemingen van ontsluitingen en boringen waargenomen wordt: lithologie, textuur, kleur, mineralogie, fossielinhoud, dikte, diepte. De eenheden die op deze manier afgelijnd worden kunnen dan vergeleken worden met de referentie eenheden die bekend zijn in de lithostratigrafische opbouw van het gebied. Deze referentie lithostratigrafische eenheden zijn opgesteld en beschreven door de Nationale Commissie voor Stratigrafie. In een aantal boringen of ontsluitingen waren er van de verschillende lithologische eenheden analyses beschikbaar of waren stalen van bewaard waarop nieuwe analyses konden worden uitgevoerd. Mineralogisch en paleontologisch microscopisch onderzoek en korrelgrootte-analyse laten een meer gedetailleerde beschrijving toe en een betere litho- en biostratigrafische interpretatie.

#### 2.1.2 Gebruikte gegevens

De specifiek voor dit kaartblad gebruikte gegevens worden hieronder opgesomd in volgorde van hun belangrijkheid voor het opmaken van de geologische kaart.

De archiefgegevens (GeoDoc) van de Belgische Geologische Dienst (BGD) zijn de voornaamste gegevensbron geweest voor het opstellen van de nieuwe kaart. Ze zijn gerangschikt per geologisch kaartblad 1:40.000 (fig. 4). Deze geraadpleegde archieven en de overeenkomstige topografische kaarten 1:10.000 zijn in de hiernavolgende tabel weergegeven (W en E in de tabel betekent respectievelijk het westelijke en het oostelijke deel van het kaartblad):

<b>Deelkaartblad archief BGD</b>	<b>Overeenkomstige Topografische Kaart</b>	
57W Dendermonde	23/1	Ieder dossier bevat een topografische kaart (schaal 1:10.000) met de situering van de waarnemingspunten.  Ook de dossiers van de Belgische Geologische Dienst van de aanpalende kaartbladen (fig. 4) werden gebruikt voor het opmaken van het kaartblad Mechelen.
57E Puurs	23/2	
58W Boom	23/3	
58E Mechelen	23/4	
72W Lebbeke	23/5	
72E Merchtem	23/6	
73W Vilvoorde	23/7	
73E Zemst	23/8	



**Fig. 4.** Nummering van de oude geologische kaarten 1:40.000 en van de topografische kaarten (NGI) van en rond het nieuwe kaartblad 23 Mechelen.

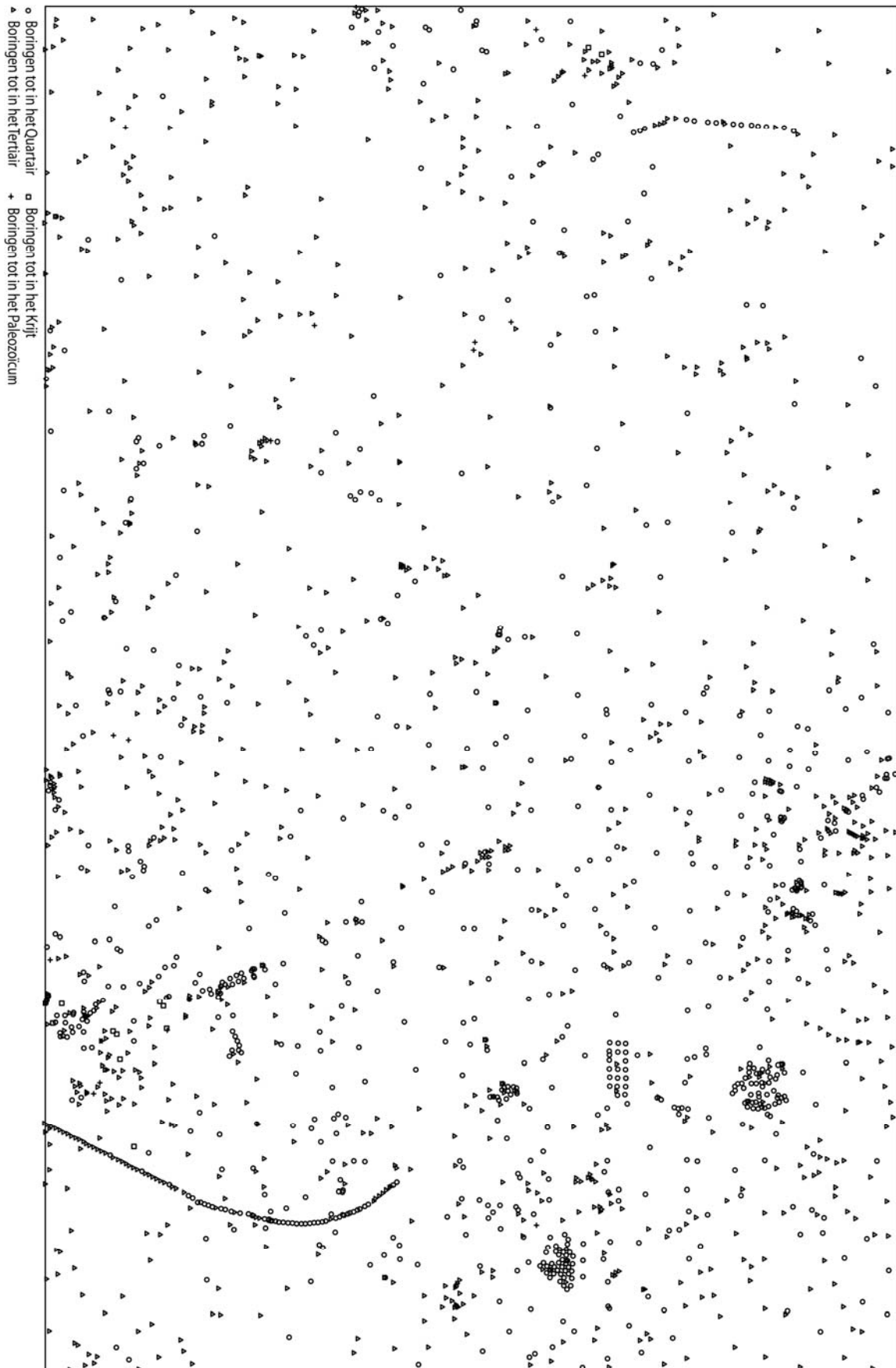
Uiteraard werd ook gebruik gemaakt van de reeds bestaande kaarten en profielen waaronder de oude officiële geologische kaarten op schaal 1:40.000. De nieuwe geologische kaarten van Gent (Jacobs et al., 1994) en Aarschot (Schiltz et al., 1993) werden eveneens geraadpleegd. De grenzen van de gekarteerde eenheden op de randen van het nieuwe kaartblad Mechelen komen niet steeds overeen met de grenzen van dezelfde eenheden gekarteerd aan de randen van deze nieuwe 1:50.000 aanpalende kaarten. Dit is, voor wat betreft het kaartblad Aarschot, voornamelijk te wijten aan een meer gedetailleerde opsplitsing van de leden van de formaties van Zelzate en Maldegem op het nieuwe kaartblad Mechelen, en voor wat betreft het kaartblad Gent, zijn de afwijkingen eerder te wijten is aan de betere kwaliteit van de gegevens aan de rand van het kaartblad Mechelen.

De geofysische gegevens die gebruikt werden, zijn voornamelijk interpretaties gebaseerd op resistiviteitsmetingen en natuurlijke gammastraling in boorgaten. In het gekarteerde gebied is het aantal beschikbare geofysische metingen heel beperkt en gaan ze gepaard met goede lithologische beschrijvingen. Deze gegevens zijn ook terug te vinden in de dossiers van de BGD.

Ook licentiaatsverhandelingen- en doctoraatsproefschriften, evenals geologische publicaties werden gebruikt als ze handelen over het betrokken gebied of zijn omgeving. In de bibliografie achteraan zijn de referenties van deze studies opgenomen.

### 2.1.3 Het gegevensbestand

Alle stratigrafische interpretaties van gegevens die gebruikt werden bij het opmaken van de nieuwe geologische kaart werden grondig gecontroleerd en waar nodig werden ze opnieuw geïnterpreteerd of werden de termen van oudere interpretaties omgezet naar de modern lithostratigrafische terminologie.



**Fig. 5.** Lokalisatie van de waarnemingspunten gebruikt voor de kartering van kaartblad Mechelen; codering verwijst naar de diepste bereikte stratigrafische eenheid (= overlegfolie 1).

Bij deze interpretatie werd er voornamelijk gebruik gemaakt van de terminologie voorgesteld door Maréchal en Laga (1988) voor wat het Paleogeen betreft en De Meuter en Laga (1976) voor wat het Neogeen betreft, geformaliseerd in Laga et al., (2001) en raadpleegbaar op de Databank Ondergrond Vlaanderen.

Deze gegevens zijn in een databank ingevoerd die door het publiek kan geraadpleegd worden op de Belgische Geologische Dienst en de Afdeling Land en Bodembescherming, Ondergrond en Natuurlijke Rijkdommen (ALBON) van de Vlaamse overheid. De gegevens zijn opgeslagen in de Databank Ondergrond Vlaanderen van de Vlaamse overheid die raadpleegbaar is op het web <http://dov.vlaanderen.be>

## **2.2 Het verwerken van de gegevens naar een geologische kaart**

### **2.2.1 Lokalisatiekaart met de waarnemingspunten**

De lokalisatiekaart (overlegfolie 1, fig. 5) geeft een overzicht van de spreiding en de dichtheid van de verschillende waarnemingspunten over de verschillende kaartsectoren. Alle waarnemingspunten met gekende X- en Y-coördinaten werden in vier groepen geklasseerd. Uit de gebruikte symbolen is tevens af te leiden tot welke groep de betreffende waarnemingspunten behoren:

- |   |                            |   |                               |
|---|----------------------------|---|-------------------------------|
| ○ | boring tot in het Quartair | △ | boring tot in het Tertiair    |
| □ | boring tot in het Krijt    | + | boring tot in het Paleozoïcum |

Op het kaartblad zijn er in totaal 2062 waarnemingspunten uit de dossiers van de BGD afkomstig. Dit geeft een gemiddelde van meer dan drie waarnemingspunten per km<sup>2</sup>. Bij 801 waarnemingspunten werd de basis van het Quartair niet bereikt, 1261 boringen reiken tot in het Tertiair waarvan 31 nog het Krijt en 17 nog verder het Paleozoïcum bereiken.

### **2.2.2 De interpolatie tussen de beschikbare gegevens**

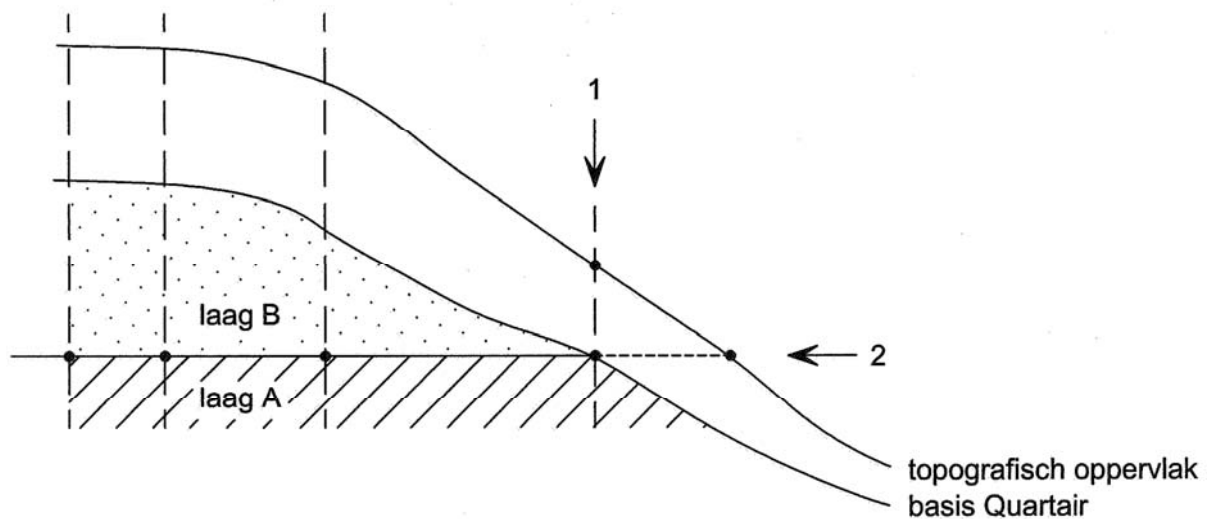
Vanuit het digitaal gegevensbestand werd er voor enkele lithologische eenheden een kaart gemaakt met alle puntgegevens, die telkens het basisoppervlak van de welbepaalde laag weergeven. Aan de hand van deze puntgegevens werden voor de meeste lithologische eenheden lijnen van gelijke hoogte of diepte ingetekend. Met het tekenen van deze isohypsen werden aldus verschillende lithostratigrafische grensvlakken gereconstrueerd. Deze contouring werd op verschillende manieren uitgevoerd, afhankelijk van het soort grensvlak dat diende voorgesteld te worden. Dit kan gaan van handcontouring tot computercontouring gebaseerd op geostatistische interpolatieformuleringen.

In het geval van het basisvlak van het Quartair werden de isohypsen met de hand getekend. Voor dit soort sterk onregelmatige vlakken is een handmatige contourering nog steeds noodzakelijk om een betrouwbare kaart te produceren. Automatische of computergestuurde contouring is mogelijk voor regelmatige vlakken, namelijk de lithostratigrafische grensvlakken die als een effen vlak te benaderen zijn. De beste resultaten worden verkregen met gewone lineaire interpolatie. Voor niet effen vlakken die wel een zekere regelmaat of trend vertonen, zoals een golvend oppervlak of een geulvormig oppervlak, konden er geavanceerde interpolatietechnieken gebruikt worden. In alle gevallen dient het resultaat van een computercontouring gecontroleerd en manueel aangepast te worden.

## **2.3 De afgedekte geologische kaart**

Net zoals de vorige 1:40.000 geologische kaarten worden de nieuwe 1:50.000 Tertiaire lagen gekarteerd als een afgedekte geologische kaart onder het contactvlak met de overliggende relatief dunne Quartaire lagen. Aangezien de kartering van de isohypsen van die basis van het Quartair niet zo precies kan gebeuren dat de onderliggende Tertiaire lagen rechtstreeks op dat vlak kunnen ingetekend worden - wat theoretisch eigenlijk zou moeten - is voor de 1:50.000 kaart ook geopteerd voor het

intekenen van de Tertiaire lagen op het topografisch oppervlak zelf. De grenzen van de Tertiaire lagen worden daarbij ingetekend loodrecht boven het punt waar ze het Quartair basisvlak snijden. Bij de vorige 1:40.000 kaarten werden de Tertiaire grensvlakken imaginair doorgetekend volgens hun helling tot ze het topografisch oppervlak zouden snijden en daar werden dan de grenzen op de kaart ingetekend. Bij geringe diktes van de Quartaire lagen en bij een zwak reliëf is het onderscheid tussen beide werkwijzen (fig. 6) niet wezenlijk maar in de andere gevallen moet er rekening mee gehouden worden dat de ingetekende grens niet exact op de juiste plaats ligt of op de juiste topografische hoogte. Het is daarom bij de huidige kaarten aangewezen om geologische profielen te construeren uitgaande van concrete boorgegevens die via de Databank Ondergrond Vlaanderen opvraagbaar zijn. Het blijft natuurlijk ook mogelijk om de profielen in te tekenen met behulp van het weliswaar weinig gedetailleerd topografisch oppervlak van de basis van het Quartair of top Tertiair (overlegfolie 3, fig. 7).



**Fig. 6.** Twee mogelijkheden om het grensvlak tussen een laag A en een laag B op het topografisch oppervlak (waarop de geologische kaart weergegeven wordt) in te tekenen: mogelijkheid 1 is gehanteerd op de nieuwe geologische kaarten 1:50.000; mogelijkheid 2 werd gehanteerd op de oude 1:40.000 kaarten.

### 3. De stratigrafische eenheden gebruikt op de geologische kaart en profielen op schaal 1:50.000

De aflijning en de beschrijving van de onderscheiden eenheden is gebeurd op basis van de lithologische kenmerken. Daarom werden lithostratigrafische eenheden gekarteerd en gebeurde de benaming van de eenheden volgens de principes van de lithostratigrafie. In de verdere beschrijving en op de geologische kaartlegende zelf werd zoveel mogelijk aangegeven welke de chronostratigrafische ouderdom van de verschillende lithostratigrafische eenheden is. Deze werkwijze is dezelfde voor alle andere geologische kaarten van de 1:50.000 reeks in Vlaanderen, die recentelijk werden gemaakt (kaart, fig. 8; profielen, fig. 10a-d).

De bespreking van deze eenheden gebeurt van jong naar oud. De bovenste lagen zijn de jongste sedimenten, dieper in de ondergrond worden er steeds oudere gesteenten aangetroffen. De verschillende sedimenten en gesteenten worden samen met de lithostratigrafische benaming, de profiel- en kaartnotatie en de chronostratigrafische positie in de stratigrafische kolom van fig. 9 voorgesteld. De recentste nomenclatuur, gepubliceerd in de Lithostratigrafische Schaal van België werd hiervoor gehanteerd (Laga et al., 2001).

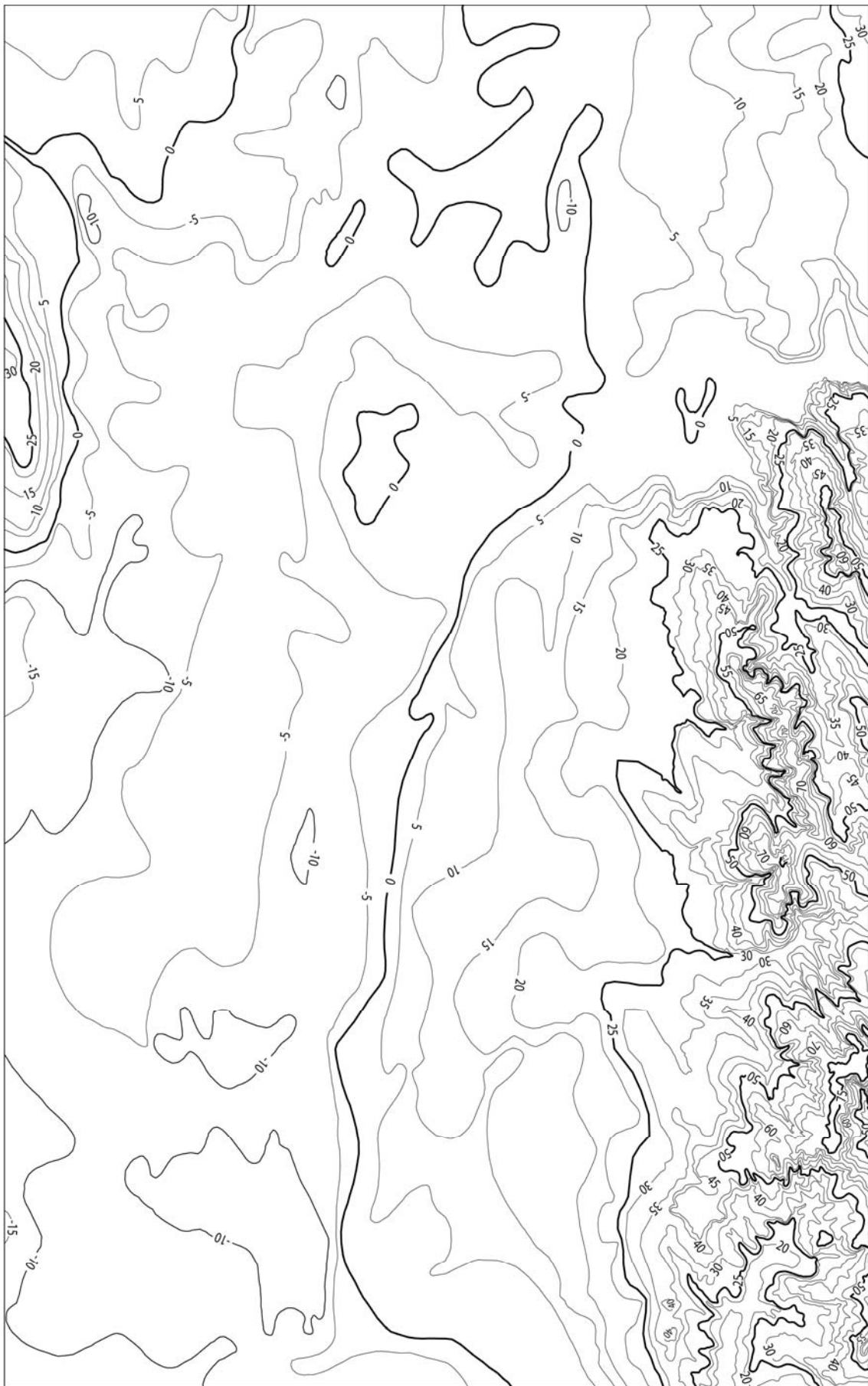


Fig. 7. Reliëf van de basis van het Quartair of van de top van het Tertiair (= overlegfolie 3).

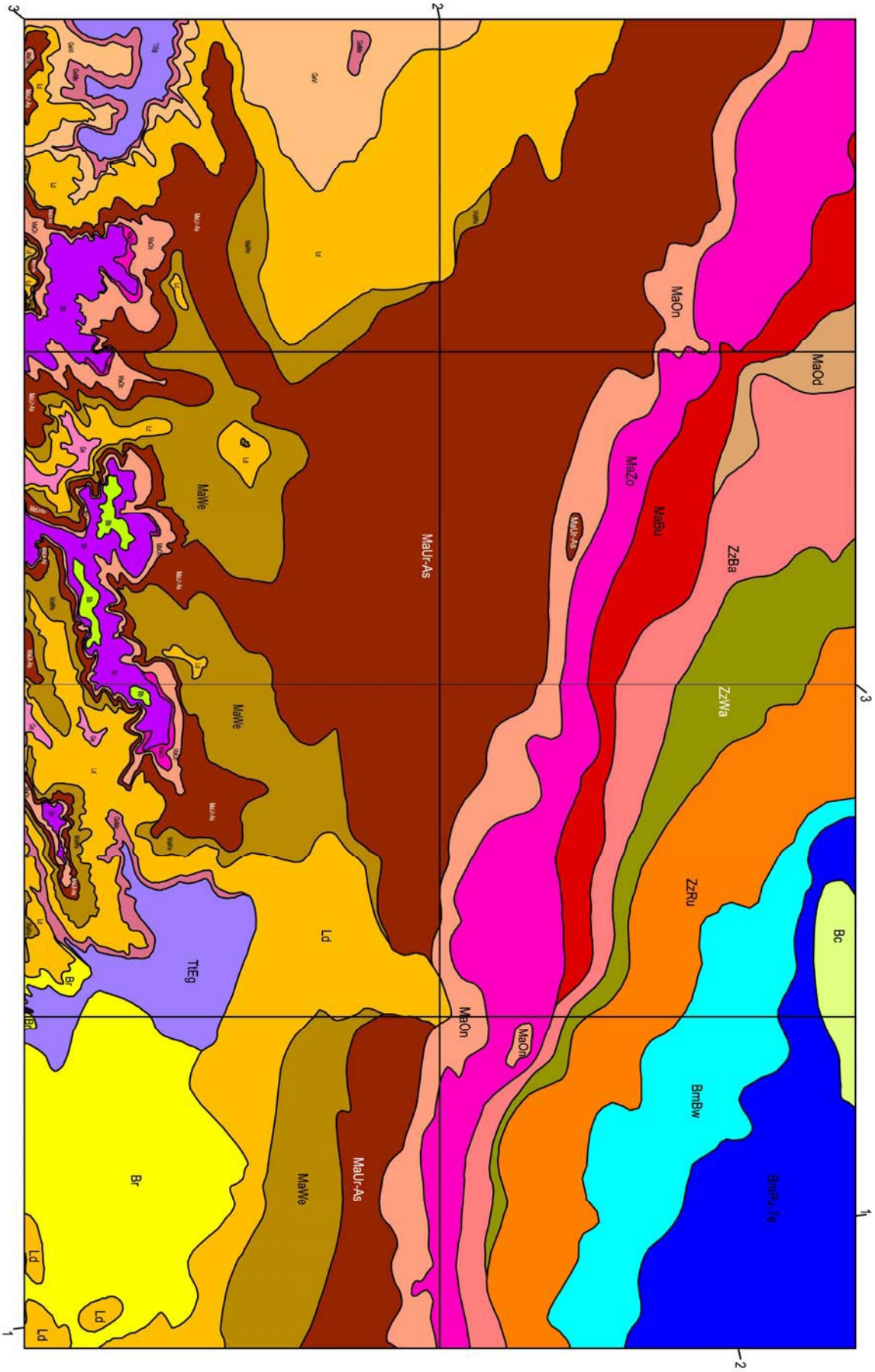


Fig. 8a.



## LEGENDE

## Bm Formatie van Boom (Onder Oligoceen)

- BmTg** Lid van Putte-Terhagen  
Grijs tot zwarte min of meer silthoudende klei met laaggewijs variërende hoeveelheden glauconiet, pyriet en kalkrodluis.
- BmBw** Lid van Bolsoe-Waas  
Bruin-grijsachtig zeer fijn silteus, glimmerhoudend zand tot zandige klei met een wisselend gehalte aan pyriet, glauconiet en kalk.

## Zz Formatie van Zelzate (Onder Oligoceen en Boven Eoceen)

- ZzRu** Lid van Ruisbroek  
Grijsbruine fijne, glauconiehoudende zanden (silt) met enkele kleirijke horizonten; ze worden gekenmerkt door een sterke bioturbatie en soms ook door grote oesterschelpen.
- ZzWv** Lid van Watervliet  
Donkergroene zandige klei, glauconiet- en glimmerhoudend zonder kalk.
- ZzBa** Lid van Bassevelde  
Donkergrijs middelmatig fijn zand tot lemig zand, glauconiet- en glimmerhoudend met af en toe intercalaties van grijze klei.

## Ma Formatie van Maldegem (Boven en Midden Eoceen)

- MaOd** Lid van Onderdijke-Adegem  
Grijsblauwe zware klei, niet kalkhoudend.
- MaBu** Lid van Buisputten  
Donkergrijs, middelmatig fijn lemig zand; glauconiet- en glimmerhoudend, zonder fossielen.
- MaZo** Lid van Zomergem  
Grijsblauwe klei; tot zware klei; het bevat geen glauconiet en geen kalk.
- MaOn** Lid van Onderdale  
Donkergrijs middelmatig fijn lemig zand; glauconiet- en glimmerhoudend.
- MaA-Ur** Lid van Asse-Ursel  
Homogeen grijsblauwe klei aan de top (Klei van Ursele) die geleidelijk, via een textuurverlichting en een toename van het glauconiet, overgaat in een meer zandige glauconiehoudende klei (Klei van Asse) met vooral aan de basis grof glauconietzand ('bande noire').
- MaWe** Lid van Wemmel  
Grijs glauconiehoudend fijn zand met een toename van het kleigehalte naar de top; het zand wordt gekenmerkt door de aanwezigheid van Nummulites Wemmelensis en een goed ontwikkelde basisgorde.

## Le Formatie van Lede (Midden Eoceen)

- Ld** Grijs fijn zand, kalk- en glauconiehoudend zand met enkele banken zandige kalksteen; het zand wordt gekenmerkt door de massale aanwezigheid van Nummulites variolarius en een grindlaagje aan de basis.

## Br Formatie van Brussel (Midden Eoceen)

- Br** Bleekgrijze, kalkhoudende zanden met banken kalksteenconcreties en soms ook grind met fossielaaigies; het voorkomen van Nummulites laevigatus is typerend.

## Ge Formatie van Gent (Onder Eoceen)

- GeVl** Grijsgroen, fijn glauconiehoudend zand met zones van zandrijke klei; duidelijk horizontaal of kruisgewijs gelaagd met verspreid fijn schelpgruis enkele dunne zandsteenbanken; naar de basis toe wordt het kleilig karakter meer uitgesproken.
- GeMe** Lid van Merelbeke  
Grijze tot groengrijze plastische klei.

## Tt Formatie van Tielt

- TtEg** Lid van Egem  
Groen tot blauwgrijs kleilig fijn zand; glauconiehoudend en verspreid schelpgruis en zandsteenfragmenten.

Fig. 8b. Geologische kaart 23 Mechelen (Fig. 8a), met legende (Fig. 8b).

LITHOSTRATIGRAFIE		LEGENDE	LEGENDE GEOLOGISCHE KAART 1/40000	
FORMATIE	AANWEZIGE IDENTIFICEERBARE EENHEDEN			
Quartair		Q		
Bolderberg Berchem	Edegem	Bb BcEd		
Boom	Putte - Terhagen Belsele-Waas	BmPu-Te BmBw	Rupeliaan	R2c
Zelzate	Ruisbroek Watervliet Bassevelde	ZzRu ZzWa ZzBa		
Sint-Huibrechts-Hern		Sh	Tongeriaan	Tg1c Tg1d
Maldegem	Onderdijke-Adegem Buisputten Zomergem Onderdale Asse-Ursel Wemmel	MaOd MaBu MaZo MaOn MaAs-Ur MaWe	Assiaan Wemmeliaan	Asd Asc Asb We
Lede		Ld	Lediaan	Le, Lk
Brussel		Br	Brusseliaan	Br
Gent	Hombeek Vlierzele Merelbeke	GeHo GeVI GeMe	Paniseliaan	P1d P1m
Tielt	Egem Kortemark	TtEg TtKO	Ypresiaan	Yd Yc
Kortrijk		Ko		Yc
Hannut		Hn		L1c, L1d

Fig. 9. Stratigrafische tabel van de lithostratigrafische eenheden die voorkomen op het kaartblad Mechelen.

### 3.1 Het Quartair

#### 3.1.1 De reliëfkaart van de basis van het Quartair

Volgens de internationale stratigrafische afspraken vangen de Quartaire lagen 1,8 miljoen jaar aan. In West-Europa is er evenwel een belangrijke verandering in de aard van de gevormde sedimenten vanaf zowat 2,6 miljoen jaar geleden. Deze verandering komt overeen met een belangrijke afkoeling van het klimaat en een belangrijke daling van de zeespiegel ten gevolge van de grote ijsuitbreiding die er toen plaatsvond in het arctisch gebied. Daarom worden vanaf deze tijd in onze gebieden vooral continentale periglaciaire sedimenten gevonden in plaats van de opeenvolging van mariene sedimenten die het Tertiair kenmerkt. Het zijn deze continentale periglaciaire sedimenten die gewoonlijk, pragmatisch, als Quartaire lagen aangeduid worden. Aangezien in deze continentale periglaciaire omstandigheden de reliëfvorming sterk ontwikkelt zal de basis van deze Quartaire lagen een onregelmatig discontinuïteitsvlak vormen met de onderliggende oudere mariene lagen.

De isohypsen van deze basis van de Quartaire lagen zijn weergegeven op overlegfolie 3 (fig. 7). Deze isohypsenkaart toont een zeer duidelijk onderscheid tussen een centrale uitgesuurde depressie, namelijk de Vlaamse Vallei en het gebied van de Tertiaire heuvels in het zuiden en de Rupel Cuesta in het uiterste noordoosten van het kaartblad. Dit is ook te zien uit het verloop van de Quartaire dikte (Kw) aan de top van de bijgevoegde geologische doorsneden (fig. 10a-d). De aanwezigheid van de Pleistocene Vlaamse Vallei uitschuring is een bekend gegeven dat op eerdere profielen door het gebied (Halet, 1936 en Gulinck, 1971) werd ingetekend. Ook op de 1:500.000 geologische kaart van België van de hand de Béthune (1968) zijn die Pleistocene afzettingen duidelijk als een afzonderlijke eenheid weergegeven.

In het noorden schommelt het reliëf van het insnijdingsvlak gemiddeld tussen het peil van -5 tot -15 m TAW<sup>1</sup>. Langs de as Oppuurs - Breendonk - Tisselt – Heindonk is er een verhoging met waarden gelegen tussen de 0 en -5 m. Deze verhoging werd in detail gekarteerd aan de hand van boorgegevens en geoelektrische metingen door De Raymaeker (1972). Deze verhoging is ongetwijfeld een restbank van Tertiaire afzettingen tussen twee dieper ingesneden riviergeulen. Het reliëf van de top van de Tertiaire lagen is in feite een fluviatiel erosielandschap. Anderzijds komt het reliëf van de Rupel Cuesta ten noorden van de Rupel sterk tot uiting met waarden die oplopen tot + 30 m.

De as Vilvoorde - Humbeek, waar de basis van het Quartair gelegen is tussen 0 en +5 m, komt duidelijk overeen met de vallei-insnijding van de Zenne. De verhoogde isohypsen ten oosten en ten westen van deze nauwe insnijding wijzen erop dat dit zuidelijk gebied zich reeds buiten de Vlaamse vallei insnijding bevindt. De Zennevallei verdeelt het zuidelijk gedeelte van het kaartblad in twee onderscheiden delen. In het zuidoosten loopt de top van het Tertiair geleidelijk op van +5 tot +30 m. In het westen volgen deze isohypsen de morfologie van het huidige sterk versneden landschap. De top van het Tertiair loopt in de heuvels op van +30 m tot maximaal +75 m.

### 3.1.2 De diktekaart van het Quartair

De diktekaart of isopachenkaart van de Quartaire lagen is weergegeven op de overlegfolie 2 (fig. 11) met de aanduiding van de isopachen van 5, 10, 15 en 20 m.

Deze diktekaart toont begrijpelijkerwijs hetzelfde duidelijke onderscheid tussen de dikkere opvulling van de brede rivierinsnijding van de Vlaamse Vallei en de dunnere bedekking van het gebied van de Tertiaire heuvels in het zuiden. De diepste depressies (15 à 20 m) zijn terug te vinden in de Vlaamse Vallei. Hierbij vallen de twee diepere depressies op gescheiden door de oost-west gerichte verhevenheid van Oppuurs over Breendonk naar Tisselt tot Heindonk waarboven de dikte van het Quartair beperkt is tot maximaal 10 m. De diepere depressies liggen ten noorden ervan volgens de as Hoort-Ruisbroek en ten zuiden ervan volgens de as Sint-Amands over Opdorp tot Ramsdonk. Deze laatstgenoemde sluit aan met de Zenne depressie die komt vanuit het zuiden startend in Vilvoorde over Humbeek tot in de buurt van Zemst-Laar.

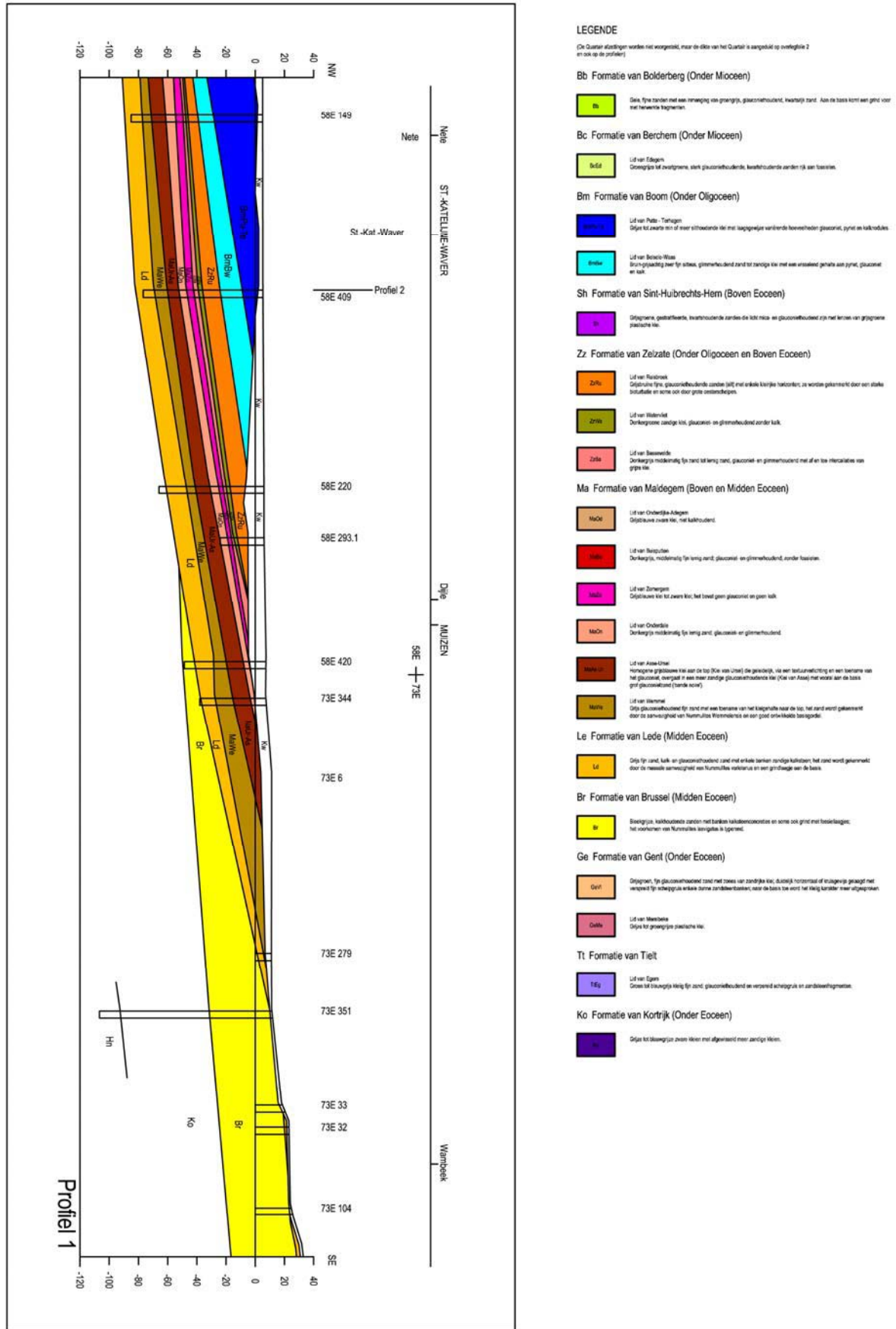
In de buurt van de Rupel Cuesta (in het noordoosten van het kaartblad) is de gemiddelde Quartaire dikte 2 à 3 m.

In het zuidoosten en ten oosten van de Zenne schommelt de dikte van het Quartair om en bij de 2 m.

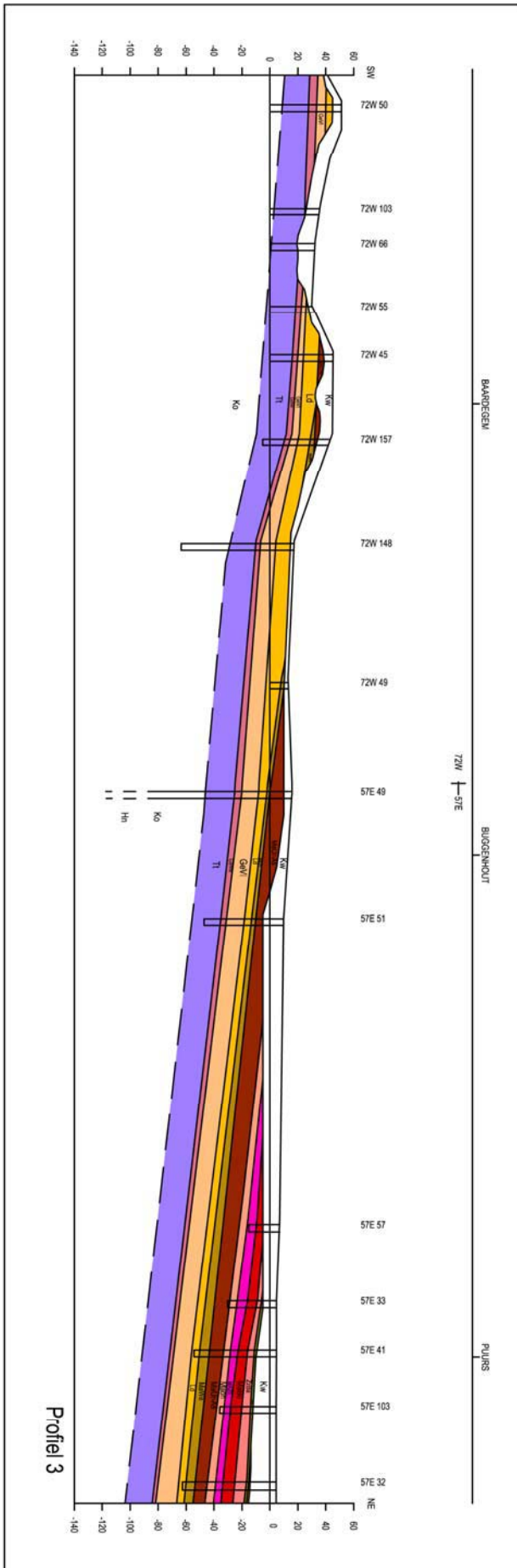
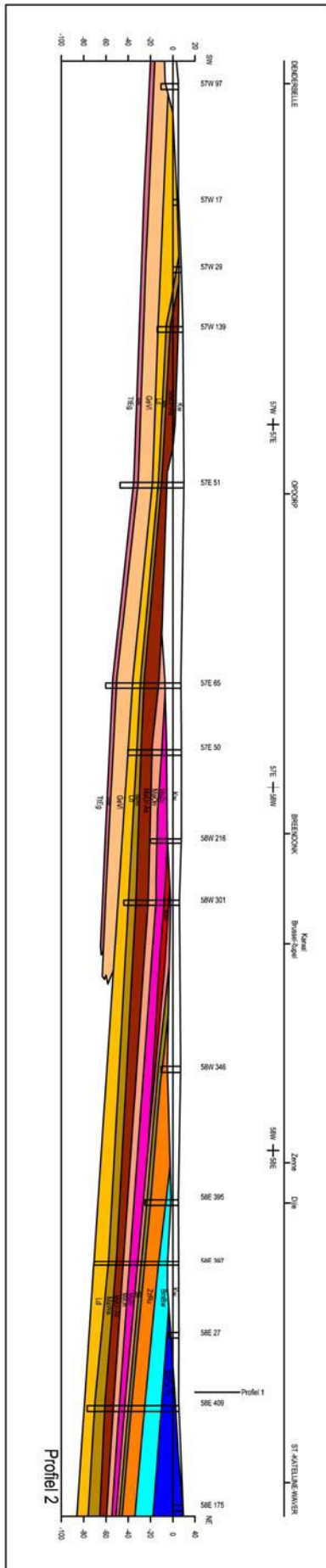
In de buurt van de Tertiaire heuvels in het zuiden is er geen duidelijke trend waar te nemen. Opvallend zijn nog enkele dikke Quartaire pakketten terug te vinden ten zuiden van Wolvertem en ten westen van Meldert.

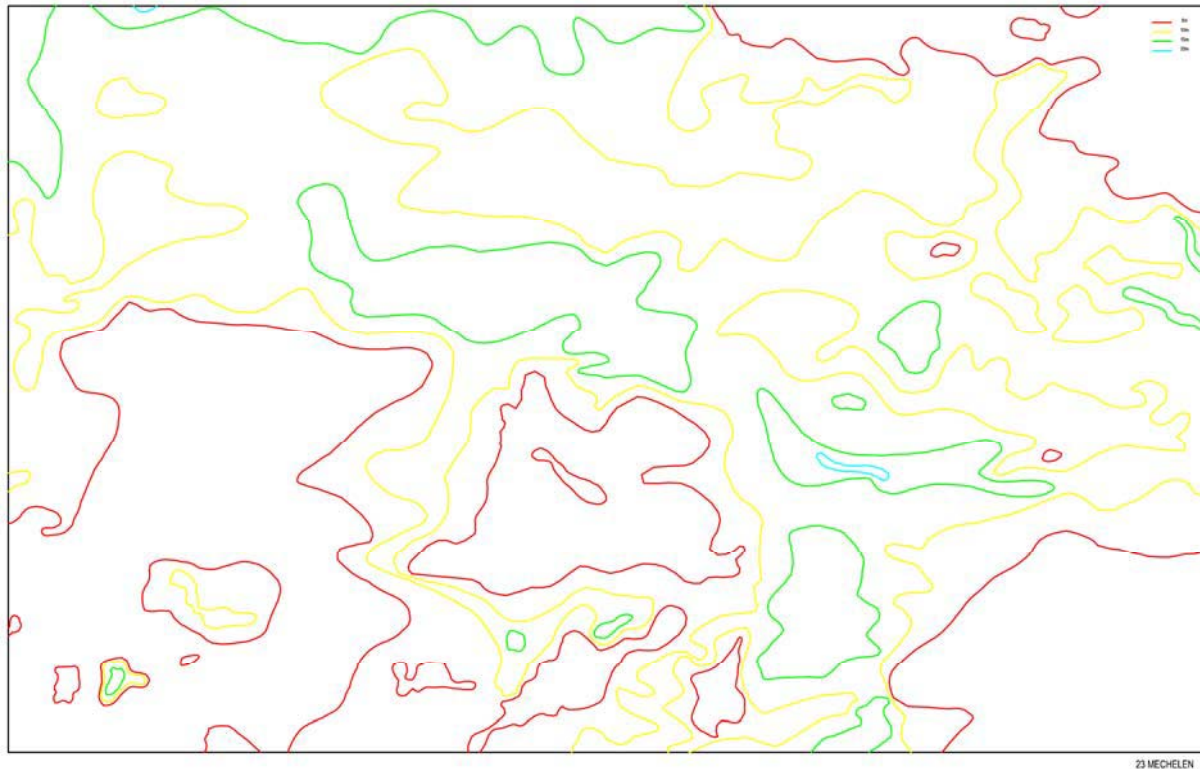
---

<sup>1</sup> Alle opgegeven peilen zijn uitgedrukt in TAW (Tweede Algemene Waterpassing)



**Fig. 10.** Drie geologische profielen doorheen het kaartblad; ligging, zie geologische kaart Fig. 8. Fig. 10a: profiel 1; Fig. 10b: legende; Fig. 10c: profiel 2; Fig. 10d: profiel 3.





**Fig. 11.** Diktekaart van de Quartaire afzettingen volgens 5 m intervaltoename (= overlegfolie 2).

### 3.1.3 De lithologie en de afzettingsgeschiedenis van de Quartaire lagen

De verbreiding van de insnijding van de Vlaamse Vallei kan goed gelokaliseerd worden op de basiskaart en de diktekaart van de Quartaire lagen. De Quartaire afzettingen kunnen er tot 20 m diepte reiken. De basis van de Vlaamse Vallei ligt een stuk onder het huidige zeespiegelniveau. Deze diepere rivierinsnijding moet plaatsgevonden hebben tijdens de verlaagde zeespiegelstand gedurende een ijstijd. De basislaag van de sedimenten die de uitschuring opvullen werd in detail beschreven bij de aanleg van de sluis van Zemst (Paepe, 1971 en Vanhoorne, 1971). Ze bestaat uit riviergrinten en daarnaast bevindt zich aan die basis ook een veenlaag. Het paleobotanisch en palynologisch onderzoek ervan toont dat ze dateert van de laatste tussenijstijd (het Eemiaan). Onderaan zijn de sedimenten van de Vlaamse Vallei opvulling voornamelijk grove fluviatiele afzettingen maar naar boven toe, tijdens het tweede deel van de laatste ijstijd, de Weichsel, worden windafzettingen aangetroffen opgebouwd uit zandlemen en dekzanden (Paepe, 1971, Bogemans en Paepe, 1982 en Bogemans, 1993).

Deze afzettingen van de Vlaamse Vallei zijn ook bekend voor de Pleistocene zoogdierenfossielen die er werden aangetroffen. In de omgeving van Zemst (domein Hofstade) werden drie lagen met zoogdierenresten ontdekt. De oudste is van het Eemiaan en bevat soorten die een mild klimaat typeren zoals de bosolifant, het oerrund, het everzwijn en de ree. De beide jongere lagen zijn van het begin van de Weichsel ijstijd. Aanvankelijk is het klimaat nog gematigd en de fauna toont dan ook nog kleine hoeveelheden ree, edelhert en everzwijn naast de typische ijstijdfauna met wolharige mammoet, wolharige neushoorn, rendier, steppebizon en paard (Germonpré, 1993, Germonpré et al., 1993).

Het bovenste Quartaire oppervlak wordt overal buiten de recente alluviale vlaktes en valleien gekenmerkt door eolische (wind)afzettingen. In het noordelijke deel van het karteringsgebied komen dekzanden voor zoals bovenop de Rupel Cuesta. Aan de basis van deze dekzandlaag bovenop de cuesta wordt een grove laag gevonden met restgrint en ook met door de wind in periglaciale omstandigheden gepolijste beenderfragmenten die verspoeld zijn uit lokale Neogene mariene zanden. De dekzanden bovenop de Rupel Cuesta werden door de wind aangebracht tijdens de laatste ijstijd

(Weichseliaan). Een gedetailleerde beschrijving van deze lagen kan gevonden worden in Beeckmans en Verbruggen (1974). Het dekzandgebied bestaat uit fijne zanden met aan de basis leemlagen. In de Vlaamse Vallei worden aan de oppervlakte voornamelijk zandleemgronden aangetroffen, een overgangsgedebied tussen de dekzanden in het noorden en de loess en leem afzettingen in het zuiden. Een loess- en leemmantel bedekt het sterk heuvelachtig landschap in het zuiden. Aan de basis van de leemlaag, ook op de hogere toppen van de heuvels, vindt men een grindhorizont die de erosieresten voorstellen van de vroegere hoger gelegen Tertiaire lagen. Onder deze grinden komen onder andere ook de typische platte zwarte silexkeien voor die de basis van de Rupeliaan transgressie karakteriseren.

In de recente alluviale vlaktes en valleien zijn Holocene en tardiglaciale fluviaatiele afzettingen terug te vinden. Deze afzettingen zijn opgebouwd uit klei, leem of zand met veenlagen. Voor meer details over de Quartaire lagen wordt de lezer verwezen naar de Quartair geologische kaart van het gebied (Bogemans, 1996).

### 3.2 Tertiair

#### 3.2.1 Formatie van Bolderberg

De Formatie van Bolderberg komt voor op enkele geïsoleerde plaatsen op de hoogste toppen van de heuvels rond Meise en Brussegem. De dikte is beperkt tot maximaal enkele meters.

Op het kaartblad bestaat de Formatie van Bolderberg uit fijne, gele kwartsrijke zanden met daarnaast ook groengrijze, glauconiethoudende zanden. Aan de basis komt een grind voor met herwerkte fragmenten en vaak ook haaiantanden. Het grind staat in de literatuur beschreven als 'gravier de Heysel' en de er bovenliggende zanden als 'Sables chamois' (zie o.a. Tavernier en de Heinzelin, 1962). Deze zanden zijn van Mioceen ouderdom en werden op de oude geologische kaart weergegeven als Zanden van Diest. Op enkele geïsoleerde plaatsen in de streek van Brussel en Leuven werden de Zanden van Diest echter teruggevonden bovenop deze 'Sables chamois'. Bijgevolg moeten deze zanden ouder zijn dan de Boven Mioceen ouderdom van de Zanden van Diest.

Alhoewel er geen Zanden van Diest meer teruggevonden werden op het kaartblad zijn er vroeger ongetwijfeld nog geweest wat kan afgeleid worden uit de aanwezigheid van deze typische zanden ten zuiden van het kaartblad, in de richting dus van de vroegere kust. Bovendien werden er nog resten van het Diest glauconietzand gevonden in bioturbate gangen in de top van de 'sables chamois' net ten zuiden van het kaartblad te Jette (Gulinck, 1956). Op de oude kaarten staan ze ingetekend als de Zanden van Diest.

#### 3.2.2 Formatie van Berchem

De Zanden van Edegem zijn het enige lid van de Formatie van Berchem dat op het kaartblad voorkomt. Ze komen voor bovenop de Boom Klei in de top van de Rupel Cuesta ten noorden van de Rupel. De dikte is wisselend maar bedraagt maximaal hooguit enkele meter. Het zijn groengrijze tot zwartgroene, sterk glauconiethoudende, fijne en kleihoudende zanden met schelpen. Naast de lithologische kenmerken wijzen ook de macro- en microfossielen op de Zanden van Edegem (De Meuter, 1965).

#### 3.2.3 Formatie van Boom

De Boom Klei is een mariene kleiafzetting die tussen de 50 en 100 m diepte werd afgezet en nu nog 20 % (gewichtsprocent) water bevat.

De verbreiding van de Boom Klei op het kaartblad Mechelen is beperkt tot het noordoosten van het kaartblad, ten noorden van de lijn Mechelen-Boom (fig. 15a). Alhoewel de traditionele lithostratigrafische opdeling van de Boom Klei drieledig is (Leden van Putte, Terhagen en Belsele-Waas), is op de nieuwe geologische kaart een praktische tweeledige opdeling aangehouden. De formatie is voor de kartering onderverdeeld in een kleirijke Boom eenheid (Leden van Putte en van Terhagen) en in een meer siltige tot fijnzandige eenheid (Lid van Belsele-Waas).

### Klei eenheid van Putte-Terhagen

In de deze kleirijke Boom eenheid op het kaartblad worden twee delen onderscheiden die overeenkomen met de twee bovenste leden van de Formatie van Boom, het Lid van Putte (BmPu) bovenaan dat bestaat uit donkergrijze tot zwarte klei rijk aan organisch materiaal en met enkele zeer siltrijke horizonten, en onderaan het Lid van Terhagen (BmTe) dat bleekgrijze kleien bevat en in vergelijking met de bovenliggende klei minder silt en meer kalk bevat (Vandenberghe et al., 1979, 1990 en 1998).

In boorbeschrijvingen is het onderscheid tussen beide leden meestal niet te maken. Uit regionale studies blijkt evenwel dat het Lid van Terhagen op het kaartblad een vrijwel constante dikte heeft van ongeveer 15 m (tussen septaria horizont S10 en het begin van de zwarte klei).

### Silt eenheid van Belsele-Waas

Bruin-grijsachtig, glimmerhoudende, zeer fijn siltige klei met een wisselend gehalte aan pyriet, glauconiet en kalk (BmBw). De siltrijke klei van deze eenheid komt ook overeen met wat door vroegere auteurs zoals Halet (1936) en Gulinck (1965) in de omgeving van Mechelen-Boom beschreven werd als R2b.

Op het kaartblad kan de dikte van de klei van Putte-Terhagen oplopen tot 25 m terwijl de dikte van het Lid van Belsele-Waas beperkt is tot 15 m.

Tussen Boom en Rumst is de klei momenteel nog ontsloten in twee zeer grote kleiontginningen van steenbakkerijen. Er zijn echter in het verleden steeds ontginningen geweest in de Rupel Cuesta waardoor Dumont reeds in 1849 deze Boom Klei ontsluitingen langs de Rupel aanwees als het stratotype gebied van het Rupeliaan dat destijds bedoeld was om het Midden Oligoceen te karakteriseren. Er moet hier volledigheidshalve aan toegevoegd worden dat de chronostratigrafische term Rupeliaan weerhouden is op de internationale chronostratigrafische schaal maar nu in een tweeledige opdeling van het Oligoceen.

Typerend voor de klei is de opvallende aanwezigheid van pyriet concreties, van mm tot verschillende cm en soms meer dan 10 cm afmetingen en van laagsgewijze horizonten met septaria, broodvormige kalkconcreties, gewoonlijk met een diameter variërend rond een halve meter diameter, en met inwendige krimpscheuren of septae. De kleiafzetting is geband in lagen met een dikte van enkele tientallen cm dikte die zich van elkaar onderscheiden door hun verschillen in korrelgrootte, in organisch materiaal en in kalkgehalte. Deze lagen zijn lateraal continu en ze hebben een microstratigrafische betekenis. Hun oorsprong is gebonden aan cyclische klimaatsveranderingen, wellicht met een periodiciteit van 100.000 jaar (Van Echelpoel en Weedon, 1990).

De lithologie van de Boomse Klei werd in detail beschreven door Vandenberghe (1978) en de stratigrafische informatie over de de kleiafzetting werd samengevat in Vandenberghe et al. (1997, 1998).

### **3.2.4 Formatie van Sint-Huibrechts-Hern**

Grijsgroene, gelaagde, kwartshoudende zanden, zwak mica- en glauconiethoudend, met lenzen grijsgroene plastische klei komen voor op de hoogste toppen van de zuidelijk gelegen heuvels rond Krokegem, Brussegem en Meise. Hun dikte kan maximaal oplopen tot 10 m. De lithologische kenmerken van deze eenheid en haar geometrische positie laten toe deze te interpreteren als de Formatie van Sint-Huibrechts-Hern, en daarin het Lid van de Zanden van Grimmertingen te onderscheiden. Deze formatie komt overeen met de lagen die in de vroegere stratigrafische praktijk de 'mariene lagen van het Tongriaan' genoemd werden.

De cartografie in het zuidelijk heuvelgebied laat toe vast te stellen dat deze formatie over relatief korte afstand verschillende eenheden bedekt, namelijk de leden van Asse-Ursel, Onderdale en Zomergem. Deze geometrische relatie is de vertaling van een lichte discordantie tussen de onderliggende Formatie van Maldegem en de Formatie van Sint-Huibrechts-Hern.



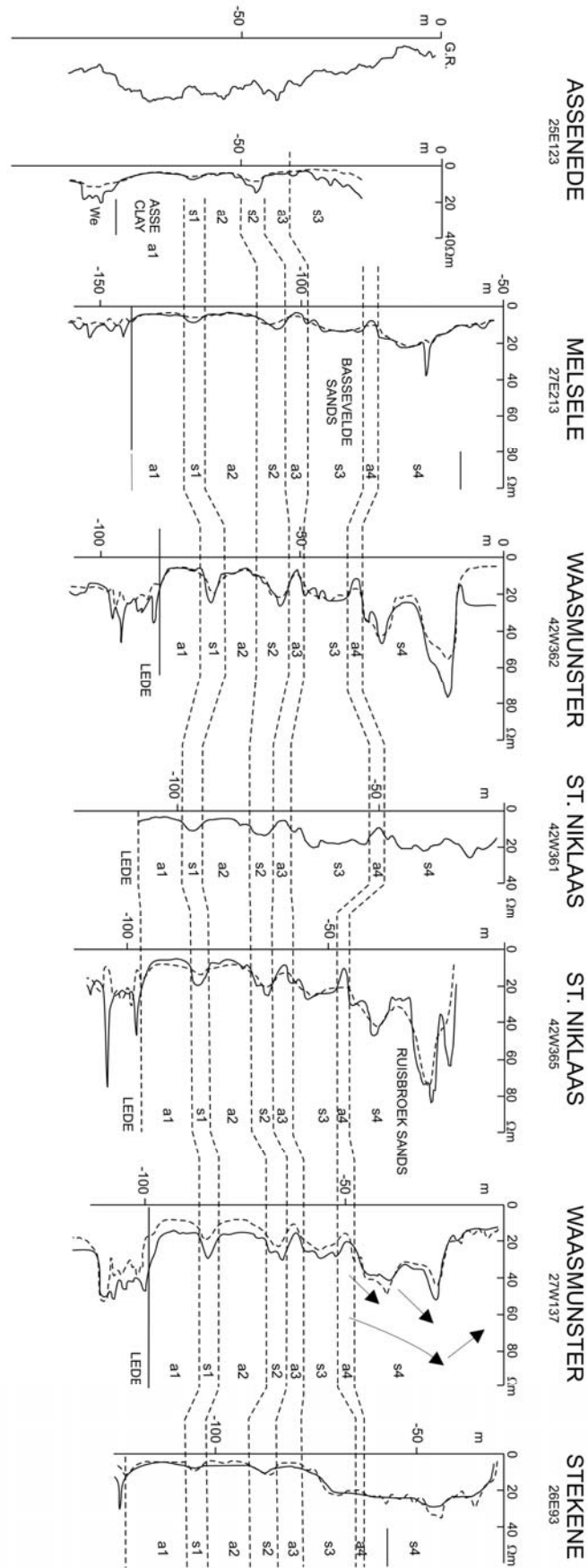
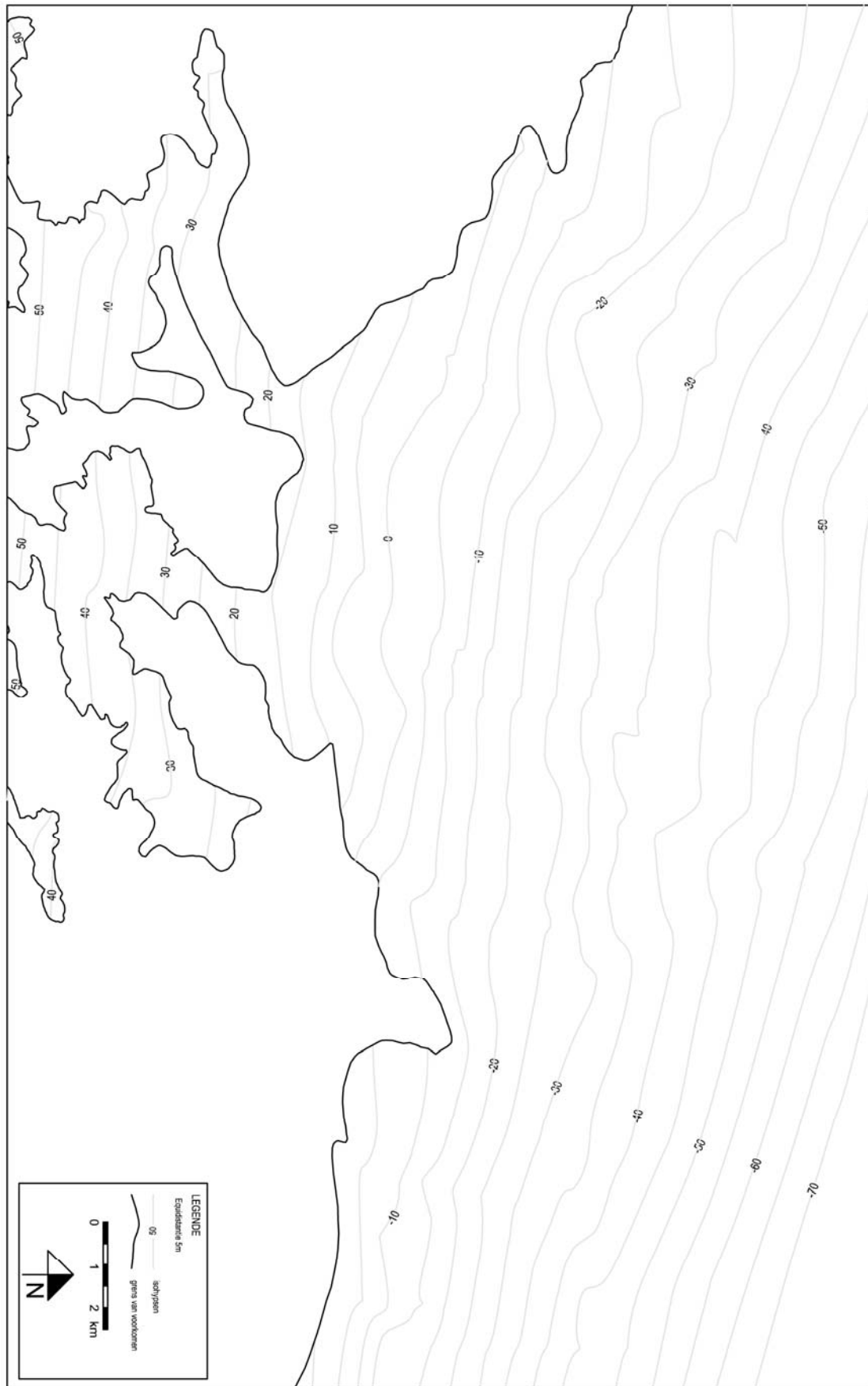


Fig. 12. Geofysische stratigrafie van de lagen tussen de Asse Klei en de Boom Klei in het Waasland.



**Fig. 13.** Isohypsenaart basis Klei van Asse-Ursel; deze afzetting is afwezig in de zones zonder isohypsen (= overlegfolie 4).

### 3.2.5 Formatie van Zelzate

De lithologische opeenvolgingen tussen de goed gekende kleihorizonten van Asse en van Boom in boringen in het gebied Mechelen en Antwerpen werden door Gulinck (1969, 1971) samengevat in de term ‘klei-zand complex van Kallo’, genoemd naar de diepboring te Kallo, ten noorden van Antwerpen, waar hij voor het eerst deze lagen in kernen kon beschrijven (1969). Naderhand heeft hij op het kaartblad Mechelen een identieke opeenvolging kunnen vaststellen en hun voorkomen op een vereenvoudigde geologische kaart op peil 0 m ingetekend (Gulinck, 1971). Hij onderscheidde tussen de zandige lagen onder de Asse Klei, die hij lithologisch goed kon onderscheiden, en de basis van de Boom Klei drie kleilagen die hij aanduidde met de codes a1, a2, a3, waaronder a1 overeenkwam met de Asse Klei. De zandlagen tussenin werden aangeduid met de codes s1 (de zandlaag boven de Asse Klei), s2 (tussen a2 en a3) en s3 waarmee alle zandige afzettingen werden aangeduid tussen a3 en de Boomse Klei. Gulinck (1969) voerde voor deze laatste zanden ook de term Zanden van Bassevelde in. Het ganse lithologische klei-zand complex van Kallo werd als een mariene afzetting geïnterpreteerd.

Jacobs (1978) bestudeerde in detail deze lithostratigrafische eenheden, die chronostratigrafisch te situeren zijn op de overgang van het Eoceen naar het Oligoceen, in gans Noordwest België en identificeerde in het jongste zandpakket dat door Gulinck werd beschreven als s3, nog een aanvullende kleilaag die systematisch voorkomt in het gebied en duidde deze logischerwijs aan met de code a4 en gaf ze ook de naam Watervliet Klei. Steurbaut (1986) voerde de codering s4 in voor het zandpakket tussen de Watervliet Klei en de Boom Klei en noemde ze de Zanden van Ruisbroek. Dezelfde auteur (Steurbaut, 1992) suggereerde ook de invoering van een afzonderlijke eenheid Silt van Wintham aan de basis van het s4 zandpakket. Bij de formalisering van de lithostratigrafische opdelingen van het Paleoceen (Maréchal en Laga, 1988) werden de Zanden van Bassevelde, de Klei van Watervliet en de Zanden van Ruisbroek als drie leden beschouwd en samengebracht in de Formatie van Zelzate.

#### Zand van Ruisbroek (S4) (fig. 15b)

Dit zijn grijsbruine fijne, glauconiethoudende zanden (silt) met ook enkele kleirijke horizonten, gekenmerkt door een sterke bioturbatie met veel graafgangen. Soms komen er grote oesterschelpen in voor. De overgang naar het Lid van Belsele-Waas kan zeer geleidelijk zijn en bijgevolg is het zeer moeilijk steeds de grens correct vast te stellen. Aan de basis van het zandpakket lijkt op een systematische manier een siltige horizont voor te komen die door Steurbaut (1992) als het Silt van Wintham beschreven werd. Het is momenteel nog onduidelijk of deze siltlaag binnen de Zanden van Ruisbroek moet ondergebracht worden of eerder aansluit bij de onderliggende Watervliet Klei. In de boring te Sint-Kathelijne-Waver (058E0409) werd een NP 21 nannoplankton flora aangetroffen in de Wintham Silt, terwijl ten noorden van Antwerpen in de boring Doel 2b geen nannoplankton werd aangetroffen (Vandenberghé et al., 2002).

Het Zand van Ruisbroek is het meest bekend omwille van het voorkomen van talrijke grote (tot 2,5 m diameter) min of meer ronde kalkgecementeerde concreties die de bouw van de Rupeltunnel (Foto 1-2) tussen Willebroek en Boom ernstig vertraagd hebben. Ook in de baggerzone te Hingene hebben ze voor problemen gezorgd (Van Alboom, 1996). Net als de septaria hebben ze barsten die gevuld zijn met calciet. Ze zijn echter sferischer van vorm dan de kleiseptaria. Reeds in de literatuur van het einde van de 19<sup>de</sup> eeuw werden dergelijke concreties onder de Boomse klei gesignaleerd in de legende boekjes bij de geologische kaarten Boom, Sint-Niklaas, Hoboken-Kontich (Van Ertborn en Cogels, 1880a, b, c). Ze werden onder andere waargenomen ter hoogte van de constructie van de spoorwegbrug over de Rupel te Boom en merkwaardig is ook de beschrijving op het einde van de 19<sup>de</sup> eeuw van ongetwijfeld dezelfde concreties die de scheepvaart hinderden in de Durme, net ten noordwesten van het kaartblad (Van Ertborn en Cogels, 1883).



**Foto 1.** Rupeltunnel te Boom: kalkzandsteenconcreties in de bouwput; de figuur op de achtergrond geeft de schaal aan (foto Van Alboom, 1996).



**Foto 2.** Rupeltunnel te Boom: door de werken gebroken kalkzandsteenconcreties in de bouwput.

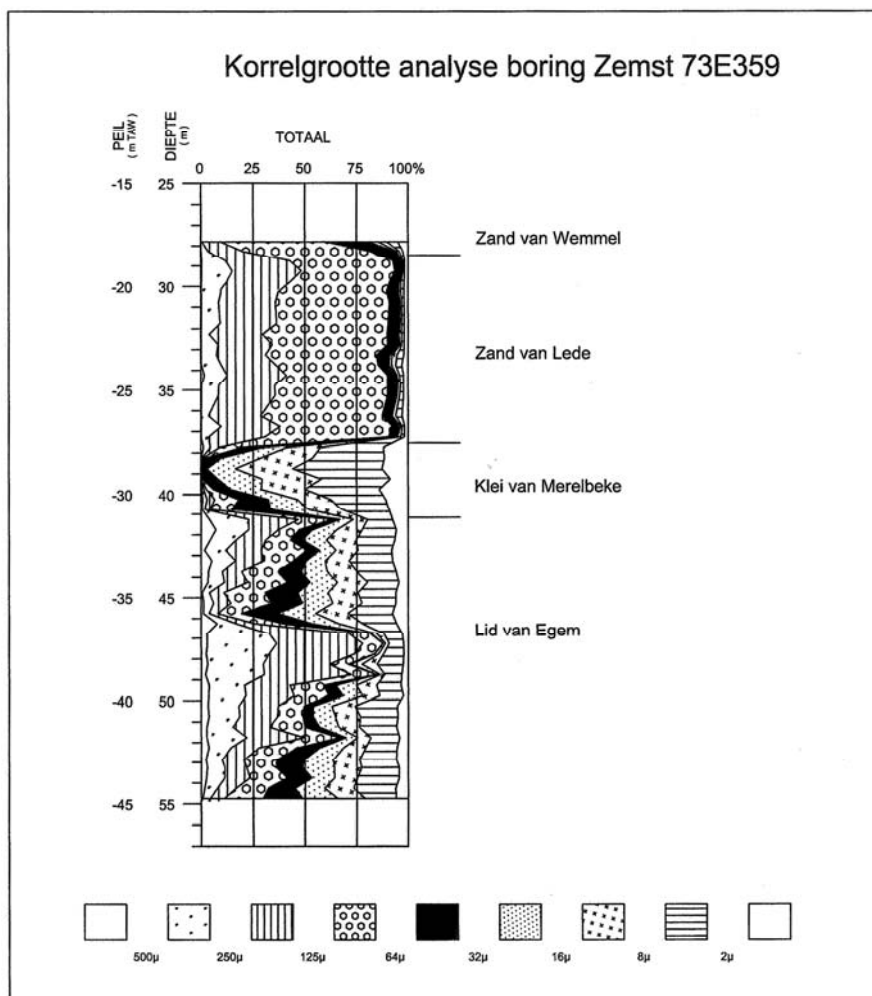
Klei van Watervliet (A4) (fig. 15c)

Deze klei is een donkergroene zandige klei, glauconiet en glimmerhoudend, maar niet kalkhoudend. In de pompput van de Rupeltunnel werd op het peil –17.30 m in deze klei een septaria-achtige kalkconcretie horizontaal aangetroffen waarin ook grote schelpen aanwezig zijn.

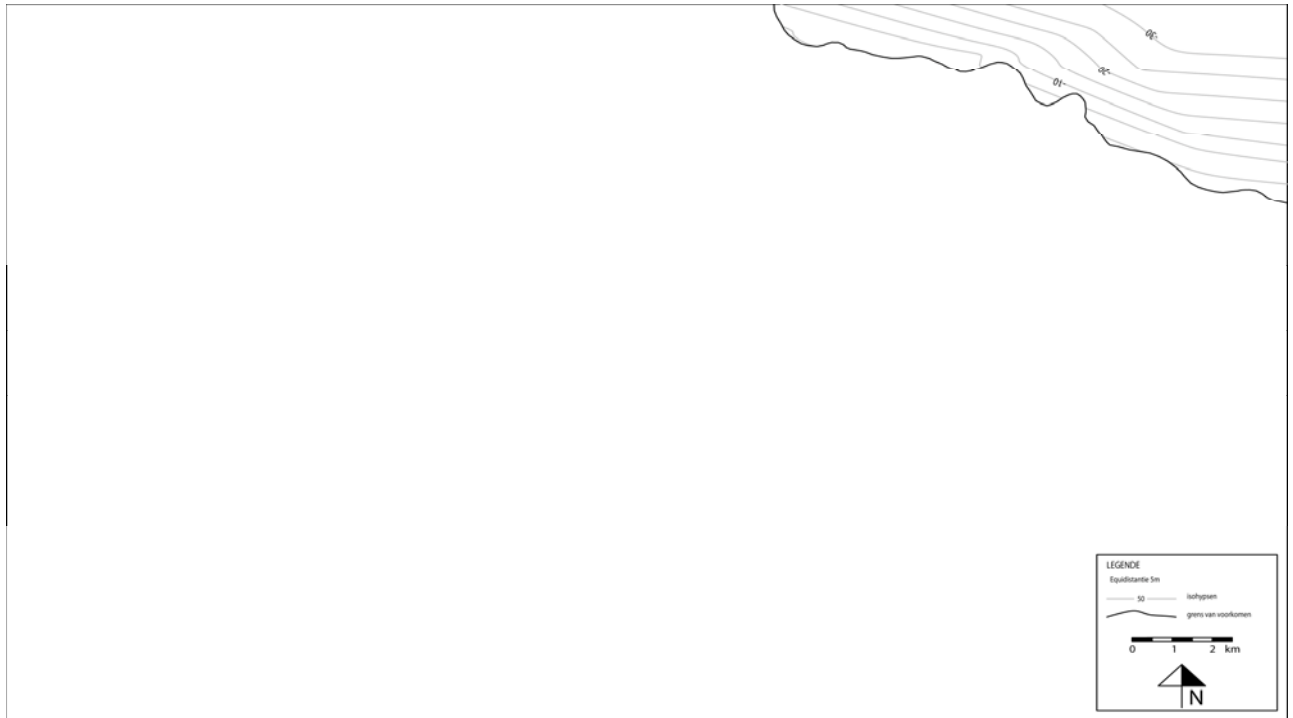
Zand van Bassevelde (S3)

Donkergrijs middelmatig fijn siltig zand tot zand, glauconiet- en glimmerhoudend met af en toe tussenvoegingen van grijze klei.

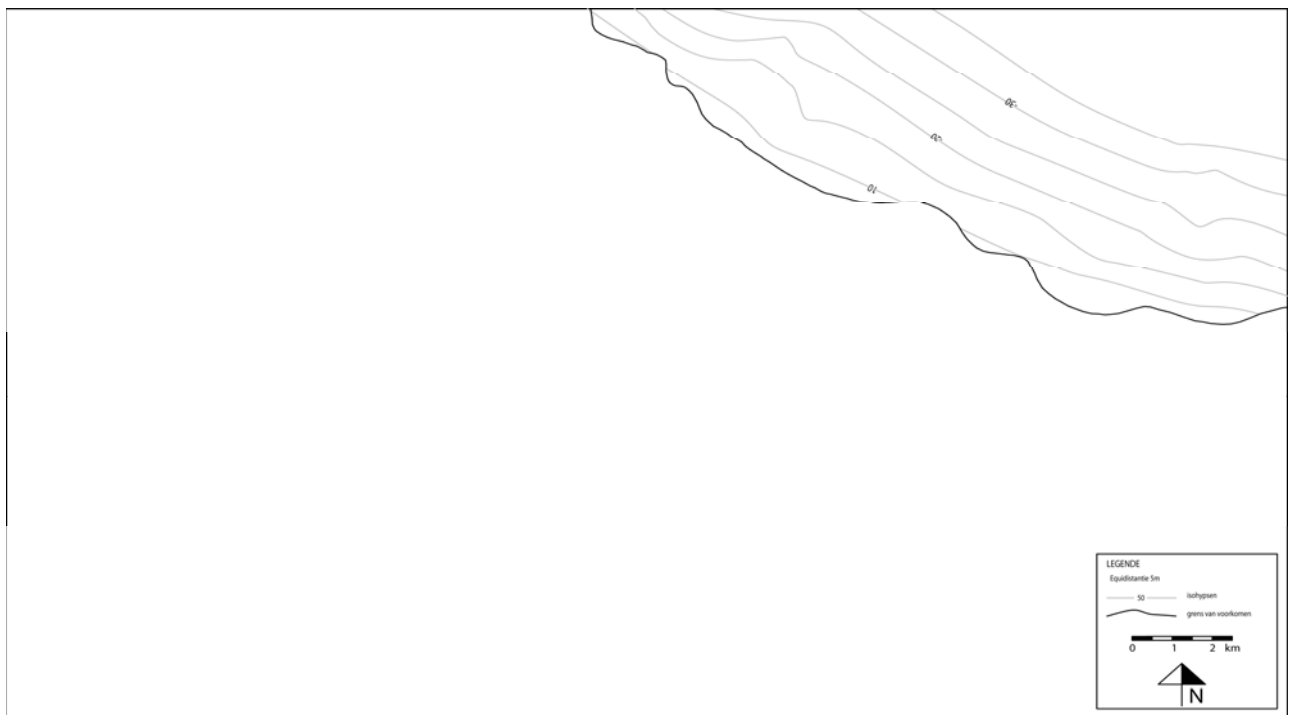
Op het kaartblad dagzoomt het Zand van Ruisbroek in een WNW-ESE gerichte band van Ruisbroek over Willebroek tot over het centrum van Mechelen. Ten zuiden hiervan dagzoomt de Klei van Watervliet die echter naar het oosten toe in de buurt van Muizen bij Mechelen uitwigt. Op de kaart lijkt het zand van Ruisbroek de onderliggende Watervliet Klei te eroderen. Het Zand van Bassevelde daarentegen dagzoomt terug helemaal tot in het oosten van het kaartblad. Het kaartbeeld toont dat de basis van deze zanden van Bassevelde, gaande van west naar oost, steeds over oudere eenheden ligt, namelijk de drie jongste leden van de Formatie van Maldegem (zie fig. 8). Deze geometrie kan geïnterpreteerd worden als een aanwijzing voor een lichte scheefstelling van de lagen na de vorming van de afzettingen van de Formatie van Maldegem, gevolgd door erosie vooraleer tijdens een nieuwe transgressieve beweging het Zand van Bassevelde werd afgezet.



**Fig. 14.** Boring Zemst: korrelgrootte karakteristieken en lithostratigrafische interpretatie.



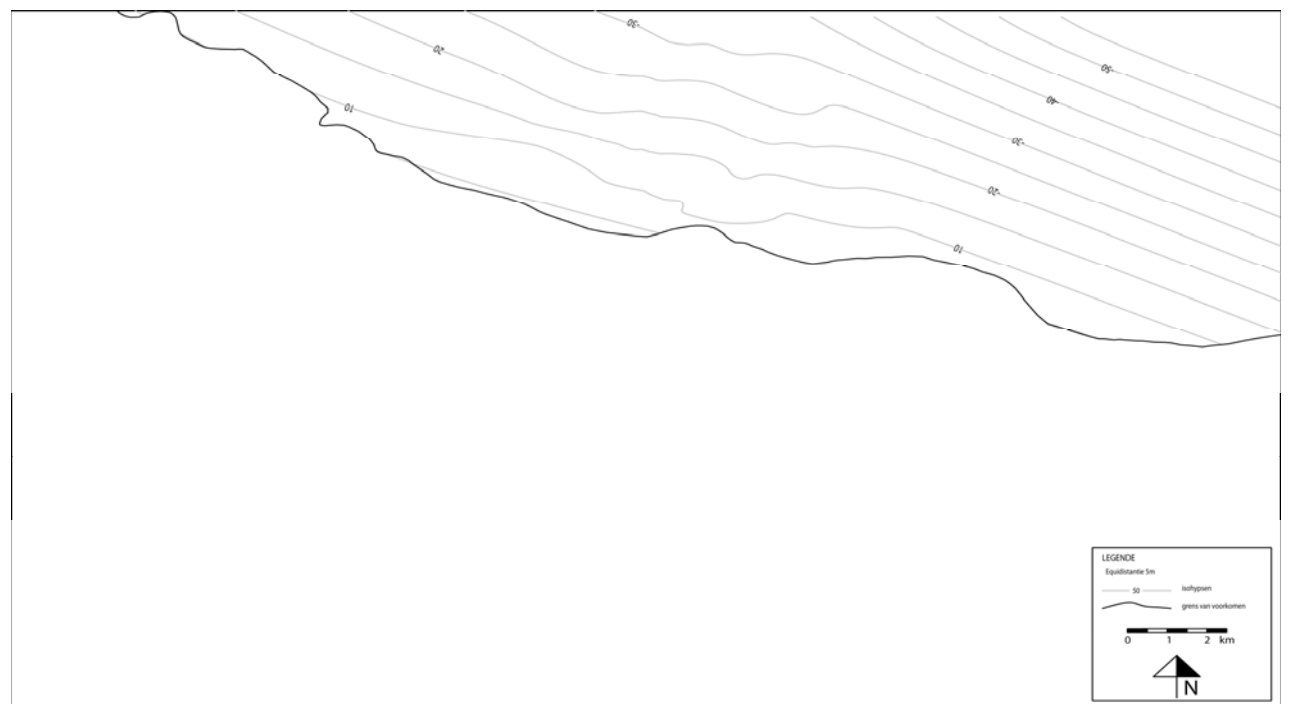
a.



b.

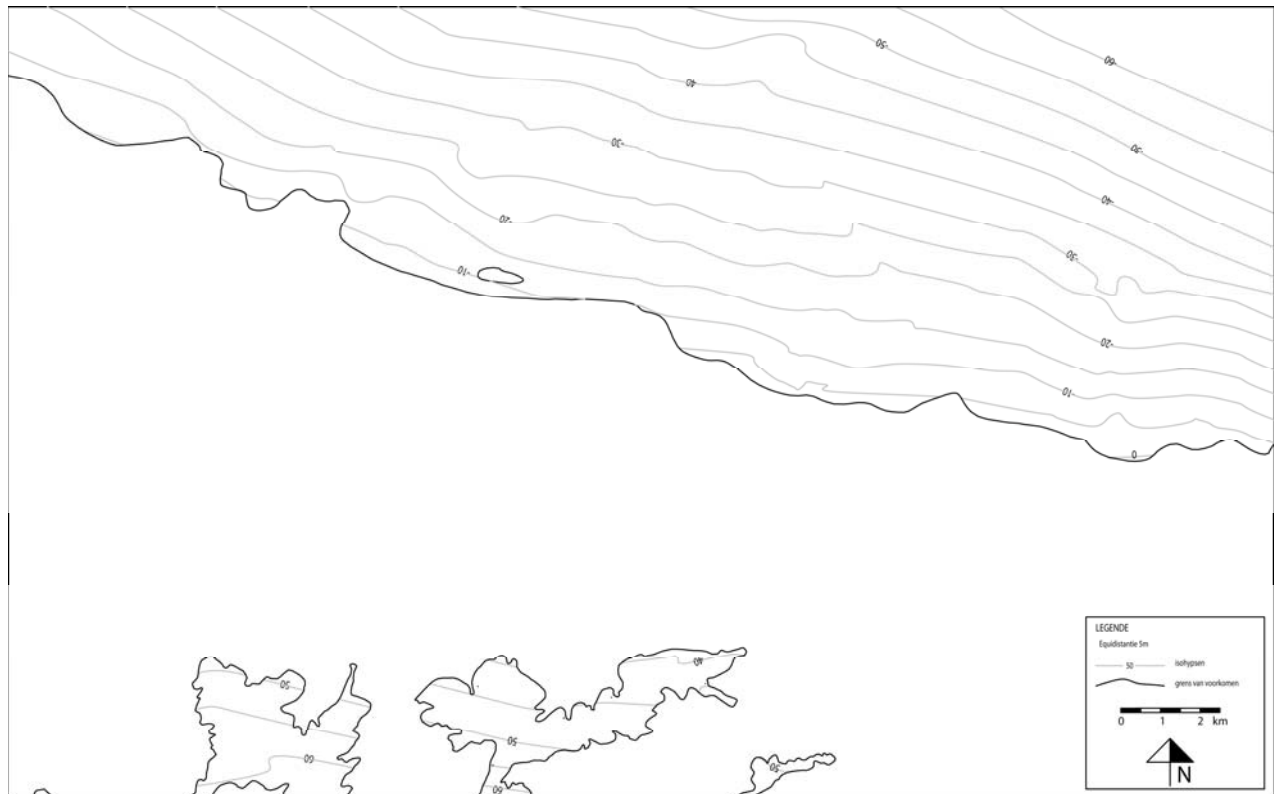


c.



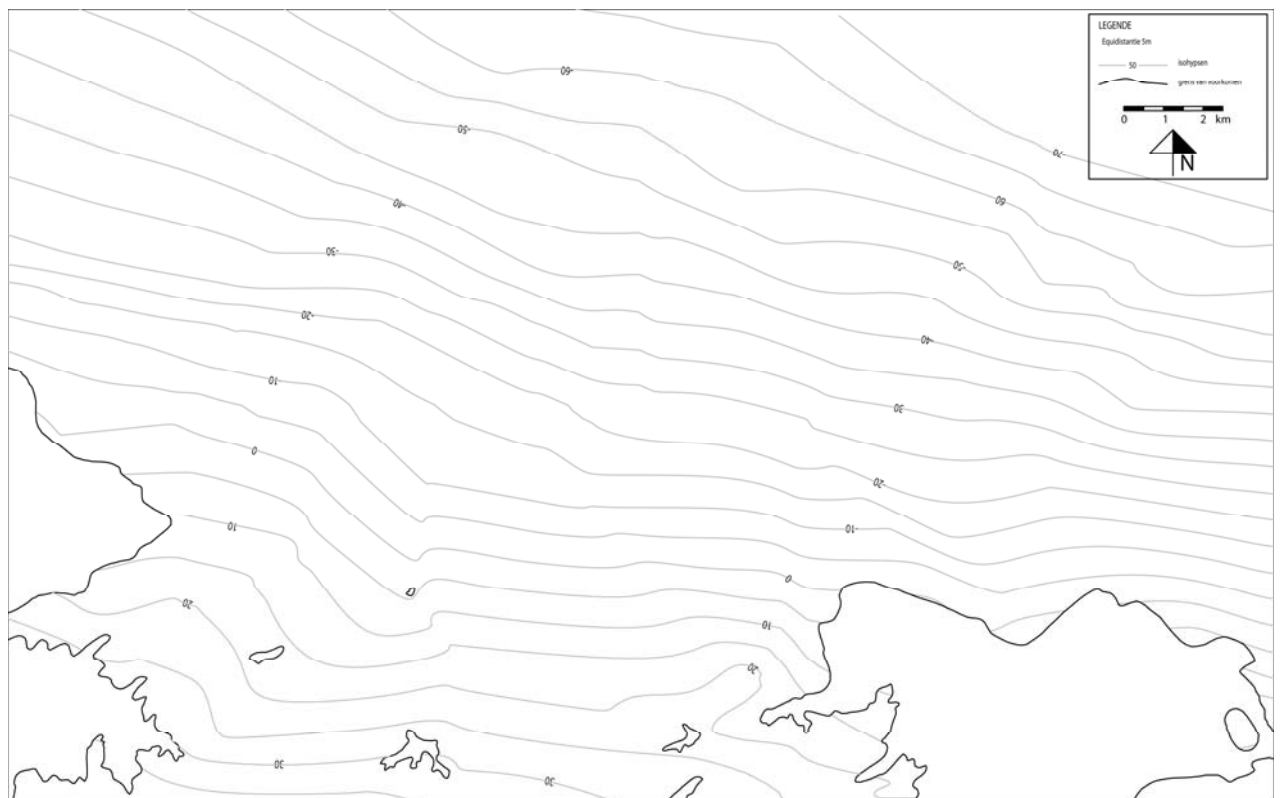
d.

**Fig. 15.** Isohypsenaarten van de basis van het Lid van Putte en het Lid van Terhagen (Fig. 15a), van het Lid van Ruisbroek (Fig. 15b), van het Lid van Watervliet (Fig. 15c) en van het Lid van Buisputten (Fig. 15d).

**a.****b.**

**Fig. 16.** Isohypsenaarten van de basis van het Lid van Zomergem (Fig. 16a), en van het Lid van Onderdale (Fig. 16b).



**a.****b.**

**Fig. 17.** Isohypsenkaarten van de basis van het Lid van Wemmel (Fig. 17a) en van het Lid van Lede (Fig. 17b).

### 3.2.6 Formatie van Maldegem

Bij de formalisering van de lithostratigrafische indelingen van het Paleogeen (Maréchal en Laga 1988) werden de onderste lagen van het klei-zand complex van Kallo, namelijk de a1, s1, a2, s2, en a3, samen met de onderliggende Zanden van Wemmel samengevoegd in de Formatie van Maldegem. Deze samenvoeging was reeds voorgesteld door Jacobs (1978), maar onder de benaming Formatie van het Meetjesland. Een gedetailleerde studie van deze lagen in gans Noordwest België kan gevonden worden in de studie van Jacobs (1978).

#### Klei van Onderdijke (a3)

Deze klei is grijsblauw en zeer zwaar en bevat geen kalk. Aan de top van deze klei kunnen perforaties voorkomen die opgevuld zijn met grijs middelmatig fijn zand en worden sporen van lignietachtig organisch materiaal gevonden (zie Gulinck, 1969). Dit zijn indicatoren van een onderbreking van de sedimentatie of een belangrijkere paleogeografische verandering. Dit kan in overeenstemming zijn met de scheefstelling van de lagen net voor de transgressie van het Zand van Bassevelde zoals die werd afgeleid uit de kaartcontouren.

De Klei van Onderdijke komt enkel voor ten noorden van Sint-Amands. De dagzoom van deze laag is ingetekend op basis van een extrapolatie van diepere boorgegevens onder de Formatie van Zelzate. Dit was noodzakelijk omdat er in het afgeleide dagzoomgebied op de kaart geen goede waarnemingen beschikbaar zijn.

#### Zand van Buisputten (s2) (fig. 15d)

Het Zand van Buisputten bestaat uit donkergrijze, middelmatige tot fijnkorrelige, siltige zanden die glauconiet- en glimmerhoudend zijn. Er komen geen fossielen in voor.

Het Zand van Buisputten dagzoomt in een westnoordwest tot oostzuidoost gerichte strook gaande van het noorden van Hoort en Mariekerke over Tisselt tot in de buurt van Leest, waar het uitwigt.

#### Klei van Zomergem (a2) (fig. 16a)

De Klei van Zomergem is een grijsblauwe zware klei. De klei bevat noch glauconiet, zand of kalk. De korrelgrootte wordt geleidelijke grover zowel naar het bovenliggende Lid van Buisputten als naar het onderliggende Zand van Onderdale. Deze korrelgrootte trends zijn goed waarneembaar op geofysische boorgatmetingen (zie fig. 12).

#### Zand van Onderdale (s1) (fig. 16b)

Het Zand van Onderdale bestaat uit donkergrijs siltig middelmatig fijn zand dat glauconiet- en glimmerhoudend is. Er werden geen macrofossielen in aangetroffen. Deze zanden werden vroeger traditioneel de zanden van Asse genoemd.

#### Klei van Ursel - Asse (a1) (fig. 13)

Het bovenste gedeelte bestaat uit een homogene, grijsblauwe klei die het Lid van Ursel genoemd wordt en die geleidelijk, via een textuurverlichting en een toename van het glauconiet, overgaat in het Lid van Asse. Dit bestaat uit glauconiethoudende klei met plaatselijk vooral aan de basis grof glauconietzand dat beschreven staat als de 'bande noire' (Rutot, 1882). Deze twee leden werden vroeger traditioneel samen als de klei van Asse of ook nog als Bartoniaan klei aangeduid. Ook op dit kaartblad worden beide leden samen gekarteerd. De regionaal geologische analyse lijkt echter aan te tonen dat de Asse-Ursel Klei nog van Lutetiaan-ouderdom is en geen Bartoniaan (Vandenberghe et al., 1998).

Het kaartbeeld van de Klei van Zomergem, het Zand van Onderdale en van de Klei van Asse - Ursel wordt volledig bepaald door verschillen in reliëf tussen het centrale deel van het kaartblad en het zuidelijk gedeelte. De smalle stroken Ursel-Asse Klei, die het centrale sub-dagzoomgebied (dagzoomt onder het Pleistoceen) van die klei verbinden met het hoger gelegen heuvelgebied in het zuiden zijn te wijten aan de hogere topografie van de top van het Tertiair ter hoogte van die verbindingsstroken (zie overlegfolie 3, fig.7). De helling van de basis van de Ursel-Asse Klei loopt op naar het zuiden maar minder snel dan de stijging van het reliëf. Daardoor wordt de Ursel-Asse Klei systematisch teruggevonden in de zuidelijke heuvels behalve daar waar lokaal valleien zich dieper dan het basisvlak hebben ingesneden (overlegfolie 4, fig. 13). Om deze zelfde reden wordt de Ursel-Asse Klei ten zuiden van Zemst-Laar niet teruggevonden op de kaart omdat de top van het Tertiair daar dieper ligt dan het basisvlak van de klei.

In het zuidelijk heuvelgebied is het kaartbeeld precies wat kan verwacht worden van zwak hellende lagen, namelijk dat de contouren van de grensvlakken van de lagen de topografische contouren van de heuvels volgen. Tussen de reeds besproken Formatie van Sint-Huibrechts-Hern en de Ursel-Asse Klei komen op deze heuvels nog het Onderdale Zand en de Zomergem Klei voor. Dat betekent dat de leden van Buisputten (s2) en Onderdijke (a3) reeds weggeërodeerd waren na een scheefstelling van de lagen voor de afzetting van de Formatie van Sint-Huibrechts-Hern. Het is immers niet te verwachten dat beide afzettingen minder ver over het land zouden zijn gekomen dan de onderliggende lagen van de Formatie van Maldegem aangezien ze gelijkaardige sedimentaire faciës vertonen. Een gelijkaardige conclusie van scheefstelling, erosie en hernieuwde transgressie werd reeds bereikt voor de relatie van beide eenheden ten opzichte van de Zanden van Bassevelde. Dit bevestigt de idee dat op zijn minst een gedeelte van de Zanden van Bassevelde tijdsequivalent moet zijn met de mariene afzettingen van Sint-Huibrechts-Hern (vroegere mariene 'Tongriaan'), namelijk de eerste transgressieve sedimentlaag boven dezelfde zwakke discordantie. De relatie tussen de 'Tongriaan' afzettingen en het klei-zand complex van Kallo in de Kallo boring werd reeds besproken door Drooger (1969) en recentelijk werd in een nabijgelegen boring te Doel een detailstratigrafische studie gemaakt die een correlatie aantoont van de lagen van de Formatie van Sint-Huibrechts-Hern met het bovenste gedeelte van de Zanden van Bassevelde, op die plaats ten noorden van Antwerpen althans (Vandenberghé et al., 2002).

#### Zand van Wemmel (We) (fig. 17a)

De overgang van het Lid van Asse naar het onderliggende Lid van Wemmel gebeurt geleidelijk doch valt op door het verschijnen van *Nummulites wemmelensis* en door een sterke afname van het glauconiet gehalte. Het Zand van Wemmel vangt onderaan aan met een meestal goed ontwikkelde grovere basislaag, waarin naast *Nummulites wemmelensis*, talrijke gerolde *N. laevigatus* en afgeronde fossielhoudende kalkzandsteenbrokken aangetroffen worden. Het Zand van Wemmel bestaat uit een grijs glauconiethoudend fijn zand met een toename van het kleigehalte naar de top toe. Door deze lithologie is het zand geen aquifer.

Het kaartbeeld van het Zand van Wemmel verloopt analoog aan dat van de bovenliggende klei. De juiste dagzoompositie valt gemakkelijk te verklaren door het reliëf van de top van het Tertiair, behalve naar het westen waar het Zand van Wemmel uitwigt tussen het onderliggende Lede Zand en de bovenliggende Ursel-Asse Klei (zie ook profiel 3, fig. 10d). Het is niet duidelijk of het uitwigen veroorzaakt wordt door de oorspronkelijke paleogeografische ligging van de toenmalige kustlijn of dat er reeds erosie is opgetreden voor de afzetting van de Asse-Ursel klei.

#### **3.2.7 Formatie van Lede** (fig. 17b)

De Formatie van Lede bestaat uit kalk- en glauconiethoudend fijn zand. Er komen enkele banken zandige kalksteen of kalkzandsteen in voor. Aan de basis wordt een grindlaagje aangetroffen met herwerkte fossielen en gesteentefragmenten. In de zanden treft men een drietal rijstkorrelgrind laagjes aan, die vaak fossielrijk zijn. In ontsluitingen net ten zuidoosten van het kaartblad kon worden aangetoond dat deze grove basis van de zanden van Lede een lange en complexe geschiedenis heeft en te associëren is met de voormalige Laekenien etage van oudere auteurs (Herman et al., 2000). Gerrits

et al. (1981) menen in een boring te Zemst zelfs enkele meters sediment te kunnen identificeren dat equivalent zou zijn met het vroegere Laekenien.

In niet ontcalcite toestand is het zand gemakkelijk herkenbaar door de soms massale aanwezigheid van *Nummulites variolarius*. In vergelijking met de zanden van Wemmel zijn de Lede Zanden afgezet in een zeer ondiep water (Drooger, 1969).

Het Zand van Lede dagzoomt over het ganse zuidelijke deel van het kaartblad. In het zuidoosten van het kaartblad is het onderscheid met de zanden van Brussel in boringen niet altijd even duidelijk.

### 3.2.8 Formatie van Brussel

De Zanden van Brussel komen enkel voor in het oosten en dagzomen in het zuidoosten van het kaartblad in de buurt van Perk en Peutie. Het is een bekend thema in de regionale geologie dat éénmaal ten zuiden van Brussel er dan ten westen van de Zenne vallei 'Paniseliaan' faciës voorkomen en geometrisch daarvan ten oosten van de Zennevallei Brussel zanden. Dit heeft te maken met de diepere insnijding die ten oosten van de Zennevallei voor diepe geulen zorgde die met een specifiek faciës (Brussel Zand) opgevuld zijn terwijl buiten de geul andere afzettingen plaats konden vinden. Een sedimentologisch model voor deze geulopvullingen werd uitgewerkt door Houthuys (1990). Ook de geometrie van deze geulen werd uitgekarteerd door Houthuys (1990, fig. 4.7). Het uitwiggen van de zanden van Brussel op de doorsnede 1 is enkel te wijten aan de oriëntatie van die doorsnede die in het zuiden start in de Brussel zandgeul maar naar het noorden de grens van de geul snijdt en zo buiten het voorkomegebied van de zanden van Brussel komt. De dikte van de afzetting neemt naar het oosten sterk toe precies omwille van het geulvormig karakter van de basis van deze formatie. Op het kaartblad zelf blijft de maximale dikte in de geul wel beperkt tot 40 m.

De Formatie van Brussel bestaat er uit bleekgrijze, kalkhoudende zanden. Er komen ook grind en fossiellaagjes in voor. Wanneer *Nummulites laevigatus* voorkomt is het typerend voor deze formatie. In de zanden komen kiezelversteningen en banken met kalksteenconcreties voor. Onderaan wordt het zand grofkorrelig.

### 3.2.9 Formatie van Gentbrugge

*Nota vooraf: sinds het drukken van de geologische kaart is de benaming van deze formatie omwille van prioriteitsregels aangepast als Gentbrugge i.p.v. Gent.*

Omdat de lithostratigrafische eenheden die ondergebracht werden in de traditionele regionale etage van het Paniseliaan erg uiteenlopende ouderdom bleken te hebben en in feite in de Ieperiaan (internationaal Ypresian) en Lutetiaan tijd dienden te worden ondergebracht (Steurbaut en Nolf, 1986 en Steurbaut, 1987) werd de term Paniseliaan verlaten en zijn de lithostratigrafische namen van de individuele eenheden betekenisvoller, zeker voor de kartering op de schaal van het kaartblad Mechelen. De Formatie van Gentbrugge vervangt de oude term 'Onder-Paniseliaan' en bestaat uit drie leden, namelijk de Klei van Merelbeke, als oudste lid, de Klei van Pittem en het Zand van Vlierzele als jongste lid.

Op het kaartblad Mechelen komen echter slechts het oudste en het jongste lid voor terwijl het tussenliggende Lid van Pittem nergens met zekerheid kon onderscheiden worden.

#### Zand van Vlierzele

Het Zand van Vlierzele is een fijnkorrelig, grijsgroen glauconiethoudend zand met zones van zandrijke klei, met een weinig verspreid fijn schelpgruis en enkele dunne kiezelzandsteenbanken. Naar de basis toe is het kleiig karakter meer uitgesproken. De dikte van deze zanden kan oplopen tot 20 m.

#### Klei van Merelbeke

De Klei van Merelbeke is een grijze tot grijsbruine opvallend zware klei met bijmenging van enkel zeer fijn silt en met sporadisch enkele fragmentjes pyriet. De dikte van de klei schommelt rond 5 m.

In het oosten van het kaartblad ontbreekt de ganse formatie zoals ook blijkt uit de doorsnede op profiel 1 (fig. 10a). In het overige deel van het kaartblad komen beide leden meestal samen voor behalve in het zuiden waar het Zand van Vlierzele ontbreekt en enkel de Klei van Merelbeke nog aanwezig is.

De reden voor het ontbreken en het uitwijken van een aantal lithologische eenheden in deze formatie kan te wijten zijn aan veranderingen in het absolute zeeniveau maar ook aan de onregelmatige verticale bewegingen die in die tijd ervoor zorgden dat het Parijse bekken geïsoleerd raakte van de Noordzee (Vandenberghé et al., 1998).

Recent onderzoek op een nieuwe gekernde boring te Zemst (073E0359) (Matthijs en Buffel, 2001) heeft bevestigd dat daar enkel nog de basis van de Formatie van Gentbrugge namelijk de Klei van Merelbeke, aanwezig is (fig. 14). De identificatie van deze kleilaag als het Lid van Merelbeke is gesteund op de lithologische kenmerken van de kernen, de signatuur van de geofysische boorgatmetingen, het korrelgrootteonderzoek en het micropaleontologisch onderzoek op nannoplankton en dinoflagellaten (Steurbaut en Van Simaëys, mond. meded.). Deze klei werd eerder vroeger in Zemst en omstreken veelvuldig beschreven als de ‘P1n’-klei, een codering voor een eenheid in de top van het Onder Paniseliaan (zie o.a. gekernde boringen te Hombeek 058E0381). Deze interpretatie hield automatisch in dat deze klei zich stratigrafisch bovenop de Zanden van Vlierzele (vroegere codering ‘P1c’) bevond. Aangezien dit kleipakket hier echter het Lid van Merelbeke aan de basis van de Formatie van Gentbrugge is, behoort het onderliggend zand en silt tot het Lid van Egem van de Formatie van Tielt dat inderdaad lithologische overeenkomsten vertoont met de zanden van Vlierzele. De stratigrafische interpretatie van de recente boring 073 E0359 te Zemst is gegeven in fig. 14.

### **3.2.10 Formatie van Tielt**

De Formatie van Tielt bestaat uit een groen tot blauwgrijs kleilig fijn zand tot zandige klei. Deze afzetting is glauconiethoudend en verspreid komen er zandsteenfragmenten en schelpgruis in voor. Plaatselijk komt een meer kleilig middendeel voor. De gemiddelde dikte bedraagt 20 m.

De traditionele opsplitsing van de formatie in twee leden, bovenaan het fijnzandige Lid van Egem en onderaan de siltige klei Lid van Kortemark, is slechts in het westen van het kaartblad nog mogelijk. Daar schommelt de dikte van elk lid rond de 10 m. In het oosten daarentegen is het lid van Kortemark in het pakket niet meer te onderscheiden. Tegelijk neemt de totale dikte van de afzetting lichtjes af.

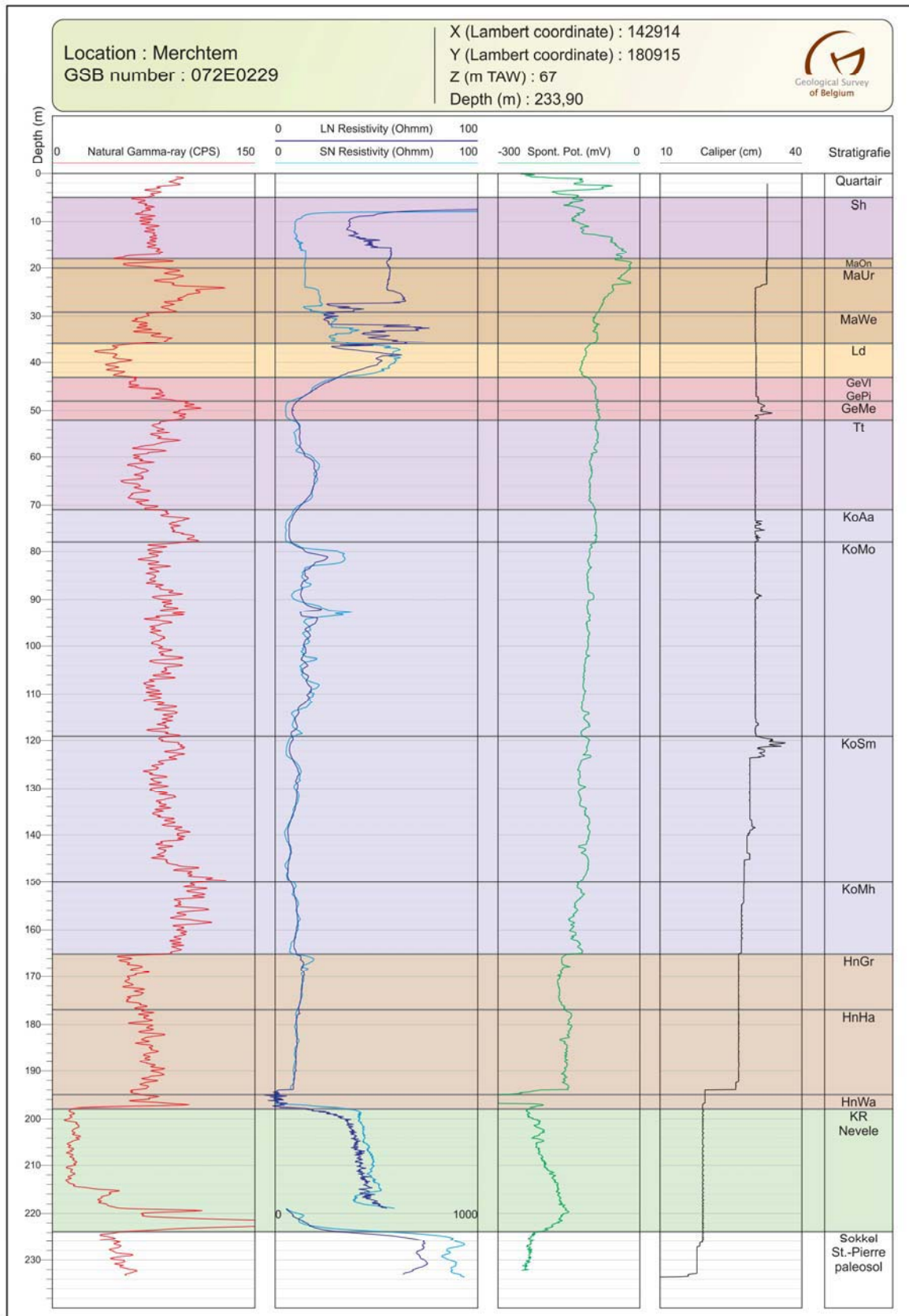
### **3.2.11 Formatie van Kortrijk**

De Formatie van Kortrijk bestaat uit een afwisseling van grijze tot blauwgrijze zware kleien en ook meer zandige kleien. Deze formatie komt voor over gans het kaartblad maar dagzoomt enkel in de Zennevallei in de buurt van Vilvoorde. Het was onmogelijk om de formatie op te delen in haar verschillende leden volgens de officiële lithostratigrafische legende (Maréchal en Laga, 1988). Algemeen kan wel gesteld worden dat het zandig karakter toeneemt naar de basis toe. De dikte van de formatie neemt toe naar het noordwesten waar ze een dikte bereiken van meer dan 100 m (zie fig. 3).

## **3.3 De diepere ondergrond**

### **3.3.1 De Formatie van Hannut**

Onder de Formatie van Kortrijk en van Cenozoïsche ouderdom komt enkel nog de Formatie van Hannut voor. Deze formatie bestaat meestal uit fijn glauconiethoudend zand gevolgd door zandige klei en silt met klei aan de basis. In Meise (073W0249) en Vilvoorde (073E0005) worden in de zandige klei ook verkiezelingen vermeld (respectievelijk aangeduid als “tuffeau” en “psammietbanken”). De dikte bedraagt ongeveer 20 m te Dendermonde (057W0012) en 35 m te Vilvoorde.



**Fig. 18.** Geofysische boorgatmeting van boring Merchtem (072E0229) (stratigrafische interpretatie opgemaakt door Kris Welkenhuysen, BGD).

### 3.3.2 Het Krijt<sup>2</sup>

#### Structuur

Krijtgesteenten komen voor onder het grootste deel van het kaartblad Mechelen. De informatie blijft beperkt tot een 20-tal boringen, waarvan de betrouwbaarheid niet even groot is, maar die wel een verdubbeling voorstelt t.o.v. de gegevensbank van Legrand (1968) en voldoende voor een algemeen beeld. Enkele boringen zijn (gedeeltelijk) gekernd in het Krijt, met kernopbrengsten die evenwel rond 20% schommelen en dus niet geheel representatief zijn (073W0248 en 0249). De Krijtlagen onder het kaartblad Mechelen behoren tot het afzettingsdomein van het noordelijke Massief van Brabant; zij verdikken en verdiepen globaal van zuid naar noord. De top van het Krijt verdiept van ca –100 tot –300 m, de basis van –125 tot –375 m, terwijl de dikte toeneemt van 0 tot 75 m (Legrand, 1968). De verbreiding is wel onregelmatiger dan aangegeven op de standaardkaarten voor het Massief van Brabant van Legrand. In het zuidwesten van het kaartblad is nog een gereduceerd krijtpakket aanwezig (072W0147) waar volgens de kaart van Legrand geen krijt meer voorkomt. In het westelijk-centrale deel (boring 057E0137 te Buggenhout) overschrijdt de Krijtdikte 50 m, veel meer dan voorspeld volgens de kaart van Legrand (1968). In het zuidoosten van het kaartblad is het krijt afwezig in kernboring 073W0266 te Vilvoorde, maar in de zuidelijk daarvan liggende boring 073W0227 bedraagt de dikte van het Krijt nog 22 m. Ook in boring 058E0012, Mechelen-Arsenaal, nochtans centraal-oostelijk in het kaartblad gelegen, zou het krijt slechts 4,5 m dik zijn terwijl dit volgens de prognoses meer dan 60 m zou moeten bedragen (Halet, 1910). Legrand (1968) heeft deze boring duidelijk niet in overweging genomen bij het opmaken van subcropkaarten over het Massief van Brabant, allicht op grond van een hilarisch rapport door Rutot (1901).

In het licht van nieuwere, meer betrouwbare vaststellingen te Vilvoorde, kunnen lokaal sterke diktereducties nochtans niet uitgesloten worden. Deze zijn waarschijnlijk gebonden aan het paleoreliëf ontwikkeld op de sokkel en overspoeld door het Krijt. De Krijttransgressie had een beperkt erosief vermogen, zoals aangegeven door het veralgemeend bewaren van het onderste deel van de diepe verweringsbodems (saprolieten) op de dorsale as van het Massief van Brabant, of door de quasi afwezigheid van detrietisch materiaal in de basislagen van het Krijt en de mindere regelmaat in het basisvlak van het Krijt t.o.v. het bovenvlak (Matthijs en Lagrou, 2007). In boring 073W0266 is het Krijt geheel afwezig op een positief reliëf ontwikkeld op Cambrische kwartsieten, waar de dikte volgens prognoses tot 35 m zou moeten oplopen. De in reliëf staande kwartsieten zijn gekaoliniseerd en witachtig verweerd, terwijl de normale verweering, die de Krijtafzetting voorafgaat, tot rubefiering van de sokkel leidt (roodverweering). In boring 073W0248 is de dikte gereduceerd tot 14 m, minder dan de helft van de normale dikte, eveneens op Cambrische kwartsieten. Elders liggen meestal zachtere Cambrische kleistenen onder het Krijt, maar deze wisselen af met kwartsietbanken. Vermits de lagen verticaal gezet zijn kunnen snelle wisselingen van kleisteen naar kwartsiet optreden en dus ook snelle reliëfverschillen, niet steeds gedetecteerd door het beperkt aantal boringen. De dikteontwikkeling van het Krijt kan dus zowel de algemene lijn, aangegeven in Legrand (1968) volgen, ofwel op onregelmatige, nauwelijks te voorspellen wijze gereduceerd zijn, en dit over het gehele kaartblad, zoals ook vastgesteld op het kaartblad Brussel (Matthijs et al., 2005).

De boringen die het Krijt hebben aangeboord waren steeds bedoeld als waterputten. Op basis van de beschikbare gegevens is meestal niet uit te maken of het water enkel uit het Krijt werd gepompt, of ook uit de sokkeltop of basiszanden van de Landen groep aangevoerd werd. De productiviteit van de waterlaag verschilt dermate dat men mag aannemen dat enkel spleetporositeit voorkomt. Dit oorspronkelijk artesisch water dient enkel voor industrieel gebruik, vermits de zoutgehaltes boven de drinkwaternorm vallen, tenzij aan de zuidrand van het kaartblad.

---

<sup>2</sup> door Michiel Duser, Belgische Geologische Dienst

### Lithologie

De krijtlagen zijn volledig in carbonaatafaciës ontwikkeld. Het meest voorkomend faciës bestaat uit 'vet' wit krijt met kleine zwarte silexknollen, met enkele niveaus rijk aan macrofossielen, waaronder dubbelkleppige brachiopoden opvallen. Alle krijtlagen zijn gebioturbeerd. In dit krijtpakket en aan de basis ervan komt soms een glauconietaanrijking voor, gebeurlijk zelfs een grind met fosfaatkeitjes (073W-0249 op 168,50 m), maar dat is zeker geen regel. Deze komen overeen met een of meer hardgrounds die als scherpe pieken op de natuurlijke gammastraling tot uiting komen. Klastisch-carbonatische overgangslagen die wijzen op terrigene invloed in kustnabije afzettingen komen niet voor.

Onder dit pakket wit krijt ligt, echter niet overal voorkomend of herkend, een dunner pakket bleekgrijs mergelig krijt, zonder silexknollen, met voornamelijk mollusken. Het werd wel herkend in 3 boringen met relatief dikke Krijtsectie: 057W0151 (11 m), 073W0227 (6 m) en 073W0249 (11 m), en vertoont een licht verhoogde gammastraling (216-219 m in boring Merchtem 072E0229, fig. 18). Dit mergelig krijt bezit een meer beperkte regionale verbreiding dan het bovenliggende witte krijt en lijkt op het kaartblad Mechelen, kort bij de zuidrand van de Krijt-subcrop, beperkt te zijn tot erosierestanten op plaatsen waar de basis van het Krijt uitgediept is tussen positieve reliëfvormen van de sokkel.

Slierten van kleine gechloritiseerde rolkeitsjes (met granulegrind-korrelgrootte) komen soms voor onderaan het krijtpakket en zijn dan voldoende talrijk om ook in spoelmonsters waargenomen te worden. Vermits deze uit verweerd sokkelmateriaal bestaan is dit ook een bijkomend bewijs voor het bestaan van een lokaal paleoreliëf. Een basisgrind van groen gechloritiseerde slecht afgeronde grotere keien komt voor, maar wordt niet in alle boringen gedetecteerd. Het overliggende Tertiair (Landen) is nu eens zandig dan weer kleiig, met een basisgrind dat lijkt te bestaan uit verkleind geremanieerd basisgrind van het Krijt (sokkelmateriaal) en/of uit slechter afgeronde grijze silexkeien. De toplagen van het Krijt zijn doorgaans op meterschaal (gemiddeld 1-2 m) ofwel bleekgrijs verkiezeld ofwel bedekt met een concentratie van residuele grijze silex (= vuursteeneluvium). In de boorbeschrijvingen wordt deze verkiezeling soms als basis Tertiair beschreven.

### Stratigrafie

Het Krijt van de noordrand van het Massief van Brabant, met globale opvolging van silex-rijk wit krijt over silex-arm wit krijt naar grijs krijt, vertoont ook overeenkomsten met de formaties van Spiennes, Nouvelles en Obourg in het bekken van de Hene of van Bergen (Mons), zij het dat de tijdsschaal mogelijk diachroon verloopt en detailcorrelaties niet bestaan, in tegenstelling met het Kempisch Bekken en Zuid-Limburg, waarvoor correlaties op basis van boorgatmetingen bestaan.

Een stratigrafische onderverdeling op basis van boormonsters is enkel beschikbaar voor boring 057W0154, een peilput van het Primair Grondwatermeetnet te Dendermonde. Van deze boring werden de monsters om de meter onderzocht (Felder, 1994). Met behulp van de bioklasten konden de afzettingen in ecozone II geplaatst worden, typerend voor het Laat Campaniaan. De monsters tussen 175 en 180 m (volgens boorgatmetingen tot aan de gammastralingspiek van 179.50 m) behoren tot deel-ecozone IIb en de monsters tussen 180 en 217 meter tot deel-ecozone IIa. Binnen deelecozone IIa konden de pieken in foraminiferen, brachiopoden, belemnieten en (prismatische) tweekleppige schelpen nauwkeurig gecorreleerd worden met soortgelijke pieken in de parastratotype Halembaye bij Visé, hetgeen wijst op een gemeenschappelijk sedimentatiebekken dat aan dezelfde ecologische en tektonische pulsen was blootgesteld. Deelecozone IIa kenmerkt in het typegebied het Krijt van Zeven Wegen (ook bekend als schrijfkrijt), deelecozone IIb het Krijt van Beutenaken (Felder, 1994 en 2001). Desondanks bevat het krijt in Dendermonde, en meer algemeen op het kaartblad Mechelen, silex die grotendeels afwezig is in de Zuidlimburgse typelokaliteiten. Het witte krijt is kenmerkend voor de Formatie van Nevele (Dusar en Lagrou, 2007), meer specifiek het Lid van Stekene (Lagrou en Dusar, in voorbereiding).

Het onderliggende bleekgrijze mergelig krijt is op het kaartblad Mechelen niet gedateerd, maar zou door vergelijking met boringen in Doel of Hoogstraten lateraal equivalent zijn van de Formatie van Vaals. Vermits dit op het Massief van Brabant ook in Krijtfaciës ontwikkeld is wordt dit ook



toegewezen aan de Formatie van Nevele, meer specifiek aan het Lid van Wachtebeke (Lagrou en Dusar, in voorbereiding).

Zand van het wealdiaan-type, met grove heldere kwartskorrels, dat enkel in Merchtem onder de mariene krijtlagen werd aangetroffen, is kenmerkend voor de sterk diachrone Formatie van Saint-Pierre die verder enkel ten zuiden van de dorsale as van het Massief van Brabant bekend is (fig. 18). Vergelijkbare afzettingen op de noordkant staan vermoedelijk niet in chronologisch of geometrisch verband met die van de zuidkant.

### 3.3.3 Het Paleozoïcum<sup>3</sup>

De Paleozoïsche sokkel<sup>4</sup> onder de deklagen van het Krijt en Tertiair behoort tot het Massief van Brabant dat bestaat uit geplooid gesteenten van Cambrium tot Siluur ouderdom. Het dak van de sokkel helt naar het noorden. Langs de zuidrand van dit kaartblad bevindt de sokkel zich tussen 110 m en 160 m onder zeespiegelniveau, terwijl naar het noorden toe de sokkel steeds dieper voorkomt, lokaal reeds dieper dan 350 m.

De kaart getoond in fig. 19 is gebaseerd op de meest recente kaart van het Onder-Paleozoïcum van het Massief van Brabant. Voor het kaartblad Mechelen zijn 14 boringen gekend, waarvan de boormonsters en beschrijvingen werden geïnterpreteerd volgens de lithostratigrafische schaal van Verniers et al., (2001). Biostratigrafisch onderzoek op basis van acritarchen leverde geen resultaten, aangezien de onderzochte stalen steriel bleken. In slechts één boring werd het macrofossiel *Oldhamia* aangetroffen, met name in boring 073W0249 (Meise II). In deze boring werd eveneens de illietkristaliniteit bepaald. De gegevens over het Onder-Paleozoïcum op dit kaartblad zijn vrij beperkt, en de kaart zoals ze in fig. 19 wordt weergegeven is in belangrijke mate een extrapolatie van omliggende kaartbladen.

#### *Lithologie en stratigrafie*

Op de subcropkaart (fig. 19) verjongen de formaties naar het noorden toe, wat er op wijst dat dit kaartblad zich situeert ten noorden van de centrale as van het Massief van Brabant. In het zuiden komen de oudst gekende formaties voor, de Formatie van Tubize en van Blanmont. Deze formaties staan via het Asquempont detachmentsysteem (zie verder) in contact met de Formatie van Oisquercq, die verder naar het noorden wordt opgevolgd door de Formatie van Mousty, die zich reeds op de overgang situeert van het Cambrium en het Ordovicium. Meer naar het noorden wordt de aanwezigheid van formaties uit het Ordovicium verondersteld, maar deze werden niet op dit kaartblad aangeboord.

De Formatie van Blanmont bestaat meestal uit lichtgekleurde, witachtige, blauwige of groenige, massieve, fijnkorrelige metazandsteen of kwartsiet. De gelaagdheid is niet goed zichtbaar, behalve door de aanwezigheid van fijne intercalaties van grijze of groene compacte kleisteen of leisteen. Magnetiet werd lokaal geobserveerd.

---

<sup>3</sup> door Kris Piessens, Belgische Geologische Dienst

<sup>4</sup> sokkel: Dit is een begrip waarvan de betekenis niet strikt is gedefinieerd, maar wordt wijd gebruikt als informele term. Oorspronkelijk werd het gebruikt om de eenheid die bestudeerd werd te situeren. Zo kan bij een bespreking van het Krijt bijvoorbeeld verwezen worden naar de Paleozoïsche sokkel en Cenozoïsche deklagen als respectievelijk de onder- en bovenliggende eenheden. Indien in een tekst termen zoals ‘de Sokkel’ of ‘Sokkel van Vlaanderen’ worden gebruikt wordt verwezen naar harde gesteenten. Ook hier is de definitie echter niet eenduidig, en kan ofwel verwezen worden naar uitsluitend de Onder-Paleozoïsche lagen van het Massief van Brabant, of naar de het volledige Paleozoïcum met inbegrip van de Boven-Paleozoïsche lagen van de Kempen.

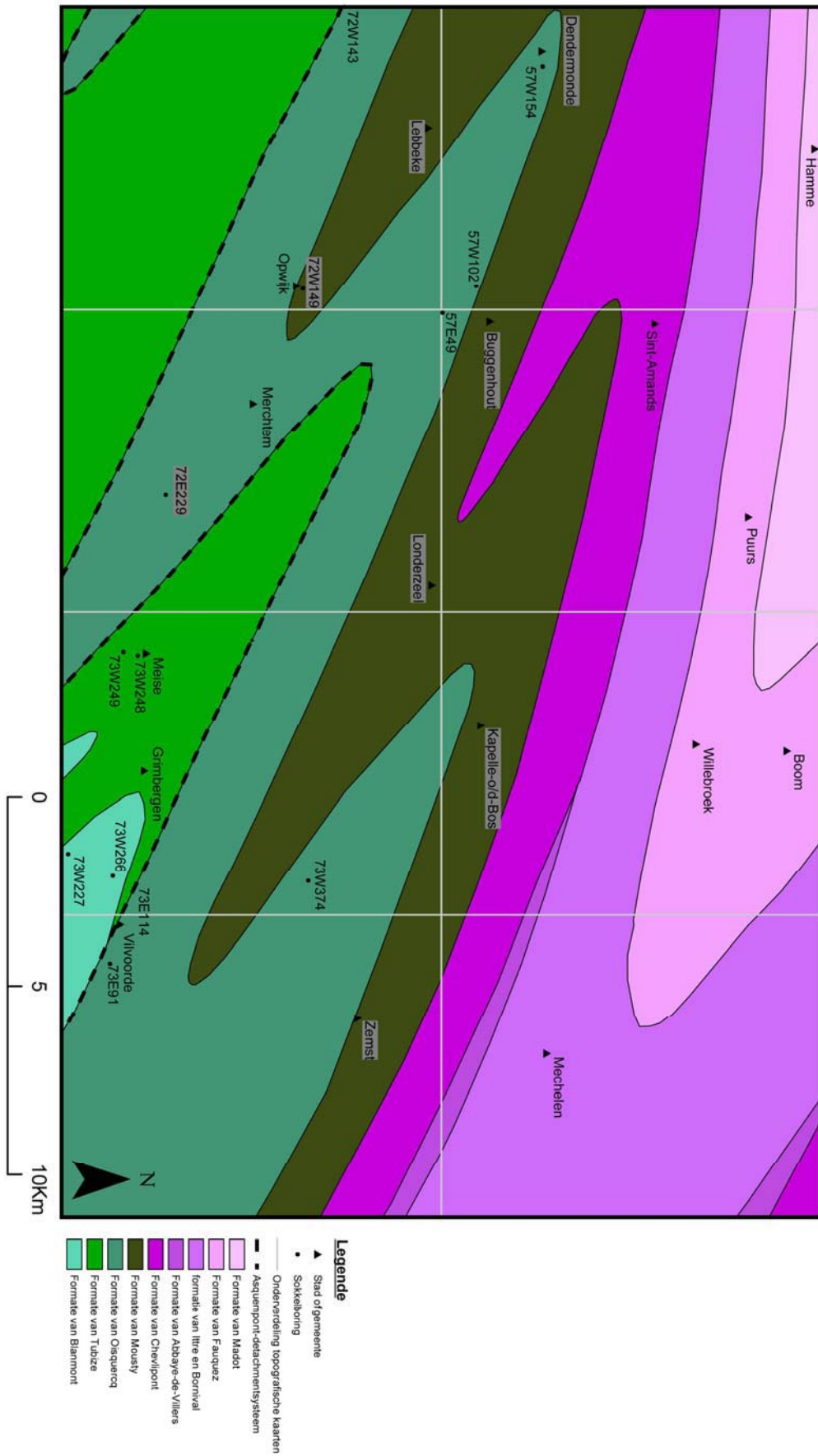
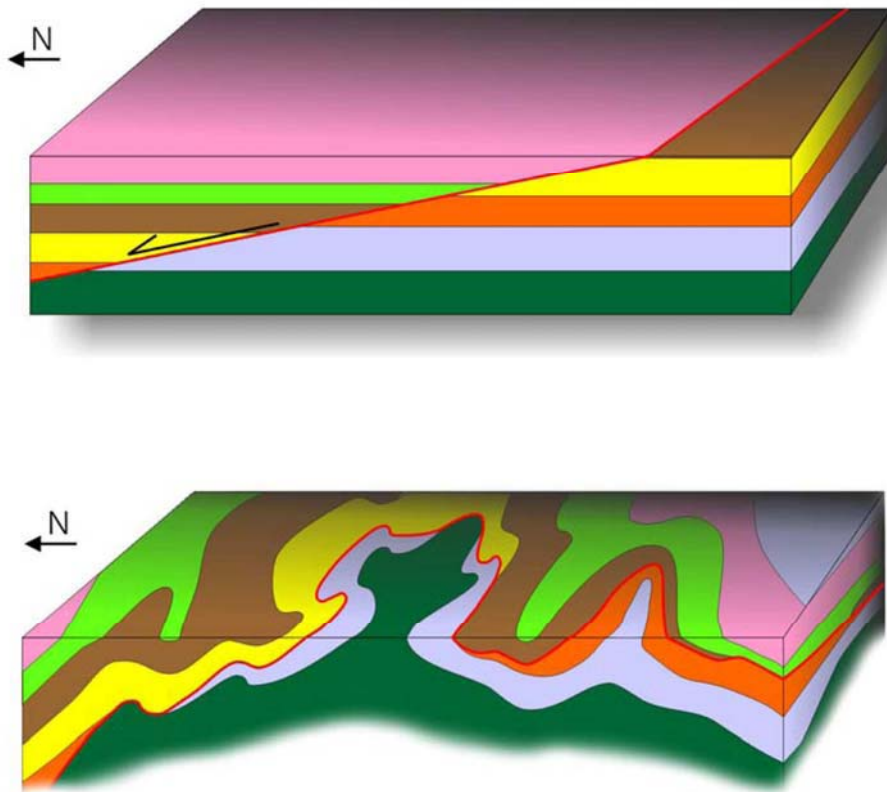


Fig. 19. Geologische subcropkaart van het Paleozoicum.



**Fig. 20.** Het Asquempont detachmentsysteem: een zeer grillig breuktracé.

De Formatie van Tubize bestaat hoofdzakelijk uit kleisteen en siltsteen, maar soms ook uit zandsteen, arkose<sup>5</sup>, subarkose en grauwacke<sup>6</sup>. Deze eenheid is gemakkelijk herkenbaar in het ontsluitingsgebied door de dominante grijsgroene kleur en de frequente aanwezigheid van magnetiet. Ten noorden van de ontsluitingsgebieden, zoals op dit kaartblad, zijn de kenmerken echter vaak minder uitgesproken. Het sedimentatieregime is hoofdzakelijk turbidietisch<sup>7</sup>, met zowel voorbeelden van hoge als lage densiteitsturbidieten.

Op basis van de aanwezigheid van het ichnofossiel<sup>8</sup> *Oldhamia* wordt zowel voor de Formatie van Blanmont als Tubize een Onder-Cambrium ouderdom verondersteld. De formatie van Blanmont wordt als ouder beschouwd omwille van haar structurele voorkomen in de kern van het Massief van Brabant (biostratigrafische argumenten ontbreken).

<sup>5</sup> arkose: Een sedimentair of afzettingsgesteente dat voor 25 % uit veldspaat bestaat. Een hoge concentratie aan veldspaat kan wijzen op een magmatisch gesteente dat in de nabijheid werd geërodeerd. De bron voor veldspaten in de Formatie van Tubize is niet gekend.

<sup>6</sup> grauwacke: Een grofkorrelig gesteente waarin naast afzonderlijke mineralen ook fragmenten van andere gesteenten worden teruggevonden.

<sup>7</sup> turbidietische afzetting: Een mariene afzetting gekenmerkt door een ritmische afwisseling van lagen waarvan de basis gevormd wordt door grover en de top door fijner materiaal., Deze afzettingen ontstaan door turbidietstromen. Dit zijn sedimentwolken die onder water van de continentale rand afglijden. Wanneer het sediment in dieper water tot stilstand komt, zal eerst het grover en daarna pas het fijner materiaal bezinken. Indien zich dit in de tijd herhaald wordt zo een ritmische afzetting gevormd.

<sup>8</sup> ichnofossiel: Een fossiel waarbij niet (de vorm van) de plant of het dier zelf bewaard werd, maar enkel de sporen die het achterliet, zoals kruipsporen of graafgangen. Met *Oldhamia radiata* wordt verwezen naar sporen die in het vroegste Cambrium op de zeebodem werden achtergelaten door een dier waar verder vrijwel niets van gekend is.

Het onderste deel van de Formatie van Oisquercq bestaat uit blauwgrijze, extreem homogene, fijnkorrelige kleisteen. Groene plekken of pluricentimetrische lagen zijn frequent aanwezig en vaak niet gerelateerd aan de gelaagdheid. De blauwgrijze kleur is zeer gevoelig voor verwerking en kan veranderen van purper over rood tot bordeauxrood. Het bovenste deel van de formatie bestaat uit groenig grijze tot groene leisteen en frequent gelamineerde siltsteen. De ouderdom wordt op basis van acritarchen<sup>9</sup> die in enkele boringen werden teruggevonden (niet gelegen op het kaartblad Mechelen) bepaald op Vroeg- tot Midden-Cambrium.

De Formatie van Mousty is hoofdzakelijk opgebouwd uit grijsblauwe tot grijszwarte schalie of leisteen, soms kleisteen, met grafiet en pyriet. De hoge concentratie van het element mangaan (Mn) is in ontsluitingen merkbaar aan de zwarte oppervlaktescoating met parelmoerglans en in slijpplaatjes door de aanwezigheid van granaat en Mn-ilmeniet. De ouderdom is Midden-Cambrium tot vroegste Ordovicium.

De formaties uit het Ordovicium worden hoofdzakelijk gevormd door gelamineerde gesteenten, bestaande uit fijnkorrelige zandsteen, siltsteen en donkere kleisteen.

### *Structurele geologie*

Op de subcropkaart van Piessens et al. (2005) werd het Asquemont detachmentsysteem geïntroduceerd. Dit is een pre-splijting (pre-plooi) breuksysteem dat ontsloten is ten zuiden van Vlaanderen (Debacker et al., 2004) en waarvan het breukgesteente wordt teruggevonden in verschillende boringen langsheen de zuidrand van het Massief van Brabant. Het Asquemont detachmentsysteem verklaart het discontinue contact tussen formaties van verschillende ouderdom, zoals de Formaties van Blanmont en Tubize met Oisquercq in het zuidoosten van het kaartblad Mechelen. Doordat het breuksysteem werd gevormd voor de belangrijkste plooifase, en de hoek tussen dit breuksysteem en de gelaagdheid eerder gering is (Debacker et al., 2004), is het breuktracé zeer grillig (fig. 20). De verschillende segmenten die op verschillende plaatsten werden herkend of afgeleid, vormen delen van één continu detachmentsysteem dat vervolgd kan worden omheen het Massief van Brabant. Daarom wordt het ook ingetekend op het kaartblad Mechelen, alhoewel het hier niet werd aangeboord.

## **4. De nieuwe 1:50.000 geologische kaart Mechelen, de naburige kaarten 1:50.000 Aarschot en Gent, en de vroegere 1:40.000 kaarten**

### ***4.1 De kaartdocumenten van het kaartblad Mechelen 1:50.000***

Beide kaartedities zijn afgedekte kaarten, wat in dit geval betekent dat ze de Tertiaire geologie tonen die onder het basisvlak van de Quartaire afzettingen aanwezig is.

In tegenstelling tot de vroegere 1:40.000 kaarten van het gebied, die dateren van 1893 en 1894, wordt de huidige 1:50.000 kaart (fig. 8) van 2002 vergezeld van drie geologische doorsneden door het gebied (fig. 10a-d). Daarnaast wordt meer informatie gegeven over de Quartaire lagen van het gebied door middel van twee overlegfolies, namelijk een diktekaart van de Quartaire afzettingen (overlegfolie 2, fig. 11) en een isohypsenkaart van de basis van het Quartair (overlegfolie 3, fig. 7). Op de oude kaarten op schaal 1:40.000 was het nog mogelijk de belangrijke boorinformatie rechtstreeks op het kaartblad aan te brengen maar omwille van de hoeveelheid aan gegevens is zo iets op de nieuwe kaart niet meer haalbaar. Daarom is de opzoekmogelijkheid van die originele gegevens in de elektronische Databank Ondergrond Vlaanderen (<http://dov.vlaanderen.be>) een essentieel verlengstuk van de gedrukte kaartenbundel. Overlegfolie 1 (fig. 5) met de waarnemingspunten en hun

---

<sup>9</sup> acritarchen: Een groep van organische microfossielen die worden teruggevonden in mariene afzettingen. De meeste acritarchen zijn waarschijnlijk sporendoesjes van algen. Ze worden uit het gesteente geïsoleerd door het op te lossen met sterke zuren waarna het organische materiaal overblijft.

stratigrafisch bereikte eenheid geeft een idee van de gegevensdichtheid en de diepte van de beschikbare boorgegevens.

Een vierde overlegfolie (fig. 13) toont de isohypsen van het basisvlak van de Klei van Ursel-Asse, en is meteen een illustratie van de geologische structuur van dit kaartblad.

#### **4.2 Een vergelijking van de Tertiair geologie**

De stratigrafische nomenclatuur van deze nieuwe kaart is een lithostratigrafische nomenclatuur gebaseerd op Maréchal en Laga (1988), Geets, Maréchal en Laga (2000) en Laga, Louwye en Geets (2001). De vroegere kaarten gebruikten een chronostratigrafische nomenclatuur met een lithologische beschrijving in de kaartlegende; de stratigrafische coderingen waren gebaseerd op het theoretische model van een sedimentatiecyclus voorgesteld door Rutot (1883). Meer dan een eeuw later is de lithostratigrafische legende meer gedetailleerd en beter gedocumenteerd dan op de oude kaart op schaal 1:40.000 en dit dank zij vele nieuwe observaties, modernere technieken en onderzoeksmethoden zoals geofysische boorgatmetingen en micropaleontologisch onderzoek.

De grootste impact op het sterk vernieuwde kaartbeeld, dat in de 1:50.000 aanwezig is in vergelijking met de oudere 1:40.000 kaarten, is het begrijpen van het klei-zand complex tussen de Asse-Ursel Klei en de Boom Klei. Dit inzicht kon systematisch toegepast worden in de boorbeschrijvingen. Door deze systematische boorbeschrijvingen heeft het stratigrafische onderzoek van deze Laat Eoceen en Vroeg Rupeliaan afzettingen grote vooruitgang gekend. Zo werden op de vroegere kaarten voor alle lagen van Asse-Ursel Klei tot de basis van de Boom Klei slechts twee kleuren gebruikt: één kleur werd gebruikt voor wat de etage Asschien genoemd werd, met lettercodes voor de Asse klei (Asc) en het Asse zand (Asd) en één kleur voor een zandlaag onder de Boom Klei die als Onder-Rupeliaan met code R1b werd aangeduid. Op de huidige kaart is hetzelfde lagenpakket opgesplitst in acht verschillende gekarteerde eenheden. Daardoor is op het nieuwe kaartblad de geologische structuur met lichtjes naar het noordoosten hellende lagen veel duidelijker tot uiting gekomen. Ook de lichte discordanties tussen de formaties van Maldegem en Zelzate en tussen de formaties van Maldegem en Sint-Huibrechts-Hern komen cartografisch tot uiting. Zo brengt de cartografie een argument aan om beide discordantievlakken met elkaar te verbinden. Dit lijkt ook bevestigd te worden door de gelijke biostratigrafie van de Formatie van Sint-Huibrechts-Hern en op zijn minst een gedeelte van het Bassevelde Zand.

Nog in het heuvelgebied in het zuiden is de kartering van de Bolderberg Formatie nieuw en vervangt ze de 'Diestiaan' aanduiding op de vroegere kaarten. Wat daarentegen op de oude kaarten als Bolderien (nu Bolderberg Formatie) werd gekarteerd bovenop de Rupel Cuesta, wordt nu als Formatie van Berchem aangeduid.

Het onderscheid dat op de oude geologische kaarten gemaakt werd tussen het Laekenien en het Ledien is op de nieuwe geologische kaart niet weerhouden en het Laekenien wordt er beschouwd als de grove basis van de Lede Formatie, wat conform is met de huidige stratigrafische praktijk. De noordelijke voortzetting van het ontsluitingsgebied van de Lede zanden tot het gebied tussen Kapelle-op-den-Bos en Londerzeel, zoals op het oude kaartblad Boom-Mechelen, blijkt onjuist volgens de nieuwe geologische kaart. Er worden op de nieuwe kaart in de omgeving van Opwijk-Lebbeke meer Lede Zanden gekarteerd in het westen, terwijl op het oude kaartblad Lebbeke-Merchtem 'Wemmelen' was gekarteerd. Op de doorsnede in profiel 2 (fig. 10c) valt op dat de Zanden van Lede een grotere dikte hebben in het zuidwesten.

De oude Panisélien en Yprésien nomenclatuur is omgezet in de lithostratigrafische nomenclatuur met de Formatie van Gentbrugge, de Formatie van Tielt en de Formatie van Kortrijk. Deze afzettingen dagzomen enkel in de topografisch lagere gebieden van het zuiden van het kaartblad in de omgeving van Moorsel-Meldert in het westen en van de Zenne vallei tussen Vilvoorde en Humbeek in het oosten. Deze laatste zone is niet op deze manier gekarteerd op de oude geologische kaart Vilvoorde-Zemst.

Dit is wellicht deels te wijten aan de voorstelling op de oude kaarten van de moderne alluviale vlaktes. Dit wordt op de nieuwe kaart niet meer gedaan en biedt dus het voordeel dat de Tertiaire

ondergrond over het volledige kaartblad, ook onder de alluviale vlaktes wordt weergegeven. Eenvoudige informatie over de Quartaire lagen in de alluviale vlaktes kan gevonden worden op de drie geologische doorsneden (fig.10a, b), op twee overlegfolies over het Quartair (fig. 7 en fig. 11). Een afzonderlijke Quartair geologische kaart van het gebied (Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, 1996) en het elektronisch geïnformatiseerd databestand bieden meer details over deze Quartaire afzettingen.

### ***4.3 De aansluiting met de kaartbladen 1:50.000 Aarschot en Gent***

De geologische grenzen tussen de nieuwe geologische kaarten van Aarschot en Mechelen (1:50.000) komen niet perfect overeen. De opdeling in de verschillende leden van de Formatie van Maldegem en Zelzate kon op het kaartblad Mechelen doorgevoerd worden terwijl dit niet gedetailleerd was op het kaartblad Aarschot. Een vergelijking van de kaartranden laat zien dat de Formatie van Zelzate, beschreven op het kaartblad Aarschot, overeenkomt met een gedeelte van de Formatie van Maldegem (meer bepaald het Lid van Zomergem), van de Formatie van Zelzate en van een gedeelte van het Lid van Belsele-Waas beschreven op het kaartblad Mechelen. Aangezien de Klei van Watervliet (ZzWa) uitwigt ter hoogte van Muizen kan ook gesteld worden dat op het kaartblad Aarschot de Formatie van Zelzate er enkel bestaat uit het Lid van Bassevelde en het Lid van Ruisbroek. Anderzijds is in het uiterste noorden van het kaartblad Mechelen het Lid van Putte terug te vinden terwijl aansluitend daarmee op het kaartblad Aarschot het Lid van Antwerpen (Formatie van Berchem) gekarteerd werd. Op de zuidelijke helft van het kaartblad lopen de grenzen tussen de twee kaarten perfect over in elkaar.

De grens met de geologische kaart van Gent (1/50.000) vertoont bij de meeste overgangen enkel kleine verschillen. Een opvallende discontinuïteit is evenwel waar te nemen aan de basis van de Klei van Asse-Ursel. Rekening houdend met de algemene strekking van de laag en de goede kwaliteit van de gegevens op het kaartblad Mechelen (zie overlegfolie 4, fig. 13) lijkt het erop dat de basis van het lid te ver zuidwaarts is doorgetrokken op het kaartblad Gent.

## **5. Toegepaste geologie**

### ***5.1 Nuttige delfstoffen***

#### **5.1.1 Leem**

De löss- of leemafzettingen in het zuidelijk deel van het kaartblad van Mechelen zijn heel belangrijk voor de aanmaak van hoogwaardige gevelstenen. Volgens specifieke vereisten voor de toepassing, kan leem nog verder ingedeeld worden:

- Roodbakkende leem: leem van eolische oorsprong die sterk ontkalkt is en daardoor roodbakkend is. Doorgaans is deze bovenaan gelegen. Bij dit leempakket worden ook de lemen gerekend die "mager rood" of "grijs" genoemd worden en soms dieper voorkomen.
- Geelbakkende leem: de onderliggende leem van eolische oorsprong die kalkhoudend is (8-12%) en daardoor geelbakkend is. Vaak ook ergeron genoemd. Bij dit leempakket rekenen we ook de "roze" leem die minder kalkhoudend is (5-8%)

Oorspronkelijk werd enkel de roodbakkende leem ontgonnen in zeer lokale, kleine en verspreide veldsteenbakkerijen, zoals er momenteel nog steeds één actief is in de gemeente Mollem bij Asse. De keramische sector heeft de laatste decennia echter een complete gedaanteverandering ondergaan, waarbij naast een paar overgebleven veldsteenbakkerijen grote en sterk geavanceerde productie-eenheden zijn ontstaan en de koppeling tussen steenbakkerij en ontginningsgebied in vele gevallen is doorbroken. Hierbij wordt zowel geelbakkende als roodbakkende leem verwerkt, hetzij als hoofdgrondstof, hetzij als toeslagstof bij kleien. Het is dus niet uitgesloten dat leem uit een

ontginningsgebied dat gelegen is in het kaartblad van Mechelen in de toekomst wordt gebruikt in een steenbakkerij in West-Vlaanderen en/of in de Antwerpse Kempen.

### 5.1.2 Boomse Klei

De belangrijkste delfstof op het kaartblad van Mechelen is ongetwijfeld de Boomse Klei (Vandenbergh, 1996). In het ontginningsgebied kan men de klei lithologisch opdelen in drie pakketten. Onderaan de zeer siltige Belsele-Waas Klei, middenin een grijze zware klei die onderaan nog kalkrijk is (Terhagen Klei) en bovenaan een donkere klei, deels zwaar, die de donkere kleur ontleent aan het systematisch voorkomen van zwarte organisch rijke horizonten met veel pyriet (Putte Klei). De chemische en mineralogische inhoud van de klei is bepaald door de lithologische variaties die in de klei voorkomen, namelijk de korrelgrootte, het organisch materiaal en het kalkgehalte (Foto 3). De kalkrijke horizonten werden tijdens de begravinggeschiedenis van de klei ontmengd in septaria-horizonten. Deze banken met harde septaria vergen een speciale aandacht bij de exploitatie met de courant gebruikte baggerinstallaties. De verwijdering van de kalkknollen moet oordeelkundig gebeuren omdat de aanwezige brokjes kalk na het bakken water zullen opnemen wat dan weer tot afschilferingen in de bakproducten zal leiden.

Aangezien de verschillende lithologische componenten niet willekeurig verdeeld zijn doorheen de klei, zullen de bakteigenschappen van de klei afhankelijk zijn van de stratigrafische positie van de kleiwand waaruit geëxploiteerd wordt zowel op regionale schaal als op schaal van een groeve (Decler et al., 1983).

In de streek van Terhagen-Rumst worden momenteel in hoofdzaak snelbouwstenen gebakken uit onverweerde klei. Door het hoge ijzer- en lage carbonaatgehalte zijn deze stenen rood gekleurd. Door toevoeging van krijt kan men de kleur doen overgaan naar meer gelige tinten. Vroeger werden naast bakstenen ook dakpannen vervaardigd uit de Boomse klei.

Te Kruibeke worden Terhagen en Putte kleien aangewend voor de productie van geëxpandeerde kleibolletjes (argex). Deze bolletjes zijn zeer licht en hebben isolerende eigenschappen terwijl ze toch voldoende sterkte hebben. (Decler en Viaene, 1993).

### 5.1.3 Zanden van de Vlaamse Vallei

De Zanden van de Vlaamse Vallei omvatten de afzettingen van het diepe dalstelsel dat vooral gedurende de beginfasen van de twee jongste ijstijden (Saaliaan en Weichseliaan) het Tertiair substraat diep uitschuurde. Door het wisselend spel van afzettingen en insnijdingen en door de variatie in afzettingsmilieu is de opvulling van de Vlaamse Vallei zeer heterogeen. De algemene opbouw is echter overwegend zandig. Maar anderzijds komen in de buurt van Dendermonde en Zemst ook stenen voor. Dit is te verklaren doordat zich, bij het begin van de Weichseliaan-opvulling, aan de monding van de zijdalen belangrijke fluviaatle puinwaaiers hebben gevormd. Waar Dender en Zenne in de Vlaamse Vallei uitmondde, nabij Dendermonde en Zemst, bevatten deze puinwaaiers grind en stenig materiaal die herwerkt zijn uit de Paleozoïsche gesteenten van het Brabant Massief.

Ondanks de heterogeniteit van de afzettingen vormt de Vlaamse Vallei toch een belangrijk zandreservoir. Bij de exploitatie van de zanden stelt zich vaak het probleem van de hoge waterstand. Aanvankelijk gingen de ontginningen gepaard met belangrijke bemalingen. Later heeft de zandwinningstechniek met zandzuigers de overhand genomen waardoor de grondwaterverlaging grotendeels overbodig werd.

De toepassingen van de zanden bestaan in het gebruik als vulzand: grondverbetering- en ophogingwerkzaamheden voor wegenbouw en voor het bouwklaar maken van industrieterreinen. Meer informatie over de zanden van de Vlaamse Vallei kan gevonden worden bij De Moor (1996).

### 5.1.4 Bouwstenen

In het zuidwesten van het kaartblad, te Meldert, werden in de Lede zanden steenbanken ontgonnen, namelijk de Ledesteen of Balegemse steen (Foto 5). De nabijgelegen abdij van Affligem was eigenaar

van verschillende steengroeven in de buurt. In deze omgeving zijn er kleine exploitaties van de Lede zanden geweest (Fobe, 1990a).

## **5.2 De geotechnische eigenschappen<sup>10</sup>**

### **5.2.1 De Quartaire lagen**

Enkel buiten de Vlaamse Vallei zijn de Quartaire lagen dunner dan 5 m (voor details zie overlegfolie 2, fig. 11). In het noordoosten boven de Rupel Cuesta bestaan ze uit eolische dekzanden terwijl in het zuiden van het kaartblad ze bestaan uit leem en zandleem, die eveneens van eolische oorsprong zijn. De zanden zijn los tot matig gepakt en hebben daarom slechts een matige draagkracht. De lemen en de zandlemen kunnen in geval van voldoende pakking gewone funderingen dragen. Colluviale verdikkingen op de hellingen kunnen vaak lossere pakkingen en bijgevolg een geringere draagkracht hebben.

De Quartaire lagen die dikker zijn dan 5 m bevinden zich in de as van de Vlaamse Vallei. Deze afzettingen zijn erg heterogeen maar toch in hoofdzaak zandig. Er komen tegen de oppervlakte wel Holocene maar ook diepere en oudere alluviale kleien voor, evenals veen-horizonten: deze lagen hebben een geringe draagkracht (conusweerstand  $< 1 \text{ MN/m}^2$ ). Venen stellen bovendien altijd het bijkomend gevaar van inklinking door ontwatering. Zeer dikwijls zal een diepfundering noodzakelijk zijn, ook voor woningbouw.

### **5.2.2 De Neogene zanden**

De zanden van Bolderberg, die maar in beperkte mate voorkomen in het zuidwesten van het kaartblad, zijn los tot matig gepakt met conusweerstand van 3 tot 6  $\text{MN/m}^2$ . Hun geringe dikte beperkt de funderingsmogelijkheden.

De zanden van de Formatie van Berchem zijn speciaal rijk aan glauconiet. Ze zijn meestal goed gepakt met conusweerstand van 8 of meer  $\text{MN/m}^2$  en zijn daarom relatief goede funderingsgronden. Ze komen voor boven op de Rupel Cuesta onder een dunne zandige laag Quartair dekzand en daarom zijn deze glauconietzanden in hun top nogal eens verweerd tot een kleirijk zand. Dit fenomeen heeft een negatieve invloed op de funderingsmogelijkheden.

### **5.2.3 De Boomse klei**

De Boomse klei vertoont een aantal systematische lithologische verschillen op schaal van 50 à 100 cm en ook op de schaal van lithostratigrafische leden (zie 3.2.3). Daardoor zullen de grondmechanische eigenschappen een zekere spreiding vertonen. Bovendien moet er rekening mee gehouden worden dat de klei een spleetpatroon vertoont dat vergelijkbaar is met diaklaas-patronen in harde gesteenten. Aan de oppervlakte is de klei door oxidatie verweerd wat haar speciale eigenschappen verleent en daarom gezocht werden voor de fabricatie van bloempotten in de omgeving van Sint-Niklaas, net ten noordwesten van het kaartblad.

Algemeen kan evenwel gesteld worden dat de conusweerstand gemiddeld genomen in de grootte-orde van 3 à 5  $\text{MN/m}^2$  ligt en dat de aanzienlijke kleef van de klei dit dikke pakket geschikt maakt voor paalfunderingen voor omvangrijke constructies. Funderingen van lichtere gebouwen aan de oppervlakte zijn vaak plaatfunderingen die differentiële zettingen van de klei kunnen opvangen.

De verweerde top van de klei kan een sterk verminderde draagkracht hebben met een conusweerstand van slechts 1 tot 3  $\text{MN/m}^2$ .

Een belangrijk thema in de geotechniek van de Boomse klei is de aanwezigheid van de broodvormige kalkconcreties, septaria genoemd, met diktes van een paar tientallen cm en een horizontale diameter van om en bij een halve meter. Deze concreties komen in lagen voor, telkens met eigen specifieke

---

<sup>10</sup> door Marco Schiltz en Paul Van Calster, SGS Geologica, Bertem



kenmerken en een eigen frequentie van deze kalkconcreties. De verticale afstand tussen de opeenvolgende lagen is variabel maar bedraagt meerdere meter. Tijdens sonderingen veroorzaken ze hoge weerstandspieken. Deze kalkconcreties bemoeilijken vaak uitgravingen in de klei (zie o.a. het geval van de pre-metrotunnel te Antwerpen in Van Alboom, 1996).

#### **5.2.4 De Formaties van Sint-Huibrechts-Hern en van Zelzate**

De Formatie van Sint-Huibrechts-Hern komt enkel voor in de heuvels van het zuiden van het kaartblad. De lithologie is zandig maar plaatselijk zijn deze zanden uitgesproken kleihoudend. De zanden zijn meestal goed gepakt maar voor de funderingsmogelijkheden dient rekening gehouden te worden met de mate waarin plastische kleilagen voorkomen.

De Formatie van Zelzate bestaat uit twee zandlagen (leden van Ruisbroek en Bassevelde ) en een dunnere kleilaag (Watervliet Lid).

De zanden zijn dicht tot zeer dicht gepakt met conusweerstand van 10 MN/m<sup>2</sup> of meer. De kleilaag heeft een conusweerstand van 2 tot 4 MN/m<sup>2</sup>.

In de Watervliet Klei en vooral in de Ruisbroek Zanden werd ook een septaria-type verstening (grote kalksteenconcreties tot 2,5 m) vastgesteld. Deze versteningen kunnen uitgravings- en funderingswerken (o.a. het heien van damplanken) hinderen en ook de uitvoering van grondonderzoek bemoeilijken (Foto's 1-2).

#### **5.2.5 De Formatie van Maldegem**

Deze formatie bestaat uit de afwisseling van drie kleilagen, waarvan de onderste de Asse-Ursel klei is en drie zandlagen waarvan de Zanden van Wommel de onderste zijn. De zanden zijn meestal goed tot zeer dicht gepakt met conusweerstand van 8 of meer MN/m<sup>2</sup>. De kleien zijn plastisch met conusweerstand van 2 tot 4 MN/m<sup>2</sup>. De kleien zijn allemaal voorbelast en zeker onder de Quartaire bedekking hebben ze een verwerking ondergaan.

Indien de structuur van de Quartaire laag ongeschikt is voor een oppervlaktefundering, kan deze formatie voor een diepfundering aangewend worden. Het draagvermogen van deze diepfundering is afhankelijk van de combinatie van dikte, pakking en verweringsgraad van deze opeenvolging van zand- en kleilagen. Bij de kleilagen speelt de kleefweerstand een belangrijke rol in de opbouw van het draagvermogen.

#### **5.2.6 De zanden van Lede en Brussel**

Deze zanden zijn goede tot zeer dicht gepakte zanden met als voornaamste problematische geotechnische thema's enerzijds de versteningen in beide zandpakketten en anderzijds de ontkalking van de oorspronkelijk kalkhoudende faciës. Het zijn uitstekende funderingsgronden indien ze niet ontkalkt zijn. De draagkracht kan immers drastisch afnemen indien dat wel het geval is. De versteningen kunnen problematisch zijn voor uitgravingen. Er komen losse kleinere concreties in voor maar er zijn ook grote blokken van versteende banken en zelfs zijn sommige horizonten lateraal aangeengroeid tot continue steenbanken. Deze steenbanken zijn ten zuiden en ten zuidoosten van het kaartblad ook als bouwstenen geëxploiteerd geweest, o. a. onder de naam Diegemse steen. In de Brussel Zanden zijn de schuin gelaagde faciës ook verantwoordelijk voor een anisotroop gedrag bij afpompingen, dat nog versterkt wordt door de aanwezigheid van dunne kleilaagjes rond de schuine zandbundels en door de versteningen die trouwens vaak parallel lopen met de kleilaagjes in het zand. Dit kan pompresultaten in de Brussel Zanden moeilijk interpreteerbaar maken.

#### **5.2.7 De Formaties van Gentbrugge, Tielt en Kortrijk**

De zanden van Vlierzele zijn fijne glauconiethoudende zanden die goed tot zeer dicht gepakt zijn en die daarom geschikt zijn voor oppervlakte funderingen. In deze zanden zijn ook zandsteenconcreties bekend, kleinere losse veldstenen en ook plaatvormige meer continue banken.

De Klei van Merelbeke is een plastische tot vaste klei die geschikt is voor plaatfunderingen van woningen. Gelet op de hoge plasticiteit ( $I_p$ ) zijn deze kleien gevoeliger voor instabiliteiten bij uitgravingen en taluds. De samenstelling ervan op het kaartblad is echter nogal variabel.

De Formatie van Tielt heeft op het kaartblad een heterogene samenstelling van afwisselend meer zandige en meer kleirijke sedimenten. Ook de draagkracht toont daarom een afwisseling van slappe en meer weerstandbiedende zones. In deze afzetting komen ook versteningen voor.

De Formatie van Kortrijk bestaat voornamelijk uit kleilagen met een conusweerstand van 5 of meer MN/m<sup>2</sup>. Ze is geschikt voor grondverdringende paalfunderingen waarbij de kleef een belangrijke bijdrage levert tot het draagvermogen.

Een algemene bemerking bij de hierboven aangehaalde conusweerstand is dat deze gelden voor klassiek mechanische sonderingen. Bij gebruik van elektrische sonderingen kan de conusweerstand in de kleilagen, zoals bijvoorbeeld in de Formatie van Boom en de Formatie van Kortrijk, afwijken van deze van de mechanische sonderingen, afhankelijk van de gebruikte conus (M1, M2 of M4). In lagen met veel versteningen is de kans op beschadiging van de gevoelige en dure elektrische conus groot en daarom beperkt in gebruik.

### **5.3 Hydrogeologie<sup>11</sup>**

#### **5.3.1 Drinkwatervoorziening**

De drinkwatervoorziening van het gebied voorgesteld op het kaartblad “Mechelen” wordt anno 2002 verzekerd door in hoofdzaak de drinkwatermaatschappijen VMW, PIDPA en TMVW. Enkele kleine gebieden niet te nagesproken, is de verdeling als volgt: VMW (Vlaamse Maatschappij voor Watervoorziening) in het Vlaams-Brabantse gedeelte, de PIDPA (Provinciale en Intercommunale Drinkwatermaatschappij van de Provincie Antwerpen) in de provincie Antwerpen en de TMVW (Tussengemeentelijke Maatschappij van Vlaanderen voor Watervoorziening) in de provincie Oost-Vlaanderen en de Vlaams-Brabantse gemeenten Asse en Affligem.

Gezien de beperkte aanwezigheid van watervoerende formaties in de ondergrond van deze regio – de ondergrond is veelal kleilig en fijnzandig – zijn er ook weinig grondwaterwinningen ten behoeve van de openbare drinkwatervoorziening. In het verzorgingsgebied van TMVW of PIDPA zijn er geen winningen. De VMW heeft momenteel alleen winningen in Londerzeel, Vilvoorde en Zemst. Het grootste gedeelte van het drinkwater dat in de regio wordt verbruikt, is aangevoerd vanuit andere delen van het Vlaamse gewest of vanuit het Waalse gewest.

De opbouw en samenstelling van de ondiepe ondergrond kan in bijzondere gevallen medebepalend zijn voor de inplanting van spaarbekkens voor de tijdelijke opslag van oppervlaktewater voor de openbare drinkwatervoorziening. Zo ligt de aanwezigheid van de zware klei van de formatie van Boom (leden van Putte en Terhagen) in regio van Walem-Duffel mede aan de basis van de waterwinningen van de AWW (Antwerpse Waterwerken) op het Netekanaal in Lier.

Dit liet immers toe gebruik te maken van de natuurlijke afdichting voor de realisatie van de spaarbekkens.

#### **5.3.2 De watervoerende formaties**

De afzettingen van de Vlaamse Vallei (Quartair) vormen de belangrijkste watervoerende laag op het kaartblad, die instaat voor de voorziening van het drinkwater. In zeer beperkte mate kunnen de zanden van de Formaties van Lede en Gentbrugge (het Ledo-Paniseliaan uit de hydrogeologische literatuur) en het Krijt op het Massief van Brabant tijdelijk aanvullend ruwwater leveren voor de productie van drinkwater.

---

<sup>11</sup> door Paul De Smedt, VMW

Vlaamse Vallei

De grondwaterwinningen van Zemst (876.000 m<sup>3</sup>/jaar) en Londerzeel (1.700.000 m<sup>3</sup>/jaar) situeren zich in de diepere depressies (15 tot 20 m) van de vallei, waarvan sprake in paragraaf 3.1.2 (de diktekaart van het Quartair). Het zijn puttenbatterijen (een reeks putten in serie) die het water onttrekken aan de fluviatiele zanden en grinden gelegen aan de basis van de Quartaire opvulling.

In Zemst sluit deze watervoerende laag aan bij het aquifer in de onderliggende fijne zanden van de Formaties van Gentbrugge en Lede. In Londerzeel wordt de watervoerende laag in de Quartaire fluviatiele zanden en grinden onderaan begrensd door de klei van het lid van Asse (Formatie van Maldegem).

De doorlatendheid van de Quartaire fluviatiele zanden en grinden is vrij hoog: gemiddeld 21,7 m/d in Zemst en 24 m/d in Londerzeel. De specifieke opbrengst per put is zeer verscheiden en kan liggen tussen 2,5 en 9 m<sup>3</sup>/h/m.

De freatische watervoerende laag is zeer kwetsbaar voor verontreiniging. Het opgepompt grondwater in Londerzeel is zoet en hard en van het CaSO<sub>4</sub>-type, mogelijks het gevolg van de oxidatie van pyriet. Het water van Zemst is zoet en hard en van het Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>-type.

De Formaties van Lede en Gentbrugge

Ter hoogte van de freatische waterwinning van Londerzeel heeft de VMW een filterput in de spanningslaag van de Formatie van Lede en de Formatie van Gentbrugge (het “Ledo-Paniseliaan”) met een reservecapaciteit van 20 m<sup>3</sup>/h (te geringe capaciteit om continu te exploiteren). De gemiddelde doorlatendheid van het watervoerend pakket bedraagt 1,6 m/dag, de specifieke opbrengst van de filterput iets minder dan 1 m<sup>3</sup>/h/m.

Het water is zoet en hard en van het (Na, Ca) bicarbonaat-type.

De watervoerende laag is niet kwetsbaar.

Het Krijt op het Massief van Brabant

In Vilvoorde heeft de VMW twee vergunde productieputten voor een globaal debiet van 1.000.000 m<sup>3</sup>/jaar. Het zijn twee oude putten die zijn overgenomen van de vroegere stedelijke drinkwaterregie van Vilvoorde: “Gieterij” met een diepte van 128 m en “Drie Fontein”, 154,6 m diep.

Karakteristieken van deze oude putten zijn niet in detail gekend.

Deze watervoerende laag wordt door meerdere industrieën aangesproken. De capaciteit van de laag is beperkt, wat beperkingen inhoudt ten aanzien van een continue bemaling om uitputting van de waterlaag te voorkomen. De VMW-winning wordt dan ook voornamelijk bij piekverbruiken ingeschakeld.

Het diepe grondwater is zoet tot brak, matig hard en van het NaCl-type.



**Foto 3.** Kleigroeve Terhagen (foto P. Laga).



**Foto 4.** Zandgroeve 74W148 te Steenokkerzeel in Zand van Lede en Zand van Brussel, met zandsteenknollen en banken; contact Lede – Brussel op uitgewassen laag (foto M. Vervoenen, 1996).



**Foto 5.** Zandgroeve 72W39bis te Meldert in het Zand van Lede. De blokken die in het midden van de groeve als afval liggen opgestapeld bestaan uit harde kalkzandsteen uit de plaatselijke top van het Zand van Lede (foto M. Vervoenen, 1983).

## 6. Excursie

### 6.1 Zemst-Laar, Bos van Aa (*Quartaire Zanden*)

In de omgeving van Zemst-Laar, meer bepaald in het Bos van Aa, zijn enkele ontsluitingen te zien in de groeves van belangrijke Quartaire zanduitbatingen (cf. Bogemans, 1993). Momenteel zijn er twee belangrijke putten waarbij de droge zandwinning voorlopig stil ligt maar de putten wel gedeeltelijk opgevuld worden met stortafval., Ten noorden en noordoosten van deze putten liggen potentiële nieuwe percelen voor uitbatingen. Deze zouden dan wel uitgebaggerd moeten worden in een natte winning.

### 6.2 Groeve Rumst (*Boomse Klei*) en de Rupelstreek

De groeve te Rumst toont een klei cuesta die ontgonnen wordt voor de productie van bouwstenen. Aan de top van de geërodeerde klei komt nog een groen, kleilig en schelprijk fijn zand voor (Zand van Edegem). De belangrijkste observaties op de kleiwand zijn: de afwisseling van siltige en zware kleien, de aanwezigheid van donkere lagen rijk in organisch materiaal juist boven de siltige lagen en de aanwezigheid van septariahorizonten (cf Foto 3). Een excursiegids van het gebied werd opgesteld door Vandenberghen en Van Echelpoel (1990). Een cultuurhistorische schets van de baksteenindustrie werd gemaakt door Claes (1987) en een historisch overzicht opgesteld door Denissen (1992).

Er bestaan ook wandelpaden waarlangs men de historiek van de ontginningen en van de daaraan gebonden industriële activiteit in de Rupelstreek kan begrijpen. In de wijk Noeveren van Boom is het Ecomuseum en Archief van de Boomse Baksteen (EMABB vzw) gevestigd, evenals de beschermde site van de steenbakkerij Frateur. Te Rumst is het Steenbakkerijmuseum 't Geleeg. Informatie kan bekomen worden bij de gemeente Boom of bij Toerisme Rupelstreek, provinciaal recreatiedomein De Schorre, Kapelstraat 83 te Boom.

### 6.3 Nederokkerzeel-Berg (*Lede en Brussel Zanden*)

Deze groeve bevindt zich juist buiten de zuidoostelijke grens van het kaartblad. Ze wordt hier wel vermeld omwille van het voorkomen van zowel de Zanden van Brussel als de Zanden van Lede. Voor de beschrijving van de groeve wordt verwezen naar de excursiepunten van het kaartblad Aarschot (Schiltz et al., 1993) en naar Herman et al., (2000) (Foto 4).

#### 6.4 Meldert (*Ledesteen of Balegemse steen*)

Fobe (1990a) vermeldt te Meldert langs de baan Meldert-Asse-ter-Heide, achter het Hof te Putte en langs dezelfde baan achter te huizen (  $x = 133.945$ ,  $y = 180.175$ ) nog ontsluitingen in oude verlaten ontginningen in het Zand van Lede met steenbanken. De groeves zijn deels dichtgestort (Foto 5).

#### 6.5 Natuurstenen in gebouwen

In het gebied van het kaartblad Mechelen worden Ledesteen (Lede Formatie), Brusseliaanse steen of Diegemse steen (Brussel Formatie), Gobertangestein (Brussel Formatie) en Nummulietenzandsteen of Zandbergse steen (Fobe 1990a, b) frequent aangetroffen, die dan ook vooral in de omgeving van de ontginningsgebieden in gebouwen kunnen herkend worden (zie ook Gulinck, 1949).

### 7. Referenties

- BEECKMANS, B. en VERBRUGGEN, C., 1974. Bijdrage tot de kennis der Kwartaire afzettingen op de topzone van de Boomse Cuesta. *Belgische Geologische Dienst, Professional Paper*, 1974/4 N. 105, 25 p.
- BOGEMANS, F., 1996. Quartairgeologische kaart van Vlaanderen, kaartblad 23 Mechelen. Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Brussel.
- BOGEMANS, F., 1996. Toelichtingen bij de Quartairgeologische kaart van Vlaanderen, Kaartblad 23 Mechelen, Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Brussel.
- BOGEMANS, F. en PAEPE, R., 1982. Preliminare resultaten van de Kwartairkartering in de Zennevallei ten noorden van Brussel. *Belgische Geologische Dienst, Professional Paper*, 1982/4 N. 190, 28 p.
- BORRY, P., 1987. Log-korrelaties en de 'Kallo-Tongeren' stratigrafische problematiek. Licentiaatsthesis, K.U.Leuven, 150 p.
- BUFFEL, P., 1997. Holostratigrafie en sequentie-analyse van het Laat-Eoceen en Vroeg-Oligoceen in België. Licentiaatsthesis, K.U.Leuven, 50 p.
- BUFFEL, P., 2001. Boorbeschrijving gekernde boring te Zemst. Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, ANRE, rapport, Brussel.
- CLAES, M., 1987. De baksteenindustrie in oude prentkaarten. Standaard Uitgeverij, Antwerpen, 48 p.
- DEBACKER, T.N., HERBOSCH, A., VERNIERS, J. en SINTUBIN, M., 2004. Faults in the Asquempont area, southern Brabant Massif, Belgium. *Geologie en Mijnbouw*, 83: 49-65.
- DE BETHUNE, P., 1968. Atlas van België. Blad (8) Geologie. 1:500 000.
- DECLLEER, J., VIAENE, W. en VANDENBERGHE, N., 1983. Relationships between chemical, physical and mineralogical characteristics of the Rupelian Boom clay, Belgium. *Clay Minerals*, 18: 1-10.
- DECLLEER, J. en VIAENE, W., 1993. Rupelian Boom clay as raw material for expanded clay manufacturing. *Applied Clay Science*, 8: 111-128.

- DE MEUTER, F., 1965. Etude paléo-écologique des Foraminifères des Sables d'Edegem (Miocène Moyen) à Terhagen (Prov. d'Anvers). *Bulletin de la Société belge de Géologie*, 74: 53-59.
- DE MEUTER, F. en LAGA, P., 1976. Lithostratigraphy and biostratigraphy based on benthonic foraminifera of the Neogene Deposits of Northern Belgium. *Bulletin van de Belgische Vereniging voor Geologie*, 85: 133-152.
- DE MOOR, G., 1996. De zanden van de Vlaamse Vallei. In: Gullentops F. en Wouters L. (eds.), *Delfstoffen in Vlaanderen*. Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Departement EWBL, Brussel: 63-68.
- DENISSEN, S., 1992. The history of brick-making....Still a rich field for archaeological and historical research. *Acta Archaeologica Lovaniensia*, 31: 3-7.
- DERAYMAEKER, D., 1972. Eerste resultaten van de studie der deklagen op het kaartblad Dendermonde-Puurs. *Belgische Geologische Dienst, Professional Paper*, 1972/6 N. 80, p. 17 p.
- DE VOS, W., VERNIERS, J., HERBOSCH, A. en VANGUESTAINE, M., 1993. A new geological map of the Brabant Massif, Belgium. *Geological Magazine*, 130(5): 605-611, Cambridge University Press.
- DROOGER, C.W., 1969. Le sondage de Kallo (au nord-ouest d'Anvers). II.- Microfauna close to the Eocene-Oligocene boundary in the boring at Kallo, near Antwerp. *Toelichtende Verhandelingen Geologische Kaart en Mijnkaart van België*, 11: 9-38.
- DUMONT, A.M., 1849. Rapport sur la carte géologique du Royaume. *Bulletin de l'Académie Royale des Sciences.*, 16 (2): 351.
- DUSAR, M. en LAGROU, D., 2007. Cretaceous flooding of the Brabant Massif and the lithostratigraphic characteristics of its chalk cover in northern Belgium. *Geologica Belgica*, 10(1-2): 27-38.
- FELDER, P.J., 1994. Bioklasten uit het Krijt uit boringen van West- en Oost-Vlaanderen. *Belgische Geologische Dienst, Professional Paper*, 1994/3 N.270, 86 p.
- FELDER, P.J., 2001. Bioklasten-stratigrafie of ecozonatie voor het Krijt (Santoniaan-Campaniaan-Maastrichtiaan) van Zuid-Limburg en oostelijk België. *Memoirs of the Geological Survey of Belgium*, N. 47, 141 p.
- FOBE, B., 1990a. Voorkomen, samenstelling en gebruik van de Balegemse Steen. *Bulletin van de Belgische Vereniging voor Geologie*, 99(2): 167-170.
- FOBE, B., 1990b. De nummulietenkalksteen uit het Ieperiaan. *Bulletin van de Belgische Vereniging voor Geologie*, 99(2): 171-176.
- GEETS, S., MARECHAL, R. en LAGA, P., 2000. Lithostratigrafie van het Paleogeen in België. Stratigrafische Commissie van België, Subcommissie Tertiair, unpublished.
- GERITS, M., HOOYBERGHS, H. en VOETS, R., 1981. Quantitative distribution and paleoecology of benthonic foraminifera recorded from some Eocene deposits in Belgium. *Belgische Geologische Dienst, Professional Paper*, 1981/3 N.182, 53 p., 7 figs., 19 tabs.

- GERMONPRÉ, M., 1993. Taphonomy of Pleistocene mammal assemblages of the Flemish Valley, Belgium. *Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, Série Sciences de la Terre*, 63: 271-309.
- GERMONPRÉ, M., BOGEMANS, F., VAN NEER, W. en GRÜN, R., 1993. The dating of two Pleistocene mammal assemblages from the Flemish Valley, Belgium. *Contributions Tertiary and Quaternary Geology*, 30: 147-153.
- GULINCK, M., 1949. Oude natuurlijke bouwmaterialen in Laag- en Midden-België. *Technisch Wetenschappelijk Tijdschrift*, Antwerpen, 18<sup>e</sup> jaargang, 2: 25-32.
- GULINCK, M., 1956. Note sur la formation des 'Sables Chamois' (Néogène) de la région du Heysel. *Bulletin de la Société belge de Géologie*, 65: 227-229.
- GULINCK, M., 1965. Le passage du Bartonien au Rupélien dans la région Boom-Malines. *Bulletin de la Société belge de Géologie*, 74: 115-120.
- GULINCK, M., 1967. Profils de l'Yprésien dans quelques sondages profonds de la Belgique. *Bulletin de la Société belge de Géologie*, 76: 108-113.
- GULINCK, M., 1969. Le sondage de Kallo (au nord-ouest d'Anvers). I.- Coupe résumée des terrains traversés au sondage de Kallo et profil géologique NS passant par Woensdrecht-Kallo-Halle. *Toelichtende Verhandelingen Geologische Kaart en Mijnkaart van België*, 11, 42 p.
- GULINCK, M., 1969. Le passage Oligocène-Eocène dans le sondage de Kallo et le Nord de la Belgique. *Mémoires du Bureau de Recherches Géologiques et Minières*, 69, Colloque sur l'Eocène, Paris, 1968, volume III: 193-195.
- GULINCK, M., 1971. La nouvelle Ecluse de Zemst. De nieuwe sluis van Zemst. Revue «Excavator», mai 1971; Tijdschrift «Excavator», mei 1971. Hoofdstuk V: Geologische waarnemingen en interpretaties. 1.- Algemene Geologische Kenmerken van het zeekanaal, bepaald op basis van de sonderingen: 1-7.
- HALET, F., 1907. Coupes géologiques de quelques puits nouveaux exécutés sur le territoire des planchettes de Termonde et d'Alost. *Bulletin de la Société belge de Géologie*, 21: 503-516.
- HALET, F., 1910. Etude géologique et hydrologique des Puits artésiens de la ville de Malines et de ses environs. *Bulletin de la Société belge de Géologie*, 24: mémoires 49-121.
- HALET, F., 1923. Sur les résultats de quelques sondages nouveaux exécutés aux environs de Vilvorde. *Bulletin de la Société belge de Géologie*, 33: 165-168.
- HALET, F., 1936. La géologie de la vallée du Rupel entre Willebroeck et Boom. *Bulletin de la Société belge de Géologie*, 46: 190-194.
- HERMAN, J., STEURBAUT, E. en VANDENBERGHE, N., 2000. The boundary between the Middle Eocene Brussel sand and the Lede sand formations in the Zaventem-Nederokkerzeel area (northeast of Brussels, Belgium). *Geologica Belgica*, 3(3-4): 231-255.
- HOUTHUYS, R., 1990. Vergelijkende studie van de afzettingsstructuur van getijdenzanden uit het Eoceen en van de huidige Vlaamse banken. *Aardkundige Mededelingen*, Leuven, 5, 137 p.
- JACOBS, P., 1978. Lithostratigrafie van het Boven-Eoceen en van het Onder-Oligoceen in Noordwest België. *Belgische Geologische Dienst, Professional Paper*, 1978/3 N. 151, 93 p.



- JACOBS, P., DE CEUKELAIRE, M., DE BREUCK, W. en DE MOOR, G., 1994. Geologische kaart van België, Vlaams Gewest, Kaartblad 22 Gent. Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Administratie Economie, Brussel.
- LAGA, P., LOUWYÉ, S. en Geets, S., 2001. Paleogene and Neogene lithostratigraphic units (Belgium). In: Bultynck P. en Dejonghe L. (eds.), Lithostratigraphic scale of Belgium. *Geologica Belgica*, 4(1-2): 135-152.
- LEGRAND, R., 1968. Le Massif du Brabant. *Toelichtende Verhandelingen Geologische Kaart en Mijnkaart van België*, 9, 148 p., 5 pl.
- MARECHAL, R. en LAGA, P. (eds.), 1988. Voorstel lithostratigrafische indeling van het Paleogeen. Nationale Commissie voor Stratigrafie - Commissie Tertiair. Belgische Geologische Dienst, 208 p.
- MATTHIJS, J. en BUFFEL, J., 2001. Boorbeschrijving gekernde boring te Zemst en Korrelgrootte analyse van de gekernde boring (73E-359) te Zemst. Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, ANRE, Brussel, rapport, 19 p.
- MATTHIJS, J., DEBACKER, T., PIESENS, K., SINTUBIN, M., 2005. Anomalous topography of the Lower Palaeozoic basement in the Brussels region, Belgium. *Geologica Belgica*, 8: 69-77.
- MATTHIJS, J. & LAGROU, D., 2007. Diepte- en diktekaarten van de Krijtsedimenten in Vlaanderen. Eindrapport. VITO i.o.v. ALBON, 2007/MAT/R/030. 66 p.+ ann.
- MOURLON, M., 1893. Carte géologique de la Belgique 1:40.000, n° 72 – Lebbeke – Merchtem (planchette 5-6 de la feuille 23 de la carte topographique). Institut cartographique militaire, Bruxelles.
- MOURLON, M., 1894. Carte géologique de la Belgique 1:40.000, n° 57 – Termonde – Puers (planchette 1-2 de la feuille 23 de la carte topographique). Institut cartographique militaire, Bruxelles.
- MOURLON, M., 1894. Carte géologique de la Belgique 1:40.000, n° 58 – Boom - Malines (planchette 3-4 de la feuille 23 de la carte topographique). Institut cartographique militaire, Bruxelles.
- MOURLON, M., 1894. Carte géologique de la Belgique 1:40.000, n° 73 – Vilvorde - Sempst (planchette 7-8 de la feuille 23 de la carte topographique). Institut cartographique militaire, Bruxelles.
- PAEPE, R., 1971. La nouvelle Ecluse de Zemst. De nieuwe sluis van Zemst. Revue «*Excavator*», mai 1971; Tijdschrift «*Excavator*», mei 1971. Hoofdstuk V: Geologische waarnemingen en interpretaties. 2.- Geologie van het site der sluis van Zemst:7-15.
- PIESENS, K., DE VOS, W., BECKERS, R., VANCAMPENHOUT, P. en DE CEUKELAIRE, M. 2005. Opmaak van de pre-Krijt subcropkaart van het Massief van Brabant voor invoering in de Databank Ondergrond Vlaanderen - Eindverslag. Rapport in opdracht van ANRE, project VLA03-1.1. 90 pp.
- RUTOT, A., 1882. Résultats de nouvelles recherches dans l'Eocène supérieur de la Belgique. *Annales de la Société Royale Malacologique de Belgique*, 17: 148-185.
- RUTOT, A., 1883. Les phénomènes de la sédimentation marine étudiés dans leurs rapports avec la stratigraphie régionale. *Bulletin Musée Royal d'Histoire Naturelle de Belgique*, 2: 64-78.
- RUTOT, A., 1901. Le nouveau puits artésien de l'arsenal de Malines. *Bulletin de la Société belge de Géologie*, 15: 97-107.

- SCHILTZ, M., VANDENBERGHE, N. en GULLENTOPS, F., 1993. Geologische Kaart van België, Vlaams Gewest, Kaartblad 24 Aarschot. Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Bestuur Natuurlijke Rijkdommen en Energie, Brussel.
- 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. *Mededelingen Werkgroep Tertiair en Kwartair Geologie*, 23(2): 49-83, Leiden.
- STEURBAUT, E., 1987. The Ypresian in the Belgian Basin. *Bulletin de la Société belge de Géologie*, 96 (4): 339-351.
- STEURBAUT, E., 1992. Integrated stratigraphic analysis of Lower Rupelian deposits (Oligocene) in the Belgian basin. *Annales de la Société Géologique de Belgique*, 115 (1): 287-306.
- STEURBAUT, E. en NOLF, D., 1986. Revision of Ypresian stratigraphy of Belgium and northwestern France. *Mededelingen Werkgroep Tertiair en Kwartair Geologie*, 23(4): 115-172.
- TAVERNIER, R. en DE HEINZELIN, J., 1963. Introduction au Néogène de la Belgique. *Mémoire de la Société belge de Géologie*, 6: 7-30.
- VAN ALBOOM, G., 1996. Problemen door versteningen bij geotechnisch onderzoek. *Bulletin van de Belgische Vereniging voor Geologie*, 105(1-2): 61-76.
- VANDENBERGHE, N., 1978. Sedimentology of the Boom Clay (Rupelian) in Belgium. *Verhandelingen van de Koninklijke Academie voor Wetenschappen, Letteren en Schone Kunsten van België, Klasse der Wetenschappen*, jaargang 40, 147, 137 p.
- VANDENBERGHE, N., 1996. De Boom Klei. In: Gullentops F. en Wouters L. (eds.), *Delfstoffen in Vlaanderen*. Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Department EWBL, Brussel: 40-42.
- VANDENBERGHE, N. en VANDENBERGHE, J., 1979. The structure of the Boom clay at Ramsel. *Belgische Geologische Dienst, Professional Paper*, 1979/4 N.160, 8 p., 1 tab., 3 fig., 2 foto's.
- VANDENBERGHE, N. en VAN ECHELPOEL, E., 1990. Field guide to the Rupelian stratotype. *Bulletin de la Société belge de Géologie*, 96: 325-337.
- VANDENBERGHE, N., LAENEN, B., VAN ECHELPOEL, E. en LAGROU, D., 1997. Cyclostratigraphy and climatic eustasy. Example of the Rupelian stratotype. *C.R. Académie des Sciences de Paris, Sciences de la terre et des planètes, Stratigraphie*, Paris. 325: 305-315.
- VANDENBERGHE, N., LAGA, P., STEURBAUT, E., HARDENBOL, J. en VAIL, P., 1998. Tertiary sequence stratigraphy at the southern border of the North Sea basin in Belgium. In: de Graciansky P.C., Hardenbol J., Jacquin T. en Vail P.R. (eds.), *Mesozoic and Cenozoic Sequence Stratigraphy of European Basins*. SEPM, Special Publication, 60: 119-154.
- VANDENBERGHE, N., BRINKHUIS, H. en STEURBAUT, E., 2003. The Eocene/Oligocene Boundary in the North Sea Area: A Sequence Stratigraphic Approach. In: Prothero D.R., Ivany L.C. en Nesbitt E.A. (eds.), *From Greenhouse to Icehouse: The Marine Eocene-Oligocene Transition*. 541 p. Columbia University Press, New York, 2003, Chapter 24: 418-436.
- VAN ECHELPOEL, E. en WEEDON, G.P., 1990. Milankovitch cyclicity and the Boom Clay Formation: an Oligocene siliciclastic shelf sequence in Belgium. *Geological Magazine*, 127: 599-604.

VAN ERTBORN, O. en COGELS, P., 1880a. Texte Explicatif du levé géologique de la planchette de Boom. Ministère de l'Intérieur, Commission de la Carte Géologique de la Belgique, 69 p.

VAN ERTBORN, O. en COGELS, P., 1880b. Texte Explicatif du levé géologique de la planchette de St. Nicolas. Ministère de l'Intérieur, Commission de la Carte Géologique de la Belgique: 61 p.

VAN ERTBORN, O. en COGELS, P., 1880c. Texte Explicatif du levé géologique des planchettes d'Hoboken et de Contich. Ministère de l'Intérieur, Commission de la Carte Géologique de la Belgique, 257 p.

VAN ERTBORN, O. en COGELS, P., 1883. Observations de MM. O. Van Ertborn et P. Cogels sur le travail de MM. E. Van den Broeck et A. Rutot, relatif à leurs levés géologiques. *Annales de la Société. royale malacologique de Belgique*, 18 (bull.): 33-67.

VANHOORNE, R., 1971. La nouvelle Ecluse de Zemst. De nieuwe sluis van Zemst. Revue «*Excavator*», mai 1971; Tijdschrift «*Excavator*», mei 1971. Hoofdstuk V: Geologische waarnemingen en interpretaties. 3.- Paleontologische studie: 15-19.

VERNIERS, J., HERBOSCH, A., VANGUESTAINE, M., GEUKENS, F., DELCAMBRE, B., PINGOT, J.-L., BELANGER, I., HENNEBERT, M., DEBACKER, T., SINTUBIN, M. en DE VOS, W., 2001. Cambrian-Ordovician-Silurian lithostratigraphic units (Belgium). In: Bultynck P. & Dejonghe L. (eds.), *Lithostratigraphic scale of Belgium. Geologica Belgica*, 4(1-2): 5-38.





