

TOEGEPASTE GEOLOGIE EN HYDROGEOLOGIE

VERGELIJKING VAN DE GESCHIKTHEID VAN DE
FORMATIE VAN KORTRIJK - FORMATIE VAN BOOM
IN FUNCTIE VAN BERGING VAN HOGRADIOACTIEF AFVAL

- INTERN RAPPORT -

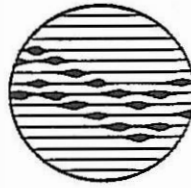


UNIVERSITEIT GENT

Laboratorium
voor
Toegepaste Geologie
en
Hydrogeologie

VERGELIJKING VAN DE
GESCHIKTHEID VAN DE
FORMATIE VAN KORTRIJK -
FORMATIE VAN BOOM
IN FUNCTIE VAN BERGING VAN
HOGRADIOACTIEF AFVAL

- intern rapport -



Geologisch Instituut
Krijgslaan 281, S8
B-9000 Gent

tel. 09/264 46 47

fax 09/264 49 88

Opdrachtgever

NIRAS

Leiding : Prof. Dr. W. DE BREUCK

Studie en verslag : Lic. D. DE SMET
Lic. I. OLIVIER

Projectnummer : TGO 94/30

Datum : september 1996

INHOUD

LIJST VAN FIGUREN	II
LIJST VAN TABELLEN	II
1. Inleiding	1
2. Formatie van Boom	2
3. Lithologie	3
4. Geologie Mol-Dessel	5
5. Hydrogeologie Mol-Dessel	8
6. Evaluatie	13
6.1 Geometrie	13
6.2 Lithologie - Sedimentologie	13
6.3 Kleitectoniek	17
6.4 Mineralogie	17
6.5 Chemische samenstelling	17
6.6 Hydrogeologie	17
6.7 Structurele geologie	18
7. Besluit	19
REFERENTIES	20

LIJST VAN FIGUREN

Figuur 1 - Sedimentologie van de Formatie van Kortrijk en de Formatie van Boom	4
Figuur 2 - Geologische opbouw ter hoogte van Mol (boring SCK 15, BGD 31W 137)	6
Figuur 3 - Gemodelleerde stijghoogtekaart van de zanden van de Formatie van Brasschaat, Merksplas en Poederlee (WEMAERE & MARIVOET, 1995)	9
Figuur 4 - Gemodelleerde stijghoogtekaart van de zanden van het Mioceen (WEMAERE & MARIVOET, 1995)	10
Figuur 5 - Gemodelleerde stijghoogtekaart van het zand van het Lid van Ruisbroek (WEMAERE & MARIVOET, 1995)	11
Figuur 6 - Snelheid van de verticale grondwaterstroming (in mm/jaar) doorheen de klei van de Formatie van Boom (WEMAERE & MARIVOET, 1995)	12
Figuur 7 - Vergelijking van de korrelgrootteverdeling van de Formatie van Kortrijk te Knokke en Kallo met de korrelgrootteverdeling van de Formatie van Boom te Mol	16

LIJST VAN TABELLEN

Tabel 1 - Vergelijking van de Formatie van Kortrijk in het gebied Sint-Laureins - Assenede met de Formatie van Boom te Mol	14
Tabel 2 - Vergelijking van de Formatie van Kortrijk te Doel met de Formatie van Boom te Mol - dessel	15

1. Inleiding

Naar aanleiding van de inventarisatie van de kennis over de Formatie van Kortrijk uitgevoerd door het LTGH in opdracht van NIRAS (DE SMET et al., 1996) is het interessant van de resultaten te vergelijken met de beschikbare kennis over de Formatie van Boom.

Onderzoek naar mogelijke berging van hoogradioactief afval in de Formatie van Boom gebeurt te Mol - Dessel (SCK), in de Antwerpse Kempen. Onderzoeksresultaten werden ter beschikking gesteld door NIRAS of zijn afkomstig uit het Safety Assessment and Feasibility Interim Report (NIRAS, 1989).

Men dient er rekening mee te houden dat de gegevens over de Formatie van Kortrijk veelal geëxtrapoleerd zijn, de gegevens over de Formatie van Boom daarentegen zijn verkregen door intensief onderzoek ter plaatse.

Voor de gegevens betreffende de Formatie van Kortrijk wordt verwezen naar de studie van de inventarisatie van de Ieperiaanklei (DE SMET et al., 1996).

2. Formatie van Boom

De Formatie van Boom vormt een mogelijke gastlaag voor de diepe berging van hoogradioactief afval. Deze laag wordt uitgebreid bestudeerd te Mol-Dessel. Ongeveer 20 jaar geleden werd er een belangrijk onderzoeksprogramma opgestart. Hierbij speelt het ondergronds laboratorium van het Studiecentrum voor Kernenergie (SCK/CEN), gegraven in de Formatie van Boom (220 m diep), een grote rol. Hier worden verschillende aspecten met betrekking tot de ondergrondse berging van radioactief materiaal in klei onderzocht.

Het onderste Lid van Belsele - Waas is opgebouwd uit kleilig zand met talrijke kleilagen. Het bevat tussen 20 % en 54 % klei. Het centraal gedeelte bestaat uit overwegend homogene klei. Het omvat de Leden van Terhagen en van Putte. Te Mol bevat het Lid van Terhagen 43 % tot 57 % klei, het Lid van Putte 38 % tot 68 %. De bovenste heterogene overgangszone bestaat uit afwisselend 0,5 m dikke kleiige en siltige zones met 24 tot 61 % klei.

Seismisch onderzoek bracht kleitectonische vervormingen in de klei van de Formatie van Boom aan het licht. HELDENS (1983) merkt op dat de doorgaans vrij monotone successie van parallelle reflectie in de klei van de Formatie van Boom plaatselijk sterk verstoord wordt door kleidiapyren. Tijdens de uitgravingswerken voor de Kennedytunnel werd een diapyrische structuur beschreven op de Rechteroever (LAGA, 1966). In de onmiddellijke omgeving van de Kennedy-tunnel werd eveneens een diapyr waargenomen.

De klei van de Formatie van Boom is zeer slecht-doorlatend. Laboratoriumtesten op monsters bepaalden een hydraulische doorlatendheid van $3 \cdot 10^{-12}$ m/s. In het mathematisch model van WEMAERE & MARIVOET (1995) gaf een doorlatendheid van $3 \cdot 10^{-10}$ m/s betere simulatieresultaten.

De meest voorkomende bestanddelen in de Formatie van Boom zijn kleimineralen (60 % waarvan 20-30 % illiet, 10-20 % smectiet, 5-20 % chloriet, 3-20 % kaolinit, 5-10 % geïnterstratificeerde kleien bestaande uit illiet en smectiet en 5-10 % geïnterstratificeerde mineralen bestaande uit chloriet en smectiet), kwarts (20 %), veldspaten (5 -10 %), carbonaten (1 - 5 %), pyriet (1 - 5 %) en organische koolstof (1 - 5 %). De grove korrelfractie bestaat voor ongeveer 25 % uit veldspaten en 75 % uit kwarts. Pyriet komt niet alleen voor in de septaria maar ook in de klei zelf. Verder treft men glauconiet, gips, muscoviet, calciet, sideriet en een aantal zware mineralen aan.

3. Lithologie

De Formatie van Boom bestaat uit een grijze siltige klei of kleiige silt die door rhythmische veranderingen in siltgehalte, plantaardig organisch materiaal en carbonaten zeer typisch geband is. Deze dunne banden komen voor in een welbepaalde verticale volgorde, die constant blijft doorheen het ontsluitingsgebied (VANDENBERGHE, 1978).

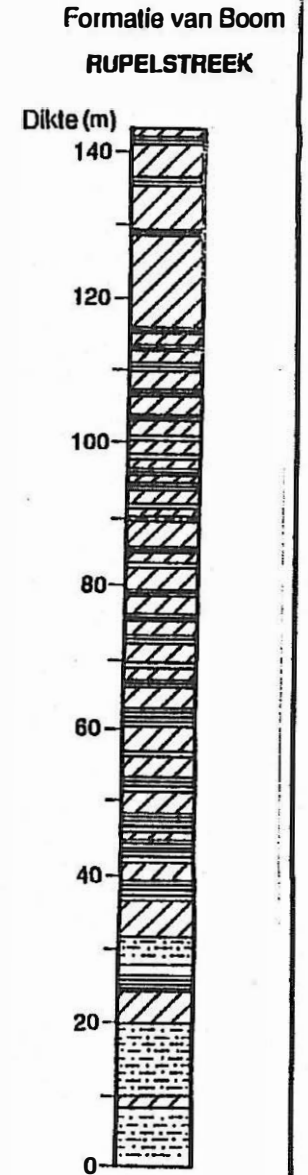
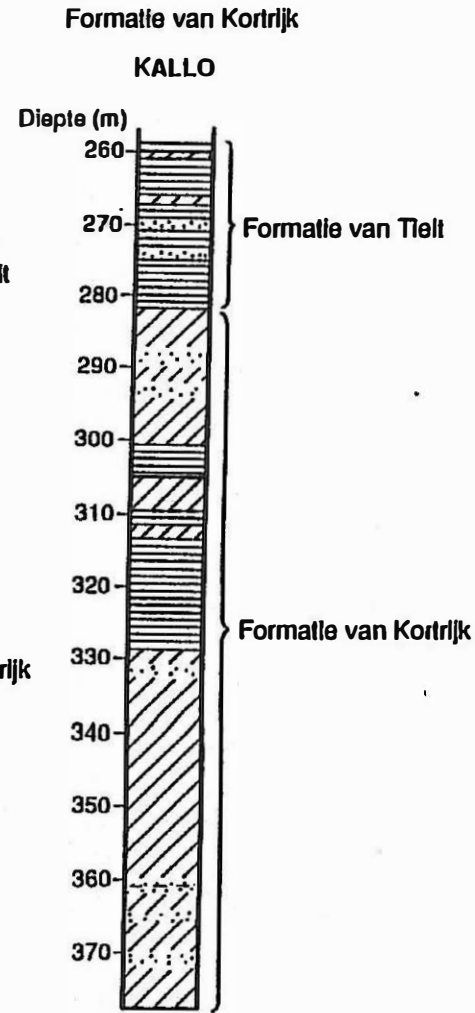
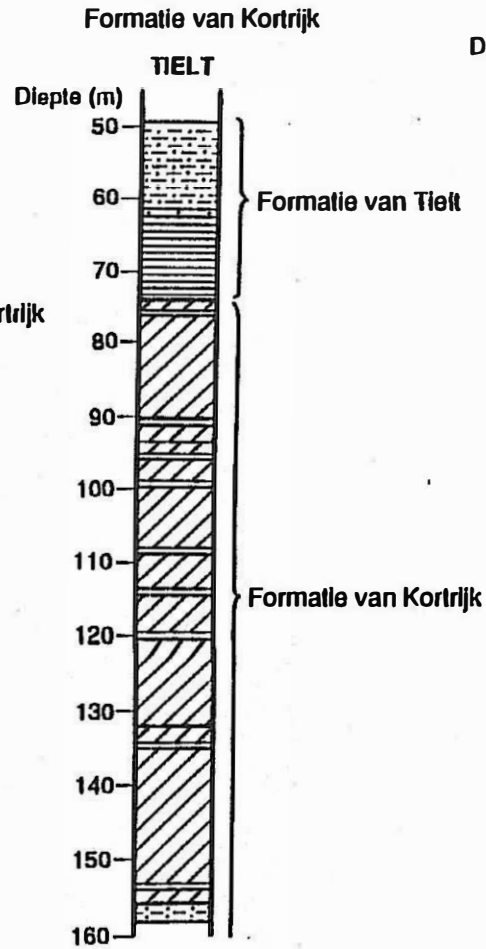
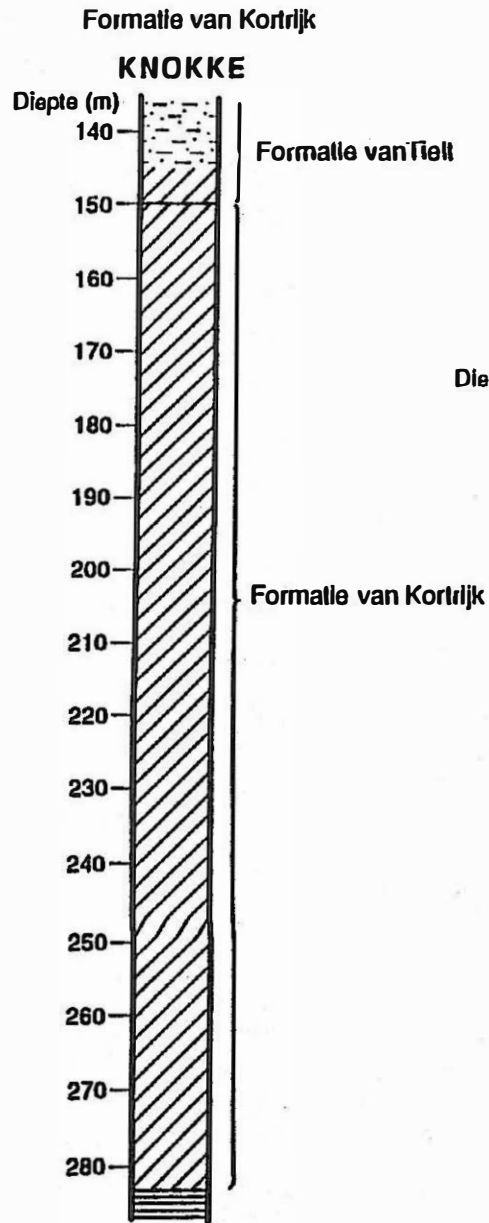
Granulometrisch kan men de Formatie van Boom als een afwisseling van kleiige silt en siltige klei beschouwen. De korrelgroottevariatie is meestal te wijten aan bijmenging van silt, soms van zand. De basis vertoont zandbijmenging en valt onder de categorie van zandig silt (VANDENBERGHE, 1974).

De formatie wordt onderverdeeld in drie leden. Het onderste meer siltige Lid van Belsele-Waas begint met een grint en wordt gekenmerkt door het voorkomen van twee zeer dikke siltige banden aan de basis. Het Lid van Terhagen omvat het middenste gedeelte van de Formatie van Boom. Het bestaat uit een bleek-grijze klei en is het minst silteuse pakket van de klei van Boom. Het bovenste Lid van Putte onderscheidt zich van het Lid van Terhagen door een hoger aantal siltige horizonten en een donkerdere kleur (VANDENBERGHE, 1978).

Op figuur 1 wordt de lithologie van de Formatie van Kortrijk te Knokke, Tielt en Kallo vergeleken met deze van de Formatie van Boom in de Rupelstreek. Men merkt hetvolgende op.

- Zowel de Formatie van Boom als de Formatie van Kortrijk hebben een zandige siltige basis die voor de berging van hoogradioactief afval niet in aanmerking komt. De dikte van deze basis bedraagt ongeveer 10 m voor de Formatie van Boom en 3 tot 4 m voor de Formatie van Kortrijk.
- Beide formaties worden gekenmerkt door de aanwezigheid van kleiige siltlaagjes. De siltlaagen van het Lid van Moen zijn, vooral te Kallo, veel dikker dan deze in de Formatie van Boom. Anderzijds bevatten de Leden van Saint-Maur (Orchies) en Aalbeke veel minder siltlaagjes dan de Formatie van Boom.
- De granulometrische samenstellingen van beide formaties werden op een textuurdriehoeksdiagram uitgezet. Voor de Formatie van Kortrijk gebeurde dit door GEETS en voor de Formatie van Boom door VANDENBERGHE (1974).

De sedimenten van het Lid van Saint-Maur hebben een kleigehalte dat schommelt tussen 50 en 75 %. De zandfractie ontbreekt meestal, behalve in het onderste deel van dit lid in Kallo, waar ze nooit 5 % overtreft. Het kleigehalte van het Lid van Moen bedraagt gewoonlijk minder dan 50 %; een zandfractie komt in sommige gevallen voor, maar haalt gewoonlijk niet meer dan 10 %. In enkele uitzonderingen kan dit tot 20 % oplopen. Het kleigehalte van het Lid van Aalbeke schommelt bijna steeds tussen 50 en 75 %. Een zandfractie is bijna steeds afwezig, in de weinige gevallen waar ze wel voorkomt bedraagt ze amper 5 %. In het typegebied van de Formatie van Boom - de Rupelstreek - schommelt het kleigehalte van het Lid van Putte tussen 35 en 65 %. Vooral de siltlaagjes bevatten een aandeel van de zandfractie (grotendeels minder dan 5 %, maar ook oplopend tot 10 en zelfs meer dan 20 %). Het kleigehalte van de Leden van Terhagen en Belsele-Waas schommelt tussen 30 en 60 %, maar is meestal kleiner dan 50 %. Het sediment bevat ook enige zandfractie, bijna altijd minder dan 5 %.



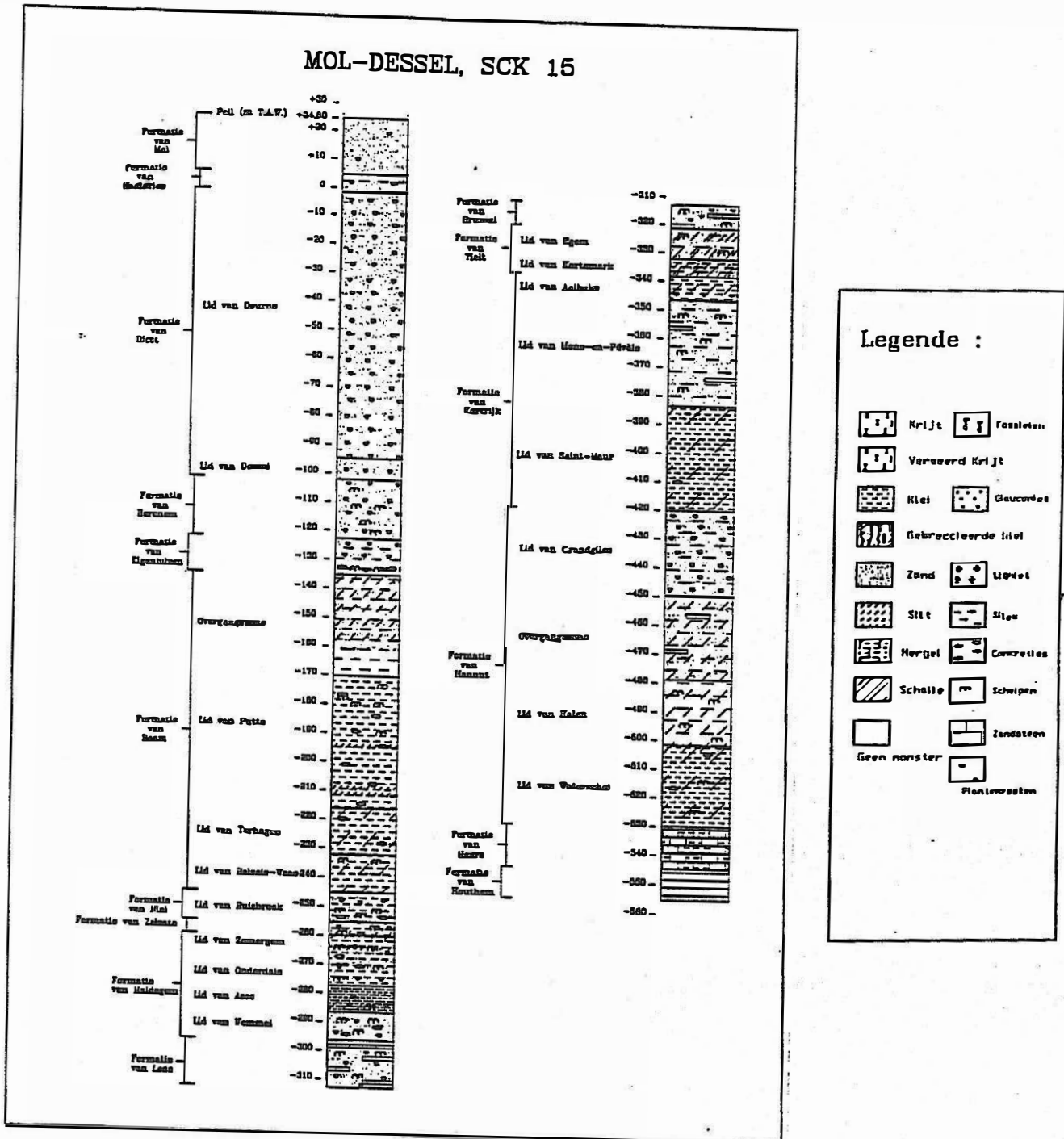
Figuur 1 - Sedimentologie van de Formatie van Kortrijk en de Formatie van Boom

4. Geologie Mol-Dessel

Uit diepe boringen te Mol (nr. SCK 15 (BGD 31W 237) en nr. Dessel-1 (BGD 31W 300)) is de geologie er goed bekend. Het bijna 300 m dikke Krijt en de onderliggende Sokkel werden verkend door de boring Frederic te Mol - Ginderbuiten (31E 197). Onder het Krijt treft men lagen van het Westfaliaan aan. Ze bestaan uit leistenen met af en toe een goed ontwikkelde zandsteenbank en steenkoollagen.

Op het boorprofiel van de boring SCK 15 (Fig. 2) onderscheidt men van onderen naar boven :

- de Formatie van Houthem, bestaande uit kalkareniet met massieve kalksteenbanken;
- de Formatie van Heers, opgebouwd uit ongeveer 14 m mergel en kleiig zand;
- de Landen Groep, ter plaatse enkel bestaande uit de Formatie van Hannut; onderaan vindt men 28 m licht silthoudende klei (Lid van Waterschei); daarop 24 m kleiige silt met versteningen (Lid van Halen), gevolgd door 28 m siltig zand met versteningen (overgangszone) en 30 m fijn zand (Lid van Grandglise);
- de Formatie van Kortrijk, heterogeen en soms zeer zandig; het onderste Lid van Saint-Maur is 36 m dik en omvat grotendeels kleiige grove silt; het sediment dat behoort tot het Lid van Moen is te Mol beter bekend onder de naam Zand van Mons-en-Pévèle; het is een 38 m dikke laag van zeer fijn- of grofsiltig zeer fijn zand; het Lid van Aalbeke is een 10 m dik pakket kleiige grove silt;
- de Formatie van Tielt met onderaan het ongeveer 9 m dikke Lid van Kortemark, bestaande uit grofsiltig fijn zand; erboven ligt 10 m zeer fijn, gelaagd zand, behorend tot het Lid van Egem;
- de Formaties van Brussel en van Lede, met 26 m zeer fijn zand met kalkzandstenen;
- de Formatie van Maldegem, bestaande uit een 9 m dik pakket fijn zand (Lid van Wemmel), een 15 m dikke kleilaag (Lid van Asse, a1), een 15 m dikke zandlaag (Lid van Onderdale, s1) en een 2 m dikke kleilaag (Lid van Zomergem, a2);
- de Formatie van Zelzate, een 3 m dikke zandlaag gevolgd door een 1 m dikke kleiige laag; deze sedimenten kunnen ook behoren tot de Formatie van Niel;
- de Formatie van Niel, opgebouwd uit een 10 m dikke zandlaag (Lid van Ruisbroek);
- de Formatie van Boom, die zich ter hoogte van de boring SCK 15 tussen 160 en 270 m diepte bevindt; de onderste 14 m van de formatie behoren tot de siltige klei van het Lid van Belsele-Waas; het centraal gedeelte met een dikte van 62 m bestaat uit overwegend homogene klei van het Lid van Putte en het Lid van Terhagen; de bovenste 34 m vormen een lithologische overgangszone bestaande uit een afwisseling van kleiige en siltige horizonten die vooral bovenaan soms sterk silthoudend zijn.



Figuur 2 - Geologische opbouw ter hoogte van Mol (boring nr. SCK 15, BGD 31W 137)

Boven de klei van de Formatie van Boom bevinden zich van onderen naar boven :

- de oligocene zeer fijn, kleiig zand en zandige tot siltige klei van de Formatie van Eigenbilzen;
- het miocene zand van de Formatie van Berchem;
- het miocene zand van de Formatie van Diest;
- het pliocene fijn en siltig zand van de Formatie van Kasterlee;
- het plio-pleistocene fijn zand van de Formatie van Mol.

5. Hydrogeologie Mol-Dessel

Uit voorgaande blijkt dat de Kempense ondergrond bestaat uit een afwisseling van zandige of doorlatende lagen en kleirijke of slecht-doorlatende lagen. In het noordoosten van België kan men boven de zeer slecht-doorlatende Ieper Groep volgende watervoerende lagen onderscheiden (WEMAERE & MARIVOET, 1995) :

- 1) de watervoerende laag in de Formaties van Brussel en van Lede en het Lid van Wemmel;
- 2) de watervoerende laag in de Leden van Berg en van Ruisbroek;
- 3) de neogene watervoerende laag die door de aanwezigheid van minder belangrijke kleilagen kan worden opgedeeld in drie subeenheden (WEMAERE & MARIVOET, 1995).

Als gevolg van laterale lithologische variaties of erosie van de tussenliggende lagen, staan sommige watervoerende lagen in bepaalde streken met elkaar in verbinding.

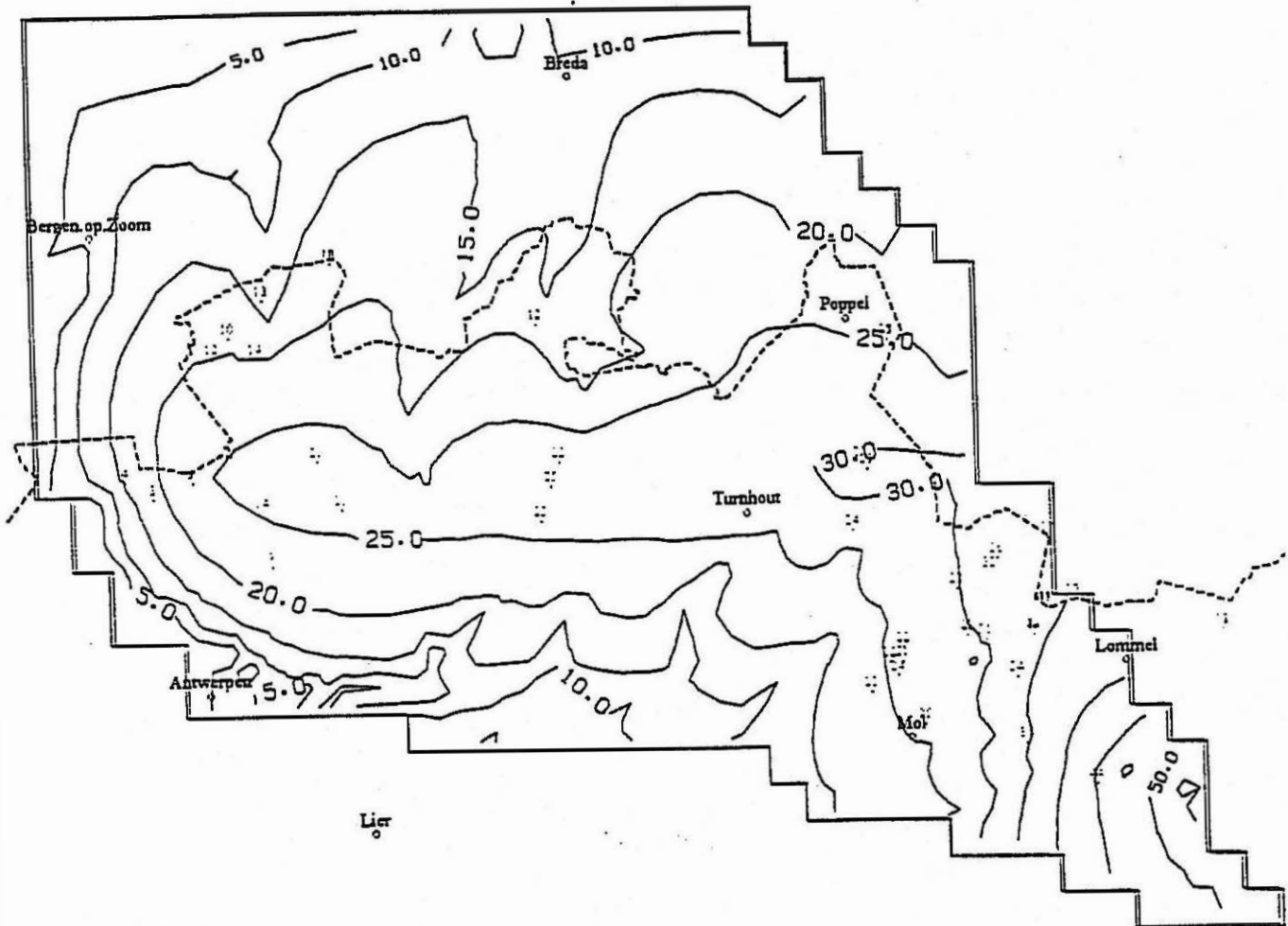
De watervoerende laag gevormd door het Lid van Ruisbroek en de watervoerende laag gevormd door het Lid van Wemmel en de Formaties van Lede en van Brussel zijn afgesloten. Het ontsluitingsgebied van beide lagen bevindt zich ongeveer 50 km ten zuiden van Mol - Dessel. Het Neogeen en het Kwartair kan men in zijn geheel als één freatische watervoerende laag beschouwen. Ze is van zeer groot belang voor de drinkwatervoorziening.

Het stijghoogtepatroon van de neogene watervoerende laag wordt sterk beïnvloed door het hydrografische net. De horizontale grondwaterstroming verloopt noordwaarts in het Maasbekken en westwaarts in het Scheldebekken. Het grondwaterstromingspatroon in de Formaties van Brasschaat, Merksplas, Mol en Poederlee en in de miocene sedimenten zijn voorgesteld respectievelijk op figuur 3 en 4. Het grondwaterstromingspatroon in het Lid van Ruisbroek is ongeveer hetzelfde als dat in de bovenliggende watervoerende laag (Fig. 5).

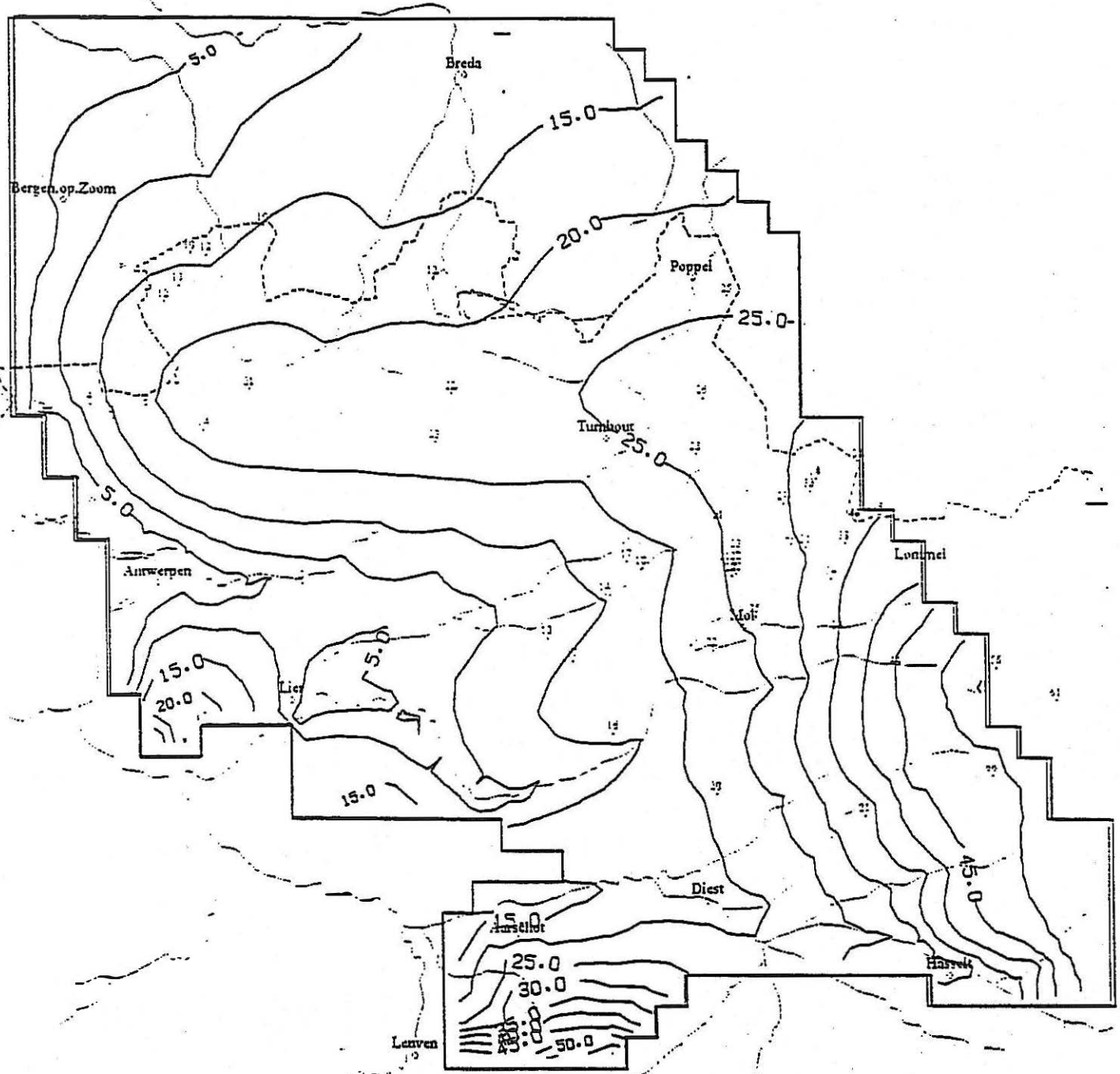
De huidige verticale grondwaterstroming door de klei van de Formatie van Boom (Fig. 6) is in het noorden en het oosten van de provincie Antwerpen voornamelijk neerwaarts en in het centrale gedeelte van de provincie opwaarts gericht.

Ten oosten van Herentals is de verticale stroming doorheen de klei van de Formatie van Maldegem opwaarts gericht, in de streek rond Herentals is ze neerwaarts gericht.

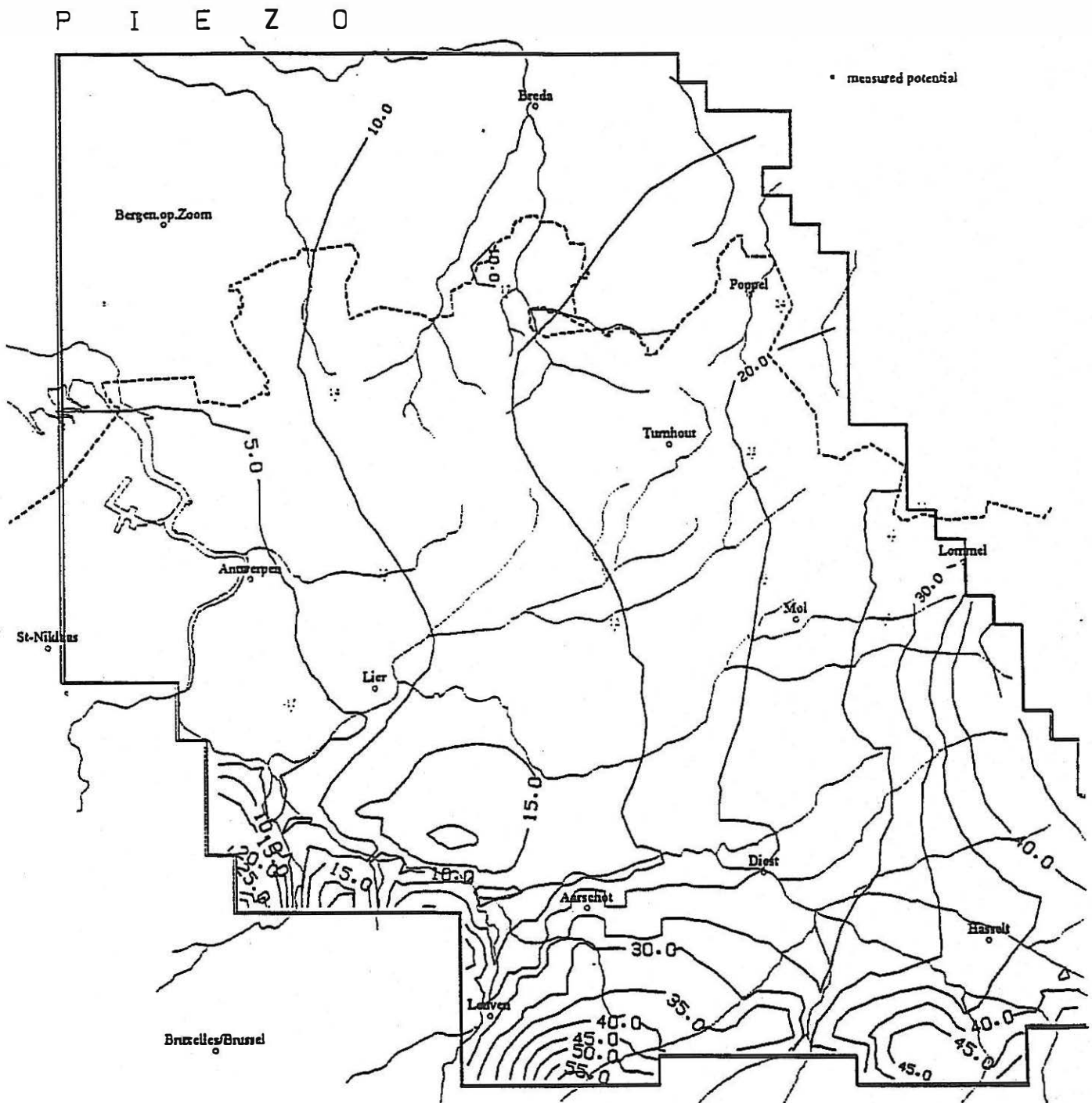
De toestand zonder grondwaterwinningen werd voor de Kempen tot op heden niet gesimuleerd.



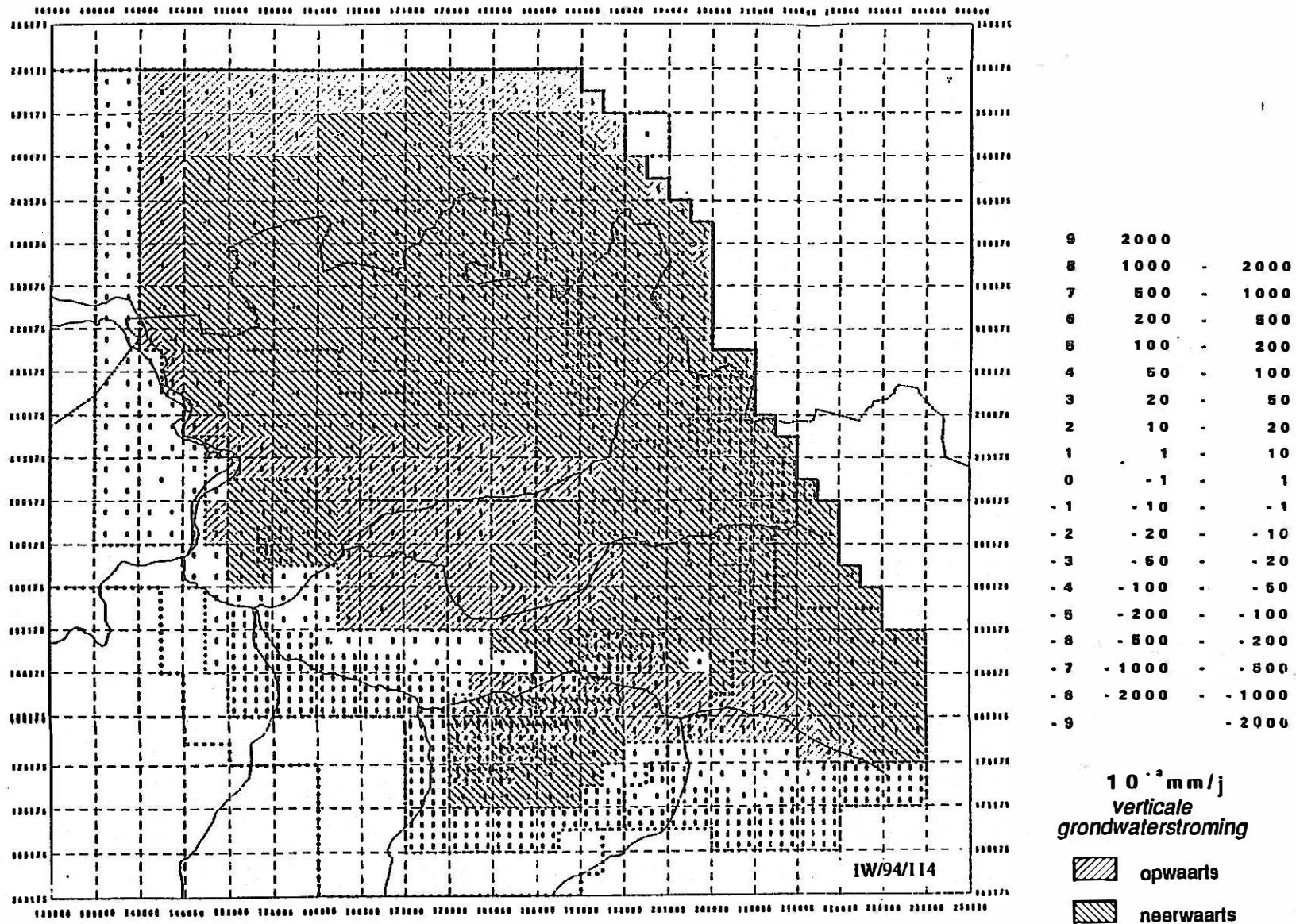
Figuur 3 - Gemodelleerde stijghoogtekaart van de zanden van de Formatie van Braschaat, Merksplas en Poederlee (WEMAERE & MARIVOET, 1995)



Figuur 4 - Gemodelleerde stijghoogtekaart van de zanden van het Mioceen (WEMAERE & MARIVOET, 1995)



Figuur 5 - Gemodelleerde stijghoogtekaart van het zand van het Lid van Ruisbroek (WEMAERE & MARIVOET, 1995)



Figuur 6 - Snelheid van de verticale grondwaterstroming (in mm/jaar) doorheen de klei van de Formatie van Boom (WEMAERE & MARIVOET, 1995)

6. Evaluatie

Door jarenlang onderzoek is veel informatie over de Formatie van Boom in de Kempense ondergrond beschikbaar. Dit contrasteert sterk met de kennis van de Formatie van Kortrijk in de gebieden die op basis van sedimentologie en geometrie in aanmerking komen voor verder onderzoek (gebieden Knokke, Sint-Laureins - Assenede en Sint-Niklaas - Beveren (DE SMET et al., 1996)). Niettemin is het interessant om in dit stadium de verzamelde gegevens betreffende de Formatie van Kortrijk te vergelijken met de resultaten van het onderzoek over de Formatie van Boom te Mol-Dessel.

Daar de homogeniteit en het kleigehalte van de Formatie van Kortrijk afnemen naar het oosten van het land toe, worden de kenmerken van de Formatie van Boom te Mol - Dessel vergeleken met de kenmerken van de Formatie van Kortrijk in de gebieden Knokke en Sint-Laureins - Assenede (Tab. 1) enerzijds en met deze in het gebied Sint-Niklaas - Beveren anderzijds (Tab. 2). Men kan de volgende besluiten trekken .

6.1 Geometrie

De Formatie van Kortrijk is in de gebieden Knokke en Sint-Laureins - Assenede ongeveer 140 m dik; het onderste zeer homogene gedeelte bereikt meer dan 100 m dikte; de top van deze laag bevindt zich in het noorden van het gebied Sint-Laureins - Assenede waarschijnlijk dieper dan 200 m en in Knokke op ongeveer 180 m. In het gebied Sint-Niklaas - Beveren is de Formatie van Kortrijk dikker dan 100 m, behalve in de strook Lillo - 's Gravenwezel; de top van de Formatie van Kortrijk bevindt zich in het gebied op een peil dat daalt van -170 in het zuidwesten naar -420 in het noordoosten. Het geheel van de Formatie van Boom en de bovenliggende overgangszone is ter hoogte van Mol - Dessel 110 m dik; het centrale homogene gedeelte is er 62 m dik; de top van de overgangszone bevindt zich op een diepte van 160 m.

6.2 Lithologie - Sedimentologie

De Formatie van Boom bevat in Mol veel silt in het top- en basisgedeelte; de Formatie van Kortrijk is homogeen in de gebieden Knokke en Sint-Laureins - Assenede, de homogeniteit neemt af naar het oosten toe; ter hoogte van Kallo bestaat de middenste eenheid uit overwegend kleiige silt (Fig. 7).

De onderste meer dan 100 m dikke homogene kleilaag in de gebieden Knokke en Sint-Laureins - Assenede bevat enigszins meer kleifractie dan het centrale 62 m dikke homogene gedeelte van de Formatie van Boom te Mol. Het middenste 44 m dikke heterogene gedeelte van de Formatie van Kortrijk te Kallo bevat minder klei dan de homogene kleilaag in Mol; de onderste 25 m van de Formatie van Kortrijk is er wel kleiiger dan de Formatie van Boom.

De Formatie van Boom bevat steeds een kleine zandfractie in tegenstelling tot de Formatie van Kortrijk waarin deze meestal ontbreekt; wel treft men op bepaalde niveaus in de Formatie van Kortrijk te Kallo een zandfractie (meestal minder dan 5 %) aan. De kleiige siltlagen in het heterogene middengedeelte van de Formatie van Kortrijk te Kallo zijn dikker dan deze in de Formatie van Boom te Mol; de homogene gedeeltes van de Formatie van Kortrijk daarentegen, bevatten in de drie gebieden veel minder siltlagen dan de Formatie van Boom. De zandige siltige basis van de Formatie van Kortrijk is dunner dan deze van de Formatie van Boom.

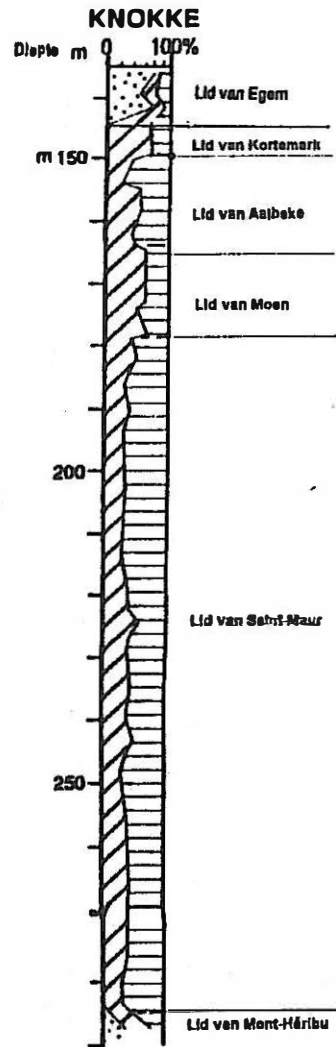
	Formatie van Kortrijk Gebied Sint-Laureins - Assenede	Formatie van Boom te Mol - Dessel
informatie	door extrapolatie	door onderzoek ter plaatse
dikte	> 140 m	110 m
dikte meest kleilig gedeelte	> 100 m	62 m
diepte top	> 140 m	160 m
diepte top homogeen gedeelte	> 200 m	195 m
percentage klei		20 - 54
percentage klei in meest kleilig gedeelte	45 - 75	38 - 68
percentage zand	geen	gemiddeld 3 tot 5,50
homogeniteit	- dunne siltige basis - heterogeen in de topzone - homogeen in meest kleilig gedeelte	- siltige top en basis - aanwezigheid van siltige lagen, ook in het meest kleilig gedeelte
doorlatendheid	- uiterst slecht-doorlatend - niet absoluut bepaald - $7,3 \cdot 10^{-11}$ m/s (matematisch model)	- uiterst slecht-doorlatend - $3 \cdot 10^{-12}$ m/s (laboratoriumtesten) - $5 \cdot 10^{-10}$ m/s (matematisch model)
belangrijkste kleimineralen	veruit smectiet	illiet, smectiet, chloriet
percentage organisch koolstof	relatief laag	1 - 5
kleitectoniek	- breuken, diaklazen, golvingen - waargenomen in noordzegebied en in West-Vlaanderen	- kleidiapiren (vb. Kennedytunnel) - minder uitgesproken dan in Formatie van Kortrijk
percentage klei tot aan de top van het Krijt	60	29
aangrenzende watervoerende lagen	- boven : Lid van Egem - onder : Formatie van Tienen	- boven : Neogeen - onder : Lid van Ruisbroek
epicentra	geen	geen
maximaal te verwachten in- tensiteit (MSK)	V tot VI	IV tot V
breuken in de omgeving	in het oosten van het gebied (Massief van Brabant - Sokkel)	8,5 km ten oosten van Mol : Breuk van Rauw (Formatie van Mol)

Tabel 1 - Vergelijking van de Formatie van Kortrijk in het gebied Sint-Laureins - Assenede met de Formatie van Boom te Mol - Dessel

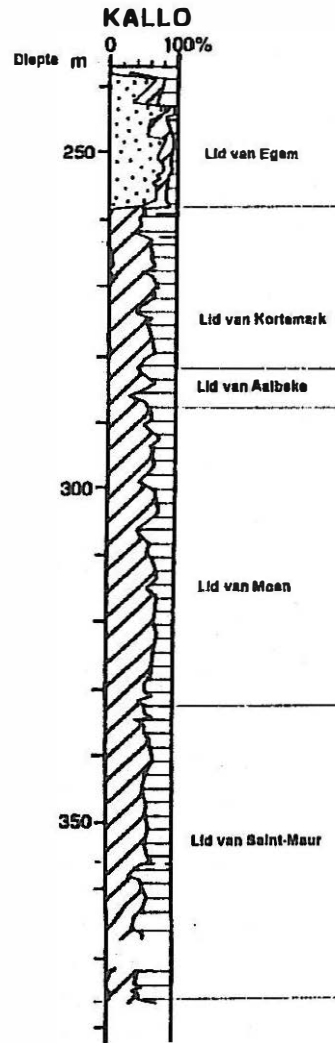
	Formatie van Kortrijk Doel	Formatie van Boom te Mol - Dessel
informatie	door extrapolatie	door onderzoek ter plaatse
dikte	90 tot 100	110 m
dikte meest kleilig gedeelte	ongeveer 50	62 m
diepte top	> 300 m	160 m
diepte top homogeen gedeelte	360 tot 400	195 m
percentage klei		20 - 54
percentage klei in meest kleilig gedeelte	40 - 70	38 - 68
percentage zand	< 5 %	gemiddeld 3 tot 5,50
homogeniteit	- dunne siltige basis - bovenaan heterogeen - onderaan homogeen	- siltige top en basis - aanwezigheid van siltige lagen, ook in het meest kleilig gedeelte
percentage klei tot aan de top van het Krijt	50 tot 60	29
aangrenzende watervoerende lagen	- boven : Lid van Egem - onder : Formatie van Tienen	- boven : Neogeen - onder : Lid van Ruistbroek
epicentra	geen	geen
maximaal te verwachten in- tensiteit (MSK)	V tot VI	IV tot V
breuken in de omgeving	in het oosten van het gebied (Massief van Brabant - Sokkel)	8,5 km ten oosten van Mol : Breuk van Rauw (Formatie van Mol)

Tabel 2 - Vergelijking van de Formatie van Kortrijk te Doel met de Formatie van Boom te Mol - Dessel

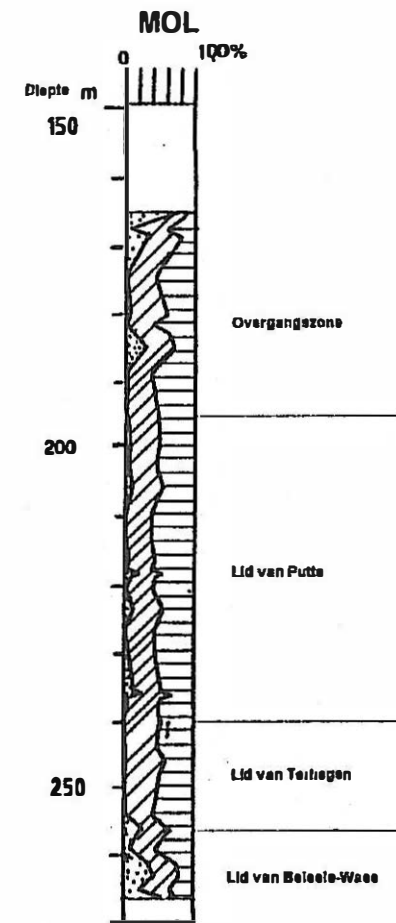
FORMATIE VAN KORTRIJK



FORMATIE VAN KORTRIJK



FORMATIE VAN BOOM



Figuur 7 - Vergelijking van de korrelgrootteverdeling van de Formatie van Kortrijk te Knokke en Kallo met de korrelgrootteverdeling van de Formatie van Boom te Mol

6.3 Kleitectoniek

Kleitectonische vervormingen komen niet alleen voor in de Formatie van Kortrijk maar ook in de klei van de Formatie van Boom; door zijn grotere dikte en homogeniteit zijn de vervormingen in de Formatie van Kortrijk echter meer uitgesproken (HENRIET et al., 1991).

6.4 Mineralogie

De Formatie van Kortrijk heeft een hoger smectietgehalte dan de Formatie van Boom; smectiet bezit een hoge kationuitwisselingscapaciteit.

6.5 Chemische samenstelling

De Formatie van Boom bevat meer organisch materiaal; organisch koolstof kan gemobiliseerd uranium binden (DE PUTTER & CHARLET, 1994).

6.6 Hydrogeologie

De geschiktheid voor berging hangt niet alleen af van de lithologische en geometrische kenmerken van de kleilaag maar ook van de doorlatendheid van de boven- en onderliggende lagen. De Formatie van Kortrijk en de Formatie van Boom zijn uiterst slecht-doorlatend. Op lange termijn zal water uit de mogelijke gastlaag zeer traag in de aangrenzende watervoerende lagen terechtkomen. Eventuele verspreiding van radionucliden zal sneller verlopen naarmate de doorlatendheid van het aangrenzende sediment toeneemt. De hoeveelheid zand speelt hierbij een belangrijke rol.

Boven en onder de Formatie van Kortrijk zijn in de afgebakende gebieden watervoerende en slecht-doorlatende lagen aanwezig. In de gebieden Knokke en Sint-Laureins - Assenede vindt men onder de Formatie van Kortrijk zand van de Landen Groep. Boven de top van het Krijt zijn ongeveer 60 % van de sedimenten er hoofdzakelijk kleiig. In het gebied Sint-Niklaas - Beveren komt er onder de Formatie van Kortrijk eveneens zand van de Landen Groep voor. Dit wordt echter van de onderliggende Krijtsedimenten gescheiden door silt en klei van de Landen Groep. Boven de top van het Krijt zijn 50 tot 60 % van de sedimenten hoofdzakelijk kleiig.

Deze hydrogeologische opbouw verschilt van deze ter hoogte van de nucleaire zone te Mol - Dessel, waar er boven de potentiële bergingslaag van de Formatie van Boom geen slecht-doorlatende lagen aanwezig zijn. Onmiddellijk onder de klei van de Formatie van Boom liggen watervoerende lagen in de zanden van de Formaties van Niel (Lid van Ruisbroek) en Zelzate (Lid van Bassevelde, s3). Hieronder komt de slecht-doorlatende Formatie van Maldegem voor. Onder de Formatie van Maldegem vindt men een afwisseling van kleiige en zandige lagen. Daarop volgen Krijtsedimenten. Van de sedimenten, gelegen boven de top van het Krijt, zijn er 29 % hoofdzakelijk kleiig.

Boven en onder de uiterst slecht-doorlatende klei van zowel de Formatie van Kortrijk als de Formatie van Boom komen watervoerende lagen voor. Onder de Formatie van Kortrijk komen watervoerende lagen in de Landen Groep en de Sokkel voor. Beide zijn in het zuiden van West- en Oost-Vlaanderen belangrijk voor de grondwaterwinning. Boven de Formatie van Kortrijk komt de watervoerende laag in het Lid van Egem, dat vooral van regionaal belang is

voor de grondwatervoorziening, voor. De klei van het Lid van Merelbeke en de silt van het Lid van Pittem scheiden deze laag van de watervoerende laag gevormd door het Lid van Wommel, de Zenne Groep en het Lid van Vlierzele die in het noorden van West- en Oost-Vlaanderen een belangrijke rol speelt in de grondwatervoorziening. Boven de Formatie van Boom komt de neogene watervoerende laag, één van de belangrijkste watervoerende lagen van het land, voor.

In de huidige omstandigheden is de verticale grondwaterstroming in de klei van de Formatie van Kortrijk neerwaarts gericht. Sokkel en Landen Groep worden doorheen de klei van de Formatie van Kortrijk gevoed. De horizontale grondwaterstroming in Sokkel en Landen groep is naar het zuidwesten gericht.

In natuurlijke omstandigheden stroomt het grondwater in de afgebakende gebieden van de Formatie van Kortrijk voornamelijk opwaarts, waardoor grondwater uit de Formatie van Kortrijk in de bovenliggende watervoerende lagen terecht komt. In deze lagen was de horizontale grondwaterstroming naar het noordwesten gericht.

In de neogene watervoerende laag verloopt de horizontale grondwaterstroming noordwaarts in het Maasbekken en westwaarts in het Scheldebekken. De verticale stroming doorheen de klei van de Formatie van Boom is in het noorden en het oosten van de provincie Antwerpen voornamelijk neerwaarts en in het centrale gedeelte van de provincie opwaarts gericht.

6.7 Structurele geologie

In het oosten van het gebied Sint-Laureins - Assenede en in het uiterste oosten van het gebied Sint-Niklaas - Beveren bevinden er zich breuken in het Massief van Brabant (DE VOS et al., 1993). Het Massief van Brabant heeft een belangrijke seismotectonische activiteit. Van epicentra in het verleden is ter hoogte van deze gebieden niets geweten. De maximaal te verwachten intensiteit bedraagt er V tot VI.

Ten oosten van de lijn Genk-Tilburg werden talrijke discontinuïteiten in de Paleozoïsche Sokkel en de bovenliggende sedimenten vastgesteld. Ze zijn ZZO-NNW gericht en passen in het breukensysteem waarvan de Peelhorst en de Roermondslenk deel uitmaken. De Breuk van Rauw, 8,5 km ten oosten van Mol, vertoont een spronghoogte van 25 m wat duidelijk aantoonbaar is door middel van een lignietbank. De Breuk van Poppeel bevindt zich op 6 km ten oosten van Mol. Beide breuken staan op de nieuwe Geologische Kaart (kaartblad Mol) aangeduid als breuken die tot aan het oppervlak reiken of die bijna tot aan het oppervlak te volgen zijn. Het oosten van België, waar zich vooral in het drielandenpunt belangrijke aardbevingen voordeden, is seismologisch het meest actief. In de omgeving van Mol werd geen enkel epicentrum geregistreerd. Ook in oude geschiedkundige documenten (vanaf de Middeleeuwen) werd hieromtrent niets teruggevonden. In de laatste twee eeuwen werden slechts schokken met een intensiteit van minder dan of gelijk aan IV (MSK-schaal) in de beschouwde zone waargenomen.

7. Besluit

Bij vergelijking van de beschikbare lithologische kenmerken van de Formatie van Kortrijk met deze van de Formatie van Boom te Mol - Dessel, blijkt dat de lithologische kenmerken van de Formatie van Kortrijk in het gebied Knokke en Sint-Laureins - Assenede waarschijnlijk gunstiger zijn dan deze van de Formatie van Boom te Mol. Siltlagen in het middenste Lid van Moen (vb. te Kallo) doen de geschiktheid van de Formatie van Kortrijk echter afnemen naar het oosten toe. Kleitectonische vervormingen zijn veel minder uitgesproken in de Formatie van Boom. De ondergrond van Mol-Dessel bevat veel meer zandige lagen dan in de drie gebieden afgebakend voor verder onderzoek van de Formatie van Kortrijk. Boven de Formatie van Boom komen uitsluitend zandige lagen voor, die belangrijk zijn voor de drinkwatervoorziening. Geen van de gebieden wordt gekenmerkt door seismologische activiteit. Op 8,5 km afstand van Mol - Dessel bevindt zich de Breuk van Rauw, op 6 km afstand de Breuk van Poppel. Het oosten van het gebied Sint-Laureins - Assenede en het oosten van het gebied Sint-Niklaas - Beveren vertonen breuken in de sokkel.

REFERENTIES

DE PUTTER, T. & CHARLET, J.-M. (1994). *Natuurlijke analogieën in klei - een bibliografische synthese*, 183 p. - Brussel : NIRAS.

DE SMET, D., OLIVIER, I. & DE BREUCK, W. (1996). *Inventarisatie van de kernis van de Ieperiaanklei in functie van onderzoek naar diepe berging voor hoogradioactief afval* - Gent: Laboratorium voor Toegepaste Geologie en Hydrogeologie (RUG), 216p. (eindverslag).

DE VOS, W., VERNIERS, J. HERBOSCH, A. & VANGUESTAINE, M. (1993). A new geological map of the Brabant Massif, Belgium. *Geol. Mag.* **130**, 605-611.

HELDENS, P. (1983). *Een seismische studie van de Klei van Boom en de Klei van Ieper*, 237 p. - Gent : RUG (doctoraatsthesis).

HENRIET, J.P., DE BATIST, M. & VERSCHUREN, M. (1991). Early fracturing of Paleogene clays, southernmost North Sea : relevance to mechanisms of primary hydrocarbon migration. In : *Generation, accumulation and production of Europe's hydrocarbons* (ed. A.M. Spencer) - Oxford : Special Publication of the European Association of Petroleum Geoscientists 1, 217-227. Oxford University Press.

LAGA, P. (1966). Kleidiapir in de uitgraving voor de spoorwegtunnel van de E3-weg op de rechteroever te Antwerpen. *Ingenieursbl.* **35**, 552-553.

VANDENBERGHE, N. (1974). *Een sedimentologische studie van de Boomse Klei*, 187 p. - Leuven : KUL (doctoraatsthesis).

VANDENBERGHE, N. (1978). Sedimentology of the Boom Clay (Rupelian) in Belgium. *Verh. Kon. Ac. Wet., Let. Sch. Kunst. Belg.* **147**. (jaargang XL).

WEMAERE, I. & MARIVOET, J. (1995). *Updated regional hydrogeological model for the Mol site (The north+eastern Belgium model). Geological disposal of conditioned high-level and long lived radioactive waste*, 72 p. Brussel : NIRAS/ONDRAF (R-3060).