

rijksuniversiteit gent

laboratorium voor
toegepaste geologie
en hydrogeologie



LTG

geologisch instituut S8
krijgslaan 281
B-9000 gent

telefoon 091-22.57.15

85/43

**KWETSBAARHEIDSKAART
VAN HET GRONDWATER
PROVINCIE OOST-VLAANDEREN
VERKLARENDE NOTA**

LTG

geologisch instituut S8
krijgslaan 281
B-9000 gent

telefoon 091-22.57.15

OPDRACHTGEVER :

**Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap
Administratie Ruimtelijke Ordening en
Leefmilieu - Bestuur Leefmilieu
Dienst Water- en Bodembeleid**

Leiding en coördinatie :

Prof. Dr. W. DE BREUCK

Uitwerking : Lic. E. VAN DYCK

met medewerking van : Lic. M. STEYAERT

Onderzoek nr. : TGO 85/43

Datum : september 1987

INHOUD

1. Inleiding	1
2. De kwetsbaarheid van het grondwater	2
3. De kartering van de kwetsbaarheid van het grondwater in het Vlaamse Gewest	3
4. De graden van kwetsbaarheid	5
4.1. De watervoerende laag	5
4.2. De deklaag	5
4.3. De onverzadigde zone	6
4.4. De kwetsbaarheidsschaal	6
5. Reliëf en hydrografie	10
6. Geologie en hydrogeologie	17
6.1. Stratigrafische tabel en hydrogeologische kenmerken	17
6.2. Lithostratigrafische kaart	19
6.3. Lithostratigrafische doorsnede	21
7. De kwetsbaarheidskaart van het grondwater	24
7.1. Zeer kwetsbaar	24
7.2. Matig kwetsbaar	26
7.3. Weinig kwetsbaar	27
8. Geraadpleegde werken	30

1. INLEIDING

Het grondwater is een kostbare grondstof. De verontreiniging ervan kan moeilijk, en soms zelfs niet, ongedaan worden gemaakt. Het risico van verontreiniging hangt af van tal van factoren, die samen de kwetsbaarheid van het grondwater bepalen. Het is duidelijk dat voor de bescherming van het grondwater de kennis van de kwetsbaarheid van het grootste belang is.

Een kaart die de kwetsbaarheid van het grondwater aangeeft, vormt dan ook een basisdocument voor degenen die betrokken zijn bij het beheer van de grondwatervoorraden of die verantwoordelijk zijn voor de ruimtelijke ordening en het leefmilieu. De nauwkeurigheid en de betrouwbaarheid van dergelijke kaarten hangt af van de hoeveelheid en de aard van de gegevens waarmee ze worden samengesteld.

Op initiatief van de Provinciale Grondwaterkommissie van Limburg en de Nationale Maatschappij der Waterleidingen (NMW) en op voorstel van de Administratie voor Ruimtelijke Ordening en Leefmilieu (AROL) werd door de Minister van de Vlaamse Gemeenschap beslist over te gaan tot de kartering van de kwetsbaarheid van het grondwater in de bovenste watervoerende laag. Deze kartering diende te worden uitgevoerd per provincie op schaal 1 : 100.000 in het ganse Vlaamse Gewest.

Als watervoerende laag wordt beschouwd de verzadigde zone van een formatie die een dikte en een uitbreiding heeft die voldoende groot zijn om er op een economisch verantwoorde wijze water uit te winnen. Voor de kaart is hiervoor een debiet van minstens 4 m³ per uur aangenomen. Er is ook rekening gehouden met de natuurlijke verzilting van het grondwater, waar dat zich in belangrijke mate voordoet.

2. DE KWETSBAARHEID VAN HET GRONDWATER

De kwetsbaarheid van het grondwater wordt bepaald door tal van factoren van statische en dynamische aard. Deze omvatten o.m. :

- de omvang en de aard van de watervoerende laag en van de deklaag
- de hydraulische parameters van de formaties
- de grondwatertoestand in natuurlijke en in kunstmatige omstandigheden
- de wisselwerking tussen aangrenzende formaties
- de aard en de omvang van de verontreiniging.

Bij de verontreiniging dient men met de volgende aspecten rekening te houden :

- de invoer, dit wil zeggen het doorstromen, vooral in verticale richting, van de verontreinigende stoffen, meegevoerd door insijpelend water, of van verontreinigende vloeistoffen vanaf het oppervlak tot in de verzadigde zone doorheen de bodem en de onverzadigde zone
- de verspreiding van de verontreiniging, door stroming van verontreinigd water onder de heersende hydrogeologische omstandigheden
- het voortbestaan van de verontreiniging na het verdwijnen van de verontreinigingsbron rekening houdend met de voeding en de aard van de formaties en de aard van de verontreinigende stof
- de wisselwerking tussen de verontreinigende stof en de formatie.

3. DE KARTERING VAN DE KWETSBAARHEID VAN HET GRONDWATER IN HET VLAAMSE GEWEST

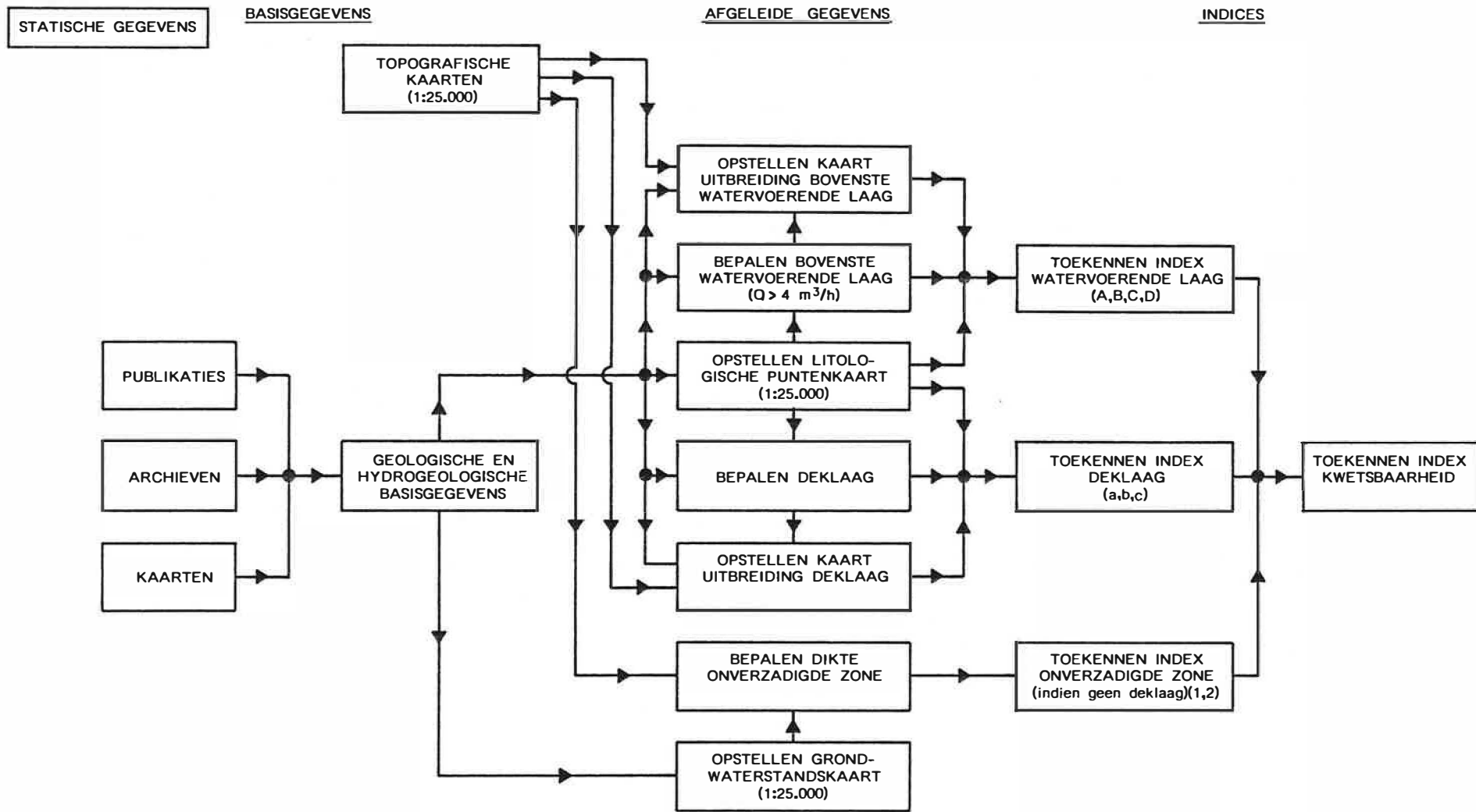
Rekening houdend met de middelen en de tijd werd geopteerd voor een kaart op schaal 1 : 100.000, die steunt op een aantal statische factoren. Deze zijn de omvang en de aard van de watervoerende lagen en van de deklagen, en de hydraulische parameters, waaronder vooral de aard en de waarde van de doorlatendheid. In dat opzicht leunt de kaart sterk aan bij degene, die door het Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM) in Frankrijk werd opgesteld.

De kaart van de kwetsbaarheid van het grondwater van het Vlaamse Gewest kan worden gedefiniëerd als een kaart van de risikograad van verontreiniging van het grondwater in de bovenste watervoerende laag door stoffen, die vanop de bodem in de grond dringen, enkel rekening houdend met statische parameters.

Deze kaart kan later als basis dienen voor een meer gedetailleerde kaart, waarin ook dynamische factoren worden opgenomen. Waar echter de bovenste winbare watervoerende laag natuurlijk verzilt is (groter dan 1500 ppm), is dit wel aangegeven.

De huidige kaart heeft tot doel de gebruiker een globaal beeld te verschaffen met het oog op een regionale planning. Voor de evaluatie van ingrepen die een verontreiniging kunnen veroorzaken, geldt deze kaart als een richtlijn voor de uitvoering van de nodige studies terzake.

De gebruikte werkwijze voor de opstelling van de kaart is op fig. 1 weergegeven.



DYNAMISCHE GEGEVENS *

HYDROCHEMISCHE GEGEVENS *

* Bij detailstudies moeten ook deze gegevens in aanmerking worden genomen

Fig. 1 - Werkwijze voor de opstelling van de kwetsbaarheidskaart van het grondwater

4. DE GRADEN VAN KWETSBAARHEID

Rekening houdend met de schaal 1 : 100.000 steunt de kwetsbaarheidsschaal op drie factoren : de watervoerende laag, de deklaag en de onverzadigde zone.

4.1. DE WATERVOERENDE LAAG

Bepalend bij de indeling van de watervoerende lagen zijn de aard van het gesteente, de doorlatendheid en de wijze waarop de verontreiniging zich gedraagt.

Men onderscheidt :

- A - krijt, kalksteen, zandsteen, mergel
- B - grind
- C - zand
- D - leemhoudend zand, kleihoudend zand.

4.2. DE DEKLAAG

Als deklaag wordt beschouwd, de laag die boven de watervoerende laag voorkomt. Rekening houdend met de uitgraving voor bouwwerken, kanalen, grachten en andere moet de deklaag minstens 5 m dik zijn om voldoende bescherming te bieden.

Wanneer deze minder dan 5 m dik is, veronderstelt men dat een deklaag ontbreekt. Een zandige formatie wordt niet als beschermende deklaag beschouwd.

Bij de indeling van de deklagen zijn de aard van het gesteente, de dikte en de hydraulische weerstand bepalend.

Men onderscheidt :

- a - geen deklaag (minder dan 5 m en/of zandig)
- b - een lemige deklaag
- c - een kleiige deklaag

4.3. DE ONVERZADIGDE ZONE

Bij afwezigheid van een deklaag houdt men rekening met de onverzadigde zone ter bescherming van het grondwater.

Bij de indeling van de onverzadigde zone is de dikte bepalend.

Men onderscheidt :

- 1 - 10 m of minder dan 10 m dikte
- 2 - meer dan 10 m dikte.

4.4. DE KWETSBAARHEIDSSCHAAL

Op grond van de bovengenoemde factoren is een kwetsbaarheids-schaal opgesteld. Deze is als volgt :

UITERST KWETSBAAR (Rood op kaart)

- A.a.1. : Krijt, kalksteen, zandsteen, mergel, zonder deklaag, met een onverzadigde zone van 10 m of minder dan 10 m.
- B.a.1. : Grind, zonder deklaag, met een onverzadigde zone van 10 m of minder dan 10 m.

ZEER KWETSBAAR (Oranje op kaart)

- A.a.2. : Krijt, kalksteen, zandsteen, mergel, zonder deklaag, met een onverzadigde zone van meer dan 10 m.
- B.a.2. : Grind, zonder deklaag, met een onverzadigde zone van meer dan 10 m
- C.a.1. : Zand, zonder deklaag, met een onverzadigde zone van 10 m of minder dan 10 m

KWETSBAAR (Geel op kaart)

- A.b. : Krijt, kalksteen, zandsteen, mergel, met een lemige deklaag
- B.b. : Grind, met een lemige deklaag
- C.a.2. : Zand, zonder deklaag, met een onverzadigde zone van meer dan 10 m

MATIG KWETSBAAR (Lichtgroen op kaart)

- A.c. : Krijt, kalksteen, zandsteen, mergel, met een kleiige deklaag
- B.c. : Grind met een kleiige deklaag
- C.b. : Zand met een lemige deklaag
- D.a.1. : Leemhoudend of kleihoudend zand zonder deklaag met een onverzadigde zone van 10 m of minder dan 10 m.
- D.a.2. : Leemhoudend of kleihoudend zand zonder deklaag met een onverzadigde zone van meer dan 10 m.

WEINIG KWETSBAAR (Donkergroen op kaart)

- C.c. : Zand met een kleiige deklaag
- D.b. : Leemhoudend of kleihoudend zand met een lemige deklaag
- D.c. : Leemhoudend of kleihoudend zand met een kleiige deklaag.







Op figuur 2 worden de vijf kwetsbaarheidsschalen visueel voorgesteld.

Opmerkingen :

- Zones met een gebrek aan voldoende gegevens om de kwetsbaarheidsgraad op ondubbelzinnige wijze aan te duiden zijn op de kaart aangegeven door een arcering, waarbij de meest waarschijnlijke interpretatie aangegeven wordt door de

kleur van de band.

- Zones waarin een snelle afwisseling van kwetsbaarheidsgraden voorkomt, zijn op de kaart aangegeven door middel van een bandenpatroon van twee kleuren.
- De gebieden met natuurlijke verzilting in de bovenste winbare watervoerende laag zijn aangeduid met een puntenraster.

- LEGENDE**
-  KLEIIGE DEKLAAG
 -  LEMIGE DEKLAAG
 -  KLEIIGE OF LEMIGE DEKLAAG
 -  KRIJTT-KALKSTEEN
 -  GRIND
 -  ZAND
 -  LEEM- OF KLEI- HOUDEND ZAND
 -  VERZADIGD

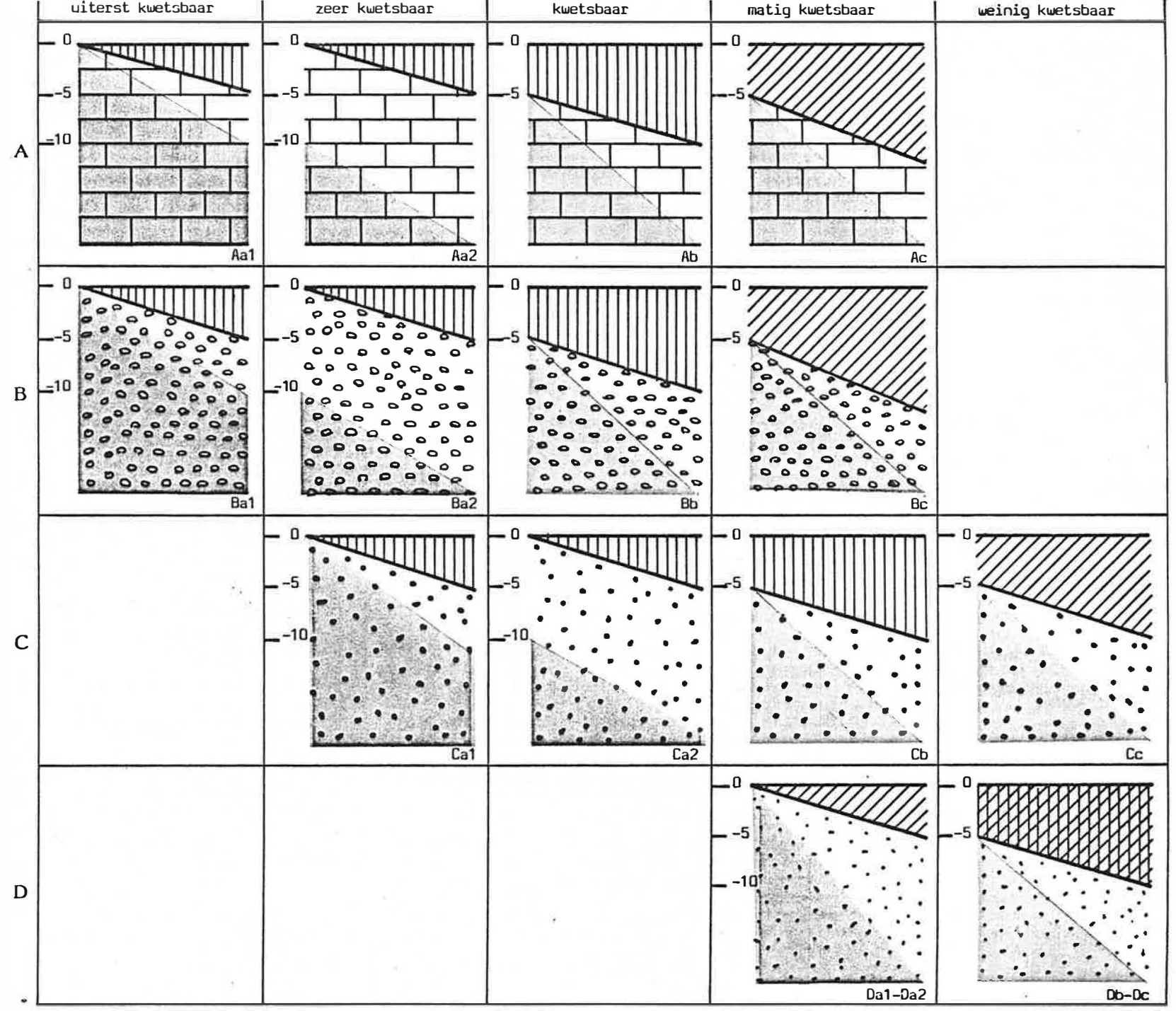


Fig. 2 - Schematische voorstelling van de kwetsbaarheidsgraden

5. RELIEF EN HYDROGRAFIE

De provincie Oost-Vlaanderen maakt deel uit van de laagvlakte die zich uitstrekt over de noordelijke helft van België, en die historisch en landschappelijk Binnen-Vlaanderen wordt genoemd. De provincie wordt in het noorden begrensd door Nederland, in het oosten door de provincies Antwerpen en Brabant, in het zuiden door de provincie Henegouwen en in het westen door de provincie West-Vlaanderen. De totale oppervlakte beslaat nagenoeg 298.200 ha verdeeld over 65 gemeenten.

Het reliëf in Oost-Vlaanderen kwam tot stand onder invloed van opeenvolgende insnijdingsfasen en akkumulatiefasen gebonden aan de kwartaire klimaatschommelingen. Tijdens de fasen van afzetting werden alluvia en grintrijke afbraakmaterialen in de dalbodems afgezet die bij een volgende insnijdingsfase bewaard bleven als interfluviumterrassen of dalwandterrassen. Naarmate de insnijding vorderde, paste het reliëf zich meer en meer aan de lithologische structuur van het substraat aan. Door de noordwaartse helling van de tertiaire lagen en door hun afwisselende erosiegevoeligheid ontstonden cuesta's met het front naar het zuiden toe gericht en een rivierennet met consequente hoofddalen en subsequente en obsequente zijdalen. Het resulterende landschap werd tijdens de laatste ijstijd bedekt met niveo-eolische sedimenten. Het grovere, zandige materiaal werd hierbij eerst afgezet en het fijnere, lemige materiaal werd als loess afgezet in het zuiden van Oost-Vlaanderen.

Het topografisch oppervlak van Oost-Vlaanderen vertoont thans veel variaties. De hoogteligging neemt regelmatig toe van het

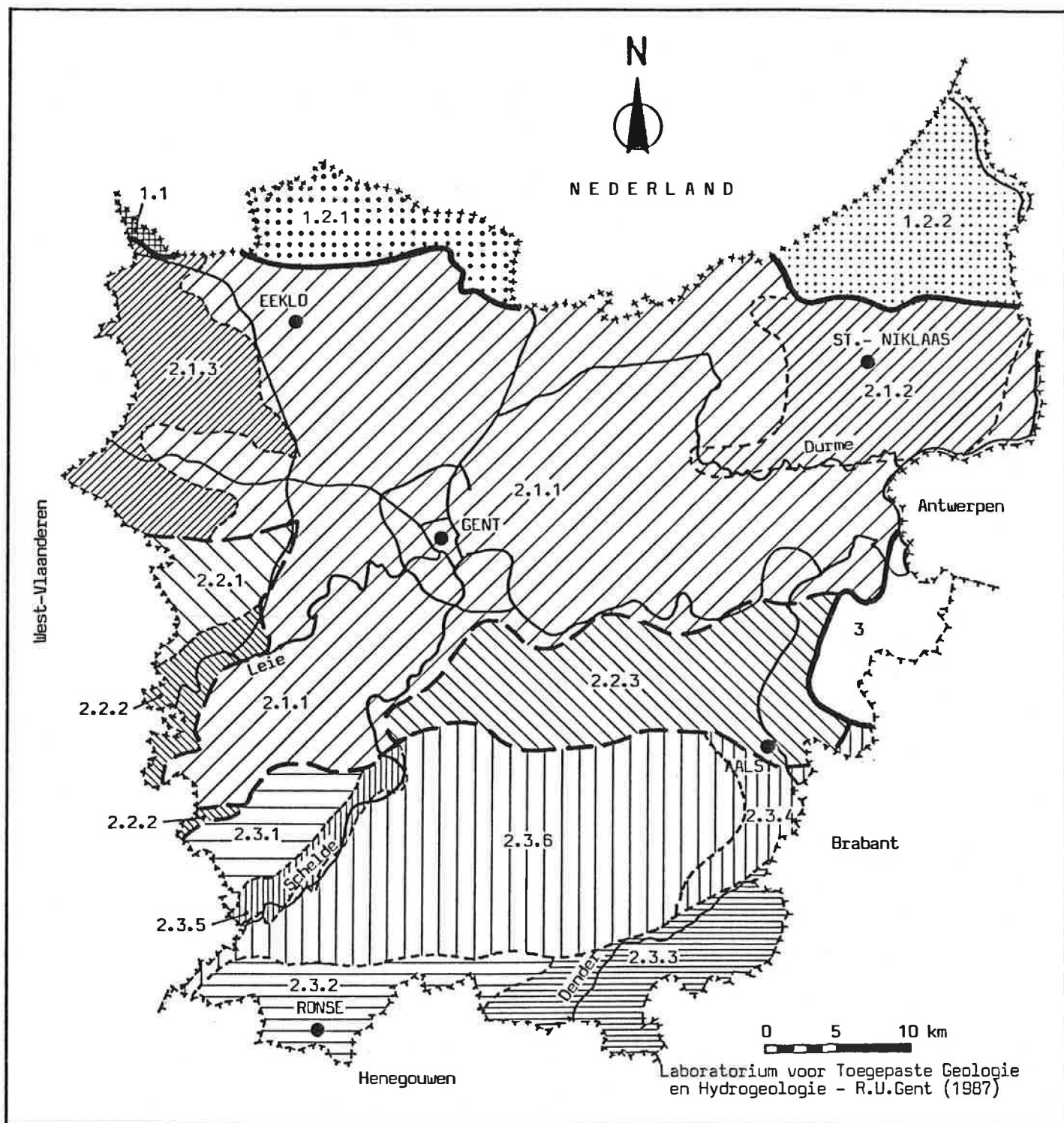
noorden, met een hoogte van minder dan + 5 m¹, tot het zuiden, waar + 150 m (Hotond) als hoogste top bereikt wordt. het noordelijk gedeelte van de provincie wordt voornamelijk bepaald door de Vlaamse Vallei die tijdens het Pleistoceen opgevuld werd met niveo-eolische sedimenten tot 20 à 30 m dikte. Het vormt thans een reliëfarm en vlak gebied. Het zuidelijk deel van de provincie daarentegen heeft een zwak golvend tot zelfs een heuvelachtig uitzicht. Het weerspiegelt een fluviaal erosiereliëf aangepast aan de lithologie en bedekt door een kwartaal dek dat de bedolven topografie nauwelijks verzwakt.

Hydrografisch behoort de provincie tot het Scheldebekken. De Leie, de Dender en de Durme zijn de belangrijkste bijrivieren.

De gevolgde geografische indeling (figuur 3) is gebaseerd op een publikatie van de Koning Boudewijnstichting (1985). Geografisch kan de provincie in drie eenheden worden onderverdeeld :

- A. De polders komen voor in het noorden van de provincie. In de noordwestelijke hoek van de provincie behoort nog een klein gebied tot de zeepolders, maar het grootste gedeelte van de polders in de provincie Oost-Vlaanderen zijn Scheldepolders. Deze kan men onderverdelen in de polders van Antwerpen en deze van Zeeuws-Vlaanderen. Ze vormen een vlak gebied gelegen tussen de + 2 m en + 4 m, onder het gemiddeld vloedniveau van de Schelde. Het microreliëf wordt bepaald door zandige, koepelvormige opduikingen enerzijds, en kreekgeulen anderzijds. De ontwatering gebeurt kunstmatig via een sluizensysteem en grachten.

¹ Alle hoogten worden uitgedrukt in meter ten opzichte van het referentievlak van de Tweede Algemene Waterpassing van het Nationaal Geografisch Instituut.



LEGENDE

1e Grenzen

- Grens tussen gebieden van 1e orde (1, 2, 3)
- - - Grens tussen gebieden van 2e orde (2.1, 2.2., 2.3)
- - - - Grens tussen gebieden van 3e orde (2.1.1, 2.1.2, 2.2.1, 2.2.2, ...)

2e Geografische eenheden

Zie volgende bladzijde

Fig. 3 - GEOGRAFISCHE INDELING VAN DE PROVINCIE OOST-VLAANDEREN
(naar KONING BOUDEWIJNSTICHTING, 1985)

vervolg LEGENDE fig. 3

2e Geografische eenheden

1 Polders

1.1 Zeepolders



1.2 Scheldepolders

1.2.1 Scheldepolders van Zeeuws-Vlaanderen



1.2.2 Scheldepolders van Antwerpen



2 Binnen-Vlaanderen

2.1 Noord-Vlaamse zandstreek

2.1.1 Vlaamse Vallei gebied



2.1.2 Land van Waas



2.1.3 Houtland



2.2 Zandlemig Binnen-Vlaanderen

2.2.1 Centrale Heuvelstreek



2.2.2 Leieland



2.2.3 Land van Wetteren-Dendermonde



2.3 Lemig Binnen-Vlaanderen

2.3.1 Leie-Schelde interfluvium



2.3.2 Vlaamse Ardennen



2.3.3 Pajottenland



2.3.4 Land van Ninove + Asse



2.3.5 Scheldeland



2.3.6 Land van Oudenaarde-Oosterzele



3 Klein-Brabant



- B. In Binnen-Vlaanderen kan men duidelijk een zandstreek, een zandlemige streek en een lemige streek onderscheiden.

De Noord-Vlaamse zandstreek wordt voornamelijk bepaald door de Vlaamse Vallei. Deze vormt thans een laagvlakte ten noorden van Gent, met brede uitlopers in oostelijke en zuidwestelijke richting. De hoogte varieert er tussen + 5 m in het noorden en + 15 m in het zuiden. De vlakte vertoont een eigen microreliëf met een afwisseling van oost-west gerichte depressies en ruggen met een hoogteverschil van amper 1 à 2 m. De waterhuishouding wordt beheerst door de ondiepe watertafel. De belangrijkste rivieren zijn de Schelde, de Leie en de Durme. Daarnaast wordt het gebied doorkruist door verschillende kanalen zoals het zeekanaal Gent-Terneuzen, de Moervaart, het afleidingskanaal van de Leie en het kanaal Gent-Brugge.

In het oosten wordt het Vlaamse Vallei-gebied begrensd door het Land van Waas (tot + 35 m hoog). Dit vormt een cuestalandschap waarvan het steile front zich in het zuiden in de Formatie van de Rupel heeft ontwikkeld. De zwak afhellende noordflank gaat geleidelijk over in het polderlandschap. De topografie wordt gekenmerkt door het voorkomen van een stuifzandrug van Waasmunster tot Melsele.

Het Houtland, gelegen ten westen van de Vlaamse Vallei, wordt gekenmerkt door een zwak golvend reliëf tussen + 10 en + 25 m. Het noordelijk gedeelte stemt overeen met het cuestagebied van Knesselare-Zomergem.

Zandlemig Binnen-Vlaanderen vormt een overgangsstrook tussen het leemgebied in het zuiden en het Vlaamse Valleilandschap in het noorden. Het omvat de Centrale heuvelstreek (tot + 20 m hoog), een uitloper van het Plateau van Tielt dat voornamelijk de provincie West-Vlaanderen beslaat; het Leieland, een vlakte op nagenoeg + 10 m hoogte; en het Land van Wetteren-Dendermonde, een golvend landschap gelegen tussen + 10 m en + 40 m, dat ontwaterd wordt

door de Schelde en de Dender.

Lemig Binnen-Vlaanderen tenslotte omvat het zuidelijk gedeelte van de provincie.

Het Leie-Schelde interfluvium bereikt een top van + 82 m in de gemeente Wortegem van waaruit een noordelijk gerichte kam (+ 60 m) naar Kruishoutem loopt. Vanaf deze kam vermindert de hoogte in alle richtingen tot + 20 à + 15 m. Deze waterscheidingskam tussen de Leie en de Schelde vormt het oorspronggebied van talrijke beken.

De Vlaamse Ardennen vormen een hooggelegen (+ 90 tot + 150 m) gebied met steile hellingen en diep ingesneden beekvalleien. Hydrografisch wordt het gekenmerkt door bronbeken van Dender- en Scheldebekken.

Het Pajottenland is een sterk golvend gebied dat hydrografisch tot het Denderbekken behoort.

Het Land van Ninove-Asse wordt gekenmerkt door een kam op + 35 m die nagenoeg evenwijdig verloopt aan de Dendervallei.

Het Scheldeland vertoont analoge landschappelijke kenmerken als het Leieland, het is vlak (15 tot 20 m), doch kent een uitgesproken microreliëf.

Het Land van Oudenaarde-Oosterzele is een sterk golvend landschap met een regelmatige opeenvolging van zuidwest-noordoost gerichte ruggen, afwisselend met beekvalleien en depressies. De valleien liggen alle tussen de 20 tot 40 m hoogte terwijl de topzones schommelen tussen de 60 tot 70 m. De consequente beken hebben meestal een bronniveau uit het Paniseliaan en vormen een dicht hydrografisch net. Naar het westen toe krijgt het landschap een meer heuvelachtig uitzicht.

C. Klein-Brabant is voornamelijk in de provincie Brabant gelegen. Het daalt zeer onregelmatig van zuid naar noord. Het hogere golvende zuiden is lemig, het vlakkere noorden heeft een zandlemige bodem. Hydrografisch behoort het grootste deel binnen de provincie Oost-Vlaanderen tot het Denderbekken.

6. GEOLOGIE EN HYDROGEOLOGIE

6.1. STRATIGRAFISCHE TABEL EN HYDROGEOLOGISCHE KENMERKEN

De bespreking van de geologie en hydrogeologie in de provincie Oost-Vlaanderen is beperkt tot de lagen, die in het bestek van de bespreking van de kwetsbaarheid van het grondwater belang hebben, dit wil zeggen hetzij als bovenste winbare watervoerende laag, hetzij als deklaag.

Voor de stratigrafische indeling werd in de eerste plaats gesteund op de lithologie. De lithostratigrafie of de opeenvolging van aardlagen in eenheden op grond van aard en samenstelling van gesteenten, vormt de basis voor de hydrogeologie. De doorlatendheid van de lithologische eenheden maakt een indeling in watervoerende en niet-watervoerende lagen mogelijk. Bij de lithostratigrafie is een systeem van elkaar hiërarchisch opeenvolgende eenheden in gebruik. Deze is van hoog naar laag als volgt : groep, formatie, lid, laag. In tabel 1 werden de voor de kwetsbaarheidskaart belangrijke formaties in de provincie Oost-Vlaanderen aangegeven. De lithologische kenmerken alsook de dikte van de Cenozoïsche formaties in de provincie werden aangeduid. De benaming en begrenzing van de verschillende formaties ligt echter nog niet ondubbelzinnig vast en is in de loop der tijd veelvuldig gewijzigd. De benamingen die hier gebruikt zijn, worden evenwel in de meest recente publikaties gebruikt, zodat deze voorlopig als de meest gangbare mogen worden beschouwd.

Daar de lagen echter ook veelal met hun chronostratigrafische benaming worden genoemd, werd in de tabel ook de geologische tijd of de geochronologie opgenomen. Bij de indeling van de geologische tijd wordt eveneens een hiërarchie gehanteerd : era, periode, tijdvak, tijd. De era, de periode en het tijdvak, waarin de opeenvolgende formaties werden afgezet, zijn aangegeven.

Tabel 1 - Stratigrafie en hydrogeologie

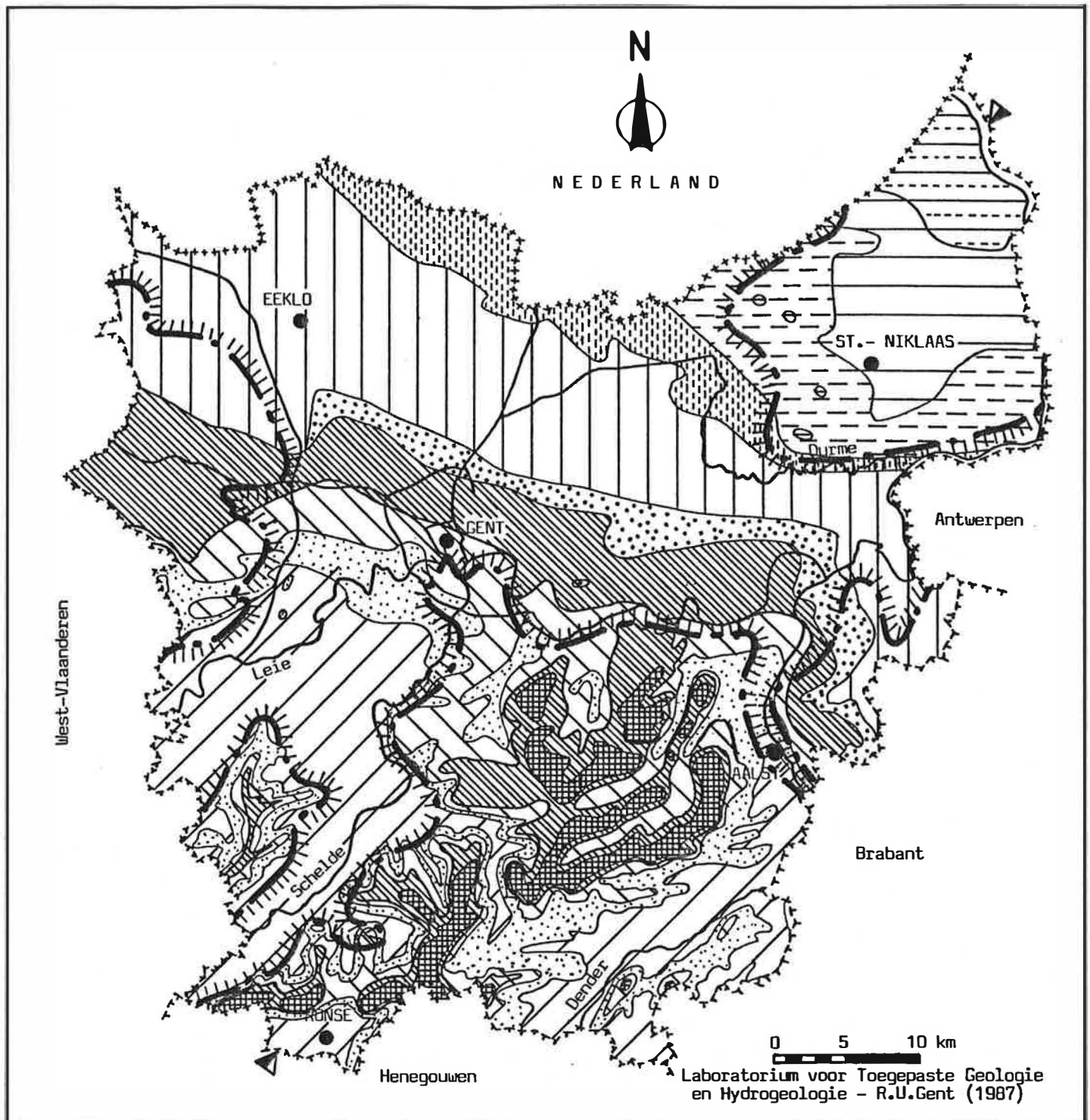
CHRONOSTRATIGRAFIE			LITHOSTRATIGRAFIE	LITHOLOGIE	MAXIMALE DIKT	HYDROGEOLOGIE	
ERA	PERIODE	TIJDVAK	FORMATIE				
C E N O Z O I C U M	K. W. R. T. A. I. R.	HOLOCEEN	FORMATIES VAN HET HOLOCEEN	klei, leem, veen, zand, grind	10 m	plaatselijk doorlatend, plaatselijk slecht doorlatend	
		PLEISTOCEEN	FORMATIES VAN HET PLEISTOCEEN	klei, leem, veen, zand, grind	30 m	doorlatend, plaatselijk slecht doorlatend	
	T E R T I A L E O G E E N	N E O G E E N	PLIOCEEN	FORMATIE VAN LILLO	glauconiethoudend, schelpenrijk fijn zand, kleihoudend fijn zand en klei	10 m	doorlatend, plaatselijk slecht doorlatend
				FORMATIE VAN KATTENDIJK	glauconiethoudend, schelphoudend fijn zand	15 m	doorlatend
		MIOCEEN	FORMATIE VAN DIEST	glauconiethoudend fijn tot grof zand met plaatselijk verharde niveau 's	enkele m	doorlatend	
			FORMATIE VAN BERCHEM	glauconietrijk, schelphoudend, kleihoudend fijn zand	10 m	doorlatend, plaatselijk slecht doorlatende niveau 's	
		O L I G O C E E N	O L I G O C E E N	FORMATIE VAN DE RUPEL	stijve klei	35 m	zeer slecht doorlatend
				FORMATIE VAN ZELZATE	glauconiethoudend, plaatselijk kleihoudend fijn zand	20 m	doorlatend tot plaatselijk slecht doorlatend
			E O C E E N	FORMATIE VAN HET MEETJESLAND	stijve klei afgewisseld met enkele lagen glauconiethoudend fijn zand	50 m	afwisselend slecht doorlatend en zeer slecht doorlatend
				FORMATIE VAN LEDE	kalkrijk fijn zand	15 m	doorlatend
				FORMATIE VAN KNESSELARE	glauconietrijk, schelphoudend fijn zand	15 m	doorlatend
				FORMATIE VAN DE MONT-PANISEL	bovenaan glauconiethoudend fijn zand onderaan kleihoudend zand tot stijve klei	40 m	bovenaan doorlatend, onderaan slecht doorlatend tot zeer slecht doorlatend
				FORMATIE VAN EGEM	fijn zand met kleiige lenzen	35 m	doorlatend
		FORMATIE VAN IEPER	stijve klei	100 m	zeer slecht doorlatend		
		P A L E O C E E N	PALEOCEEN	FORMATIE VAN LANDEN	fijn zand met klei- en lignietlenzen	30 m	bovenaan doorlatend, onderaan slecht doorlatend
M E S O C E E N	K R I J T	B O V E N - K R I J T	AFZETTINGEN VAN HET MAASTRICHTIAAN	geelwit krijt		doorlatend	
			AFZETTINGEN VAN HET CAMPANIAAN	wit krijt		in het noorden doorlatend in het zuiden slecht doorlatend	
			AFZETTINGEN VAN HET TUROON	mergelig krijt		doorlatend	
P A L E O Z O I C U M	SILUUR-CAMBRIUM			leistenen, kwartsieten, schiefers		doorlatend	

Tot slot is ook het hydrogeologisch kenmerk van elke formatie aangeduid. Hierbij werd de volgende indeling gebruikt : zeer slecht doorlatend, slecht doorlatend en doorlatend. Deze indeling is louter kwalitatief en is uiteraard regionaal gebonden. Enkel het hydrogeologisch kenmerk dat in de ganse provincie het meest typisch is werd aangeduid.

6.2. LITHOSTRATIGRAFISCHE KAART

Ten einde de laterale verbreiding van de verschillende formaties voor te stellen werd een lithostratigrafische kaart opgesteld op schaal 1 : 300.000 (fig. 4). Er is echter geen algemeen geldende overeenstemming inzake ouderdomsbepaling, korrelatie en superpositie van de verschillende formaties. Daar niet alleen de benamingen, maar ook de begrenzing van de verschillende lithostratigrafische eenheden nog niet vast liggen, verschillen de vroeger gepubliceerde kaarten onderling sterk. De hier voorgestelde kaart dient dan ook als een schets te worden beschouwd, waarbij de meest recent aangevonden benamingen worden gebruikt. De kwartaire afzettingen, die alles overdekken, werden niet op kaart aangebracht. De begrenzing van de Vlaamse Vallei en haar uitlopers, met kwartaire, voornamelijk zandige afzettingen van meer dan 10 m dikte, daarentegen wel, wegens het grote belang dat zij uitoefent op de hydrogeologie en bijgevolg op de kwetsbaarheidsindeling in de provincie Oost-Vlaanderen.

Voor de opstelling van deze kaart werd gebruik gemaakt van een aantal beschikbare kaarten : de Geologische kaart van België op schaal 1 : 40.000, geologische kaarten opgesteld door MARECHAL et al. (1960) op schaal 1 : 100.000 en MARECHAL & DE BREUCK (1979) op schaal 1 : 625.000 en de Grondmechanische Kaart van de Gentse agglomeratie op schaal 1 : 5.000, uitgegeven onder de auspiciën van het Rijksinstituut voor Grondmechanica. Daarnaast werden een groot aantal boorge-



LEGENDE

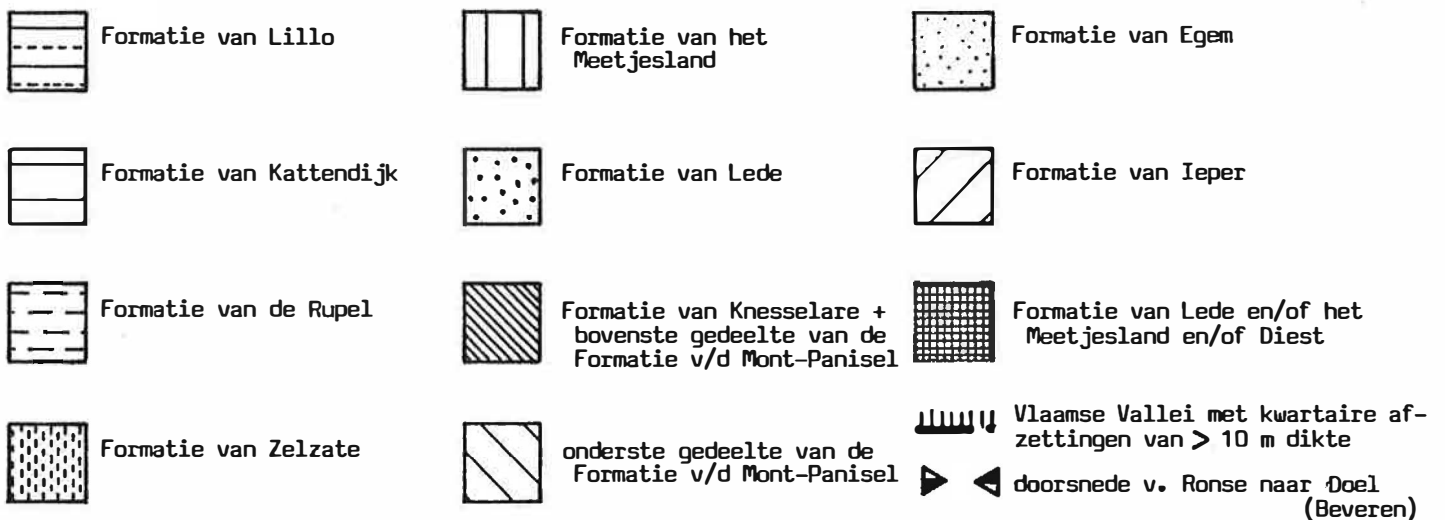


Fig. 4 - Lithostratigrafische kaart van de provincie OOST-VLAANDEREN.

gevens uit de archieven van de Belgische Geologische Dienst, uit de archieven van het Geologisch Instituut van de Rijksuniversiteit Gent en uit de archieven van het Rijksinstituut voor Grondmechanica geraadpleegd en geïnterpreteerd.

Algemeen gezien kan men stellen dat de tertiaire formaties in de provincie een zwakke helling naar het noordoosten vertonen. Door het vlakke karakter van het noorden van de provincie, ontstaan door de brede Vlaamse Vallei, en het heuvelachtige voorkomen van het zuiden, is er een duidelijke tweeledigheid. De jongere sedimenten dagzomen als ononderbroken lagen in het noorden en komen als erosieresten voor op de heuvels in het zuiden. De kwartaire deklaag is slechts enkele meters dik in zuidelijk Oost-Vlaanderen, terwijl deze in het noordelijk gedeelte (met uitzondering van het Land van Waas en het Houtland) 10 tot 30 m dik is.

Hydrogeologisch gezien wisselen goede watervoerende en slecht doorlatende lagen elkaar af. In het zuidelijk gedeelte van de provincie Oost-Vlaanderen is de Formatie van Ieper het zeer slecht doorlatend substraat van het bovenste grondwaterreservoir. In het noordelijk gedeelte vormt de Formatie van het Meetjesland het zeer slecht doorlatend substraat. In het Land van Waas treft men de Formatie van de Rupel aan als zeer slecht doorlatende laag. In de ganse Vlaamse Vallei vormt het kwartair zandpakket de belangrijkste watervoerende laag. Buiten dit gebied zijn het voornamelijk de zandige tertiaire lagen die de bovenste watervoerende laag uitmaken.

6.3. LITHOSTRATIGRAFISCHE DOORSNEDE

Aangezien de lagen een helling vertonen naar het noordoosten, werd geopteerd voor een lithostratigrafische doorsnede van het zuidwesten (Ronse) naar het noordoosten (Doel), zodat alle lagen die in de provincie Oost-Vlaanderen voorkomen hierop zijn afgebeeld. Zoals op de lithostratigrafische kaart

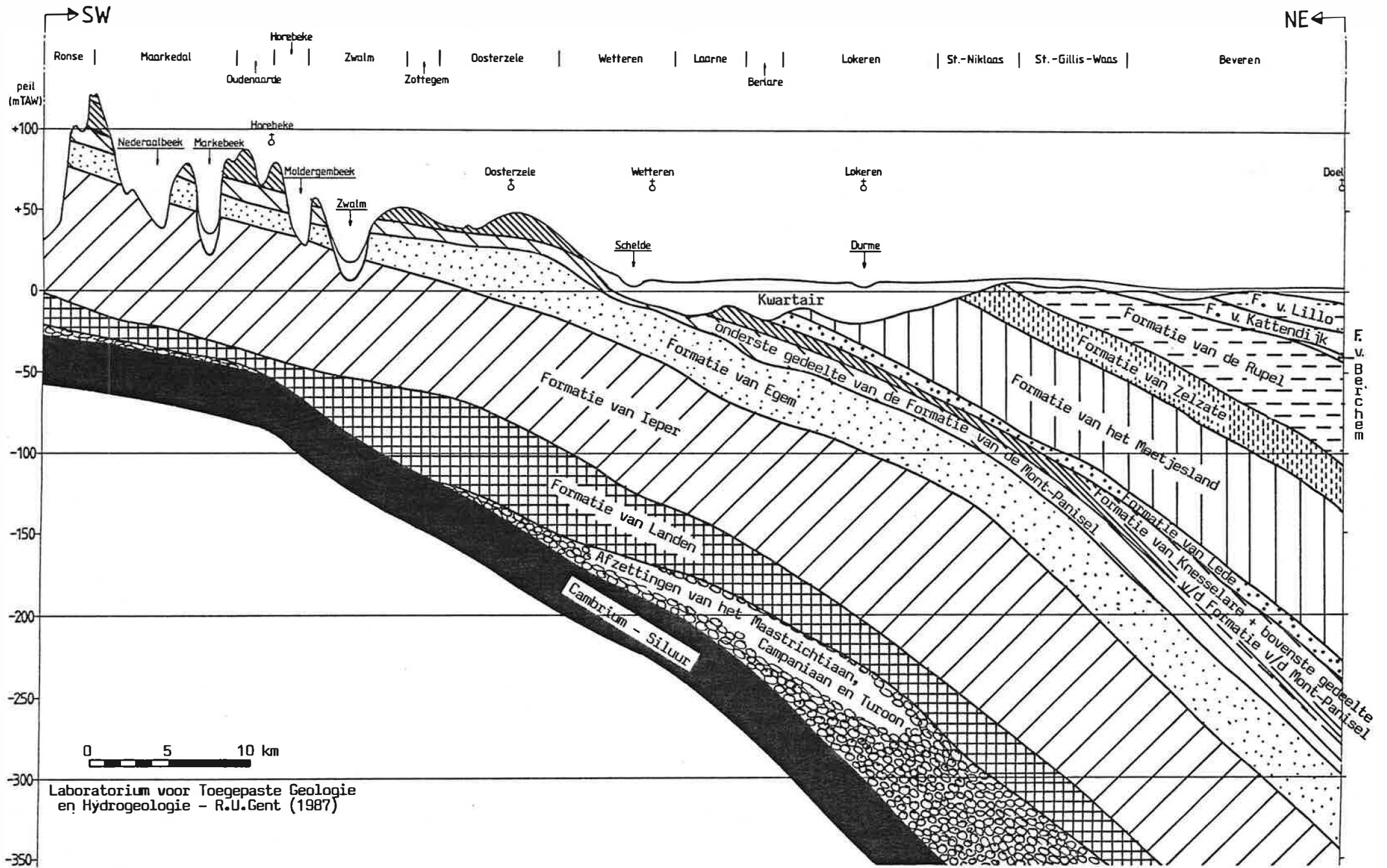


Fig. 5 - Lithostratigrafische SW - NE doorsnede doorheen de provincie OOST-VLAANDEREN van Ronse naar Doel (Beveren)

werd op de lithostratigrafische doorsnede een onderscheid gemaakt tussen de kleiige en zandige afzettingen van de Formatie van de Mont-Panisel. De zandige afzettingen van de Formatie van Knesselare werden samen met de zandige afzettingen van de Formatie van de Mont-Panisel voorgesteld, daar dit één watervoerend pakket vormt.

Voor de opstelling van deze doorsnede werd gebruik gemaakt van de boringen uit de Archieven van de Belgische Geologische Dienst en de Archieven van het Geologisch Instituut, al de kaarten gebruikt voor het opstellen van de lithostratigrafische kaart, en voor de diepere lagen het werk van R. LEGRAND (1968).

De lithostratigrafische doorsnede wordt voorgesteld in fig. 5. De ligging van deze doorsnede is aangeduid op figuur 4.

7. DE KWETSBAARHEIDSKAART VAN HET GRONDWATER

De bespreking van de kwetsbaarheidskaart van het grondwater op schaal 1 : 100.000 gebeurt aan de hand van de erop voorkomende indeling in kwetsbaarheidsgraden en indices. Een verdere indeling gebeurt aan de hand van de onderscheiden geografische eenheden. De graden "uiterst kwetsbaar" en "kwetsbaar" komen niet voor in de provincie Oost-Vlaanderen.

7.1. ZEER KWETSBAAR (oranje op kaart)

Het grootste deel van de provincie behoort tot deze kwetsbaarheidsgraad. Bovendien blijkt het steeds de index Cal te zijn die tot deze kwetsbaarheidsgraad leidt, dit wil zeggen een winbare watervoerende laag bestaande uit zand, zonder deklaag, met een onverzadigde zone van maximaal 10 m dikte. De volgende gebieden kunnen onderscheiden worden :

- In het noordelijk gedeelte van Oost-Vlaanderen vormen het pleistoceen en holoceen materiaal van de Vlaamse Vallei, hoofdzakelijk bestaande uit zand, een belangrijk, maar zeer kwetsbaar freatisch grondwaterreservoir. In het algemeen ligt de grondwaterspiegel hier betrekkelijk ondiep. Rekening houdend met de waargenomen debieten werd als begrenzing voor deze zone de 10 m diktlijn van het Kwartair genomen om deze kwartaire lagen als winbaar te beschouwen.
- Het zuidelijk gedeelte van de Centrale Heuvelstreek, ter hoogte van de Poekebeek, een uitloper van de Vlaamse Vallei, is om dezelfde redenen zeer kwetsbaar.
- Het fluvioperiglaciale opvullingsvlak van de Vlaamse Vallei loopt door onder de poldersedimenten. In de polders van Zeeuws-Vlaanderen vormen ze samen de bovenste winbare watervoerende laag. In de Polders van Antwerpen vormen de neogene en de kwartaire zanden de watervoerende laag. Hierbij dient opgemerkt dat in de polders het grondwater van nature verzilt is, waardoor de bruikbaarheid van het grond-

verzilting werd op de kaart aangeduid met een puntenraster. Voor de begrenzing werd gesteund op gegevens uit de archieven van het Geologisch Instituut.

- In het zuidelijk gedeelte van het Houtland dagzoomt de Formatie van Knesselare en het bovenste zandige gedeelte van de Formatie van de Mont-Panisel. Wanneer deze een dikte bereiken van 10 m of meer, wordt de watervoerende laag hierin als winbaar beschouwd. Wegens het ontbreken van een deklaag en het voorkomen van een onverzadigde zone van minder dan 10 m, is dit een zeer kwetsbaar gebied.
- In het Leie-Schelde interfluvium komen op de noordoost-zuidwest gerichte heuvelkam de zanden van de Formatie van de Mont-Panisel voor als watervoerende laag. Ook hier is het grondwater zeer kwetsbaar.
- In het Scheldeland, een uitloper van de Vlaamse Vallei, bestaat het kwartair pleistoceen materiaal onderaan hoofdzakelijk uit zand en bovenaan uit leem. Op sommige plaatsen bereikt deze leem een dikte van meer dan 5 m. Hierdoor wisselen zeer kwetsbare zones (Ca1-index) af met matig kwetsbare (Cb-index). Ook in de Leievallei, een andere uitloper van de Vlaamse Vallei, is dit het geval. Doch in dit laatste gebied is de juiste verbreiding van de plaatsen met een leemdikte van meer dan 5 m zeer grillig en niet nauwkeurig gekend. Aldus werd geopteerd voor een bandenpatroon waarbij de oranje kleur (zeer kwetsbaar, Ca1-index) afwisselt met de lichtgroene kleur (matig kwetsbaar, Cb-index).
- In het zuidelijk gelegen heuvelgebied (Land van Oudenaarde - Oosterzele en de Vlaamse Ardennen) treft men op de heuveltoppen eveneens zanden uit de Formatie van de Mont-Panisel en plaatselijk de Formatie van Knesselare en de Formatie van Lede aan. Samen vormen ze een belangrijk grondwaterreservoir dat onder andere in de Zwalmstreek verantwoordelijk is voor talrijke bronnen. Aldus werden deze zuidwest-noordoost gerichte stroken als zeer kwetsbaar be-

schouwd. Vaak echter komt een lemige deklaag voor, waardoor de laag matig kwetsbaar wordt.

- In de Dendervallei, ten noorden van Geraardsbergen tot Pollare (Ninove), bestaat het kwartair hoofdzakelijk uit zand en vormt een zeer kwetsbare watervoerende laag.
- In het Pajottenland dagzoomt ten oosten van de Dendervallei de zandlaag uit de Formatie van de Mont-Panisel. De watervoerende laag is zeer kwetsbaar daar geen deklaag aanwezig is.

7.2. MATIG KWETSBAAR (lichtgroen op de kaart)

Deze kwetsbaarheidsgraad kan opgesplitst worden in drie indices :

- 1° De Ac-index treft men enkel in het zuidoosten van de provincie aan. De begrenzing valt samen met het uitwigen van de Formatie van Landen en verloopt ten oosten van de lijn Flobecq-Brakel en ten zuiden van Denderhoutem. In het oosten wordt het gebied doorsneden door de Dendervallei en in het noorden begrensd door de heuvels van het Land van Oudenaarde-Oosterzele. De Paleozoïsche sokkel vormt er de belangrijkste watervoerende laag, doch wordt afgeschermd door de Formatie van Ieper, zodat deze zone matig kwetsbaar is. In de Dendervallei, vanaf de grens met Henegouwen tot iets ten noorden van Geraardsbergen wordt de Ac-index afgewisseld met een Dal-index, wegens het voorkomen van een watervoerende laag in lokaal aanwezige fijne, kleihoudende zanden, zonder deklaag met een onverzadigde zone van minder dan 10 m dikte.
- 2° Bij de zones met een Dal-index bevindt de watervoerende laag zich meestal in de Formatie van Egem, die er niet bedekt wordt door de kleiige afzettingen uit de Formatie van de Mont-Panisel. De Formatie van Egem wordt winbaar beschouwd vanaf een dikte van 15 m of meer. Een dergelijke zone treffen we aan in de Centrale Heuvelstreek.

Dit gebied wordt doorsneden door een uitloper van de Vlaamse Vallei ter hoogte van de Poekebeek. Ook in zuidelijk Oost-Vlaanderen treft men in het heuvelgebied zones aan waar de Formatie van Egem dagzoomt. Wegens het intens versneden karakter van dit gebied, ontstaat een grillige begrenzing.

In de Dendervallei, tussen Ninove en Denderleeuw, komen fijne, leemhoudende of kleihoudende, kwartaire zanden voor. Het freatische waterreservoir is er bijgevolg matig kwetsbaar.

- 3° Zoals vermeld in punt 7.1. komen op de heuveltoppen in het zuiden van Oost-Vlaanderen, zuidwest-noordoost gerichte stroken met Cb-index voor. De zandige afzettingen uit de Formatie van de Mont-Panisel worden er door een lemige deklaag afgedekt. Analoog treffen we in het zuiden van Klein-Brabant een zone aan met Cb-index. Het vormt de uitloper van de heuvelrug Mazenzele-Mollem-Brussegem. De onderliggende lagen van de Formatie van de Mont-Panisel, de Formatie van Knesselare en de Formatie van Lede worden door een dik leemcomplex bedekt, dat tijdens de ijstijd als loess tegen de zuidflank opgewaaid werd.

Voor de bespreking van het bandenpatroon dat voorkomt in het Leieland en de gebieden met Cb-index in het Schelde-land, wordt verwezen naar punt 7.1.

7.3. WEINIG KWETSBAAR (donkergroen op kaart)

Deze kwetsbaarheidsgraad kan eveneens opgesplitst worden in drie indices :

- 1° De Cc-index, met een winbare watervoerende laag bestaande uit zand, onder een kleiige deklaag. Deze laatste wordt gevormd ofwel door kleilagen van de Formatie van het Meetjesland ofwel van de Formatie van Ieper.
- In het noordelijk gedeelte van het Houtland dagzoomt een kleilaag uit de Formatie van het Meetjesland. De

zuidelijke begrenzing van deze zone stemt overeen met de cuesta van Zomergem-Oedelem. Het lager gelegen gebied Maldegem-Eeklo-Waarschoot, dat deel uitmaakt van de Vlaamse Vallei, vormt de noordelijke grens. De ondoorlatende kleigronden liggen meestal onder bos en bedekken de zanden van de Formatie van de Mont-Panisel en de Formatie van Knesselare, die hier een afgesloten watervoerende laag vormen. Het grondwater is in dit gebied dus weinig kwetsbaar.

- In Klein-Brabant, nabij Buggenhout, dagzoomt eveneens een kleilaag uit de Formatie van het Meetjesland. De watervoerende laag situeert zich hier in de Formatie van Lede, de Formatie van Knesselare en de zanden van de Formatie van de Mont-Panisel.
- In het kleine gebied in het oosten van het Land van Ninove-Asse (nabij Meldert) wordt het grondwater eveneens beschermd door een kleilaag uit de Formatie van het Meetjesland.
- Nabij Dendermonde, treft men ten noorden van de Schelde twee parallelle stroken met Cc-index aan. Hier is het kwartair van de Vlaamse Vallei dunner dan 10 m en kan niet meer als watervoerend worden beschouwd. De eerstvolgende watervoerende laag is de Formatie van Lede samen met de Formatie van Knesselare en zanden van de Formatie van de Mont-Panisel. Deze worden met een kleilaag van de Formatie van het Meetjesland bedekt.
- In zuidelijk Oost-Vlaanderen ontsluit in de valleien de Formatie van Ieper. De Formatie van Landen vormt er een afgesloten watervoerende laag met een verzadigde zone van maximum 10 m. Niettegenstaande de geringe debieten wordt deze laag op zeer vele plaatsen voor huishoudelijk en industrieel gebruik aangewend.

2° De Dc-index met kleihoudend of leemhoudend fijn zand als watervoerende laag en met een kleiige deklaag.

Op de kaart komen twee zones met dergelijke index voor :

- In het Land van Waas wordt de deklaag gevormd door de zeer slecht doorlatende klei van de Formatie van de Rupel, terwijl de watervoerende laag in de zandige afzettingen van de Formatie van Zelzate en de Formatie van het Meetjesland winbaar is. De zuidgrens van dit gebied valt samen met die van de ontsluiting van de Formatie van de Rupel. Deze vormt een cuestafront. De noordelijke en westelijke grens valt samen met de 10 m diktlijn van het freatisch reservoir boven de Formatie van de Rupel.
 - In de tweede zone bevindt de watervoerende laag zich steeds in de Formatie van Egem. De kleiige deklaag wordt er gevormd door de onderste kleiige lagen uit de Formatie van de Mont-Panisel. Deze weinig kwetsbare zone treft men aan in het heuvelcomplex van zuidelijk Oost-Vlaanderen, het Leie-Schelde interfluvium en het zuidelijk gedeelte van het Houtland. De begrenzing is zeer grillig.
- 3° De Db-index treft men enkel aan in de Dendervallei, ten zuiden van Aalst. De Formatie van Egem vormt er samen met het kwartair de watervoerende laag en wordt bedekt door een leemlaag van minimum 5 m dikte.

8. GERAADPLEEGDE WERKEN

ALBINET, M. (1970). *Carte de vulnérabilité à la pollution des nappes d'eau souterraine de la France (1 : 1.000.000)*.

Orleans : BRGM.

BELGISCHE GEOLOGISCHE DIENST. *Archieven van de Belgische Geologische Dienst*. Brussel.

BRGM. (1980). *Carte de vulnérabilité des eaux souterraines à la pollution : Région Nord-pas-de-Calais (1 : 250.000)*.

Orleans : BRGM.

CHO-TNO (1982). *Verklarende hydrologische woordenlijst*. 33 p., 2 bijl. Den Haag : Commissie voor Hydrologisch Onderzoek TNO (Rapporten en nota's nr. 8a).

DE BREUCK, W. & BOLLE, I. & VAN DYCK, E. (1985). *Hydrogeologisch onderzoek van de stortplaats te Voorde (Ninove)*. 30 p., 6 bijl., 16 platen. Gent : Rijksuniversiteit - Geologisch Instituut (Rapport TGO 85/02, in opdracht van de Intercommunale Vereniging Land van Aalst).

DE BREUCK, W. & LEBBE, L. (1974). *Hydrogeologie van de stad Sint-Niklaas en omgeving*. 76 p., 19 kaarten en figuren.

Gent : Rijksuniversiteit - Geologisch Instituut (Rapport TGO 74/1, in opdracht van het Stadsbestuur van Sint-Niklaas).

DE BREUCK, W. & MAHAUDEN, M. & BOLLE, I. (1985) : *Hydrogeologische kaartenatlas van de Scheldevallei in Vlaanderen stroomopwaarts Gavere tot het kanaal Bossuit-Kortrijk*. 136p., 8 bijlagen, 9 kaarten, 4 doorsneden. Gent : Rijksuniversiteit - Geologisch Instituut (Rapport TGO 81/08c, in opdracht van het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap).

DE BREUCK, W. & VAN BURM, P. & VAN CAMP, M. (1983). *Hydrogeologische studie van de Gentse Kanaalzone*. 243 p. 24 bijlagen, 42 plannen. Gent : Rijksuniversiteit - Geologisch Instituut (Rapport TGO 81/07, in opdracht van het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap).

DE BREUCK, W. & VAN DYCK, E. & LEBBE, L. & WALRAEVENS, K. (1984). *Hydrogeologische studie van de Ledo-Paniseliaanlaag onder het Drongengoed te Ursel (Knesselare)*. 147 p., 11 bijlagen, 36 platen. Gent : Rijksuniversiteit - Geologisch Instituut (Rapport TGO 81/09, in opdracht van het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap).

DE BREUCK, W. & VAN DYCK, E. (1981). *Hydrogeologisch onderzoek van de stortzone te Sint-Lievens-Houtem (Vlierzele)*. 12 p., 4 bijlagen, 10 kaarten, 2 doorsneden. Gent : Rijksuniversiteit - Geologisch Instituut. (Rapport TGO 81/05, in opdracht van de Intercommunale Vereniging Land van Aalst).

DE BREUCK, W., WATTIEZ, R., DE CEUKELAIRE, M. & VAN BURM, P. (1986). *Hydrogeologische studie van de gespannen watervoevende laag in het Massief van Brabant onder West- en Oost-Vlaanderen. Inventarisatie gegevens*. 90 + 47 p., 20 + 46 dossiers bijlagen. Gent : Rijksuniversiteit - Geologisch Instituut (Rapport TGO 84/15 (1) + (2) in opdracht van de G.O.M. West-Vlaanderen).

DE LEENHEER, L. (1966). *Natuurspiegel van Oostvlaanderen*. 560 p. Gent : Provinciebestuur van Oost-Vlaanderen.

DE MEUTER, F. & LAGA, P. (1976). *Lithostratigraphy and biostratigraphy based on benthonic Foraminifera of the Neogene deposits of Northern Belgium*. Bull. Belg. Ver. Geol. 85, 133-152.

DE MOOR, G. & HEYSE, I. (1978). De morfologische evolutie van de Vlaamse Vallei. *De Aardrijkskunde*, 1978-4, p. 343-375.

DE SMEDT, P. (1980). Enkele hydrogeologische aspecten van het Pajottenland. *Hydrografica*, 3, p. 4-8.

DE WOLF, L. (1976). *Bijdrage tot de kennis van het Eoceen op het kaartblad Oordegem-Aalst*. 95 p. Gent : Rijksuniversiteit - Geologisch Instituut (Licentiaatsverhandeling).

GEOLOGISCH INSTITUUT. *Archieven van het Geologisch Instituut*. Gent : Rijksuniversiteit.

GOOSSENS, D. (1984). *Inleiding tot de geologie en geomorfologie van België*. 228 p. Enschede : Uitgeverij van de Berg.

JACOBS, P. (1978). *Litostratigrafie van het Boven-Eoceen en van het Onder-Oligoceen in Noordwest België*. 92 p. Brussel : Aardkundige Dienst van België (Prof. Paper nr 151, 1978/3).

KONING BOUDEWIJNSTICHTING (1985). *De open ruimten in Vlaanderen : Algemeen referentiekader - Een geografisch-landschappelijke en biologische verkenning*. 58 p. Brussel.

LAGA, P.G. (1971). *De Neogene Afzettingen van het Waasland (Kb. Beveren-Waas)*. 11 p. Brussel : Aardkundige Dienst van België (Prof. Paper 1971/7).

LAGA, P.G. (1973). *The Neogene Deposits of Belgium*. Guide book for the Field Meeting of the Geologists' Association London. 31 p.

LEGRAND, R. (1968). *Le Massif du Brabant*. Mém. Expl. Carte Géol. et Min. de la Belg., 148 p., n° 9.

LOOTENS, M. (1976). *Bijdrage tot de kennis van de geomorfologie in het Mandel-Leie gebied*. 143 p., foto's, tabellen, figuren, kaarten. Gent : Rijksuniversiteit - Geologisch Instituut (Doctoraatsverhandeling).

MARECHAL, R. (1979). *Geologische kaart van België*. (1 : 160.000). Manuscript. Gent : Laboratorium voor Aardkunde - Rijksuniversiteit Gent.

MARECHAL, R. & DE BREUCK, W. (1979). *Twintig Eeuwen Vlaanderen. Deel 1, A. Geologie*. 45 p. Hasselt : Uitgeverij Heide-land - Orbis N.V.

MARECHAL, R. & DE MOOR, G. & VERMEIRE, R. (1960). *Streekplan van het Gentse, het Meetjesland, het Land van Waas en de Vlaamse Ardennen. Deel Geologie*. Gent : Rijksuniversiteit-Geologisch Instituut (onuitgegeven).

MINISTERE DE L'INDUSTRIE ET DU TRAVAIL (1893-1908). *Carte géologique de Belgique* (1 : 40.000). Brussel : Commission Géologique de Belgique.

MINISTERIE VAN EKONOMISCHE ZAKEN, Nationaal Instituut voor de Statistiek. (1980). *Regionaal Statistisch Jaarboek*. 207 p. Brussel.

MINISTERIE VAN VOLKSGEZONDHEID EN VAN HET GEZIN. (1985). *Biologische waarderingskaart van België - kaartbladen 22 en 30. Verklarende tekst*. 96 + 84 p. Brussel : Coördinatiecentrum van de Biologische Waarderingskaart.

NATIONAAL GEOGRAFISCH INSTITUUT. *Topografische kaart van België*, schaal 1 : 25.000. Brussel.

RIJKSINSTITUUT VOOR GRONDMECHANICA. *Archieven van het Rijksinstituut voor grondmechanica*. Gent.

RIJKSINSTITUUT VOOR GRONDMECHANICA (1976-1983). *Grondmechanische kaart (van de Gentse agglomeratie)*. Brussel : Rijksinstituut voor grondmechanica.

SCHREURS, V. (1986). Een plattelandsatlas voor Vlaanderen, 195 p. Leuven : Stichting Plattelandsbeleid v.z.w.

STAATSSECRETARIAAT VOOR DE VLAAMSE GEMEENSCHAP. *Gewestplannen*, schaal 1 : 25.000. Brussel.

TAVERNIER, R. (1950-1985). *Bodemkaart van België*. Gent : Centrum voor Bodemkartering (i.o.v. IWONL).

VANMAERCCKE-GOTTIGNY, M.C. (1978). *Regionale geomorfologische studie van het Zuid-Vlaamse heuvelland*. Leuven : Katholieke Universiteit - Instituut voor Aardwetenschappen.

VANMAERCCKE-GOTTIGNY, M.C. (1967). De geomorfologische kaart van het Zwalmbekken. *Verhandelingen van de Koninklijke Vlaamse Academie voor Wetenschappen, Letteren en Schone Kunsten*. 99.

VERHEYE, J. (1986). *Bijdrage tot de kennis van het Eoceen van de streek van Aalter*. 73 p. Gent : Rijksuniversiteit - Geologisch Instituut (Licentiaatsverhandeling).

VERHUFF, H., WAGNER, W., AUST, H. (1981). Die Grundwasservorkommen in der Bundesrepublik Deutschland, 112 p. *Geologisches Jahrbuch*, Reihe C, Heft 30, Hannover.

VRANA, M. (1977). Development of methods for the preparation of groundwater - protection maps. National Enterprise Prague Regional Hydrology Department, Czechosl. *Mém. ass. international hydrogeol.* 13ème vol. part. B, p. 22-28, 2 fig.

WALRAEVENS, K. (1987). *Hydrogeologie en hydrochemie van het Ledo-Paniseliaan in Oost- en West-Vlaanderen*. 350 p., 4 bijlagen, 74 platen. Gent : Rijksuniversiteit - Geologisch Instituut (Doctoraatsverhandeling).

ZAGWIJN, W.H. & VAN STAALDUINEN, C.J. (1975). *Toelichting bij de geologische overzichtskaart van Nederland*, 134 p. Haarlem: Rijks Geologische Dienst.