

Project VLA03-1.1:

Opmaak van de pre-Krijt subcropkaart van het Massief van Brabant voor invoering in de Databank Ondergrond Vlaanderen

Eindverslag

**Kris Piessens¹, Walter De Vos², Ruth Beckers³,
Pascal Vancampenhout⁴, Marleen De Ceukelaire⁵**

Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen
Belgische Geologische Dienst

Met wetenschappelijke medewerking van :
Timothy Debacker (K.U.Leuven), **Manuel Sintubin** (K.U.Leuven),
Jacques Verniers (UGent)

maart 2005

- ¹ coördinatie eindverslag
- ² projectverantwoordelijke
- ³ kartering en lithostratigrafie
- ⁴ GIS en databankbeheer
- ⁵ DOV-compatibiliteit

In opdracht van:
Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap
Afdeling Natuurlijke Rijkdommen en Energie

Verantwoordelijk geoloog ANRE: **Joseph Van Orsmael**
DOV-verantwoordelijke: **Katrien De Nil**

Inhoudstafel

DEEL I: KARTERING MASSIEF VAN BRABANT.....	1	
1	INLEIDING	1
2	STAND VAN ZAKEN BIJ AANVANG PROJECT	1
3	INVENTARISATIE EN HERINTERPRETATIE VAN GEGEVENS	2
4	LITHOSTRATIGRAFISCHE SCHAAL EN GEBRUIKTE STRATIGRAFISCHE DIKTES	3
5	KARTERING.....	4
5.1	Puntenkaart.....	4
5.2	Vlekkenkaart	5
5.3	Evaluatie van bestaande concepten	5
5.4	Aeromagnetische en gravimetrische lineamenten	7
5.5	Conceptkaart	7
5.6	Geologische subcropkaart	10
6	BESLUIT	12
7	REFERENTIES	13
8	TABELLEN.....	15
9	FIGUREN	17
DEEL II: LITHOSTRATIGRAFIE VAN HET MASSIEF VAN BRABANT	29	
1	INLEIDING	29
2	CAMBRIUM	29
2.1	Formatie van Jodoigne (JOD, PJo)	29
2.2	Formatie van Blanmont (BLM, PBl).....	30
2.3	Formatie van Tubize (TUB, PTu)	31
2.4	Formatie van Oisquercq (OIS, POs).....	32
3	CAMBRIUM/ORDOVICIUM	33
3.1	Formatie van Mousty (MST, PMo).....	33
4	ORDOVICIUM	34
4.1	Formatie van Chevripont (CHV, PCe).....	34
4.2	Formatie van Abbaye de Villers (ADV, PAv)	35
4.3	Formatie van Tribotte (TRO, PTr)	36
4.4	Formatie van Rigenée (RIG, PRi).....	37
4.5	Formatie van Ittre (ITT , PIt)	38
4.6	Formatie van Bornival (BNV, PBn).....	39
4.7	Formatie van Huet (HUE, PHu).....	40
4.8	Formatie van Fauquez (FAU, PFq)	41
4.9	Formatie van Madot (MAD, PMd)	41
5	ORDOVICIUM/SILUUR	43
5.1	Formatie van Brûtia (BRT, PBr).....	43
6	SILUUR.....	44
6.1	Formatie van Deerlijk (DEE, PDe)	44
6.2	Formatie van Lust (LST, PLs).....	45
6.3	Formatie van Corroy (COY, PCr).....	45
6.4	Formatie van Ronquières (RON, PRn).....	46
6.5	Formatie van Bellegem (BLG, PBg).....	48
6.6	Formatie van Rekkem (REK, PRk).....	48
7	REFERENTIES	49
8	FIGUUR	55
DEEL III: BIJLAGEN DEEL I EN II.....	57	
Bijlage 1: Verslagen vergaderingen 19-12-2003, 27-02-2004, 26-03-2004, 25-05-2004, 27-10-2004 en 26-01-2005	57	
Bijlage 2: Overzicht van recent wetenschappelijk onderzoek, boringen en geofysische metingen in het Massief van Brabant	69	
Bijlage 3: de belangrijkste gekernde sokkelboringen in Vlaanderen	77	

DEEL I: Kartering Massief van Brabant

1 INLEIDING

De kennis over het Massief van Brabant en de daaruit voortkomende inzichten hebben in de laatste jaren een snelle evolutie doorgemaakt, waardoor de meest recente subcropkaart van het Massief van Brabant (De Vos *et al.*, 1993) niet langer accuraat was. De Vlaamse Gemeenschap, Afdeling Natuurlijke Rijkdommen en Energie, besliste om deze kaart te laten hertekenen op schaal 1/200 000 en op te nemen in de databank en GIS-omgeving van Databank Ondergrond Vlaanderen (DOV).

De nieuwe kartering van het Massief van Brabant werd uitgevoerd door een team van de Belgische Geologische Dienst (BGD), departement van het Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen. De personen die rechtstreeks bij dit project betrokken waren, zijn Walter De Vos (geoloog, projectverantwoordelijke), Ruth Beckers (geoloog - kartering), Marleen De Ceukelaire (geoloog - DOV-compatibiliteit), Kris Piessens (geoloog - kartering) en Pascal Vancampenhout (geoloog - GIS en databankbeheer). De Belgische Geologische Dienst heeft een uitgebreide ervaring in het opmaken van geologische kaarten in het algemeen, en van de subcropkaart van het Massief van Brabant in het bijzonder (Legrand, 1968; De Vos *et al.*, 1993).

Ook door andere onderzoeksgroepen werd in recente jaren belangrijk onderzoek verricht op het Massief van Brabant. Om deze ervaring te bundelen en de zienswijze van deze groepen aan bod te laten komen, werd een stuurgroep opgericht. Aan de vergaderingen van deze stuurgroep werd, naast de leden van de karteergroep, deelgenomen door voorzitter Joseph Van Orsmael (ANRE) en de leden Timothy Debacker (K.U.Leuven), Katrien De Nil (ANRE-DOV), Ben Laenen (VITO), Peter Van Tongeren (VITO), Alexandra Hildenbrand (VITO), Manuel Sintubin (K.U.Leuven) en Jacques Verniers (UGENT).

De karteergroep van de Belgische Geologische Dienst rapporteerde op regelmatige basis aan deze stuurgroep. Vergaderingen vonden plaats op 19-12-2003, 27-02-2004, 26-03-2004, 25-05-2004, 27-10-2004 en 26-01-2005. De verslagen van deze vergaderingen zijn opgenomen in bijlage 1.

2 STAND VAN ZAKEN BIJ AANVANG PROJECT

De aanleiding tot de publicatie van de subcropkaart van De Vos *et al.* (1993) was het internationaal symposium in Engeland gewijd aan de Caledoniden van het “Anglo-Brabant Massief” in 1992, dat volgde op een eerder gehouden meeting te Brussel in september 1989. Sinds 1988 had J. Verniers een inventarisatie ondernomen van de boringen uit de lithotheek van de BGD, waarbij stalen van het Massief van Brabant werden geselecteerd voor micropaleontologisch onderzoek, met het oog op het verbeteren van de (chrono-)stratigrafische kennis en het hertekenen van de geologische kaart van Legrand (1968). De nieuwe kaart werd voorgesteld op het symposium in de British Geological Survey te Keyworth in september 1992 (special meeting of the Geological Society on the Caledonides of the Anglo-Brabant Massif), en gepubliceerd een jaar later (De Vos *et al.*, 1993).

Een volgende belangrijke stap was het opstarten van de gegevensbank LithoBra in 1992 door W. De Vos. Het doel ervan was om een overzichtelijke lijst te hebben van boorkernen in het Massief van Brabant waarop wetenschappelijk onderzoek was uitgevoerd. Dit ging oorspronkelijk enkel over micropaleontologisch onderzoek met acritarchen in 1989-1990 en geochemisch onderzoek voor goudgehalten in 1990-91. Weldra werd het bestand aangevuld

met alle gekernde boringen, en sommige destructieve boringen die nuttige informatie leverden bij het maken van de nieuwe subcropkaart die in 1992 werd opgesteld. De voornaamste boringen uit het werk van Legrand (1968) werden zo ingevoerd.

In 1992 startte een BGD-onderzoeksproject op sulfiden-mineralisaties, waaraan een inventaris van alle beschikbare lithotheek-monsters van het Massief van Brabant was gekoppeld; dit project werd uitgevoerd door Philippe Dandois. Het resultaat van zijn inventaris zijn een reeks niet-digitale dossiers (Dandois, 1995, en technische verslagen), afgewerkt in 1994, met korte beschrijvingen van alle boringen die de sokkel bereikten, en met aanduiding of er al dan niet monsters bewaard zijn. Enkel de voornaamste werden door W. De Vos opgenomen in LithoBra.

Vanaf 1993 werden ANRE-projecten uitgevoerd voor micropaleontologie (Chitinozoa), metamorfisme, magmatisme en verwerking van de sokkel. De Excel-lijst LithoBra diende als leidraad bij de bemonstering. Er werd in de lijst de nodige aandacht besteed aan de fysieke klassering van de monsters. De resultaten van het onderzoek werden nadien schematisch in het bestand ingebracht. Later werd dit gegevensbestand actueel gehouden, met inbreng van nieuwe boringen en ontsluitingen, en van nieuwe onderzoeksresultaten op oudere boringen.

Een gedetailleerd overzicht van wetenschappelijk onderzoek, boringen en geofysische metingen uitgevoerd tussen 1992 en 2003 (de periode tussen de vorige subcropkaart en de huidige) is bijgevoegd als bijlage 2. De meeste projecten die in die periode werden uitgevoerd, hebben een bijdrage geleverd tot de nieuwe subcropkaart die hier beschreven wordt.

3 INVENTARISATIE EN HERINTERPRETATIE VAN GEGEVENS

De puntenkaart is een visualisatie van een gegevensbank. De ontwikkeling van een werkbare gegevensbank was daarom één van de eerste betrachtingen. LithoBra, opgesteld in MS Excel, was nooit bedoeld als echte database, enkel als overzichtslijst om vlug informatie terug te vinden over onderzoek en als hulpmiddel bij elke nieuwe bemonstering. Toch vormde het, gezien zijn volledigheid en digitale vorm, een ideaal vertrekpunt voor een databank.

De eerste betrachting was om de overzichtslijst te vervolledigen voor de observatiepunten in Vlaanderen en Brussel en de lithostratigrafie van deze punten te herzien. Het aantal observatiepunten werd vergroot door de oorspronkelijke LithoBra-lijst aan te vullen met sokkelpunten uit DOV, een inventarisatie voor het ontsluitingsgebied Halle-Lembek (Piessens *et al.*, 2004), een screening van de digitale archiefbestanden van de BGD op een reeks trefwoorden, de inventarisatie van data uit Legrand (1968) en de rapporten van Dandois (1995). Alle in de lithotheek beschikbare gekernde stalen werden opnieuw bestudeerd en geïnterpreteerd door Ruth Beckers, met bijzondere aandacht voor formaties uit het Ordovicium en Siluur. Dit vormde een noodzakelijke fase voor een verfijning van de kartering van het Massief van Brabant, aangezien het bestand LithoBra slechts zeer summiere gegevens bevatte over de formaties waartoe de boorkernen behoorden, formaties waarvan een groot deel pas definitief werden gedefinieerd met de nieuwe lithostratigrafische indeling van het Onder-Paleozoïcum (Verniers *et al.*, 2001). De interpretatie berust op biostratigrafische gegevens, lithologische en sedimentaire kenmerken voor de observatiepunten waarvan kernen of cuttings bewaard werden. Voor de overige punten werd teruggevallen op de beschikbare beschrijvingen. Aan elk punt werd tevens een betrouwbaarheidsindex toegekend. De databank LithoBra is dus meer dan een samenvoeging van bestaande gegevenslijsten. Elke observatie werd immers geverifieerd en waar noodzakelijk opnieuw geïnterpreteerd.

In tweede instantie was het wenselijk om ook andere, diepte-gerelateerde gegevens aan het bestand toe te voegen. Hiervoor moest worden overgestapt op een relationele gegevensbank. Als omgeving werd MS Access gekozen. Deze structuur opent nieuwe mogelijkheden

(grotere datamassa, meerdere gegevenstypes, eenvoudig uit te breiden, multiple users, betere bevroegbaarheid...), maar stelt eveneens hogere eisen aan onder meer conventies en consistentie van invoer.

LithoBra is een specifiek werkinstrument binnen de BGD, waardoor bepaalde gegevens gedetailleerder kunnen zijn dan wenselijk binnen DOV. De structuur en organisatie van beide gegevensbanken is ook niet identiek. Daarom is het noodzakelijk om bij de ontwikkeling van LithoBra bij elke stap rekening te houden met exporteerbaarheid naar de DOV gegevensbank. In totaal werd informatie over 1082 observatiepunten aangeleverd, waarvan 379 (35%) nog niet aanwezig zijn in DOV. Voor deze nieuwe punten wordt een DOV-nummer aangemaakt dat bestaat uit het prefix *subcropMVB-B* gevolgd door het BGD-nummer (bv. subcropMVB-B115E710).

Naast deze technische aandachtspunten is ook de uniformiteit in de gegevens belangrijk. Omdat bij het invoeren in LithoBra vaak werd uitgegaan van andere gegevensbronnen dan bij DOV, kunnen de X-, Y- en Z-coördinaten van de gegevenspunten verschillen. Dit is vooral van belang voor punten die reeds in DOV opgenomen zijn (bv. tijdens de Tertiairarteringen). Om deze verschillen in een zo vroeg mogelijk stadium weg te werken, werden de locatiegegevens van LithoBra vergeleken met deze van DOV en aangepast waar nodig.

4 LITHOSTRATIGRAFISCHE SCHAAL EN GEBRUIKTE STRATIGRAFISCHE DIKTES

De basis voor de lithostratigrafische indeling is het overzicht dat wordt gegeven in Verniers *et al.* (2001). Deze publicatie geeft een overzicht van de lithostratigrafische eenheden voor het gehele Massief van Brabant. De bespreking van formaties die relevant zijn voor het gekarteerde subcropgedeelte vormen het tweede gedeelte van dit rapport. Deze tekst is eveneens bijgewerkt met recente bevindingen.

De officiële stratigrafische schaal (Verniers *et al.*, 2001) werd zoveel mogelijk gevolgd. Op volgende punten werd echter afgeweken:

- Er werden nieuwe acroniemen aan de verschillende eenheden toegekend in overeenstemming met de conventies van DOV (zie tabel 1). Er werd voor gezorgd dat de nieuw toegekende codes niet overlappen met reeds bestaande nationale codes.
- Niet alle formaties die volgens Verniers *et al.* (2001) in het gekarteerde gebied kunnen voorkomen, werden daadwerkelijk herkend. Enkel de formaties die effectief werden waargenomen, werden ingetekend. Dit leidt tot een vereenvoudigde stratigrafische schaal, aangepast aan kartering op schaal 1/200 000 (zie tabel 2).
- Een bijkomende vereenvoudiging werd doorgevoerd door het groeperen van de Formaties van Ittre en Bornival tot de formatie van Ittre en Bornival. De reden hiervoor is het beperkt aantal waarnemingen van de Formatie van Bornival. In de databank worden ze wel onderscheiden (zie tabel 2).
- De Formatie van Huet wordt enkel in de boring van Keiem (53E153) herkend. Op kaart wordt deze formatie niet expliciet ingetekend. De boring van Keiem wordt gesitueerd op de grens tussen de formatie van Ittre en Bornival, en de Formatie van Fauquez.
- Verniers *et al.* (2001) suggereren voor de Formatie van Jodoigne een stratigrafische positie ouder dan de Formatie van Blanmont. Dit is echter betwistbaar (zie deel II, §2.1) en zorgt voor anomale situaties op een subcropkaart. Daarom werd, in navolging van Legrand (1968) en De Vos *et al.* (1993), de Formatie van Jodoigne gegroepeerd met de Formatie van Mousty tot de formatie van Jodoigne en Mousty. Recente terreinobservaties wijzen eveneens in deze richting (pers. med. A. Herbosch, 2004). Bij de interpretatie van puntgegevens worden ze wel onderscheiden (zie tabel 2).

Op kaart worden enkel formaties getoond. Bij de bespreking van puntgegevens in de gegevensbank kunnen de leden wel worden vermeld. Bij het opstellen van de kaart en het tekenen van de profielen moeten veronderstellingen worden gemaakt over de diktes van de verschillende eenheden. Door Verniers *et al.* (2001) worden voornamelijk geobserveerde, minimale schattingen gegeven. Bovendien werd de stratigrafie bij de kartering vereenvoudigd, waardoor niet geobserveerde eenheden mogelijk werden gegroepeerd. Vertrekkende van de in Verniers *et al.* (2001) vermelde geobserveerde diktes en de formatiebandbreedtes op kaart samen met de helling van de gelaagdheid werd aan elke formatie een dikte toegekend (tabel 3). Dit leidt voor het Siluur tot een totale dikte van ongeveer 3150 m, wat overeenkomt met de veronderstelde totale dikte van het Siluur (in Debacker, 2001: 2700 m tot 3500 m). Voor het Ordovicium wordt een dikte van 2000 m verondersteld, wat meer is dan momenteel wordt verondersteld (in Debacker 2001: 1000 m tot 1500 m). Deze schattingen pogen zowel stratigrafisch als kartografisch een realistisch beeld te geven van de hele sequentie, maar zijn niet noodzakelijk accuraat voor elke individuele eenheid.

Op de schaal 1/200 000 die voor de huidige kaart gebruikt werd, en rekening houdend met het discontinue karakter van de waarnemingen, is het niet zinvol de dikte van de verschillende formaties of karteerbare eenheden te laten variëren tussen de verschillende deelgebieden van het Massief van Brabant. Toch vestigen we de aandacht op de te verwachten natuurlijke variatie in dikte van de meeste formaties.

5 KARTERING

Door de verschillende zienswijzen die bestaan over het Massief van Brabant en de grote hoeveelheid nieuwe gegevens die beschikbaar is gekomen sinds de laatst gepubliceerde kaart (De Vos *et al.*, 1993), werd besloten om bij het tekenen van de subcropkaart terug te gaan tot de ruwe gegevens, in plaats van aanpassingen aan te brengen aan de bestaande kaart. Er werd gekozen voor een systematische, stapsgewijze aanpak, bestaande uit de volgende fasen:

1. Opstellen van een puntenkaart
2. Opstellen van een vlekkenkaart
3. Evaluatie en eventuele integratie van bestaande concepten
4. Evaluatie en integratie van aeromagnetische en gravimetrische gegevens
5. Opstellen van een conceptkaart
6. Afwerking tot geologische kaart

Enkel de puntenkaart en de geologische kaart worden als einddocumenten gepubliceerd op schaal 1/200 000. De subcropkaart van het Massief van Brabant wordt begrensd door de Devoon-discordantie in het noorden, oosten en zuidwesten. Buiten deze grenzen worden enkele schaarse punten onder de Devoon-discordantie ook vermeld op de kaart. Voor het Belgische deel van de Noordzee zijn geen gegevens beschikbaar, zodat als westelijke kaartgrens de kustlijn werd gekozen. De zuidelijke kaartgrens werd getrokken ter hoogte van het meest zuidelijke punt van Vlaanderen.

5.1 Puntenkaart

Een puntenkaart toont, aan de hand van kleurcodes en merktekens, waar welke formaties voorkomen. Het aanmaken van kaarten gebeurde in ArcView op basis van de LithoBra-bestanden. Bij boringen waar verschillende geologische formaties werden aangeboord, wordt dit aangegeven door een overzichtstabel naast het observatiepunt. De puntenkaart is een

basisdocument en de meest objectieve en interpretatievrije weergave van de beschikbare gegevens.

5.2 Vlekkenkaart

De vlekkenkaart is een werkdocument dat tot doel heeft onwaarschijnlijkheden (mogelijk foutieve interpretaties) uit de puntenkaart naar voor te brengen, opvallende stratigrafische discontinuïteiten tot uiting te brengen, en bestaande interpretaties te toetsen.

Het is de meest objectieve wijze om een puntenkaart te interpoleren. Bij het tekenen van een vlekkenkaart voor het Massief van Brabant werd enkel uitgegaan van een gemiddelde WNW-ESE strekking van de gelaagdheid. Een vlekkenkaart is eigenlijk een ruwe verbredingskaart zonder interpretatie van de structuren of grenzen, en is dus geen geologische kaart.

5.3 Evaluatie van bestaande concepten

Om bestaande concepten te verifiëren werden breuken en andere belangrijke elementen gedigitaliseerd van bestaande geologische (Legrand, 1968; De Vos *et al.*, 1993) en structurele kaarten (Everaerts *et al.*, 1996; Sintubin, 1997; Mansy *et al.*, 1999; Sintubin, 1999; Sintubin & Everaerts, 2002) en individueel geëvalueerd aan de hand van de argumentatie van de auteurs en de positie van de structuren op de vlekkenkaart.

Op de kaart van Legrand (1968; schaal 1/300 000) worden t.o.v. de lange as van het Massief van Brabant drie grote transversale breuken weergegeven die de verbreding van de formaties in het oostelijk deel van het subcropgebied helpen verklaren (fig. 1). Belangrijke stratigrafische sprongen worden ingetekend langs longitudinale breuken. Verder worden een aantal hoekcontacten ingetekend, soms als verlengde van de longitudinaalbreuken, die echter niet worden geïnterpreteerd. Directe aanwijzingen (observaties) voor de breukstructuren zijn beperkt tot enkele anomale formatiecontacten die werden aangeboord. De oriëntatie van deze breukcontacten is bijgevolg niet gekend. Op de kaart worden plooiën met verschillende oriëntaties getekend. Deze weerspiegelen de onderliggende hypothese van een langdurige vervormingsgeschiedenis met wisselende verkortingsrichtingen (Legrand, 1968). Deze hypothese wordt niet ondersteund door terreinobservaties (zie o.a. Verniers *et al.*, 2002).

De kaart van De Vos *et al.* (1993; getekend op schaal 1/500 000, maar gepubliceerd op gereduceerd formaat) bouwt verder op het concept van transversaal- en longitudinaalbreuken (fig. 2). Delen van deze kaart werden bijgewerkt en gepubliceerd in de toelichtingen voor de Tertiairkaarten Veurne-Roeselare, Ieper, Tielt, Geraardsbergen, Blankenberge-Westkapelle-Oostduinkerke-Oostende en Kortrijk (De Vos, 1999a; 1999b; 1999c; 2002a; 2002b). De positie van de transversaalbreuken werd beperkt beïnvloed door anomale formatiecontacten in boringen, en in belangrijke mate door de positie van aeromagnetische lineamenten. Slechts in enkele gevallen komen de transversaalbreuken overeen met belangrijke lithostratigrafische sprongen. Dit is vaker het geval voor de longitudinaalbreuken, die het contact vormen tussen bijvoorbeeld het Cambrium en het Ordovicium. Op de recente kaarten in de ontsluitingsgebieden van het Massief van Brabant (Doremus & Hennebert, 1995; Herbosch & Lemonne, 2000; Delcambre & Pingot, 2002; Hennebert & Eggermont, 2002) worden enkele transversaalbreuken met minder belangrijke bedragen getekend. Ook deze werden niet geobserveerd.

In structureel georiënteerde publicaties waarin grootschalige modellen voor het Massief van Brabant worden uitgewerkt (Everaerts *et al.*, 1996; Sintubin, 1997; Mansy *et al.*, 1999; Sintubin, 1999; Sintubin & Everaerts, 2002, Debacker *et al.*, 2004a) worden structuren op figuren meestal weergegeven om het concept te illustreren, en niet om de exacte locatie van gekarteerde structuren aan te duiden.

Een apart luik vormt de Asquempontbreuk. Deze werd recent geherdefinieerd door Debacker (2001; zie ook Debacker *et al.*, 2003; 2004b; in press) in het Asquempont-Virginal ontsluitingsgebied als een pre-tectonisch, lage-hoek breukcontact met een normaalbeweging. In het typegebied vormt de Asquempontbreuk het contact tussen de Formatie van Oisquercq en de Formatie van Chevlipont. Gezien deze stratigrafische sprong en de geringe hoek tussen de Asquempontbreuk en de gelaagdheid, wordt uitgegaan van een groot breukbedrag. De Asquempontbreuk werd eveneens herkend in ontsluitingen ten noorden van Quenast (Debacker, 2001).

Indien de verplaatsing inderdaad groot is, is het waarschijnlijk dat de Asquempontbreuk een extensie heeft buiten het ontsluitingsgebied. Hierbij wordt gesproken over het Asquempont-detachmentsysteem (zie Debacker *et al.*, in press), een benaming die duidt op een mogelijk meer complexe, grootschalige structuur. Het Asquempont-detachmentsysteem werd aan de hand van de subcropkaart van De Vos *et al.* (1993) in het zuidelijke (Debacker, 2001; Debacker *et al.*, 2003; 2004b) en noordelijke (Debacker *et al.*, in press) subcropgebied doorgetekend. Hieruit bleek dat het concept van het Asquempont-detachmentsysteem in grote lijnen compatibel was met de verbreiding van de geologische eenheden op de kaart van De Vos *et al.* (1993), een verklaring kon bieden voor een aantal niet-geïnterpreteerde contacten, en een alternatief bood voor een aantal breuken. Op een kleinere schaal werd het concept toegepast om de veronderstelde overschuivingsstructuur op de geologische kaart Chastre-Gembloux (Delcambre & Pingot, 2002) te herinterpreteren als een lage-hoek extensieve detachement, (Debacker, in press).

Er zijn goede argumenten om aan te nemen dat het Asquempont-detachmentsysteem in het niet-ontsloten deel van het Massief van Brabant verderloopt. Momenteel zijn er zeven lokaties waarin de formatie van Oisquercq in onregelmatig contact staat met jongere lagen. Het gaat om de boringen Tielt (68E169), Waregem (84W1385), Eine (84E1372), Schendelbeke (100W181), Lessines (113E1015) en Bever (114W73 en 114W93), (cf. Herbosch *et al.* 1991; Debacker, 2001; Debacker *et al.*, 2003; Debacker *et al.*, 2004 en boorbeschrijvingen Geodoc BGD). De boring van Eine werd slechts laat herkend als mogelijke uiting van het Asquempont-detachmentsysteem omdat de opeenvolging hier omgekeerd is (Formatie van Oisquercq boven op Formatie van Mousty), waardoor hier eerder een overschuiving werd verondersteld. Naar aanleiding van de nieuwe subcropkaart werden de onregelmatige contacten in deze boringen aan een grondige inspectie onderworpen, om de hypothese van een wijd verbreide Asquempontbreuk te onderzoeken.

Van deze boringen werden immers (delen van) kernen bewaard, zodat het contact zelf meestal geobserveerd kan worden (uitzondering: boring van Tielt). De boringen van Waregem, Eine, Schendelbeke, Lessines en Bever tonen op het contact een breccieus breukgesteente. De splijting doorsnijdt de randen van de gesteentefragmenten wat in overeenstemming is met de pre-tektonische breukactiviteit die ook voor het ontsluitingsgebied werd aangetoond (Debacker, 2001; Debacker *et al.*, 2003; 2004b). Dit is een bijkomende aanwijzing dat het Asquempont-detachmentsysteem ook in dit deel van het subcropgebied van het Massief van Brabant voorkomt. De realiteitswaarde van deze veronderstelling werd verder getoetst door een conceptkaart op te stellen waarop stratigrafische discontinuïteiten, die op de vlekkenkaart tot uiting komen, zoveel mogelijk verklaard werden door de aanwezigheid van het Asquempont-detachmentsysteem (zie §5.5).

Het bestaan van normaalbreuken geassocieerd met de Nieuwpoort-Asquempont breukzone werd aangetoond door Debacker (2001; Debacker *et al.*, 2003; 2004b). Het voorkomen van overschuivingen werd aangetoond in het ontsluitingsgebied van Sint-Pieters-Kapelle (Markvallei; Debacker, 1999; Piessens, 2001).

5.4 Aeromagnetische en gravimetrische lineamenten

Aeromagnetische (fig. 3) en gravimetrische kaarten (fig. 4) weerspiegelen de architectuur in de bovenste kilometers van de aardkorst. De structuren op een aeromagnetische kaart komen tot uiting door verschillen in magnetische susceptibiliteit, op een gravimetrische kaart door verschillen in densiteit van gesteenten. Vooral voor gebieden waar een beperkt aantal directe waarnemingen beschikbaar is, zoals subcropgebieden, zijn deze kaarten zeer nuttige en vaak geconsulteerde documenten.

Patronen op gravimetrische en aeromagnetische kaarten kunnen echter niet zonder meer vertaald worden naar een geologische situatie in twee dimensies. Dit komt onder meer omdat de geofysische methoden niet enkel een beeld geven van het subcropniveau, maar een integratie zijn van de petrofysische eigenschappen van de aardkorst over een aanzienlijk dieptebereik. Lineamenten op de geofysische kaarten hoeven dus niet de weerspiegeling te zijn van structuren op subcropniveau, of zullen niet exact met deze structuren samenvallen.

Patronen op een aeromagnetische kaart worden bovendien niet rechtstreeks beïnvloed door de susceptibiliteit van het onderliggende gesteente. Dit komt doordat wordt gemeten hoe het aardmagnetische veld wordt verspreid, afgebogen of geconcentreerd door de ondergrond. De processen die hierbij domineren zijn de contrasten in susceptibiliteit van gesteenten die zich in elkaars nabijheid bevinden. Een absolute waarde op de aeromagnetische kaart kan dus niet zomaar geïdentificeerd worden met één bepaald gesteente met een (karakteristieke) susceptibiliteit.

Zowel voor de aeromagnetische als voor de gravimetrische kaart geldt dat lineamenten enkel wijzen op het contact tussen gesteenten met verschillende eigenschappen. Elke verdere interpretatie is hypothetisch. Een gradiëntlineament op een aeromagnetische kaart bijvoorbeeld, kan wijzen op een normaal stratigrafisch contact, een breukbegrensd contact, of zelfs een zonale grens van metamorfisme, alteratie of mineralisatie.

Daarom werden de geofysische kaarten bij het karterwerk wel gebruikt als ondersteuning, maar niet als basis voor het intekenen van subcrop-geologie. Zo werden ze niet gebruikt om het bestaan van breuken, plooien en andere structuren af te leiden, maar wel om aangetoonde en vermoede structuren nauwkeuriger in te tekenen.

5.5 Conceptkaart

Op een conceptkaart worden concepten uitgewerkt om hun werkbaarheid te beoordelen, te vergelijken en om problemen te identificeren. Een conceptkaart oogt meestal eenvoudiger en duidelijker dan een geologische kaart, maar mist bijvoorbeeld consistentie in het doortrekken van structuren of het respecteren van de dikte en helling van geologische eenheden.

Indien een conceptkaart positief wordt beoordeeld, vormt ze de aanzet tot een geologische kaart. Een voor dit project belangrijke conceptkaart was diegene waar de hypothese van het Asquempont-detachmentsysteem centraal staat (fig. 5). Parasietplooien werden meestal weggelaten, en ook de weergave van andere structuren werd tot een minimum beperkt.

Het bestaan van het Asquempont-detachmentsysteem was aangetoond in het ontsluitingsgebied (Debacker, 2001; Debacker *et al.* 2003; 2004b) en goede aanwijzingen bestonden voor de extensie tot in het subcropgebied (zie §5.3). Dit is op zich echter niet voldoende om weerhouden te worden als karteerbare structuur. Voor een succesvolle integratie in het einddocument moet dit breukcontact op een eenvoudige wijze, dus zonder bijkomende veronderstellingen, de geobserveerde verbreiding van de formaties accuraat kunnen verklaren. Het was immers mogelijk dat de segmenten van het Asquempont-detachmentsysteem die geobserveerd werden op terrein en in boorkernen deel zouden uitmaken van een complex en grootschalig systeem, dat onvoldoende gekend zou zijn om op kaart weer te geven.

Daarom werd een conceptkaart opgesteld waarop gepoogd werd om het Asquempont-detachmentsysteem in te tekenen als een enkelvoudig, pre-tektonisch contact dat in het SW-deel van het Massief van Brabant het anomale contact poogde te verklaren tussen voornamelijk formaties van Cambrium enerzijds en Ordovicium anderzijds. Hieruit bleek dat het inderdaad mogelijk was om op schaal van de subcropkaart het Asquempont-detachmentsysteem in te tekenen als één enkele structuur, dat vrijwel alle anomale contacten verklaarde.

Het uitzicht van de resulterende conceptkaart was sterk vereenvoudigd in vergelijking met de subcropkaarten van Legrand (1968) en De Vos *et al.* (1993). Het consequent intekenen van een pre-tektonisch contact in een geplooid gebied houdt echter ook in dat een aantal geometrische beperkingen in acht moeten worden genomen, die niet steeds onmiddellijk duidelijk zijn op een kaart. Belangrijk bijvoorbeeld is de helling van het Asquempont-detachmentsysteem gedurende de periode waarin het gevormd werd. Oorspronkelijk werd een zuidwaartse helling gesuggereerd (Debacker *et al.*, 2003), voornamelijk op basis van de grootschalige ideeën over de bekkenevolutie en het omkeren van het reliëf van het Massief van Brabant (Sintubin & Everaerts, 2002; Debacker *et al.*, 2002). De conceptkaart wijst echter op een oorspronkelijke NNE-waartse helling. Dit kan afgeleid worden aan de hand van de ouderdom van de formaties langsheen het Asquempont-contact. De formaties langsheen dit contact, die op verschillende plaatsen goed gedocumenteerd zijn, zijn systematisch ouder in het NNE dan in het SSW, wat enkel verklaard kan worden door een initieel NNE-hellend Asquempont-detachmentsysteem. Deze observaties werden meer in detail uitgewerkt op overlegfolie 2 waar de ouderdom van de formaties in het dak en de voet van het Asquempont-detachmentsysteem worden weergegeven.

Alhoewel de toepassing van de hypothese van het Asquempont-detachmentsysteem goed onderbouwd is en leidt tot een logische kaart, kunnen er op de conceptkaart twee anomale gebieden worden onderscheiden, namelijk één op de kaartbladen 68 (Izegem-Wakken) en 83 (Kortrijk-Harelbeke) en een tweede ter hoogte van Lessines en Geraardsbergen.

Op de aangehaalde kaartbladen lijkt de regelmaat van het Asquempont-detachmentsysteem verstoord te zijn. De abrupte ombuigingen vallen samen met de posities van een gedocumenteerde transversale breuk en een transversaal aeromagnetisch lineament. Het invoeren van twee transversale structuren biedt op deze locatie een plausibele verklaring voor de verbreiding van de formaties.

Een profiel door Lessines en Geraardsbergen stelt problemen langs het segment tussen Lessines en Geraardsbergen. Indien het Asquempont-detachmentsysteem immers een perfect regelmatige structuur zou zijn, zou door interpolatie van omliggende waarnemingspunten te Lessines een contact verwacht worden tussen de formatie van Ittre en Bornival en de Formatie van Oisquercq. In de boring 113E1015 te Lessines is het echter de Formatie van Chevlipont die in contact staat met de Formatie van Oisquercq. Dit kan eventueel verklaard worden aan de hand van een eenvoudige onregelmatigheid in het Asquempont-detachmentsysteem in de vorm van een initiële laterale verdieping met SW-NE-oriëntatie, zoals getoond op overlegfolie 2.

Door middel van de conceptkaart werd aangetoond dat de hypothese van het Asquempont-detachmentsysteem toepasbaar is voor het zuidwestelijk deel van de subcropkaart. Directe aanwijzingen voor het bestaan van het Asquempont-detachmentsysteem, zoals waarnemingen op boorkernen, zijn enkel beschikbaar voor het zuidwestelijke deel van de subcropkaart. Het doortrekken van het Asquempont-detachmentsysteem naar het oosten en noorden gebeurde dan ook pas in tweede instantie. In het zuidoostelijke en oostelijke deel zijn er stratigrafische argumenten voor het bestaan van het Asquempont-detachmentsysteem, zoals de Formatie van

Blanmont in nabijheid van de Formatie van Mousty. Naar analogie met Debacker *et al.* (in press) en op basis van de bevindingen in het zuidwestelijke deel van het Massief van Brabant, werd de verbreiding van de formaties verklaard door een oostelijke extensie van het Asquemont-detachmentsysteem aan te nemen.

Ten noorden van de as van het Massief van Brabant bestaan weinig of geen aanwijzingen voor het voorkomen van het Asquemont-detachmentsysteem. Het aantal observatiepunten is hier echter ook kleiner, omdat het Massief van Brabant er dieper gelegen is. Indien echter het Asquemont-detachmentsysteem van het zuidwestelijke tot het oostelijke deel wordt ingetekend, moet het ook in het noordelijke deel aanwezig zijn.

Dit is een rechtstreeks gevolg van de keuze om de nabijheid van de formatie van Mousty en Jodoigne en de Formatie van Blanmont in het oostelijke deel van de kaart te verklaren door het Asquemont-detachmentsysteem. Dit impliceert dat hier nog een belangrijke breukverplaatsing is (bv. bij een hoekrelatie van 20° of minder een verplaatsing van meer dan 15 km). Indien het Asquemont-detachmentsysteem niet aan de noordzijde zou worden ingetekend, betekent dit dat deze verplaatsing 10 km naar het noorden volledig zou moeten zijn uitgedoofd. Omdat dit niet erg realistisch is, werd de positie van de noordelijke tipzone (het eindpunt van het Asquemont-detachmentsysteem, de zone waar de verplaatsing uitdooft en nul wordt) meer noordwaarts verondersteld (zie overlegfolie 2).

Het Asquemont-detachmentsysteem lijkt zich uit te strekken over een afstand van ongeveer 100 km vanaf het subcropgebied nabij Roeselare, over het ontsluitingsgebied, ter hoogte van Virginal nabij Oisquercq, tot Gembloux (ten zuiden van Waver).. De minimale afmeting van de veronderstelde structuur, zoals weergegeven op overlegfolie 2, is 60 km op 200 km, en zij doorsnijdt een sedimentaire sequentie van het onderste Siluur (Formatie van Deerlijk) tot het Onder-Cambrium (Formatie van Blanmont). Als gevolg van de veronderstelde lage hoek met de gelaagdheid, moet de verplaatsing verschillende kilometers bedragen.

Bij de kartering werd de hypothese van het Asquemont-detachmentsysteem louter geometrisch en cartografisch benaderd. Hypothesen rond oorzaak, ontstaan of paleogeografische setting van deze structuur speelden niet mee bij het opstellen van de kaart.

Op de conceptkaart werd eveneens het probleem van de brede Cambrium-kern onder en rond Brussel naar voren gebracht. Het is niet mogelijk om deze te verklaren door middel van één grote anticline, omdat dit onrealistische diktes voor de Formaties van Tubize en Blanmont zou veronderstellen (Van Grootel *et al.*, 1997). De grote subcropbandbreedte is dus waarschijnlijk te wijten aan tektonische herhaling door een brede plooitrein, door een discontinue herhaling (opschuivingen, overschuivingen of transversale verschuivingen), of door een combinatie van verschillende elementen (bv. zie Piessens *et al.*, 2004). Omdat weinig gekend is over de werkelijke architectuur van de Cambrische kern, werd gekozen voor de meest conservatieve oplossing, namelijk deze van een brede plooitrein in de vorm van een anticlinale culminatie (anticlinorium).

Ook in het weinig verkende noordelijke deel van de subcropkaart werd geopteerd om de verbreiding van de lagen te verklaren door middel van plooiën. Een ander slecht verkend gebied is de oostelijke extensie van het Massief van Brabant. De patronen op de aeromagnetische kaart wijzen hier mogelijk op een complexe structuur. Ook hier is er een gebrek aan directe observaties. Daarom werden de structuren zo eenvoudig en conservatief mogelijk ingetekend, waarbij wel rekening werd gehouden met een veranderende strekking van de gelaagdheid in overeenstemming met de aeromagnetische kaart.

5.6 Geologische subcropkaart

Op het einddocument, de geologische subcropkaart (fig. 6), wordt de verbreiding en herhaling van de formaties voornamelijk verklaard door plooien, terwijl het Asquempont-detachmentsysteem het grootste gedeelte van de discontinue contacten verklaart. Andere elementen die in de kaart zijn geïntegreerd zijn transversaalbreuken, normaalbreuken en overschuivingen.

Plooien met een golflengte kleiner dan 5 km worden niet systematisch getoond op de kaart, maar worden wel schematisch geïntegreerd in de profielen. Dit laatste is noodzakelijk om de subcropbandbreedte van de formaties in overeenstemming te brengen met de veronderstelde formatiediktes en geobserveerde hellingen van de gelaagdheid.

In het westen en noorden van de subcropkaart worden synclines en anticlines ingetekend met een golflengte van 10 km tot 20 km. In het oostelijk deel is de verbreiding van de formaties in overeenstemming met een golflengte van ongeveer 5 km. In een subcropgebied is het niet mogelijk om de aanwezigheid van dergelijke grootschalige plooistrukturen af te leiden aan de hand van directe observaties. Het intekenen van plooien is dus een keuze. Deze optie verdiende de voorkeur omdat het de meest conservatieve oplossing is en de verbreiding van de formaties in de observatiepunten accuraat verklaart. De oriëntatie van de plooiasen varieert met 55° van N50W in het westen tot N75E in het oosten. Het openen en sluiten van plooien wijst op een variabele duiking van de plooiasen. Ten zuiden van de Cambrische as worden de plooien met een SW-vergentie ingetekend, in overeenstemming met de transportrichting die wordt afgeleid in ontsluitingsgebieden. Voor het deel ten noorden van de centrale as is de vergentie niet gekend en worden de assenvlakken verticaal weergegeven.

De plooien in het westelijke gebied werden doorgetrokken naar het gebied rond Oudenaarde en Geraardsbergen, waar een opsplitsing van de plooitrein en een kortere golflengte verondersteld moest worden om de geobserveerde verspreiding van de formaties te kunnen verklaren.

De schijnbare diktes van de Formaties van Tubize en Blanmont kunnen worden verklaard door een plooitrein te veronderstellen in de Cambrische kern. Op basis van de hellingen van de gelaagdheid, die gemiddeld steiler zijn in de Cambrische kern van het Massief van Brabant (zie Legrand, 1968), worden plooien ingetekend die evolueren van open in het SW naar gesloten in de Cambrische kern en weer meer open in het NE (zie fig. 6). Ten SW van de centrale as wordt een SSW-vergentie van de plooien verondersteld (bv. Debacker, 2001), in overeenstemming met waarnemingen in het ontsluitingsgebied. In het NW is de vergentie van de plooien niet gekend. Daarom worden ze als rechte plooien weergegeven in figuur 6l.

De Cambrische kern verbreedt van west naar oost. Centraal komen steeds oudere formaties voor op subcropniveau (achtereenvolgens de Formaties van Oisquercq, Tubize en Blanmont). Dit wijst, voortbouwend op de plooitrein-hypothese, op een gemiddelde asduiking in WNW-richting.

Langsheen de noordrand van de Cambrische kern zijn de magnetische ruggen en dalen onder een hoek van 10° tot 20° georiënteerd ten opzichte van het grootschalige patroon dat wordt gevormd door een magnetisch hoog boven de Cambrische kern en een laag boven de Ordovicium en Siluur gesteenten ten noorden ervan. Dit aeromagnetisch patroon is in overeenstemming met de oriëntatie van de veronderstelde secundaire, WNW-duikende plooien langs de noordrand van de Cambrische kern, en wijst op eerder zachtduikende plooien.

De plooien die op de subcropkaart langsheen de noordrand worden weergegeven, kunnen geïnterpreteerd worden als gesloten, parasietplooien met een zwak tot matige asduiking in WNW-richting. Omdat er cartografisch geen noodzaak is om ze ook meer noordelijk te veronderstellen, werd geopteerd om ze doorheen de Ordoviciumsequentie te laten uitdoven.

De directe en cartografische aanwijzingen voor het bestaan van het Asquempont-detachmentsysteem en de toepasbaarheid van het concept voor de subcropkaart werden besproken aan de hand van de conceptkaart (§5.5). Op de finale geologische kaart werd bij de weergave van het contact rekening gehouden met het pre-tektonische karakter. Concreet betekent dit dat het Asquempont-detachmentsysteem een vlak is dat is meegeplooid. Over het algemeen loopt de strekking ongeveer parallel met de strekking van de gelaagdheid. Op verschillende plaatsen, zoals bijvoorbeeld bij de anticlinale structuur ter hoogte van Diksmuide, vormen beide een kleine hoek. Hierdoor duiken de anticlinale as van het Asquempont-detachmentsysteem en de gelaagdheid niet steeds evenveel, of zelfs in tegengestelde richting.

Er werd ook rekening gehouden met de geometrische randvoorwaarden, zoals de consistente ouderdom van de formaties langsheen het contact of de afwezigheid van formaties in delen van de subcropkaart. Een goede illustratie van dit laatste punt is het oostelijke deel van de Cambrische kern waar de Formatie van Tubize volgens het model niet voorkomt, en ook niet wordt waargenomen. Het toepassen van het concept van het Asquempont-detachmentsysteem heeft dus verschillende consequenties die het best begrepen kunnen worden door de subcropkaart te combineren met de overlegfolie 2.

Op de subcropkaart werden twee transversaalbreuken ingetekend. De westelijke door Tielt heeft een oriëntatie N30E. Ze valt samen met een aeromagnetisch lineament dat het duidelijkst is ter hoogte van de Cambrische kern. Ten oosten van het lineament heeft het aeromagnetisch patroon, dat meestal gedomineerd wordt door de Formatie van Tubize, een ondieper karakter dan ten westen van het lineament. Dit is in overeenstemming met waarnemingen, waar ten oosten van het lineament de Formatie van Tubize en ten westen de jongere Formatie van Oisquercq op subcropniveau worden aangetroffen. In het verlengde van het lineament kan een verspringing van de Onder-Devoon discordantie worden aangetoond, waardoor een minstens gedeeltelijke post-Brabantische ouderdom moet worden verondersteld. Afhankelijk van de oriëntatie van de breukbeweging kan de effectieve verplaatsing hier vrij beperkt zijn. Zoals eerder aangehaald (§5.5) kan deze transversale structuur de schijnbare laterale onregelmatigheid van het Asquempont-detachmentsysteem goed verklaren. De plooiassen lijken niet in belangrijke mate verplaatst te zijn door deze transversaalbreuk. Samen met de verspringing van de Devoon discordantie, de Siluurformaties en het aeromagnetische patroon kan een grotendeels verticale breukbeweging worden verondersteld, waarbij het oostelijke breukblok relatief werd opgeheven.

De tweede transversaalstructuur heeft een gemiddelde oriëntatie van N60E. Ook deze komt overeen met een aeromagnetisch lineament. Op de kaart werd geopteerd voor een breuk die uitdooft in de Cambrische kern. Deze breuk werd ingetekend als een cartografische oplossing die plausibeler is dan een vrij drastische wijziging in het overigens eerder regelmatige Asquempont-detachmentsysteem. Bij deze breuk wordt een relatieve opheffing van het westelijke breukblok verondersteld. De plooistructuren lijken niet continu vervolgd te kunnen worden van het ene naar het andere breukblok.

Andere transversaalbreuken werden niet ingetekend omdat er geen cartografische argumenten voor bestaan of omdat het aangetoonde breukbedrag te klein was om de verbreiding van de formaties op schaal 1/200 000 te beïnvloeden.

Ook normaalbreuken werden enkel ingetekend indien hun cartografisch belang voldoende was. Dit is het geval voor de breuk die werd aangeboord te Leffinge (36E117), waar de afwezigheid van de Formatie van Fauquez, Madot en Deerlijk adequaat verklaard kan worden door normaalbreukwerking. Deze structuur wordt gezien als gerelateerd aan het Nieuwpoort-Asquempont breuksysteem. Ook in Lessines (113E1015) bestaan indicaties voor de

aanwezigheid van normaalbreuken. Niettegenstaande individuele normaalbreuken in onstluiting en in subcrop relatief belangrijke implicaties lijken te hebben op de distributie van de verschillende stratigrafische eenheden komt dit, met name in het geval van de Nieuwpoort-Asquempont breukzone, niet naar voren op schaal van de kaart (1/200 000). Mogelijk is dit te wijten aan de horst-en-graben-geometrie van de Nieuwpoort-Asquempont breukzone, waarbij de individuele breuken aanzienlijke bedragen hebben, maar het voorkomen van zowel N- als S-hellende breuken zorgen voor een extensie met een geringe verticale netto-verplaatsing wat betreft de totale breukzone (Debacker *et al.*, 2003; Verniers *et al.*, in press). Omdat de formaties op deze locatie continu vervolgd kunnen worden zonder normaalbreuken te veronderstellen, worden ze niet weergegeven.

Een overschuivingsstructuur ter hoogte van het ontsluitingsgebied langs de Markvallei werd ingetekend om de lokaal ver zuidwaartse verbreiding van de Formatie van Chevlipont te verklaren. Voor deze optie werd gekozen omdat aanwijzingen voor één of meerdere zwakhellende overschuivingen in dit gebied werden aangetroffen (Debacker, 1999; Piessens, 2001).

Structuren op de subcropkaart worden getoond als ze relevant zijn voor kartering op schaal 1/200 000. De kaart die zo tot stand kwam verklaart op een bevredigende wijze de verbreiding van de formaties in een consistent structureel raamwerk. De twee ontsluitingsgebieden op Vlaams grondgebied, met name Halle-Lembek langsheen de Zennevallei en Sint-Pieters-Kapelle langsheen de Markvallei, tonen aan dat het begrijpen van de grote structurele lijnen niet steeds volstaat om eenduidige detailkaarten van deze nochtans beter gekende gebieden op te stellen. Dit resulteert in uiteenlopende interpretaties bij de kartering van deze ontsluitingsgebieden. Een overzicht van de verschillende modellen voor Sint-Pieters-Kapelle kan worden teruggevonden in Debacker (1997; 1999; 2001) en Piessens (2001). Voor Halle-Lembek werd een samenvatting gepubliceerd door Piessens *et al.* (2004). De huidige kennis van deze gebieden is onvoldoende om een onderbouwde keuze te maken tussen de verschillende hypothesen.

6 BESLUIT

De nieuwe subcropkaart wordt gezien als een praktisch bruikbaar document, meer bepaald om te bepalen welke gesteenten waar op subcropniveau voorkomen. Daarom werd een eenvoudig ogende kaart opgesteld waarop enkel de structuren met relevantie op schaal 1/200 000 worden getoond. De betrouwbaarheid kan ingeschat worden door de subcropkaart te combineren met de gegevensdichtheid en betrouwbaarheid van de gegevens op de puntenkaart. Op plaatsen waar geen gegevens beschikbaar zijn, werd een interpolatie gemaakt tussen naburige gegevens rekening houdend met de gekozen concepten. De verticale verbreiding in profielen is meestal minder betrouwbaar dan de verbreiding op kaart. De penetratie van de sokkel door boringen is immers meestal gering. Bovendien worden profielen sterker beïnvloed door de correctheid en nauwkeurigheid van de gevolgde concepten.

De subcropkaart geeft het huidige kennisniveau over het Massief van Brabant weer. Er werd gepoogd om een document op te stellen waarop de structuren zowel op kaart, in profiel als in onderlinge relaties consequent zijn. Dit moet de bruikbaarheid verhogen als wetenschappelijk basisdocument, onder meer bij structurele studies, onderzoek naar sedimentologie, biostratigrafie, bekkenontwikkeling, begravingsgeschiedenis, en metamorfisme. Bovendien worden het belang en de schaal van het Asquempont-detachmentsysteem aangetoond. Dit heeft naast cartografische consequenties ook gevolgen voor de hypothesen rond de Brabantse bekkenevolutie.

7 REFERENTIES

- Chacksfield B.C., Williamson J.P., Pharaoh R.C. & McEvoy F.M. 2004. Reinterpretation of gravity anomalies over the Brabant Massif in southern Flanders (Belgium). British Geological Survey, Commissioned Report CR/04/215. Rapport voor de Vlaamse Gemeenschap, afdeling Natuurlijke Rijkdommen en Energie.
- Dandois P. 1995. Etude de minéralisations dans le Massif du Brabant. Onuitgegeven rapport ULg. BGD. NAT/94-2.1.
- Debacker T. 1997. Folds trending at various angles to the transport direction in the Marcq area, Brabant Massif, Belgium. Imperial College of Science, Technology and Medicine. London. Onuitgegeven M.Sc.-thesis. 92 pp.
- Debacker T.N. 1999. Folds trending at various angles to the transport direction in the Marcq area, Brabant Massif, Belgium. *Geologica Belgica* 2, 159-172.
- Debacker T. 2001. Palaeozoic deformation of the Brabant Massif within eastern Avalonia: how, when and why? PhD thesis, Ghent University, 225 pp.
- Verniers J., Van Grootel G. & Debacker T. Subm. The Upper Ordovician lithostratigraphy and structure of the Fauquez area (Brabant Massif, Belgium). *Geologica Belgica*.
- Debacker T.N., Sintubin M. & Verniers J. 2002. Timing and duration of the progressive deformation of the Brabant Massif, Belgium. *Aardkundige Mededelingen* 12, 73-76.
- Debacker T.N., Herbosch A., Sintubin M. & Verniers J. 2003. Palaeozoic deformation history of the Asquempont-Virginal area (Brabant Massif, Belgium). *Memoirs of the Geological Survey of Belgium* 49, 30 p.
- Debacker T.N., Sintubin M., Verniers J. 2004a. Transitional geometries between gently plunging and steeply plunging folds: an example from the Lower Palaeozoic Brabant Massif, Anglo-Brabant deformation belt, Belgium. *Journal of the Geological Society, London* 161, 641-652.
- Debacker T.N., Herbosch A., Verniers J. & Sintubin M. 2004b. Faults in the Asquempont area, southern Brabant Massif, Belgium. *Netherlands Journal of Geosciences / Geologie en Mijnbouw* 83, 49-65.
- Debacker T.N., Herbosch A., Sintubin M. In press. An alternative model for the thrust fault hypothesis in the Dyle-Thyle outcrop area, southern Brabant Massif, Belgium. *Geologica Belgica*.
- Delcambre B. & Pingot J.-L. 2002. Carte Chastre-Gebloux 40/5-6. Carte géologique de Wallonie. Ministère de la Région Wallonne.
- De Vos W., Verniers J., Herbosch A. & Vanguetstaine M. 1993. A new geological map of the Brabant Massif, Belgium. *Geological Magazine* 130, 605-611.
- De Vos W. 1999a. Paleozoïcum, kaartblad 21, Tielt. in *Toelichtingen bij de geologische kaart van België, Vlaams gewest*, red. G. De Geyter, p. 33-35, 1 fig., Brussel.
- De Vos W. 1999b. Onder-Paleozoïcum, kaartblad 29, Kortrijk. in *Toelichtingen bij de geologische kaart van België, Vlaams gewest*, red. G. De Geyter, p. 38-42, 1 fig., Brussel.
- De Vos W. 1999c. Paleozoïcum, kaartblad 30, Geraardsbergen. in *Toelichtingen bij de geologische kaart van België, Vlaams gewest*, red. G. De Geyter, p. 34-38, 2 fig., Brussel.
- De Vos W. 2002a. Paleozoïcum, kaartblad 19-20, Veurne-Roeselare. in *Toelichtingen bij de geologische kaart van België, Vlaams gewest*, red. G. De Geyter, p. 37-40, 1 fig., Brussel.
- De Vos W. 2002b. Paleozoïcum, kaartblad 4-5-11-12, Blankenberge-Westkapelle-Oostduinkerke-Oostende. in *Toelichtingen bij de geologische kaart van België, Vlaams gewest*, red. G. De Geyter, p. 52-55, 1 fig., Brussel.
- De Vos W. & Dusar M. 2001. Paleozoïcum, kaartblad 27-28-36, Proven-IEPER-Ploegsteert. in *Toelichtingen bij de geologische kaart van België, Vlaams gewest*, red. G. De Geyter, p. 44-48, 1 fig., Brussel.
- Doremus P. & Hennebert M. 1995. Carte Lens-Soignies n° 38/7-8, Carte géologique de Wallonie, échelle 1/25 000. Namur: Ministère de la Région Wallonne.
- Everaerts M., Poitevin C., De Vos W. & Sterpin M. 1996. Integrated geophysical/geological modelling of the western Brabant Massif and structural implications. *Bulletin van de Belgische Vereniging voor Geologie* 105, p. 41-59.
- Hennebert M. & Eggermont B. 2002. Carte Braine-Le-Compte - Feluy n° 39/5-6, Carte géologique de Wallonie, échelle 1/25 000. Namur: Ministère de la Région Wallonne.
- Herbosch A. & Lemonne E. 2000. Carte Nivelles-Genappe n° 39/7-8, Carte géologique de Wallonie, échelle 1/25 000. Namur: Ministère de la Région Wallonne.
- Legrand R. 1968. Le Massif du Brabant. *Mémoires pour servir à l'explication des Cartes géologiques et minières de la Belgique* 9, 148 pp.
- Mansy J.L., Everaerts M., & De Vos W. 1999. Structural analysis of the adjacent Acadian and Variscan fold belts in Belgium and northern France from geophysical and geological evidence. In: *Palaeozoic to recent tectonics in the NW European Variscan Front Zone*. (Ed.: Sintubin, M., Vandycke, S. & Camelbeeck, T.). *Tectonophysics* 309, 99-116.
- Piessens K. 2001. Metallogenese van de gemineraliseerde schuifzone te Sint-Pieters-Kapelle (Brabantmassief, België). PhD-thesis, K.U.Leuven, 140 p.

- Piessens K., De Vos W., Herbosch A., Debacker, T.N. & Verniers J. 2004. Lithostratigraphy and geological structure of the Cambrian rocks at Halle-Lembeek (Zenne valley, Belgium). Professional Paper 300, 166 p, Brussel.
- Sintubin M. 1997. Structural implications of the aeromagnetic lineament geometry in the Lower Paleozoic Brabant Massif (Belgium). In: Belgian symposium on structural geology and tectonics. (Ed.: Camelbeeck, T., Sintubin, M. & Vandycke, S.). Aardkundige Mededelingen 8, 165-168.
- Sintubin M. 1999. Arcuate fold and cleavage patterns in the southeastern part of the Anglo-Brabant Fold Belt (Belgium): tectonic implications. In: Palaeozoic to recent tectonics in the NW European Variscan Front Zone. (Ed.: Sintubin, M., Vandycke, S. & Camelbeeck, T.). Tectonophysics 309, 81-97.
- Sintubin M. & Everaerts M. 2002. A compressional wedge model for the Lower Palaeozoic Anglo-Brabant Belt (Belgium) based on potential field data. In: Palaeozoic Amalgamation of Central Europe, Geological Society, London, Special Publications 201, 327-343.
- Van Grootel G., Verniers J., Geerkens B., Laduron J., Verhaeren M., Hertogen J. & De Vos W. 1997. Timing of magmatism, foreland basin development, metamorphism and inversion in the Anglo-Brabant fold belt. Geological Magazine 134, 607-616.
- Verniers J., Herbosch A., Vanguestaine M., Geukens F., Delcambre B., Pingot J.-L., Belanger I., Hennebert M., Debacker T., Sintubin M. & De Vos W. 2001. Cambrian-Ordovician-Silurian lithostratigraphical units (Belgium). In: Guide to a revised stratigraphical scale of Belgium. (Ed.: Bultynck, P. & Dejonghe, L.). Geologica Belgica 4/1-2, 5-38.
- Verniers J., Pharaoh T., André L., Debacker T., De Vos W., Everaerts M., Herbosch A., Samuelsson J., Sintubin M., Vecoli M. 2002. The Cambrian to mid Devonian basin development and deformation history of Eastern Avalonia, east of the Midlands Microcraton: new data and a review. From: Winchester J.A., Pharaoh T.C. & Verniers J. 2002, Palaeozoic Amalgamation of Central Europe. Geological Society, London, Special Publications, 201, 47-93.

8 TABELLEN

Eenheid	Code	DOV-code
<i>Formatie niet benoemd, bestaan onzeker</i>	F01	PX?
<i>Formatie van Abbaye de Villers</i>	ADV	PAv
<i>Formatie van Bellegem</i>	BLG	PBg
<i>Formatie van Blanmont</i>	BLM	PBl
<i>Formatie van Bois Grand-Père</i>	BGP	PBp
<i>Formatie van Bornival</i>	BNV	PBn
<i>Lid niet benoemd</i>	L03	PBnXa
<i>Lid niet benoemd</i>	L04	PBnXb
<i>Lid niet benoemd</i>	L05	PBnXc
<i>Formatie van Brütia</i>	BRT	PBr
<i>Formatie van Chevlipont</i>	CHV	PCe
<i>Formatie van Corroy</i>	COY	PCr
<i>Formatie van Deerlijk</i>	DEE	PDe
<i>Formatie van Fallais</i>	FLL	PFi
<i>Lid A</i>	L13	PFiXa
<i>Lid B</i>	L14	PFiXb
<i>Lid C</i>	L15	PFiXc
<i>Lid D</i>	L16	PFiXd
<i>Lid E</i>	L17	PFiXe
<i>Lid van Pitet</i>	PTT	PFiPi
<i>Formatie van Fauquez</i>	FAU	PFq
<i>Formatie van Froide Fontaine</i>	FRF	PFf
<i>Formatie van Fumal</i>	FUM	PFu
<i>Formatie van Hosdin</i>	HOS	PHo
<i>Formatie van Huet</i>	HUE	PHu
<i>Formatie van Ittre</i>	ITT	PIt
<i>Formatie van Jodoigne</i>	JOD	PJo
<i>Formatie van Latinne</i>	LAT	PLt
<i>Formatie van Les Vallées</i>	LVA	PVa
<i>Formatie van Lust</i>	LST	PLs
<i>Formatie van Madot</i>	MAD	PMd
<i>Lid niet benoemd</i>	L06	PMdXa
<i>Lid niet benoemd</i>	L07	PMdXb
<i>Lid niet benoemd</i>	L08	PMdXc
<i>Lid niet benoemd</i>	L09	PMdXd
<i>Lid niet benoemd</i>	L10	PMdXe
<i>Lid niet benoemd</i>	L11	PMdXf
<i>Lid niet benoemd</i>	L12	PMdXg
<i>Formatie van Mousty</i>	MST	PMo
<i>Lid niet benoemd</i>	L02	PMoXx
<i>Lid van Franquénies</i>	FRQ	PMoFr
<i>Lid van Tangissart</i>	TAN	PMoTa
<i>Formatie van Oisquercq</i>	OIS	POs
<i>Lid van Asquempont</i>	ASQ	POsAs
<i>Lid van Ripain</i>	RIP	POsRi
<i>Formatie van Petit-Roeulx</i>	PER	PPt
<i>Formatie van Rekkem</i>	REK	PRk
<i>Formatie van Rigenée</i>	RIG	PRi
<i>Formatie van Ronquières</i>	RON	PRn
<i>Formatie van Steenkerque</i>	STK	PSe
<i>Formatie van Tribotte</i>	TRO	PTr
<i>Formatie van Tubize</i>	TUB	PTu
<i>Lid niet benoemd</i>	L01	PTuXx
<i>Lid van Les Forges</i>	FRG	PTuFo
<i>Lid van Rogissart</i>	ROG	PTuRo
<i>Formatie van Vichenet</i>	VCH	PVc
<i>Formatie van Vissoul</i>	VSS	PVs

Tabel 1

Overzicht in alfabetische volgorde van formaties en leden die voor het Massief van Brabant worden vermeld in Verniers et al. (2001), met vermelding van de DOV-code.

Eenheid	DOV-code
<i>Formatie van Rekkem</i>	PRk
<i>Formatie van Bellegem</i>	PBg
<i>Formatie van Ronquières</i>	PRn
<i>Formatie van Corroy</i>	PCr
<i>Formatie van Lust</i>	PLs
<i>Formatie van Deerlijk</i>	PDe
<i>Formatie van Madot</i>	PMd
<i>Formatie van Fauquez</i>	PFq
<i>Formatie van Iltre en Bornivalle</i>	PIt+PBn
<i>Formatie van Abbaye de Villers</i>	PAv
<i>Formatie van Chevlipont</i>	PCE
<i>Formatie van Mousty en Jodoigne</i>	PMo+PJo
<i>Formatie van Oisquercq</i>	POs
<i>Formatie van Tubize</i>	PTu
<i>Formatie van Blanmont</i>	PBl

Tabel 2

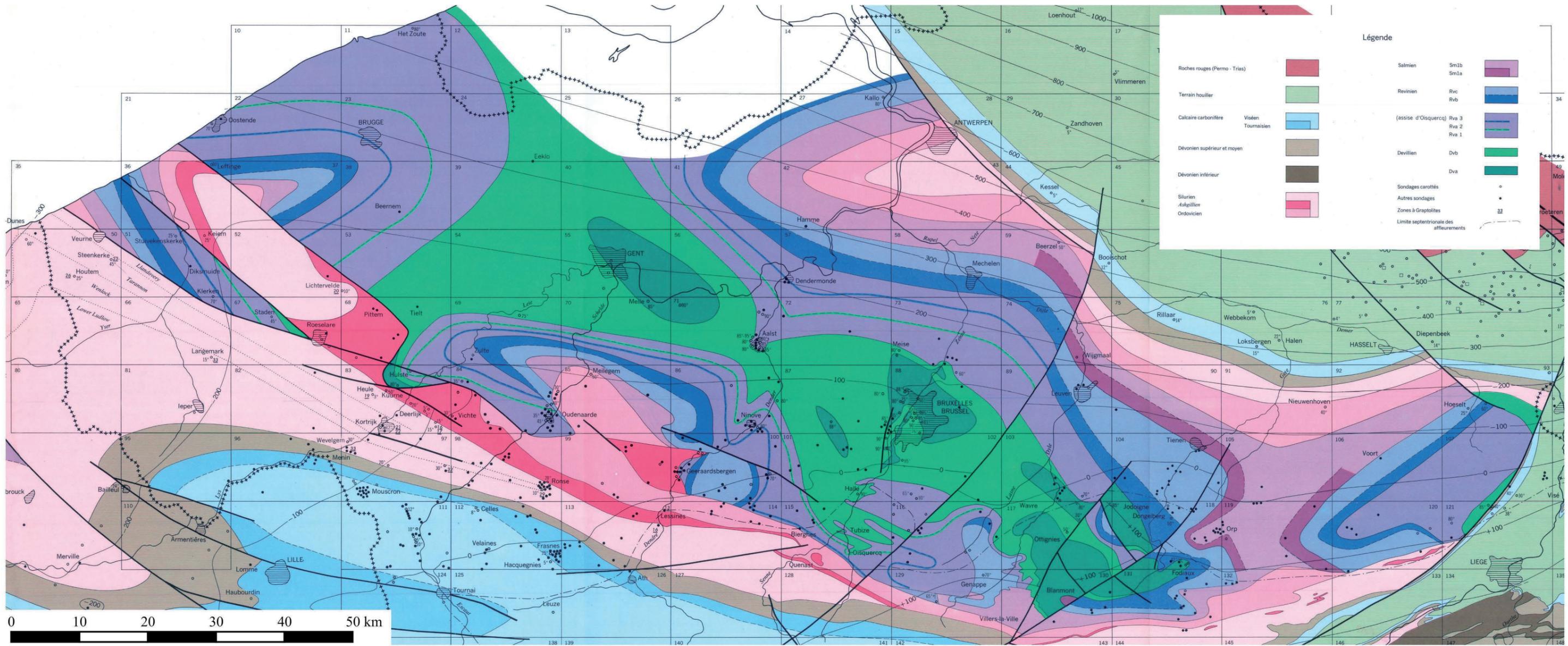
Overzicht in stratigrafische volgorde van de formaties die herkend en gekarteerd werden in het subcropgebied.

Eenheid	DOV-code	Gekarteerde dikte
<i>Formatie van Rekkem</i>	PRk	300
<i>Formatie van Bellegem</i>	PBg	400
<i>Formatie van Ronquières</i>	PRn	1100
<i>Formatie van Corroy</i>	PCr	500
<i>Formatie van Lust</i>	PLs	500
<i>Formatie van Deerlijk</i>	PDe	350
<i>Formatie van Madot</i>	PMd	500
<i>Formatie van Fauquez</i>	PFq	500
<i>Formatie van Iltre en Bornivalle</i>	PIt+PBn	500
<i>Formatie van Abbaye de Villers</i>	PAv	0 tot 500
<i>Formatie van Chevlipont</i>	PCE	500
<i>Formatie van Mousty en Jodoigne</i>	PMo+PJo	750
<i>Formatie van Oisquercq</i>	POs	2000
<i>Formatie van Tubize</i>	PTu	3000
<i>Formatie van Blanmont</i>	PBl	1000

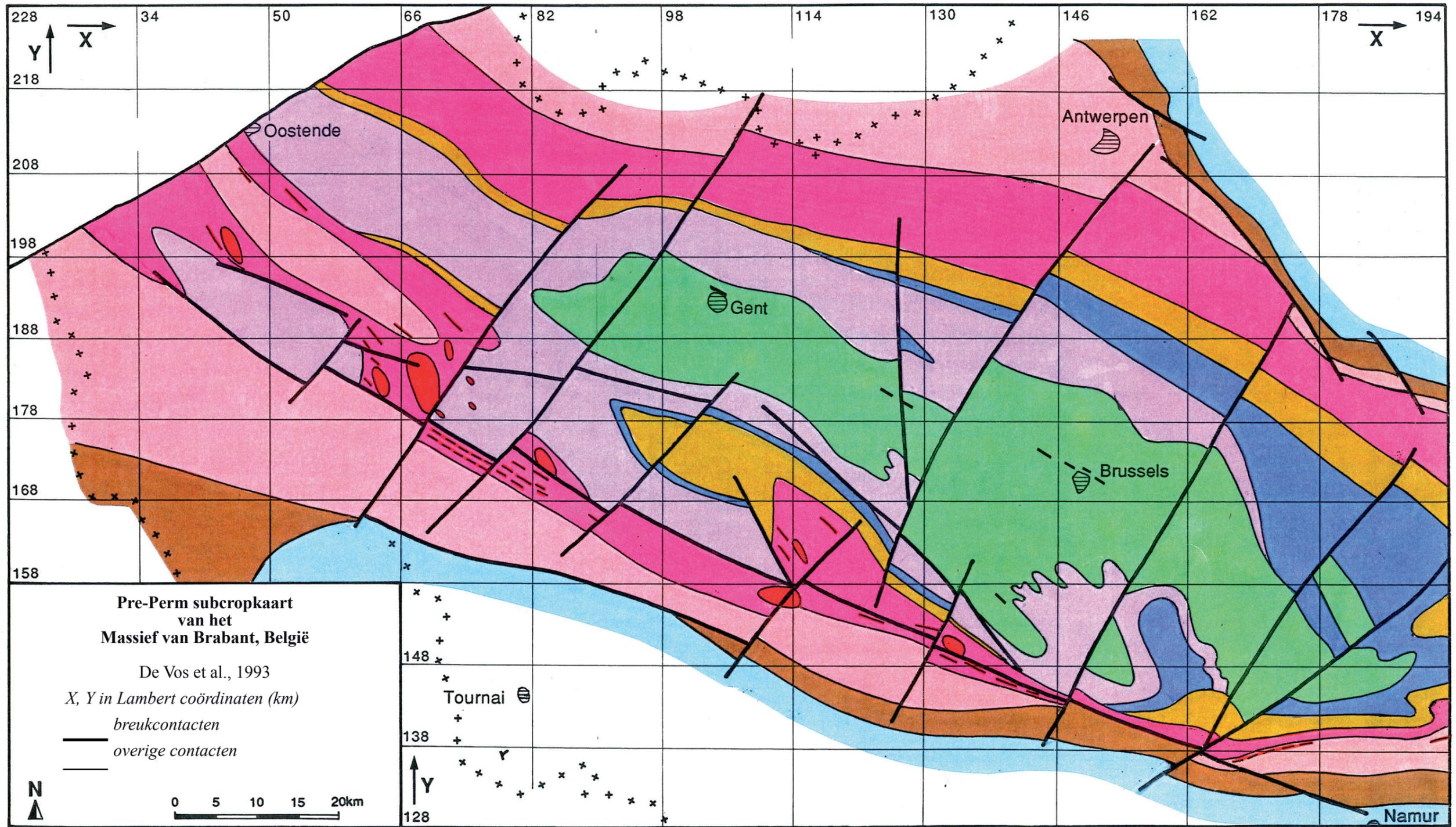
Tabel 3

De formaties met de dikte die verondersteld werden bij de kartering.

9. Figuren

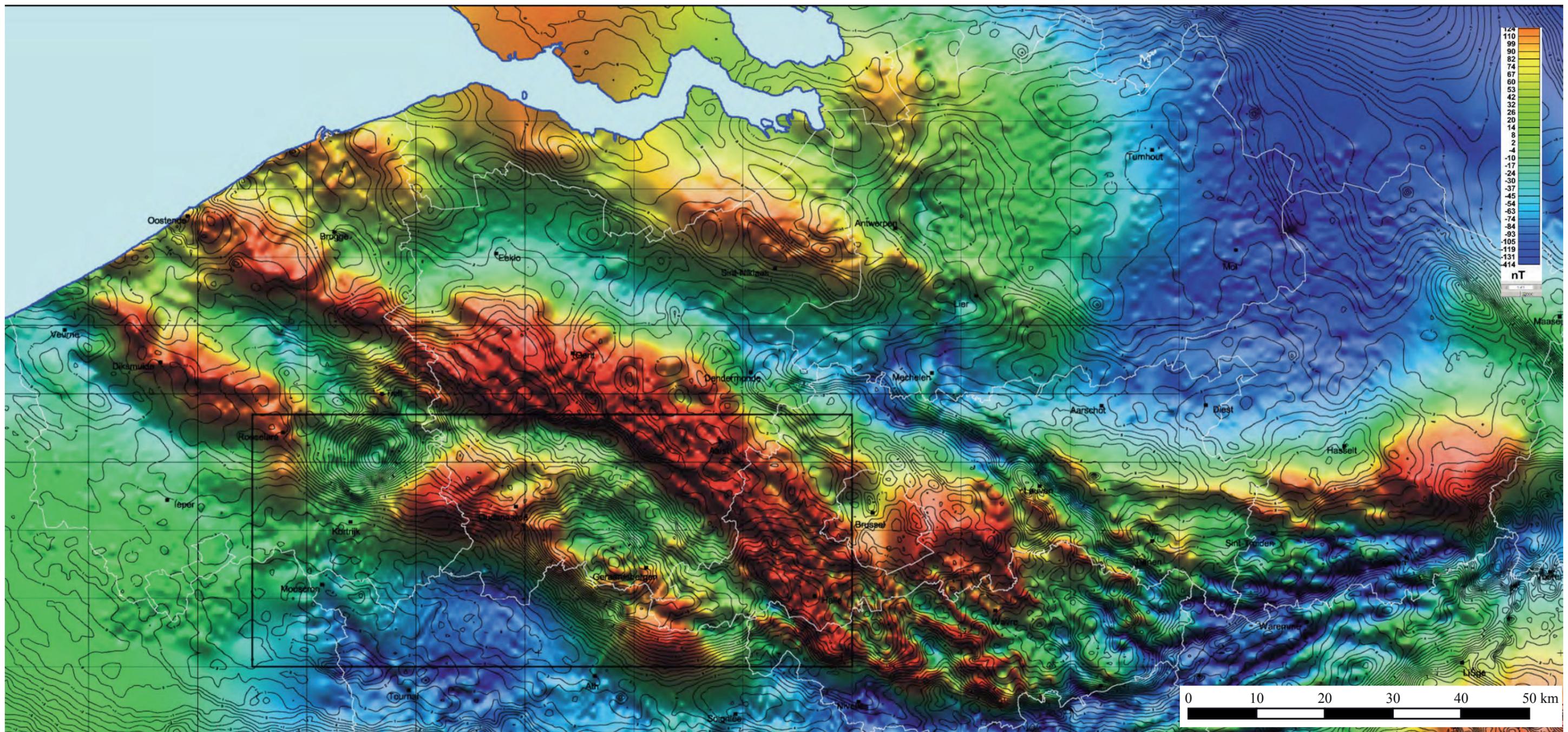


Figuur 1
Uittreksel van de subcropkaart van Legrand (1968) afgedrukt op schaal 1/500 000.

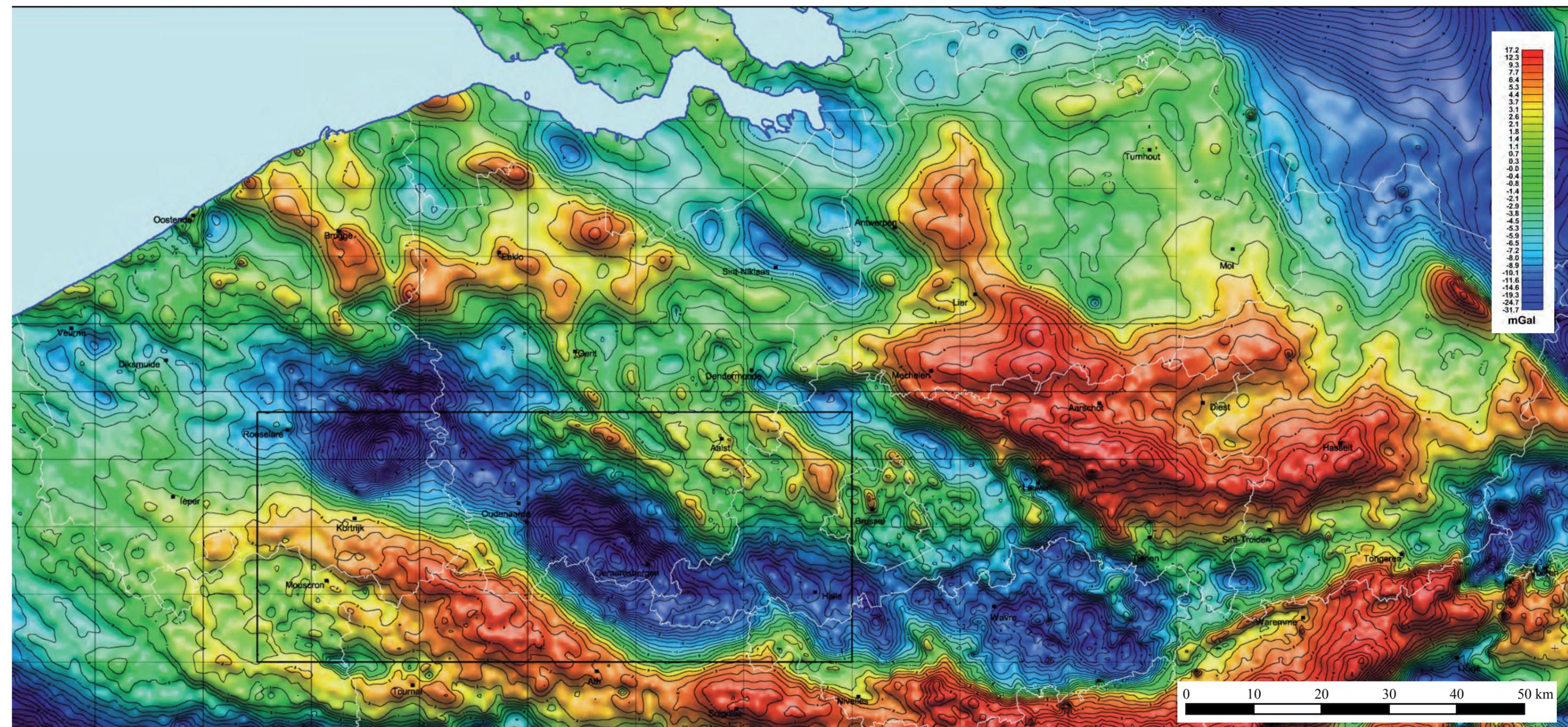


- | | | | | | | | | |
|--------------|-----------------|---------------------------|----------|--------|----------------------------|------------------------|--------|------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Tubize groep | Oisquercq groep | Midden tot Boven Cambrium | Tremadoc | Siluur | Midden en Boven Ordovicium | Midden en Boven Devoon | Karbon | Magmatische gesteenten |

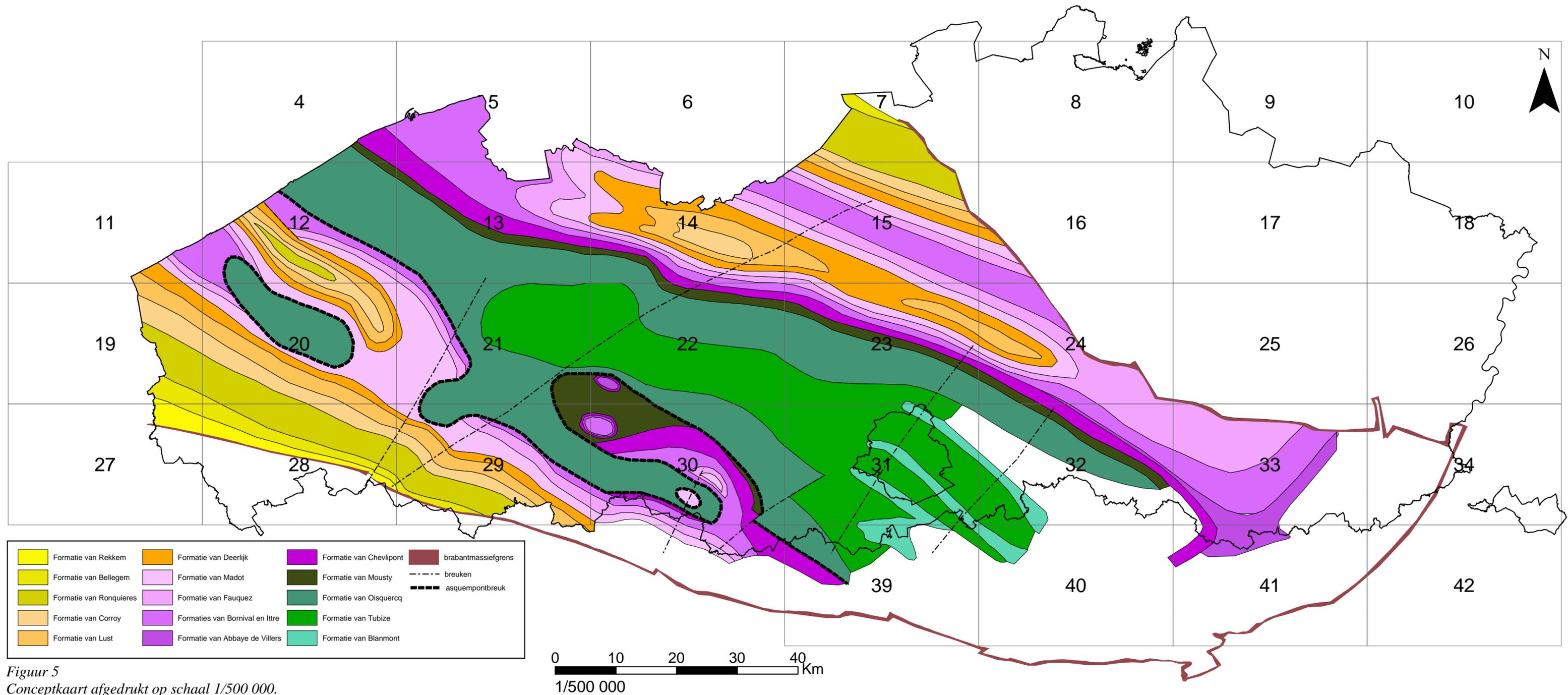
Figuur 2
 Subcropkaart van De Vos et al. (1993) afgedrukt op schaal 1/500 000.



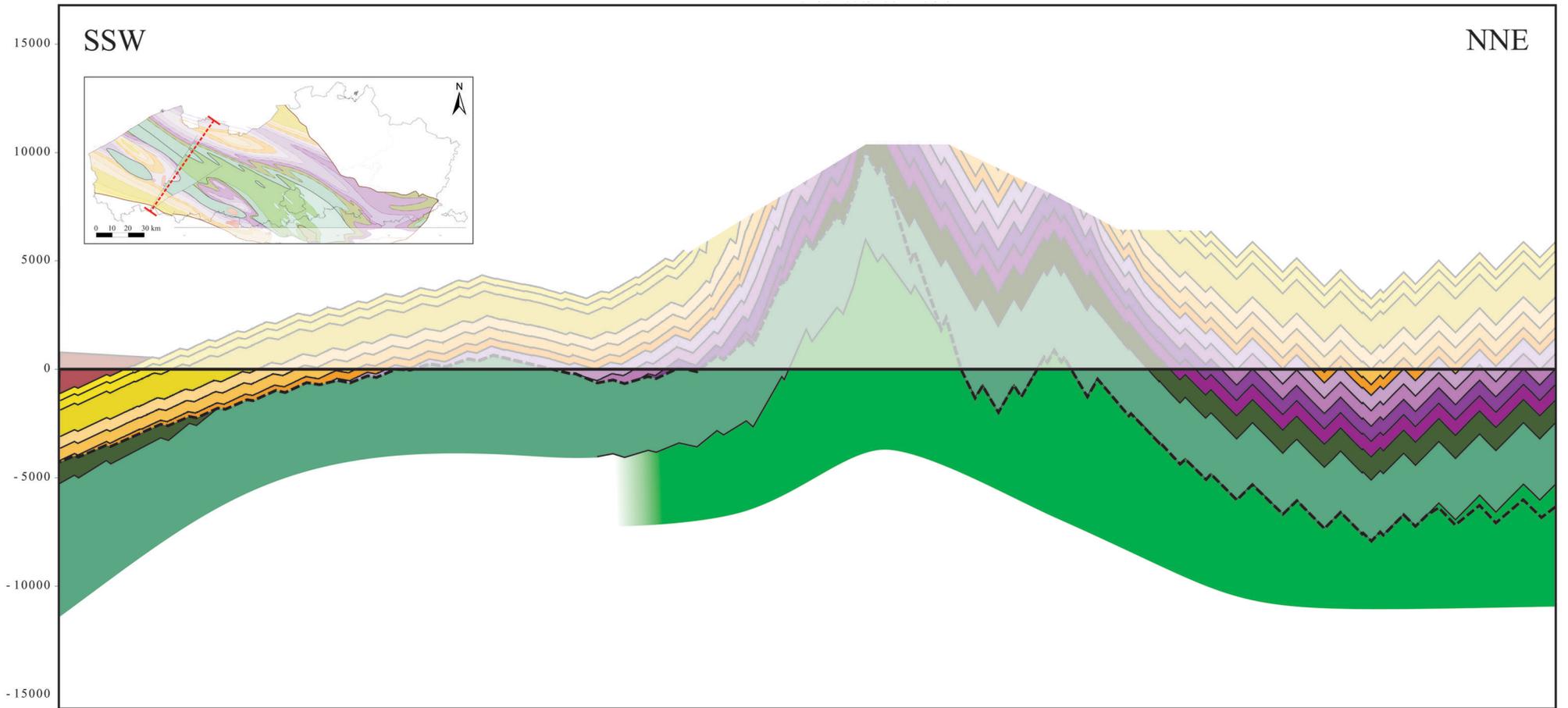
Figuur 3
 Aeromagnetische kaart van Chacksfield et al. (2004) afgedrukt op schaal 1/500 000.



Figuur 4
 Gravimetrische kaart van Chacksfield et al. (2004) afgedrukt op schaal 1/500 000.



Figuur 5
 Conceptkaart afgedrukt op schaal 1/500 000.



Legende :

- | | | |
|--|---|--|
|  Devoon / Karboon, ongedifferentieerd |  Formatie van Lust |  Formatie van Chevlipont |
|  Formatie van Rekkem |  Formatie van Deerpolder |  Formatie van Mousty |
|  Formatie van Bellegem |  Formatie van Madot |  Formatie van Oisquercq |
|  Formatie van Ronquières |  Formatie van Fauquez |  Formatie van Tubize |
|  Formatie van Corroy |  Formatie van Ittre |  Asquempont-detachmentsysteem |



Figuur 6
 Profiel door het Massief van Brabant

DEEL II: Lithostratigrafie van het Massief van Brabant

1 INLEIDING

Dit rapport maakt deel uit van het systematisch overzicht van de lithostratigrafie van het Onder-Paleozoïcum in Vlaanderen. Het bespreekt de gesteenten van Cambrium-, Ordovicium- en Siluur-ouderdom, die deel uitmaken van het Massief van Brabant. Het Massief van Brabant is een laag-metamorfe, Onder-Paleozoïsche leisteengordel in de ondergrond van Noord- en Centraal-België. Het sluit aan met het Onder-Paleozoïcum van East-Anglia en vormt zo de Anglo-Brabant vervormingsgordel, één van de plooigordels van Oost-Avalonia. De gesteenten ontsluiten in de valleien in de zuidrand van het massief, die zich bijna volledig in het Waals Gewest bevinden. In Vlaanderen worden de gesteenten bijna uitsluitend aangetroffen in boringen. Ongeveer 190 boringen werden gekernd in de sokkel. Hiervan zijn er ongeveer 110 in het Cambrium, 10 in het Tremadoc (Onder-Ordovicium), een dertigtal in het midden- of boven-Ordovicium, een dertigtal in het Siluur en een tiental die uitsluitend magmatisch gesteente aanboren. De gekernde lengte is meestal niet langer dan enkele meters, waardoor het stratigrafisch profiel meestal relatief kort is, hetgeen nadelig is voor het herkennen van formaties. Gekernde boringen die de sokkel bereiken, zijn het talrijkst in de provincies Oost-Vlaanderen en Vlaams-Brabant en het minst talrijk in het oosten van het massief, in de provincie Limburg. Naast de gekernde boringen zijn er enkele honderden destructieve boringen waarvan soms cuttings bewaard zijn. Naast de boringen zijn er een achttal ontsluitingen in de Mark-vallei in het Onder-Ordovicium en een twintigtal in de Zenne-vallei in het Onder-Cambrium. Bij deze laatste zijn er veel tijdelijke ontsluitingen te Halle-Lembeek die slechts zichtbaar waren ten tijde van de HSL-werken tussen 1994 en 1996. De lithostratigrafische schaal in dit rapport, is de lithostratigrafische schaal van het Onder-Paleozoïcum, recent gepubliceerd in Verniers *et al.* (2001). De meeste formaties werden gedefinieerd in de ontsluitingszones van het Massief van Brabant. Enkel de formaties die voorkomen in Vlaanderen worden in dit rapport opgenomen. De beschrijving van de formaties is hoofdzakelijk gebaseerd op de vermelde publicatie, maar gewijzigd waar nodig dankzij recente inzichten.

In het kader van dit project werden gekernde boringen, die tot in de sokkel reiken, bestudeerd. De gesteenten werden op basis van lithologische kenmerken en biostratigrafische dataties toegekend aan een bepaalde formatie, teneinde de geografische verspreiding van de formaties beter te kennen met als uiteindelijke doel een pre-Krijt subcropkaart van het Massief van Brabant in Vlaanderen op te stellen. Voor wat de destructieve boringen betreft, zijn noch de oorspronkelijke boorbeschrijving, noch de cuttings éénduidig genoeg om de lithostratigrafie van de boringen te bepalen. Micropaleontologisch onderzoek levert echter in sommige gevallen een biozonering op die een chronostratigrafische indeling mogelijk maakt, waardoor correlatie met een formatie uit het ontsluitingsgebied mogelijk wordt, voor zover boring en ontsluitingsgebied niet te ver uit elkaar gelegen zijn.

2 CAMBRIUM

2.1 *Formatie van Jodoigne (JOD, PJo)*

Auteur: Malaise (1883).

Beschrijving: Blauwig grijze of zwarte, soms pyriethoudende kleisteen, ook zwarte zandsteen samen met licht gekleurde zandsteen. Noch de benedengrens noch de bovengrens werden geobserveerd.

Stratotype: Nog niet gedefinieerd; typegebied in de Gete-vallei nabij Jodoigne (Waals-Brabant).

Voorkomen: In ontsluitingen van het gebied Jodoigne-Hoegaarden en in de boringen van Hoesselt en Martenslinde (Dusar & Langenaeker, 1992). In de huidige studie (subcropkaart) werd besloten dat het gesteente van de boring van Gijzegem, door De Vos *et al.* (1993) in de Formatie van Jodoigne geplaatst, eigenlijk behoort tot de Formatie van Tubize.

Dikte: Nog niet geschat.

Ouderdom: Is niet gekend omdat de formatie niet paleontologisch gedateerd kan worden. Verscheidene ouderdommen werden voorgesteld, gebaseerd op de lithologische gelijkenissen met andere formaties of op de geometrische relatie met de aangrenzende formaties. Malaise (1883) plaatst de eenheid in de Formatie van Blanmont. In 1900 plaatst hij het als een afzonderlijke eenheid onder deze laatste formatie en later in 1911 verplaatst hij het naar de Formatie van Mousty (cf. Fourmarier, 1920). Legrand (1968) beschouwt de Formatie van Jodoigne (Rvb) ouder dan de Formatie van Mousty (Rvc) maar jonger dan de Formatie van Oisquercq (Rva). Deze stratigrafische positie werd aanvaard door De Vos *et al.* (1993). In de huidige studie (subcropkaart) zijn ook wij geneigd een Midden- of Boven-Cambrium ouderdom aan te nemen, op basis van cartografische argumenten. Dumont (1848), gevolgd door Malaise (1900), Kaisin (1919), de la Vallée Poussin (1930), Raynaud (1952), Mortelmans (1955, 1977) en Lecompte (1957) beschouwen de Formatie van Jodoigne als de oudste formatie in het Massief van Brabant (Dv0), ouder dan de Formatie van Blanmont. In deze laatste hypothese wordt een Neoproterozoïcum- of vroegste Cambrium-ouderdom voorgesteld.

Opmerkingen: Magnetiet werd niet geobserveerd. De eenheid werd uitgebaat voor dakleistenen. Synoniemen: “roches noires, phyllades et quartzites de Jodoigne (zwarte gesteenten, fylladen en kwartsieten van Jodoigne)” (Malaise, 1883); “roches noires de Jodoigne (zwarte gesteenten van Jodoigne)” (Raynaud, 1952); “Assise de Jodoigne” (Legrand, 1968).

2.2 Formatie van Blanmont (BLM, PBI)

Auteur: Malaise (1873).

Beschrijving: Meestal 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. Vroegere beschrijvingen vermelden schuine gelaagdheid in grofkorrelige arkose en de aanwezigheid van een fijnkorrelig conglomeraat (Orne en Gete). Magnetiet werd lokaal geobserveerd (Piessens *et al.*, 2004). De bovengrens en de benedengrens worden nergens waargenomen.

Stratotype: Nog niet gedefinieerd; typegebied in de Orne-vallei (verlaten groeves en kleine ontsluitingen).

Voorkomen: In het ontsluitingsgebied in het zuiden van het Massief van Brabant: Zenne-, Dijle- en Gete-bekken; in een groot aantal boringen in het centrale deel van het Massief van Brabant.

Dikte: Niet geschat.

Ouderdom: Op basis van de aanwezigheid van het ichnofossiel *Oldhamia*, voor het eerst beschreven door Malaise (1883), werd een Tommotiaan- of Nemakitiaan-Daldyniaan-ouderdom (vroeg Vroeg-Cambrium) voorgesteld (A. Seilacher, pers. med. 1998).

2.3 Formatie van Tubize (TUB, PTu)

Auteurs: Malaise (1873); De Vos *et al.* (1993); Herbosch *et al.* (2001).

Beschrijving: De formatie bestaat hoofdzakelijk uit kleisteen en siltsteen, maar soms ook uit zandsteen, arkose, subarkose en grauwacke, die gemakkelijk herkenbaar is door de dominante grijsgroene kleur en de frequente aanwezigheid van magnetiet (“Assise de Tubize ou des quartzites et phyllades aimantifères” in Malaise, 1879). De beste ontsluitingen komen voor in het gebied van het Zenne-bekken, waar Vander Auwera en André (1985) drie nieuwe informele lithostratigrafische eenheden beschreven: de Eenheid van Rogissart, bedekt door de Eenheid van Fabelta, bedekt door de Eenheid van Les Forges. De contacten tussen de eenheden worden nergens geobserveerd. Geologische kartering (Herbosch *et al.*, in prep.) toont aan dat de Eenheid van Rogissart voldoende karakteristiek is om haar te definiëren als het Lid van Rogissart (ROG, PTuRo) en dat de faciës van de andere twee eenheden overeenkomen met het onderste deel van de “Assise de Oisquercq (Rva1)” zoals beschreven door Legrand (1968, p. 15). Omdat daarin magnetiet werd geobserveerd, werd deze laatste eenheid opgenomen in het bovenste lid van de Formatie van Tubize: het Lid van Les Forges (FRG, PTuFo).

Legrand (1968) en Verniers *et al.* (2001) erkennen het bestaan van een onderste dominant pelitisch, onbenoemd lid (PTuXx), dat niet vaak ontsloten is in de Zenne-vallei. Dit wordt bevestigd door Piessens *et al.* (2004) die dit lid associëren met een meer distaal afzettingsmilieu en een geleidelijke overgang beschrijven naar het Lid van Rogissart, dat bestaat uit decimetrische tot metrische lagen met interne granoklassering met afnemende korrelgrootte naar boven toe en meestal scherpe begrenzing van de lagen. Deze lagen bestaan uit licht gekleurde, meestal groenige kwartsietische zandsteen, veldspaaathoudende zandsteen, arkose en grauwacke overgaand in meer of minder kleiige siltsteen leisteen tot kleisteen, steeds lichtgroen tot lichtgrijs. Magnetiet is vaak aanwezig, vaak geconcentreerd in laagparallele bandjes, maar zonder systematisch verband te vertonen met de korrelgrootte. De grovere niveaus vertonen parallele, schuine en soms convolute laminaties. De ritmische sedimentatie wordt geïnterpreteerd als hoge-dichtheid turbidietische sequenties van het Bouma (1962) type. In het lid van Rogissart lijken dikke en grofkorrelige sequenties naar boven toe over te gaan in dunnere en fijnkorreligere sequenties.

In het ontsluitingsgebied van de Dijle zijn de algemene kenmerken, zoals groene kleur en de aanwezigheid van magnetiet, aanwezig. De granulometrie is echter over het algemeen fijner

tot kleilig en de arkose of grofkorrelige grauwacke van het dikke Lid van Rogissart komt niet voor. Ook de fijnere en soms grijs-blauwe gesteenten van het Lid van Les Forges zijn afwezig. Mogelijk behoren ze tot het onbenoemde allerlaagste lid van de formatie, bestaande uit kleisteen, massieve of gelamineerde siltsteen met enkel distale turbidietsequenties. Het contact met de onderliggende Formatie van Blanmont of met de bovenliggende Formatie van Oisquercq wordt niet waargenomen.

Stratotype: Nog niet gedefinieerd; typisch faciës in het Zenne-/ Sennette-bekken rond Tubize en in de Orne-vallei rond Mont-St-Guibert.

Voorkomen: Massief van Brabant: ontsluitingsgebied: best ontwikkeld in het Zenne-bekken; ook in het Dijle-bekken; komt ook voor in een groot aantal boringen in het centrale deel van het Massief van Brabant.

Dikte: Moeilijk te schatten, het wordt echter veel dikker dan 1500 m geschat, het Lid van Rogissart op zich wordt op ongeveer 800 tot 1000 m dikte geschat. De schattingen van Piessens *et al.* (2004) voor de Zenne-vallei zijn beduidend hoger, met een dikte van het onbenoemde lid van meer dan 1000 m en een dikte van het Lid van Rogissart van minstens 1500 m.

Ouderdom: Een Vroeg-Cambrium-ouderdom werd voorgesteld omdat het enige aanwezige fossiel het sporenfossiel *Oldhamia* (Malaise, 1883) is, een genus van het Onder- en Midden-Cambrium en niet voorkomend onder de Cambrium-Precambrium-grens (Crimes, 1992; Verniers & De Vos, 1995). In overeenstemming met nieuwe observaties van A. Seilacher (pers. med. 1998) zou het *Oldhamia* sp. meer beperkt zijn in tijd en enkel aanwezig zijn in het Tommotiaan of Nemakitiaan-Daldyniaan (vroeg Vroeg-Cambrium), hetgeen de voorgestelde ouderdom is van de formatie.

Opmerkingen: Synoniemen: “Formation des quartzophyllades verts de Tubize” (Beugnies *in* Waterlot *et al.*, 1973); het onbenoemde onderste lid van de Assise van Oisquercq (Rva1) van Legrand (1968) wordt beschouwd als een synoniem van het Les Forges Lid, Formatie van Tubize; bovenste deel van de “Tubize Groep” en onderste deel van de “Oisquercq Groep” (De Vos *et al.*, 1993).

2.4 Formatie van Oisquercq (OIS, POs)

Auteurs: Malaise (1873); Beugnies *in* Waterlot *et al.* (1973); De Vos *et al.* (1993); Herbosch *et al.* (2001), Verniers *et al.* (2001).

Beschrijving: Het Lid van Ripain (RIP, POsRi), het onderste van de twee leden in deze formatie, gedefinieerd door Beugnies *in* Waterlot *et al.* (1973), bestaat uit blauw-grijze, extreem homogene, fijnkorrelige kleisteen. Gelaagdheid is zeer moeilijk te zien in dit lid. 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 Lid van Asquempont (ASQ, POsAs) wordt door Verniers *et al.* (2001) geïntroduceerd en vormt het bovenste deel van de formatie. In het typegebied wordt de bovenste grens gevormd door de breuk van Asquempont (Debacker *et al.*, 2003; 2004b; Asquempont detachment of hergedefinieerde Asquempont breuk of

Asquempondbreuk sensu Debacker). Het bestaat uit groenig grijze tot groene leisteen en frequent gelamineerde siltsteen. De overgang tussen de twee leden is gradueel over ongeveer twee meter (Debacker *et al.* 2004a; 2004b) en wordt enkel gekenmerkt door een kleurverandering van blauwig grijs tot groenig grijs. Het contact met de onderliggende Formatie van Tubize wordt nergens waargenomen.

Stratotype: Nog niet gedefinieerd; typegebied in de Sennette-vallei tussen Oisquercq en Asquempont.

Voorkomen: Ontsluitingsgebied in het zuiden van het Massief van Brabant: enkel in het Zenne-bekken en in de boring van Lessines, Dender-vallei (Herbosch *et al.*, 1991); in vele boringen ten westen van het ontsluitingsgebied (De Vos *et al.*, 1993) en in het centrale deel van het Massief van Brabant.

Dikte: Moeilijk te schatten op basis van de geometrie, omwille van de moeilijk te onderscheiden gelaagdheid en de aanwezigheid van geplooides zones; de aanwezigheid van het Lid van Ripain in een 1600 m brede en algemeen steilhellende band suggereert een dikte van meer dan 1000 m; de dikte van het Lid van Asquempont wordt op meer dan 500 m geschat. Er is een graduele overgang van ongeveer 2 m tussen beide leden.

Ouderdom: Gebaseerd op acritarchen in het Lid van Asquempont in de boringen van Lessines (113E1015), Oudenaarde (84E77), Eine (84E1372) en Kruishoutem (84W1386): laatste Vroeg-Cambrium tot Midden-Cambrium (Vanguetaine, 1992); het Lid van Ripain bevat geen fossielen en wordt tentatief gedateerd als laat Vroeg-Cambrium.

Opmerkingen: Synoniem: “Formation des phyllades bleus de Ripain” (Beugnies *in* Waterlot *et al.*, 1973); “Formation du Ripain” (André *et al.*, 1991); “Oisquercq Group” (De Vos *et al.*, 1993). Het Ripain Lid en het Asquempont Lid komen respectievelijk overeen met de Rva2 eenheid en de Rva3 eenheid van Legrand (1968).

3 CAMBRIUM/ORDOVICIUM

3.1 Formatie van Mousty (MST, PMo)

Auteur: Malaise (1900).

Beschrijving: Grijsblauwe tot grijszwarte schalie of leisteen, soms kleisteen, met grafiet en pyriet. Massief gelaagd of fijn gelamineerd (met ritmische variaties in klei en organisch materiaal, typisch voor zwarte schalie); de gelaagdheid kan ook te zien zijn door lichtgekleurde of groengekleurde, meer siltige lagen of laminae, of door gebande kleurvariaties parallel aan de gelaagdheid. Soms komt grijze, meer of minder kleiige siltsteen met pyriet voor en occasioneel centimetrische tot decimetrische ‘fining upward’ zandsteen- en siltsteenlagen, geïnterpreteerd als distale turbidieten. De hoge concentratie van het element Mn is in ontsluitingen merkbaar aan de zwarte oppervlaktecoating met parelmoerglans en in slijpplaatjes door de aanwezigheid van granaat en Mn-ilmeniet. Het middelste deel van de formatie is duidelijk siltiger met grijszwarte pyriethoudende schalie, die naar beneden toe overgaat in een grijze pyriethoudende siltsteen en soms zandsteen (boring van Court-St-

Etienne, 130W240). De benedengrens werd niet geobserveerd. In het Dijle-bekken worden de contacten met de onderliggende Formatie van Tubize steeds door breuken gevormd (mogelijk het Asquemont-detachment, zie Debacker *et al.*, in press). In het onderste ontsloten deel van de formatie komt het Lid van Franquénies (FRQ, PMoFr) voor met kiezelige lagen en lenzen van lydiet in de typische zwarte schalie. Het Lid van Tangissart (TAN, PMoTa), bovenaan in de formatie, wordt gekenmerkt door een steeds frequenter terugkerende zwarte schalie of leisteen met overvloedige millimetrische, lichtgekleurde, siltige laminae. Het verdwijnen van het laatste zwarte schalie-interval kenmerkt de grens met de bovenliggende Formatie van Chevlipont.

Stratotype: Nog niet gedefinieerd; de Dijle-Thyle-valleien vormen het typegebied; het Lid van Franquénies is gedefinieerd in de oude groeve te Franquénies, Cérroux-Mousty; het onbenoemde middelste lid is typisch in de sectie ter hoogte van Km 31 en 32 van de spoorweg tussen Court-St-Etienne en Genappe; het bovenste lid, het Lid van Tangissart wordt gedefinieerd langs de spoorweg Ottignies-Charleroi, ten noorden van het treinstation in Laroche, in de sectie tussen Km 36.20 en 36.15.

Voorkomen: Massief van Brabant: ontsluit enkel in het Dijle-bekken; komt ook voor in de boringen van Eine (84E1372), Vollezele (100E10) (Dender-gebied), Meilegem (85W1) en Hoesselt (93W24).

Dikte: Moeilijk te schatten; > 500 m wordt tentatief voorgesteld.

Ouderdom: Midden-Cambrium tot vroegste Ordovicium. Acritarchen van de top van de Formatie van Mousty, onder het Lid van Tangissart, bestudeerd door Martin (1976), Vanguetaine *et al.* (1989) en Vanguetaine (1992 en niet-gepubliceerde data) wijzen op een Midden- of Laat-Cambrium-ouderdom. Graptolieten (*Rhabdinopora* sp.) en acritarchen in het Lid van Tangissart bewijzen de vroeg-Tremadoc-ouderdom van dit lid (Lecompte, 1949; Martin, 1969a, b; André *et al.*, 1991).

Opmerkingen: Synoniemen: het Lid van Tangissart is een formele naam voor de informele “formatie X” (in André *et al.*, 1991).

4 ORDOVICIUM

4.1 Formatie van Chevlipont (CHV, PCe)

Auteurs: Anthoine & Anthoine (1943); Martin (1976); Servais *et al.* (1993).

Beschrijving: Grijs siltsteen (“kwartsofyllade” genoemd in de oudere literatuur), met een karakteristieke golvende gelaagdheid bestaande uit millimetrische afwisselingen van lichtgrijs siltsteen en donkergrijs kleiig siltsteen en kleisteen. Siltige bandjes komen karakteristiek voor in kleine lenzen van enkele cm lang en enkele mm dik met schuine gelaagdheid. In de plaats van het dominante faciës, geïnterpreteerd als lage-dichtheid-turbidieten (Model van Stow; Stow & Shanmugam, 1980), zijn er soms decimetrische lagen, die een gegradeerde gelaagdheid vertonen (zandfractie aan de basis tot silt of klei aan de top; typische Tcde-Bouma-sequenties) (Herbosch *et al.*, 1991).

Stratotype: Nog niet gedefinieerd; typegebied in de Thyle-vallei, nabij Chevlipont, in de spoorwegsectie tussen Court-St-Etienne en Fleurus, van Km 37.9 tot 38.1.

Voorkomen: Aanwezig doorheen het volledige Massief van Brabant. Ontsluitingsgebied: de Dender-vallei (Boring van Lessines), de Mark-, Zenne- en Sennette-valleien en het Dijlebekken. Ook aanwezig in vele boringen in het zuidelijke en noordelijke deel van het massief (zie De Vos *et al.*, 1993) : o. a. de boringen van Koolkerke (23W427), Brugge (23W427); Wijgmaal (74E71); Mater (85W797); St. Goriks-Oudenhove (85E963); Vollezele (100E10); Marcq (114E88); Herne (114E89) en St. Pieters-Kapelle (114E92), (114E99), (114E100), (114E101), (114E102).

Dikte: In de grootteorde van 150-200 m in de Dijle-vallei, ten minste 92 m in de boring van Lessines (113E1015; Herbosch *et al.*, 1991), ten minste 40 m in de Mark-vallei (Longueville, 1997 ms).

Ouderdom: Vroeg-Tremadoc voor het onderste deel van de formatie, gebaseerd op de aanwezigheid van dendroïde graptolieten *Rhabdinopora flabelliformis* ssp. *socialis* en *typica* (Lecompte, 1948, 1949) en gebaseerd op acritarchen (Martin, 1969a, 1969b, 1976; Vanguetstaine *in André et al.*, 1991).

Opmerkingen: Synoniemen: Deel van de “Assise de Villers-la-Ville” (Malaise, 1911); “quartzophyllades de Virginal” (Mortelmans, 1955), “couches de Chevlipont” (Michot, 1978); Virginal Formatie (Servais *et al.*, 1993).

4.2 Formatie van Abbaye de Villers (ADV, PAv)

Auteur: Anthoine & Anthoine (1943).

Beschrijving: Grijs tot donkergrijs siltsteen tot kleisteen, met een duidelijke lensvormige gelaagdheid. Bioturbatie komt frequent voor en meestal langs de laagvlakken. Schuine gelaagdheid komt voor op meterschaal. Het contact met de onderliggende Formatie van Chevlipont werd nergens geobserveerd, maar kenmerkt een zeer duidelijke sedimentologische ommekeer.

In de Sennette-vallei, juist ten zuiden van de breuk van Asquempont (dit is de Asquempont breuk *sensu debacker*), komt een onbenoemd lid voor. Het bestaat uit een afwisseling van decimetrische, grijze kwartsietische zandsteenlagen, die vaak convolute gelaagdheid met lage amplitude vertonen, en donker tot middelmatig grijze siltsteen- en kleisteenlagen, niet geobserveerd in andere eenheden van het Massief van Brabant. De bovenste en onderste contacten worden nergens waargenomen en zijn mogelijk breukcontacten. Het onbenoemde lid wordt op basis van acritarchen- en chitinozoa-biozonaties geïnterpreteerd ofwel als een lateraal faciës van het bovenste deel van de Formatie van Abbaye de Villers ofwel als een eenheid tussen de formaties van Abbaye de Villers en Tribotte.

Stratotype: Thyle-vallei, juist ten noorden van de oude abdij van Villers, in de spoorwegsectie tussen Court-St-Etienne en Fleurus, van Km 38.7 tot 39.0.

Voorkomen: Ontsluitingsgebied van het Massief van Brabant: Zenne- en Dijle-bekken en het onbenoemde lid in de Sennette-vallei. In één boring in Vlaanderen: de boring van Beerzel (59E145).

Dikte: Tussen 100 en 150 m met bijkomend > 25 m voor het onbenoemde lid.

Ouderdom: Er werden geen macrofossielen gevonden. Chitinozoa in het onderste derde van de formatie in het Dijle bekken bevatten *Eremochitina brevis* (Samuelsson & Verniers, 2000), een assemblage die voorkomt in de Formatie van de Grès Armoricaïn in Bretagne (Frankrijk) en die wijst op het midden-Arenig, Whitlandiaan (*pro parte*) of mogelijk het boven-Arenig (Paris, 1981). Acritarchen in het middelste en bovenste deel van de formatie wijzen op het boven-Arenig of post-Arenig, in overeenstemming met Martin (1976) en Vanguetaine (*in André et al.*, 1991). Dit werd bevestigd met chitinozoa (Samuelsson & Verniers, 2000). Eén van de aanwezige genera, *Frankea*, komt niet voor onder het bovenste Whitlandiaan, top van het midden-Arenig, in niveaus van het bovenste deel van de *gibberulus* graptoliet zone, volgens Servais (1993) en Brocke *et al.* (1995) of van de *hirundo* graptoliet biozones van het boven-Arenig. Een belangrijk tijdshiaat is dus aanwezig tussen de formaties van Chevlipont en Abbaye de Villers. In het onbenoemde lid werden geen macrofossielen gevonden. De acritarchen-assemblage is vergelijkbaar met deze van de Formatie van Abbaye de Villers en wijst op een Arenig-Llanvirn ouderdom (Vanguetaine, 1978); de chitinozoa bestaan uit *Desmochitina ornensis* en *Conochitina pseudocarinata*, een assemblage die voorkomt in Bretagne boven de Formatie van de grès Armoricaïn (Paris, 1981), en die wijst op een midden-Arenig-ouderdom (Samuelsson & Verniers, 2000).

Opmerkingen: Synoniemen: “Assise de Villers-la-Ville” (Malaise, 1911); “quartzophyllades silicieux de Villers” (Anthoine & Anthoine, 1943); “couches de l’Abbaye” (Michot, 1978); Abbaye de Villers-la-Ville Formatie (André *et al.*, 1991; Servais *et al.*, 1993); Senne vallei: deel van de “zonaire quartzophyllades de Quenast” (Beugnies *in* Waterlot *et al.*, 1973); onderste deel van de Quenast Formatie (André *et al.*, 1991; Servais *et al.*, 1993). Synoniemen voor het onbenoemde lid: “Rv2, formation des phyllades et des quartzites noirs” (Beugnies *in* Waterlot *et al.*, 1973), “Grès noirs zonaires, quartzophyllades et phyllades noirs (Vanguetaine, 1978), onbenoemde (Asquempont) eenheid (Samuelsson & Verniers, 2000).

In de boring van Gavere (70W770) is een gesteente aanwezig van dezelfde ouderdom als de Formatie van Abbaye de Villers op basis van de microfossielen (Verniers, 2002). Het facies is echter verschillend, namelijk gelaagde grijze siltsteen met dunne (centimetrische tot millimetrische) gelamineerde fijne zandsteenlaagjes met mica, en donkere schalielaagjes. Er werd slechts een ongeveer 7 m dik laagpakket doorsneden. Mogelijk gaat het om een lateraal faciës van het bovenste deel van de Formatie van Abbaye de Villers.

4.3 Formatie van Tribotte (TRO, PTr)

Auteur: Anthoine & Anthoine (1943).

Beschrijving: In het Dijle-bekken bestaat het onderste derde deel uit bruine grijze, kleiige zandsteen en siltsteen met grove laminaties die sterk gebioturbeerd zijn; sommige lagen vertonen schuine gelaagdheid op meterschaal. De bovenste twee derde delen vertonen gelig grijze tot groenig grijze zandsteen en siltsteen, duidelijk kleiiger dan het onderste deel. Bioturbatie komt vaak voor met dominerend schuine en verticale gangen (“Fucoïdes” in de oudere literatuur). Het bovenste deel vertoont typische structuren (zoals verticale bioturbatie,

“flaser bedding”), die wijzen op een intertidale afzettingssomgeving. Lokaal kan er in dit bovenste deel een gebioturbeerde, lichtgrijze zandsteen geobserveerd worden (“grès et psammite de Strichon”, door Anthoine & Anthoine, 1943). De benedengrens van de formatie is gradueel met een naar boven toenemende zandfractie.

Stratotype: Nog niet gedefinieerd; typegebied in de Thyle-vallei, nabij het dorpje Villers-la-Ville; onderste derde deel tussen de oude abdij van Villers en het dorpje Villers-la-Ville; bovenste twee derden nabij Gentissart in de spoorwegsectie tussen Court-St-Etienne en Fleurus, tussen Km 42.6 en 42.7.

Voorkomen: Ontsluitingsgebied van het Massief van Brabant: Zenne-, Dijle-bekken en Orneau-vallei.

Dikte: 200 tot 300 m in het Dijle-bekken en 150 tot 200 m in het Zenne-bekken.

Ouderdom: Geen macrofossielen of acritarchen geobserveerd; een arme chitinozoa-assemblage bestaande uit *Euconochitina vulgaris* wijst op een midden-Arenig- tot vroeg-Llanvirn-ouderdom (Verniers *et al.*, 1999; Samuelsson & Verniers, 2000).

Opmerkingen: Synoniemen: “Assise de Villers-la-Ville” (Malaise, 1911); “Psammite de Tribotte et Grès et Psammite de Strichon” (Anthoine & Anthoine, 1943), “Assise du Tribotte” (Michot, 1978), deel van de “quartzophyllades zonaires de Quenast” (Beugnies *in* Waterlot *et al.*, 1973); bovenste deel van de “Formation de Quenast” (André *et al.*, 1991; Servais *et al.*, 1993).

4.4 Formatie van Rigenée (RIG, PRi)

Auteurs: Malaise (1909); Servais (1993).

Beschrijving: Donkergrijze tot blauwig grijze leisteen of kleisteen, vaag en grof gelamineerd of zonder gelaagdheid, bevat lokaal pyriet. De onderste grens van de eenheid wordt gekenmerkt door een snelle en scherpe verandering naar boven toe van lichtgekleurde kleiige siltsteen naar donkere kleisteen, waarschijnlijk de weerspiegeling van een snel toenemende waterdiepte.

Stratotype: Nog niet gedefinieerd, typegebied in de Thyle-vallei, ten noorden van Rigenée in de Vallon des Goutailles.

Voorkomen: Ontsluitingsgebieden van het Massief van Brabant: Zenne- en Dijle-bekken en Orneau vallei.

Dikte: 150 tot 200 m in de Dijle-vallei, ongeveer 150 m in de Zenne-vallei, > 80 m in de Sennette-vallei (Debacker *et al.*, 2001; Debacker: niet-gepubliceerde data) en geschat op ongeveer 150 tot 200 m in de Orneau-vallei.

Ouderdom: Waarschijnlijk Llanvirn; graptolieten in het onderste en middelste deel van de formatie in de Sennette-vallei behoren volgens Martin en Rickards (1979) tot de onder-Llanvirn *D. Artus* Biozone of volgens een nieuwe studie door Maletz en Servais (1998) tot de

D. Artus en de *D. murchisoni* Biozones, wat overeenkomt met het volledige Abereiddiaan (onder-Llanvirn). Acritarchen van het Dijle-bekken wijzen op een (vroeg-)Llanvirn-ouderdom (Martin, 1969a). Acritarchen bestudeerd door Servais (1993) tonen aan dat een laat-Arenig- of jongere ouderdom voor de basis van de formatie niet uitgesloten kan worden. Hogere niveaus in de formatie lijken minimaal een laat-Llanvirn- of jongere ouderdom te hebben, gezien de aanwezigheid van *Frankea hamulata*, een soort die niet gevonden wordt in gesteenten ouder dan het boven-Llanvirn. Een arme assemblage van chitinozoa met *Lagenochitina obeligitis* en *Cyatochitina calix* wijst op dezelfde grote ouderdomsrange (Verniers *et al.*, 1999; Samuelsson & Verniers, 1999, 2000).

Opmerkingen: Synoniemen: “Unité D” (Martin & Rickards, 1979); “Formation de la Tourette” (Lenoir 1987 ms; Servais *et al.*, 1993).

4.5 Formatie van Ittre (ITT, Pit)

Auteurs: Beugnies in Robaszynski & Dupuis (1983 ; fig. 9); Servais *et al.* (1993).

Beschrijving: Afwisseling van duidelijk te onderscheiden laminae of lagen, met scherpe laagvlakken, van lichtgrijze fijne zandsteen, middelgrijze siltsteen en donkergrijze kleisteen. De zandsteenlagen zijn vaak meer dan 5 cm dik en vertonen parallelle, schuine en convolute laminaties, gegradeerde gelaagdheid met een afnemende korrelgrootte naar boven toe, met inzakkingsstructuren (load casts) en andere stromingsindicatoren aan hun basis; de siltsteen vertoont parallelle laminaties en de kleisteen is niet gelaagd. Ze worden afgezet als turbidieten van het Bouma-type. Het voorkomen van een megaslump in de formaties van Ittre en Bornival werd geobserveerd in de Sennette-vallei (Debacker *et al.*, 2001). Dunne vulkanische tufs of vulkano-sedimentaire lagen zijn beschreven in het basale deel van de formatie in de Sennette-vallei (Corin, 1964; Martin & Rickards, 1979). Volgens Debacker (2001) en Debacker *et al.* (2003) vormen die een paar honderd meter meer naar het westen massievere viskeuse afzettingen met kleisteenfragmenten, wijzend op een viskeus magma met nabije oorsprong.

Stratotype: Sennette-vallei, langs de grote kanaal-sectie ten zuiden van Asquempont, op het grondgebied van Ittre.

Voorkomen: Ontsluitingsgebied van het Massief van Brabant: De Zenne- en Dijle-bekken en de Orneau-vallei. In de boring van Lessines (113E1015; Dender) en in boringen in West-Vlaanderen: de boringen van Westkapelle (11E48); Knokke (11E138); Oostduinkerke (35E142); Leffinge (36E117); Westkerke (37W204), Oudenburg (37W204); Eine (84E1373.1) en Bever (114W73 en 114W93).

Dikte: Geschat > 180 m in de Sennette-vallei (Debacker *et al.*, 2001; Debacker: niet-gepubliceerde data); > 82 m dik in de boring van Lessines, Dender-vallei (Herbosch *et al.*, 1991); onmogelijk te schatten in de Dijle-vallei of de Orneau-vallei.

Ouderdom: Graptolieten (beschreven door Martin & Rickards, 1979 en Degardin in Herbosch *et al.*, 1991) wijzen op een Caradoc-ouderdom en, herbeschreven door Maletz en Servais (1998), op de *gracilis* of *multidens* Biozone (Aureluciaan of Burrelliaan), met een voorkeur voor de laatste biozone. De chitinozoa, matig goed bewaard en divers, met de aanwezigheid

van *Belonechitina* cf. *robusta* wijzen op een Burreliaan-ouderdom. Beide fossielengroepen samen wijzen op een Burreliaan-ouderdom (Caradoc) (Verniers *et al.*, 1999; Samuelsson & Verniers, 2000).

Opmerkingen: Synoniemen: “Assise de Gembloux” (Malaise, 1911); “S11c, Llandeilien, formation des phyllades et quartzophyllades noirs à *Nemograptus gracilis*” (Beugnies *in* Waterlot *et al.*, 1973, fig. 48); “unité F” (Martin & Rickards, 1979); “Assise d’Ittre” (Beugnies *in* Robaszynski & Dupuis, 1983, fig. 9).

4.6 Formatie van Bornival (BNV, PBn)

Auteurs: Van Grootel *et al.* (1997); Van Grootel & Verniers (1998 ms).

Beschrijving: Een centimetrische afwisseling van donkergrijze micahoudende siltsteen en donkergrijze tot zwarte kleisteen met verspreide abundante siltkorrels; de laagvlakken zijn zelden scherp en meestal gradueel; occasioneel zeer fijne zandsteenlagen, gelamineerd of fijn schuingelaagd en nooit meer dan 5 cm dik. In de Sennette-vallei kan de formatie verdeeld worden in (ten minste) 3 leden. Het onbenoemde onderste lid kan siltsteennodules bevatten, die onregelmatig verdeeld zijn in de donkergrijze kleisteen. Het onbenoemde middelste lid vertoont op sommige laagvlakken kleinschalige ribbels. Geïsoleerde, millimetrische tot submillimetrische pyrietkristallen komen voor parallel met de gelaagdheid. In het onbenoemde bovenste lid zijn de sedimenten fijnkorreliger, de zeer zwakke, centimetrische laminatie veroorzaakt door de variërende hoeveelheid aan fijne siltkorrels komt voor in donkergrijze tot zwarte kleisteen. Brachiopoden en ichnofossielen zijn aanwezig in het onderste lid terwijl er geen macrofossielen geobserveerd werden in de andere twee leden. De megaslump, die de formaties van Ittre en Bornival in de Sennette-vallei affecteerde, deed zich voor tussen de afzetting van het onderste en middenste lid (Debacker *et al.*, 2001). In de Orneau-vallei wordt de Formatie van Ittre schijnbaar bedekt door een midden- tot donkergrijze hoofdzakelijk siltige eenheid, die onduidelijke centimetrische laminaties vertoont zonder zandsteenlagen. Het verweert vaak tot een lichtgele of groene kleur. Omwille van de breukcontacten werd noch de benedengrens, verondersteld met de Formatie van Ittre, noch de bovengrens, verondersteld met de Formatie van Huet, geobserveerd. Ook de grenzen tussen de drie leden werden niet geobserveerd door de aanwezigheid van breukcontacten.

Stratotype: Nog niet gedefinieerd; typegebied in de Sennette-vallei, langs de zuidelijke helft van de grote kanaalsectie ten zuiden van Asquemont en in het gebied van Fauquez, langs de oude spoorwegsectie ten noorden van de verlaten groeve van Huet en in de steile rotswand van de Ri de Fauquez en de Rue de Bornival.

Voorkomen: Sennette- en Orneau-valleien. Komt voor in de boring van Tielt (68E169).

Dikte: In de Sennette-vallei geschat op minimum 244 m (onderste lid: minimum 95 m; middelste lid: minimum 85 m, bovenste lid: ongeveer 64 m).

Ouderdom: Er werden enkel chitinozoa gevonden, geen macrofossielen. Er is een belangrijke onderbreking in de afzetting van de chitinozoa-assemblages in vergelijking met de drie bedekkende formaties. De assemblages zijn armer dan in de Formatie van Huet en bevatten geen *Lagenochitina baltica* of *L. prussica*. Monsters bevatten *Belonechitina* cf. *Robusta*,

Lagenochitina dalbyensis en *Belonechitina hirsuta*. De laatste twee zijn de index-species van de Baltoscandische subzones van de Idavere etage, onderste midden-Caradoc. Een gelijkaardige assemblage werd ook gevonden in de Formatie van Ittre en in de equivalente eenheid 2 in de boring van Lessines. Het toont aan dat er een belangrijk stratigrafisch hiaat is tussen de formaties van Huet en Bornival (Van Grootel & Verniers, 1998 ms).

Opmerkingen: Synoniemen: de “Formation de Pierre de Gembloux” (Michot, 1980) en de Formatie van Moulin (Michot, 1980; Servais *et al.*, 1993) zijn mogelijk delen van de formatie. De naam is afgeleid van de Rue de Bornival te Fauquez, waar de typelokaliteit van lid 2 gelokaliseerd is.

4.7 Formatie van Huet (HUE, PHu)

Auteurs: Van Grootel *et al.* (1997); Van Grootel & Verniers (1998 ms).

Beschrijving: Groenig tot grijze kleisteen, siltsteen en fijne zandsteen, slecht gesorteerd, met karakteristieke oranje-gele alveoli van gedecalcifieerde fossielfragmenten; heterogene sub-metrische lagen, met een zwakke *fining upward* granulometrie, vaak een zwak ondulerende basis, soms vage schuine gelaagdheid; sommige niveaus zijn rijk aan (vaak) gedecalcifieerde macrofossielen (bryozoa, brachiopoden, crinoïden, cystoïden of trilobieten); aan de basis van de lagen zijn de macrofossielen vaak gefragmenteerd. Alle bovenvernoemde kenmerken wijzen op een tempestietafzetting. De basis van de formatie werd niet geobserveerd door de aanwezigheid van breuken, de top wordt wel geobserveerd via een snelle overgang naar de Formatie van Fauquez.

Stratotype: Sennette-vallei, in het gebied van Fauquez, langs de verlaten spoorwegsectie en in de verlaten groeve van Huet, 230 tot 300 m ten noorden van de spoorwegbrug in Fauquez.

Voorkomen: Sennette-vallei; gebied van Nivelles; Orneau-vallei; mogelijk in boringen in West-Vlaanderen (Legrand, 1968), bijvoorbeeld in de boring van Keiem (51E153).

Dikte: Sennette-vallei: minimum 60 m (Van Grootel *et al.*, 1997; Van Grootel & Verniers, 1998ms).

Ouderdom: De brachiopoden suggereren een Caradoc- of Ashgill-ouderdom voor de formatie (Maillieux, 1926a). De cystoïden van de Sennette- en de Orneau-vallei, bestudeerd door Regnell, (1951) wijzen op een (boven-) Caradoc-ouderdom. De trilobieten van de Orneau-vallei in de groeve van Lefèvre, bestudeerd door Maillieux (1926a), wijzen op een (midden-) Caradoc-ouderdom. Een nieuwe collectie van trilobieten in Grand-Manil, bestudeerd door Richter & Richter (1951), wijzen op een (vroeg-) Ashgill-ouderdom. De ligging van deze nieuwe collectie is onduidelijk en men kan niet uitsluiten dat ze bemonsterd werd uit de bedekkende eenheid, de Formatie van Madot. De chitinozoa-assemblages bestaan uit abundante *Lagenochitina baltica*, *L. prussica*, *Belonechitina robusta* en *Ranuchitina bergstroemi* en wijzen zonder twijfel op het laat-Caradoc. Hieruit kan geconcludeerd worden dat, rekening houdend met de Baltoscandische etages, de oudst mogelijke ouderdom van de Formatie van Huet het laatste Oandu (vroeg Cheneyan, laat midden-Caradoc) zou zijn (Van Grootel *et al.*, 1997; Van Grootel & Verniers, 1998 ms).

4.8 Formatie van Fauquez (FAU, PFq)

Auteurs: Maillieux (1926a); Herbosch *et al.* (1991); Van Grootel *et al.* (1997); Van Grootel & Verniers (1998 ms).

Beschrijving: Centimetrische tot subcentimetrische afwisseling van zwarte kleisteen en donkergrijze siltige kleisteen; laminatie vaak aanwezig en gemarkeerd door millimetrische tot sub-millimetrische pyrietkristallen. Vanaf ongeveer 4 m boven de basis worden abundante graptolieten gevonden. De ritmiciteit, ondermeer gekenmerkt door talrijke pyrietniveaus en de aanwezigheid van niveaus rijk aan graptolieten, wijzen op een lage-dichtheid-turbidietische omgeving (Herbosch *et al.*, 1991). De donkere kleur wijst op anoxische omstandigheden. De benedengrens wordt gekenmerkt door een snelle overgang, met een duidelijke verandering in de granulometrie, kleur en dikte van de lagen, gaande van decimetrisch in de Formatie van Huet tot centimetrisch of millimetrisch in de Formatie van Fauquez. De grens van de Formatie van Fauquez met de Formatie van Madot werd niet geobserveerd maar wordt verondersteld gradueel te zijn.

Stratotype: Sectie in de holle weg “Rue de Fauquez”, het gehucht Fauquez, oostzijde van de Sennette-vallei, grondgebied Ittre.

Voorkomen: Dender-vallei (beschreven als “Unité 1”, in de boring van Lessines (113E1015) door Herbosch *et al.*, 1991) en Sennette-vallei. Komt voor in een aantal boringen in het zuiden van West- en Oost-Vlaanderen: de boringen van Desselgem (83E447), Waregem (84W1478 en 84W1476) en Ronse (99W1514).

Dikte: > 35 m in de Sennette-vallei (Van Grootel & Verniers, 1998 ms); > 58 m dik in de boring van Lessines, Dender-vallei (Herbosch *et al.*, 1991).

Ouderdom: De graptolieten in de Dender-vallei en Sennette-vallei wijzen op een *clingani* of *linearis* biozone (Elles *in* Maillieux, 1926a, 1930a). Een nieuwe studie door Bulman (1950) wees op de *clingani* biozone voor de Dender-vallei en de *linearis* biozone voor Fauquez in de Sennette-vallei. Maletz en Servais (1998) konden de nominale species van de biozone(s) niet observeren na het herbestuderen van de collecties, maar ze besloten dat een assemblage mogelijk behoort tot de *Pleurograptus linearis* en/of het bovenste deel van de *Dicranograptus clingani* Biozone (corresponderend met het boven-Caradoc en het meest onderste Ashgill van de Britse chronostratigrafie). De chitinozoa van de Formatie van Fauquez bevatten *Lagenochitina baltica*, *L. prussica*, *Belonechitina robusta* en *Tanuchitina bergstroemi*, die zonder twijfel wijzen op een laat-Vormsi tot vroeg-Pirgu in termen van Baltoscandische etages, in overeenkomst met het laat-Streffordiaan tot vroeg-Pusgilliaan, de tijdsrange van het laatste Caradoc tot het vroegste Ashgill, bekomen met de graptoliet biozonaties (Van Grootel *et al.*, 1997; Van Grootel & Verniers, 1998 ms).

4.9 Formatie van Madot (MAD, PMd)

Auteurs: Van Grootel *et al.* (1997); Van Grootel & Verniers (1998 ms).

Beschrijving: Eenheid bestaande uit veel vulkanische gesteenten (vulkanische breccies bestaande uit schaliefragmenten en vulkano-sedimentaire gesteenten), geïnterstratificeerd met groenig grijze, heterogene, grove siltsteen en kleisteen, rijk aan macrofossielen zoals bryozoa, brachiopoden, crinoïden, trilobieten, rugosa koralen en pelmatozoa; ook geïnterstratificeerd in zwarte, donkergrijze, blauwige kleisteen en fijne siltsteen, die vaak verspreide kristallen bevatten van vulkanische oorsprong. De bovengrens van de formatie is in de Sennette-vallei een breuk; de benedengrens met de Formatie van Fauquez is waarschijnlijk gradueel maar is tot nu toe nog niet geobserveerd. De Formatie van Madot kan in de Sennette-vallei onderverdeeld worden in 7 leden. Lid 1: donkergrijze tot blauwige kleisteen en fijne siltsteen, zonder geobserveerde gelaagdheid en met de karakteristieke aanwezigheid van grote, grove zandige korrels, alleen of in clusters tot 25 cm lang, geïnterpreteerd als vulkanoclastisch materiaal opgenomen in de kleimatrix; het contact met lid 2 is nogal scherp. Lid 2: ten minste 7 sequenties van slecht gesorteerde grijze groenige siltsteen, zandsteen en conglomeraat levels van vulkanoklastische oorsprong met een dun marien kleisteen-interval; het conglomeraat bestaat uit centimetrische tot sub-centimetrische kleisteen-klasten. Lid 3: homogene, zwarte tot donkergrijze kleisteen, het contact met het onderliggende lid 2 is duidelijk en met het bovenliggende lid abrupt. Lid 4: groenig grijze, heterogene, grove siltsteen met aan de basis een 10 cm dik, grof, breccie-achtig interval met klasten van peliet of van mogelijk vulkanoklastische oorsprong; talrijke macrofossielen zoals bryozoa, brachiopoden, crinoïden of trilobieten, graduele overgang over 10 m met het bedekkende lid. Lid 5: donkergrijze tot zwarte schalie met clusters van lichtgrijze korrels; in het bovenste deel van het lid is een grove, zandige laag aanwezig; in deze eenheid kan een grote kei (>1 m) van vulkanoklastische oorsprong geobserveerd worden; er is een abrupte overgang met het grove, vulkano-sedimentaire gesteente van het bovenliggende lid. Lid 6: daciet, dacietische vulkanische breccies, bevat soms schalie- of leisteen-fragmenten, vulkano-sedimentaire gesteenten en zwarte kleisteen. Lid 7: donkergrijze tot zwarte siltige kleisteen met bruine tot oranje alveoli, veroorzaakt door oplossing van kalkhoudende fossiele fragmenten of de verwerking van vulkano-klastische korrels of mineralen.

Stratotype: Sennette-vallei: op de oostelijke flank, dichtbij de lokaliteit Madot, in de secties ten zuiden van de brug van Fauquez langs het kanaal tussen km 38.06 en 37.81, en op de westelijke flank van de vallei in de steile wand van de Bois des Rocs.

Voorkomen: Zenne- en Sennette-valleien, gebied van Nivelles en de Orneau-vallei. De Formatie van Lichtervelde in de boring van Lichtervelde (53W57; 291 tot 405.6 m) is equivalent in definitie (Legrand, 1964, 1966 *in* Martin, 1969a), maar werd niet behouden als volwaardige eenheid, omdat slechts enkele kernmonsters bewaard werden in de Belgische Geologische Dienst, onvoldoende voor een formele status van de eenheid. In overeenstemming met de stratigrafische gids (Hedberg, 1976) worden bovendien stratotypes in ontsluitingen verkozen boven stratotypes in boringen. Om die reden wordt een voorkeur gegeven aan het jongere synoniem, de Formatie van Madot. Komt ook voor in boringen in het zuiden van West-Vlaanderen: de boring van Lichtervelde (53W57) en waarschijnlijk de boringen van Deerlijk (83E401.2 en 83E403); Harelbeke (83E406) en Vichte (84W1361). De formatie komt ook voor in boringen in het zuiden van Oost-Vlaanderen: in de boring van Ronse (98E230.1).

Dikte: Ongeveer 100 m op de Oostflank van de Sennette-vallei en > 220 m op de Westflank van de vallei, te wijten aan een merkbare toename van de dikte van de vulkanische gesteenten van lid 6 (slechts 10 m in het oosten en > 130 m geschat in het westen in Bois des Rocs). Lid

1: geschat op 85 m, lid 2: 24 m, lid 3: 7-10 m, lid 4: ongeveer 52 m, lid 5: 28-45 m, lid 6: > 50 m en lid 7: tentatief geschat op > 40 m.

Ouderdom: Macrofauna en flora omvatten crinoïden, bryozoa, brachiopoda, trilobieten, koralen en pelmatozoa. De trilobieten, gedetermineerd door Richter & Richter (1951), mogelijk afkomstig van deze formatie in de Orneau-vallei, wijzen op een vroeg-Ashgill-ouderdom. Graptolieten zijn afwezig in het ontsluitingsgebied, maar werden gevonden in verscheidene niveaus in de boring van Lichtervelde en werden opnieuw bestudeerd door Maletz en Servais (1998). Ze behoren voor het middelste deel van de formatie in de boring tot de *D. complanatus* biozone en voor de top van de formatie in de boring tot de *D. anceps* biozone (ongeveer middelste deel van het Ashgill). Chitinozoa zijn de enige (micro)fossiele groep die toelaten een ouderdom te bepalen voor het ontsluitingsgebied. De aanwezigheid van *Tanuchitina bergstroemi*, *Lagenochitina baltica*, *L. prussica* en *Belonechitina robusta* wijzen mogelijk op het boven-Vormsi of onderste Pirgu van de Baltoscandische etages, laatste Caradoc- tot vroeg-Ashgill-ouderdom, in correlatie met de hoger vernoemde *linearis* en *complanatus* graptolieten-biozones.

5 ORDOVICIUM/SILUUR

5.1 Formatie van Brûtia (BRT, PBr)

Auteur: Delcambre & Pingot (2000).

Beschrijving: De onderste eenheid bevat (groenige) middelmatig tot donkergrijze kleisteen en leisteen, compact gelaagd. Op één derde in de eenheid komt een lid voor met gevlekte grijze kleisteen, een paar meters dik en bestaande uit donkergrijze lenzen (ongeveer 1-2 mm breed en 2-5 mm lang) in een middelmatig grijze kleisteen, geïnterpreteerd als bioturbatie (*Chondrites* sp.). De fijnkorrelige kwartsietische tuf, zeer hard, wit, lichtroze of geel vormt het allerbovenste deel van de formatie; door verwerking wordt het omgezet in kaoliniet. Het werd lokaal ontgonnen geworden voor de keramiek industrie.

Stratotype: Nog niet gedefinieerd; typegebied in de Orneau-vallei, Gembloux, gehucht Grand-Manil, tussen de locaties Try-al-Vigne en Brûtia.

Voorkomen: Massief van Brabant, ontsluitingsgebied: Orneau-vallei en Thisnes-vallei (Monstreux-Nivelles); afwezig in de Sennette-valei, te wijten aan de aanwezigheid van breuken.

Dikte: In de Orneau-vallei is de formatie tussen 80 en 100 m dik, met ongeveer 40 m voor de euriet van Grand-Manil in de Orneau-vallei (Delcambre & Pingot, 2000) en ongeveer 50 m voor de euriet-laag in het gebied van Nivelles (Mourlon, 1900).

Ouderdom: Trilobieten in het onderste/middenste deel van de formatie werden beschreven door Malaise (1903) zonder dat er een ouderdom opgegeven werd. De chitinozoa van het gevlekte kleisteen-lid worden gedomineerd door *Belonechitina* cf *gamachiana*, die wijzen op een midden- of laat-Ashgill-, mogelijk Hirnantiaan-ouderdom (Samuelsson & Verniers, 1999; 2000). Graptolieten, beschreven uit de top van de formatie in leistenen onder de euriet van het

Lid van Grand-Manil in de Orneau-vallei, behoren tot de *C. cyphus* Biozone (Elles *in* Maillieux, 1930a). Graptoliet collecties in dezelfde niveaus, vernoemd in Gerlache (1956) en gedetermineerd door Bulman (1950), wijzen op de *acuminatus* Biozone (basale graptoliet biozone van het Rhuddaniaan) of een beetje erboven of eronder. De graptolieten, uit de euriet van het lid van Nivelles, wijzen duidelijk op de *C. vesiculosus* Biozone (Rickards *in* Verniers & Van Grootel, 1991). De determinaties van beide valleien wijzen op een Rhudanniaan- (Vroeg-Llandovery) ouderdom voor de top van de eenheid. Een ouderdomsrange van het midden-Ashgill tot het Rhudanniaan wordt voorgesteld voor de formatie.

Opmerkingen: Synoniemen: onderste deel van de “Assise de Grand-Manil”; de bovenste vulkanische laag werd Euriet van Grand-Manil of Euriet van Nivelles genoemd.

6 SILUUR

6.1 Formatie van Deerlijk (DEE, PDe)

Auteurs: Legrand (1966); Martin (1969a).

Beschrijving: Hoofdzakelijk grijze kleisteen, met centimetrische tot soms decimetrische afwisseling van dunne fining upwards cycli van lichtgrijze fijne zandsteen tot middelgrijze kleisteen en donkere tot zwarte graptolietenkleisteen.

Stratotype: Deerlijk, NW van Kortrijk; Van Neste-Verwee boring (83E404) tussen 150 en 188.25 m diep.

Voorkomen: In de ondergrond van het SW van het Massief van Brabant. Komt voor in boringen West-Vlaanderen: de boringen van Lichtervelde (53W57), van Oostnieuwkerke (67W229), van Hoogdele-Gits (67E178) en van Deerlijk (83E18 en 83E404).

Dikte: > 83 m.

Ouderdom: Graptolieten beschreven door Legrand (1966, 1968) wijzen op de *acuminatus*, *vesiculosus* en *cyphus* biozones (Rhuddaniaan) en de *gregarius*, *convolutus* en *sedgwicki* biozones (Aeroniaan). Een nieuwe studie door Maletz (1999) van de onder-Rhuddaniaan Deerlijk boring (83E404) bevestigt de aanwezigheid van de *acuminatus* (van het middenste deel naar boven toe) en de *vesiculosus* biozones. Toch werd de basis van het Siluur niet bereikt in deze boring. Een nieuwe studie van de graptolieten door Zalasiewicz (*in* Van Grootel *et al.*, 1998) in het Aeroniaan in boringen, herkende de *triangulatus*, *magnus* en ? *leptotheca* biozones (daarvoor delen van de *gregarius* biozone), ook de *convolutus* en *sedgwicki* biozones. De chitinozoa behoren tot de *maennili* en *alargada* globale biozones (Van Grootel, 1990 ms; Van Grootel *et al.*, 1998). Beide groepen bewijzen de aanwezigheid van het Rhudanniaan en Aeroniaan (onder- en midden- Llandovery).

6.2 Formatie van Lust (LST, PLs)

Auteurs: Legrand (1961a); Martin (1969a).

Beschrijving: Kleisteen, meestal lichtgrijs, soms zeer licht groenig grijs, zelden zwart, met tussengelaagd veel fijne lagen of laminae van kleiige siltsteen of fijn-gelamineerde fijne zandsteen. Deze formatie verschilt van de Formatie van Deerlijk door de relatief grote hoeveelheid zandsteenlagen (Legrand, 1961a; Martin, 1969a).

Stratotype: Kortrijk, brouwerij Lust, boring (83W44) tussen dieptes van 150 en 190 m.

Voorkomen: Gebied in de ondergrond van het SW van het Massief van Brabant. Komt voor in boringen in West-Vlaanderen: in de boringen van Steenkerke (50E134 en 50E235), van Veurne, van Kortrijk (Lust) (83W44), van Kortrijk (St-Antonius) (83W421) en van Heule (83W428).

Dikte: > 54 m.

Ouderdom: Graptolieten beschreven door Legrand (1961a) wijzen op de *M. turriculatus* en *M. crispus* biozones; na een nieuwe studie door Zalasiewicz in Van Grootel *et al.* (1998) werden de *guerichi* biozone (onderste deel van de “traditionele” *turriculatus* biozone) met de *gemmatus*, ? *renaudi* en ? *utilis* subzones en de *crispus* biozone herkend. De rijke chitinozoa-assemblage wijst op een *E. dolioliformis* globale biozone. Beide groepen wijzen op de onderste helft van het Telychiaan (boven-Llandoverly) (Van Grootel, 1990 ms, Van Grootel *et al.*, 1998).

6.3 Formatie van Corroy (COY, PCr)

Auteurs: Malaise (1900); beperkt door Verniers *et al.* (2001).

Beschrijving: Leisteen, kleisteen, siltsteen en fijne zandsteen, afwisselend in dunne lagen, die decimetrisch tot een paar cm dik zijn. De zandsteen is licht gekleurd, schuin gelaagd, vertoont soms convolute gelaagdheid, met een vaak ondulerende basis en botsings- en andere stromingsindicatoren. Tussengelaagd komt donkergrijze gelamineerde hemipelagiet voor die de meeste graptolietnieveaus bevatten. Sommige lagen zijn licht kalkhoudend. De kleisteen is groenig grijs in het onderste deel van de formatie, wat wijst op de lagere chloritische samenstelling met dunne tot middelmatig dunne Tde-sequenties (gemiddeld tussen 6 en 14 cm); T(b)cde-sequenties zijn frequent tot zeer frequent (20-50%), algemeen dubbel zo dik als de gemiddelde Tde-sequentie, 50-60% van alle c-eenheden zijn tussen 1 en 10 cm dik en de rest 10 tot 22 cm. De kleur verandert naar donkergrijs in het bovenste deel van de formatie, wijzend op een meer kwartsietische of illietische samenstelling. De benedengrens vertoont een graduele overgang met de Formatie van Fallais en wordt gekenmerkt door de laagste aanwezigheid van ten minste drie, decimetrische zandsteenlagen per meter sediment. De bovengrens is gekenmerkt door de aanwezigheid van de hoogste zandsteenlaag (Tc-eenheid) van > 5 cm dikte.

Stratotype: Orneau-vallei, ten zuiden van Gembloux, verlaten groeve “La Poudrière de Corroy”, naast de rivier.

Voorkomen: Aanwezig in de ondergrond van West-Vlaanderen (Houtem boring – 50E133; Martin, 1969a), in vele boringen voor de A8 weg in de Dender-vallei (Hance, pers. med. 1992), aan de Ferme des Chèvres in de Sennette-vallei (Verniers, niet gepubliceerd), Rue de Gendarme (Monstreux, Nivelles gebied, Diependaele, 1997 ms), Orneau-vallei, Burdinale- en Mehaigne- valleien. In West-Vlaanderen in de boring van Houtem (50E133) en waarschijnlijk in de boring van Wijnendale (52E95). Er bestaat een algemene tendens van dunner wordende turbidietsequenties van oost naar west.

Dikte: Mehaigne-gebied: dikte van de opgenomen secties: onderste deel 48.0 m, bovenste deel 26.1 m; dikte van de ontsloten secties: onderste deel 57.6 m en bovenste deel 31.1 m; geschatte dikte van het onderste deel: 82 ± 10 m en bovenste deel: 32 m, totale dikte van de formatie: 114 ± 10 m. Orneau-vallei: ongeveer 100 m; Sennette-vallei: geschat op ongeveer 140 m.

Ouderdom: Graptolieten in de Orneau-vallei behoren tot de *C. purchisoni* en *M. riccartonensis* biozones (Malaise, 1900; Legrand, 1961b); graptolieten in de Burdinale- en Mehaigne-valleien wijzen op de aanwezigheid van de *C. centrifugus*, *C. purchisoni* biozones in het onderste deel van de formatie, en het bovenste deel van de *M. riccartonensis* en midden-Wenlock *M. flexilis* biozones (nu *M. dubius* biozone) in het bovenste deel van de formatie. Dit wijst op een onder- tot midden-Sheinwoodiaan-ouderdom (onder- en bazaar midden-Wenlock) voor de formatie (Verniers & Rickards, 1979). De chitinozoa behoren tot de subzone C3 (Verniers, 1981, 1982) en tot de *M. margaritana* globale biozone of tot de *M. margaritana* lokale biozone voor het onderste lid en tot *C. burdinalensis* lokale biozone voor het bovenste deel van de formatie, met een extinctie event en een verarmde assemblage in de top van de formatie (Verniers, 1999). De *margaritana* biozone start in het allerbovenste Telychiaan (*insectus* graptolieten biozone, Mullins, 1998) en dus kan de Wenlock-Llandoverly grens niet exact gelokaliseerd worden met chitinozoa. De aanwezigheid van de Wenlock graptolieten dicht bij de basis van de formatie suggereert echter dat de basis van het Wenlock samenvalt of dicht bij de basis van de Formatie van Corroy ligt. De acritarchen, beschreven door Martin (1969a), van het Mehaigne-gebied en van de Houtem boring wijzen eveneens op een vroeg-Wenlock-ouderdom.

Opmerkingen: Synoniemen: “partie inférieure de l’Assise de Corroy” (Verniers, 1983b); Bounia Formatie of MB4 Formatie in het Mehaigne-gebied met twee leden: een onderste groen lid MB4A en een bovenste donkergrijs lid MB4B (Verniers, 1976 ms, 1983 b; Verniers & Van Grootel, 1991).

6.4 Formatie van Ronquières (RON, PRn)

Auteurs: Malaise (1883); gewijzigd door Michot (1954), uitgebreid door Legrand (1967), in detail beschreven door Louwye *et al.* (1992) en Verniers *et al.* (1992).

Beschrijving: Gedomineerd door grijze kleiige turbidieten met compacte of fijne parallelle laminatie, fijne silteuse leisteen en kleisteen met kwartsietische pelieten in de e-eenheden, fijn parallel gelamineerde of schuingelaagde zeer fijne zandsteen, occasioneel anoxische parallel

gelamineerde hemipelagieten, soms kalkhoudend; zeer zelden oxisch gelamineerde hemipelagieten, metabentonieten of kalkhoudende nodules. De Formatie van Ronquières varieert van donker tot licht grijs, veroorzaakt door de kwartsietische en illietische samenstelling. Veranderingen in de relatieve frequentie van de verschillende Bouma kleiige turbidieten en de gelamineerde hemipelagieten en van de dikte van elke eenheid laten toe om in het type-gebied 11 eenheden, verdeeld in sub-eenheden, te onderscheiden (Louwye *et al.*, 1992).

De formatie is verschillend van de Llandovery formaties en de Formatie van Corroy, welke een licht groenige of olijfkleur hebben, veroorzaakt door de chlorietconcentratie. De middelste en bovenste Wenlock formaties van Les Vallées, Vissoul en Fumal hebben dezelfde kleur en lithologie als de Formatie van Ronquières, maar de typische hoge frequentie van Tbcde-sequenties, de dikke Tb-eenheden en dunne Tc-eenheden ontbreken. De Formatie van Vichenet wordt gekenmerkt door veel dikkere, vaak licht kalkhoudende Tde-sequenties. De bovengrens is niet geobserveerd, te wijten aan de bedekking van de nonconformiteit van het Devoon. De benedengrens is eveneens niet geobserveerd.

Stratotype: Ontsluitingen rond het dorp van Ronquières, Sennette-vallei; secties ten oosten van de brug over het kanaal te Ronquières (langs het kanaal, de weg en de heuvelzijde, Mont Godard genoemd) (Michot, 1954) en secties op beide zijdes van de grote uitgraving van de hellende scheepslift “Plan incliné de Ronquières” (Legrand, 1967).

Voorkomen: Sennette-vallei, Landenne-gebied en Burdinale-vallei. Komt voor in boringen in West-Vlaanderen: in de boringen van Langemark (66E70), van Ieper (81E143), van Wevelgem (97W56), van Bellegem (97W601) en van Moen (97E801) en waarschijnlijk in de boringen van Zande (36E136) en Zevekote (36E139). Komt ook voor in boringen in de provincie Antwerpen: in de boring van Booischoot (59E146) en waarschijnlijk in de boringen van Loenhout (Heibaart, 7E178) en Kallo (27E148).

Dikte: Minimum opgemeten dikte in de Sennette-vallei: 538 m (Louwye *et al.*, 1992); minimum 9 m geobserveerd, geschat > 125 m in het Mehaigne-gebied (Verniers, 1983a).

Ouderdom: Graptolieten in Ronquières in de Sennette-vallei wijzen op de *Neodiversograptus nilssoni* Biozone (Leriche, 1912) of de *Neodiversograptus nilssoni*, *Lobograptus scanicus* en mogelijk de *Pristiograptus tumescens* biozones, die samen de Gorstiaan etage vormen (B. Rickards, 1984; pers.med. in Louwye *et al.*, 1992). De chitinozoa in Ronquières behoren tot de *Cingulochitina convexa*-*C. serrata* biozone en hebben een vroeg-Ludlow- (Gorstiaan) en mogelijk een laatste Wenlock-ouderdom (Van Grootel, 1990 ms; Van Grootel in André *et al.*, 1991; Louwye *et al.*, 1992). Dezelfde biozone werd gevonden in het Mehaigne-gebied (Verniers, 1982) en in het Landenne-gebied (De Winter, 1998 ms).

Opmerkingen: Jonger synoniem van de formatie van Velaine (De Winter, 1998 ms) in het Landenne-gebied en van de MB9 formatie (Verniers, 1983a) of de formatie van Boin in de Burdinale-vallei, Mehaigne-gebied (Verniers, 1976 ms; Verniers & Van Grootel, 1991; fig. 7). De > 61 m dikke Formatie van Mont Godart (Louwye *et al.*, 1992; Verniers *et al.*, 1992), onderscheiden door zijn hoge frequentie aan Tc-eenheden en zijn relatief dikke gelamineerde hemipelagietlagen werd gereduceerd in rang en werd beschouwd als de laagste van de 11 onbenoemde eenheden van de Formatie van Ronquières.

6.5 Formatie van Bellegem (BLG, PBg)

Auteur: Van Grootel (1990 ms).

Beschrijving: Donker tot middelmatig grijze schalie en kleisteen (compact gelaagd), ook siltsteen en fijne zandsteen (gelamineerd of schuingelaagd), afgezet als distale turbidieten en minder frequent als gelamineerde hemipelagieten; de decimetrische sequenties zijn het meest frequent Tde-sequenties (81%), met een gemiddelde dikte van 19 cm, minder frequent Tcde-sequenties (7%) en 12% Tbc(d)e sequenties; telson fragmenten van de Archaeostraca crustacea *Ceratocaris* sp. zijn niet zeldzaam; karakteristiek is de bioturbatie van de Te-eenheden, niet aanwezig in de onderliggende Formatie van Ronquières en de afwezigheid van framboïdale pyriet, die vaak aanwezig zijn in lagere eenheden.

Stratotype: Boring in Bellegem, ten zuiden van Kortrijk, (97E865 en 97E874).

Voorkomen: Enkel in de ondergrond van het SW-deel van het Massief van Brabant: in de boringen van Beselare (82W148) en Bellegem (97E865 en 97E874).

Dikte: Ten minste 24 m.

Ouderdom: Gebaseerd op chitinozoa (*E. lagenomorpha* en *B. lauensis*): allerbovenste Gorstiaan en onder-Ludfordiaan (Ludlow) (Van Grootel, 1990 ms).

6.6 Formatie van Rekkem (REK, PRk)

Auteur: Van Grootel (1990 ms).

Beschrijving: Donker en middelmatig grijze, silteuse en kleiige kleisteen, geen zandsteen aanwezig; compact, gelamineerd of schuingelaagd; afgezet als distale turbidieten; 82% van de sequenties zijn Tde-sequenties, met een gemiddelde dikte van 3.5 cm; minder frequent (3%) Tc(d)e-sequenties en 15% Tbc(d)e-sequenties; karakteristiek is de bioturbatie met onregelmatige gangen en de afwezigheid van hemisferische pyritosferen (framboïdale pyriet).

Stratotype: Boring in Rekkem, ten zuidwesten van Kortrijk, (96E77).

Voorkomen: Enkel in de ondergrond van het ZW-deel van het Massief van Brabant; in de boring van Rekkem (96E77).

Ouderdom: Gebaseerd op chitinozoa werd een Pridoli-ouderdom voorgesteld (Van Grootel, 1990 ms).

7 REFERENTIES

- ANDRE, L., HERBOSCH, A., VANGUESTAINE, M., SERVAIS, T., VAN GROOTEL, G. LOUWYE, S. & VERNIERS, J., 1991. Guidebook of the excursion on the stratigraphy and magmatic rocks of the Brabant Massif, Belgium. In: L. ANDRE, A. HERBOSCH, M. VANGUESTAINE & J. VERNIERS, Proceedings of the International Meeting on the Caledonides of the Midlands and the Brabant Massif, Brussels, 20-23 september 1989. *Annales de la Société géologique de Belgique*, 114 (2): 283-323.
- ANTHOINE, R. & ANTHOINE, P., 1943. Les Assises de Mousty et de Villers-la-Ville du bassin supérieur de la Dyle. *Annales de la Société géologique de Belgique*, 66: M53-181.
- BOUMA, A.H., 1962. Sedimentology of some flysch deposits. Elsevier, Amsterdam.
- BROCKE, R., FATKA, O., MOLYNEUX, S.G. & SERVAIS, T., 1995. First appearance of selected Early Ordovician acritarch taxa from Peri-Gondwana. In Cooper, J.D., Droser, M.L. & Finney, S.C., eds., Ordovician Odyssey. The Pacific Section Society for Sedimentary Geology, 77: 473-476.
- BULMAN, O.M.B., 1950. On some Ordovician graptolite assemblages of Belgium. *Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique*, 26 (5): 1-8.
- CORIN, F., 1964. Sur les roches éruptives de la tranchée d'Hasquempont, canal de Charleroi. *Bulletin de la Société belge de la Géologie*, 72 (1963): 94-98.
- CRIMES, T.P., 1992. Changes in the trace fossil biota across the Proterozoic-Phanerozoic boundary. *Journal of the Geological Society of London*, 149: 637-646.
- DE LA VALLEE-POUSSIN, J., 1930. Contribution à l'étude du massif "cambrien" dans la vallée de la Dyle et de la Gette. Mémoire de l'Institut de géologie, Université de Louvain, VI (III): 319-353.
- DE VOS, W., VERNIERS, J., HERBOSCH, A. & VANGUESTAINE, M., 1993. A new geological map of the Brabant Massif. In Pharaoh, T.C., Molyneux, S.G., Merriman, R.J., Lee, M.K. & Verniers, J., eds, Special Issue on the Caledonides of the Anglo-Brabant Massif. *Geological Magazine*, 130 (5): 605-611.
- DE WINTER, W., 1998 ms. Kartering, lithostratigrafie en biostratigrafie met Chitinozoa van het Siluur te Landenne, Massief van Brabant. M. Sc., Laboratorium voor Paleontologie, UGENT (unpublished).
- DEBACKER, T. 2001. Palaeozoic deformation of the Brabant Massif within eastern Avalonia: how, when and why? PhD thesis, Ghent University, 225 pp.
- DEBACKER, T., SINTUBIN, M. & VERNIERS, J., 2001. Large-scale slumping deduced from structural relations and sedimentary features: a study in the Lower Palaeozoic Anglo-Brabant fold belt, Belgium. *Journal of the Geological Society, London*, 158: 341-352.
- DEBACKER, T.N., HERBOSCH, A., SINTUBIN, M. & VERNIERS, J. 2003. Palaeozoic deformation history of the Asquempont-Virginal area (Brabant Massif, Belgium). *Memoirs of the Geological Survey of Belgium* 49, 30 p.
- DEBACKER, T.N., HERBOSCH, A., VERNIERS, J. & SINTUBIN, M. 2004a. Faults in the Asquempont area, southern Brabant Massif, Belgium. *Netherlands Journal of Geosciences / Geologie en Mijnbouw* 83, 49-65.
- DEBACKER, T.N., ROBION, P. & SINTUBIN, M. 2004b. The anisotropy of magnetic susceptibility (AMS) in low-grade, cleaved pelitic rocks: influence of cleavage/bedding angle and type and relative orientation of magnetic carriers. In: Martín-Hernández, F., Lüneburg, C., Aubourg, C. & Jackson, M. (eds.). *Magnetic Fabric: Methods and Applications*. Geological Society, London, Special Publications, 238, 77-107.
- DEBACKER, T.N., HERBOSCH, A., SINTUBIN, M. In press. An alternative model for the thrust fault hypothesis in the Dyle-Thyle outcrop area, southern Brabant Massif, Belgium. *Geologica Belgica*.

DIEPENDAELE, B., 1997 ms, Het Ordovicium-Siluur van Monstreux-Nivelles, Massief van Brabant, litho- en biostratigrafische studie met Chitinozoa, 130 p. M. Sc., Laboratorium voor Paleontologie, Ghent University (unpublished).

DUMONT, A.H., 1848. Mémoire sur les terrains ardennais et rhénan de l'Ardenne, du Rhin, du Brabant et du Condroz. II. Terrain rhénan. *Mémoires de l'Académie royale de Belgique, Classe des Sciences*, 22: 1-451.

DUSAR, M. & LANGENAEKER, V., 1992. De oostrand van het Massief van Brabant, met beschrijving van de geologische verkenningss boring te Martenslinde. *Professional Paper*, Belgische Geologische Dienst, 1992/5, 255: 1-22.

GRAULICH, J.M., 1961. Le sondage de Wépion. *Mémoires pour servir à l'explication des Cartes géologiques et minières de la Belgique*, 2: 1-102.

HEDBERG, H.D., 1976 (ed.). International stratigraphic guide, a guide to stratigraphic classification, terminology, and procedure. Wiley & Sons, New York, p. 1-200.

HERBOSCH, A., VERNIERS, J., DEBACKER, T., BILLIAERT, B., DE SCHEPPER, S., BELMANS, M., 2002. The Lower Palaeozoic stratigraphy and sedimentology of the Brabant Massif in the Dyle and Orneau valleys and of the Condroz Inlier at Fosses: an excursion guidebook. Pre-symposium excursion of the International Symposium on "Early Palaeozoic Palaeogeographies and Biogeographies of Western Europe and North Africa", Lille USTL, September 22-26, 2001, 77 p. *Geologica Belgica* 5, 3-4.

Herbosch A., Dumoulin V., Blockmans S. & Debacker T. In prep. Carte Rebecq-Ittre n° 39/1-2. Carte géologique de Wallonie, échelle 1/25 000. Namur: Ministère de la Région Wallone.

KAISIN, F. 1919. Esquisse sommaire d'une description géologique de la Belgique. *Uystruyt*, Louvain, p. 1-154.

LECOMPTE, M. 1957. Schistes et quartzites de Jodoigne. In Pruvost, P. & Waterlot, G., eds, *Lexique Stratigraphique International. Volume 1: Europe, Fascicule 4a1: France, Belgique, Pays-Bas, Lusembourg, Antécambrien et Paléozoïque Inférieur*, p. 268.

LEGRAND, R., 1961a. Le Tarannonien à graptolites reconnu sous Courtrai (Flandre occidentale). *Bulletin de la Société belge de Géologie*, 70: 174-185.

LEGRAND, R. 1961b. Mise à jour de la légende stratigraphique du Gothlandien inférieur du massif du Brabant. *Bulletin de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et de l'Hydrologie*, 70: 174-185.

LEGRAND, R., 1964. Le Forage de Lichtervelde (1935-1939); la coupure faunique entre le Silurien et l'Ordovicien par rapport à l'unité géologique de l'Ashgillien. *Bulletin de la Société belge de Géologie*, 73: 53-64.

LEGRAND, R., 1966. Sondage à Deerlijk. *Professional Paper of the Belgian Geological Survey*, 4: 1-17.

LEGRAND, R., 1967. Ronquières, documents géologiques. *Mémoires pour servir à l'explication des Cartes géologiques et minières de la Belgique*, 6: 1-60.

LEGRAND, R., 1968. Le Massif du Brabant. *Mémoires pour servir à l'explication des Cartes géologiques et minières de la Belgique*, 9: 1-148.

LENOIR, J.L., 1987 ms. L'étude cartographique, pétrographique et palynologique de l'Ordovicien inférieur du bassin de la Senne. M. Sc. Thesis, Université Libre de Bruxelles (unpublished).

LERICHE, M., 1920. L'étage de Caradoc dans la vallée de la Sennette. *Bulletin de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie*, 30: 56-59.

LONGUEVILLE, G., 1997 ms. Geologische kartering, litho- en biostratigrafie van het Onder-Paleozoïcum in de Markvallei (Massief van Brabant). M. SC., Laboratorium voor Paleontologie, Ghent University, 72 p. + 98 p. annexes (unpublished).

- LOUWYE, S., VAN GROOTEL, G. & VERNIERS, J., 1992. The stratigraphy of the type locality of the? Late Wenlock/early Ludlow Mont Godart Formation and the early Ludlow Ronquières Formation, Brabant Massif, Belgium. *Annales de la Société géologique de Belgique*, 101 (1978): 31-36.
- MAILLIEUX, E., 1926. Remarques sur l'Ordovicien de la Belgique. *Bulletin de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie*, 36: 67-85.
- MAILLIEUX, E., 1930a. Observations nouvelles sur le Silurien de Belgique sur la présence du Ludlowien supérieur dans le Silurien de Sambre-Meuse. *Bulletin du Musée Royal d'Histoire naturelle de Belgique*, 6 (15): 1-8.
- MALAISE, C., 1873. Description du terrain Silurien du centre de la Belgique. *Mémoire couronné de l'Académie royale de la Belgique*, 37: 1-122.
- MALAISE, C., 1879. Sur l'arsenopyrite et l'eau arsenicale de Court St-Etienne. *Bulletin de l'Académie Royale de Belgique*, 2ième série, 47: 29-34.
- MALAISE, C., 1883. Etudes sur les terrains silurien et cambrien de la Belgique. *Bulletin de l'Académie Royale de Belgique, Classe des Sciences*, 5: 1-30.
- MALAISE, C., 1900. Etat actuel de nos connaissances sur le Silurien de la Belgique. *Annales de la Société géologique de Belgique*, liber memoriales, 25bis, in -4.
- MALAISE, C., 1909. Echelle stratigraphique du silurien de Belgique et âge géologique des schistes noirs de Mousty. *Annales de la Société géologique de Belgique*, 36: 31-39.
- MALAISE, C., 1911. Sur l'évolution de l'échelle stratigraphique du Siluro-cambrien de Belgique. *Bulletin de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie*, 24: 415-437.
- MALETZ, J. & SERVAIS, T., 1998. Upper Ordovician graptolites from the Brabant Massif, Belgium. *Geobios* 31 (1): 21-37.
- MALETZ, J., 1999. Lowermost Silurian graptolites of the Deerlijk 404 well, Brabant Massif (Belgium). *Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen*, 213 (3): 335-354.
- MARTIN, F., 1969a. Les acritarches de l'Ordovicien et du Silurien belge. Détermination et valeur stratigraphique. *Mémoires de l'Institut Royal des Sciences naturelles de Belgique*, 160: 1-176.
- MARTIN, F., 1969b. Ordovicien et Silurien belge: données nouvelles apportées par l'étude des acritarches. *Bulletin de la Société belge de Géologie*, 77: 175-181.
- MARTIN, F., 1976. Acritarches du Cambro-Ordovicien du Massif du Brabant, Belgique. *Bulletin de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique*, 51 (1) (1975): 1-33.
- MARTIN, F. & Rickards, B., 1979. Acritarches, chitinozoaires et graptolithes ordoviciens et siluriens de la vallée de la Sennette (Massif du Brabant, Belgique). *Annales de la Société géologique de Belgique*, 102: 181-197.
- MICHOT, P., 1954. Le Silurien. In: Prodrôme d'une description géologique de la Belgique. Imprimerie Vaillant Carmanne, Liège, p. 39-82.
- MICHOT, P., 1978. L'Ordovicien de la vallée de la Thyle (Brabant); structure tectonique, stratigraphie et lithologie. *Annales de la Société géologique de Belgique*, 100: 223-231.
- MICHOT, P., 1980. Belgique: Introduction à la géologie générale. 26th International Geology Congress, Guidebook G16. Paris, p. 487-876.
- MORTELMANS, G., 1955. Considération sur la structure tectonique et la stratigraphie du Massif du Brabant. *Bulletin de la Société belge de Géologie*, 64: 179-218.

- MORTELMANS, G., 1977. Le groupe Devillien: Cambrien ou Précambrien? *Annales de Mines de Belgique*, 1977: 309-334.
- MULLINS, G.L., 1998. Shelf to basin correlation: integrating the Silurian Chitinozoan and graptolite biostratigraphical schemes. Programme and Abstracts of the CIMP Symposium and workshops (September 11-15, 1998. Pisa, p. 19-20.
- PARIS, F., 1981. Les Chitinozoaires dans le Paléozoïque du Sud-Ouest de l'Europe. *Mémoire de la Société Géologique et Mineralogique de Bretagne*, 26: 1-412.
- PIESSENS, K., DE VOS, W., HERBOSCH, A., DEBACKER, T., VERNIERS, J. 2004. Lithostratigraphy and geological structure of the Cambrian rocks at Halle-Lembeek (Zenne Valley, Belgium). *Professional Paper 300*, Geological Survey of Belgium.
- RAYNAUD, J., 1952. Contribution magnétique à la connaissance géologique du massif de la Gette. *Annales de la Société géologique de Belgique*, 75: 283-291.
- REGNELL, G., 1951. Revision of the Caradocian-Ashgillian cystoid fauna of Belgium with notes on isolated pelmatozoan stem fragments. *Mémoires de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique*, 120: 1-47.
- RICHTER, E. & RICHTER, R., 1851. Trilobiten von Ashgill-Alter aus dem Massif du Brabant (Grand-Manil). *Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique*, 27 (16): 1-6.
- ROBASZYNSKI, F. & DUPUIS, C., 1983. Belgique. Guides Géologiques Régionaux. Masson, Paris, p. 1-204.
- SAMUELSSON, J. & VERNIERS, J., 2000. Ordovician chitinozoan biozonation of the Brabant Massif, Belgium. Review of Palaeobotany and Palynology, 113: 105-129.
- SERVAIS, T., 1993. A critical review of some Ordovician acritarch taxa and their stratigraphical implications in Belgium and Germany, 3 volumes. Ph.D. Thesis (Université de Liège).
- SERVAIS, T., HERBOSCH, A. & VANGUESTAINE, M., 1993. Review of the stratigraphy of the Ordovician in the Brabant Massif, Belgium. *Geological Magazine*, 130: 699-710.
- STOW D.A.V. & SHANMUGAM G. 1980. Sequence of structures in fine-grained tubidites; comparison of recent deep-sea and ancient flysch sediments. *Sedimentary Geology* 25, 23-42.
- VANDER AUWERA, J. & ANDRE, L., 1985. Sur le milieu de dépôt, l'origine des matériaux et le faciès métamorphique de l'Assise de Tubize (Massif du Brabant, Belgique). *Bulletin de la Société belge de Géologie*, 94 (2): 171-184.
- VAN GROOTEL, G., 1990 ms. Litho- en biostratigrafische studie met Chitinozoa in het westelijk deel van het Massief van Brabant. Deel 1: 90 p. + annexes 40 p.; deel 2: 108 p., 55 fig. 13 pl. Ph.D. thesis, Laboratorium voor Paleontologie, UGENT (unpublished).
- VAN GROOTEL, G. & VERNIERS, J., 1998 ms. The Upper Ordovician of the Fauquez are (Brabant Massif, Belgium), Lithostratigraphy and Biostratigraphy. Unpublished report to the Belgian Geological Survey, 17-80.
- VAN GROOTEL, G., VERNIERS, J., GEERKENS, B., LADURON, D., VERHAEREN, M., HERTOGEN, J. & DE VOS, W., 1997. Timing of magmatism, foreland basin development, metamorphism and inversion in the Anglo-Brabant fold belt. *Geological Magazine*, 134 (5): 607-616.
- VAN GROOTEL, G., ZALASIEWICZ, J., VERNIERS, J. & SERVAIS, T., 1998. Chitinozoa and graptolite biozonation of the Aeronian and lower Telychian in the Brabant Massif (Belgium). *Temas Geológico-Mineros ITGE* (Madrid), 23: 135-136.
- VANGUESTAINE, M., 1992. Biostratigraphie par acritarches du Cambro-Ordovicien de Belgique et des régions limitrophes: synthèse et perspectives d'avenir. *Annales de la Société géologique de Belgique*, 115: 1-18.

- VANGUESTAINE, M., SERVAIS, T. & SERVAIS, T. & STEEMANS, P., 1989. Biostratigraphy of 28 boreholes in the Brabant Massif. Abstracts of the International meeting on the Caledonides of the Midlands and the Brabant Massif, p. 46.
- VERNIERS, J., 1976 ms. Het Siluur van de Mehaigne, Stratigrafie en Chitinozoa, three parts and figures, 171 + 127 + 63 p + fig. + plates. Ph.D. thesis, Laboratorium voor Paleontologie, UGENT (unpublished).
- VERNIERS, J., 1981. The Silurian of the Mehaigne Valley (Brabant Massif, Belgium); Biostratigraphy (Chitinozoa). *Review of Palaeobotany and Palynology*, 34: 165-174.
- VERNIERS, J., 1982. The Silurian Chitinozoa of the Mehaigne area (Brabant Massif, Belgium). *Professional Paper of the Belgian Geological Survey* 1982/6, 192: 1-76, 10 figs., 9 pl.
- VERNIERS, J., 1983a. The Silurian of the Mehaigne area (Brabant Massif, Belgium); Lithostratigraphy and features of the sedimentary basin. *Professional Paper of the Belgian Geological Survey*, 203: 1-57, 17 fig., 34 maps, profiles.
- VERNIERS, J., 1999. Calibration of Wenlock Chitinozoa versus graptolite biozonation in the Wenlock of Builth Wells district (Wales, U.K.), compared with other areas in Avalonia and Baltica. *Bollettino della Società paleontologica italiana*, 38 (2-3): 359-380.
- VERNIERS, J. & VAN GROOTEL, G., 1991. Review of the Silurian in the Brabant Massif, Belgium. In Andre, L., Herbosch, A., Vanguestaine, M. & Verniers, J., Proceedings of the International Meeting on the Caledonides of the Midlands and the Brabant Massif, Brussels, 20-23 September 1989. *Annales de la Société géologique de Belgique*, 114 (1): 163-193.
- VERNIERS, J. & VAN CAUWENBERGHE, S. 2002. Rapport voor de Belgische Geologische Dienst over micropaleontologische analyses met Chitinozoa uitgevoerd op 20 monsters van het Massief van Brabant, genomen uit de lithotheek van de B.G.D. Project GEO/97-2.2.a. Universiteit Gent.
- VERNIERS, J., LOUWYE, S. & VAN GROOTEL, G., 1992. Lithostratigraphical descriptions of the Mont Godart and the Ronquières Formations in their type localities and evaluation of the previous descriptions. *Professional Paper of the Belgian Geological Survey*, 1992/2, 252: 1-67.
- VERNIERS, J., SAMUELSSON, J., VAN GROOTEL, G., DE GEEST, P. & HERBOSCH, A., 1999. The Ordovician in Belgium: new litho- and biostratigraphical data with Chitinozoa from the Brabant Massif and the Condroz Inlier (Belgium). *Acta Universitatis Carolinae-Geologica*, 43 (1/2): 93-96.
- VERNIERS, J., HERBOSCH, A., VANGUESTAINE, M., GEUKENS, F., DELCAMBRE, B., PINGOT, J.L., BELANGER, I., HENNEBERT, M., DEBACKER, T., SINTUBIN, M. & DE VOS, W. 2001. Cambrian-Ordovician-Silurian lithostratigraphic units (Belgium). In Bultynck & Dejonghe, eds., Guide to a revised lithostratigraphic scale of Belgium, *Geologica Belgica*, Brussels, 4 (1-2), 5-38.
- WATERLOT, G., BEUGNIES, A., BONTE, A., CHARLET, J.M., CORSIN P., BINTZ, J., HARY, A., & MULLER, A., 1973. Ardenne-Luxembourg. Ardennes. Guides Géologiques Régionaux. Itinéraire 10: 89-98. Masson, Paris.

DEEL III: Bijlagen deel I en II

BIJLAGE 1: VERSLAGEN VERGADERINGEN 19-12-2003, 27-02-2004, 26-03-2004, 25-05-2004, 27-10-2004 EN 26-01-2005

Verslag van de stuurgroepvergadering van 19/12/2003 betreffende project VLA03-1.1: Pré-Krijt subcropkaart van het Massief van Brabant.

Aanwezigen: Walter De Vos (BGD)
Joseph Van Orsmael (ANRE)
Jacques Verniers (UG)
Manuel Sintubin (KUL)
Timothy Debacker (KUL)
Marleen De Ceukelaire (BGD)
Katrien De Nil (ANRE-DOV)
Pascal Vancampenhout (BGD)
Ruth Beckers (BGD)
Kris Piessens (BGD)
Ben Laenen (VITO-KOEN)

Het project ging van start op 1 oktober 2003 door de halftijdse aanwerving van Ruth Beckers bij de Belgische Geologische Dienst (BGD). Haar eerste opdracht was het verifiëren/opstellen van de lithostratigrafische schaal.

Aan het begin van de vergadering werd door Walter De Vos een uitvoerige lijst uitgedeeld met te bespreken punten en referenties van bestaande bronnen voor de subcropkaart.

Daarna overhandigde Ruth Beckers enkele documenten waarop de verspreiding van de verschillende Onder-Paleozoïsche eenheden in het Massief van Brabant aangeduid werd. Tevens werd ook een eerste vertaling (uit het Engels) van de lithostratigrafische eenheden die voorkomen in het Cambrium, Ordovicium en Siluur voorgesteld.

Na een korte discussie werd besloten dat bij de oplevering van het project enkel een beschrijving dient gegeven te worden van de lithostratigrafische eenheden die in het Vlaamse deel van het Massief van Brabant worden aangetroffen. Wel werd overeengekomen om voor die formaties de uitgebreide beschrijving bij het project op te leveren aangezien DOV niet alleen gebruikt wordt door het grote publiek maar ook door ervaren vorsers; in functie van de interessegraad kan de gebruiker al dan niet de volledige tekst doornemen.

Er werd ook aangegeven dat Ruth Beckers reeds ver gevorderd was met de bepaling van de in de boringen aangetroffen formaties. Dit blijkt ook uit het uitgereikte materiaal.

Er werd overeengekomen dat waar nodig de gebruikelijke Nederlandstalige nomenclatuur van DOV zal gevolgd worden, bijvoorbeeld "Formatie van Tubize" in plaats van "Tubizeformatie". Ook zullen we in het Nederlands voortaan spreken van het "Massief van Brabant".

Vervolgens gaf Walter De Vos een overzicht van de reeds vroeger opgestelde gehele of gedeeltelijke subcropkaarten van het Massief van Brabant. Na een vraag van één van de aanwezigen volgde de verduidelijking dat het project enkel handelt over een subcropkaart van het Massief van Brabant in de zone waar het niet bedekt is door Devoon of Carboon strata. Het opstellen van de pré-Krijt subcropkaart van deze laatste werd immers in het kader van een raamopdracht toegekend aan VITO. Deze aanpak vereenvoudigt het werk wel enigszins, bijvoorbeeld in Loenhout, waar een nog niet gedefinieerde Siluur-formatie zou voorkomen die hierdoor buiten de scope van deze studie komt te vallen.

Tevens werd gediscussieerd over de gewenste vormgeving en inhoud van de nieuwe subcropkaart. Marleen De Ceuckelaire gaf aan dat bijkomende data aangeleverd kunnen worden en dat deze data ook in DOV ingeladen kunnen worden indien ze relevant zijn voor de modale DOV gebruiker.

Er werd ook opgemerkt dat het geologische concept dat gehanteerd wordt het uitzicht van de subcropkaart volledig kan beïnvloeden. Gezien de aard van het Massief van Brabant (weinig ontsluitingen en boringen) zal er discussie zijn betreffende het tectonische model dat dient gehanteerd te worden. Om deze reden stelde Manuel Sintubin voor om in eerste instantie het werk aan te vatten met 100% objectieve gegevens aan de hand van een kaart waarop met kleuren enkel de voorkomende formaties aangeduid werden. Enkel goed onderbouwde breuklijnen waarover geen discussie bestaat zouden op de kaart mogen aangeduid worden. Er werd een overeenstemming bereikt dat de BGD op vrijdag 13/2 zo een basisdocument zal doorsturen zodanig dat alle betrokkenen voor de volgende stuurgroepvergadering het document al eens kunnen doornemen.

Tijdens de vergadering werd het ook duidelijk dat voor bepaalde problemen misschien best "subcomité's" zouden opgericht worden. Zo zouden bv. stratigrafische specialisten zich kunnen buigen over specifiek stratigrafische problemen, daar waar softwareproblemen door een ander "subcomité" zouden aangepakt kunnen worden.

Er kwam ook de vraag uit de academische wereld of de resultaten van het project gepubliceerd mogen worden. ANRE gaf hierbij aan dat na een eenvoudige vraag tot publicatie steeds de toestemming gegeven zal worden indien de publicerende auteurs vermelden dat de studie mede gefinancierd werd door ANRE. Het is immers zo dat de studie tot doel heeft de bekomen resultaten aan een zo wijd mogelijk publiek ter beschikking te stellen via DOV. Een verdere verspreiding in een meer academisch milieu kan deze doelstelling enkel versterken.

Op het einde van de vergadering werd afgesproken om de volgende stuurgroepvergadering te houden op vrijdag 27/02/2004 om 14 u op de BGD. Ontvangst van dit verslag houdt tevens een uitnodiging in tot het bijwonen van deze vergadering.

Brussel, 24/12/2003

Joseph Van Orsmael
Adjunct van de directeur

Verslag van de 2de stuurgroepvergadering van 27/02/2004 betreffende project VLA03-1.1: Pré-Krijt subcropkaart van het Massief van Brabant.

Datum: vrijdag 27-02-2004
Aanvang: 14h00
Locatie: Belgische Geologische Dienst
Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen.

Aanwezig: Walter De Vos (BGD)
Ruth Beckers (BGD)
Timothy Debacker (K.U.Leuven)
Katrien De Nil (ANRE-DOV)
Ben Laenen (VITO)
Kris Piessens (BGD)
Pascal Vancampenhout (BGD)
Joseph Van Orsmael (ANRE)

Verontschuldigd:

Marleen De Ceukelaire (BGD)
Manuel Sintubin (K.U.Leuven)
Jacques Verniers (R.U.G.)

De vergadering werd geopend door Walter De Vos met een overzicht van projecten rond het Massief van Brabant die nieuwe gegevens opleverden sinds 1992, het referentiejaar voor de vorige kaart van het Massief van Brabant. Een overzichtslijst van deze projecten, en een lijst met recente boringen, werd rondgedeeld en is als bijlage toegevoegd aan dit verslag. Resultaten van een lopend aero- en gravimetrisch project, uitgevoerd door de BGS, en van het doctoraat van Stijn Dewaele (K.U.Leuven), zullen voor het einde van het karterproject beschikbaar zijn.

Uit dit overzicht blijkt dat de hoeveelheid aan nieuwe informatie en interpretaties de huidige herkartering van het Massief van Brabant verantwoorden.

Door Ruth Beckers werd een kort overzicht gegeven van de vorderingen met de lithostratigrafische schaal. Belangrijkste wijzigingen waren het hertekenen van de figuren. Dit document zal nu worden gefinaliseerd.

Kris Piessens besprak het gebruik van het gegevensbestand LithoBra in dit karterproject, evenals de verschillende gegevensbronnen die geraadpleegd en geïncorporeerd worden, en de werkwijze bij de (her)interpretatie van de observatiepunten. Pascal Vancampenhout toonde hoe LithoBra als basis dient voor de puntenkaart die wordt aangemaakt in ArcView, en de faciliteiten die deze omgeving biedt, zoals directe toegang tot de centrale archiefbestanden van de BGD.

Hierna werd een korte discussie gehouden rond de lettercodering die voor de formaties zal worden gebruikt. Een vergelijking en korte bespreking van de verschillende mogelijkheden (gebaseerd op het bestaande DOV stramen, of gebaseerd op de codes voorgesteld door de Belgische Stratigrafische Commissie) zullen worden overgemaakt aan Katrien De Nil, die deze mogelijkheden zal bespreken met de andere partners binnen DOV.

Ook zal de huidige structuur van LithoBra worden overgemaakt aan Katrien De Nil, die op basis hiervan specifieke richtlijnen zal doorgeven om compatibiliteit met DOV te garanderen.

Door Ben Laenen werden informatie overgemaakt over de verbreiding van het Devoon, dat als basis zal dienen voor de afgrenzing van het te karteren gebied.

Hierna werd overgegaan tot het bespreken van de puntenkaart/vlekkenkaart, ingeleid door Ruth Beckers, met aansluitend een overzicht van een aantal stalen die de typische kenmerken van de verschillende formaties illustreren, maar ook stalen die met minder zekerheid kunnen worden ingedeeld.

De vergadering werd afgerond met een overzicht van de huidige stand van zaken, en een planning voor de (nabije) toekomst. Ondermeer zal een inventaris worden gemaakt van de aeromagnetische lineamenten en (hypothetische) breuken, en zal aanvang worden genomen met de kartografie van de ontsluitingsgebieden en de interpretatie.

Door geïnteresseerde leden van de stuurgroep kan op elk moment een recente puntenkaart worden aangevraagd (analoog of digitaal). De stalen, getoond op deze vergadering, blijven voorlopig beschikbaar op de BGD voor consultatie of becommentariëring, en zullen ook op de volgende vergadering worden uitgesteld.

Na het officiële einde van de vergadering bestond de mogelijkheid om de collectie te bekijken. Opmerkingen van de leden van de stuurgroep werden/worden zoveel mogelijk verwerkt in de interpretatie van puntgegevens en in de beschrijving van de lithostratigrafische eenheden (lithostratigrafische schaal).

De volgende vergadering is voorzien voor vrijdag 26-03-2004 om 14h00, eveneens op de BGD-KBIN (Jennerstraat 13, 1000 Brussel, 4de verdieping, vergaderzaal - lokaal 501). Ontvangst van dit verslag houdt tevens een uitnodiging in tot het bijwonen van deze vergadering.

01-03-2004

Kris Piessens - geoloog

Joseph Van Orsmael - Adjunct van de directeur

Verslag van de 3de stuurgroepvergadering van 26/03/2004 betreffende project VLA03-1.1: Pré-Krijt subcropkaart van het Massief van Brabant.

Datum: vrijdag 26-03-2004
Aanvang: 14h00
Locatie: Belgische Geologische Dienst
Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen.

Aanwezig: Walter De Vos (BGD)
Ruth Beckers (BGD)
Katrien De Nil (ANRE-DOV)
Kris Piessens (BGD)
Manuel Sintubin (K.U.Leuven)
Pascal Vancampenhout (BGD)
Joseph Van Orsmael (ANRE)
Jacques Verniers (UGENT)

Verontschuldigd:
Timothy Debacker (K.U.Leuven)
Marleen De Ceukelaire (BGD)

De vergadering werd voorgezeten door Walter De Vos. Voorafgaandelijk werd een dagorde rondgestuurd, die werd overlopen bij aanvang van de vergadering. Hierbij werd door de voorzitter benadrukt dat de agenda als een leidraad moest worden gezien, om tot een open discussie en uitwisseling van standpunten te komen.

Aanvullen van de databank

Door Kris Piessens en Pascal Vancampenhout werd de structuur van LithoBra kort toegelicht, evenals de werkwijze gevolgd bij het verzamelen van gegevens uit verschillende bronnen. De wijzigingen aan LithoBra sinds vorige vergadering werden meer gedetailleerd toegelicht.

Na een korte discussie werden door Jacques Verniers de begrippen chronostratigrafie en biostratigrafie toegelicht, waarbij werd benadrukt dat chronostratigrafie gebaseerd is op biostratigrafie, zodat boven, onder en midden gebruikt dienen te worden. In LithoBra werd het betreffende veld hernoemd om verwarring te voorkomen met geochronologie (absolute tijdsbepaling).

In een nevendiscussie werd ingegaan op de te karteren eenheden. Aanleiding hiervoor was het aanvoelen van de projectmedewerkers dat het detail waarmee bepaalde formaties (bv. in Siluur) worden onderscheiden in de ontsluitingsgebieden niet kan worden aangehouden in het subcropgedeelte van het Massief van Brabant. De zuidelijke flank kan daardoor in groter detail gekarteerd worden dan de noordelijke. Verschillende meningen werden geopperd. Een min of meer algemeen besluit was dat formaties mogen worden samengenomen indien ze niet voldoende onderscheidbaar zijn, maar dat dit dan wel consequent dient te gebeuren (één, niet gedifferentieerde kleur op de kaart). Eventueel kunnen bv. stippellijnen wel een verdere opdeling aangeven in gebieden waar meer gedetailleerde informatie voorhanden is.

Compatibiliteit van databank met DOV, en codering formaties

De lijst van formatie- en lidacroniemen die door DOV werd aanvaard werd voorgesteld (zie bijlage 1). Deze lijst kwam tot stand na overleg tussen Katrien De Nil en Kris Piessens, en volgt zoveel mogelijk het DOV-stramien voor Paleozoïsche formaties en leden. Er werd extra aandacht besteed aan het unieke karakter van de codes (niet enkel uniek binnen DOV, maar binnen België). Volgende versies van LithoBra zullen zowel de nationale codes, die momenteel binnen het project worden gehanteerd, als de DOV-codes ondersteunen.

Toekomstige aanpassingen (gegevens over metamorfisme, structurele geologie, biostratigrafie...) maken de overgang naar een relationele gegevensbank noodzakelijk. DOV (Katrien De Nil) zal nauw betrokken worden bij alle veranderingen en toevoegingen om blijvend compatibel te blijven met de DOV-structuur. Er werd eveneens bevestigd dat het overdragen van de gegevensbank aan DOV in xml-formaat geen probleem vormt voor de BGD, die hiervoor kan rekenen op de steun van Marleen De Ceukelaire.

Agendapunt 3 werd doorgeschoven naar het einde van de vergadering. Punten 4 en 5 van de agenda liepen in elkaar over.

De puntenkaart, met en zonder ingetekende breuken. Van ruwe informatie naar structurele interpretatie.

aansluitend: Vrije discussie.

Dit onderwerp wordt ingeleid door Kris Piessens, die de verschillende visies schetst op de structuur van het Massief van Brabant, en kort uitlegt hoe deze zullen worden geëvalueerd. De drie strekkingen die aan bod komen zijn:

Legrand, 1968

Een meervoudig vervormd anticlinorium.

De Vos *et al.* (1993), verfijnd in Mansy *et al.* (1999)

Een anticlinorium, opgebroken/opgedeeld door longitudinale en transversale breuken.

Sintubin (1997), verfijnd in latere publicaties waarvan de belangrijkste Sintubin & Everaerts (2002) is. 'Orogenic wedge' model, met dextrale transpressieve zones.

De belangrijkste, geïnterpreteerde structuren werden gedigitaliseerd aan de hand van figuren uit relevante publicaties, en afgedrukt op kalkpapier die als overlays op de puntenkaart kunnen worden gebruikt (Pascal Vancampenhout). Elke structuur werd genummerd en afzonderlijk bediscussieerd aan de hand van de (expliciete en impliciete) informatie die in de publicaties wordt gegeven (Ruth Beckers). De eerste, voorlopige resultaten tonen aan dat, op basis van de argumenten uit de publicaties, vrijwel alle voorgestelde structuren weinig onderbouwd zijn. De aanwezige auteurs onderkennen dit gebrek aan duidelijke argumenten, waardoor de gevolgde hypothese een zeer sterke invloed heeft op het uitzicht van de uiteindelijke kaart.

Een volgende stap in de evaluatie is om de structuren te bespreken in combinatie met de puntenkaart en te komen tot veralgemeenbare besluiten, die een consistent concept moeten onderbouwen.

Door Manuel Sintubin wordt benadrukt dat eveneens/voornamelijk gepoogd moet worden om op basis van de puntenkaart structurele besluiten te trekken, los van de gangbare concepten.

Er onspint zich een levendige, maar aangename discussie waarin enerzijds verschillende aspecten van concepten 2 en 3 worden verduidelijkt en/of in vraag gesteld, anderzijds mogelijke strategieën worden geopperd om meer duidelijkheid te geven.

Het belang van de transversale breuken die op de kaart van De Vos *et al.* (1993) als belangrijke elementen zijn ingetekend, wordt uitvoerig bediscussieerd. Kort samengevat is het bestaan van deze structuren, met eventueel een hogere sokkelpermeabiliteit, voor iedereen aanvaardbaar, maar lopen de meningen over het mogelijke breukbedrag sterk uiteen; het zou ook kunnen gaan om "fractures" zonder verplaatsing. Recente aardbevingen wijzen echter op het bestaan van transversale breuken met (recente) verplaatsing. Opgemerkt dient te worden dat deze discussie werd gevoerd aan de hand van de bestaande geologische kaarten.

De transpressieve zones, zoals voorgesteld in Sintubin & Everaerts (2002), zijn niet noodzakelijk van groot belang voor de subcropkaart, omdat het vooral naar de diepte toe belangrijke structuren zijn.

Verder werd ondermeer het belang van de loop van rivieren (gevoelig onderwerp volgens Jacques Verniers gezien het verleden van deze discussie), aeromagnetische en gravimetrische lineamenten, en de oriëntatie van 'Diestiaan-' en 'Brusseliaangeulen' bediscussieerd.

Ondanks uiteenlopende, en op zich verdedigbare visies, wordt aan ANRE/DOV bevestigd dat aan het einde van het project één kaart zal worden afgeleverd.

Het belang van de nieuwe subcropkaart wordt door Manuel Sintubin en Jacques Verniers onderstreept, met de waarschuwing dat deze kaart, en het onderliggende concept, als basis zal dienen voor interpretaties door andere auteurs.

Lithologische interpretatie van sommige boorkernen

Na het besluiten van de vergadering, wordt de lithologische interpretatie van de tentoongestelde kernen besproken, en discussies in beperkte kring voortgezet.

De volgende vergadering is voorzien voor dinsdag 25 mei 2004 om 14h00, eveneens op de BGD-KBIN (Jennerstraat 13, 1000 Brussel, 4de verdieping, vergaderzaal - lokaal 501). Ontvangst van dit verslag houdt tevens een uitnodiging in tot het bijwonen van deze vergadering.

Het staat alle leden van de stuurgroep tevens vrij om actief deel te nemen aan het uitwerken van de nieuwe subcropkaart. Hiervoor kan een recente digitale of analoge puntenkaart worden aangevraagd (contactpersoon: Kris Piessens), om hierop een eigen concept uit te werken.

31-03-2004

Kris Piessens - geoloog

Joseph Van Orsmael - Adjunct van de directeur

Verslag van de vierde stuurgroepvergadering van 25 mei 2004 betreffende project VLA03-1.1: Pré-Krijt subcropkaart van het Massief van Brabant.

Aanwezig: Walter De Vos (BGD)
Kris Piessens (BGD)
Ruth Beckers (BGD)
Pascal Vancampenhout (BGD)
Joseph Van Orsmael (ANRE)
Katrien De Nil (ANRE-DOV)
Manuel Sintubin (KULeuven)
Tim Debacker (KULeuven)
Jacques Verniers (UGent)
Ben Laenen (VITO)

Verontschuldigd:
Marleen De Ceukelaire (BGD)

De vergadering ging van start om 14 u, in de vergaderzaal van de Belgische Geologische Dienst, Jennerstraat 13, 1000 Brussel.

Door Kris Piessens werd een technisch tussentijds verslag uitgedeeld aan het begin van de vergadering.

Wijzigingen en aanvullingen aan de databank.

Voorafgaand aan de stuurgroepvergadering had een vergadering plaats in beperkte kring (Kris Piessens, Marleen De Ceukelaire, Pascal Vancampenhout, Katrien De Nil) over een aantal kleine onduidelijkheden bij het invoeren in de DOV databank, en de noodzakelijke aanpassingen van het basisbestand Lithobra.xls dat door de BGD verder uitgebouwd wordt. Een afzonderlijk verslag werd hierover opgesteld. Het wordt in bijlage aangehecht.

Voorstel van structurele visie op de subcropkaart, en vrije discussie

Door Kris Piessens werd uiteengezet hoe een bepaald concept werd uitgewerkt op heel het Massief van Brabant, uitgaande van de puntenkaart met de ligging van de verschillende formaties van het Onder-Paleozoïcum, en van bijkomende aeromagnetische gegevens. Er werd gekozen voor het tekenen van structuren “from scratch” dit is zonder rekening te houden met reeds bestaande karteringen uit vorige publicaties.

Een eerste vaststelling op de puntenkaart is dat er een algemene continuïteit is van de verschillende formaties in WNW-ESE richting, en dat deze overeenkomt met de tendens van de aeromagnetische anomalieën, dus kunnen in eerste instantie geologische verbindinglijnen in deze richting worden getrokken.

Er werd een inventaris gemaakt in Access van de breuken en andere structuren die in het verleden gepubliceerd werden; het gaat om meer dan 230 structuren. Daarbij werd vastgesteld dat deze structuren zelden ten volle verantwoord werden met een sluitende deductieve redenering gebaseerd op hard feitenmateriaal. De structuren hadden steeds een min of meer hypothetisch karakter. In het rondgedeelde technisch tussentijds verslag werd een lijst van dergelijke structuren opgenomen.

Om klaarheid te brengen in de structuur van het Massief van Brabant werden twee bestaande werkhypothesen verder getest, namelijk de longitudinale continuïteit van de Asquemont-breuk sensu Debacker, en het al of niet voorkomen van transversale breuken.

De Asquemont-breuk sensu Debacker werd op het terrein te Asquemont en te Virginal waargenomen door Tim Debacker (2003). Het gaat om een “detachment”, in feite een afglijding met kleine hellingshoek, die jongere formaties op de oudere formatie van Oisquercq brengt met een min of meer groot hiaat ertussen, en met breukbreccie nabij het contact. Bovendien werd de breuk later mede geplooid in de Brabantische fase van de Caledonische bergvorming. Een breuk met deze eigenschappen wordt buiten het ontsluitingsgebied ook in 6 boringen waargenomen, nl. te Bever, Lessines, Schendelbeke, Eine, Waregem en Tielt. In Eine bij Oudenaarde zou de breuk zelfs omgekeerd liggen door latere plooiing: de formatie van Oisquercq ligt hier schijnbaar op de formatie van Mousty, met breccie tussen beide.

De Asquemont-breuk kan dus over een grote oppervakte worden teruggevonden.

Daar in het noorden het hiaat kleiner is dan in het zuiden, is het door de geometrie van de afglijding logisch te veronderstellen dat de afglijding van zuid naar noord plaatsvond. De enige uitzondering hierop vormt de boring van Lessines; hier moet naar een bijkomende verklaring gezocht worden.

Een structureel model waarbij de breuk van Asquemont wordt ingetekend over het grootste deel van het zuidwestelijke Massief van Brabant, rekening houdend met de gevolgen voor de geometrie van de verschillende formaties, werd verder door Ruth Beckers en Kris Piessens uitgewerkt in geologische profielen en op kaart, met succes, want de zo resulterende structuren zijn meestal compatibel met de puntenkaart. Enkel het gebied rond Oudenaarde, Geraardsbergen en Lessines kan niet uitsluitend op basis van deze breuk verklaard worden.

Ten noorden van de anticlinale as van het Massief van Brabant is er geen enkele aanwijzing voor het bestaan van deze breuk. Ook ten oosten van de ontsluitingen van het Zenne-gebied schijnt ze in Vlaanderen afwezig te zijn.

Gezien de aard van deze breuk “van Asquemont”, het feit dat ze dwars door de stratigrafie gaat (alle lagen doorsnijdt), en over een groot gebied kan worden teruggevonden, wordt door Manuel Sintubin voorgesteld voortaan formeel te spreken van het “Asquemont detachment” op schaal van de subcropkaart, en de benaming “Asquemont-breuk sensu Debacker” voor te behouden voor het ontsluitingsgebied te Asquemont zelf. Dit wordt door iedereen in de vergadering aanvaard.

De ouderdom van het Asquemont detachment is post-Bornival, dit is jonger dan de formatie van Bornival van Caradoc-ouderdom, die te Tielt op de formatie van Oisquercq ligt. Op basis van kartografische argumenten kan zelfs een post-Madot ouderdom worden verondersteld.

Voor hypothetische transversale breuken werd door Kris Piessens de aandacht vooreerst gevestigd op een verplaatsing van het Devoon in de omgeving van Menen-Rekkem langs de Leie. Daar is het

oostelijke deel enkele honderden meter opgeheven en/of dextraal verplaatst ten opzichte van het westelijke deel.

Op de aeromagnetische kaart kan in het noordoostelijke verlengstuk van deze verplaatsing een denkbeeldig lineament getekend worden dat over meer dan 30 km kan gevolgd worden, met in het noorden aan de westkant dieper liggende (want minder uitgesproken) magnetische anomalieën dan aan de oostkant, en meer naar het zuiden een contrast tussen een weinig magnetisch gebied ten oosten en een meer magnetisch gebied ten westen van dit lineament. Gebaseerd op de kenmerken in het noorden en het zuiden, was de vergadering het eens met K. Piessens dat het gaat om een transversale breuk met een oostflank die werd opgeheven. De breuk moet minstens voor een deel post-Devoon gewerkt hebben.

Deze transversale breuk werd reeds ingetekend op de kaart van De Vos *et al.* (1993) waar ze verantwoord wordt door “geofysische kenmerken”, en deel uitmaakt van een transversale horst; ook door De Vos & Dusar (2001) wordt ze ingetekend, echter zonder commentaar.

Volgens K. Piessens is er een aanwijzing voor een tweede transversale breuk langs de Dender, waar in het magnetische patroon een duidelijke dextrale verplaatsing te zien is. In de gesteenten zijn hier echter geen duidelijke bewijzen te vinden voor een verplaatsing.

Enkele verdere hypothetische transversale breuken werden kort besproken. Door Manuel Sintubin wordt opgemerkt dat het bestaan van één onomstreden transversale breuk de kans aanzienlijk verhoogt dat een hele reeks dergelijke breuken bestaat, op min of meer regelmatige afstanden, wegens de in werking zijnde mechanismen die dergelijke structuren veroorzaken.

Verder werk

Er wordt afgesproken de topografie van de sokkel nauwkeurig te onderzoeken op spronghoogten die kunnen wijzen op transversale breuken, speciaal langs de rivieren (Dender...).

Er wordt ook afgesproken een up-to-date versie van de puntenkaart rond te sturen naar de geïnteresseerden, met ingetekende structuren voor zover hierover eensgezindheid bestond op de vergadering. Dit zal moeten toelaten dat elk voor zich structurele hypothesen kan opstellen voor de nog blanco gebieden, vooral in het oosten en in de omgeving van Oudenaarde-Geraardsbergen.

De grens van het te karteren gebied wordt grotendeels bepaald door het contact Onder-Devoon met Onder-Paleozoïcum. Hiervoor wordt voortgegaan op de meest recente werkbestanden die door VITO worden aangeleverd. De resultaten van de kartering van het Massief van Brabant zullen hier in verwerkt worden.

Een discussie ten gronde over de gevolgen van het Asquempont-detachment, de vermoedelijke noordhelling hiervan, en de timing, wordt verwezen naar een volgende vergadering, zodat de nieuwe inzichten eerst kunnen bezinken.

Ruth Beckers, die einde mei aan het einde van haar contract is, wordt bedankt voor haar inzet. Zij zal ook voor de latere stuurgroepvergaderingen worden uitgenodigd.

De volgende vergadering van de stuurgroep is voorzien einde oktober. In de tussentijd wordt de afwerking verwacht van een project over gravimetrische beeldverwerking in opdracht van ANRE. De resultaten hiervan zouden best mede beschouwd worden voor de definitieve afwerking van de subcropkaart.

Walter De Vos
Belgische Geologische Dienst
9 juni 2004

Referenties

DEBACKER, T., HERBOSCH, A., SINTUBIN, M., VERNIERS, J. 2003. Palaeozoic deformation history of the Asquempont-Virginal area (Brabant Massif, Belgium). *Memoirs van de Belgische Geologische Dienst*, 49, 30 pp. Brussels.

DE VOS, W., DUSAR, M. 2001. Paleozoïcum, kaartblad 27-28-36, Proven-IEPER-Ploegsteert. in *Toelichtingen bij de geologische kaart van België, Vlaams gewest*, red. G. De Geyter, p. 44-48, 1 fig., Brussel.

DE VOS, W., VERNIERS, J., HERBOSCH, A. & VANGUESTAINE, M. 1993. A new geological map of the Brabant Massif, Belgium. *Geological Magazine* 130 (5), 605-611, Cambridge.

Verlag van de 5de stuurgroepvergadering van 27/10/2004 betreffende project VLA03-1.1: Pré-Krijt subcropkaart van het Massief van Brabant.

Datum: woensdag 27-10-2004
Aanvang: 14h00
Locatie: Belgische Geologische Dienst
Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen.

Aanwezig: Timothy Debacker (K.U.Leuven)
Katrien De Nil (ANRE-DOV)
Walter De Vos (BGD)
Michiel Duser (BGD)
Alexandra Hildenbrand (VITO)
Kris Piessens (BGD)
Manuel Sintubin (K.U.Leuven)
Joseph Van Orsmael (ANRE)
Peter van Tongeren (VITO)
Jacques Verniers (UGENT)

Verontschuldigd:
Ruth Beckers (BGD)
Marleen De Ceukelaire (BGD)
Pascal Vancampenhout (BGD)

De vergadering werd om 14h00 geopend door Walter De Vos, waarbij de aanwezigen werden uitgenodigd om standpunten uit te wisselen en met elkaar in discussie te treden.

Voorafgaand aan de discussieronde werd kort de opzet, structuur en werkbaarheid van de databank LithoBra uiteengezet door Kris Piessens. Deze gegevensbank brengt alle relevante gegevens voor het karterwerk samen in een Access2000 omgeving. De gegevensbank wordt actief gebruikt door de karterploeg. De exporteerbaarheid van LithoBra naar DOV wordt momenteel op punt gesteld door Marleen De Ceukelaire en Katrien De Nil. Het eigenlijke exporteren naar en opnemen van gegevens in DOV vormt het eerste luik van het project VLA03-1.1.

Als inleiding tot de discussieronde werd door Kris Piessens een overzicht gegeven van het tot stand komen van de conceptkaart die werd getoond op de 4de stuurgroepvergadering. Hierbij werden de ingetekende structuren kort toegelicht en overlopen over welke aspecten een consensus bestaat binnen de stuurgroep, en rond welke ruimte is voor discussie. De opzet van deze vergadering indachtig, werd door de verschillende stuurgroepleden actief geïntervenieerd. De inleiding liep zo over in een open discussie rond onderwerpen die door Walter De Vos kort werden ingeleid.

Wat nu volgt is een selectie van opmerkingen en discussiepunten:

Bij het opstellen van de conceptkaart werd een evaluatie gemaakt van de bestaande concepten rond het Massief van Brabant. Deze evaluatie dient in een correct perspectief geplaatst te worden, en mag niet als afzonderlijk of gedetailleerd overzicht worden gebruikt.

De kaart zal in de eerste plaats dienen om weer te geven welke gesteenten zich waar op subcropniveau bevinden. Deze informatie zal weergegeven worden als een consistente geologische kaart.

Algemeen wordt de voorkeur gegeven om enkel voldoende onderbouwde structuren op de kaart weer te geven, en de subcropkaart zoveel mogelijk los te koppelen van huidige (evoluerende) grootschalige concepten.

Het concept van het Asquemont Detachment (cf. verschillende publicaties van Tim Debacker) is een verstrekkende hypothese, maar voldoende onderbouwd om in de uiteindelijke subcropkaart te verwerken.

Enkel karteerbare structuren (op schaal 1/200000) zullen worden weergegeven. Structuren met een te klein of nulbedrag worden niet aangeduid.

Transversaalbreuken kunnen worden ingetekend waar noodzakelijk en/of gedemonstreerd. Ze zullen worden ingetekend als post-Brabantse structuren omdat post-Devoon activiteit kan worden aangetoond. Een eventuele Brabantse voorgeschiedenis is een verdere stap in de interpretatie die niet op de kaart zal worden weergegeven.

Normaalbreuken en overschuivingszones zijn aangetoond in ontsluitingsgebieden, en kunnen beargumenteerd worden gebruikt in delen van het subcropgebied.

Een overzicht van de structuren in het Kempens Bekken wordt gegeven door Peter van Tongeren en Michiel Duser. De frequentie en het belang van voornamelijk graben-gerelateerde breuken nemen af van oost naar west. De 'grensbreuk', ingetekend op de kaart van 1993, past daarom niet in dit schema.

Manuel Sintubin vat kort de aanwijzingen voor 'late' breukbewegingen samen. Volgens de recente literatuur zijn de structuren die ten zuiden van het Massief van Brabant worden geïdentificeerd niet van belang voor de subcropkaart. Door Michiel Duser en Jacques Verniers wordt verwezen naar informatie in vroegere publicaties die moeten worden nagetrokken.

Walter De Vos overloopt de recente seismische activiteit in het Massief van Brabant, en de mogelijke relatie tot bestaande structuren.

Samengevat zal worden gestreefd naar een lichte kaart, ofwel een duidelijk, zoveel als mogelijk gefundeerd en overzichtelijk basisdocument.

De volgende stuurgroepvergadering wordt voorzien op woensdag 26 januari 2004 tussen 14h00 en 17h00.

Omstreeks 17h00 werd de vergadering door Walter De Vos gesloten, maar niet zonder de gelegenheid te geven tot verdere nabespreking.

04-11-2004

Kris Piessens - geoloog

Joseph Van Orsmael - Adjunct van de directeur

Verslag van de 6de stuurgroepvergadering van 26/01/2005 betreffende project VLA03-1.1: Pré-Krijt subcropkaart van het Massief van Brabant.

Datum: woensdag 26-01-2005

Aanvang: 14h15

Locatie: Belgische Geologische Dienst
Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen.

Aanwezig: Timothy Debacker (K.U.Leuven)
Katrien De Nil (ANRE-DOV)
Walter De Vos (BGD)
Alexandra Hildenbrand (VITO)
Kris Piessens (BGD)
Manuel Sintubin (K.U.Leuven)
Pascal Vancampenhout (BGD)
Joseph Van Orsmael (ANRE)
Jacques Verniers (UGENT)

Verontschuldigd:
Ruth Beckers (BGD)
Marleen De Ceukelaire (BGD)

Vanaf 13h00 werd gelegenheid geboden om opmerkingen over te maken tijdens een technische voorbespreking. De eigenlijke vergadering werd door Walter De Vos geopend om 14h15. Het centrale punt was de voorstelling van de geologische subcropkaart. Hiervoor werd door Kris Piessens een overzicht gegeven van de lithostratigrafie die gevolgd werd bij het opstellen van de kaart en van de verschillende structuren die op de kaart zichtbaar zijn.

De lithostratigrafische tabel die bij de kartering gehanteerd wordt is gebaseerd op Verniers *et al.* (2001) maar op enkele punten vereenvoudigd en bijgestuurd. Zo worden enkel formaties weergegeven die ondubbelzinnig herkend werden in het subcropgebied. Dit wil echter niet steeds zeggen dat ze afwezig zijn, wel dat ze niet werden aangeboord (of er geen karakteristieke monsters verzameld werden of bewaard bleven). Zulke formaties worden dus impliciet toegevoegd aan formaties die wel gekarteerd worden. De Formaties van Ittre en Bornival worden expliciet samengenomen in de Formatie van Ittre en Bornival. In de onderliggende databank worden ze wel onderscheiden. De Formatie van Jodoigne wordt, in navolging van de vorige subcropkaarten, toegevoegd aan de Formatie van Mousty.

Door het impliciet/expliciet samennemen van verschillende formaties kunnen de dikteschattingen van Verniers *et al.* (2001) niet zonder meer worden overgenomen. Bovendien zijn de waargenomen stratigrafische diktes gebaseerd op onvolledig ontsloten formaties en daardoor minimale schattingen. Vertrekkende van de subcropbandbreedte en helling van de formaties en de veronderstelde totale diktes van Ordovicium en Siluur werden karteerbare diktes van individuele formaties geschat. Deze moeten beschouwd worden als realistische schattingen die bij kartering en profielen gebruikt kunnen worden, maar niet als een verbetering van de bestaande schattingen.

De verschillende structuren die op de kaart voorkomen, voornamelijk plooien, Asquempont-detachment en transversaalbreuken, werden afzonderlijk besproken. Vooral de directe aanwijzingen en de cartografische argumenten werden benadrukt. Voor het Asquempont-detachment werd (de noodzaak van) de extensie langsheen de noordzijde van het Massief van Brabant besproken.

Voor de plooien, met name deze langs de noordzijde van het Massief van Brabant, wijst de weergave van de plooien op een steile asduiking, wat niet strookt met de intentie van de auteurs.

Op punten zoals deze moet de huidige versie van de kaart bijgestuurd worden. Verder schaarde de stuurgroep zich achter de grote lijnen van de nieuwe subcropkaart, en gaf fiat tot afwerking tot einddocument. Omstreeks 17h00 werd de vergadering door Walter De Vos gesloten, maar niet zonder de gelegenheid te geven tot verdere nabespreking.

21-02-2004
Kris Piessens – geoloog

Referentie

Verniers J., Herbosch A., Vanguestaine M., Geukens F., Delcambre B., Pingot J.-L., Belanger I., Hennebert M., Debacker T., Sintubin M. & De Vos W. 2001. Cambrian-Ordovician-Silurian lithostratigraphical units (Belgium). In: Guide to a revised stratigraphical scale of Belgium. (Ed.: Bultynck, P. & Dejonghe, L.). *Geologica Belgica* 4, 1-2. Brussel.

BIJLAGE 2: OVERZICHT VAN RECENT WETENSCHAPPELIJK ONDERZOEK, BORINGEN EN GEOFYSCHE METINGEN IN HET MASSIEF VAN BRABANT

Project Subcropkaart van het Massief van Brabant

Project VLA/03-1.1. Opdrachtgever ANRE, 2003-2005.

Wetenschappelijk onderzoek, boringen en geofysische metingen sinds de vorige subcropkaart gepubliceerd in 1993:

DE VOS, W., VERNIERS, J., HERBOSCH, A. & VANGUESTAINE, M. 1993. A new geological map of the Brabant Massif, Belgium. *Geological Magazine* **130** (5), 605-611, Cambridge.

Projecten NAT/91-1, NAT/92-1, NAT/93-1, NAT/94-2.1. **Laboratoriumonderzoek van Mineralisaties in het Massief van Brabant.**

Opdrachtgever: Belgische Geologische Dienst, totaal bedrag 7.200.000 BEF

Uitvoering Universiteit van Luik, prof. Dimanche, Philippe Dandois.

Resultaten: (1) dossiers met inventaris van lithotheekmonsters over Massief van Babant en macroscopische observaties van sulfiden-mineralisaties. (2) beschrijvingen van polijstvlakken, analyses met microsonde enz.

Eindrapport : Ph. DANDOIS (1997) Etude de minéralisations dans le Massif de Brabant.

Talrijke bijlagen. Tussentijdse rapporten.

Project VLA/93-3.5.1. **Microfossielen: Chitinozoa in Ordovicium en Siluur.**

Opdrachtgever: ANRE, bedrag 2.000.000 BEF.

Uitvoering: Universiteit Gent, prof. J. Verniers, Geert van Grootel.

VAN GROOTEL, G. 1995. Eindverslag ANRE project Microfossielen, VLA/93-3.5.1. Laboratorium Paleontologie, Univ. Gent.

Ook tussentijdse verslagen. In totaal 20 boringen bestudeerd.

Project VLA/93-3.5.2. **Verwerking van de gesteenten van het Massief van Brabant.**

Opdrachtgever: ANRE, bedrag 2.000.000 BEF.

Uitvoering Universiteit Gent, prof. Stoops, Florias Mees.

MEES, F. & STOOPS, G. 1996. Verwerking van de gesteenten van het Massief van Brabant.

Eindverslag, ANRE project VLA/93-3.5.2. Lab. Mineralogie, Petrografie en Micropedologie, Universiteit Gent. Deel I, tekst en tabellen, deel II, bijlagen.

De bijlagen bevatten gedetailleerde beschrijvingen van de bestudeerde boringen.

Project VLA/93-3.5.3. **Studie van het metamorfisme in het Massief van Brabant.**

Opdrachtgever : ANRE, bedrag 2.000.000 BEF.

Uitvoering Universiteit Louvain-la-Neuve, UCL, Prof. Laduron, Bénédicte Geerkens.

GEERKENS, B. & LADURON, D. 1995. Etude du métamorphisme du Massif du Brabant. Unpublished report, ANRE and Univ. Louvain-la-Neuve.

Project VLA/93-3.5.4. **Studie van het magmatisme in het Massief van Brabant.**

Opdrachtgever : ANRE, bedrag 2.000.000 BEF.

Uitvoering K.U.Leuven, prof. Hertogen, Marleen Verhaeren.

HERTOGEN, J. & VERHAEREN, M. 1999. Studie van het magmatisme in het Massief van Brabant.

Eindverslag, ANRE project VLA/93-3.5.4. Afd. Fysico-chemische Geologie, K.U.Leuven.

Resultaten van drie projecten VLA/93 werden gepubliceerd in:

VAN GROOTEL, G., VERNIERS, J., GEERKENS, B., LADURON, D., VERHAEREN, M., HERTOGEN, J. & DE VOS, W. 1997. Timing of magmatism, foreland basin development, metamorphism and inversion in the Anglo-Brabant fold belt. *Geological Magazine*, **134** (5), 607-616, Cambridge, U.K.

Projecten VLA/91-1.3, VLA/92-C, VLA/93-C, VLA/94-3.5, VLA/96-3.5.

Onderzoek naar metallische mineralisaties in de sokkel van Vlaanderen.

Oprachtgever : ANRE. Totaal bedrag 21.450.000 BEF.

Resultaten: hydrochemisch onderzoek van metalen in grondwater. Planning en opvolging van terreinwerk, boringen, geofysisch onderzoek. Interpretatie van geochemie, geofysica, geologie. Ook geofysische modellering.

Uitvoering: TEREX, Marc Sterpin; Univ. Gent, prof. W. De Breuck en medewerkers; M. Everaerts; wetenschappelijke medewerking van BGD, W. De Vos.

Talrijke rapporten en bijlagen.

EVERAERTS, M. 1993. Geofysische modellering, deelrapport van "Voorbereidend onderzoek naar de aanwezigheid van metallische mineralisaties in de sokkel van Vlaanderen", project VLA/92-C.2., ANRE and Univ. Gent.

STERPIN, M. & DE VOS, W. 1996. Onderzoek naar metallische mineralisaties in de Paleozoïsche sokkel van Vlaanderen. Eindverslag project VLA/94-3.5., Univ. Gent en ANRE, Brussel.

EVERAERTS, M., POITEVIN, C., DE VOS, W. & STERPIN, M. 1996. Integrated geophysical/geological modelling of the western Brabant Massif and structural implications. *Bulletin van de Belgische Vereniging voor Geologie*, T.105 (1-2), 41-59, Brussel.

Project NAT/90-A.2. **Speciale analyses.**

Oprachtgever: BGD. Bedrag 1.900.000 BEF.

Uitgevoerd door VUB, prof. F. Dehairs, Martine Leermakers.

Analysen van spoorelementen in grondwater van de sokkel, met ICP-MS (toestel gezamenlijk gebruikt door Museum van Midden-Afrika en VUB). De stalen werden genomen in het kader van de ANRE projecten VLA/91-1.3, VLA/92-C en VLA/93-C, door het Laboratorium van prof. De Breuck in Gent.

Project VLA/92-3.1. **Verkenningboringen in het Massief van Brabant.**

Oprachtgever : ANRE, totaal bedrag 21.000.000 BEF.

Boringen van Oostrozebeke 68E198, Harelbeke 83E446, Desselgem 83E447, Waregem 84W1478, Idegem 100W175, Schendelbeke 100W181. De boringen werden uitgevoerd tussen 1993 en 1997, en beschreven door W. De Vos, BGD.

Diverse projecten **Verdiepen van boringen uit peilputmeetnet Aminimal, met kernen.**

Oprachtgever van destructief gedeelte van boring tot in sokkel: Aminimal.

Oprachtgever van kernen: ANRE, totaal bedrag ongeveer 5.000.000 BEF.

Een twintigtal boringen van het primair netwerk van peilputten in de sokkel werd op deze manier gekernd tussen 1992 en 1999, en beschreven op de BGD. In het noorden van het Massief van Brabant werden op vraag van de BGD boringen ingeplant ter verificatie van aeromagnetische maxima en minima:

DE VOS, W. & VERNIERS, J. 2000. New drillholes in the northwestern Brabant Massif: confirmation of structures inferred from the aeromagnetic map. Abstract, Jos Bouckaert meeting of Geologica Belgica, 29.11.2000, Leuven.

Diverse projecten **Geofysische metingen (Afmag e.a.), boorgatmetingen enz.**

Oprachtgever : ANRE, totaal bedrag meer dan 6.000.000 BEF

Uitgevoerd door gespecialiseerde firma's tussen 1993 en 2000. Diverse rapporten.

Gekernde boringen te Sint-Pieters-Kapelle en Bever.

Oprachtgever : ANRE voor 5 boringen, TEREX voor 1 boring.

Gekernde boringen 114E92, 114E99 (TEREX), 114E100, 114E101, 114E102, 114W93 (Bever), uitgevoerd tussen 1996 en 2000, beschreven door W. De Vos, en verder bestudeerd in project K.U.Leuven (zie verder).

Projecten VLA/96-3.6, VLA/97-3.6., VLA/98-3.6. **Laboratoriumstudie van boorkernen in het Massief van Brabant.**

Oprachtgever: ANRE. Totaal bedrag ongeveer 7.000.000 BEF.

Uitgevoerd door K.U.Leuven, prof. W. Viaene, prof. Ph. Muechez, Kris Piessens.

De door ANRE gefinancierde boringen van Waregem, Idegem, Schendelbeke en Sint-Pieters-Kapelle werden mineralogisch en geochemisch bestudeerd.

PIESSENS, K., VIAENE, W., MUCHEZ, Ph. 1998. Laboratoriumstudie van boorkernen in het Massief van Brabant. Eindrapport Project VLA/96-3.6, voor ANRE.

PIESSENS, K., VIAENE, W., MUCHEZ, Ph. 1999. Laboratoriumstudie van boorkernen in het Massief van Brabant. Eindrapport Project VLA/97-3.6, voor ANRE en TEREX.

PIESSENS, K., VIAENE, W., MUCHEZ, Ph. 2000. Metallogenetische studie van geminaliseerde boorkernen in het Massief van Brabant. Eindrapport Project VLA/98-3.6, voor ANRE en TEREX.

Studie-opdracht over het **mineralisatie-potentieel** in het Massief van Brabant.

Opdrachtgever: ANRE.

Uitgevoerd door GF Consult, Guy Franceschi. Eindrapport:

FRANCESCHI, G. 1999. Studie van het potentieel aan metallische mineralisaties in het Massief van Brabant. Deel 1, tekst. Deel 2, figuren. Verslag voor ANRE, Brussel.

Werken aan HSL te Halle-Lembeek: boringen en tijdelijke ontsluitingen.

Opdrachtgever: Tuc-Rail voor de NMBS.

Te Halle volgde de Afdeling Geotechniek van het Vlaams Gewest alle onderzoek op. Tussen 1994 en 1996 ontstonden talrijke tijdelijke ontsluitingen, en werden meer dan 30 gekerde boringen uitgevoerd (in de periode 1989 tot 1993 waren er ook al boringen uitgevoerd). Deze werden beschreven door de Geologische Dienst, en de Universiteiten van Gent, UCL, ULB en Leuven.

SINTUBIN, M., BRODKOM, F. & LADURON, D. 1998. Cleavage-fold relationships in the Lower Cambrian Tubize Group, southeast Anglo-Brabant fold belt (Lembeek, Belgium). *Geological Magazine* **135** (2), 217-226.

PIESSENS, K., DE VOS, W., HERBOSCH, A., DEBACKER, T., VERNIERS, J. 2004. Lithostratigraphy and geological structure of the Cambrian rocks at Halle-Lembeek (Zenne Valley, Belgium). *Professional Paper* Geological Survey of Belgium, N° 300.

Project NAT/96-3.3. **Micropaleontologie en biostratigrafie van het Ordovicium.**

Opdrachtgever : Belgische Geologische Dienst, bedrag 3.000.000 BEF.

Uitgevoerd door Universiteit Gent, prof. J. Verniers, Geert Van Grootel, Joachim Samuelsson.

Detail-kartering van het Ordovicium in ontsluitingszone van Zenne-vallei, en opheldering van Ordovicium-biozonaties met Chitinozoa. Ook diverse boringen in het Ordovicium werden onderzocht.

VAN GROOTEL, G., SAMUELSSON, J. & VERNIERS, J. 1998. Micropaleontologie en biostratigrafie van het Ordovicium. Eindverslag BGD project NAT/96-3.3. Laboratorium Paleontologie, Univ. Gent.

Project GEO/97/2.2a. **Lithotheekonderzoek Chitinozoa.**

Opdrachtgever BGD. Bedrag 2.800 Euro.

Uitgevoerd door Universiteit Gent, prof. J. Verniers.

Bijkomende Chitinozoa-analyses tussen 1998 en 2002, voornamelijk op nieuwe boringen, maar ook op diverse oudere boringen uit de lithotheek van de BGD.

VERNIERS, J. & VAN CAUWENBERGHE, S. 2002. Rapport voor de Belgische Geologische Dienst over micropaleontologische analyses met Chitinozoa uitgevoerd op 20 monsters van het Massief van Brabant, genomen uit de lithotheek van de B.G.D. Project GEO/97-2.2.a. Universiteit Gent.

Projecten NAT/93-D en NAT/94-1.1. **Aeromagnetisme en spectrometrie uit de lucht over België en Luxemburg.**

Opdrachtgever : Belgische Geologische Dienst (BGD), bedrag 31.500.000 BEF.

Uitgevoerd door Compagnie Générale de Géophysique en filiaal Geoterrex, in 1994 en 1995. Kaarten werden gedrukt in 1996.

Compagnie Générale de Géophysique. 1995. Airborne Magnetic and Radiometric Survey, Belgium, Grand Duché de Luxembourg, August 3 to December 14, 1994 and September 10 to 15, 1995.

Project NAT/96-D (partim). **Productie van CD-ROM's met digitale gegevens van geofysica uit de lucht.**

Opdrachtgever: BGD, totaal bedrag 490.000 BEF.

Uitgevoerd door De Schutter in 1998 (spectrometrie) en 2000 (aeromagnetisme).

Project NAT/95-1.2. **Gravimetrische opnamen Leuven-Charleroi-Namen.**

Opdrachtgever : BGD, bedrag 6.850.000 BEF.

Uitgevoerd door British Geological Survey.

SMITH, I.F. 1997. Gravimetric Survey of the Region between Brussels, Leuven, Namur and Charleroi, 1996. Technical Report WK/97/10/C, Regional Geophysics Series, of the British Geological Survey, Keyworth.

Project NAT/96-6.3. **Gravimetrie Continentaal Plat.**

Opdrachtgever : BGD, bedrag 4.000.000 BEF.

Uitgevoerd door Fugro-LCT, Houston in 1997.

LCT. 1998. Shipborne gravity and bathymetric survey, data processing report, Offshore Belgium. Report for Geological Survey of Belgium, May 1998, Houston, Texas.

Project GEO/97-1.2. **Gravimetrische opnamen Mechelen-Diest-Andenne.**

Opdrachtgever : BGD, bedrag 6.100.000 BEF.

Uitgevoerd door Geophysik GGD, Leipzig.

Geophysik GGD. 1998. Final Report, Gravity Survey of Belgium 1998. Leipzig.

Project GEO/2000-1.2. **Gravimetrische opnamen Alken-Waremme-Voeren.**

Opdrachtgever : BGD, bedrag 2.500.000 BEF.

Uitgevoerd door Geophysik GGD, Leipzig.

Geophysik GGD. 2001. Final Report, Gravity Survey of Belgium 2001. Leipzig.

Project GEO/2001-1.2. **Gravimetrische opnamen Oost-Kempen.**

Opdrachtgever : BGD, bedrag 2.500.000 BEF.

Uitgevoerd door Geophysik GGD, Leipzig.

Geophysik GGD. 2002. Final Report, Gravity Survey of Belgium 2002. Leipzig.

Project VLA/92-1.2. **Gravimetrie Geraardsbergen - Zonnebeke.**

Opdrachtgever : ANRE, bedrag 14.000.000 BEF

Uitgevoerd door de Koninklijke Sterrenwacht en het Nationaal Geografisch Instituut.

Project VLA/95-1.2. **Gravimetrie Eeklo (noorden van W-E Vlaanderen).**

Opdrachtgever ANRE, bedrag 3.500.000 BEF.

Uitgevoerd door de Koninklijke Sterrenwacht en het Nationaal Geografisch Instituut.

Project VLA/02-7.3. **Gravimetrie Kempen en Westhoek.**

Opdrachtgever ANRE, bedrag ongeveer 7.000.000 BEF

Uitgevoerd door Fugro.

Project VLA03-3.1. Herinterpretatie van aeromagnetische gegevens in het Massief van Brabant.

Opdrachtgever: ANRE.

Uitvoering: GF Consult in samenwerking met British Geological Survey en Belgische Geologische Dienst.

Williamson J.P., Chacksfield B., McEvoy F., Rollin K. and Pharaoh T. 2003. Reinterpretation of airborne magnetic data over the Brabant Massif in southern Flanders (Belgium). British Geological Survey, Commissioned Report, CR/03/135.

Franceschi G., 2003. Herinterpretatie van aeromagnetische gegevens in het Massief van Brabant. Eindverslag, studie uitgevoerd voor ANRE, Brussel.

Project VLA04-3.1. Interpretatie van gravimetrische gegevens in Vlaanderen.

Opdrachtgever: ANRE.

Uitvoering: GF Consult in samenwerking met British Geological Survey en Belgische Geologische Dienst.

Williamson J.P., Chacksfield B., Pharaoh, T. and McEvoy F. 2004. Reinterpretation of gravity anomalies over the Brabant Massif in southern Flanders (Belgium). British Geological Survey, Commissioned Report, CR/04/215.

Franceschi G., 2004. Integratie van de gravimetrische data in de reeds uitgevoerde geofysische studie betreffende het aeromagnetisme in het Brabant Massief. Eindverslag, studie voor ANRE, Brussel.

EUROPROBE programma, Trans-European Suture Zone (TESZ).

Wetenschappelijke samenwerking tussen landen van West- en Centraal-Europa om de structuur van de Caledoniden op te helderen. Jaarlijkse meetings en terreinexcursies werden gefinancierd door de European Science Foundation. Het programma bestond van 1992 tot 1999. Talrijke publicaties, inclusief betreffende het Massief van Brabant.

GEE, D. and BECKHOLMEN, M., guest editors. 1995. Europrobe and the Trans-European Suture Zone. Special Issue, *Studia Geophysica & Geodaetica* **39** (3), Prague.

VERNIERS, W. & DE VOS, W. 1995. Recent research on the Brabant Massif. *Studia Geophysica et Geodaetica* **39** (3), 347-353, Prague.

GEE, D. and ZEYEN, H., editors. EUROPROBE 1996. Lithosphere Dynamics: Origin and Evolution of Continents. Published by EUROPROBE Secretariat, Uppsala University, 138 pp. (1996).

PHARAOH, T., ENGLAND, R., VERNIERS, J. & ZELAZNIEWICZ, A. 1997. Introduction: geological and geophysical studies in the Trans-European Suture Zone. *Geological Magazine* **134** (5). Special Issue on the Trans-European Suture Zone, Sept. 1997.

THYBO, H., PHARAOH, T. & GUTERCH, A., editors. 1999. Geophysical investigations of the Trans-European Suture Zone. Special Issue Europrobe, *Tectonophysics* **314** Nos. 1-3.

THYBO, H., PHARAOH, T. & GUTERCH, A., guest editors. 2002. Geophysical investigations of the Trans-European Suture Zone II. Special Issue Europrobe, *Tectonophysics* **360** Nos. 1-4.

Belgian Symposium on Structural Geology and Tectonics. Dit symposium werd gehouden van 18 tot 21 september 1997 aan de K.U.Leuven op initiatief van Camelbeeck, Sintubin en Vandycke. Verschillende voordrachten en posters hadden betrekking op het Massief van Brabant. De resultaten werden in twee speciale volumes gepubliceerd.

CAMELBEECK, T., SINTUBIN, M. & VANDYCKE, S., Editors. 1997. Contributions to the Belgian Symposium on Structural Geology and Tectonics, held at Leuven, Belgium, 18-21 Sept. 1997. *Aardkundige Mededelingen* **8**, Leuven.

SINTUBIN, M., VANDYCKE, S., & CAMELBEECK, T., Editors. 1999. Palaeozoic to Recent Tectonics in the NW European Variscan Front zone. *Tectonophysics* **309** Nos. 1-4, special issue.

DE VOS, W. 1997. Influence of the granitic batholith of Flanders on Acadian and later deformation (Brabant Massif, Belgium). *Aardkundige Mededelingen* **8**, 49-52, Leuven.

SINTUBIN, M. 1997a. Cleavage-fold relationships in the Lower Palaeozoic Brabant Massif (Belgium). *Aardkundige Mededelingen* **8**, 161-164.

SINTUBIN, M. 1997b. Structural implications of the aeromagnetic lineament geometry in the Lower Palaeozoic Brabant Massif (Belgium). *Aardkundige Mededelingen* **8**, 165-168.

SINTUBIN, M. 1999. Arcuate fold and cleavage patterns in the southeastern part of the Anglo-Brabant Fold Belt (Belgium): tectonic implications. *Tectonophysics*, **309**, 81-97.

MANSY, J.L., EVERAERTS, M., DE VOS, W. 1999. Structural analysis of the adjacent Acadian and Variscan fold belts in Belgium and northern France from geophysical and geological evidence. *Tectonophysics* **309**, 99-116.

Geologische Kaart van België.

Op initiatief van de Geologische Dienst werd in de jaren '80 gestart met de opmaak van een nieuwe geologische kaart van België. Bij de regionalisering van de bevoegdheden (derde fase van de staatshervorming in 1988) werd dit programma overgeheveld naar de gewesten juist toen het van start ging. Daardoor liepen de geologische kartering van Vlaanderen en Wallonië gelijktijdig. In Vlaanderen was de kartering klaar in 2002.

Aan Vlaamse kant werd in sommige Toelichtingen bij de Geologische Kaart een hoofdstuk over het Massief van Brabant ingelast, met een nieuwe subcropkaart voor het kaartblad.

DE VOS, W. 1999. Paleozoïcum, kaartblad 21, Tielt. *in Toelichtingen bij de geologische kaart van België, Vlaams gewest, red. G. De Geyter*, p. 33-35, 1 fig., Brussel.

DE VOS, W. 1999. Onder-Paleozoïcum, kaartblad 29, Kortrijk. *in Toelichtingen bij de geologische kaart van België, Vlaams gewest, red. G. De Geyter*, p. 38-42, 1 fig., Brussel.

DE VOS, W. 1999. Paleozoïcum, kaartblad 30, Geraardsbergen. *in Toelichtingen bij de geologische kaart van België, Vlaams gewest, red. G. De Geyter*, p. 34-38, 2 fig., Brussel.

DE VOS, W. 2002. Paleozoïcum, kaartblad 19-20, Veurne-Roeselare. *in Toelichtingen bij de geologische kaart van België, Vlaams gewest, red. G. De Geyter*, p. 37-40, 1 fig., Brussel.

DE VOS, W. 2002. Paleozoïcum, kaartblad 4-5-11-12, Blankenberge-Westkapelle-Oostduinkerke-Oostende. *in Toelichtingen bij de geologische kaart van België, Vlaams gewest, red. G. De Geyter*, p. 52-55, 1 fig., Brussel.

DE VOS, W., DUSAR, M. 2001. Paleozoïcum, kaartblad 27-28-36, Proven-IEPER-Ploegsteert. *in Toelichtingen bij de geologische kaart van België, Vlaams gewest, red. G. De Geyter*, p. 44-48, 1 fig., Brussel.

Nieuwe Lithostratigrafische schaal van België.

Initiatief van het Nationaal Comité voor Geologie, en van de stratigrafische subcommissies van België. De resultaten werden voorgesteld op het International Geological Congress te Rio de Janeiro in 2000, onder leiding van P. Bultynck en L. Dejonghe.

Voor het Onder-Paleozoïcum:

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

PALAEOZOIC AMALGAMATION of CENTRAL EUROPE (PACE).

Wetenschappelijke samenwerking op Europese schaal met Europese financiering, tussen 1999 en 2002. Gezamenlijk onderzoek op de Caledoniden.

Voor België:

VERNIERS, J., PHARAOH, T., ANDRE, L., DEBACKER, T., DE VOS, W., EVERAERTS, M., HERBOSCH, A., SAMUELSSON, J., SINTUBIN, M., VECOLI, M. 2002. The Cambrian to mid Devonian basin development and deformation history of Eastern Avalonia, east of the Midlands Microcraton: new data and a review. *From: WINCHESTER, J.A., PHARAOH, T.C. & VERNIERS, J. 2002, Palaeozoic Amalgamation of Central Europe. Geological Society, London, Special Publications, 201, 47-93.*

SINTUBIN, M. & EVERAERTS, M. 2002. A compressional wedge model for the Lower Palaeozoic Anglo-Brabant Belt (Belgium), based on potential field data. *From: WINCHESTER, J.A., PHARAOH, T.C. & VERNIERS, J. 2002, Palaeozoic Amalgamation of Central Europe. Geological Society, London, Special Publications, 201, 327-343.*

Doctoraten:

CAMELBEECK, T. 1993. Mécanisme au foyer des tremblements de terre et contraintes tectoniques: le cas de la zone intraplaque belge. *Ph.D. thesis*, UCL, Louvain-la-Neuve.

OULIDI Hamid. 1998. Modèle géophysique de la croûte du Nord de la France et de la Belgique – Etude de la limite sud du Massif du Brabant. *Thèse de doctorat*, UCL, Louvain-la-Neuve.

EVERAERTS, M. 2000. Interprétation structurale de la Manche au Rhin: l'apport du filtrage des champs potentiels. *Thèse de doctorat*, UCL, Louvain-la-Neuve.

DEBACKER, T. 2001. Palaeozoic deformation of the Brabant Massif within eastern Avalonia: how, when and why? *Doctoraatsthesis*, Universiteit Gent, 225 pp text and 250 pp appendix volume.

PIESSENS, K. 2001. Metallogenese van de gemineraliseerde schuifzone te Sint-Pieters-Kapelle (Brabantmassief, België). *Doctoraatsthesis*, Katholieke Universiteit Leuven, 140 pp.

LARANGE, F. 2002. Low-grade metamorphism and geotectonic setting of the Brabant Massif and the medio-occidental part of the Ardenne, Belgium: Application of white mica crystallinity, b cell dimension and transmission electron microscope studies. *Doctorate thesis*, UCL, Louvain-la-Neuve.

DEWAELE, S. 2004. Metallogenesis at the southern margin of the Anglo-Brabant fold belt, Belgium. *Doctoraatsthesis*, Katholieke Universiteit Leuven, 285 pp.

Terreinwerk en diverse publicaties:

LONGUEVILLE, G. 1997. Geologische kartering, litho- en biostratigrafie van het Onder-Paleozoicum in de Markvallei (Massief van Brabant). Onuitgegeven M.Sc.-thesis, RUG. 72 pp.

DEBACKER, T. 1999. Folds trending at various angles to the transport direction in the Marcq area, Brabant Massif, Belgium. *Geologica Belgica*, **2** (3-4), 159-172, Brussels.

DEBACKER, T. 2001. Palaeozoic deformation of the Brabant Massif within eastern Avalonia: how, when and why? Unpublished PhD thesis, Gent University, 225 pp text and 250 pp appendix volume.

DEBACKER, T., SINTUBIN, M., VERNIERS, J. 2001. Large-scale slumping deduced from structural and sedimentary features in the Lower Palaeozoic Anglo-Brabant fold belt, Belgium. *Journal of the Geological Society of London*, **158**, 341-352.

DEBACKER, T.N., SINTUBIN, M. & VERNIERS, J. 2002. Timing and duration of the progressive deformation of the Brabant Massif (Belgium). *Aardkundige Mededelingen* **12**, 73-76, Leuven.

BIJLAGE 3: DE BELANGRIJKSTE GEKERNDE SOKKELBORINGEN IN VLAANDEREN

In bijlage wordt een schematische voorstelling gegeven van de belangrijkste gekernde boringen in Vlaanderen, die de sokkel bereiken. De aangeboorde dikte en gedetermineerde formatie worden voorgesteld versus de situering in de tijd. De boringen zijn gegroepeerd per gebied en geordend van west naar oost.

Kaartbladen 35, 36, 37: van west naar oost: de boringen van Oostduinkerke (35E142), Schore (36E137), Keiem (36E138), Leffinge (36E117), Zevokote (36E139), Zande (36E136) en Westkerke-Oudenburg (37W204).

Kaartbladen 11, 23, 38: van west naar oost: de boringen van Koolkerke-Brugge (23W427), Oostkamp (38W243), Westkapelle (11E48) en Knokke (11E138).

Kaartbladen 50, 51, 52, 53, 54: van west naar oost: de boringen van Houtem (50E133), Veurne-Steenkerke (50E235), Steenkerke (50E134), Keiem (51E167), Keiem (51E153), Wijnendale (52E95), Lichtervelde (53W57), Kanegem (53E58) en Nevele-Hansbeke (54E196).

Kaartbladen 66, 67, 68, 69: van west naar oost: de boringen van Langemark (66E70), Oostnieuwkerke (67W229), Hoogdele-Gits (67E178), Meulebeke (68E200), Tielt (68E169), Oostrozebeke (68E198), Wielsbeke (68E174) en Zulte (69W439).

Kaartbladen 81, 82, 96: van west naar oost: de boringen van Ieper-Boezinge (81E143), Beselare (82W148) en Rekkem (96E77).

Kaartblad 83: van west naar oost: de boringen van Heule (83W428), Kortrijk-Lust (83W44), Kortrijk-St.Antonius (83W421), Hulste (83E399), Ooigem (83E407), De Gavers-Harelbeke (83E446), Harelbeke (83E406), Deerlijk (83E401.1, 83E401.2, 83E403), Wielsbeke (83E443), Desselgem (83E447) en Deerlijk (83E404, 83E18).

Kaartblad 84W: van west naar oost: de boringen van Waregem (84W1478, 84W1371), Vichte (84W1361), Waregem (84W1476), Wortegem (84W1475), Waregem (84W1382) en Kruishoutem (84W1386).

Kaartblad 84E: van west naar oost: de boringen van Oudenaarde (84E1374), Oudenaarde (84E77), Eine (84E1372, 84E1373.1) en Ronse (98E230.1).

Kaartblad 97: van west naar oost: de boringen van Wevelgem (97W56), Bellegem (97W601, 97E865, 97E874) en Moen (97E801).

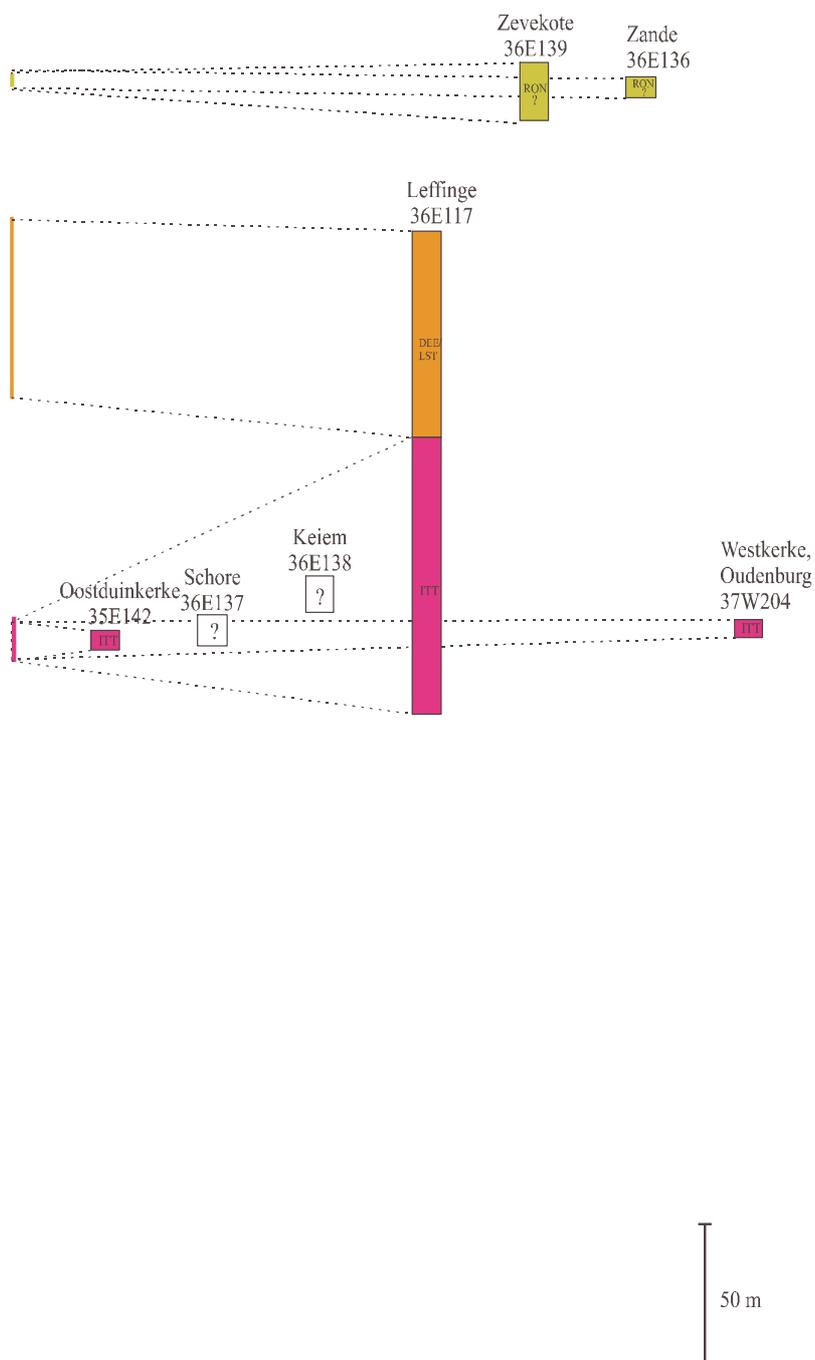
Kaartbladen 70, 71: van west naar oost: de boringen van Gavere (70W770), Melle (70E183), Wetteren (71W230), Vlierzele (71W250), Hofstade (71E238), Hofstade (71E237), Aalst (71E139.1, 71E139.2, 71E126) en Gijzegem (71E247).

Kaartbladen 59, 73, 74, 87, 88, 89, 103: van west naar oost: de boringen van Schepdaal (87W346.2), Meise-Kruidtuin (73W248), Vilvoorde (73W266), Machelen (88E522), Beerzel (89E154), Heverlee (89E363), Wijgmaal (74E71) en Bierbeek (103E242).

Kaartbladen 113, 114: van west naar oost: de boringen van Lessines (113E1015), Bever (114W93), Marcq (114E88), Herne (114E89) en St-Pieterskapelle (114E100, 114E92, 114E99, 114E101, 114E102).

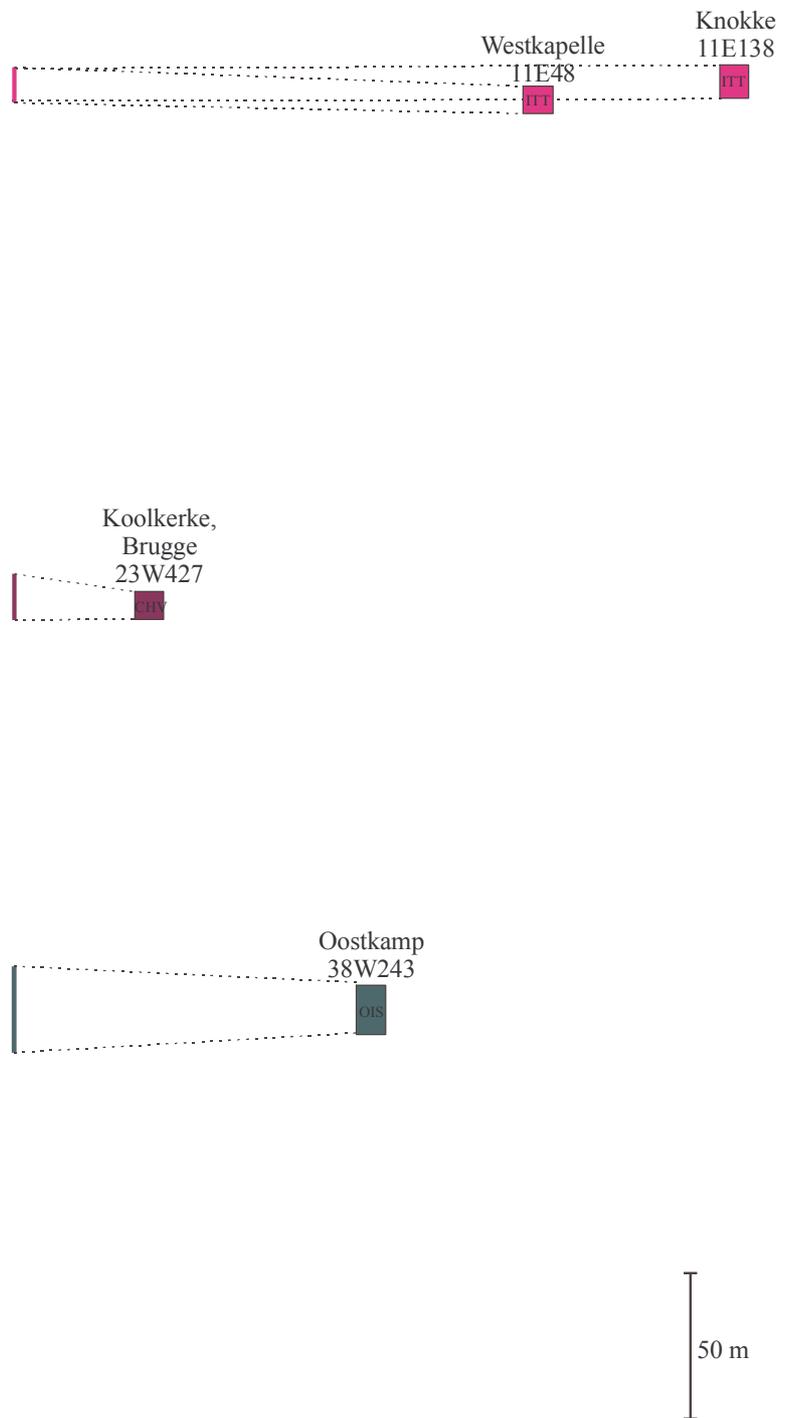
Kaartbladen 35, 36, 37

Ma		Series	Etages
417		Onder	
419		Pridoli	
423		Ludlow	Ludfordiaan
			Gorstiaan
428		Wenlock	Homeriaan
			Sheinwoodiaan
		Llan-doverly	Telychiaan
			Aeroniaan
			Rhuddaniaan
443			
449		Ashgill	"Ashgilliaan"
		Caradoc	"Caradociaan"
458		Caradoc	"Caradociaan"
		Caradoc	"Caradociaan"
464		Llanvirn	Darriwiliaan
		Llanvirn	Darriwiliaan
470		Llanvirn	Darriwiliaan
		Llanvirn	Darriwiliaan
485		Arenig	"Volkhoviaan"
		Arenig	"Latorpiaan"
495		Moridau, Whittla, Fenn.	of "Billingeniaan"
		Tremadoc	"Tremadociaan"



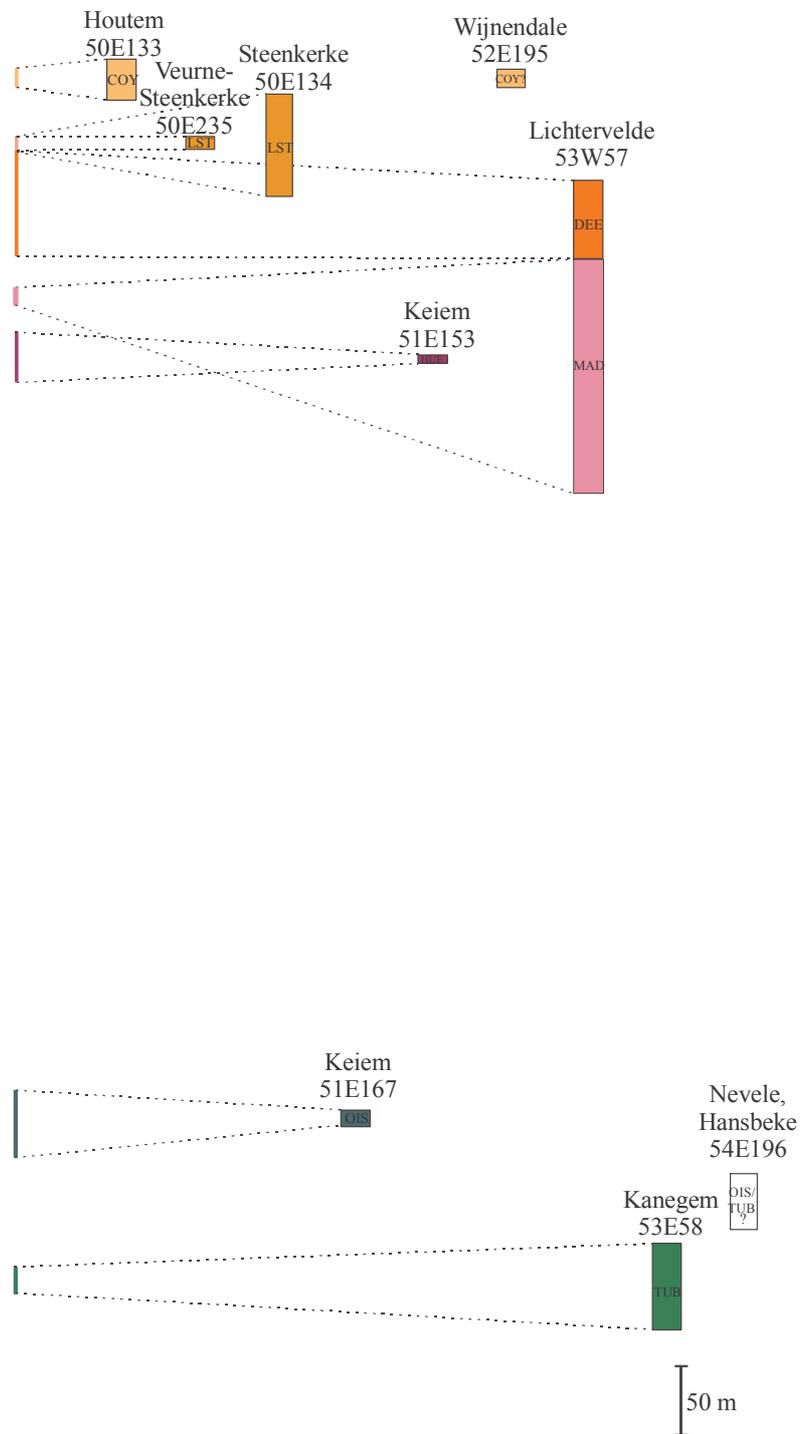
Kaartbladen 11, 23, 38

Ma		Series	Etages		
449	ORDOVICIUM	BOVEN	Ashgill	“Ashgilliaan”	
			Caradoc	“Caradociaan”	
		MIDDEN	Llanvirn		Darriwiliaan
			Llanvirn		
		ONDER	Arenig	Llanvirn	“Volkhoviaan”
				Llanvirn	“Latorpiaan” of “Billingeniaan”
			Tremadoc		“Tremadociaan”
		495	CAMBRIUM	BOVEN	
					MIDDEN
ONDER	Leniaan				
	Atdabaniaan				
	Tommotiaan				
	Nemakitiaan- Daldyniaan				
545		Prec.			



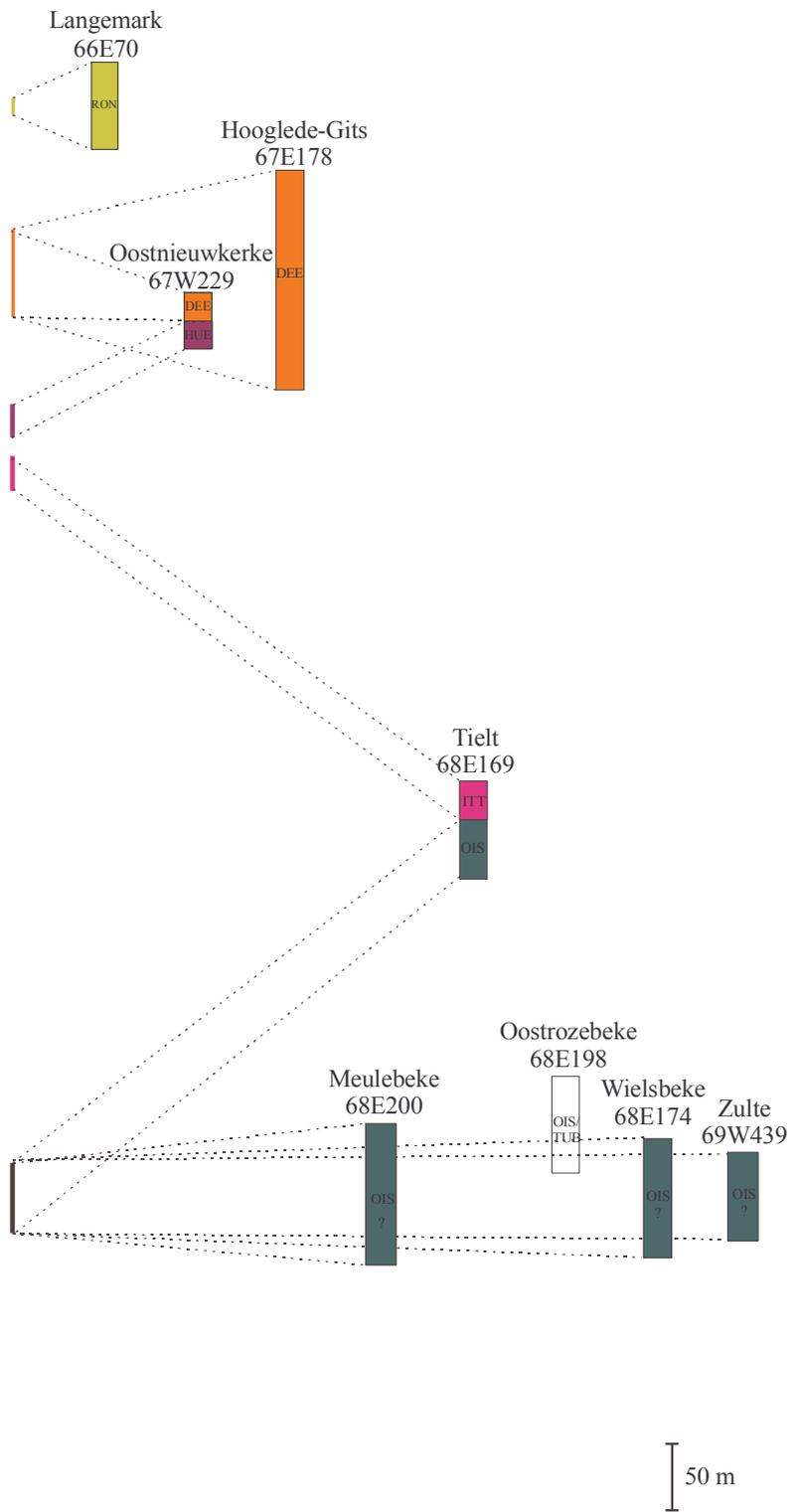
Kaartbladen 50, 51, 52, 53, 54

Ma	Series	Etages
417	Onder	
419	Pridoli	
-423	Ludlow	Ludfordiaan
		Gorstiaan
		Homeriaan
-428	Wenlock	Sheinwoodiaan
	Llan-doverly	Telychiaan
		Aeroniaan
		Rhuddaniaan
443		
-449	BOVEN	Ashgill
		Caradoc
-458		"Ashgilliaan"
-464		"Caradociaan"
-470		
-470	MIDDEN	Darriwiliaan
		"Volkhoviaan"
		"Latorpiaan" of "Billingeniaan"
		"Tremadociaan"
-485		
-485	ONDER	Tremadoc
		Tremadoc
		Tremadoc
		Tremadoc
495		
-505	BOVEN	
-518		
-524	MIDDEN	Leniaan
		Atdabaniaan
		Tommotiaan
		Nemakitiaan-Daldyniaan
-530		
-534	ONDER	
-545		
Prec.		

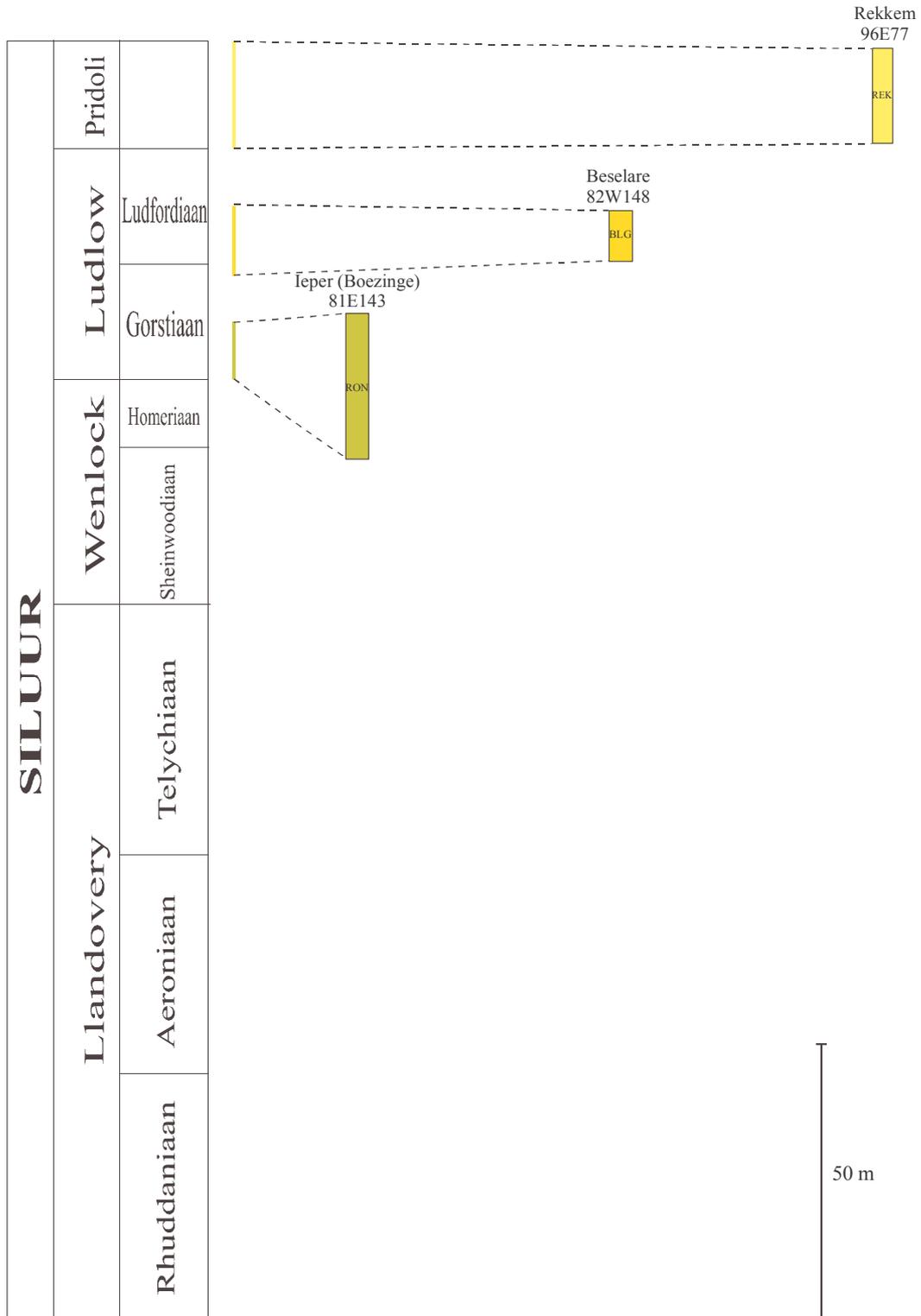


Kaartbladen 66, 67, 68, 69

Ma	Series	Etages
417	Onder	
-419	Pridoli	
-423	Ludlow	Ludfordiaan
		Gorstiaan
		Homeriaan
-428	Wenlock	Sheinwoodiaan
	Llan-doverly	Telychiaan
		Aeroniaan
		Rhuddaniaan
443		
-449	BOVEN	Ashgill
		Caradoc
-458		
-464	MIDDEN	Darriwiliaan
-470		
-485	ONDER	"Volkhoviaan"
		"Latorpiaan" of "Billingeniaan"
		"Tremadociaan"
495		
-505	BOVEN	
-518	MIDDEN	
-524	ONDER	Leniaan
		Atdabaniaan
		Tommotiaan
		Nemakitiaan-Daldyniaan
-530		
-534		
-545		
	Prec.	

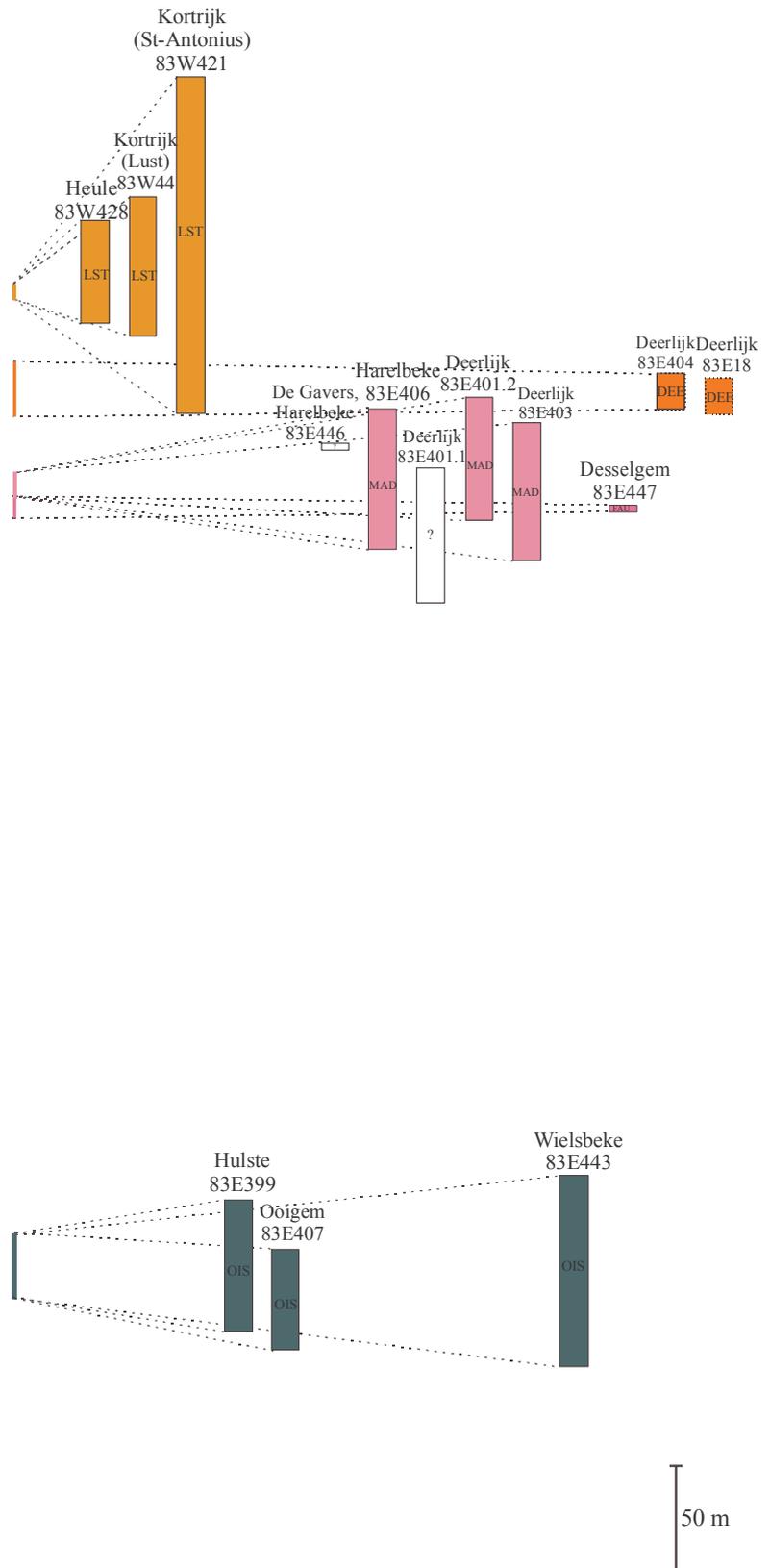


Kaarbladen 81, 82, 96



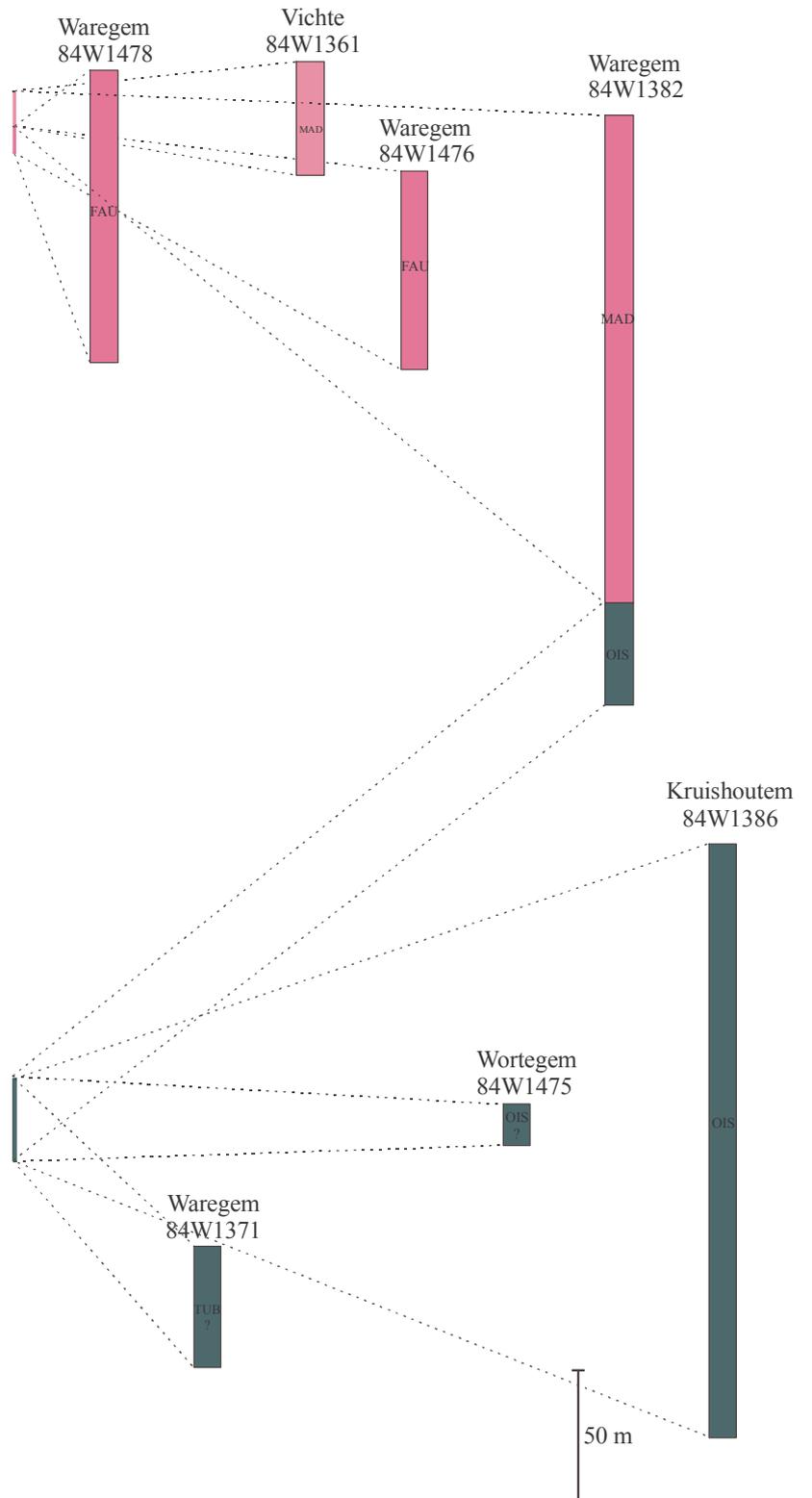
Kaartblad 83

Ma	Series	Etages
417	Onder	
419	Pridoli	
423	Ludlow	Ludfordiaan
		Gorstiaan
		Homeriaan
428	Wenlock	Sheinwoodiaan
	Llan-doverry	Telychiaan
		Aeroniaan
		Rhuddaniaan
443		
449	BOVEN	Ashgill
		Caradoc
458		
464	MIDDEN	Darriwiliaan
470		
485	ONDER	"Volkhoviaan"
		"Latorpiaan" of "Billingeniaan"
		"Tremadociaan"
495		
505	BOVEN	
518	MIDDEN	
524	ONDER	Leniaan
		Atdabaniaan
		Tommotiaan
		Nemakitiaan-Daldyniaan
530		
534		
545	Prec.	

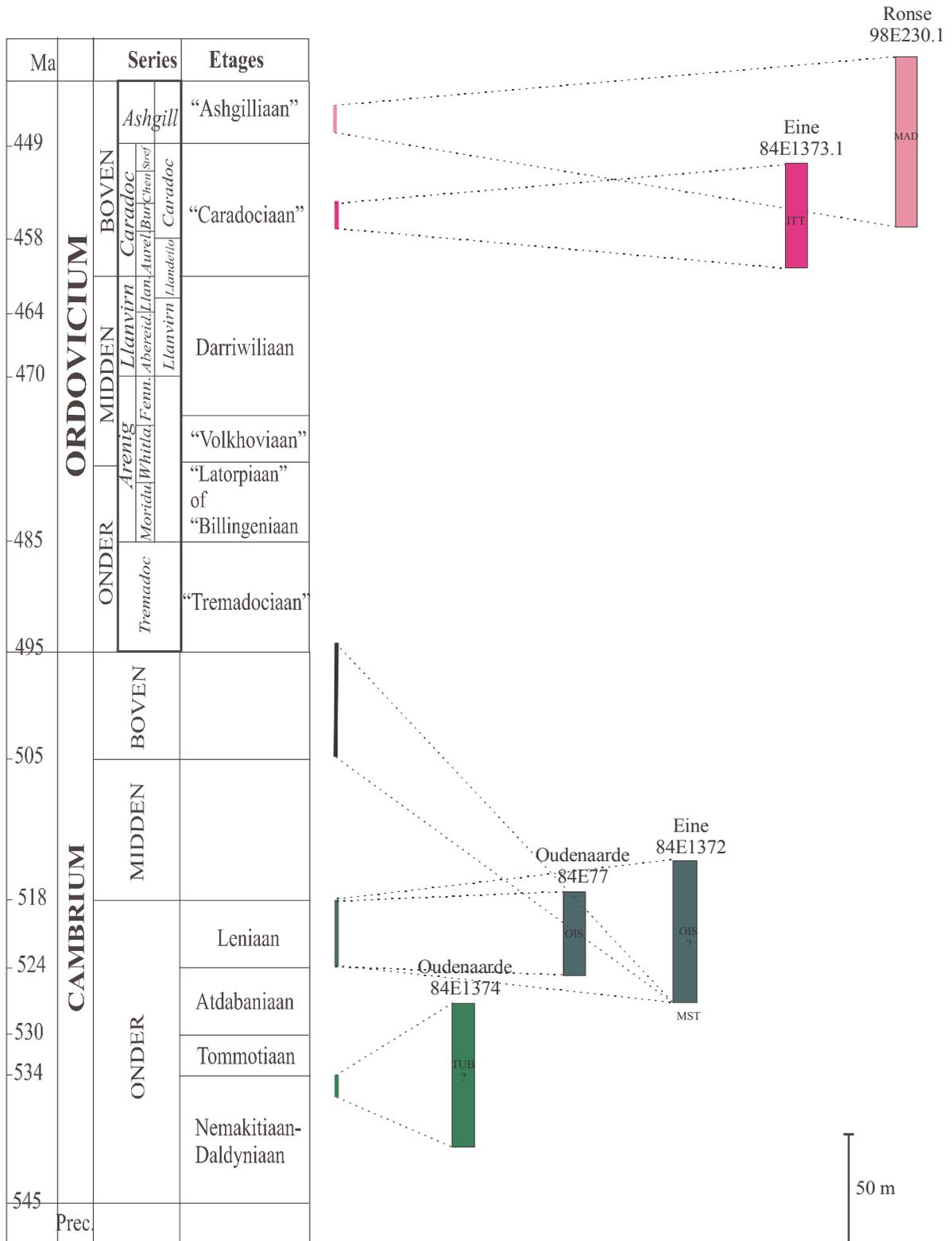


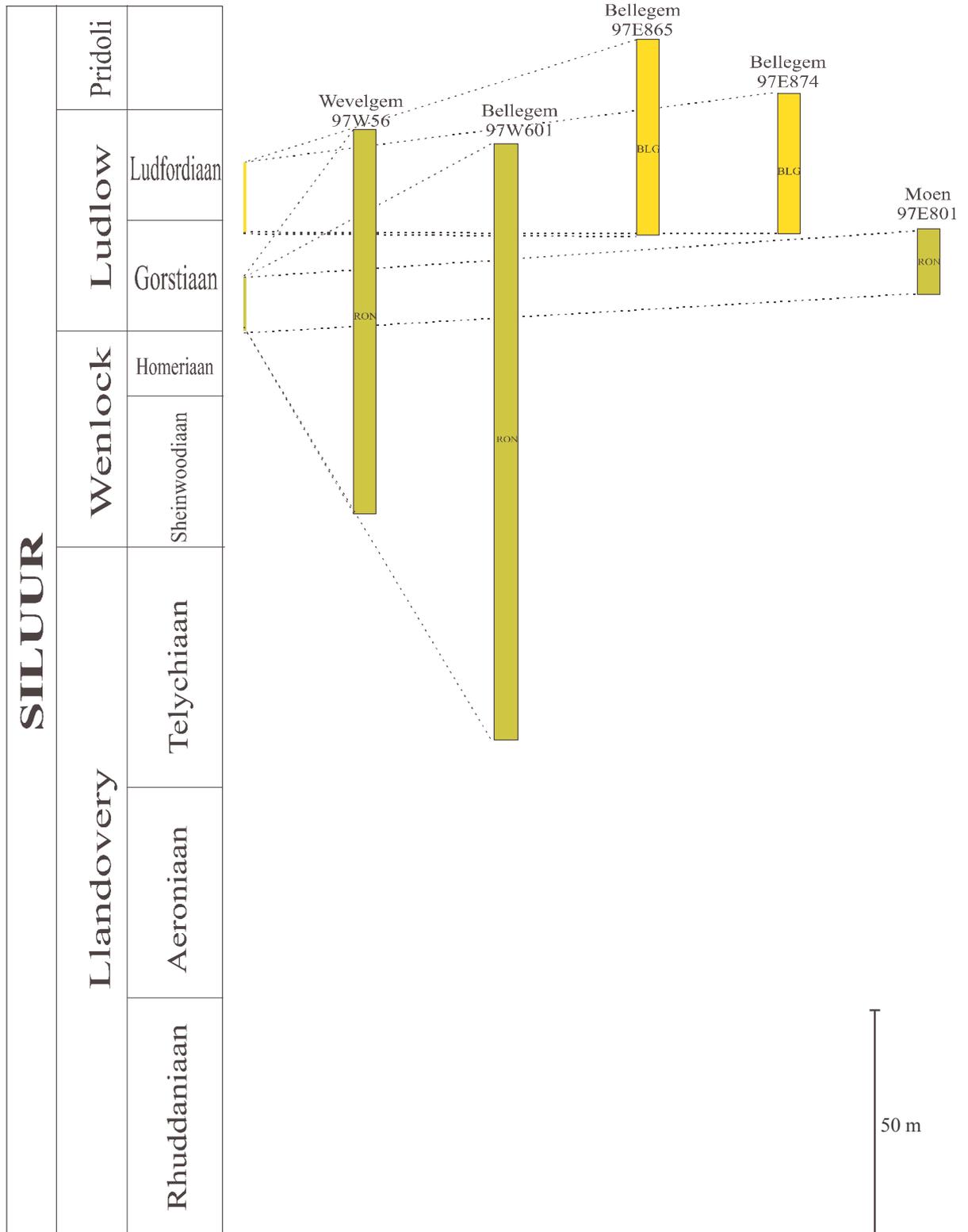
Kaartblad 84W

Ma	Series		Etages						
449 458 464 470 485 495	ORDOVICIUM			BOVEN	Ashgill	“Ashgilliaan”			
					Caradoc	“Caradociaan”			
				MIDDEN		Llanvirn	Darriwiliaan		
					Llanvirn				
					Arenig	“Volkhoviaan”			
					Moriddu	“Latorpiaan” of “Billingeniaan”			
				485 495	ONDER	Tremadoc	“Tremadociaan”		
				505 518 524 530 534 545	CAMBRIUM			BOVEN	
								MIDDEN	
ONDER	Leniaan								
	Atdabaniaan								
	Tommotiaan								
	Nemakitiaan- Daldyniaan								
545	Prec.								



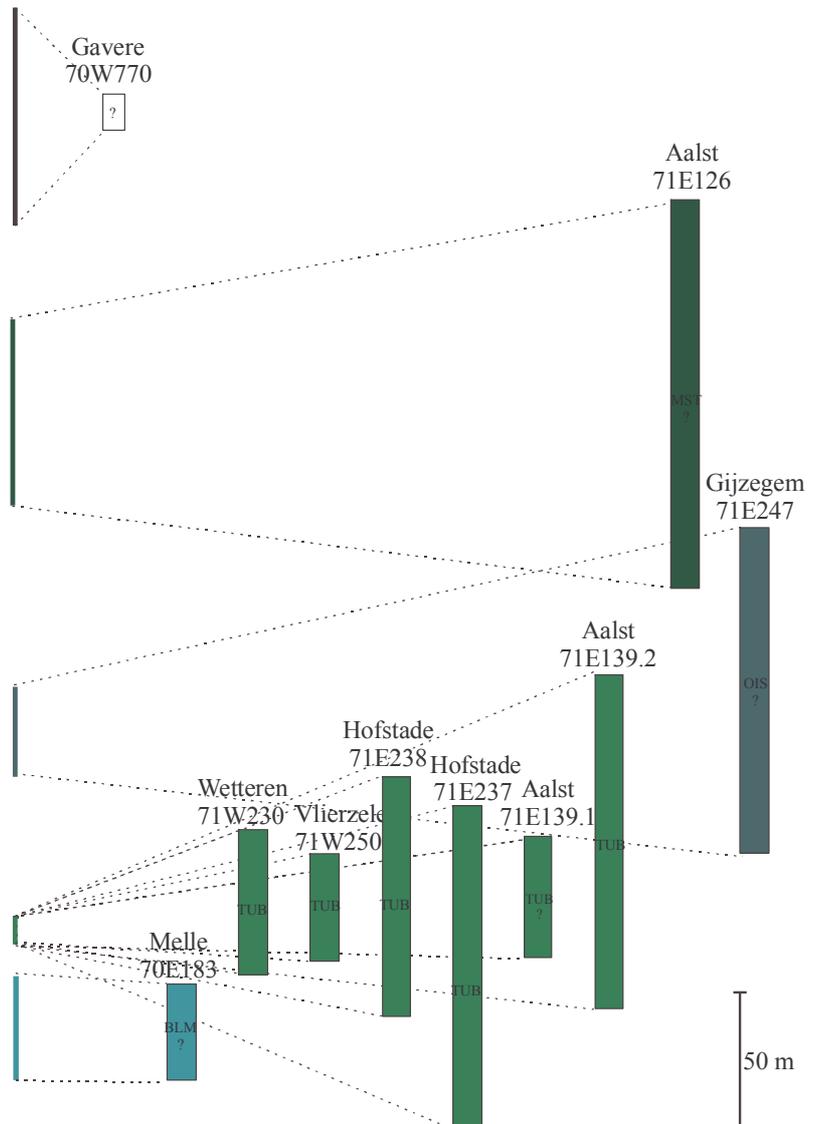
Kaartblad 84E, 98E



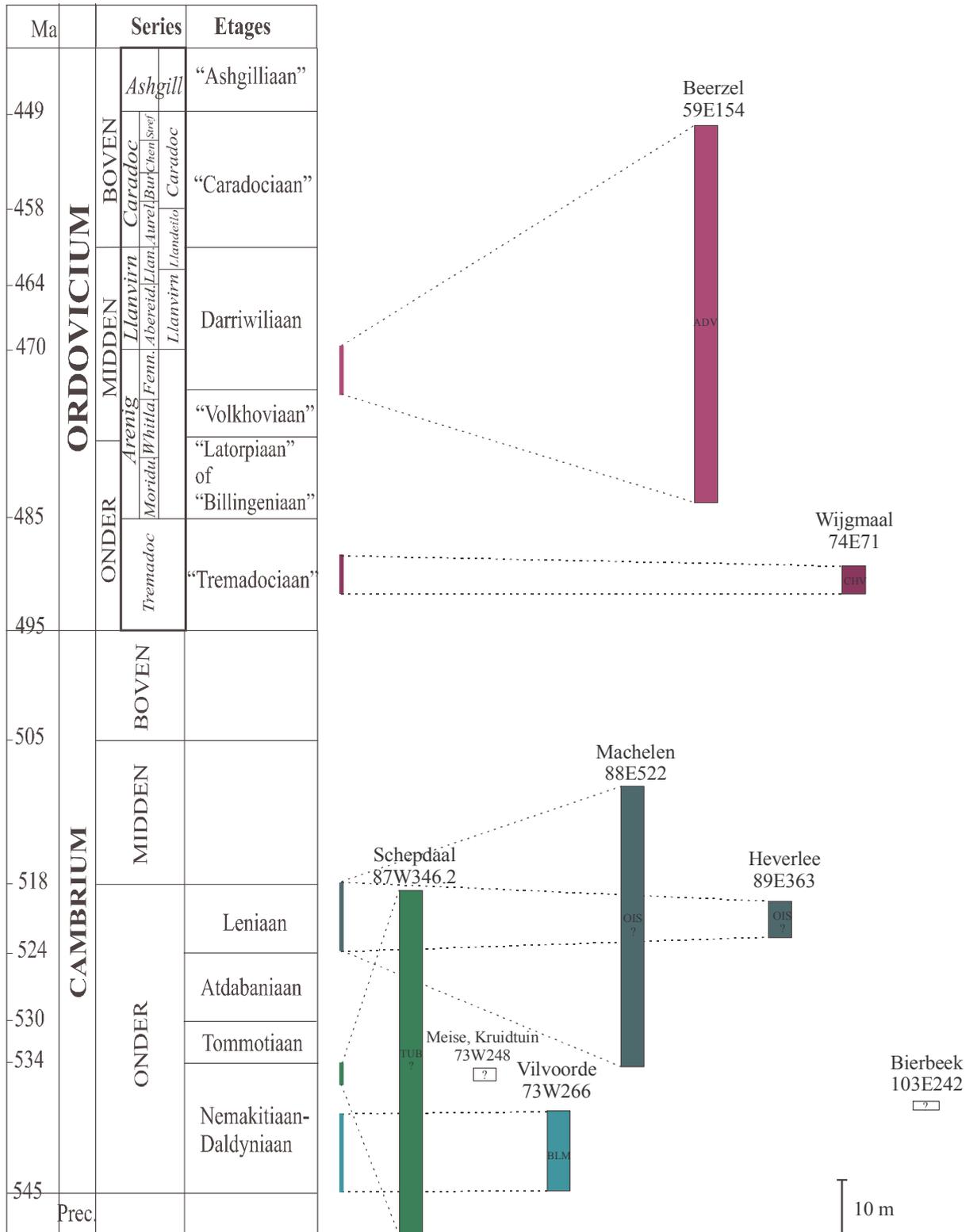


Kaartbladen 70, 71

Ma	Series		Etages		
449 458 464 470 485 495	ORDOVICIUM	BOVEN	Ashgill	“Ashgilliaan”	
			Caradoc	“Caradociaan”	
		MIDDEN	Llanvirn	Darriwiliaan	
			Llanvirn		
			Llanvirn		
		ONDER	Arenig	“Volkhoviaan”	
			Moriddu	“Latorpiaan” of “Billingeniaan”	
			Tremadoc	“Tremadociaan”	
			BOVEN		
			MIDDEN		
505 518 524 530 534 545	CAMBRIUM				
Prec.					

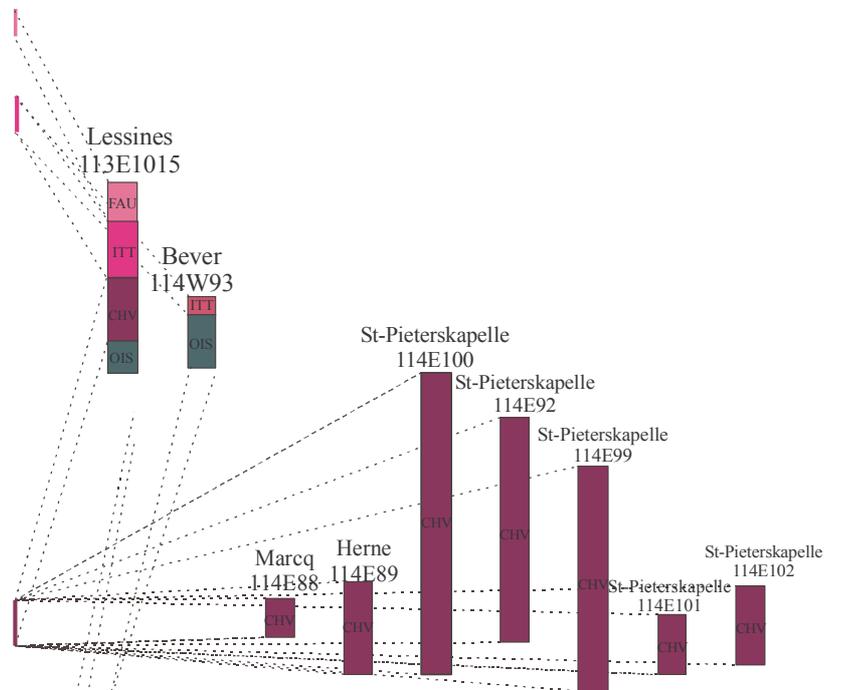


Kaartbladen 59, 73, 74, 87, 88, 89, 103



Kaartbladen 113, 114

Ma	Series	Etages	
449	ORDOVICIUM	Ashgill "Ashgilliaan"	
458		BOVEN Caradoc "Caradociaan"	
464		MIDDEN Llanvirn Darriwiliaan	Llanvirn Llandeilo
470			Llanvirn Llanabereid, Llanabereid, Llanabereid, Llanabereid, Llanabereid
485			ONDER Arenig "Volkhoviaan"
			Mortidun, Whittall, Fenn, "Latorpiaan" of "Billingeniaan"
495		Tremadoc "Tremadociaan"	
505		CAMBRIUM	BOVEN
518			MIDDEN
524			ONDER Leniaan
530	Atdabaniaan		
534	Tommotiaan		
545		Nemakitiaan-Daldyniaan	
Prec.			



50 m