

KONINKRIJK BELGIE  
MINISTERIE VAN ECONOMISCHE ZAKEN  
Administratie der Mijnen - geologische dienst van België  
Jennerstraat, 13 - 1040 BRUSSEL

**DE GEOLOGISCHE STRUKTUUR  
VAN HET STEENKOLENTERREIN  
TEN NOORDEN VAN HET  
ONTGINNINGSGBIED DER  
KEMPENSE MIJNEN**

Voorlopige synthese en Probleemstelling

door

E. TYS

**PROFESSIONAL PAPER 1980/9**

**N° 179**

BELGISCHE GEOLOGISCHE DIENST - PROFESSIONAL PAPER 1980/9 - N° 179

DE GEOLOGISCHE STRUKTUUR VAN HET  
STEENKOOLTERREIN TEN NOORDEN VAN HET  
ONTGINNINGSGEBIED DER KEMPENSE MIJNEN.

Voorlopige synthese en Probleemstellingen

E. TYS

## INHOUD

=====

Résumé - Abstract - Kurzfassung	1
Inleiding	4
I. PROBLEEMSTELLINGEN	
1. De mogelijke aanwezigheid van de Terminale Karboon-afzettingen	6
2. Het contactvlak Karboon-Perm en de peneplanatie van het Karboon	9
3. Ontstaan en evolutie van het "Massief van Brabant"	13
4. De ouderdom van de breuken en de tektoniek van het Karboon	15
II. BESPREKING VAN LOKALE SITUATIES	
1. Referentiekader : het struktuurschema van A. Grosjean	21
2. Horst van Neeroeteren-Rotem - Slenk van Roermond - Slenk van Louwel	22
3. Horst van Donderslag en aangrenzende gebieden	28
4. Slenk van Kruisven - Horst van Grauwensteen - Provincie Antwerpen	32
Slotbeschouwing	38
Bibliografie	40

## LIJST DER FIGUREN

=====

1. Algemene situatiedkaart van het Kempens Bekken en omgeving.
2. Algemene situatiedkaart van de verkenningsboringen in de Kempen.
3. Profielen van mijnen en boringen in de Kempen.
4. Vergelijking tussen de boringen 121 en 146 + 117.
5. Vergelijking pre-Zechstein breuken met post-Lias breuk.
6. De breuk van Rotem- Heerlerheide in het veld van Staatsmijn Maurits.
7. Vergelijking Horst van Neeroeteren-Rotem met Graben van Roermond.
8. Overzichtskaart van het oostelijk en centraal distrikt van het Kempens Bekken.
9. Profiel Boring 121.
10. Profiel Boring 121 - Boring 10.
11. Profiel Boring 60 - Boring 19
12. Hypothetisch profiel met richting N 50 E over Boring 124.

RESUME

=====

La connaissance géologique du bassin houiller campinois reste encore incomplète ou énigmatique sur certains points fondamentaux.

1. La suite vers le haut des séries carbonifères du Westphalien C/D. Ces formations ont-elles été déposées, quel est leur caractère et où ont-elles pu échapper éventuellement aux érosions postérieures ?
2. La manière dont le socle primaire a été dénudé par les érosions successives jusqu'à ce qui en reste sous les formations permo-triasiques ou crétaciques. Quelle est l'importance de l'érosion post-carbonifère vis-à-vis de celle qui suivait le jurassique ?
3. L'évolution épirogénétique de la structure anticlinale du Brabant (Massif du Brabant) au flanc sud du bassin houiller campinois. Il reste à rechercher de nouveaux éléments concernant la transition Carbonifère - Permo-triasique pour la reconstruction des mouvements qui ont soulevé les couches primaires.
4. Le tectonique de la région campinoise : quel est l'âge des failles qui découpent ce bassin houiller : varisque ou jurassique (comme admet M.R. Legrand) et comment faut-il le prouver ? Y-a-t-il une différence entre les failles de Campine et les failles bordières du Graben de Roermond ?

Il y a une relation manifeste entre les problèmes sus-dits et l'évaluation des réserves houillères des terrains au nord de la zone actuellement en exploitation.

L'étude géologique détaillée de la région et la comparaison des données de sondages fournissent les éléments nécessaires pour la conduite des recherches futures en vue de la solution des énigmes prémentionnés.

ABSTRACT

=====

The geological knowledge of the Campine coal field remains incomplete or enigmatical on certain fundamental points.

1. The possible presence of the terminal Carboniferous strata (Westphalian D).

These formations have they been deposited, what is their character and where have they possibly been able to escape from the later erosion periods ?

2. The manner in which the paleozoic formations have been exposed to successive erosions up to what remains of them underneath the Permian-Triassic or Cretaceous. What is the importance of the post-Carboniferous erosion compared with the one following the Jura-formations ?

3. The epirogenetic evolution of the anticlinal structure of Brabant (Brabant massif) on the South flank of the Campine basin. New elements concerning the Carboniferous - Permian-Triassic transition are to be found for the reconstruction of the movements which had uplifted the paleozoic strata.

4. Concerning the tectonics of the Campine region : what is the age of the faults in this coal basin : variscan or post liassic (the latter admitted by R. Legrand) and how can it be proved ? Is there a difference between the faults in the Campine and those which border the Roer Valley Graben (Netherlands Central Graben) ?

There is an evident relation between the above-mentioned problems and the evaluation of the coal deposits North of the fields actually in exploitation.

The detailed geological study of this region and the comparison of the results of boreholes provide the necessary elements to direct future research in order to solve all these problems.

### KURZE ÜBERSICHT

=====

Die geologische Kenntnis des Kempener Kohlengebietes bleibt in mancherlei Hinsicht noch unvollständig oder unklar.

1. Was die mögliche Anwesenheit von endgültigen Karbonablagerungen (Westphal D) betrifft.  
Haben sich diese Formationen abgelagert, was ist ihre spezifische Eigenart und wo haben Sie sich gegebenenfalls gegen spätere Erosionen behaupten können ?
2. Die Weise, auf die die primären Formationen aufeinander folgenden Erosionen ausgesetzt worden sind, bis zu dem was von ihnen übrig geblieben ist unter den Permo-Triasischen oder Kreide Ablagerungen.  
Welche ist die Bedeutung der postkarbonischen Erosion in Vergleichung zu den Erosionen die auf die Jura Ablagerungen folgten ?
3. Die epirogenetische Evolution der antiklinalen Struktur von Brabant auf der Südflanke des Kempener Beckens. Zu untersuchen sind noch neuen Elemente in bezug auf den Karbon-Permo-Trias. Übergang, um die Bewegungen, die die primären Schichten aufgehoben haben, zu rekonstruieren.
4. Die Tektonik des Kempener Gebietes : wie alt sind die Störungen die dieses Kohlenbecken durchschneiden : variscisch oder kimmerisch (wie R. Legrand es behauptet) und wie ist dies zu beweisen ?  
Gibt es einen Unterschied zwischen den Störungen in den Kempen und denen am Rande des Roermonder Grabens ?

Es existiert eine klare Beziehung zwischen obengenannten Problemfällen und der Bewertung der Kohlenreserve, die sich im Norden des Gebietes, das jetzt ausgebeutet wird, befinden. Die detaillierte geologische Nachforschung dieser Region sowie die Vergleichung der Ergebnisse der Tiefbohrungen werden die nötigen Auskünfte liefern um durch spätere Untersuchungen die obengenannten geologischen Probleme zu lösen.

## Inleiding

Omtrent de geologische structuur van de gebieden ten noorden van de exploitatiezone der "Kempense Steenkolenmijnen" - gebieden die sinds 1960 deel uitmaken van de "Kempense Staatskoncessie" - zijn zeer weinig bijzonderheden bekend (Figs 1-2).

Slechts enkele diepboringen werden in deze streek uitgevoerd ; de gegevens ervan zijn meestal onvolledig of onbetrouwbaar en daarbij dikwijls kontradictorisch.

Gezien de ongetwijfeld zeer ingewikkelde structuur - naar analogie met het aangrenzende ontginningsgebied - hebben de geofysische prospecties alleen enkele tektonische hoofdtrekken weten vast te leggen ; overigens leveren zij geen informatie omtrent de stratigrafische positie der steenkolenlagen onder de dekterreinen.

De belangrijkste kenmerken van het besproken gebied zijn :

1. Het Karboon bevindt zich op aanzienlijke diepte wegens de naar het noorden toenemende dikte van de dekterreinen. Het voorkomen aldaar van de zgn. "Rode Gesteenten" (Perm-Trias-Jura) tussen Krijt en Karboon betekent daarbij nog een surplus voor die deklagen. Bovendien groeit de dikte der dekterreinen sprongsgewijs aan voorbij de grote afschuivingsbreuken die actief bleven tot in recente tijden.
2. Als gevolg van de ligging op de noordflank van het "Brabants Massief", treft men in noordelijke richting steeds jongere karboonlagen aan in het Kempens Bekken, m.a.w. het Karboon is het volledigst bewaard gebleven in het noordelijk deel van dit "bekken".  
Deze bovenste formaties bevatten steenkolen met een zeer hoog gehalte aan vluchtige bestanddelen.

Beide kenmerken verklaren de tot nu toe geringe belangstelling voor deze steenkoolafzettingen. De gewijzigde situatie op de wereldenergiemarkt heeft echter het onderzoek naar ontginningstechnieken op grote diepte (bvb. ondergrondse vergassing) en naar de chemische valorisatie van de steenkool geactiveerd en bijgevolg is ook de interesse voor de kolenreserves van Noord-Limburg toegenomen.

Het gaat hierbij om het ontdekken van nieuwe steenkolenvoorraden, want over de aanwezigheid ervan bestaat geen twijfel ; wel moeten de structuur, de aard en de rijkdom van de afzettingen nader gepreciseerd worden.

In deze nota worden enkele geologische problemen besproken die betrekking hebben op het noordelijk deel van het Kempens Bekken, maar daarbij ook van meer fundamentele aard zijn.

1. De jongste thans bekende karboonlagen behoren tot het Onder-Westphalium D (boringen van Neeroeteren) ; waarschijnlijk heeft de sedimentatie in het Kempens gebied nog langer geduurd. Wat is er eventueel van deze jongere karboonafzettingen bewaard gebleven, waar is dit het geval en welke eigenschappen bezitten die formaties ?



2. Inzake de peneplanatie van het Paleozoicum in Noord-België werden reeds diverse hypothesen vooropgesteld. Terwijl elders de sporen zijn uitgewist om dit probleem op te lossen, vindt men in het besproken gebied nuttige informatie betreffende het relatieve belang van de opeenvolgende erosiefases die het Karboon hebben afgevlakt tot wat er nu van overblijft. De aanwezigheid van de "Rode Gesteenten" speelt hierbij zowel een complicerende als verduidelijkende rol.
3. Op basis van het onderzoek der opeenvolging van het Karboon en de Perm-Tias-Jura-lagen werd de opwelling van het "Brabants Massief" in de tijdschaal gesitueerd (R.J.H. Patijn). Nieuwe elementen voor het rekonstrueren van de tektonische evolutie van bedoelde antikline na het Karboon zijn echter wenselijk : op te lossen probleem daarbij is of de waargenomen konformiteit tussen Karboon en de Rode Gesteenten (o.a. in de boringen Meeuwen en Helchteren) lokaal of algemeen is in de Kempen.
4. De vraag naar de ouderdom van de talrijke breuken die het Kempens kolengebied doorsnijden bleef tot nu toe onbeantwoord. De vrij algemeen aanvaarde stelling van een variscische ouderdom werd indertijd bestreden door R. Legrand, die de frakturatie post-Lias situeert. Is er daarbij al dan niet een verschil tussen de storingen van de Kempen en de randbreuken van de Roermond-slenk ?

In het eerste gedeelte van deze nota worden de aangehaalde problemen globaal besproken ; ze staan overigens nauw met elkaar in verband. Het tweede deel gaat dieper in op lokale situaties en detailkwesties.

Enkele elementen worden aangebracht om vanuit de thans reeds beschikbare gegevens tot meer klaarheid te komen inzake de behandelde problemen ; in samenhang daarmee wordt ook het lokaliseren van toekomstige prospekties besproken.

De oorspronkelijke - niet gepubliceerde - versie van deze nota werd opgesteld in 1969-72 in overleg met Prof. W.P. VAN LECKWIJCK, als verlengstuk van een studie over de prospekties in NW-Limburg en in functie van de besprekingen omtrent het Westphalium C/D in de Nationale Commissie voor de stratigrafie van het Karboon.

De tekst werd naderhand afgestemd op enkele nieuwe publikaties o.m. in de reeks "Mededelingen van de Rijksgeologische Dienst van Nederland".

In extremis werd ook rekening gehouden met de resultaten van de recente diepboringen van de Belgische Geologische Dienst en van de "Kempense Steenkolenmijnen", met onze oprechte dank aan de heren A. DELMER, directeur van de Geologische Dienst en J. TRICOT, Hoofd van de Aardkundige Dienst K.S., voor hun welwillende toestemming om deze informatie te mogen benutten.

Ik dank ook de heer M. DUSAR van de Geologische Dienst voor zijn zeer gewaardeerde opbouwende kritiek bij de eindredactie.

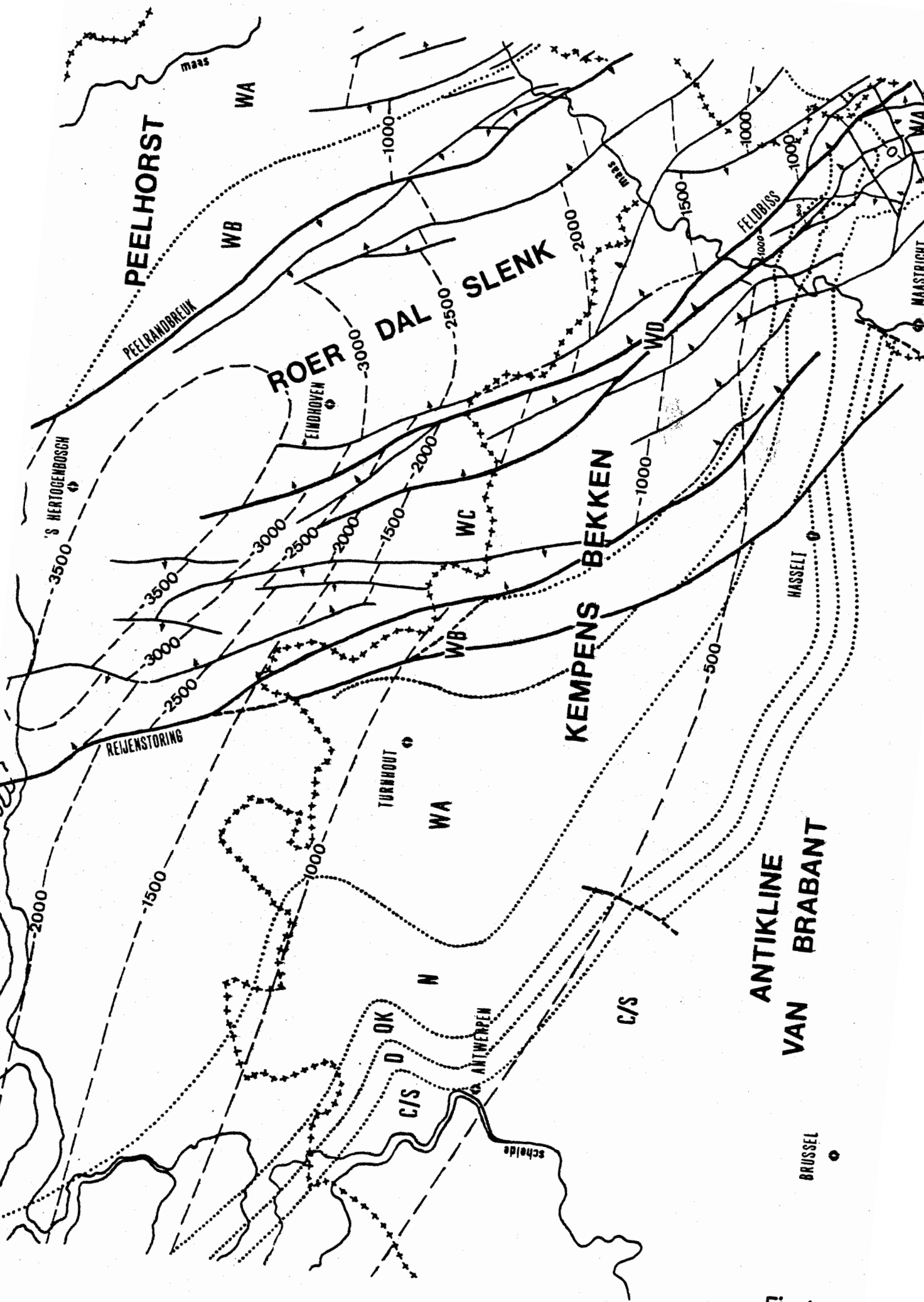


Fig. 1

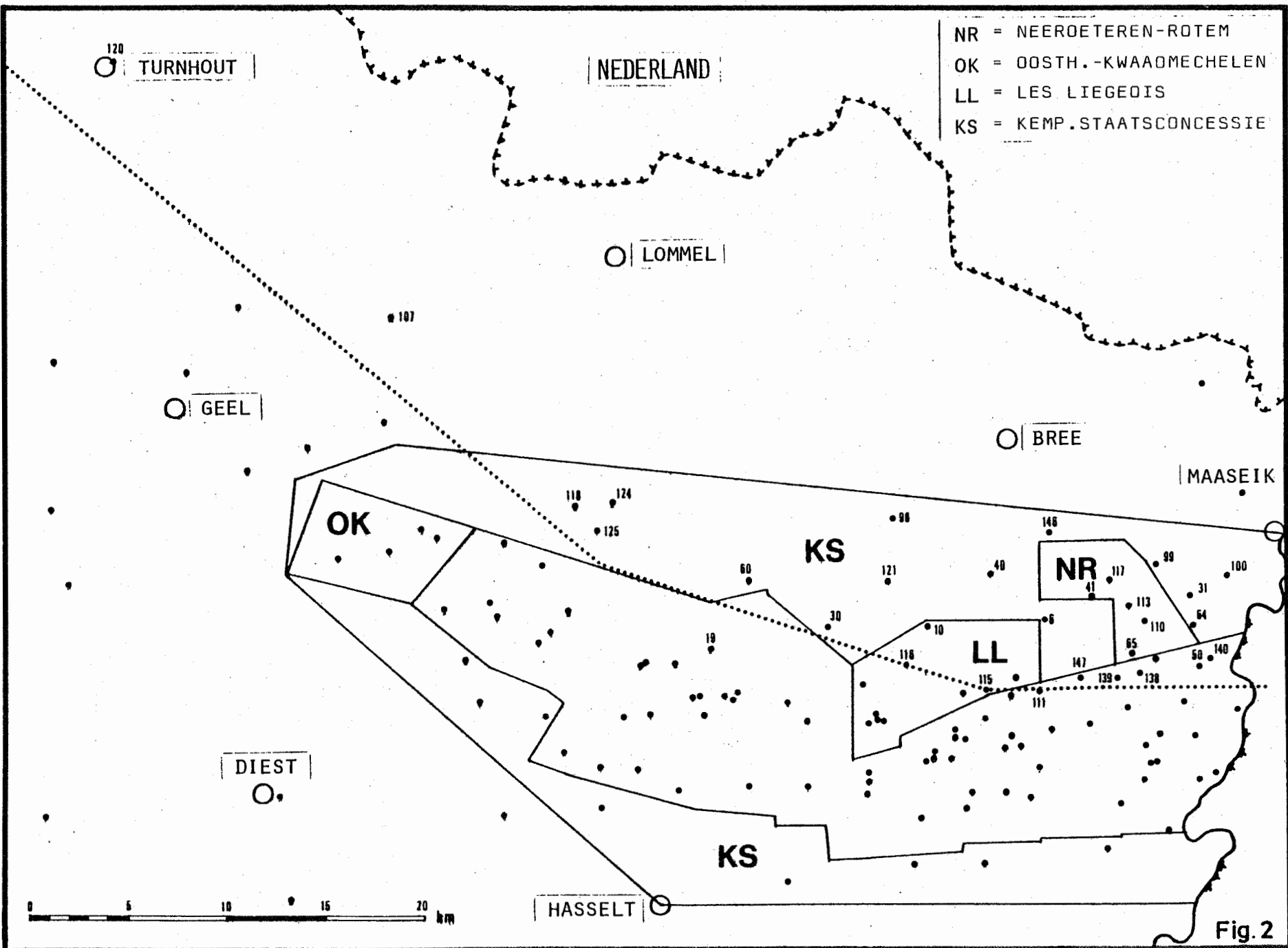


Fig. 2

	ASSISE	ZONE	GRENSHORIZONTEN	DIKTE	
STEPHANIAM			?		
WESTPHALIAM	D		NEUROPTERIS OVATA	?	
	C	NEEROETEREN		?	
		MEEUWEN	TONSTEIN HAGEN	250	
	B	EIKENBERG	MAURAGE	300	
		AS	EISDEN	330	
	A	GENK	QUAREGNON	460	
		BERINGEN	WASSERFALL	540	
			SARNSBANK		
	NAMURIUM	C	G (partim)		160
		B	R		300
A		E B N		30	
				> 1250	
				630	
				1000	
				550	

## I PROBLEEMSTELLINGEN

### 1. De mogelijke aanwezigheid van de terminale karboonafzettingen in het Kempens Bekken.

Volgens de huidige kennis is de stratigrafische schaal van het Karboon in België naar boven toe minder volledig dan in de ons omringende landen. (Tabel 1)

De jongste karboonlagen werden aangetroffen in de boringen van "Neeroeteren-Rotem" (110-113-117) ; hun stratigrafische positie bleef lange tijd onopgehelderd. Door de palynologische studie van Piérat (1958) en de vondst van een tonstein in B. 110 door Grosjean (Delmer, 1955) werd een min of meer bevredigende link gelegd met de bekende formaties van het Westphalium C uit de ondergrondse werken van de kolenmijnen Eisden en Zwartberg. (Fig. 3).

Volgens deze interpretaties (Delmer, 1958 en 1963,) zouden de bovenste karboonlagen van de meest noordelijke boring 117 (Neeroeteren- De Hoeven = Volmolen) stratigrafisch op ongeveer 825 m boven de mariene horizon van Maurage (basis van het Westphalium C) liggen.

Dit is aanzienlijk minder dan de oorspronkelijke raming van Renier (1944 en 1946), die de top van B.117 op  $\pm$  1200 meter boven de horizon van Maurage situeert, steunend op het verloop van de dieptelijnen van dat gidsniveau in de kolenmijnen Limburg-Maas (Eisden).

De recente diepboring te Dilsen-Driepaal. (KS 3 = B.139) heeft dit korrelatieprobleem opnieuw aan de orde gesteld. Voor meer details over deze kwestie wordt verwezen naar II, 2.

Daarnaast heeft de boring 146 (Neerglabbeek), de stratigrafische schaal van het Kempens Bekken opwaarts met  $\pm$  140 meter aangevuld t.o.v. boring 117.

In afwachting van de opheldering der korrelatie tussen de gekende profielen van het Westphalium C (Zone van Meeuwen) en deze van Rotem-Neeroeteren-Neerglabbeek door nieuwe boringen te Dilsen, stellen we dat de hoogst gekende karboonhorizont van de Kempen te Neerglabbeek op 1250 + x meter (\*) boven de basis van het Westphalium C ligt.

Sedert de herziening van de macroflora in voormelde boringen n°113 en 117 door Stockmans en Williére (1975) worden de bovenste 350 meter van deze serie, waaronder de veelbesproken "Zandstenen van Neeroeteren", tot het Westphalium D gerekend.

---

(\*) In tegenstelling tot de vermelding op de "Mijnkaart" (1963) bestaat er geen overeenkomst tussen de onderste gedeelten der boring van Neeroeteren-Rotem en de bovenste lagen (362 m. Westphalium C) in B.111 van Niel-Rauwmortelsheide. De nog ontbrekende schakel wordt met x aangeduid.

Recente studies (Bless et al, 1977) hebben aangetoond dat het Westphalium D van Noordwest-Europa ten dele bestaat uit gerecycleerde gesteenten van o.m. het Oudere Karboon, waarvan de oorsprong ligt in het zuiden, op het Ardennen-Rijn-Massif. Deze sedimenten erodeerden door de opheffing van dit massief, waarvan het front steeds verder noordwaarts opschoof.

De vraag is nu hoelang de sedimentatie nog heeft voortgeduurd in het hier besproken gebied. Boringen in zuidelijk Nederland leverden hiervoor enkele aanwijzingen.

Het Westphalium C schijnt naar het noordwesten sterk gereduceerd te zijn : slechts 136 meter te Rijsbergen en 311 meter te Hellevoetshuis, tegenover minimum 600 meter in oostelijk Belgisch-Limburg.

Het Westphalium D anderzijds heeft te Hellevoetsluis een dikte van minimum 770 meter (geërodeerd ann de top) ; het is er meer leisteenachtig dan te Neeroeteren. Dit is ook het geval in Gaag, Woubrugge en Rijsbergen.

Alle voormelde cijfers berusten op palynologisch onderzoek, met name van miospore-associaties (Van Wijhe en Bless, 1974).

Volgens Bless et al. (1977) zou het Westphalium D in (oostelijk) Belgisch en Nederlands Limburg een dikte van zowat 600 meter gehad hebben, waarvan dus de onderste 350 meter (volgens de boringen 146 en 117) bekend zijn. In Nederlands Limburg is het nog nergens aangeboord). Van het Stephanium zijn onvolledige afzettingen bekend uit meerdere boringen in Noordoost - Nederland en Noordwest - Duitsland.

Voor wat betreft de lagen die op het Karboon volgen, moet men een onderscheid maken tussen de huidige ontginningszone van de Limburgse mijnen (Beringen - Zolder - Genk - Eisden), waar een duidelijke gaping (met diskordantie) ligt tussen het Karboon en het Krijt (Senoon); en de noordelijke zone van het bekken, waar afzettingen van Perm-Trias en zelfs Jura tussen Karboon en Krijt aanwezig zijn gebleven. Alleen dat gebied is voor deze problematiek van belang.

Het Perm heeft op Belgisch grondgebied een eerder beperkte uitbreiding gehad, in acht genomen het littorale karakter van de doorboorde afzettingen, maar het Trias moet zich oorspronkelijk met aanzienlijke dikte ver zuidwaarts hebben uitgestrekt (Graulich, 1953 ; Antun, 1954). Dezelfde overweging geldt voor het mariene Lias (Jura), bekend uit de boring n° 99 van Neeroeteren-De Akkers (Stainier, 1911 en 1943).

De totale dikte van deze formaties, die gemakkelijheidshalve als "Rode Gesteenten" worden betiteld, kan geschat worden op minimum 850 meter (top niet bekend en storingen in de opeenvolging van sommige etages) :

JURA (Lias)	Hettangien	65	} volgens B. 99
	Rhetien	17	
	Keuper	86	} volgens B. 64
TRIAS	Muschelkalk	85	
	Bontzandsteen	560	
PERM	Zechstein	± 30	volgens B. 121 en 60

843 m.

Het Perm als basis van deze "Rode Gesteenten" vraagt in deze kontekst een nadere toelichting.

Van het Onder-Perm (Rotliegendes) werden in de Kempen geen sporen gevonden ; op basis van paleogeografische beschouwingen kan men stellen dat er nooit afzettingen van deze periode aanwezig zijn geweest. Het Onder-Perm blijkt in België een periode van actieve erosie geweest te zijn (cfr. I, 2).

De dichtsbijzijnde vindplaats van Rotliegendes is Asten in Nederlands Noord-Brabant (Patijn, 1963).

Lagen van het Boven-Perm (Zechstein) werden wel aangetroffen, nl. te Meeuwen (B. 121), Helchteren (B. 60) en Rotem (B. 64). De dikte van de Zechstein bedraagt resp. 24 en 30 meter te Helchteren en Meeuwen, en nauwelijks 6 meter te Rotem. Het zijn lagen die chronologisch het dichtst op het Karboon volgen, althans waar ze niet door latere erosie weer zijn verdwenen.

Ter inlichting weze nog vermeld dat in Nederlands Limburg de Zechstein tussen Karboon en Trias ontbreekt (niet afgezet of Pre-Trias-erosie ?).

Positie en aard van het contactvlak tussen Karboon en Zechstein worden besproken in I, 2.

Het zoeken naar de tot dusver onbekende karboonlagen in het Kempens gebied in niet alleen van louter wetenschappelijk belang. Om reden van hun aanzienlijk porositeit zouden de zandstenen van Neeroeteren (Scheere, 1962 ; Legrand, 1960), daar waar ze overdekt zijn door ondoordringbare lagen, een reservoir-gesteente kunnen vormen voor het bevatten van koolwaterstoffen. Het is dus nuttig te onderzoeken of jongere karbonische lagen afgezet werden boven de Zandstenen van Neeroeteren, en welke hoedanigheden ze bezitten.

Allereerst moet echter de vraag opgelost worden OF en WAAR deze formaties bewaard zijn kunnen blijven. Te Neeroeteren/Neerglabbeek zijn de jongst gekende karboonformaties immers overdekt door Krijt, wat impliceert dat er een -mogelijk aanzienlijk- deel van het Karboon verdwenen is door erosie tussen einde Karboon en de transgressie van het Krijt (bespreking in I, 2). Plaatsen waar thans het Karboon nog door het Permo-Trias is overdekt zijn bijgevolg het interessantst voor opsporingen, aangezien daar alleen de pre-Zechstein-erosie het Karboon heeft kunnen aantasten.

Het is duidelijk dat de tektoniek een fundamentele rol speelt in deze kwestie. De structuur van het Kempens Bekken wordt immers gekenmerkt door een ingewikkeld patroon van afschuivingsbreuken, waarbij de jongere karboongroepen uiteraard bewaard bleven in de slenken, daar waar ze op de horsten zijn geërodeerd. Hetzelfde geldt voor de jongere "Rode Gesteenten". Het cruciale probleem is daarbij WANNEER die frakturatie is begonnen : vóór of na de afzetting van de Rode Gesteenten ; dit thema wordt verder behandeld in I, 4.





2. Het contactvlak Karboon/Perm en de peneplanatie van het Karboon in het  
Kempens Bekken en omgeving.

Het contactvlak tussen Karboon en Perm (Zechstein) verdient speciale belangstelling om twee redenen :

- A. Uit het al of niet voorkomen van een diskordantie tussen beide formaties kunnen besluiten getrokken worden in verband met het optreden van bodembewegingen (in casu : de antiklinale opwelling van Brabant), m.a.w. of de noordelijke helling van de karboonlagen in de Kempen vóór, tijdens of na de afzetting der Rode Gesteenten is ontstaan.
- B. Het vergelijken van de stratigrafische positie van de bovenste karboonhorizont onder het Perm tussen diverse plaatsen levert inlichtingen over de staat van erosie van het Karboon vóór de transgressie van de Zechstein m.a.w. over het relatief belang van de pre-Zechstein-erosie t.o.v. latere denudatieprocessen, en daarbij ook over eventuele begeleidende (voorafgaande) tektonische verschijnselen.

Alvorens deze problematiek aan te snijden vatten we de (zeer schaarse) gegevens samen die voorhanden zijn over de positie en de aard van dat contactvlak.

A. Direkte gegevens

- |                                   |   |
|-----------------------------------|---|
| - boring 60 (Helchteren-Kruisven) | Diepte v.h. kontakt : 887,50 (-814)     |
| - boring 121 (Meeuwen-Bullen)     | Diepte v.h. kontakt : 936,50 (-863)     |
| - boring 64 (Rotem-Centrum)       | Diepte v.h. kontakt : ± 1171,00 (-1135) |

In B. 60 en B. 121 ligt de bovenste karboonlaag stratigrafisch op ± 300 meter boven de basis van het Westphalium C (Delmer, 1963).

In B. 64 is de stratigrafische positie van het karboonoppervlak onzeker (zie hiervoor bij de detailstudie, II, 2).

In B. 121 geschiedt de overgang Karboon-Perm-Trias zonder merkbare diskonformiteit : helling van het contactvlak 22°, bovenste karboonlagen en Zechstein idem (Delmer, 1955). In beide andere boringen is daaromtrent weinig bekend : in B. 60 hellen de karboonlagen over 4-5°, van het contactvlak Karboon/Perm zijn geen stalen bewaard, de hellingen in het Perm werden niet genoteerd en in het Trias komen ze vrijwel overeen met die in het Karboon.

De gegevens van B. 64 zijn zo mogelijk nog vager ; de oorspronkelijke beschrijving van de boring was uiterst onzorgvuldig, de hellingen in de Permlagen zijn onzichtbaar, van het contactvlak bleven geen stalen bewaard (zelfs het peil ervan is onzeker) en de karboonlagen daaronder zijn van een heel eigenaardige soort ! (Stainier, 1943).

## B. Indirekte gegevens

Volgens de stratigrafische interpretaties op de "Mijnkaart van het Kempens Kolenbekken" (Delmer, 1963, cfr. plaat 3) ligt de top van het Karboon in de boring 146 (Neerglabbeek) en 10 (Wijshagen-Donderslag) op resp. minimum 1250 + x en 470 meter boven de basis van het Westphalium C. In beide gevallen wordt het Karboon bedekt door het Senoon ; Perm-Trias-Jura zijn daar volledig door de (pre)-Krijt-erosie opgeruimd.

Het Karboon werd daar dus niet alleen door de pre-Zechstein-erosie, maar nadien ook nog door de (pre)-Krijt-erosie geraakt. Men kan dus stellen dat het contactvlak Karboon/Perm op die plaatsen stratigrafisch nog (aanzienlijk ?) hoger lag dan de vermelde cijfers.

De zeer gelijkmatige peneplanatie van het primair oppervlak in Noord-België is wel een der hoofdkenmerken van de Belgische geologie. Wanneer en waardoor deze schiervlakte werd gevormd is echter nog steeds niet opgehelderd.

De aanwezigheid van -lokaal bewaard gebleven- afzettingen van Perm-Trias en Jura kompliceert deze kwestie aanzienlijk en bewijst dat de afvlakking in verscheidene stadia is verlopen.

Stainier (1943) stelt in zijn studie over de Rode Gesteenten dat de abrasie van Rode Gesteenten en Karboon (waar dit al blootlag) door de Krijtzee niet zeer intens kan geweest zijn, gezien er geen sporen van Jura en Trias (opvallende oxidatie-kleur) in het Krijt naspeurbaar zijn en het contact Karboon-Krijt in de Kempense mijnschachten nauwelijks ravinerend is. De bijna volledige verdwijning van 800 meter Rode Gesteenten ten zuiden van de randbreuken van de Graben van Roermond (i.c. de Breuk van Rotem, cfr. I, 4) schrijft hij toe aan een intense kontinentale erosiefaze in de relatief korte periode tussen het Boven-Jura en het Senoon (Brabant en de Kempen waren toen emersiegebied). De transgressie van de Krijtzee heeft dus slechts voor de finishing touch gezorgd.

Stainier beschikte nog niet over de informatie betreffende de stratigrafische ligging van het contactvlak Karboon/Perm in B. 121 en 60, noch over de resultaten van de boringen 113 en 117 van Neeroeteren, noch over de vondst van granietkeien in het Trias van B. 121 (wat een ver zuidwaartse uitbreiding van deze formatie veronderstelt). Hij stelde de mening voorop dat de sterkste aftakeling van het Karboon reeds door de koninentale erosieagenten tijdens het Rotliegendes plaatsgreep, terwijl de Permo-Trias-transgressie de vergevorderde schiervlaktevorming bewerkstelligde. De erosie ná het Jura zou dan, op de plaatsen waar ze voor de volledige opruiming van de Rode Gesteenten verantwoordelijk was, ook nog wat van het Karboon hebben doen verdwijnen.

Antun (1954) retoucheerde deze visie door te stellen dat er van abrasie door de Zechstein-zee nauwelijks sprake kan geweest zijn, gezien de aard van de konglomeraten aan de basis van deze formatie, m.a.w. hij schrijft de peneplanatie van het Karboon vooral toe aan kontinentale erosieprocessen tijdens het Rotliegendes.

Voor Nederlands-Limburg meent Sax (1946) dat een groot deel van de karbonische sedimenten (plaatselijk 2000 meter) al weggeërodeerd werden in het Onder-Perm-tijdperk ; hij is ook van mening dat in het zuiden de erosie zelf de cambro-silurische kern bereikte, maar zonder te specificeren waar dit dan wel het geval was.

Bless en Streel (1976) veronderstellen dat reeds tijdens het Boven-Westphalium (C/D) sedimenten op het Massief van Brabant door de erosie werden verwijderd, naar analogie van de aftakeling van het Ardennen-Rijn-massief, waarvoor ze zich baseren op de studie van geremanieëerde miosporen.

In hoeverre deze standpunten overeenstemmen met de chronologische evolutie van het Massief van Brabant, zoals die o.m. door Patijn werd naar voor gebracht, wordt hierna in I, 3 besproken.

De hierboven aangehaalde gegevens betreffende het contactvlak Karboon/Perm maken het mogelijk het belang van de pre-Zechstein-erosie te evalueren.

1. Aangezien het Karboon naar boven toe nog niet volledig gekend is, is het niet mogelijk het minimale bedrag van de erosie vast te stellen; te Neerglabbeek (B. 146) en te Neeroeteren (B. 117) is er hoogstens een deel van het Westphalium D geërodeerd. Volgens de resultaten van B. 121 (Meeuwen) was er ten noorden van het centraal mijndistrikt (Genk), naast het Westphalium D ook al een aanzienlijk deel van het Westphalium C geërodeerd. Meer westelijk en zuidelijk was de erosie misschien nog verder gevorderd, maar daarover zijn achteraf door de pre-Krijt-erosie alle mogelijke aanwijzingen uitgewist. Dit punt wordt verder besproken in II, 4.
2. Uit een vergelijking tussen de boringen 121 en 146/117 blijkt dus dat de pre-Zechstein-erosie erg ongelijk is geweest. (Fig. 4). Te Meeuwen bleef er minstens 950 + x meter minder Karboongesteente bewaard dan te Neerglabbeek. En aangezien de latere pre-Krijt-erosie te Neerglabbeek zeker nog een deel van het Karboon heeft kunnen doen verdwijnen (samen met de totaliteit van de daar aanwezige Perm-Trias-Juraafzettingen), terwijl die het Karboon te Meeuwen niet meer heeft geraakt (er blijven daar 232 meter Perm/Trias op het Karboon), ligt het totaal verschil van de pre-Zechstein-erosie tussen beide plaatsen zeker nog aanzienlijk hoger. Eenzelfde redenering geldt voor een vergelijking tussen Meeuwen en het dichterbijgelegen Wijshagen (B. 10 op slechts 3,2 km ten zuidoosten van B. 121. Tussen beide boringen is het verschil in de Karboon-toplaag minimum 200 meter.
3. Uit het feit dat in B. 121 het contact Karboon/Perm konkordant verloopt, konkludeerde Patijn (1963, b) dat de Karboonlagen bij de Zechstein-transgressie horizontaal of subhorizontaal lagen (\*). Desondanks moet men toch vaststellen dat dit contactvlak absoluut niet samenvalt met eenzelfde stratigrafisch karboonniveau. Het is dus niet zeker dat de waargenomen konformiteit wel algemeen is in het Kempens bekken. Zoals reeds vermeld staat dit probleem in direct verband met de opwelling van het Massief van Brabant (I, 3).

---

(\*) Deze auteur (1963, a) verwijst ook naar het feit dat in seismische profielen ten noordoosten van de breuk van Heerlerheide in Nederlands-Limburg, de helling van de karboonlagen in noordelijke richting afzwakt van 25 naar 12°, waaruit hij besluit dat de feitelijke diskordantie Karboon/Perm in die richting verdwijnt.



De hierboven besproken gegevens kunnen ook een aanwijzing zijn voor de frakturatie van het Karboon vóór het Perm : niettegenstaande de onderlinge afstand van bijna 12 km tussen Meeuwen en Neeroeteren (slechts 9 km tussen Meeuwen en Neerglabbeek) blijft het verschil in pre-Zechstein-erosie fenomenaal groot en kan de bewaring van de jonge karboonlagen in de noord-oosthoek van de Kempen te maken hebben met het optreden van normaalbreuken vóór de pre-Zechstein-denudatie (zie I, 4).

### 3. Ontstaan en evolutie van het "Massief van Brabant".

Het huidige Kempens kolenbekken bevindt zich aan de noordzijde van de antikline ("Massief") van Brabant. Terwijl de karboonlagen in de Kempen aan de erosie ontsnapt zijn voor de afzetting van de deklagen, werden in de antikline van Brabant lagen van Siluur en Cambrium aan het primair oppervlak blootgelegd.

Inzake het ontstaan en de evolutie van deze antikline werden reeds tal van tegenzijdige opinies geformuleerd. De rol als positief reliëf en de mogelijke oscillaties van het gebied in het primair tijdperk vóór het einde van het Karboon worden hier verder buiten beschouwing gelaten. Samengevat komt het er op neer dat het gebied gedurende bepaalde periodes van het Karboon (m.n. het Westphalium A) als een "area of minimum sedimentation" moet beschouwd worden. Voor verdere details over deze kwestie wordt verwezen naar Bless (1973, § 7, p. 86 vv) en Bless et al. (1978).

Anderzijds meent Van Leckwijck (1956) voor Brabant een sterke subsidentie tijdens het Westphalium C te moeten afleiden uit het feit dat in het Kempens Bekken de inkoling van het Westphalium A en B afneemt van zuid naar noordwest (ondanks de grotere diepte van deze lagen in dat gebied), terwijl men in Luik hetzelfde vaststelt van noord naar zuid (ondanks de sterkere tektonische vervormingen van het Karboon in het zuiden).

Ancion en Delmer (1954) spreken zich uit in dezelfde zin. Het Westphalium C werd dus over het hele gebied afgezet en van een "echt" Brabants hoog kan dus op het einde van het Karboon nog geen sprake geweest zijn.

Het gaat hier dus uitsluitend over de latere bewegingen waarbij de duidelijke antiklinale structuur tot stand kwam, waaruit de noordelijke hellingen der primaire lagen in de Kempen resulteren. De hoofdvraag is hier of het Brabants Massief in verband staat met de variscische orogenese (asturische fase) of integendeel pas later is ontstaan. Het onderzoek van het diskordantievlak tussen Karboon en Perm aan de noordrand van het Brabants Massief (zie I, 2) is van essentieel belang om tot een oplossing van dit vraagstuk te kunnen komen.

Sax (1946) is van mening dat het Massief van Brabant -zonder te zeggen wanneer deze structuur ontstond- de variscische plooiing in Nederlands-Limburg zowel naar richting als naar uitwerking heeft beïnvloed; hij stelt het zich voor als een "golfbreker", waardoor de plooiingsintensiteit in dat bekken naar het noorden toe afneemt.

Van Leckwijck (1956) beschouwt de welving van Brabant als een "manifestation" tardive van de Hercynische plooiing, zonder deze fase precies in de tijd te situeren.

Patijn (1963 a en b) konkludeert uit de konformiteit tussen Karboon en Perm in b. 121 (Meeuwen) en uit de geleidelijke afname van de hellingen in Karboon ( $22^\circ$ ) - Perm ( $\pm 22^\circ$ ) en Trias (van  $\pm 20$  naar  $4^\circ$  in de hogere lagen) in deze boring dat de eerste bewegingen van het Massief van Brabant waarschijnlijk pas in de boven-Bontzandsteen-Formatie zijn opgetreden.

De verdere evolutie van het Brabants Massief leidt hij af uit gegevens van boringen en seismische prospecties in de provincie Noord-Brabant (Nederland).

De bevindingen van Patijn, gekombineerd met de reeds bekende informatie leiden tot volgend overzicht :

- LIAS komt ver naar het zuiden (cfr. mariene formaties te Neeroeteren = B. 99), dus Brabant is nog geen emersiegebied.
- De dikte van de DOGGER vermindert in zuidelijke richting : dit wijst op een geringe opheffing van het Brabants Massief op het einde van het LIAS.
- MALM is afwezig in zuidelijk Noord-Brabant (boringen van Veldhoven en Asten), tegenover 1000 meter dikte in noordelijk Noord-Brabant (boring Waspik) : het Brabants Massief kent dus een sterke opwelling tijdens het Kimmeridgien (onder-Malm).
- ONDER-KRIJLT : geen afzettingen in Brabant/Kempen, dus "hoge" ligging van het Massief en sterke erosie.
- BOVEN-KRIJLT : Campanium (Hervens & Akens) is dik in het Peelgebied, Zuid-Limburg en de Kempen, maar afwezig in de Graben van Roermond ; voor het Maastrichtium geldt min of meer hetzelfde. Het Brabants Massief kent dus een dalende beweging met transgressie van de Krijtzee.
- OLIGOCEEN : De Graben van Roermond gaat opnieuw in dalende beweging t.o.v. Brabant.

Patijn stelt dus dat het Brabants Massief niet in verband staat met de asturische fase van de variscische orogenese ; het is volgens hem van latere oorsprong, maar met de bekende gegevens is geen precies ontstaansmoment aan te wijzen.

Hij vergelijkt ook de post-carbonische evolutie van het Brabants Massief met die van het Krefelder Hoch. In het Peelgebied ten westen van Venlo bestaat een opvallende diskordantie Karboon/Perm, die in westelijke richting afneemt naar de Peelrandbreuk toe. De hellingen van de Karboonlagen zouden te maken hebben met een opwelling van het Geldern-Krefeld-gebied op het einde van het Karboon, gevolgd door erosie en de afzetting van diskordant Perm. Er zou dus een groot tijds onderscheid bestaan tussen de opstuwing van het Krefelder Hoog (\*) en het Massief van Brabant, waar er volgens B. 121 geen diskordantie Karboon/Perm bestaat.

Andere tektonische structuren o.m. de Flexuren van Puth en Krawinkel in het mijnveld Maurits (Nederlands Limburg) worden eveneens in verband gebracht met de bewegingen van het Brabants Massief (Sax, 1946 ; Muller, 1945 ; Patijn, 1963). Deze problematiek valt buiten het kader van deze bespreking ; we verwijzen hiervoor naar Kimpe et al. (1978).

Als het Massief van Brabant pas een eerste opwelling kende in de Bontzandsteen-periode, kan de pre-Zechstein-erosie er alleszins nog niet veel van het Karboon opgeriumd hebben (contra Stainier, 1943). Nochtans stelt Patijn (1963, b) dat het grootste deel van het Karboon op het Brabants Massief al verwijderd werd na de variscische orogenese.

Gezien de belangrijke rol van de Antikline van Brabant in de geologische structuur van ons land, zijn bijkomende gegevens in verband met de overgang Karboon/Perm wenselijk om de bewegingen van dit "Massief" nauwkeuriger te kunnen analyseren en dateren. In de detailstudie wordt verder ingegaan op een aantal elementen die in deze problematiek een beslissende rol spelen.

---

(\*) Voor een bespreking van de oorzaken van deze opstuwing, verwijzen we naar de betreffende studies van Teichmüller en Teichmüller (1971).

#### 4. De ouderdom van de breuken en de tektoniek van het Karboon.

---

Tot op heden is er geen enkel onbetwistbaar gegeven voorhanden om de ouderdom vast te stellen van de breuken die het Kempens Kolenbekken doorsnijden. In het mijngedied heeft de pre-Krijt-erosie alle bewijselementen uitgewist: het Senoon rust daar immers diskordant op het Steenkoolterrein. Alleen in het noordelijk deel van het bekken, waar de Rode Gesteenten bewaard bleven, zou men tot de oplossing van dit vraagstuk kunnen komen, namelijk door het vergelijken van de stratigrafische positie van de karboonlagen onder de Zechsteinbasis aan weerszijden van de breuken.

Vrij algemeen werd aangenomen dat het Kempens Bekken weliswaar in de "extern-zone" van de variscische plooiing lag (o.a. Patijn, 1963 a), maar dat het breukenpatroon toch van variscische ouderdom (asturische fase) is, naar analogie van de storingen in de Waalse steenkolenbekkens en in het zuidelijk deel van Nederlands-Limburg.

In een analyse van de epirogenetische bewegingen van de Graben van Roermond en omgeving, bestrijdt Legrand (1959) deze hypothese. Hij gaat daarbij uit van de vaststelling dat er geen redenen zijn om aan te nemen dat in het Perm en het Trias van het bestudeerde gebied al breuken aanwezig waren.

De breuk van Rotem, en ook de Reijensstoring ten NE van Turnhout, zouden pas opgetreden zijn in de periode tussen Lias en Senoon, waarbij de Perm-Trias-Jura-afzettingen ten noord-oosten van deze breuken gespaard bleven van de erosie (noordoostschol) bij de breuk van Rotem verzakt over  $\pm$  600 meter.

"En plus de ces grands cisaillements verticaux, il y a eu de nombreux claquages mineurs de toute l'infrastructure de la Campine qui expliquent les caprices de la disposition actuelle des Roches rouges au sud des grandes failles" (Legrand, 1959).

Legrand stelt dus de frakturatie van het Kempens Bekken op één lijn met de Breuk van Rotem en situeert ze na het Lias.

Bij deze analyse werd evenwel abstraktie gemaakt van de stratigrafische positie van de karboonlagen onder de Rode Gesteenten. Wanneer er bvb. een aanzienlijk stratigrafisch verschil bestaat in de bovenste karboonhorizont waarop de Zechstein-basis rust aan weerszijden van een breuk, is het duidelijk dat deze storing ontstaan is vóór de Zechstein (Fig. 5, geval 1 a). Als de Zechstein-basis op dezelfde horizont ligt, is de breuk later opgetreden, bvb. na het Lias (Fig. 5, geval 2). Een eventuele sprong in de Zechsteinbasis wijst in het eerste geval (Fig. 5, geval 1 b) op een voortdurende werking na de afzetting van het Perm-Trias, in het tweede geval is er alleszins zo'n sprong.



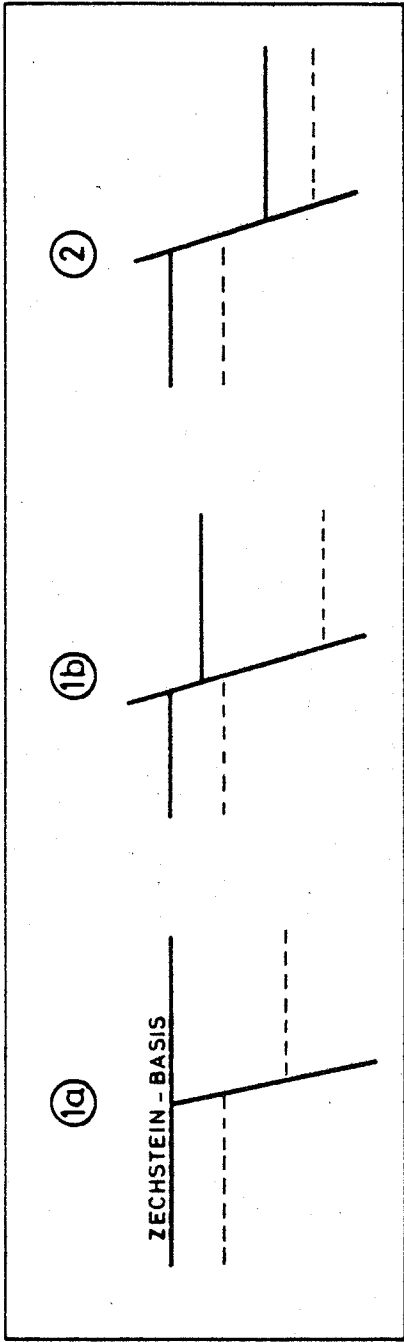


Fig. 5

Gezien het gering aantal boringen in het noordelijk gebied is een situatie, die duidelijk tot één van de bovenvermelde gevallen kan worden gerekend, nog niet aangetroffen. Het is dan ook voorbarig te stellen dat bvb. de breuk van Rotem pas is beginnen werken ná het Lias. (Legrand, 1959). Geen enkele boring heeft immers het Paleozoïcum ten noordoosten van deze breuk bereikt, uitgezonderd boring 64 (Rotem), maar de stratigrafische positie van de karbonlagen in deze boring is zeer onzeker en een vergelijking met boringen aan de zuidwestzijde van de breuk is dan ook onmogelijk (bovendien zijn de Rode Gesteenten langs die zijde weggeërodeerd). Dit geval wordt verder besproken in de detailstudie (II, 2).

Aan de tektonische structuur van het Kempense Bekken werd occasioneel reeds aandacht besteed door o.a. Fourmarier en vooral Grosjean (1936, 1937 en 1949). Gezien de breuken in het mijngebied ons niet veel wijzer maken omtrent het gestelde probleem, beperken wij ons tot volgende opmerkingen.

- De belangrijkste breuken (Zwartberg, Lillo, Voorterheide, Zolder, Korpel, Hoek, Kleineheide 2 en Beringen, cfr. "Mijnkaart", (Delmer, 1963, pl. 7 en 8) hebben -afgezien van hun min of meer bochtig verloop- een SE-NW-richting. Belangrijke uitzondering hierop is de Breuk van Midi (Winterslag) met een E-W-verloop, terwijl de structuur in het oostelijk distrikt (Limburg-Maas/Eisden) een typisch voorbeeld is van wat Grosjean (1937) een "anastomotisch net" noemt.  
Dezelfde auteur lanceerde de hypothese dat het verloop van de belangrijkste Kempense breuken min of meer longitudinaal zou zijn t.o.v. de strekking der lagen, wat hij in verband brengt met de omtrek van het Massief van Brabant. Het longitudinale verloop van de belangrijkste breuken is in ieder geval het duidelijkst te Beringen-Koersel, m.a.w. in het Westelijk distrikt.
- In de evolutie van de spronghoogte langs de voornaamste breuken is geen regelmatigheid te herkennen zoals langs de grote SE-NW-breuken in Nederlands-Limburg, waar een duidelijke toename van het verwerpingsbedrag naar het NW is te konstateren, volgens Sax (1946) en De Sitter (1949) een gevolg van de kanteling der schollen tussen de breuken in door een opstuwung in het zuidoosten.  
De meeste breuken in de Kempen zijn overigens slechts over vrij korte afstand bekend, een gevolg van de inplantingsplaatsen der uitbatingszetels en de ruimtelijke ontwikkeling der ontginningen.
- Bij de seismische prospecties in het noorden van het bekken (Campine belge 1953/56 = Seismos-verslag n° 881, Rühmkorf 1959) werd ook een SE-NW-patroon vastgesteld ; de dichtheid van het seismisch net is evenwel gering, zodat de structuur slechts in grote lijnen bekend is.  
Wel bleek dat verschillende storingen aanzienlijk sprongen in de recente formaties vertonen, zo o.m. de Reijenstoring (Breuk van Arendonk), met een sprong van  $\pm 100-125$  meter in de Tertiair-basis. In het mijngebied zijn dergelijke recente werkingen bij de breuken niet vastgesteld.

Gezien het feit dat het Kempens Bekken westwaarts aansluit op het kolengebied van Nederlands Zuid-Limburg, lijkt het aangewezen het breukenpatroon van dat bekken in deze bespreking te betrekken om eventuele vergelijkingspunten te vinden.

Twee richtingen treden hier duidelijk op de voorgrond : WSW-ENE en SE-NW. (Sax, 1946) :

- de WSW-ENE-storingen staan loodrecht op de variscische drukkracht uit het SSE en begrenzen schollen waarin de plooiingsintensiteit sprongsgewijs naar het NNW afneemt.
- de SE-NW-breuken snijden de voorgaande, hebben een verzakt NE-blok en vertonen een breukvlak hellend naar het NE (Breuken van Buzenrade, Heerlerheide, Feldbiss en Sandgewand). De Breuk van Heerlerheide is de verlenging van de Breuk van Rotem op Belgisch gebied. In tegenstelling tot de eerste soort, hebben deze breuken tot in recente tijden gewerkt.
- de kleinere storingen binnen de schollen, gevormd door de hiervoor vermelde breuken, zijn van sekundair belang, ze lopen niet door van schol tot schol en worden toegeschreven aan interne spanningen binnen de schollen.

Sax (1946) schrijft het ontstaan en de nieuwe richting van de SE-NW-breuken toe aan verticale (epirogenetische) bewegingen in de laat-kimmerische tijd (eerste fase van de Alpiene tectogenese), waarbij de Graben van Roermond ontstond. Misschien deden de eerste bewegingen zich al voor tijdens de Saalische fase (Perm) van de variscische plooiing, maar het is niet duidelijk in hoeverre deze fase van belang is voor het besproken gebied.

De spanningen zouden zich ontlast hebben langs bestaande diskontinuiteitsvlakken, m.a.w. langs zwakke zones (rek- en schuifbreuken) die hun oorsprong vonden in de horizontale druk van de variscische plooiing ; dit plaatselijk gebruik van oude breuklijnen zou het kronkelig verloop van de jongere SE-NW-storingen verklaren.

Volgens Sax zou er wel een causaal verband kunnen bestaan tussen de richting van deze storingen (evenwijdig met de variscisch-asturische drukkracht) en de variscische plooiing, maar daar staat dan tegenover dat deze breuken zich niet manifesteren in de mikrotektoniek (bvb. diaklazen)-(Sax, 1946).

De Sitter (1949) meent dat de nieuwe SE-NW-breuken onafhankelijk schijnen van de variscische structuren : ze staan immers schuin op de oude plooiingsassen. De kanteling van de bewegende schollen wijst op een opheffing in het zuidoosten.

Hij verwijst evenwel ook naar het Xanten-Wesel-gebied (Noordrijn-Westfalen), waar Boven-Perm langs SE-NW-breuken op verschillende karboonhorizonten ligt, om te stellen dat "de opheffing van de geplooiide WSW-ENE-gerichte zones (...) voor en na de afzetting van de Zechstein, werd vergezeld van SE-NW-breuken in de noordflank van het opheffingsgebied".

De Sitter vernoemt ook Tesch (Rijksopsporing van Delfstoffen in Nederland), die eenzelfde situatie vermoedde voor het Peelgebied, de tegenhanger van het Kempens Bekken aan de andere zijde van de Graben van Roermond, doch op "vrij zwakke gronden".

Ook volgens Patijn (1963 a) moeten de storingen daar "alt veranlagt" zijn, gezien men er in het Karboon dikwijls een sprong constateert die tegengesteld is aan die in de deklagen, zoals bvb. bij de 2e Oostpeelstoring in B. 19 (Seventum).

Patijn (1963 a) stelt verder dat zowel de SE-NW- als de WSW-ENE-storingen van Zuid-Limburg "oud" zijn, zonder te kunnen zeggen welke soort eerst ontstaan is. De horizontaalkomponenten waargenomen bij de SE-NW-storingen (in casu Feldbiss) zouden in elk geval te maken hebben met de variscische plooiing.

Kimpe, Bless et al (1978) refereren naar : Michot (1976) die in een studie over de voorgeschiedenis van de variscische boog het ontstaan van een zgn. "Fosse Campinoise" in het Midden-Devoon situeert. Ze stellen dat deze Fosse Campinoise of "Campine-Brabant-basin" (Brabant niet te verwarren met het Brabants Massief, men bedoelt hier Nederlands Noord-Brabant) niets anders is dan de Graben van Roermond, en nemen verder dat het SE-NW-breukenpatroon terzelfdertijd ontstaan is en in post-variscische tijden werd gereactiveerd. Om deze hypothese te bewijzen is evenwel een grondig onderzoek van het Karboonsubstratum noodzakelijk.

De Breuk van Rotem = Heerlerheide kwam reeds enkele keren ter sprake. In 1958/60 werden in het Maurits-mijnveld (Nederlands-Limburg) steengangen door en seismische profielen over deze storing gelegd. Uit de combinatie van deze bovengrondse en ondergrondse gegevens konkludeerde Patijn (1961) dat de opeenvolgende bewegingen langs de storing niet altijd langs hetzelfde breukvlak zijn verlopen.

Ter hoogte van de Oosthoofdsteengang op het 660 meter-niveau is de storingszone niet minder dan 400 meter breed met een totale sprong in het Karboon van 575 meter (westelijke tak 60 m, oostelijke tak 320 m en sleuring in de gebroken intermediaire zone) - (Fig. 6).

Over de OOSTELIJKE TAK loopt het Krijt normaal door, zodat de oostelijke breukzone duidelijk pre-Krijt is. Het Trias neemt wel deel aan de beweging (Trias in lateraal contact met Karboon), dus het einde van de beweging langs de oostelijke tak ligt tussen Trias en Krijt.

Langs de WESTELIJKE TAK bedraagt de sprong in de Krijtbasis  $\pm$  40 meter en  $\pm$  95 meter voor de top van deze formatie ; westelijk van de storing is Maastrichtiaan (dik) + Hervens/Akens zand aanwezig, oostelijk alleen Maastrichtiaan (dun). Dit wijst op een tegengestelde verschuiving, m.a.w. een hoge ligging van de Graben van Roermond tijdens het Senoon. Een omkering van deze beweging vanaf het Oligoceen blijkt uit de veel aanzienlijkere dikte van Oligoceen en Mioceen langs de oostelijke kant van de breuk. Deze gegevens bevestigen de vroegere vaststellingen, o.a. samengevat in de studie van Muller (1945).

De bevindingen van Patijn kunnen nog worden aangevuld. Uit het profiel over/door de Oosthoofdsteengang 660 kan men immers gevolgtrekkingen maken omtrent het moment waarop de breuk is ontstaan. Het Trias loopt over de verschillende verschuivingsvlakken door tot aan de westelijke tak van de breuk ; de basis van deze formatie ligt daarbij duidelijk op ongelijke karboonhorizonten aan weerszijden van de oostelijke tak, wat dus betekent dat de breuk van Rotem-Heerlerheide zeker van pre-Trias of zelfs van pre-Zechstein-ouderdom is.

Tot dusver is dit het enige geval in het Kempens-Nederlands-Limburgs grensgebied waarbij het mogelijk is het ontstaansmoment van een zgn. "jonge" breuk vast te stellen (\*).

Of deze konklusie kan veralgemeend worden tot alle breuken die een gelijklopende orientatie hebben blijft voorlopig nog een open vraag. Wel is het bijna zeker dat langs de voortzetting van de Heerlerheide-breuk op Belgisch grondgebied (= Breuk van Rotem) ook een sprong in het Karboon bestaat, wat kan betekenen dat er ter hoogte van Rotem-Neeroeteren oostwaarts van de breuk jongere karboonformaties onder de Rode Gesteenten liggen dan de jongst gekende karboonlagen der boringen 110-113-117-146 langs de westzijde. Dit probleem wordt verder onderzocht in II, 2.

Verder is het nog uit te maken of de toename van de spronghoogte langs deze breuk in NW-richting zoals, gekonstateerd in Nederlands-Limburg, zich op Belgisch gebied nog verder doorzet.

Terzijde vestigen we nog even de aandacht op enkele opvallende verschillpunten tussen de Breuk van Rotem en de randbreuken van de Graben van Roermond enerzijds en de storingen van het Kempens Bekken anderzijds.

- Breuk van Rotem : Onder-Senoon (Akens/Hervense zanden) afwezig ten NE, aanzienlijke dikte ten SW ; Maastrichtiaan aan beide zijden aanwezig met verschillende dikte : dit wijst op een verschuiving van  $\pm 250$  meter, tegengesteld (opschuiving langs de vroegere afschuiving) aan de beweging van  $\pm 600$  meter die na het Lias optrad.  
Deze beweging keert om vanaf het Boven-Oligoceen (NE-blok daalt  $\pm 50$  meter).
- De randbreuken van de Slenk van Roermond (Breuk van Elen = Feldebiss e.a.) vertonen een aanhoudende werking vanaf het Chattien (Oligoceen), waarbij de verzakking van de slenk (gepaard aan de opvulling ervan) aanzienlijke waarden haalt : 200 meter in het Oligoceen, 50 meter voor het Mioceen en 180 meter in het Plioceen (Stainier, 1911 ; Muller, 1945 ; Legrand, 1961).  
De breuk van Elen = Feldebiss heeft tot in recente tijden gewerkt en is verantwoordelijk voor de steilrand van het Kempens Plateau bij Neeroeteren-Opitter).
- De breuken in het Kempens Mijng gebied hebben voor zover bekend geen invloed op de dikte van het Onder- en Boven-Senoon ; overigens is het primair oppervlak in het hele gebied zeer vlak : een sprong in de krijt-basis is slechts zelden waargenomen en meestal miniem. Een voorbeeld hiervan is de Breuk van Zwartberg, met een sprong van waarschijnlijk een viertal meter in de omgeving van Waterschei.  
Ook in het noordoosten van het ontginningsgebied der kolenmijn Eisdien schijnen er breuken te bestaan die een invloed hebben op de diepteligging van de Krijt-basis ; men leidt dit af uit de hoge ligging van het karboonoppervlak in de

---

(\*) In de 2e Ooststeengang Zuid 548 ( $\pm 1,8$  km ten zuiden van de Oosthoofsteengang 660) vertonen de Heerlerheide en de Geleenstoring ook meerdere verschuivingsvlakken : de verschuiving in de Top Karboon verschilt van de sprong in het Karboon (Patijn, 1961) maar er ligt hier geen Trias meer tussen Karboon en Krijt, zodat uit dit profiel geen verdere konklusies te trekken zijn over de ouderdom van de breuk.

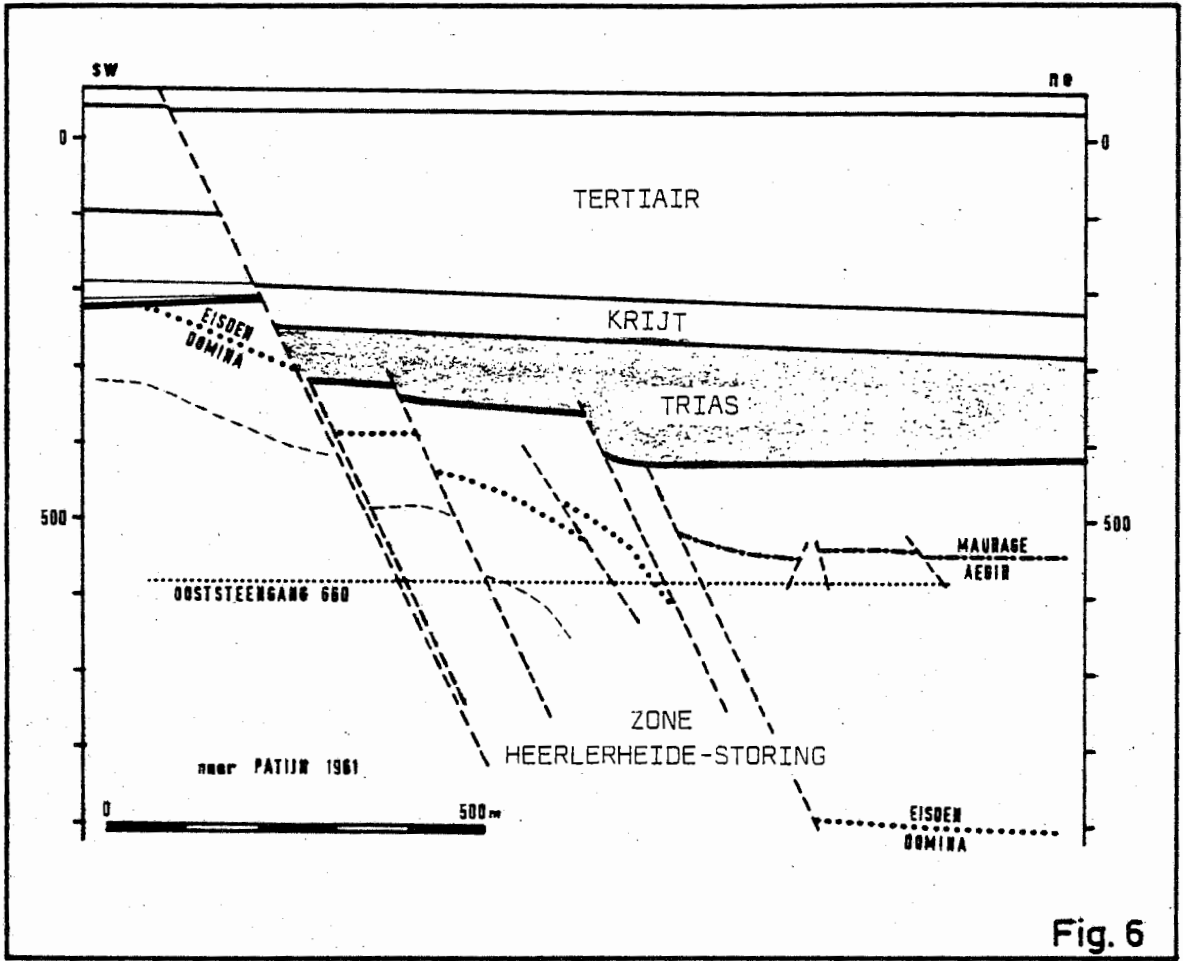


Fig. 6

boringen 50 en 52 op de zgn. Horst van Dilsen-Stokkem.

Zeer waarschijnlijk hebben de Kempense breuken wel een invloed op de basis van de Rode Gesteenten, maar dit kan alleen aangetoond worden in het noorden van het bekken.

De grote verschillen in de erosie van het Karboon vóór de afzetting van het Zechstein (cfr. I, 2) doen veronderstellen dat het Kempense breukenpatroon toen reeds bestond ; de bewaring van de Rode Gesteenten in slenkzones (bvb. in de "Slenk van Louwel", zie II, 2) wijst er op dat de breuken ook aktiéf waren na de afzetting van die formatie. Tot zover gaat de gelijkenis van de Kempense breuken met de Breuk van Rotem-Heerlerheide volledig op ; voor de latere bewegingen is dit niet zo duidelijk. (\*).

Het geval l b (Fig. 5) lijkt dus het meest voor de hand liggend : dit zou betekenen dat er in de slenken onder de Rode Gesteenten jongere karboonformaties bewaard bleven dan op de omgevende horststructuren.

Enkele konkrete gevallen worden in de detailstudie verder uitgewerkt. Het ophelderen van dit vraagstuk is van groot belang voor het evalueren van de aanwezige steenkoolreserves in het noorden van de Kempen.

---

(\* ) Als de breuken pas na het Lias ontstaan zijn (veronderstelling Legrand), moet de erosie veel aanzienlijker geweest zijn op een kortere tijd, dan wanneer ze reeds voor het Perm aanwezig waren.

## II BESPREKING VAN ENKELE LOKALE SITUATIES

---

### 1. Referentiekader.

In principe zal het tektonisch beeld van het noordelijk deel van het Kempens bekken weinig of geen verschil vertonen met het door exploitatie gekende zuidelijk gebied, d.w.z. men mag verwachten dat de detailstructuur zeer kompleks is, met bvb. een ingewikkeld patroon van "bretelbreuken" (Grosjean, 1937) waarvan het verloop en het verschuivingsbedrag weinig voorspelbaar zijn.

Toen door de boringen van Neeroeteren-Rotem de gedachte van een grote breuk als noordergrens - breuk die tevens de zuidergrens van de Rode Gesteenten zou zijn - moest worden opgegeven, substitueerde Grosjean (1949) deze voorbijgestreefde visie van Stainier (1911) door een schema met NW-SE-georiënteerde horsten en slenken :

- Horsten naar analogie van de zgn. "Horst van Neeroeteren-Rotem", waarop de zuidergrens van de Rode Gesteenten aanzienlijk naar het noorden is verplaatst, en waar het Karboon direkt onder het Krijt bereikbaar blijft.
- Slenken waar tussen Karboon en Krijt Rode Gesteenten aanwezig zijn, waarvan de zuidelijke uitbreiding niet bepaald wordt door breuken maar door uitwiggings.

Grosjean meende dat deze horsten en slenken gescheiden zijn door breuken die Karboon en Permo-Trias verwerpen en dus post-Jura ontstaan zijn of gewerkt hebben.

Dit schema steunt op de resultaten van een gering aantal boringen ; één nieuwe boring kan het noodzakelijk maken de voorspelde structuur te herdenken of aan te passen, zoals door B. 121 te Meeuwen (1952-53) werd aangetoond.

Niettegenstaande deze beperking is het schema van Grosjean zeer bruikbaar als uitgangspunt voor de bespreking van enkele detailkwesties.



2. Horst van Neeroeteren-Rotem - Slenk van Roermond - Slenk van Louwel.

Op de "Horst van de Concessie Neeroeteren-Rotem" (Grosjean, 1949 en Delmer, 1958), gelegen ten zuidwesten van de Breuk van Rotem-Heerlerheide, werd de tot dusver volledigste Karboonserie van het Kempens Bekken aangetroffen en is het Karboon diskontinu door het sekundaire Senoon overdekt.

De boringen 110-113-117 van de S.V. Prospektie en Ontginning, uitgevoerd tussen 1939-1946, bepalen een profiel met richting N 38 W over een afstand van 2730 meter ; door de recente diepboring 146 van de Belgische Geologische Dienst kon dit profiel naar het noordwesten worden doorgetrokken (afstand B. 117-146 =  $\pm$  4000 meter).

	<u>+ AP</u>	<u>Top Karboon</u>	<u>Einddiepte</u>
B. 110 Rotem-Schootshei	44,53	622,00	1201,20
B. 113 Neeroeteren-Neerheide	42,37	646,50	1125,40
B. 117 Neeroeteren-De Hoeven	49,96	$\pm$ 657	1276,10
B. 146 Neerglabbeek	71,02	730	1357

In B. 146 zijn de "Zandstenen van Neeroeteren"  $\pm$  300 meter dik, met de basis op 1015 m (- 944), tegenover op 808 m in B. 117. De stratigrafische schaal werd opwaarts met  $\pm$  140 m aangevuld.

Zoals reeds vermeld in I, 1 bestaat opnieuw twijfel over de stratigrafische positie van de aangeboorde steenkoollagen : de korrelatie van de boringen 110-113-117 met het Westphalium C van de kolenmijnen Eisden en Zwartberg, waarbij de top van B. 117 op  $\pm$  825 meter boven de Maurage-horizon wordt gesitueerd (Delmer, 1958 en 1963), schijnt in tegenspraak met de resultaten van de recente KS-boringen te Dilsen en Stokkem.

Wanneer men als uitgangspunt neemt dat de isohypse - 700 van de horizon Maurage passeert op  $\pm$  1300 meter ten noorden van de mijnzetel Eisden (noordsteengang 700, in het verzakt noordmassief van de breukzone van Leut), en dat dezelfde horizon in B. 20 (Lanklaar - Baan naar As) op - 617 wordt gesitueerd (Delmer, 1963), dan zou de horizon Maurage bij de noordgrens van de concessie "Sinte Barbara en Guillaume Lambert" al op zowat - 1200 gelegen zijn zonder rekening te houden met de verwerping van zeer waarschijnlijk aanwezige breuken in dat interval (bvb. noordelijke verlenging van de Oosterbreuk).

In de boring 65 (Dilsen-Vossenbergh, + 55 AP), even ten noorden van voormelde concessiegrens, ligt de basis van het Krijt op 598,15 m (- 543), dus de karboontoplaag zou daar al op minimum 700 meter boven de Maurage-horizon liggen ; de "Mijnkaart" (Delmer, 1963, Pl. 3) houdt het bij nauwelijks 300 meter.

B. 117 ligt nog 3,9 km ten noorden van B. 65. Op louter geometrische gronden lijkt het er dus op dat de boringen van Neeroeteren-Rotem stratigrafisch hoger moeten gesitueerd worden en dat de korrelatie op basis van de in B. 110 ontdekte tonsteen, die zou overeenstemmen met de tonsteen van laag 40 in Eisden, onwaarschijnlijk is.

De recente boring 139 = KS.3 (Dilsen-Driepaal, + 91 A.P.) leverde nieuwe argumenten voor deze hypothese. Onder de basis van het Krijt ((599 m = -508 A.P.) werd een gesteenteserie aangeboord die noch met B. 110, noch met de ondergrondse ontsluitingen van Eidsen kan gekorreleerd worden. Onder een storingszone (tussen 1030 m en 1060 m) werd de basis van het Westphalium C doorlopen, met de horizon Maurage op 1143 m = - 1052 m.

De doorboorde breuk heeft zeer waarschijnlijk een aanzienlijk afschuivingsbedrag, gezien het markante verschil in flora tussen de gesteenteserie boven en onder de breukzone (\*).

Boring 138 = KS.4 (Dilsen-Zandberg, + 46 A.P.; 1650 m ten oosten van B. 139 had dit probleem kunnen oplossen maar het Karboon is er sterk gestoord; de belangrijkste storingszone ligt tussen de basis van het Krijt (562 m = - 516) en 715 m diepte. Een nieuwe boring te Dilsen moet, in combinatie met de resultaten van B. 139 en 140 = KS.2 (Stokkem-Koeweide, nabij de oude boring 50 van Dilsen-Dorp), de nodige schakel leveren om de preciese stratigrafische positie van de boringen 110-113-117-146 vast te leggen (\*).

Het feit dat in de boringen op de "Horst van Neeroeteren-Rotem" géén Rode Gesteenten werden aangetroffen tussen Krijt en Karboon is van uitzonderlijk belang, temeer omdat hier de jongste karboonzones van de Kempen bewaard bleven. We verwijzen naar de vergelijking tussen B. 146/117 en B. 121 (I, 2) (Fig. 4).

Zonder twijfel zijn de Rode Gesteenten op deze horst aanwezig geweest. Onmiddellijk ten noordoosten van de Breuk van Rotem-Heerlerheide zijn Perm en Trias in B. 64 (Rotem-Centrum) bijna 700 meter dik, waarbij nog het marien Lias (bekend uit B. 99 van Neeroeteren-De Akkers) moet opgeteld worden. Ten zuidwesten (Slenk van Louwel) komen eveneens Rode Gesteenten voor (B. 6 = Opglabbeek-Louwel)-(Fig. 7).

Het contactvlak Karboon/Perm moet te Neerglabbeek stratigrafisch op  $1250 + x + y + z$  meter (cfr. I, 2) boven de basis van het Westphalium C gelegen hebben? Of het Perm boven het Karboon dagzoomt op de Horst van Neeroeteren-Rotem is nog niet bekend. Het is niet uitgesloten dat nog een aanzienlijk deel jongere lagen van erosie gespaard bleven vóór de transgressie van het Zechstein, en in dat geval is de dagzoom van de Rode Gesteenten ver naar het NW opgeschoven. Eventuele breuken kunnen de situatie uiteraard compliceren.

Of er naar het zuiden op de Horst van Neeroeteren-Rotem evenveel Karboon bewaard bleef vóór de Zechstein-transgressie als te Neerglabbeek is afhankelijk van de opeenvolging van deze formaties, m.a.w. of er al dan niet een diskonformiteit bestaat tussen Karboon en Perm (cfr. I, 3).

Gezien de afwezigheid der Rode Gesteenten vormt de Horst van Neeroeteren-Rotem dus een blok ten opzichte waarvan de aangrenzende "Slenk van Louwel" (ten zuidwesten) en de "Graben van Roermond" (ten noordoosten) zijn verzakt NA de afzetting van Trias-Jura en VÓÓR het Krijt. De pre-Krijt-erosie heeft dus op de Horst van Neeroeteren-Rotem minstens 800 meter Rode Gesteenten doen verdwijnen, plus daarbij een (naar het zuiden toenemend ?) deel van het Karboon.

---

(\*)'Gegevens verkregen van de Aardkundige Dienst K.S.' (J. Tricot).

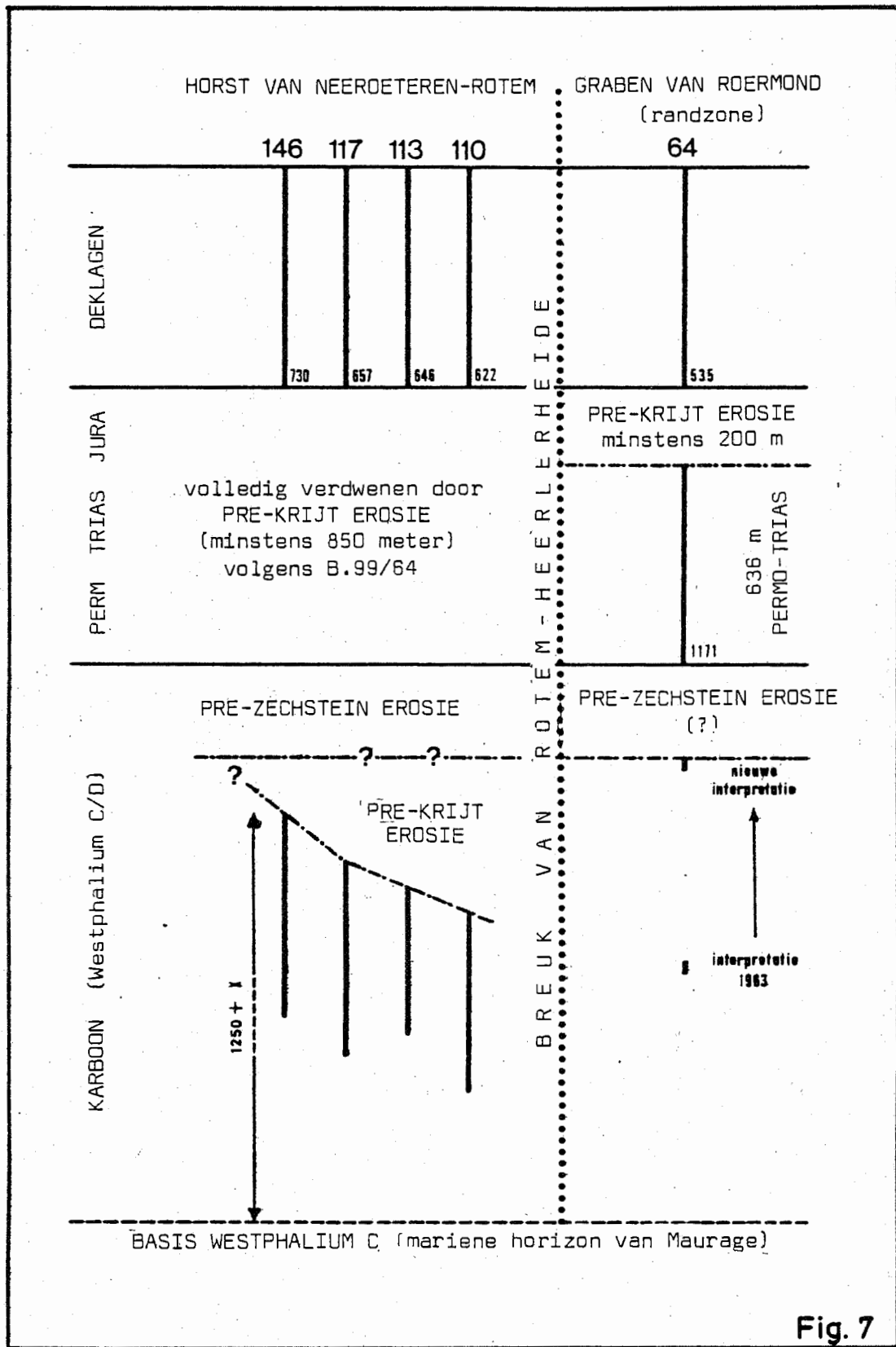


Fig. 7

Niettegenstaande het feit dat het Karboon op de Horst van Neeroeteren-Rotem eerst door de pre-Zechstein-erosie en na de afzetting van het Permo-Trias ook nog door de pre-Krijt-erosie werd aangetast, bleven dus "hoge" karboonlagen bewaard. Logischerwijze moet dit in de aangrenzende slenken ook het geval zijn, want daar heeft de pre-Krijt-erosie het karboonoppervlak niet meer kunnen raken (de Rode Gesteenten bleven er immers bewaard boven het Karboon).

Indien men in de naaste omgeving (ten SW en ten NE) van de Horst van Neeroeteren-Rotem toch oudere karboonzones onder het Permo-Trias zou aantreffen, zou dit betekenen dat de Horst van Neeroeteren-Rotem een slenk geweest is - ontstaan onmiddellijk na het Karboon -, slenk waarin de jongere lagen van erosie gespaard konden blijven. In dat geval zou deze slenk dan na het Lias moeten gestegen zijn t.o.v. de omgevende schollen (de huidige Slenken van Louwel en Roermond).

Als het gebied van Neeroeteren-Rotem echter vóór de Zechstein-transgressie al een horst was, liggen er in de aangrenzende slenken jongere karboonlagen onder het Permo-Trias.

In beide hypothesen waren de breuken dus al actief vóór de Zechstein-transgressie. Maar ook in de veronderstelling dat de breuken pas na Lias zijn opgetreden liggen er jongere karboonlagen onder de Rode Gesteenten in de slenkgebieden.

Deze overwegingen vormen een meer dan voldoende aanleiding om de Slenken van Roermond en Louwel te onderzoeken.

Het gebied ten noordoosten van de Breuk van Rotem-Heerlerheide kan beschouwd worden als de zuidelijke boord van de tertiaire Graben van Roermond. De werking van deze breuk in de periode tussen Boven-Jura en Boven-Senoon ligt aan de oorsprong van de preservatie der Rode Gesteenten langs de noordoostzijde en heeft het Karboon daar tot op grote diepte doen wegzakken.

In de boring 64 (Rotem-Centrum, + 36 AP.), op nauwelijks 2,5 km ten oosten van B. 110, werd onder de Senoonbasis (535 m = - 499) een pakket van 630 meter Trias + 6 meter Perm (Zechstein) aangeboord; de top van het Karboon lijkt er op ongeveer 1170 meter; de boring werd gestopt op 1211 meter diepte. De bewaarde informatie omtrent de aangeboorde karboonlagen (nauwelijks 40 meter) is erg beperkt: men kan aannemen dat ze tot het Westphalium C/D behoren maar hun preciese stratigrafische positie is niet bekend.

- Op de "Mijnkaart" (Delmer, 1963, pl. 3) wordt de toplaag van het Karboon in B. 64 op  $\pm$  450 meter boven de basis van het Westphalium C gesitueerd, weliswaar met de nodige reserves-(Fig. 7).

Als men B. 64 vergelijkt met de boringen van Neeroeteren-Rotem (110-113-117), dan leidt deze interpretatie tot het besluit dat het bovenste deel van het Westphalium C tot en met de Zandstenen van Neeroeteren plus alle eventuele jongere afzettingen van het Westphalium D op de plaats van B. 64 al verdwenen moeten geweest zijn vóór de Zechstein-transgressie. Omwille van de korte onderlinge afstand tussen B. 64 en 110-113-117 lijkt het logisch een intermediaire breuk te veronderstellen: deze "breuk van Rotem" moet dan reeds

ontstaan zijn vóór het Permo-Trias (SW-blok met 110-113-117 verzakt t.o.v. NE-blok met B. 64 !) en zou nadien in de omgekeerde zin gewerkt hebben (voor het bewaren van de Rode Gesteenten ten NE van de breuk).

- Als men de hypothese van Legrand toepast op deze situatie, dan zouden boringen ten noordoosten van de Breuk van Rotem onder het Permo-Trias een hogere karboonhorizont moeten treffen dan de hoogst gekende lagen op de "Horst van Neeroeteren-Rotem". De lagen zijn dan immers door de pre-Zechstein-erosie min of meer gelijkmatig geërodeerd ; zoals reeds vermeld is het contact Karboon/Perm op de Horst van Neeroeteren-Rotem nog niet gekend, en dus ook niet de jongste karboonlagen die er voor de Zechstein-transgressie gespaard bleven. In dat geval zouden de karboonlagen van B. 64 dus stratigrafisch boven de Zandstenen van Neeroeteren moeten liggen en dus behoren tot het Westphalium D i.p.v. C.

Bovendien zouden dan eventuele boringen in de Graben van Roermond overal ± dezelfde zeer hoge karboonzones moeten aantreffen onder het Permo-Trias weliswaar op verschillende diepten (door de latere verticale bewegingen langs de breuken), maar onafhankelijk van hun lokatie.

- In de veronderstelling dat de breuk reeds vóór de Zechstein ontstond en toen in dezelfde zin werkte als na de afzetting van Permo-Trias-Jura, zouden er theoretisch nog jongere karboonformaties moeten bewaard zijn dan de hoogste op de Horst van Neeroeteren-Rotem (die men overigens ook nog niet kent). Gezien de waarnemingen langs de Heerlerheidebreuk in het aangrenzende mijnveld van de voormalige Nederlandse Staatsmijn Maurits (cfr. I, 4) is deze mogelijkheid de meest waarschijnlijke.

We vermelden terloops dat het gasgehalte van de steenkoollagen in B. 64 zeer hoog is, en dat deze lagen op aanzienlijk grotere diepte liggen dan de lagen van de Horst van Neeroeteren-Rotem (± 500 meter en meer).

Voor de randbreuken van de eigenlijke Slenk van Roermond (Storing van Elen = Feldbiss e.a.) gelden dezelfde overwegingen als voor de Breuk van Rotem. Het is begrijpelijk dat men aanneemt dat ze opgetreden zijn tijdens het Tertiair (Oligoceen-Chattien), aangezien het Krijt mee is weggezaakt.

In het licht van voorgaande beschouwingen kan men zich nochtans afvragen of ook deze breuken niet reeds vroeger zijn ontstaan : zolang het tegendeel niet is bewezen kan men dit niet uitsluiten. Om dit punt op te lossen zou men het Karboon in de Graben moeten aanboren. De situatie in de Graben van Roermond is dus wel theoretisch interessant, maar de aanzienlijke dikte van de deklagen met de daarin begrepen Rode Gesteenten vormt een belangrijke praktische obstakel.

Ten zuidwesten van de Horst van Neeroeteren-Rotem, in de "Graben van Louwel", kan men de karboonlagen op heel wat geringere diepte verwachten dan in de Slenk van Roermond. Dit gebied is nog zo goed als volledig onbekend.

De grens tussen "Neeroeteren-Rotem" en "Louwel" wordt gevormd door een storing, waarvan de ligging slechts bij benadering is gekend (\*) ; volgens Delmer (1963) zou ze de noordelijke verlenging van de Breuk van Dilsen kunnen zijn. Deze storing vormt dus de scheiding tussen een gebied zonder Rode Gesteenten (Horst van Neeroeteren-Rotem) en een gebied waar de Rode Gesteenten gedeeltelijk van de pre-Krijt-erosie gespaard bleven.

Omtrent de dikte van het Permo-Trias en de stratigrafische positie van de top van het Karboon onder deze formatie zijn geen gegevens bekend. Boring 6 (Opglabbeek-Louwel, + 65 AP) noch B. 40 (Gruitrode-Ophoven, + 75,3 AP) werden tot in het Karboon doorgevoerd. In het meest zuidelijk gekende punt van de "Graben van Louwel" (= boring 6) werden onder het Krijt nog 42 meter Trias aangeboord, maar dit pakket is moeilijk stratigrafisch te situeren en bijgevolg is het niet bekend op welke diepte de basis van de Rode Gesteenten zich hier bevindt.

Voor wat de aanwezigheid van die lagen betreft, heeft de voormelde breuk dus een verzakt SW-massief t.o.v. het NE-blok (Horst van Neeroeteren-Rotem) ; dit is het resultaat van de werking van deze breuk na Trias/Jura. De cruciale vraag is nu of deze breuk al dan niet vroeger is opgetreden.

- Als ze pas zou ontstaan zijn na het Lias (stelling Legrand), dan moet het Karboon tot en met de nog niet gekende jongste lagen van de Horst van Neeroeteren-Rotem in de slenk van Louwel aanwezig zijn onder de Rode Gesteenten.
- Voor het geval dat de breuk vóór het Perm is ontstaan en werkte in de vastgestelde zin (SW-massief verzakt), dan zouden er ten zuidwesten van deze storing karboonzones te vinden zijn die nog (aanzienlijk?) jonger zijn dan deze van de Horst van Neeroeteren-Rotem. Het Karboon werd hier dan immers meer gespaard van de pre-Zechstein-erosie dan op de Horst van Neeroeteren-Rotem.

In beide gevallen is de situatie in de Slenk van Louwel dus interessant : de deklagen en vermoedelijk ook de Rode Gesteenten zijn hier niet abnormaal dik (althans veel minder dan in de Graben van Roermond), zodat het contact Karboon/Perm op redelijke diepte kan worden bereikt, en in het slechtste geval vinden we er dezelfde karboonlagen als in de boringen van de Horst van Neeroeteren-Rotem.

In de veronderstelling dat men in de Slenk van Louwel toch oudere karboonlagen onder het Permo-Trias zou treffen dan te Neeroeteren, dan kan men alvast besluiten dat de breuk tussen "Louwel" en "Neeroeteren-Rotem" vóór het Perm is opgetreden - gezien de korte onderlinge afstand (B. 6 is bvb. maar 4 km ten SW van B. 117) - , en dat ze nadien in de omgekeerde zin heeft gewerkt.

---

(\*) De boring 41 (uitgevoerd in 1902 voor rekening van de firma Société de Recherches L'Oeteren) dichtbij de dorpskom van Opoeteren, werd op een diepte van 152,40 m (- 102,90 AP) gestaakt, zodat men nog steeds niet weet hoever de "Horst" van Neeroeteren-Rotem westwaarts reikt.

Om de vermoede situatie in de Graben van Louwel beter te begrijpen beschouwen we een profiel langs de westergrens van de zone C1 (voormalige Reserve C), over de boringen 114-112-111 ; dit profiel wordt naar het noorden verlengd tot aan de boring 6 (Louwel).

De top van het Karboon (onder het Krijt) in het meest noordelijk gekende punt B. 111 (Niel-Rouwmortelsheide, + 88,30 AP) bevindt zich reeds op 362 meter boven de basis van het Westphalium C (Delmer, 1943 en 1963).

Volgens gegevens der seismische opsporingen snijdt een belangrijke storing ( $\alpha$  21) met verzakt NE-massief - mogelijk de noordelijke voortzetting van de Breukzone van Leut (tak C) in de kolenmijn Limburg-Maas te Eisdien - het beschouwde profiel tussen B. 111 en B. 6, op  $\pm$  2,5 km ten noorden van B. 111. Het afschuivingsbedrag ervan is onbekend (Fig. 8).

Als de lagen gelijkmatig blijven hellen (gemeten hellingen in B. 111 = gemiddeld 8-12°), dan ligt de top van het Karboon bij de storing al op 650 - 800 meter boven de basis van het Westphalium C. Aangezien thans nog niet is geweten of onmiddellijk ten noorden van deze breuk de Rode Gesteenten verschijnen, dan wel of ze tussen B. 6 en de breuk uitwijken, noch of deze breuk al bestond vóór de Zechstein-transgressie, is het ook niet mogelijk om de positie van de top van het Karboon voorbij de breuk precies vast te stellen, maar het ligt voor de hand dat in deze zone - al dan niet onder de Rode Gesteenten - steenkoollagen te vinden zijn die zeer hoog in de stratigrafische schaal moeten gesitueerd worden.

Verder gelden voor de storing  $\alpha$  21 dezelfde opmerkingen als voor de NE-breuk van de Slenk van Louwel.

Het feit dat volgens de boorgegevens het oppervlak van het Paleozoicum tussen B. 111 en B. 6 sterker zou hellen dan normaal doet veronderstellen dat deze breuk ook een post-Krijt werking heeft gekend. Dit feit werd ook al door Grosjean (1939) vermeld n.a.v. de boring 110 (Rotem-Schootshei) : uit het (regelmatig) verloop van de dieptelijn - 600 ten noorden van de boringen 30-10 in het westen en 110 ten oosten, blijkt een opvallende afbuiging van deze lijn naar het zuiden i.v.m. het abnormaal lage peil van de Krijtbasis in B. 6.

Grosjean schat de post-Krijt-sprong van de grensbreuken van de Slenk van Louwel op minstens 25-30 meter. Misschien is dit ook een aanwijzing voor het feit dat de breuken van het Kempens Bekken in noordelijke richting een sterkere en langer aanhoudende werking hebben gekend.

De meest aangewezen plaatsen voor boringen in het besproken gebied zijn ofwel het centrum van het noordelijk deel van de Reserve C (halverwege B. 65 en B. 6), waarbij de zuidwaartse uitbreiding van de Rode Gesteenten kan vastgesteld worden, ofwel vlakbij de oude boring 6 (basis van het Krijt op 671 m = - 606), omdat men daar alleszins zeker is van informatie betreffende de overgang Karboon/Rode Gesteenten (diskordantie of konformiteit, aanwezigheid en kenmerken van het Perm invgl. met B. 121 en B. 64, dikte en zuidwaartse uitbreiding van het Permo-Trias, stratigrafische positie van de top van het Karboon onder het Permo-Trias) en men daarbij vermoedelijk ook het ontstaan van de slenken en hun betekenis zal kunnen ophelderen.

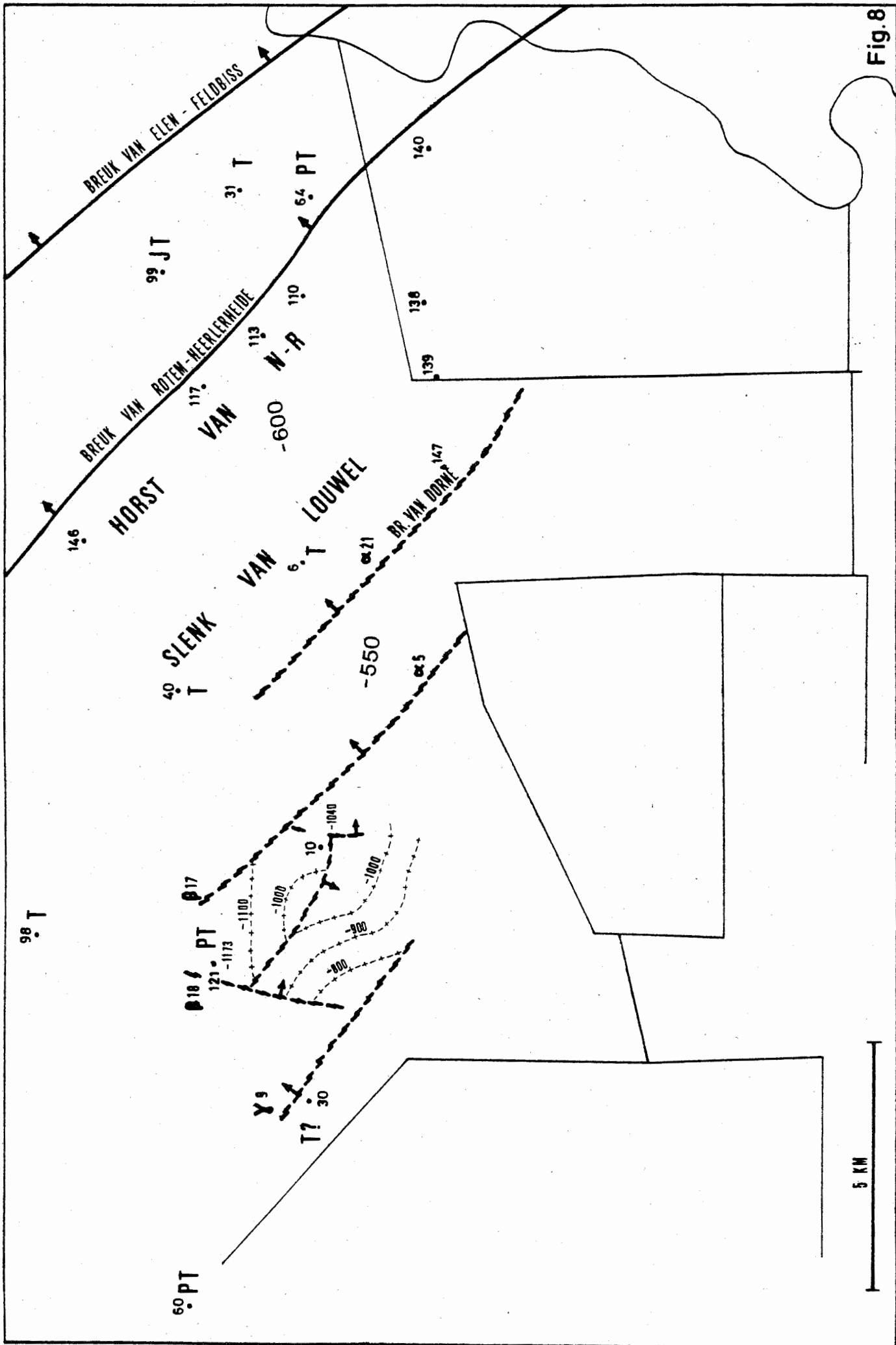


Fig. 8



### 3. Horst van Donderslag en aangrenzende gebieden.

---

De structuur van het steenkoolterrein ten noorden van de mijnconcessie der Luikenaren (Liégeois = Zwartberg) werd in de periode 1950-1960 onderzocht op advies van de Nationale Raad voor de Steenkolenmijnen (Fig. 8).

In dat gebied was door Grosjean (1949) op grond van de resultaten der oude boring 10 (Wijshagen-Donderslag, + 81 AP) een horststructuur vooropgesteld ("Horst van Donderslag") waar de zuidergrens van de Rode Gesteenten meer noordwaarts zou liggen dan in de aanpalende slenken ("Louwel" met B. 6 en "Kruisven" met B. 60), en waar het Karboon dus onmiddellijk onder het Krijt bereikbaar is.

Bovendien verwachtte men hier de aanwezigheid van lagen van het Boven-Westphalium C, toen pas ontdekt in de boringen van Neeroeteren-Rotem.

De boring 121 (Meeuwen-Bullen, + 73 AP) heeft deze perspectieven echter niet ingelost. Onder de dekterreinen (basis 704 m = - 631) werden 232 meter "Rode Gesteenten" aangeboord, die bij 936,50 m = - 863 op het Karboon rusten. De opeenvolging Karboon/Permo-Trias verloopt er blijkbaar zonder diskonformiteit (cfr. I, 2).

Het stratigrafisch niveau van de top van het Karboon kon door vergelijking met de ondergrondse werken in de kolenmijn van Zwartberg worden vastgesteld op  $\pm 300$  meter boven de basis van het Westphalium C, m.a.w. slechts even hoog als in de 4 km zuidelijker gelegen boring n° 116 (Wijshagen-Molenheide).

Door Delmer (1955) werd daarbij opgemerkt : "D'après les cotes auxquelles l'horizon marin de Maurage a été traversé dans les sondages n° 116, n° 115, n° 111, n° 112 et dans les travaux souterrains du siège de Zwartberg, la recoupe de ce même horizon au sondage n° 121 à 1152, 50 m (\*) indique un relèvement anormal de cet horizon vers le Nord. Au sujet de la position et de la direction du ou des accidents qui en seraient responsables, on ne possède aucune information en dehors de celles que fournissent les méthodes géophysiques". (\* Volgens de extrapolatie der gegevens van B. 116 verwachtte men de horizon van Maurage pas op 1500 m !).

Anders gesteld lijkt het er dus op dat de jongere karboonlagen (de zgn. Zone van Neeroeteren) in het centraal gebied reeds waren opgeruimd vóór de transgressie van het Zechstein (cfr. vergelijking B. 117-146-B. 121 in I, 2).

De resultaten van B. 121 zijn vooral merkwaardig als men ze konfronteert met deze van B. 10 (Wijshagen-Donderslag), gelegen op 3,2 km naar het zuidoosten. Deze boring heeft zeker jongere karboon zones doorlopen : over praktisch gans het profiel werd *Linopteris obligua* (subbrongniarti) aangetroffen terwijl dit fossiel slechts éénmaal wordt vermeld in B. 121 ! Delmer (1963) situeert de laag "M" van Zwartberg in B. 10 op 872 m = - 791, wat betekent dat de top van het Karboon (657,58 m = - 576) zich dan op  $\pm 470$  meter boven de basis van het Westphalium C zou bevinden. Het berekende peil voor de horizon van Maurage is - 1040.

Gezien het contactvlak Karboon/Perm hier dus oorspronkelijk nog hoger lag (want de pre-Krijt-erosie heeft het doen verdwijnen), is het duidelijk dat hier tijdens de pre-Zechstein-erosie aanzienlijk meer van het Karboon is gespaard gebleven dan te Meeuwen (B. 121). Volgens de gegevens van B. 121 en B. 10 is het verschil  $470 - 300 = 170$  meter, maar het zou ook veel groter kunnen zijn.

Steeds in de veronderstelling dat het Karboon vrijwel vlak lag bij de transgressie van het Zechstein, voert dit tot het besluit dat er zeer waarschijnlijk reeds normaalbreuken in het Karboon bestonden, zonder dat daarbij noodzakelijk diskonformiteit optrad met de nieuwe afzettingen na de erosie (blok met B. 10 verzakt t.o.v. blok met B. 121).

We merken daarbij op dat in B. 121 op 979 m diepte (tussen de top van het Karboon en de basis van het Westphalium C) een afschuivingsbreuk voorkomt. Volgens de interpretatie der seismische profielen in de omgeving (Bouckaert, 1961) : spronghoogte in Karboon : 80-90 meter, verloop  $\pm$  noordzuid, oostelijk blok verzakt. (Marien niveau Maurage op - 1173 tegenover - 1079 in de boring = westelijk schol) (Fig. 8).

De stratigrafische positie van de top van het Karboon op het onderste (= hoge) massief dat door de boring werd doorsneden (m.a.w. in het gebied ten westen van B. 121), is absoluut niet met zekerheid gekend en is afhankelijk van het moment waarop de breuk is ontstaan.

Eerste mogelijkheid : Als de breuk pas ontstaan is in het interval Lias-Krijt (stelling Legrand), dan volgt het Permo-Trias dezelfde Karboon-horizont op beide schollen, dus  $\pm$  300 m boven de basis van het Westphalium C. De dikte van het Permo-Trias op de westelijke (onbekende) schol is dan wel minder dan in de boring en bedraagt slechts 232 - 80 à 90 =  $\pm$  150 meter. Maar de top van het Karboon ligt dan hoger, namelijk op 936,50 - 80/90 =  $\pm$  850 meter. Dergelijke breuken zouden dus aanzienlijke denivellaties geven aan de top van het Karboon, waar dit door Rode Gesteenten is overdekt (Fig. 9 links).

Tweede mogelijkheid : Als de breuk ontstaan is vóór de transgressie van de Zechstein en men aanneemt dat de pre-Zechstein-erosie een quasi volledige afvlakking van het Karboon heeft bewerkt, dan is het Permo-Trias over beide schollen gelijkmatig afgezet. In dat geval ligt het Perm op de westelijke schol op een nog ouder karboonpeil dan in de boring (oostelijke schol), namelijk op 300 - 80/90 =  $\pm$  210 meter boven de basis van het Westphalium C. Het verschil in pre-Zechstein erosie met B. 10 wordt dan ook nog groter, nl. 470 tegenover 210 = 260 meter minimum (Fig. 9 rechts).

Men mag evenwel niet uitsluiten dat bij de tweede mogelijkheid de breuk gereactiveerd werd na het Lias (zoals de Breuk van Rotem). In dat geval is de totale verwerping in twee beurten ontstaan, zit er ook een sprong aan het Karboonoppervlak (zoals in geval 1, maar kleiner), en ligt de top van het Karboon tussen 210 en 300 m boven de basis van het Westphalium C.

Een onzekere faktor is voorlopig nog wel het afschuivingsbedrag van de breuk. De (afgeschoven) gesteenteserie tussen top Karboon (936,50) en de breuk op 979 m is slechts 42,50 m lang en bezit geen noemenswaardige kenmerken. De bovenvermelde spronghoogte van 80-90 meter werd afgeleid uit de korrelatie met B. 116 (Wijshagen - Molen), waarbij dan de top van het Karboon op  $\pm$  300 meter boven Maurage komt te liggen, maar het zou ook meer of minder kunnen zijn.

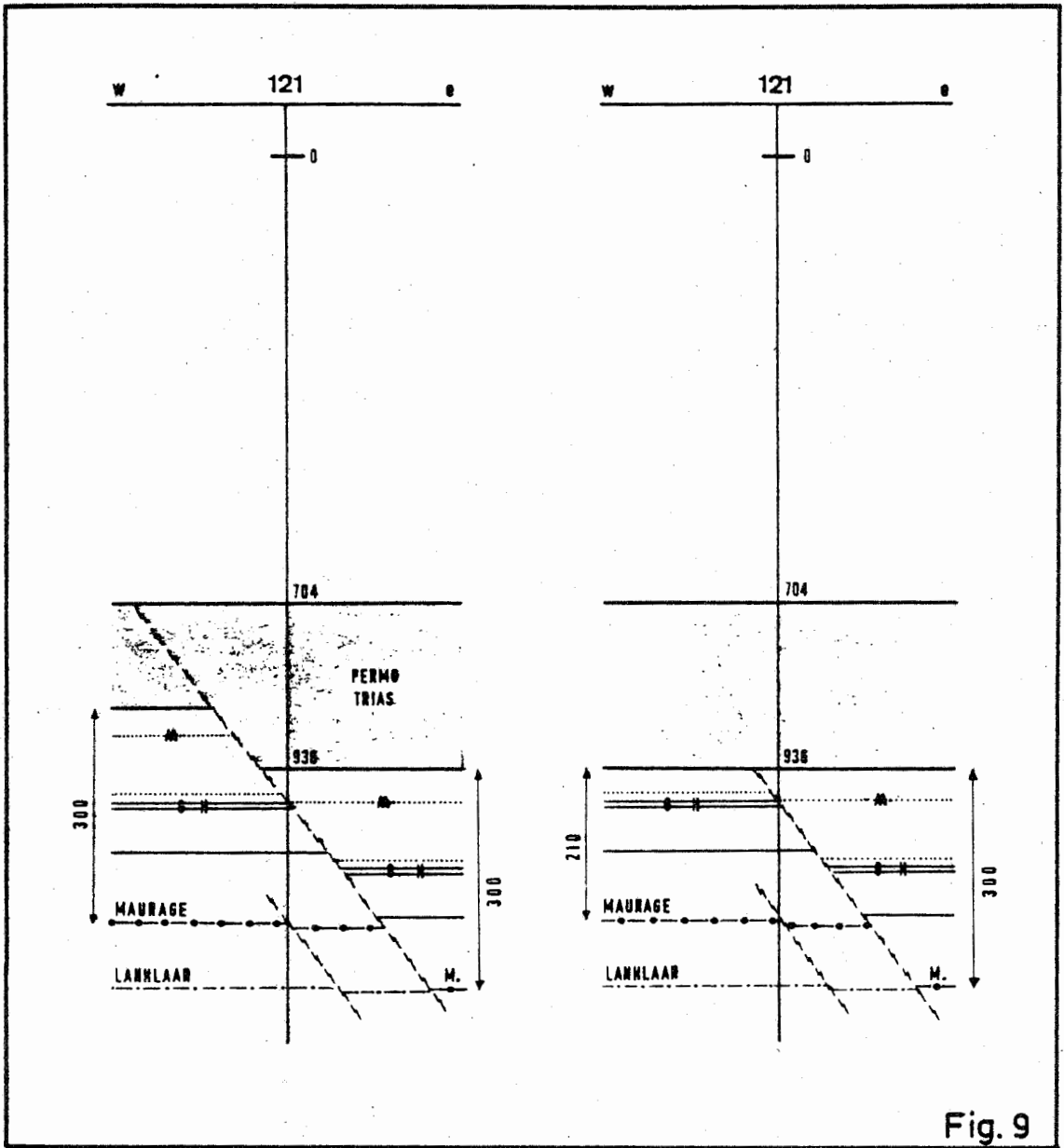


Fig. 9

Tijdens seismische campagnes van de Aardkundige Dienst ("Campine belge 1953/56") en van Cockerill ("Cockerill-Ougrée-Zwartberg 1959") werd o.m. getracht de uitbreiding der Rode Gesteenten te karteren (Rühmkorf, 1959). Naderhand kwam men echter tot het besluit dat de basis van het Permo-Trias geen duidelijke reflekties oplevert ; wat oorspronkelijk hiervoor werd aangenomen zou gewoon een horizon uit het Karboon zijn.

Steunend op de gekonstateerde konformiteit tussen Karboon en Permo-Trias in B. 121 stelt Bouckaert (1961) dat het Permo-Trias ongeveer een horizont van het Karboon volgt op  $\pm 300$  meter boven de basis van het Westphalium C. Samen met de interpretatie van de seismische profielen (o.m. op basis van de dieptelijnen van de horizon Maurage) leidt dit volgens voormeld auteur tot het besluit dat de Rode Gesteenten uitwijken tussen de boringen 121 en 10 (Fig. 10).

In het licht van bovenstaande bedenkingen i.v.m. de storing door B. 121 lijkt de konklusie dat het Permo-Trias een bepaalde karboonhorizont volgt echter voorbarig. Ook het resultaat van B. 10 wijst niet in die richting. Rekening houdend met de stratigrafische interpretaties, de strekking van de karboonlagen (N 60 W in het noorden van de kolenmijn van Zwartberg en N 78 W gemeten in B. 121) en de opgetekende hellingen in de boringen 121 (bovenste karboonlagen  $22^\circ$ ) en 10 ( $2 - 5^\circ$ ) is het erg waarschijnlijk dat tussen beide boringen een storing passeert (Massief B. 10 verzakt t.o.v. Massief 121), maar het is niet uit te maken of deze breuk ook de uitbreiding van de Rode Gesteenten naar het zuiden afsnijdt (Fig. 10).

Overigens kan het voorkomen van Rode Gesteenten ten zuiden van B. 10 niet a priori uitgesloten worden, met name zuidwaarts van de breuk 8 99, die de "horst" van de boring 10 begrenst (met een verwerping van 80 meter voor het zuidelijk blok)-(Fig. 8).

Het blijkt dus duidelijk dat het met de huidige informatie totaal onmogelijk is om de steenkolenreserve ten noorden van het centraal distrikt te schatten.

De zg. "Rijke bundel van Zwartberg" in de "Zone van Meeuwen" ( Delmer, 1955) is in B. 121 onvolledig : wegens het doorsnijden van de afschuivingsbreuk op 979 m ontbreken de lagen I tot M. Deze lagen zullen natuurlijk wel in de onmiddellijke omgeving aanwezig zijn : geheel of gedeeltelijk, naargelang de ouderdom van de breuk. De kolenreserve zou dus veel groter kunnen zijn dan blijkt uit het boorprofiel. Anderzijds zijn de lagen E tot G van Zwartberg wel aanwezig in B. 121, maar ze zijn van een veel minder interessante samenstelling dan in de ondergrond van de voormalige mijn van Zwartberg (Fig. 9).

Bijkomend seismisch onderzoek en een boring tussen B. 121 en B. 10 lijken aangewezen, zowel om de zuidwaartse uitbreiding van de Rode Gesteenten vast te stellen, als om na te gaan of er daar jongere karboonlagen dan in B. 10 te vinden zijn. Daarbij kunnen ook de formaties die in B. 10 werden aangeboord met meer zekerheid stratigrafisch worden gesitueerd en kan de draagwijdte van het extravagante resultaat van B. 121 geëvalueerd worden.

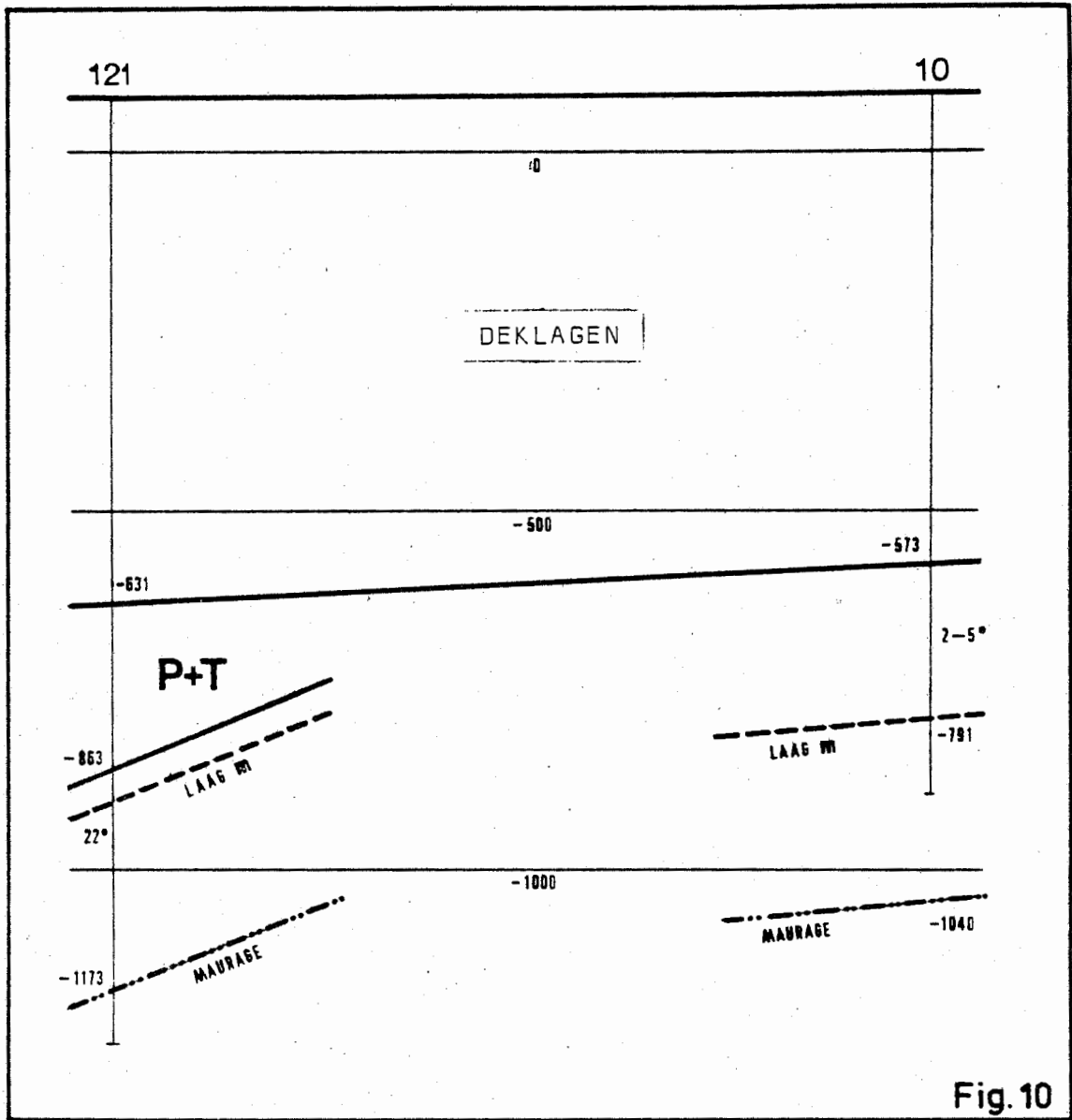
In het oostwaarts daarop aansluitende gebied (grosso modo het oostelijk deel van de "Concession des Liégeois"), gelegen tussen de belangrijke storing  $\alpha$  5/ $\beta$  17 (breuk die passeertten oosten van B. 10 en verder tussen B. 115/111 en tussen 111/112) en de reeds vermelde Breuk van Dorne ( $\alpha$  21) is nog geen enkele boring uitgevoerd ; de informatie komt uitsluitend van de seismische campagne "Campine belge 1953/56", maar gezien de reserves i.v.m. de interpretatie van de basis der Rode Gesteenten is het niet geweten hoever zuidelijk deze formaties hier reiken en is een nieuw onderzoek noodzakelijk. De gegevens van de boringen 115 (Opplabbeek-Baan naar As) en 111 (Niel-Rouwmortelsheide) kunnen hiervoor als basis dienen.

B. 115	+ 78,99	AP	Top Karboon : 566,78 (- 487)	Maurage : - 736
B. 111	+ 88,30	AP	Top Karboon : 568,40 (- 480)	Maurage : - 842

Op het kaartje (Fig. 8) werden de dieptelijnen van de Horizon van Maurage aangeduid volgens de gegevens der boringen (Delmer, 1946) en volgens de seismische prospecties (interpretatie Bouckaert, 1961). Zoals reeds vermeld ligt de Karboon-toplaag in B. 111 al op 362 meter boven de Maurage-horizon. Afhankelijk van de verspreiding en de dikte der Rode Gesteenten kunnen hier dus eveneens jonge lagen van het Boven-Westphalium C aanwezig zijn.

Gezien de veronderstelde werking van de breuken nà het Lias (analoog met de Breuk van Rotem) is de dikte van de Rode Gesteenten in de tektonische blokken moeilijk te bepalen. Deze dikte is afhankelijk van de kanteling van de blokken en van de eventuele konformiteit of diskordantie tussen Karboon en Permo-Trias (Fig. 9). Bij eventuele pre-Perm -breuken die niet gereactiveerd werden, zou de dikte van het Permo-Trias aan weerszijden van de breuken ongeveer gelijk zijn.

De dikte van de deklagen (met Permo-Trias) kan dus al dan niet snel toenemen, met de daaraan verbonden nadelige invloed op de ontginbaarheid. Het is nog de vraag of seismisch onderzoek, naast het aflijnen van de tektonische blokken (met of zonder Permo-Trias), ook aanwijzingen zal geven omtrent de dikte van de Rode Gesteenten boven het Karboon. In het negatieve geval zouden er talrijke boringen nodig zijn in het gebied met Permo-Trias om de ontginbaarheid van het Karboon te evalueren (diepteligging). Het blijkt hier alweer duidelijk dat het vaststellen van de ouderdom der breuken en hun eventuele reaktivatie een elementaire noodzaak vormt om het onderzoek verder te oriënteren.



#### 4. Slenk van Kruisven - Horst van Grauwensteen - Provincie Antwerpen.

---

Het profiel van de 7 km meer westwaarts gelegen boring 60 (Helchteren-Kruisven, + 73 AP) vertoont een opvallende gelijkenis met dat van B. 121 (Meeuwen). Onder de krijtbasis op 713 m (- 640) werd Trias-Bont zandsteen en Perm aangetroffen; de top van het Karboon ligt op 887,5 m (- 813,5). De dikte (24 meter) en de lithologische samenstelling van het Perm komen zeer goed overeen met die van de gelijknamige formatie in B. 121. Dit is ook voor de Bontzandsteen het geval.

Volgens Delmer (1963) zou de top van het Karboon zich stratigrafisch op  $\pm 350$  meter boven de basis van het Westphalium C bevinden. De aard van het contactvlak Karboon/Perm werd reeds besproken in I, 2.

In B. 30 (Meeuwen-Biesenven, + 77 AP), zowat halverwege tussen B. 60 en B. 121 maar 2 km zuidelijker, ligt tussen Krijt en Karboon (top op 670 m = - 593) een pakket van een tiental meter rood- en bontkleurige zandige gesteenten, die klaarblijkelijk tot de Trias-Bontzandsteen behoren.

Als gevolg van de vage aanduidingen in het boorregister blijft de interpretatie van dit gegeven onzeker.

Stainier (1943) beschouwt deze gesteenten als min- of meer konkordant op het Karboon gelegen Bontzandsteen; het Perm zou dan ontbreken (als gevolg van pre-Trias-erosie).

Andere geologen (o.m. Grosjean, 1936 en 1949) interpreteren de rode en witte zandstenen als remanieringsprodukten aan de basis van het Krijt, waarbij ze zich vooral baseren op de aanwezigheid onder deze formatie van een vijftal meter groenachtige (Hervense ?) zanden, althans volgens de boorbeschrijvingen.

Al is deze kwestie niet opgelost, zeker is nochtans dat de zuidgrens van de Rode Gesteenten vlakbij B. 30 passeert.

Een argument hiervoor kan worden afgeleid uit de stratigrafische interpretatie van het Karboon (Bouckaert, 1961): de toplaat zou op  $\pm 300$  meter boven de basis van het Westphalium C liggen (laag M/Zwartberg op 688 m, Horizon Mauge op  $\pm 952 = - 875$ ).

In voorkomend geval zou het stratigrafisch niveau van de top van het Karboon in B. 60, B. 121 en B. 30 vrijwel overeenstemmen. De konkordante (?) overgang Karboon/Perm zou bijgevolg in dit gebied grosso-modo op dezelfde karboonhorizont liggen en de dagzoom van de Permbasis loopt dan op een korte afstand ten noorden van B. 30 (waar een deel van de verderopgelegene Trias-Bontzandsteen-formatie door de Krijtzee over het Karboon werd afgezet).

Wat de eerste konklusie betreft verwijzen we naar de reserves die daarvoor blijven gelden (cfr. interpretatie van de breuk in B. 121), zolang geen nadere informatie is bekomen omtrent het ontstaan en de werking van de breuken.

Bovendien berust de stratigrafische interpretatie van het Karboon in de boringen 60 en 30 op zeer summiere aanduidingen, terwijl het stratigrafisch niveau van de karboontoplaag in B. 121 al evenmin met zekerheid is vastgelegd.

De zuidelijke begrenzing van de Rode Gesteenten tussen B. 60 en B. 19 (Helchteren - Grote Baan, + 60 AP) is steeds aanleiding geweest tot discussie.

Ook het experimentele seismisch onderzoek van de Seismograph Service Ltd ("Belgium Campine", 1950) heeft hierover geen duidelijkheid verschaft.

In B. 19 wordt de top van het Karboon (640,5 m = - 575) overdekt door Krijt ; deze boring ligt op 4 km ten zuidwesten van B. 60, waar het Permo-Trias nog een dikte van 174 meter heeft.

Bij de Seismische prospectie "Kolenmijnen van Limburg 1961" (Seismos n° 1295) heeft men de breukzone van Zwartberg doorheen de voormalige "Reserve B" (thans zone B1) naar het noordwesten kunnen vervolgen ; deze storing zal hoogstwaarschijnlijk tussen B. 60 en B. 19 passeren.

De interpretatie van de Karboonlagen in deze boringen wijst ook in die richting. De stratigrafische positie van B. 19 bleef lange tijd onopgehelderd. Voortgaande op de ondergrondse werken in de kolenmijn Voort (Helchteren-Zolder-Houthalen) gaat het om lagen van de "zone van As" en bevindt de horizon van Quaregnon zich op  $\pm 885$  m = - 825 (theoretisch peil) ; datzelfde niveau ligt bij B. 60 theoretisch op  $813 + 350$  (Zone van Meeuwen) + 250 (Zone van Eihenberg) + 300 (Zone van As) = - 1725 meter. Dit betekent een helling van  $\pm 13^\circ$  voor dat niveau tussen beide boringen.

Inachtgenomen de gekonstateerde hellingen in de Boorkernen ( $4-6^\circ$  in B. 60 en  $5-10^\circ$  in B. 19) en de strekking van de lagen in dit deel van het bekken (E-W tot WNW-ESE) - in de richting B. 19 - B. 60 is de helling dus geringer dan de hellingen in de boringen - verloopt er tussen beide boringen een storingszone waarvan het totale verwerpingsbedrag (noordoostmassief verzakt) aan de hand van Fig. 11 kan geschat worden. Of deze breuk ook de zuidgrens van de Rode Gesteenten vormt is afhankelijk van de (dis)konformiteit Karboon/Permo-Trias en ook van de positie van de breuk tussen B. 60 en B. 19.

Het is wel erg onwaarschijnlijk dat er ten zuiden van deze breuk nog Rode Gesteenten aanwezig zijn. Indien ze de uitbreiding van de Rode Gesteenten afsluit, dan is het duidelijk dat ze post-Jura heeft gewerkt en bijgevolg vergelijkbaar is met de Breuk van Rotem. Dit betekent echter nog niet dat ze pas dan ontstaan is (cfr. I, 4).

Een vergelijking tussen B. 60 en B. 19, m.a.w. tussen de gebieden ten NE en ten SW van de storing, leidt tot volgende vastellingen (Fig. 11) :

- Algemeen : SW-blok minstens evenveel pre-Zechstein-erosie als NE-blok ; geen pre-Krijt-erosie van het Karboon op het NE-blok, wel ten SW van de breuk.
- Indien de breuk reeds actief was voor de Zechstein (NE-blok verzakt) : SW-blok tot op lagere karboonhorizon geërodeerd, dus Permo-Trias op verschillende karboonhorizont langs weerszijden van de breuk (\*) ; post-Lias verdere zakking van het NE-blok voor de bewaring van de Rode Gesteenten.
- Indien de breuk pas na het Lias actief werd : ongeveer evenveel pre-Zechstein-erosie op beide blokken, dus Permo-Trias op  $\pm$  dezelfde karboonhorizont (\*) ; de pre-Krijt-erosie op het SW-blok moet dan veel aanzienlijker geweest zijn dan in het eerste geval (op relatief kortere tijd) ; het totale afschuivingsbedrag van de breuk heeft zich ook in één keer gemanifesteerd.

---

(\*) Hierbij moet men rekening houden met het ontstaan van de noordhelling der karboonlagen (cfr. I, 3).



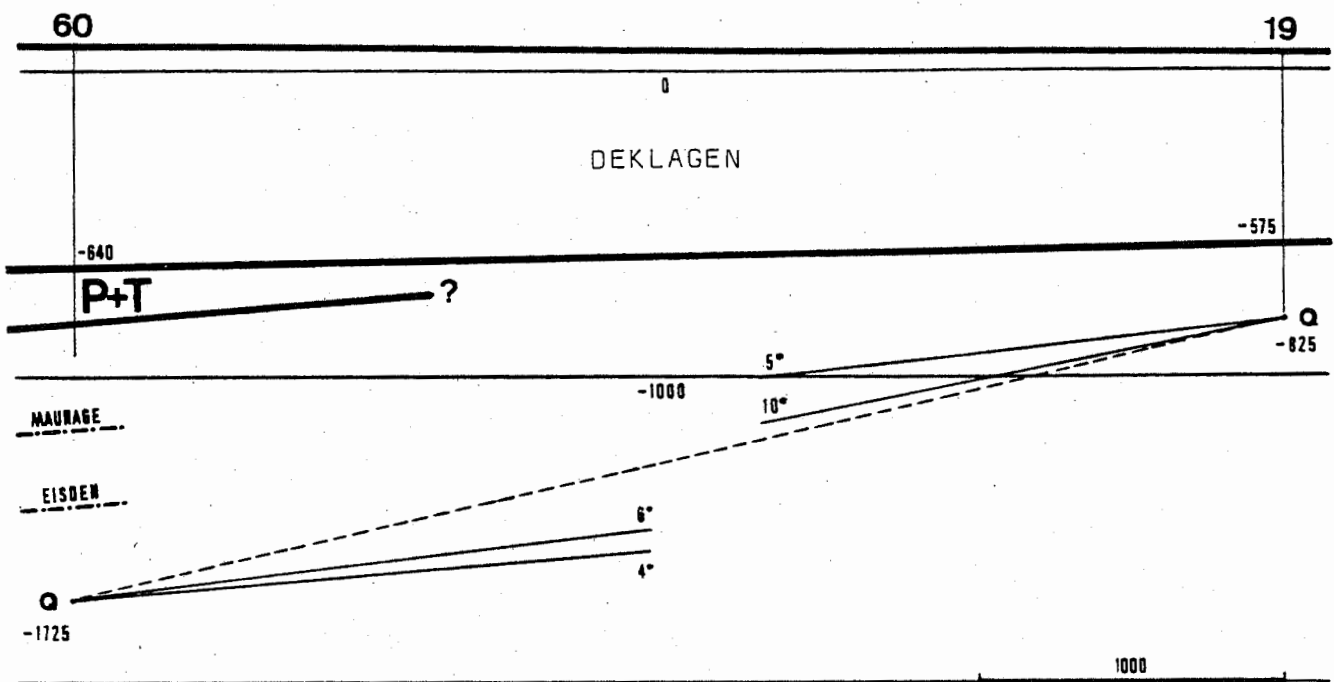


Fig. 11

De resultaten van B. 60 wijzen er op dat de erosie van het Karboon in dat gedeelte van de Kempen al tot op ongeveer 350 meter boven de basis van het Westphalium C was gevorderd vóór de Zechstein-transgressie.

Kan men deze konklusie uitbreiden over een groter gebied, m.a.w. was dit meer westelijk en noordelijk ook al het geval ?

Het ligt voor de hand dat er daar alleen jongere karboonzones te vinden zijn indien er - in weerwil van de thans beschikbare gegevens - toch een diskonformiteit bestaat tussen Karboon en Permotrias en/of de breuken ontstonden vóór de pre-Zechstein-erosie, waarbij in de slenkzones jonger Karboon kon bewaard blijven.

Omgekeerd : indien er ten noorden en noordwesten van B. 60 jongere karboonzones onder de Rode Gesteenten gevonden worden, betekent dit dat de breuken van pre-Zechstein-ouderdom zijn of dat er geen konformiteit bestaat tussen Karboon en het Permo-Trias (dat laatste kan uiteraard in de eventuele boringen vastgesteld worden).

Ten zuidwesten van de vermelde breuk zijn er in elk geval nergens jongere karboonzones dan in B. 60, want daar heeft ook de pre-Krijt-erosie het Karboon nog geraakt (zie verder B. 124, 107, 120, 129).

Enkele bijkomende opmerkingen :

- De breukzone van Zwartberg vertoont in de omgeving van Zwartberg-Waterschei een sprong in de krijtbasis van  $\pm 10$  meter. Ook in het besproken gebied zou dit het geval kunnen zijn, vermits de spronghoogte van de breuk in noordwestelijke richting schijnt toe te nemen.
- Het abnormaal lage peil van de krijtbasis ter hoogte van B. 19 zou ook in verband kunnen gebracht worden met een dergelijke sprong aan het karboonoppervalk (bvb. langs een breuk ten zuiden van B. 19). Het is van belang voor latere ontginningen in dit gebied deze onregelmatigheid nader te onderzoeken. (zoals bvb. indertijd de veiligheidsboring 104 te Waterschei-Horenszee, concessie André Dumont, ten noordoosten van de breukzone van Zwartberg).

In de periode 1949-1958 werden door de kolenmijn van Beringen een drietal verkenningsboringen uitgevoerd in de voormalige Staatsreserve A, op de zgn. "Horst van Grauwensteen" (Grosjean, 1949), die westwaarts aansluit op de "Slenk van Kruisven" (= boring 60).

De meest oostelijke van deze drie boringen, B. 124 (Hechtel-Kamp, + 60,73 AP) bereikte op 764,38 m = - 703,80 het Karboon rechtstreeks onder het Krijt (in B. 118 = Leopoldsburg en B. 125 = Beverlo-Beau Marais was dit uiteraard ook het geval) ; de toplaag van het Karboon ligt er op nauwelijks 90 meter boven de horizon van Maurage, niettegenstaande deze boring 8 km ten noordwesten (N 56° W) van B. 60 ligt.

Dit is een duidelijke illustratie voor de afbuiging van de karboonlagen naar het noordwesten : de strekking die  $\pm$  E-W is in het gebied van Hout-halen evolueert naar SSE-NNW in de omgeving van Beringen-Koersel.

Volgens de profielen van de seismische campagne "Campine belge 1953/56" (Seismos, verslag n° 881) verloopt er 1 km ten oosten van B. 124 een belangrijke storing ( $\alpha'2$ ) die daar de zuidwestelijke grens van de Rode Gesteenten vormt ; deze storing zou aansluiten bij de breuk die tussen B. 19 en B. 60 loopt (Delmer, 1963).

Gezien de orientatie van de afzetting hier vermoedelijk min of meer gelijklopend is met de strekking van de lagen in het noordoosten van de kolenmijn Beringen (zie hierboven) heeft de storing hier een longitudinaal verloop. De top van het Karboon zal langs de SW-zijde op ongeveer 250 meter boven de Maurage-horizon liggen.

Een boring ten oosten van deze storing (bvb.  $\pm$  2 km ten ENE van B. 124) zou diverse interessante resultaten opleveren om het onderzoek verder te oriënteren :

1. de aard van het contactvlak Karboon/Perm (konformiteit of niet).
2. de dikte van de Rode Gesteenten (te vergelijken met B. 60) en de toename daarvan in noordoostelijke richting ; zie ook de punten 4 en 5.
3. de stratigrafische positie van de top van het Karboon (belang van de pre-Zechstein-erosie).
4. de verwerping van de breuk (voor de top van het Karboon = dikte van de Rode Gesteenten, en voor het stratigrafisch niveau der karboonlagen).
5. de rijkdom en de exploiteerbaarheid van het ganse gebied ten noordwesten van de breuklijn.

De punten 3 en 4 vragen enige toelichting.

Aangezien in B. 124 geen Rode Gesteenten werden aangeboord, is een vergelijking tussen de pre-Zechstein-erosie (= vlak waarop de Rode Gesteenten werden afgezet) aan weerszijden van de breuk niet mogelijk : het karboonoppervlak langs de SW-zijde is immers een Krijt-abrasievlak. Om dezelfde reden kan ook het ontstaansmoment van de breuk niet vastgesteld worden (slechts langs één zijde Rode Gesteenten op het Karboon).

Men kan nochtans op deze situatie de volgende redenering toepassen (cfr. vergelijking B. 19 - 60), toegelicht aan de hand van een cijfervoorbeeld (Fig. 12). We gaan uit van de veronderstelling dat er ten SW van de breuk  $\pm$  250 meter Westphalium C onder het Krijt bewaard bleven ; ten NE van het breukvlak zouden er nog 300 meter (van de oorspronkelijke 800 meter) Rode Gesteenten aanwezig zijn en zou de top van het Karboon er stratigrafisch hoog liggen (bvb. op 600 meter boven de basis van het Westphalium C).

- Wanneer de breuk na het Lias ontstaan is, bleef er ten SW ook 600 meter Karboon bewaard, en blijft de pre-Krijt-erosie daar 800 m. Permo-Trias + 350 m Karboon (600 - 250 restant) = 1150 meter moeten wegwerken op een vrij korte periode, terwijl de breuk zelf een enorme verwerping van 650 meter zou hebben (in één keer ontstaan, vóór de erosie).
- Indien de breuk vóór de Zechstein-transgressie ontstaan is en in dezelfde zin werkte ná de afzetting van de Rode Gesteenten (cfr. het analoge geval van de Breuk van Heerlerheide = Rotem in het Maurits-mijnveld, Fig. 6), is er van het Karboon vóór de Zechstein-transgressie al een aanzienlijk deel geërodeerd langs de SW-zijde (evenredig aan het afschuivingsbedrag van de breuk). Na een nieuwe zakking van het NE-blok (post-Lias) werd dan

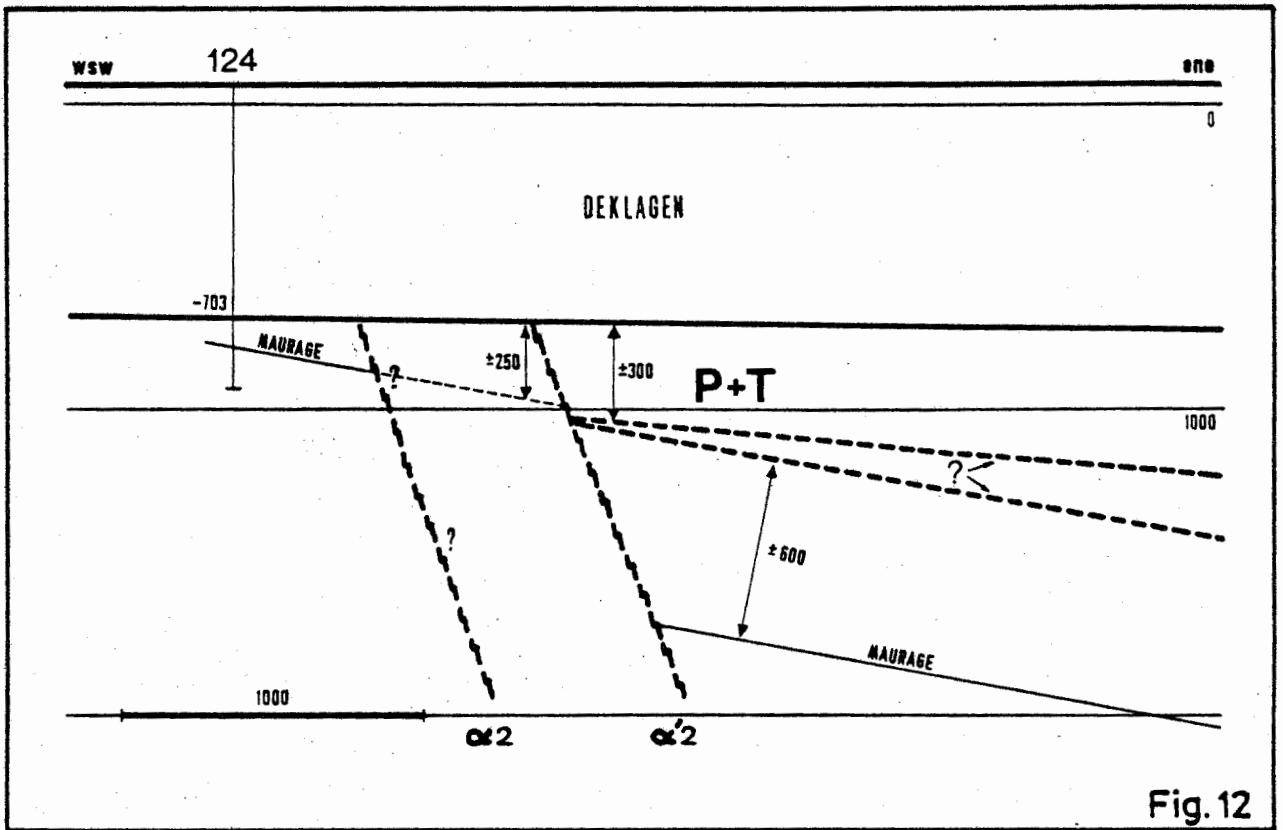


Fig. 12

de totaliteit van de Rode Gesteenten plus nog een deel van het Karboon verwijderd tot op 250 meter boven Maurage. Ook in dat geval is de totale spronghoogte van de breuk 650 meter.

Het probleem van de kanteling (noordhelling) van de lagen moet hierbij nog wel opgelost worden : een nauwkeurige studie van het contactvlak Karboon/Perm en de lagen van de Bontzandsteen in de boring is daarom onontbeerlijk. Verder kan de eventuele recente werking van de breuk (post-Krijt) de geschetste situatie compliceren..

Men kan de cijfers aanpassen al naargelang de resultaten van de boring ; uit beide gevallen blijkt nochtans vooral dat het erg onwaarschijnlijk is dat er ten oosten van de breuk nog jong karboonzones (aanzienlijk jonger dan in B. 60) bewaard bleven : het verwerpingsbedrag van de breuk zou op korte afstand sterk moeten toegenomen zijn. Ten vergelijking : tussen B. 60 en 19 zou de sprong in het Karboon maximaal 300-400 meter kunnen bedragen (Fig. 11).

Alleen in het geval van een diskonformiteit tussen Karboon en Perm of ingeval van het ontstaan der breuken vóór het Perm blijft de mogelijkheid van het behoud der jonge karboonzones open in dit gebied.

Meer noordwestwaarts is de informatie uiterst schaars. De zuidergrens van het Permo-Trias verloopt ten noordoosten van boring 107 (Mol-Ginderbuiten, + 30 AP), waar de bovenste karboonlagen tot de Zone van As worden gerekend, met de top (893 m = - 863) op  $\pm$  300 meter boven de mariene horizon van Quaregnon. Deze boring ligt 15 km NW (N 46 W) van B. 124.

In de boring 120 (Turnhout-Zwemdok Kursaal, + 29,20 AP), 19,2 km ten NW (N 44 W) van B. 107 ( $\pm$  in het verlengde van de lijn 124-107), ligt de top van het Karboon (1000,50 m = - 971,30 AP) stratigrafisch nog veel lager, namelijk in de zone van Beringen, op  $\pm$  650 meter onder de Horizon van Quaregnon.

In de omgeving van Loenhout (Boringen 129, 135, 141 t/m 145), nogmaals  $\pm$  19 km ten NW van B. 120, is van het Boven-Karboon slechts een stuk Namurium overgebleven : in B. 129 (Heibaart 1 en 1 bis, Petrofina-SCREM, + 23,4 AP) ligt de top van het Karboon op 1052 m = - 1029, terwijl de kolenkalk (Dinantium) reeds werd bereikt op 1138 = - 1115 meter.

Niettegenstaande al deze boringen veel noordelijker liggen dan deze van Leopoldsburg-Hechtel (B. 118-124-125) vindt men in die richting dus lagere karboonhorizonten onder het Krijt. De Rode Gesteenten zijn hier uiteraard volledig weggeërodeerd.

De vraag blijft echter gesteld op welk karboonniveau deze formaties hier ooit werden afgezet. Indien er voor de Zechstein-transgressie maar evenveel Karboon geërodeerd werd als in het gebied van Neeroeteren of (dichterbij) Meeuwen-Helchteren, dan moet de erosie op de vrij korte termijn tussen Boven-Jura en Krijt hier fenomenaal zijn geweest. In het noordelijk gelegen Turnhout bvb. zou in die periode, naast de volledige Rode Gesteenten, ook nog minstens 2100 meter van het Karboon moeten weggeërodeerd zijn.

Hetzelfde geldt vanzelfsprekend in nog grotere mate voor het hele aanpalende zuidelijke gebied, en met name voor Brabant.

Het lijkt logisch te veronderstellen dat de pre-Zechstein-erosie hier reeds veel van het Karboon heeft doen verdwijnen, nadat dit gebied tijdens de asturische fase van de variscische bergvorming een eerste opstuwing had ondergaan, gepaard gaande met het ontstaan van breuken of de aktievering van reeds in het karboonsubstratum aanwezige breukstructuren, waarbij na erosie de nieuwe afzettingen (Rode Gesteenten) in zuidelijke en westelijke richting op steeds lagergelegen karboonhorizonten kwamen te liggen. Het is dan mogelijk dat de Rode Gesteenten in westelijke richting ook minder dik waren dan in het oostelijk deel van het bekken, waar ze minstens 850 meter dikte bereikten.

De orientatie van de karboonlagen, zoals die thans tot uiting komt op de dieptelijkenkaart van de gidshorizonten zou dan reeds in aanleg aanwezig geweest zijn voor de Zechstein-transgressie.

Het sedimentatiepatroon in de sekundaire afzettingen (Boven-Trias, Lias-Dogger-Malm enz.) van Nederland, door Patijn (1963 a en b) afgeleid uit de opsporingen van de N.A.M. in de provincie Noord-Brabant, kunnen dan verklaard worden door nieuwe opwaartse bewegingen van het Brabants Massief, die in het Kimmeridge hun hoogtepunt bereikten, en waarbij de nieuwe afzettingen ten zuiden van de gereactiveerde grote breuken grotendeels verwijderd werden.

### SLOTBESCHOUWING

=====

Het is verrassend om vast te stellen dat in een vrij eenvoudige geologische structuur als het Kempens Bekken (monoklinaal) enkele fundamentele kwesties tot op heden onopgelost zijn gebleven.

Hoewel de thans beschikbare informatie nog erg beperkt is, kunnen uit de combinatie van de vaststellingen i.v.m. de lokale situaties (§ II) toch ook enkele algemene konklusies worden getrokken om het onderzoek verder te oriënteren.

De samenhang tussen de opwelling van de Antikline van Brabant, de vorming van het breukenpatroon en de selektieve erosie van de Karboonlagen komt daarbij duidelijk naar voor.

In overeenstemming met de voorzichtige hypothese van Grosjean (1937) kan men stellen dat de opwelling van het Brabants Massief de tektoniek van het Kempens Bekken wezenlijk heeft beïnvloed. Gezien het aanzienlijke verschil in pre-Zechstein-erosie over tamelijk korte afstanden ligt het voor de hand het ontstaan van de breuken vóór de afzetting van de Permische gesteenten te situeren : de bewaring van relatief jonge karboonlagen in de toen gevormde slenken hangt daarmee samen. Of het Kempens breukenpatroon moet beschouwd worden als een reaktivatie van een reeds in het substratum aanwezig net blijft een open vraag.

Tussen de storingen van het Kempens Bekken en de randbreuken van de Graben van Roermond schijnt er geen reëel verschil te bestaan. De belangrijkste storingen hebben na het Lias een herleving gekend, waarbij ook tegengestelde sprongen optraden. Deze nieuwe bewegingen zullen ook ten noorden van het centraal en westelijk distrikt van het bekken een belangrijk effect hebben op de dikte van de deklagen (inklusief de Rode Gesteenten).

Het is zeer waarschijnlijk dat de erosie voor de Zechstein-transgressie in westelijke en zuidelijke richting reeds veel verder gevorderd was dan in het noordoosten van het bekken. In tegengesteld geval zou in die streken de pre-Krijt-erosie fenomenaal moeten geweest zijn in vergelijking met de noordoosthoek en de Slenk van Roermond.

Hoe de overgang tussen het Karboon en de Rode Gesteenten precies verloopt zal nog verder moeten uitgemaakt worden. De konklusie dat het Perm een bepaalde karboonhorizont volgt is voorbarig : eenzekere diskordantie (zoals in Nederlands Limburg) kan niet uitgesloten worden geacht, waarbij er tussen de tektonische blokken aanzienlijke stratigrafische verschillen zullen voorkomen, met een belangrijke weerslag op de aanwezige kolenreserves.

Dat er in het noordoosten van het bekken onder de Rode Gesteenten nog aanzienlijk jongere karboonlagen aanwezig zijn dan de tot dusver aangeboorde op de Horst van Neeroeteren-Rotem ligt in de lijn van voormelde konklusies : dit slaat niet alleen op de Graben van Roermond maar ook op de Slenk van Louwel, waar de Rode Gesteenten en de jongere deklagen overigens een veel geringere dikte bezitten. Om deze jongere lagen stratigrafisch te kunnen situeren is het gewenst dat de relatie tussen de Zone van Neeroeteren en de gekende profielen van het Westphalium C wordt opgehelderd.

Uit deze beschouwingen blijkt duidelijk het geologische en economisch belang van diepboringen in de zones waar het karboon door de Rode Gesteenten is overdekt.

Het verzamelen van nieuwe gegevens omtrent de diskordantie Karboon/Perm is, samen met het definitief ophelderen van de ouderdom der breuken, van elementair belang om tot een klaardere kijk te komen op de rijkdom en de structuur van dit gebied en meteen op de valorizatie van de daar aanwezige steenkoolreserves.



BIBLIOGRAFIE

=====

ASGB : Annales de la Societé géologique de Belgique

BSBG : Bulletin de la Societé belge de Géologie

AMB : Annales des Mines de Belgique

ANTUN P. (1954)

Le Permien, le Trias et le Jurassique du Nord-Est de la Belgique, in  
P. FOURMARIER : Prodrôme d'une description géologique de la Belgique  
Vaillant-Carmanne, Liège, p. 377-384

BELGISCHE GEOLOGISCHE DIENST - Archieven (boorprofielen)

BLESS M.J.M. (1973)

The history of the Finefrau Nebenbank Marine Band (Lower Westphalian A)  
in South Limburg (the Netherlands). A case of interaction between Paleogeography, Paleotectonics and Paleoeecology.

Mededelingen Rijks Geologische Dienst, N.S. 24, p 57-103.

BLESS M.J.M., BOUCKAERT J., CALVER M.A., GRAULICH J.M. en PAPROTH E. (1977)

Paleogeography of Upper Westphalian deposits in NW Europe with reference  
to the Westphalian C North of the mobile Variscan belt.

Mededelingen Rijks Geologische Dienst, N.S. 28 (5), p. 101-127.

BLESS M.J.M. en STREEL M. (1976)

The occurrence of reworked miospores in a Westphalian C microflora from  
South Limburg (the Netherlands) and its bearing on paleogeography.

Mededelingen Rijks Geologische Dienst, N.S. 27 (1), p. 1-39.

BOUCKAERT J. (1961)

Seismisch Onderzoek in de Concessie Cockerill-Ougrée, Zwartberg (1959-1960).  
Vermoedelijk verloop der Isohyphen van de Horizon van Maurage

Aardk. Dienst van België, Intern Rapport dd. 17.3.61, 1 blz. en kaart.

DELMER A. en FONTAINAS S. (1943)

Quelques précisions stratigraphiques sur le Westphalien de la Campine  
orientale. Le niveau marin de Lanklaar.

BSBG, t. LII, p. 124-131.

DELMER A. (1946)

L'horizon de Maurage (Petit-Buisson) en Campine

BSBG, t. LV, p. 146-151.

DELMER A. (1955)

Le terrain Houiller au sondage N° 121 (Meeuwen-Bullen). Le Westphalien C  
en Campine

BSBG, t. LXIV, p. 222-252.

DELMER A. (1963)

Mijnkaart van het Kempens Kolenbekken (kommentaar en 14 platen)

AMB, juni 1963, p. 739-754.

- DE SITTER L.U. en medewerkers (1949)  
Eindverslag van het Geofysische Onderzoek in Z.O. Nederland, door de Geofysische Dienst der Staatsmijnen.  
Mededelingen Geologische Stichting, Serie C1-3-N° 1, 372 blz.
- GRAULICH J.M. (1953)  
Sur la présence d'un caillou de granite dans le Trias de la Campine  
BSBG, t. LXII, p. 88-89.
- GROSJEAN A. (1936)  
Première ébauche d'une carte structurale du gisement houiller de la Campine limbourgeoise.  
Mémoires de l'Institut géologique de l'Université de Louvain, t. X, p. 359-401.
- GROSJEAN A. (1937)  
Sur un prétendu schéma d'ensemble du réseau de failles du Limbourg.  
BSBG, t. LX, p. 333-348.
- GROSJEAN A. (1939)  
Sur la limite septentrionale du gisement houiller accessible en Campine.  
Les premiers résultats du sondage de Rotem (Schootshei).  
BSBG t. XLIX, p. 210-217.
- GROSJEAN A. (1949)  
Géologie minière des bassins houillers belges - Le bassin de la Campine.  
AMB, t. XLIX, p. 134-142.
- KIMPE W.F.M., BLESS M.J.M., BOUCKAERT J., CONIL R., GROESSENS E., MEESSEN J.P.M. Th., POTY E., STREEL M., THOREZ J. en VANGUESTAINE M. (1978)  
Paleozoic deposits East of the Brabant Massif in Belgium and the Netherlands.  
Mededelingen Rijks Geologische Dienst, N.S. 30 (2), p. 37-103.
- LEGRAND R. (1960)  
Les récents forages profonds et la question du pétrole en Belgique.  
AMP, p. 873-883.
- LEGRAND R. (1961)  
L'épeirogenèse, source de tectonique, d'après des exemples choisis en Belgique.  
Mém. de l'Institut géologique de l'Université de Louvain, t. XXII, p. 3-66
- LEGRAND R. (1968)  
Le Massif du Brabant.  
Service géologique de Belgique. Mémoire N° 9, 148 blz.
- MICHOT P. (1976)  
Le segment varisque et son antécédent calédonien dans le cadre de la Belgique et des régions limitrophes.  
Nova Acta Leopoldina, Halle (Saale) N° 224, B. 45 p. 201-228.
- MULLER J.E. (1945)  
De Post-Carbonische tektoniek van het Zuid-Limburgse mijngebied.  
Mededelingen Geologische Stichting, Serie C-I-N° 2, 32 blz.

PATIJN R.J.H. (1961)

Bewegingen langs de Heerlerheide- en Geleenstoring in het Mauritsveld.  
Mededelingen Geologische Stichting, Nieuwe Serie N° 13, p. 35-38.

PATIJN R.J.H. (1963 a)

Tektonik von Limburg und Umgebung.

Verhandelingen van het Nederlands Geologisch- en Mijnbouwkundig Genoot-  
schap, Geologische Serie, deel 21-2, p. 9-24.

PATIJN R.J.H. (1963 b)

Het Carboon in de ondergrond van Nederland en de oorsprong van het Massief  
van Brabant.

Geologie en Mijnbouw, 42, p. 341-349.

PIERART P. (1958)

Palynologie en Stratigrafie van de Neeroeteren-groep (Westphalien C) in de  
Belgische Kempen (+ Nota over de stratigrafische en tektonische uitslagen  
van de drie boringen N° 110, 113 en 117, door A. DELMER).

Publ. Ass. Etud. Paléont., Brussel, n° 30, 112 blz.

RENIER A. (1944)

Quelques précisions sur les zones supérieures du Westphalien C de la Campine,  
d'après une première étude du grand sondage de recherche N° 113  
(Neerheide), à Neeroeteren (Limbourg belge).

BSBG, t. LIII, p. 120-169.

RENIER A. (1946)

Ce que le grand sondage N° 117 (de Hoeven) à Neeroeteren (Limbourg belge),  
nous a appris dans une étude plus étendue de la région.

(Manuscript, niet gepubliceerd).

Archief Belgische Geologische Dienst.

RUEMKORF H.A. (1959)

Prospection séismique en Campine belge. Discussion des principaux horizons  
sous leurs aspects séismiques.

AMB, p. 535-542.

RUEMKORF H.A. en THEIS (1960)

Bericht über die reflexionsseismischen Messungen im Arbeitsgebiet Cockerill  
- Ougrée - Zwartberg 1959, + Nachtrag dd. 28.12.60.

Seismos GmbH, Hannover, Archiv-Nr 1176, 24 + 7 (Nachtrag) blz. + 53 + 19  
(herwerkte) bijlagen.

RUEMKORF H.A., THEIS en HOLLINDERBAUMER (1961)

Bericht über die reflexionsseismischen Messungen im Arbeitsgebiet Kolen-  
mijnen van Limburg 1961.

Seismos GmbH, Hannover, Archiv-Nr. 1295, 18 blz + 45 bijlagen.

SAX H.G.J. (1946)

De tectoniek van het Karboon in het Zuid-Limburgse Mijngedied.

Mededelingen Geologische Stichting, Serie C1-I-N° 3, 77 blz.

SCHEERE J. (1962)

Contribution à la lithologie du Westphalien C supérieur de la Campine  
orientale.

BSBG, t. LXX, p. 214-238.

STAINIER X. (1911)

Sur les recherches de sel en Campine.

AMB, t. XVI, p. 117-133.

STAINIER X. (1943)

Le Jurassique, Le Triasique et le Permien de la Campine.

ASBG, t. LXVI, p. B163-207.

STOCKMANS F. en WILLIERE Y. (1975)

Sondages N° 113 (Neerheide) et N° 117 (De Hoeven) à Neeroeteren.

Serv. géol. de Belgique, Professional Paper 1975/11, 54 blz.

TEICHMÜLLER M. en TEICHMÜLLER R. (1971)

Das Revier von Aachen-Erkelenz. Inkohlung.

Fortschritte in der Geologie von Rheinland und Westfalen, Krefeld, 19,  
p. 69-72.

VAN LECKWIJCK W.P. (1956)

Tableau d'une aire instable au Paléozoïque supérieur : La terminaison orientale du Massif du Brabant aux confins Belgo-Néerlandais.

Verhandelingen van het Nederlands Geologisch- en Mijnbouwkundig Genootschap, Geologische Serie XVI, p. 252-273.

VAN WIJHE D.H. en BLESS M.J.M. (1974)

The Westphalian of the Netherlands with special reference to miospore assemblages.

Geologie en Mijnbouw, 53, p. 295-326.

KAARTEN - PROFIELEN - FIGUREN

=====

legende

1. Algemene situatiedkaart van het Kempens Bekken en omgeving (naar gegevens van Patijn, Legrand e.a.).	C/S Cambro-Siluur D Midden + Boven-Devoon OK Onder-Karboon N Namurium W Westphalium (A-B-C-D)	Hoofdbreuken Isohypsen Top Karboon Landsgrenzen
---	---	--

2. Algemene situatiedkaart van de verkenningsboringen in de Kempen.

Zuidgrens van het besproken gebied.  
Koncessiegrenzen

Alleen de in de tekst besproken boringen zijn genummerd. Opmerking : 138 = KS 4 139 = KS 3  
140 = KS 2 147 = KS 6 148 = KS 7

Tabel 1. Stratigrafische schaal van het Boven-Karboon in het Kempens Bekken (naar Delmer, 1963).

3. Profielen van Mijnen en Boringen in de Kempen.  
(naar Delmer, 1963)
4. Vergelijking tussen de boringen 121 (Meeuwen-Bullen) en 146 (Neerglabbeek) + 117 (Neeroeteren-De Hoever)
5. Vergelijking pre-Zechstein-breuken met post-Lias-breuk.
6. De Breuk van Rotem-Heerlerheide in het veld van Staatsmijn Maurits ; profiel langs de oosthoofsteengalerij op 660 r (naar Patijn, 1961).
7. Vergelijking Horst van Neeroeteren-Rotem met Graben van Roermond.

8. Overzichtskaart van het oostelijk en centraal distrikt van het Kem-pens Bekken (plaat 7 van de "Mijnkaart", 1963)
- α 21 Breuken volgens de seismische prospekties
- P T J Boring met Perm, Trias, Jura
- +--+ Vermoedelijke dieptelijnen van de horizon Maurage, interpretatie J. Bouckaert, 1961.
- 500 Dieptelijnen van de Krijtbasis.
9. Profiel Boring 121 (Meeuwen-Bullen) : Vergelijking post-Lias-breuk (links) met pre-Zechstein-breuk (rechts)
10. Profiel B. 121 (Meeuwen) B. 10 (Donderslag) Loodrecht op de gemeten strekking in B. 121 (N 78 W), lengte 1150 meter.  
Opmerking : Volgens de strekking gemeten in de kolenmijn Zwartberg (N 60 W) zou de afstand 121-10 slechts 600 m. bedragen in het profiel.
11. Profiel Boring 60 (Helchteren-Kruisven)-B. 19 (Helchteren-Grote Baan).
12. Hypothetisch profiel met richting N 50 E (loodrecht op de orientatie der lagen) over B. 124 (Hechtel-Kamp).

