MINISTERE DES AFFAIRES ECONOMIQUES
Administration des Mines

ASPECTS TECHNIQUES
DE L'EXPLOITATION CHARBONNIERE
BELGE EN 1988.

INTRODUCTION

Les statistiques techniques relatives à l'exploitation des Charbonnages belges en 1988 sont présentées pour la trente-cinqième fois. En effet, cette étude statistique, publiée la première fois pour l'année 1954, avait pour but de coordonner les renseignements d'ordre technique et de permettre une comparaison avec des renseignements similaires publiés à l'étranger.

Depuis l'année 1975, les bassins houillers du Sud de la Belgique (Borinage, Centre, Charleroi, Namur et Liège) étaient désignés sous la dénomination "bassin du Sud" et le bassin houiller de Campine sous la dénomination "bassin du Nord". Etant donné que le "bassin du Sud" a cessé toute exploitation depuis le 30 septembre 1984, seul subsiste le "bassin du Nord" qui sera dorénavant repris sous la dénomination "Le Royaume".

Par ailleurs, les statistiques techniques sont toujours divisées en cinq chapitres, à savoir :

I. Caractéristiques générales de l'exploitation

II. Résultats techniques de l'exploitation charbonnière en 1988

III. Caractéristiques des travaux du fond

IV. Extraction, épuration et préparation des produits

Les ingénieurs des mines examineront avec attention les remarques et les améliorations formulées par les personnes intéressées par les questions contenues dans cette étude.

Le Directeur Général des Mines ff.,
ir. L. RZONZEF.

MINISTERIE VAN EKONOMISCHE ZAKEN
Administratie van het Mijnwezen

TECHNISCHE KENMERKEN
VAN DE BELGISCHE
STEENKOLENONTGINNING IN 1988

WOORD VOORAF

Deze technische statistieken over de exploitatie van de Belgische kolenmijnen in 1988 vormen de vijf en dertigste uitgave in deze reeks, waarvan het eerste nummer betrekking had op het jaar 1954. Het was de bedoeling de technische gegevens op een overzichtelijke manier naar voren te brengen, ook al om ze met gelijkaardige, in het buitenland gepubliceerde gegevens te kunnen vergelijken.

Sedert 1975 werden de kolenbekkens van het Zuide van het land (Borinage, Centrum, Charleroi, Namen en Luik) samen aangeduid onder de benaming "Zuiden" en het Kempens kolenbekken onder de benaming "Noorden". Aangezien in het "Zuiden" sedert 30 september 1984 alle ontginningen werden stopgezet, blijft enkel het "Noorden" over dat voortaan met de benaming "Het Rijk" aangeduid wordt.

Verder blijven de technische statistieken verdeeld in vijf hoofdstukken, met name :

I. Algemene kenmerken van de exploitatie

II. Technische uitslagen van de steenkolenwinning in 1988

III. Kenmerken van de ondergrondse werken

IV. Ophaling, zuivering en verwerking van de produkten.

De mijningenieurs zullen met belangstelling kennis nemen van opmerkingen en verbeteringen die door de lezers mochten naar voren gebracht worden.

De wd. Directeur-Generaal der Mijnen,
ir. L. RZONZEF.

SOMMAIRE

CHAPITRE I. CARACTERISTIQUES GENERALES DE L'EXPLOITATION.

1. NOMBRE DE CONCESSIONS ET DE SIEGES D'EXTRACTION .....

1.1. Concessions.....
1.2. Sièges d'extraction en exploitation.....

2. CARACTERISTIQUES DES COUCHES EXPLOITEES EN 1988 .....

2.1. Ouverture, puissance moyenne et surface exploitée .....
2.2. Pente .....
2.3. Propreté volumétrique .....
2.4. Propreté gravimétrique .....

3. PERSONNEL INSCRIT, EVOLUTION, NATIONALITE.

CHAPITRE II. RESULTATS TECHNIQUES DE L'EXPLOITATION CHARBONNIERE EN 1988.

1. PRODUCTION REALISEE .....

1.1. Production totale - brute et nette.....
1.2. Rapport brut/net .....
1.3. Nombre de jours ouvrés et production moyenne par jour ouvré .....

2. CONSOMMATIONS .....

2.1. Energie .....
2.2. Bois de mine .....
2.3. Acier pour le soutènement .....
2.4. Explosifs .....

3. GRISOU CAPTE ET VENDU .....

INHOUD

HOOFDSTUK I. ALGEMENE KENMERKEN VAN DE EXPLOITATIE.

1. AANTAL CONCESSIES EN ONTGINNINGSZETELS ...

1.1. Concessies .....
1.2. In bedrijf zijnde ontginningszetels ....

2. KENMERKEN VAN DE IN 1988 ONTGONNEN LAGEN .....

2.1. Opening, gemiddelde kooldikte, ontgonnen oppervlakte .....
2.2. Helling .....
2.3. Volumetrische zuiverheid .....
2.4. Gravimetrische zuiverheid .....

3. INGESCHREVEN PERSONEEL, AANTAL, NATIONALITEIT.

HOOFDSTUK II. TECHNISCHE UITSLAGEN VAN DE STEENKOLENWINNING IN 1988.

1. DE VERWEZENLIJKTE PRODUKTIE .....

1.1. Totale bruto- en nettoproduktie .....
1.2. De verhouding bruto/netto .....
1.3. Aantal gewerkte dagen en gemiddelde produktie per gewerkte dag .....

2. VERBRUIK .....

2.1. Energie .....
2.2. Mijnhout .....
2.3. Ondersteuningsijzer .....
2.4. Springstoffen .....

3. AFGEZOGEN EN VERKOCHTE MIJNGAS .....

CHAPITRE III. CARACTERISTIQUES DES TRAVAUX DU FOND.

1. CHANTIERS D'EXPLOITATION .....

1.1. Caractéristiques générales .....

1.1.1. Production par chantier .....
1.1.2. Longueur des tailles .....
1.1.3. Avancement journalier .....

1.2. Abattage .....
1.3. Contrôle du toit .....
1.4. Soutènement des chantiers .....
1.5. Déblocage des tailles .....
1.6. Lutte contre les poussières .....
1.7. Lutte contre l'incendie .....

2. GALERIES SOUTERRAINES .....

2.1. Soutènement des galeries utilisables en fin d'exercice et des galeries creusées en 1988 .....

2.2. Emploi des explosifs et des divers types de détonateurs et lutte contre les poussières dans le creusement des galeries en 1988..

2.3. Section des galeries creusées en 1988 ...

2.4. Matériel en service au 31 décembre 1988..

2.5. Burquins : creusement et revêtement .....

3. ORGANISATION DES TRANSPORTS SOUTERRAINS ....

3.1. Produits abattus .....
3.2. Matériel .....
3.3. Personnel .....
3.4. Inventaire des moteurs utilisés (en service au 31 décembre 1988) .....

4. AERAGE .....

5. EXHAURE .....

6. ECLAIRAGE .....

7. TELECOMMUNICATIONS, TELECOMMANDE .....

8. INVENTAIRE DES MOTEURS EN SERVICE AU FOND LE 31 DECEMBRE 1988 .....

HOOFDSTUK III. KENMERKEN VAN DE ONDERGRONDSE WERKEN.

1. ONTGINNINGSWERKPLAATSEN .....

1.1. Algemene kenmerken .....

1.1.1. Produktie per werkplaats .....
1.1.2. Lengte van de pijlers .....
1.1.3. Vooruitgang per dag .....

1.2. Winning .....
1.3. Dakcontrole .....
1.4. Ondersteuning van de werkplaatsen .....
1.5. Afvoer uit de pijlers .....
1.6. Bestrijding van het stof .....
1.7. Bestrijding van brand .....

2. ONDERGRONDSE GANGEN .....

2.1. Ondersteuning van de bruikbare mijngangen op het einde van het jaar en van de in 1988 gedreven gangen .....

2.2. Gebruik van springstoffen en van de verschillende soorten slagpijpjes en bestrijding van het stof bij het delven van mijngangen in 1988 .....

2.3. Doorsnede van de in 1988 gedreven mijngangen .....

2.4. Materieel in gebruik op 31 december 1988 .....

2.5. Blinde schachten : delving en bekleding.

3. ORGANISATIE VAN HET ONDERGRONDS VERVOER ...

3.1. Gewonnen produkten .....
3.2. Materieel .....
3.3. Personeel .....
3.4. Inventaris van de gebruikte motoren (toestand op 31 december 1988) .....

4. LUCHTVERVERSING .....

5. DROOGHOUDING .....

6. VERLICHTING .....

7. TELECOMMUNICATIES, AFSTANDSBEDIENING .....

8. INVENTARIS VAN DE MOTOREN DIE OP 31 DECEMBER 1988 IN GEBRUIK WAREN .....

CHAPITRE IV. EXTRACTION, EPURATION ET PREPARATION DES PRODUITS

1. EXTRACTION .....

1.1. Nombre de puits et destination de chacun d'eux .....
1.2. Dimensions et profondeur moyenne des puits. Equipement des puits .....
1.3. Caractéristiques des machines d'extraction.....
1.4. Air comprimé. Caractéristiques des compresseurs. Distribution .....

2. EPURATION ET PREPARATION .....

2.1. Répartition de la production nette d'après les appareils d'épuration et de préparation .....
2.2. Répartition de la production brute d'après les appareils d'épuration et de préparation .....
2.3. Répartition de la production de déchets définitifs en pourcentage du brut traité entre les différents appareils d'épuration et de préparation .....
2.4. Situation des appareils de préparation et de manutention des charbons au 31 décembre 1988 .....
2.5. Inventaire des moteurs en service à la surface au 31 décembre 1988 .....

HOOFDSTUK IV. OPHALING, ZUIVERING EN VERWERKING VAN DE PRODUKTEN.

1. OPHALING .....

1.1. Aantal schachten en aanwending van elke schacht .....
1.2. Afmetingen en gemiddelde diepte van de schachten. Uitrusting van de schachten.
1.3. Kenmerken van de ophaalmachines .....
.....
1.4. Perslucht. Kenmerken van de kompressoren. Leidingen .....

2. ZUIVERING EN VERWERKING .....

2.1. Indeling van de nettoproduktie naar de toestellen aangewend voor de zuivering en de verwerking .....
2.2. Indeling van de brutoproduktie naar de toestellen aangewend door de zuivering en de verwerking .....
2.3. Indeling van de definitieve afval naar de gebruikte zuiverings- en verwerkingstoestellen in percentages van de verwerkte brutoproduktie .....
2.4. Toestand op 31 december 1988 van de toestellen voor verwerking en behandeling va de kolen .....
2.5. Inventaris van de motoren die op 31 december 1988 op de bovengrond in gebruik waren .....

CHAPITRE I
CARACTERISTIQUES GENERALES DE L'EXPLOITATION

1. NOMBRE DE CONCESSIONS ET DE SIEGES D'EXTRACTION

1.1. Concessions

Le tableau 1 répartit par province le nombre et l'étendue des mines de houille concédées au 31 décembre 1988 et de celles d'entre elles qui étaient encore en activité à cette date.

Une concession est considérée comme inactive dès la date de la cessation définitive de l'extraction de houille.

Le nombre de concessions est resté de 101, mais il n'en restait que 1 en exploitation au 31 décembre 1988.

TABLEAU 1. Concessions
(situation au 31 décembre 1988)

	Province de Hainaut Provincie Henegouwen	Province de Namur Provincie Namen	Province de Liège Provincie Luik	Province de Limbourg Provincie Limburg	Province d'Anvers Provincie Antwerpen	Royaume Het Rijk	
Mines concédées au 31.12.88							Op 31.12.1988 in concessies gegeven mijnvelden
a) nombre	36	18	42(*)	5	-	101	a) aantal
b) étendue (ha)	84 385	10 154	35 989	86 160	1 749	218 437	b) oppervlakte (ha)
Concessions en activité au 31.12.1988							Op 31.12.1988 in bedrijf zijnde concessies
a) nombre	-	-	-	1	-	1	a) aantal
b) étendue	-	-	-	35 710	-	35.710	b) oppervlakte (ha)

(*) Une concession d'une étendue globale de 127 ha est comprise pour la totalité de sa superficie dans les chiffres de la province de Liège, alors que 32 ha se trouvent sous la commune de Durbuy (province de Luxembourg).

1.2. Sièges d'extraction en exploitation

Le tableau 2 répartit par région minière les derniers sièges d'exploitation en activité.

TABLEAU 2. Sièges d'extraction
(situation au 31 décembre 1988)

Sièges d'extraction Ontginningszetels	Sud Zuiden	Nord Noorden	Royaume Het Rijk
Mines souterraines Ondergrondse mijnen	-	3	3
Mines à ciel ouvert Steenkolenmijnen in de open lucht	-	-	-

HOOFDSTUK I
ALGEMENE KENMERKEN VAN DE EXPLOITATIE

1. AANTAL CONCESSIES EN ONTGONNINGSZETELS

1.1. Concessie

In tabel 1 zijn het aantal en de oppervlakte van de steenkolenmijnconcessies die op 31 december 1988 toegestaan waren per provincie aangeduid, alsmede het aantal en de oppervlakte van de concessies die op genoemde datum nog in bedrijf waren.

Een concessie wordt als niet meer in bedrijf beschouwd van zodra de steenkoolwinning er voorgoed stopgezet is.

Einde 1988 waren nog altijd 101 concessies toegestaan, maar op 31 december waren er daarvan nog slechts 1 in bedrijf.

TABEL 1. Concessies
(toestand op 31 december 1988)

(*) Een concessie van 127 ha is met haar ganse oppervlate aangerekend bij de provincie Luik, hoewel 32 ha in de gemeente Durbuy gelegen zijn (provincie Luxembourg).

1.2. Ontginningszetels in bedrijf

In tabel 2 zijn de laatste actieve ontginningszetels per mijnstreek aangeduid.

TABEL 2. Ontginningszetels
(toestand op 31 december 1988)

2. CARACTERISTIQUES DES COUCHESCOUCHES EXPLOITEES

2.1. Ouverture, puissance moyenne et surface exploitée

Le tableau 3 donne les renseignements relatifs à l'ouverture des couches et à leur puissance. Il indique également la superficie exploitée.

Les ouvertures et puissances indiquées sont les moyennes des ouvertures et puissances effectivement mesurées au fond au cours des exercices 1986 à 1988.

De même, la superficie déhouillée résulte du mesurage du développement des chantiers et de leur avancement.

2. KENMERKEN VAN DE ONTGONNEN LAGEN

2.1. Opening gemiddelde kooldikte, ontgonnen oppervlakte.

Tabel 3 bevat inlichtingen over de opening en de kooldikte van de lagen.
Ook de ontgonnen oppervlakte is erin aangeduid.

De aangeduide openingen en kooldikten zijn de gemiddelden van de openingen en kooldikten die men in de loop van de jaren 1986 tot 1988 in de ondergrond daadwerkelijk gemeten heeft.

Zo ook is de ontkoolde oppervlakte berekend op de gemeten lengte en vooruitgang van de werkplaatsen.

TABLEAU 3. Ouverture et puissance moyenne des couches exploitées de 1986 à 1988

TABEL 3. Gemiddelde opening en kooldikte van de ontgonnen lagen van 1986 tot 1988

OUVERTURE	1986		1987		1988		OPENING
	Nombre de chantiers Aantal werkplaatsen	Production réalisée en % % van de totale produktie	Nombre de chantiers Aantal werkplaatsen	Production réalisée en % % van de totale produktie	Nombre de chantiers Aantal werkplaatsen	Production réalisée en % % van de totale produktie	
Moins de 60 cm	-	-	-	-	-	-	Minder dan 60 cm
De 60 à 89 cm	-	-	-	-	-	-	Van 60 tot 89 cm
De 90 à 119 cm	10	10,4	7	11,7	2	1,5	Van 90 tot 119 cm
De 120 à 149 cm	16	23,3	10	27,9	9	40,6	Van 120 tot 149 cm
De 150 à 179 cm	12	27,3	13	31,3	9	35,6	Van 150 tot 179 cm
De 180 à 209 cm	11	24,9	8	13,3	3	7,6	Van 180 tot 209 cm
210 cm et plus	9	14,1	6	15,8	2	14,7	210 cm en meer
Ensemble des chantiers	58	100,0	44	100,0	25	100	Alle werkplaatsen samen
Surface totale	3 243 667		2 487 871		1 348 756		Totale ontgonnen oppervlakte in m2
Puissance moyenne des couches en cm	121		123		121		Gemiddelde kooldikte van de lagen in cm
Ouverture moyenne des couches en cm	160		159		157		Gemiddelde opening van de lagen in cm

Ces données concernent exclusivement les chantiers recensés dans le cadre de la présente statistique, c'est-à-dire les chantiers qui ont été régulièrement exploités durant un mois au moins au cours des exercices 1986 à 1988.

L'Administration des Mines a déduit de ces données une production calculée, obtenue en multipliant les puissances mesurées par les superficies exploitées et en adoptant pour poids spécifique moyen du charbon en roche 1,35 t/m3.

Ces calculs ont donné une production théorique très voisine des écoulements effectivement déclarés par les exploitants. Elle a servi de base de comparaison pour fixer l'importance relative des diverses caractéristiques techniques qui seront analysées plus loin.

a) Ouvertures des couches

Sous le rapport de l'ouverture, les couches sont réparties en sept catégories. En 1988, l'ouverture moyenne observée est de 157 cm.

Le nombre total des chantiers a diminué en 1988 de 19 unités par rapport à 1987.

La plupart des chantiers (18 sur 25) sont ouverts dans des couches d'ouverture comprise entre 120 et 179 cm. Ces chantiers ont fourni 76,2 % de la production.

b) Puissance des couches

En 1988, la puissance moyenne observée est de 121 cm contre 121 cm en 1986 et 123 cm en 1987.

Un trait caractéristique du gisement houiller belge reste que 42,1 % de la production proviennent de couches de moins de 150 cm d'ouverture. Cette proportion était de 33,7 % en 1986 et de 39,6 % en 1987.

2.2. Pente des couches

Le tableau 4 indique, pour les années 1986 à 1988, la proportion de la production réalisée dans les chantiers dont la pente est inférieure à 20°, comprise entre 20 et 35°, ou supérieure à 35° (plateures, semi-dressants ou dressants).

TABLEAU 4. Pente des couches exploitées de 1986 à 1988 (part de la production des chantiers recensés provenant des diverses classes de pentes).

Deze gegevens slaan alleen op de werkplaatsen die voor deze statistiek geteld worden, d.w.z. op de werkplaatsen die in de loop van de jaren 1986 tot 1988 gedurende ten minste een maand regelmatig ontgonnen zijn.

Aan de hand van die gegevens heeft de Administratie van het Mijnwezen de produktie berekend, nl. door de gemeten kooldikten te vermenigvuldigen met de ontgonnen oppervlakten en voor de steenkool in de laag een gemiddeld soortelijk gewicht van 1,35 t/m3. te nemen.

Die berekening hebben een theoretische produktie opgeleverd die de door de exploitanten aangegeven afzet zeer dicht benadert. Het is deze produktie die wij als basis genomen hebben om de betrekkelijke belangrijkheid te bepalen van de verschillende technische kenmerken die hierna besproken worden.

a) Opening van de lagen

Naar de opening worden de lagen in zeven kategorieën ingedeeld. In 1988 bedroeg de gemidddelde opening 157 cm.

Het totaal aantal werkplaatsen is met 19 gedaald tegenover 1987.

De meeste werkplaatsen (18 op 25) zijn gedreven lagen waarvan de opening begrepen is tussen 120 en 179 cm. Deze werkplaatsen hebben 76,2 % van de produktie voortgebracht.

b) Kooldikte van de lagen

In 1988 bedroeg de gemiddelde kooldikte 121 cm tegen 121 cm in 1986 en 123 cm in 1987.

Het feit dat 42,1 % van de produktie komt uit lagen met een opening van minder dan 150 cm, blijft tekenend voor de Belgische steenkoolvelden. In 1986 was dat 33,7 % en 39,6 % in 1987.

2.2. Helling van de lagen

In tabel 4 is voor de jaren 1986 tot 1988 aangeduid welk percentage van de produktie voortkomt uit lagen met een helling van minder dan 20°, uit lagen met een helling van 20 tot 35 ° en uit lagen met een helling van meer dan 35 ° (vlakke, halfsteile of steile lagen).

TABEL 4. Helling van de van 1986 tot 1988 ontgonnen lagen (indeling van de produktie van de getelde werkplaatsen naar de helling van de lagen).

Pentes (en degrés) Helling (graden)		1986	1987	1988
« 20°	(plateures - vlakke lagen)	99,4	100	100
20 à 35°	(semi-dressants - halfsteile lagen)	0,6	-	-
» 35°	(dressants - steile lagen)	-	-	-

2.3. Propreté volumétrique des couches exploitées

Le tableau 5 donne pour les années 1986 à 1988 le pourcentage de la production des chantiers recensés suivant le degré de propreté volumétrique des couches exploitées, c'est-à-dire le rapport du volume de charbon en place avant l'abattage au volume total de la veine déhouillée ou, plus simplement, le rapport de la puissance à l'ouverture.

TABLEAU 5. Propreté volumétrique des couches exploitées (chantiers recensés)

Propreté volumétrique (en %)	1986	1987	1988
< 70	15,2	15,6	29,93
70/79	41,0	37,5	17,60
80/89	31,7	38,5	43,44
90/100	12,1	8,4	12,03

En fait, en 1988, pour abattre 76 m3 de charbon en Belgique, il a fallu abattre aussi 24 m3 stériles en taille, stériles qui constituent un quart du volume des transports et de l'extraction en provenance des tailles.

2.3. Volumetrische zuiverheid van de ontgonnen lagen

In tabel 5 wordt voor de jaren 1986 tot 1988 de produktie van de getelde werkplaatsen percentsgewijze ingedeeld naar de volumetrische zuiverheid van de ontgonnen lagen, d.i. de verhouding tussen het volume van de steenkool in de laag voor de winning en het totale volume van de ontkoolde laag of gewoon de verhouding tussen de kooldikte en de opening van de laag.

TABEL 5. Volumetrische zuiverheid van de ontgonnen lagen (getelde werkplaatsen)

Volumetrische zuiverheid (%)	1986	1987	1988
< 70	15,2	15,6	29,93
70/79	41,0	37,5	17,60
80/89	31,7	38,5	43,44
90/100	12,1	8,4	12,03

Om in België 76 m3 kolen te winnen, heeft men in 1988 in de pijler ook 24 m3 stenen moeten afhouwen, die in omvang één vierde van de uit de pijlers komende vervoerde en opgehaalde produkten uitmaken.

2.4. Propreté gravimétrique des couches exploitées

Au lieu d'exprimer le rapport des volumes net et brut, la propreté gravimétrique exprime le rapport des poids, net et brut, abattus.

Dans le tableau 6, la production des chantiers recencés a été répartie par rapport à la propreté gravimétrique des couches; pour une même couche, ces rapports sont sensiblement plus faibles que ceux de la propreté volumétrique par suite de la différence de densité entre la houille et les matières inertes, dont les densités ont été fixées conventionnellement à 1,35 et 2,20 respectivement.
La propreté gravimétrique moyenne des couches exploitées était de 66 % en 1988 par rapport à 65 % en 1987.

2.4. Gravimetrische zuiverheid van de ontgonnen lagen

In plaats van de verhouding tussen het netto- en het brutovolume weer te geven, geeft de gravimetrische zuiverheid de verhouding tussen het netto- en het brutogewicht van de gewonnen produkten weer.

In tabel 6 is de produktie van de getelde werkplaatsen ingedeeld naar de gravimetrische zuiverheid van de lagen. Voor één en dezelfde laag zijn deze cijfers merkelijk kleiner dan die van de volumetrische zuiverheid, wegens het feit dat het soortgelijk gewicht van de kolen kleiner is dan dat van de stenen (zij zijn conventioneel vastgesteld op 1,35 en 2,20).

De gravimetrische zuiverheid van de ontgonnen lagen was in 1988 66 %, in 1987 was dat 65 %.

TABLEAU 6. Répartition de la production des chantiers recensés selon la propreté gravimétrique des couches exploitées.

Propreté gravimétrique en (%)	1986	1987	1988
	% de la prod.	% de la prod.	% de la prod.
	% v.d. prod.	% v.d. prod.	% v.d. prod.
70	57,4	53,1	44,5
79/70	28,8	17,7	31,5
80/89	7,6	23,8	24,0
90/100	6,2	5,4	-
Total - Totaal	100,0	100,0	100,0

TABEL 6. Indeling van de produktie van de getelde werkplaatsen naar de gravimetrische zuiverheid van de ontgonnen lagen

Gravimetrische zuiverheid (%)	1986	1987	1988
	% de la prod.	% de la prod.	% de la prod.
	% v.d. prod.	% v.d. prod.	% v.d. prod.
70	57,4	53,1	44,5
79/70	28,8	17,7	31,5
80/89	7,6	23,8	24,0
90/100	6,2	5,4	-
Total - Totaal	100,0	100,0	100,0

3. PERSONNEL INSCRIT - EVOLUTION - NATIONALITE

Le tableau 7 donne le personnel inscrit respectivement, au fond et à la surface à la fin de chaque mois des trois dernières années.

3. INGESCHREVEN PERSONEEL - AANTAL - NATIONALITEIT

In tabel 7 is het aantal ondergrondse, respectievelijk bovengrondse arbeiders aangeduid, die op het einde van iedere maand ingeschreven waren, en dit voor de laatste drie jaren.

ITABLEAU 7. Personnel inscrit dans les mines en 1986, 1987 et 1988.

TABEL 7. In de mijnen ingeschreven werknemers in 1986, 1987 en 1988.

FFOND

ONDERGROND

MOIS- MAANDEN	1986	1987	1988
31.XII	13 816	12 927	7 659
I	13 642	12 773	7 122
II	13 584	12 732	6 815
III	13 486	12 657	6 690
IV	13 419	12 459	6 509
V	13 351	12 211	6 326
VI	13 256	11 731	6 275
VII	13 230	11 272	6 210
VIII	13 200	10 631	5 924
IX	13 134	9 801	5 781
X	13 065	8 819	5 621
XI	12 999	8 012	5 506
XII	12 927	7 659	5 331
Moyenne de l'année Gemiddelde van het jaar	13 274	10 896	6 176
Variation de décembre à décembre Wijziging v. december tot december	- 889	- 5.268	- 2 328
soit en % - of in %	- 6,45	- 40,75	- 30,40

SURFACE

BOVENGROND

MOIS - MAANDEN	1986	1987	1988
31.XII	3 228	2 996	1 834
I	3 193	2 979	1 566
II	3 179	2 963	1 533
III	3 171	2 933	1 499
IV	3 164	2 879	1 440
V	3 145	2 821	1 393
VI	3 046	2 757	1 371
VII	3 032	2 504	1 355
VIII	3 031	2 388	1 308
IX	3 021	2 228	1 303
X	3 012	2 061	1 270
XI	2 999	1 942	1 230
XII	2 996	1 834	1 185
Moyenne de l'année Gemiddelde van het jaar	3 082	2 524	1 371
Variation de décembre à décembre Wijziging v. december tot december	- 232	- 1 162	649
soit en % - of in %	- 7,19	- 38,78	- 35,38

Le tableau 8 donne la répartition par nationalité des ouvriers inscrits dans les mines au 31 décembre 1986, 1987 et 1988.

In tabel 8 zijn de arbeiders die op 31 december 1986, 1987 en 1988 in de mijnen ingeschreven waren naar hun nationaliteit ingedeeld.

TABLEAU 8. Nationalité des ouvriers inscrits et employés.

TABEL 8. Nationaliteit van de ingeschreve arbeiders en bedienden.

	1986		1987		1988		
	Nombre Aantal	%	Nombre Aantal	%	Nombre Aantal	%	
FOND							ONDERGROND
A. Belges	7.635	59,1	5.090	66,5	3.640	68,3	A. Belgen
B. Etrangers	5.292	40,9	2.569	33,5	1.691	31,7	B. Vreemdelingen
Italie	1.204	22,8	597	23,2	336	19,9	Italianen
Algérie	22	0,4	13	0,5	5	0,3	Algerijnen
Espagne	335	6,3	210	8,2	138	8,2	Spanjaarden
Grèce	139	2,6	69	2,7	28	1,6	Grieken
Maroc	839	15,9	381	14,8	219	13,0	Marokkanen
Pologne	41	0,8	26	1,0	12	0,7	Polen
Portugal	34	0,6	7	0,3	4	0,2	Portugezen
Turquie	2.331	44,0	1.131	44,0	879	52,0	Turken
Autres pays	347	6,6	135	5,3	70	4,1	Overige nationaliteiten
C. Total du fond	12.927	100,0	7.659	100,0	5.331	100,0	C. Totaal ondergrond
SURFACE							BOVENGROND
A. Belges	2.856	95,3	1.744	95,1	1.132	95,5	A. Belgen
B. Etrangers	140	4,7	90	4,9	53	4,5	B. Vreemdelingen
C. Total surface	2.996	100,0	1.834	100,0	1.185	100,0	C. Totaal bovengrond
FOND ET SURFACE							ONDERGROND EN BOVENGROND
A. Belges	10.491	65,9	6.834	72,0	4.772	73,2	A. Belgen
B. Etrangers	5.432	34,1	2.659	28,0	1.744	26,8	B. Vreemdelingen
C. Total du fond et de la surface	15.923	100,0	9.493	100,0	6.516	100,0	C. Totaal onder- en bovengrond samen
Connexes							Nevenbedrijven
A. Belges	392	96,6	277	95,5	207	94,5	A. Belgen
B. Etrangers	14	3,4	13	4,5	12	5?5	B. Vreemdelingen
C. Total connexes	406	100,0	290	100,0	219	100,0	C. Totaal nevenbedrijven
Ingénieurs et employés							Ingenieurs en bedienden
A. Belges	880	99,9	666	99,9	380	9,9	A. Belgen
B. Etrangers	1	0,1	1	0,1	1	0,1	B. Vreemdelingen
C. Total	881	100,0	667	100,0	381	100,0	C. Totaal
A. Total général							A. Algemeen totaal
A. Belges	11.763	68,4	7.777	74,4	5.359	75,3	A. Belgen
B. Etrangers	5.447	31,6	2.673	25,6	1.757	24,7	B. Vreemdelingen
C. Total	17.210	100,0	10.450	100,0	7.116	100,0	C. Totaal

Ce tableau montre que, pour les travaux du fond et de la surface, la proportion d'ouvriers étrangers est de 25 % en 1988.

Hieruit blijkt dat 25 % van alle ondergrondse e bovengrondse arbeiders gastarbeiders waren in 1988.

Pour les travaux du fond, en 1988 la proportion de Belges est de 68,3 % contre 31,7 % pour les étrangers. Parmi ceux-ci, les Turcs l'emportent avec 52 % suivis par les Italiens avec 19,9 % et par les Marocains avec 13,0 %.

Pour les travaux de surface, la proportion de Belges en 1988 est de 95,5 contre 4,5 % pour les étrangers.

CHAPITRE II

RESULTATS TECHNIQUES DE L'EXPLOITATION CHARBONNIERE EN 1988

1. PRODUCTION REALISEE

1.1. Production brute et nette

La production brute de charbon est égale à la quantité de houille et de pierres (stériles) qui ont été abattues et remontées ensemble à la surface de la mine. La production nette donne le poids du charbon contenu dans la production brute.

Le tableau 9 fournit les productions brute et nette ; la production nette y est décomposée entre les différentes catégories définies par l'arrêté royal du 21 juin 1985, concernant l'emploi des dénominations des combustibles solides.

La production nette enregistrée en 1988 atteint 2 487 217 tonnes, en diminution de 1 869 238 t. sur celle de 1987.

1.2. Rapport brut/net

Ce rapport diffère du "degré de propreté gravimétrique" défini plus haut (voir chapitre I, tableau 6). En effet, les roches provenant du creusement des galeries sont comprises dans la production brute, dans la mesure où elles sont remontées au jour et non pas utilisées au remblayage des tailles au fond.

1.3. Nombre de jours ouvrés et production moyenne par jour ouvré.

Dans un siège déterminé, un jour est dit "ouvré" lorsque l'effectif normal du fond a été appelé au travail et qu'il a effectivement travaillé quelle que soit l'extraction réalisée. La pondération entre différents sièges est faite sur la base du personnel inscrit au fond dans chacun d'eux.

De ondergrondse arbeiders waren in 1988 verdeeld in 68,3 % Belgen en 31,7 % gastarbeiders. In deze laatste groep waren er 52 % Turken, 19,9 % Italianen en 13 % Marokkanen.

De bovengrondse arbeiders waren in 1988 verdeeld in 95,5 % Belgen en 4,5 % gastarbeiders.

HOOFDSTUK II

TECHNISCHE UITSLAGEN VAN DESTEENKOLENWINNING IN 1988

1. DE VERWEZENLIJKTE PRODUKTIE

1.1. Bruto- en nettoproduktie

De brutokolenproduktie is de hoeveelheid kolen en stenen die gewonnen en samen naar de begane grond gebracht zijn. De nettoproduktie is het gewicht van de in de brutoproduktie vervatte kolen.

In tabel 9 zijn de bruto- en de nettoproduktie aangeduid ; de nettoproduktie wordt er ingedeeld naar de verschillende kategorieën die in het koninklijk besluit van 21 juni 1985, betreffende het gebruik der benamingen van de vaste brandstoffen, bepaald zijn.

De nettoproduktie bedroeg 2 487 217 ton in 1988 d.i. 1 869 238 ton minder dan 1987.

1.2. De verhouding bruto/netto.

Deze verhouding verschilt van de hierboven bepaalde "graad van gravimetrische zuiverheid" (zie hoofdstuk I, tabel 6). De stenen voortkomend van het drijven van gangen worden immers bij de brutoproduktie gerekend in zoverre ze naar de begane grond gebracht en niet voor het vullen van pijlers in de ondergrond gebruikt worden.

1.3. Aantal gewerkte dagen en gemiddelde produktie per gewerkte dag.

In een bepaalde zetel noemt men een dag een "gewerkte" dag indien het normaal aantal ondergrondse arbeiders die dag verzocht was te werken en daadwerkelijk gewerkt heeft, om het even hoeveel kolen er opgehaald werden. De weging tussen verschillende zetels geschiedt op basis van het aantal ondergrondse arbeiders welke in die zetels ingeschreven zijn.

TABLEAU 9. Production brute et nette

en 1000 tonnes

TABEL 9. Bruto- en nettoproduktie

in 1000 ton

	Matières volatiles	1986	1987	1988	Vluchtige bestanddelen	
A. Production brute	-	10 919	7 856	4 252	-	A. Brutoproduktie
B. Production nette						B. Nettoproduktie
gras A	20 à < 28 %	1 975	1 176	158	20 à < 28 %	vetkolen A
gras B	28 à < 33 %	3 361	3 083	2 229	28 à < 33 %	vetkolen B
flambant	> 33 %	253	97	99	> 33 %	vlamkolen
Total		5 589	4 356	2 486		Totaal
C. Rapport de la production brute à la production nette		1,95	1,80	1,71		C. Verhouding tussen bruto- en nettoproduktie

On obtient la "production par jour ouvré" en divisant la production totale par le nombre de jours ouvrés.

Cette notion donne, pour l'ensemble considéré, la capacité pratique de production d'un jour travaillé, compte tenu du personnel dont on dispose et du rendement qu'il est possible de réaliser au moment donné.

Le tableau 10 donne le nombre de jours ouvrés et la production moyenne par jour ouvré pour les trois dernières années.

Men bekomt de "produktie per gewerkte dag" door de totale produktie te delen door het aantal gewerkte dagen.

Dat begrip geeft voor de beschouwde eenheid de praktische produktiekapaciteit met het personeel waarover men op het gekozen tijdstip beschikt en met het rendement dat kan verwezenlijkt worden.

In tabel 10 zijn het aantal gewerkte dagen en de gemiddelde produktie per gewerkte dag voor de laatste drie jaren aangeduid.

TABLEAU 10. Nombre de jours ouvrés et production moyenne (nette) par jour ouvré

TABEL 10. Aantal gewerkte dagen en gemiddelde (netto) produktie per gewerkte dag

ANNEES JAREN	Jours ouvrés Gewerkte dagen	Production moyenne par jour ouvré Gemiddelde produktie per gewerkte dag
1986	222,2	25 154
1987	215,4	20 225
1988	214	11 623

En 1988, la production moyenne par jour ouvré a diminué de 8 602 tonnes.

In 1988 is de gemiddelde produktie per gewerkte dag met 8 602 t gedaald.

2. CONSOMMATIONS

Les consommations qui sont examinées ici ne concernent, comme précédemment, que l'énergie (charbon, électricité, air comprimé, etc.), le bois et les explosifs, avec quelques indications sur la consommation d'acier. Pour le reste, le lecteur voudra bien se reporter à la statistique économique des industries extractives et métallurgiques, tableau 4.1.

2.1. Consommation d'énergie

Les tableaux 11 et 11(suite) donnent les consommations de charbon, de schistes, de fuel-oil, de grisou et d'électricité.

Les charbons, les schistes, le fuel-oil et le grisou consommés sont répartis en 3 groupes :

1) transformés en électricité ;

2) transformés en air comprimé sans transformation préalable en électricité (génération d'air comprimé par compresseur à vapeur) ;

3) destinés à d'autres consommations de la houillère et des activités connexes.

En ce qui concerne le charbon transformé en électricité, on observera que les quantités de ces charbons sont réparties une première fois selon la centrale utilisatrice (centrale propre, centrale minière commune, contrat d'échange charbon/courant) et une seconde fois selon l'utilisation subséquente au courant produit.

2. VERBRUIK

In de ontleding die volgt wordt, zoals voorheen alleen het verbruik van energie (kolen, elektriciteit, perslucht, enz.), hout, en springstoffen beschouwd met daarnaast enkele aanwijzingen over het verbruik van ijzer. Voor het overige gelieve de lezer de ekonomische statistiek van de extraktieve nijverheden en van de metaalnijverheid, tabel 4.1., te raadplegen.

2.1. Verbruik van energie

Het verbruik van kolen, kolenschist, fuel-oil, mijngas en elektriciteit is in tabellen 11 en 11' (vervolg) weergegeven.

De verbruikte kolen, kolenschist, fuel-oil en mijngas worden in drie groepen verdeeld :

1) in elektriciteit omgezet ;

2) in perslucht omgezet zonder voorafgaande omzetting in elektriciteit (voortbrenging van perslucht door turbokompressoren met stoom) ;

3) voor ander verbruik van de kolenmijnen en van de neverbedrijven bestemd.

Wat de in elektriciteit omgezette kolen betreft, ziet men dat de hoeveelheden eerst verdeeld worden naar de verbruikende centrale (eigen centrale, gemeenschappelijke centrale van mijnen, ruilkontrakt voor kolen en stroom) en vervolgens naar het gebruik van de voortgebrachte stroom nadien.

TABLEAU 11. Consommations d'énergie dans les mines.

TABEL 11. In de mijnen verbruikte energie.

	Unité	1986	1987	1988	Eenheid	
1. Charbon						1. Kolen
1.1. Transformé en électricité :						1.1. In elektriciteit omgezet :
Répartitions suivant la centrale transformatrice :						Verdeling naar de aard van de centrale :
1) par centrale propre	t	325 704	311 848	229 019	t	1) in eigen centrale
2) par centrale minière commune	t	-	-	-	t	2) in gemeenschappelijke centrale van mijnen
3) par autre centrale (échange charbon/courant)	t	-	-	-	t	3) in andere centrale (ruil kolen/stroom)
Total (1 + 2 + 3)	t	325 704	311 848	229 019	t	Totaal (1 + 2 + 3)
Répartition suivant l'utilisation :						Verdeling naar het verbruik :
4) consommation propre de la houilière	t	318 357	301 536	214 637	t	4) door de mijn zelf verbruikt
5) consommation propre des activités connexes	t	7 237	9 909	13 787	t	5) door nevenbedrijven verbruikt
6) Vente à des tiers	t	110	403	595	t	6) Verkocht aan derden
Total (4 + 5 + 6)	t	325 704	311 848	229 019	t	Totaal (4 + 5 + 6)
1.2. Transformé en air comprimé sans transformation préalable en éléctricité	t	14 912	408	954	t	1.2. In perslucht omgezet zonder voorafgaande omzetting in elektriciteit
1.3. Autres consommations de la houillère, des activités connexes	t	13 591	3 136	18 754	t	1.3. Ander verbruik van de mijn, van de nevenbedrijven
TOTAL CHARBON	t	354 207	315 392	248 727	t	TOTAAL KOLEN
2. Schistes de récupération et/ou de lavoir						2. Steenstort- en/of wasserijschist
2.1. Transformés en électricité	t	-	-	-	t	2.1. In elektriciteit omgezet
2.2. Transformés en air comprimé sans transformation préalable en électricité	t	-	-	-	t	2.2. In perslucht omgezet zonder voorafgaande omzetting in elektriciteit
TOTAL SCHISTES	t	-	-	-	t	TOTAAL KOLENSCHIST
3. fuel-oil						3. Fuel-oil (stookolie)
3.1. Transformé en électricité	10^3L	237	327	403	10^3L	3.1. In elektriciteit omgezet
3.2. Transformé en air comprimé sans transformation préalable en électricité	10^3L	-	-	-	10^3L	3.2. In perslucht omgezet zonder voorafgaande omzetting in elektriciteit
3.3. Autres consommations de la houillère, des activités connexes	10^3L	4.637	3.825	433	10^3L	3.3. Ander verbruik van de mijn, van de nevenbedrijven
TOTAL FUEL-OIL	10^3L	4 874	4 152	836	10^3L	TOTAAL FUEL-OIL

TABLEAU 11 (suite). Consommation d'énergie dans les mines

TABEL 11 (vervolg). In de mijnen verbruikte energie

	Unité	1986	1987	1988	Eenheid	
4. Grisou (8 500 kcal/m^3 - 0°C et 760 mm H_g)						4. Mijngas (8 500 kcal/m^3 - 0°C en 760 mm H_g)
4.1. Transformé en électricité	10^3m^3	833 616	246 135	4 678	10^3m^3	4.1. In elektriciteit omgezet
4.2. Transformé en air comprimé sans transformation préalable en électricité	10^3m^3	-	-	-	10^3m^3	4.2. In perslucht omgezet zonder voorafgaande omzetting in elektriciteit
4.3. Autres consommations	10^3m^3	739 162	251 845	3 080	10^3m^3	4.3. Ander verbruik
TOTAL GRISOU	10^3m^3	1 572 778	497 980	7 758	10^3m^3	TOTAAL MIJNGAS
5. Energie électrique						5. Elektrische energie
A. Entrées :						A. Ontvangen :
- produite par centrale propre (provenant de 11.1., 21, 31, 41)	10^3kWh	281 061	329 091	230 885	10^3kWh	- door eigen centrale voortgebracht (voorkomend van 11.1., 21, 31, 41)
- reçue de la centrale minière commune (provenant de 11.2)	10^3kWh	461 936	312 519	183 880	10^3kWh	- van de gemeenschappelijke centrale gekregen (voortkomend van 11.2)
- obtenue par échange charbon/courant (provenant de 11.3)	10^3kWh	-	-	-	10^3kWh	- door ruil kolen/stroom bekomen (voortkomend van 11/3)
- achetée ou reçue par cession	10^3kWh	-	86 319	95 174	10^3kWh	- gekocht of gekregen
TOTAL DES ENTREES	10^3kWh	742 997	727 929	509 939	10^3kWh	IN TOTAAL ONTVANGEN
B. Sorties :						B. Verbruikt of verkocht :
1. Consommation de la houillère :						1. Door de mijn verbruikt :
1.1. Extraction	10^3kWh	67 066	54 639	31 392	10^3kWh	1.1. Ophaling
1.2. Compression	10^3kWh	158 675	162 109	94 582	10^3kWh	1.2. Perslucht
1.3. Exhaure	10^3kWh	28 344	26 464	12 026	10^3kWh	1.3. Drooghouding
1.4. Ventilation	10^3kWh	119 658	116 328	77 332	10^3kWh	1.4. Luchtverversing
1.5. Autres de la surface	10^3kWh	118 839	103 599	72 193	10^3kWh	1.5. Ander verbruik op de bovengrond
1.6. Autres du fond	10^3kWh	126 146	96 444	40 727	10^3kWh	1.6. Ander verbruik in de ondergrond
1.7. Total	10^3kWh	618 728	559 583	328 252	10^3kWh	1.7. Totaal
2. Consommation des activités connexes	10^3kWh	29 411	32 223	116 000	10^3kWh	2. Door de nevenbedrijven verbruikt
3. Vente à des tiers	10^3kWh	96 247	136 123	65 687	10^3kWh	3. Aan derden verkocht
4. Pertes en ligne	10^3kWh	-	-	-	10^3kWh	4. Verlies op de lijn
TOTAL DES SORTIES	10^3kWh	744 386	727 929	509 939	10^3kWh	IN TOTAAL VERBRUIKT OF VERKOCHT

On constatera que pour 1988 :

1) la consommation de charbon a légèrement diminué ;

2) la consommation d'huiles combustibles a diminué (836 000 litres en 1988 contre 4 152 000 litres en 1987) ;

3) la consommation de grisou capté a fortement diminué ;

4) la consommation d'énergie électrique par les houillères accuse une diminution de 30 %

Men ziet in 1988 :

1) dat het kolenverbruik licht gedaald is ;

2) dat het verbruik van stookolie in de kolennijverheid gedaald is (van 4 152 000 liter in 1987 naar 836 000 liter in 1988) ;

3) dat het verbruik van afgezogen mijngas sterk gedaald is ;

4) dat het verbruik van elektriciteit in de mijnen met 30 % gedaald is.

2.2. Consommation de bois de mine

Le tableau 12 donne les consommations de bois de mine utilisés pour le soutènement exprimées en mètres cubes, d'une part, et en dm3/tonne nette, d'autre part.

La consommation absolue de bois de mine a diminué de 59 % en 1988 par rapport à l'année 1987.

2.2. Verbruik van mijnhout.

In tabel 12 is, enerzijds in kubieke meter en anderzijds in kubieke decimeter per nettoton, het mijnhout aangeduid dat men voor de ondersteuning verbruikt heeft.

In volstrekte cijfers is het verbruik van mijnhout met 59 % gedaald in 1988.

TABLEAU 12. Consommation de bois de mine

TABEL 12. Verbruik van mijnhout

	1986	1987	1988
m3	118 963	86 745	35 175
dm3/t nette - dm3/nettoton	21,28	19,91	14,14

2.3. Consommation d'aciers de soutènement et de matériel pour voies ferrées du fond

Le tableau 13 donne des indications sur le tonnage des achats d'aciers de soutènement de l'année. On y trouvera également des indications sur les achats d'acier pour matériel de voie (rails, traverses, etc.) destiné aux transports souterrains.

En chiffres absolus, les achats d'acier de soutènement pour l'ensemble des charbonnages ont diminué de 99 % en 1988 par rapport à 1987.

2.3. Verbruik van ondersteuningsijzer en van materieel voor het ondergronds spoor

Tabel 13 bevat inlichtingen over de aankopen van ondersteuningsijzer in de loop van het jaar. Ook worden inlichtingen gegeven over de aankopen van ijzer voor spoorwegmaterieel (sporen, dwarsliggers, enz.) voor het ondergronds vervoer .

In volstrekte cijfers is de aankoop van ondersteuningsijzer in alle mijnen samen met 99 % gedaald in 1988.

TABLEAU 13. Achats d'aciers pour soutènement et voies ferrées

en tonnes

TABEL 13. Voor de ondersteuning en voor het spoor gekocht ijzer

in ton

	1986	1987	1988	
Achats d'étançons, bêles, plateaux-semelles	1.766	-	-	Gekochte stijlen, kappen, vloerplaten
Achats de cadres, fers, poutrelles, grilles, etc.	12.688	4.348	46	Gekochte ramen, ijzers, balken, roosters, enz.
Total	14.454	4.348	46	Totaal
soit en kg/t nette	2,586	0,998	0,018	of kg/nettoton
Voies ferrées	1.666	(*) -	(**)	Spoorwegen

(*) 15 000 m de voies ferrées
(**) 14.000 m de voies ferrées

(*) 15 000 m van spoor
(**) 14 000 m van spoor

Années Jaren	kg d'acier/tonne nette (soutènement) kg staal/nettoton (ondersteuning)
1980	2,131
1985	2,400
1986	2,586
1987	0,998
1988	0,018

2.4. Consommation d'explosifs

Le tableau 14 donne l'évolution de la consommation d'explosifs dans les mines depuis 1970.

Le type 1 comprend les dynamites. Ce sont des explosifs non S.G.P.

2.4. Verbruik van springstoffen

In tabel 14 is het verloop van het springstoffenverbruik sedert 1970 aangeduid.

Het type 1 omvat de dynamietsoorten. Dit zijn geen S.G.P.-springstoffen.

TABLEAU 14. Evolution de la consommation d'explosifs

TABEL 14. Het verbruik van springstoffen tijdens de jongste jaren

kg

kg

Années	Type I (non S.G.P.) Dynamite et explosifs difficilement inflammables (geen S.G.P.) Dynamiet en moeilijk ontvlambare springstoffen	Type III S.G.P. à ions échangés S.G.P. uitgewisselde ionen	Type IV S.G.P. à ions échangés S.G.P. uitgewisselde ionen	Total Totaal	Jaren
1970	337 617 29,54 %	459 200 43,33 %	310 081 27,13 %	1 142 898	1970
1975	184 958 24,89 %	557 969 75,11 %	- -	742 927	1975
1980	179 722 23,21 %	594 733 76,79 %	- -	774 455	1980
1985	151 849 20,65 %	583 484 79,35 %	- -	735 333	1985
1986	68 607 11,09 %	550 132 88,91 %	- -	618 739	1986
1987	46 500 9,57 %	439 423 90,43 %	- -	485 923	1987
1988	32 555 15 %	183 855 85 %	- -	216 410	1988

Depuis le mois d'avril 1978, le type III est représenté par la Wetter Roburit B et Wetter Energit B.

La consommation totale d'explosifs a diminué de 44,5 % en 1988.

Le tableau 15 donne les consommations spécifiques d'explosifs de toutes les catégories pour l'exécution des différents travaux en grammes par tonne nette de charbon produit.

Sedert de maand april 1978 wordt het type III vertegenwoordigd door Wetter Roburit B en door Wetter Energit B.

In 1988 is het totaal verbruik van springstoffen met 44,5 % gedaald.

In tabel 15 is het specifiek verbruik van alle kategorieën springstoffen samen voor het uitvoeren van de verschillende werken in gram per nettoton kolen aangeduid.

TABLEAU 15. Consommation d'explosifs par tonne nette

g/t.

TRAVAUX	1986	1987	1988	WERKEN
1. Abattage du charbon	11,2	13,0	10,6	1. Winnen van kolen
2. Coupage des voies	32,4	45,8	24,9	2. Delven van gangen
3. Foudroyage	0,4	1,0	3,0	3. Dakbreuk
4. Creusement des galeries au rocher	20,5	11,0	4,7	4. Delven van gangen in het gesteente
5. Autres préparatoires	40,1	37,5	36,0	5. Andere voorbereidende werken
6. Fonçage de puits	5,2	1,8	7,0	6. Delven van schachten
7. Divers	1,0	1,3	4,9	7. Allerlei
8. Ensemble des travaux	110,7	111,5	87,0	

TABEL 15. Verbruikte springstoffen per nettoton.

g/t.

L'emploi des diverses sortes de détonateurs a évolué comme suit au cours des dernières années :

Millions de détonateurs

ANNEES JAREN	Instantanés Momentslagpijpjes	A court retard Met geringe vertraging	A long retard Met veel vertraging	Ensemble Samen
1970	-	1,46	0,38	1,84
1975	-	0,95	0,17	1,12
1980	-	0,89	0,17	1,06
1985	-	0,90	0,16	1,06
1986	-	0,75	0,14	0,89
1987	-	0,51	0,05	0,56
1988	-	0,32	0,02	0,34

Het verbruik van de verschillende soorten slagpijpjes is gedurende de jongste jaren als volgt verlopen :

1 miljoen slagpijpjes

Le tableau 16 donne, pour les différentes catégories de travaux, la quantité d'explosifs utilisés au cours de l'année. Ce tableau mentionne également le nombre de détonateurs utilisés.

In tabel 16 zijn de hoeveelheden springstoffen aangeduid die in de loop van het jaar voor de verschillende werken gebruikt zijn. In deze tabel is ook het aantal gebruikte slagpijpjes aangeduid.

TABLEAU 16. Consommation d'explosifs (en kg) et de détonateurs (nombre de pièces)

Nature de Travail		1986	1987	1988		Aard van het werk
1. ABATTAGE DU CHARBON	Explosifs	62.395	56.824	26.547	Springstoffen	1. WINNEN VAN KOLEN
	Détonateurs	96.358	85.579	37.614	Slagpijpjes	
2. TIRS D'EBRANLEMENT	Explosifs	-	-	-	Springstoffen	2. SCHOKSCHIETWERK
	Détonateurs				Slagpijpjes	
3. COUPAGE DES VOIES	Explosifs	181.241	199.702	62.003	Springstoffen	3. DELVEN VAN GANGEN
	Détonateurs	266.461	142.394	88.425	Slagpijpjes	
4. FOUDROYAGE	Explosifs	2.275	4.552	7.671	Springstoffen	4. DAKBREUK
	Détonateurs	3.395	6.752	11.086	Slagpijpjes	
5. CREUSEMENT DES GALERIES AU ROCHER	Explosifs	114.615	48.015	11 842	Springstoffen	5. DELVEN VAN STEENGANGEN
	Détonateurs	172.562	74.866	23.985	Slagpijpjes	
6. AUTRES TRAVAUX PREPARATOIRES	Explosifs	223.849	163.246	89.553	Springstoffen	6. ANDERE VOORBEREIDENDE WERKEN
	Détonateurs	292.589	232.135	145.655	Slagpijpjes	
7. FONCAGE DE PUITS	Explosifs	28.834	8.085	17.569	Springstoffen	7. DELVEN VAN SCHACHTEN
	Détonateurs	42.556	13.606	33.456	Slagpijpjes	
8. DIVERS	Explosifs	5.530	5.497	1.225	Springstoffen	8. ALLERLEI
	Détonateurs	12.343	11.865	4.245	Slagpijpjes	
9. ENSEMBLE DES TRAVAUX	Explosifs	618.739	485.923	216.410	Springstoffen	9. ALLE WERKEN SAMEN
	Détonateurs	886.264	567.197	344.466	Slagpijpjes	

TABEL 16. Verbruik van springstoffen (kg) en van slagpijpjes (aantal stuks

3. GRISOU CAPTE ET VENDU

Le tableau 17 donne les volumes de grisou capté, valorisé ou non, ainsi que le nombre et les longueurs cumulée et moyenne des sondages forés en cours d'année et restant en service au 31 décembre des années 1986, 1987 et 1988.

3. AFGEZOGEN EN VERKOCHT MIJNGAS

In tabel 17 zijn de afgezogen hoeveelheden mijngas, al dan niet benut, het aantal, de gezamenlijke en de gemiddelde lengte van de in de loop van het jaar uitgevoerde en van de op 31 december 1986, 1987 en 1988 nog in gebruik zijnde boringen aangeduid.

TABLEAU 17. Captage du grisou (*)

TABEL 17. Mijngasafzuiging (*)

		1986	1987	1988		
Quantité valorisée à la mine ou vendue	m3	18 265 666	16 424 667	8 079 915	Op de mijn gebruikt of verkocht	m3
Quantité non valorisée	m3	10 238 658	10 668 781	6 578 287	Niet gebruikt	m3
Quantité totale captée	m3	28 504 324	27 093 448	14 658 202	Totale afgezogen hoeveelheid	m3
Nombre de sondages forés		445	501	307	Aantal boringen uitgevoerd	
- longueur cumulée	m	17 783	21 495	13 171	- gezamenlijke lengte	m
- longueur moyenne	m	40	43	43	- gemiddelde lengte	m
Nombre de sondages en service		140	139	97	Aantal boringen in gebruik	
- longueur cumulée	m	5 414	5 778	4 240	- gezamenlijke lengte	m
- longueur moyenne	m	39	42	44	- gemiddelde lengte	m
Longueur totale des canalisations de captage		67 545	46 877	50 214	Totale lengte van de leidingen	

(*) Les m3 de grisou sont exprimés à 8 500 kcal, 0°C et 760 mm de mercure.

(*) De m3 gas zijn berekend aan 8 500 kcal, 0°C en 760 mm kwik.

Le tableau 17 montre également que la quantité de gaz capté et non valorisé est de 6,5 millions de m3 ; il s'agit principalement de captages effectués dans des sièges qui ne sont pas équipés de canalisations vers la surface ; le grisou capté au fond est relâché à d'autres endroits de la mine.

Tabel 17 vermeldt 6,5 miljoen m3 gas dat wel afgezogen, maar niet gebruikt wordt ; een groot gedeelte daarvan wordt hoofdzakelijk afgezogen in zetels waar geen gasleidingen naar de bovengrond geïnstalleerd zijn ; het wordt van de afzuigplaats weggezogen naar andere plaatsen in de mijn waar het terug ontsnapt.

L'évolution du captage de grisou depuis 1970 est mise en lumière par le tableau rétrospectif ci-dessous.

Uit onderstaand overzicht blijkt hoe het afzuigen van mijngas sedert 1970 verlopen is.

ANNEES JAREN	Quantités captées ($10^6 m^3$) Afgezogen hoeveelheden ($10^6 m^3$)
1970	30,5
1975	33,7
1980	45,3
1985	39,9
1986	28,5
1987	27,1
1988	14,6

Par rapport à l'année précédente, le nombre de sondages forés au cours de l'exercice 1988 a diminué de 194 unités. Le nombre de sondages en service en fin de 1988 est de 97 unités.

In 1988 zijn er 194 boringen minder uitgevoerd dan in 1987. Op het einde van 1988 waren er 97 actieve boorgaten.

Le captage de grisou se poursuit dans certaines mines du Hainaut après l'arrêt de l'extraction de la houille. Les volumes captés dans les sièges d'exploitation définitivement arrêtés comme charbonnages ne sont pas compris dans les données du tableau 25 qui concerne exclusivement les houillères encore en activité comme telles.

En 1988, les charbonnages fermés ont capté 11 669 105 m3 de grisou.

In sommige kolenmijnen van Henegouwen wordt nog mijngas afgezogen nadat de kolenwinning er stopgezet is. Het gas komende uit bedrijfszetels die als kolenmijn voorgoed stilgelegd zijn, is niet in de cijfers van tabel 25 begrepen. Deze tabel heeft alleen betrekking op de actieve kolenmijnen als dusdanig.

De gesloten kolenmijnen hebben in 1988 11 669 105 m3 mijngas voortgebracht.

CHAPITRE III
CARACTERISTIQUES DES TRAVAUX DU FOND

1. CHANTIERS D'EXPLOITATION

1.1. Caractéristiques générales

1.1.1. Production par chantier

Le tableau 18 donne la répartition de la production des années 1986, 1987 et 1988 d'après l'importance des chantiers. Ceux-ci ont été répartis en 9 catégories s'échelonnant de 100 en 100 tonnes de "moins de 100 tonnes par jour", jusqu'à "400 à 499" puis de 250 en 250 t. jusqu'à "plus de 1 750 t/jour". Cette classification a été proposée à l'administration pour mieux mettre en valeur la concentration progressive de l'extraction dans des chantiers à forte production.

HOOFDSTUK III
KENMERKEN VAN DE ONDERGRONDSE WERKEN

1. ONTGINNINGSWERKPLAATSEN

1.1. Algemene kenmerken

1.1.1. Produktie per werkplaats

In tabel 18 is de produktie van 1986, 1987 en 1988 ingedeeld naar de grootte van de werkplaatsen. Deze zijn in negen kategorieën ingedeeld, gaande van "minder dan 100 ton" tot "400-499 ton per dag" in trappen van 100 ton, en vervolgens in trappen van 250 ton tot "meer dan 1 750 ton per dag". Deze indeling werd aan de Administratie voorgesteld om de geleidelijke concentratie van de winning in werkplaatsen met een hoge produktie beter te doen uitkomen.

TABLEAU 18. Répartition de la production des chantiers recensés d'après leur importance

TABEL 18. Indeling van de produktie van de getelde werkplaatsen naar hun grootte

Production journalière moyenne en tonnes Gemiddelde dagproduktie in ton	1986	1987	1988
< 100	-	-	0,05
100 à 199	0,5	0,1	-
200 à 299	2,2	1,8	0,71
300 à 399	2,0	3,9	3,11
400 à 499	0,6	2,7	5,40
500 à 749	22,1	22,6	21,30
750 à 999	49,3	24,8	23,37
1000 à 1249	21,3	17,8	34,67
1250 à 1499	-	9,5	11,39
1500 à 1749	1,9	7,1	-
> 1750	-	9,7	-
Total - Totaal	100,0	100,0	100,0

1.1.2. Longueur des tailles

Dans le tableau 19, la production de l'ensemble des chantiers a été répartie d'après la longueur des tailles.

La longueur moyenne des tailles a été en 1988 de 252 m pour 240 m en 1987.

1.1.2. Lengte van de pijlers.

In tabel 19 is de produktie van al de getelde werkplaatsen samen naar de lengte van de pijlers ingedeeld.

In 1988 hadden de pijlers een gemiddelde lengte van : 252 m en voor 1987 was dat 240 m.

TABLEAU 19. Répartition de la production d'après la longueur des tailles

TABEL 19. Indeling van de produktie naar de lengte van de pijlers

Longueur des tailles Lengte van de pijlers	1986	1987	1988
< 200	11,0	3,1	4,25
200/249,9	38,0	33,0	54,17
250/299,9	47,3	59,9	40,53
> 300	3,7	4,0	1,05
Total - Totaal	100,0	100,0	100,0

1.1.3. Avancement journalier

Le tableau 20 donne la répartition de la production par rapport à l'avancement journalier moyen des chantiers.

1.1.3. Vooruitgang per dag

In tabel 20 is de produktie ingedeeld naar de gemiddelde vooruitgang van de werkplaatsen per dag.

TABLEAU 20. Répartition de la production des chantiers recensés par rapport à l'avancement journalier moyen des chantiers
(En % de la production)

TABEL 20. Indeling van de produktie van de getelde werkplaatsen naar de gemiddelde vooruitgang van de werkplaatsen per dag
(Percentage van de getelde produktie)

Avancement journalier Vooruitgang per dag (m)	1986	1987	1988
< 0,50	-	0,1	0,05
0,50/0,99	2,5	4,9	6,14
1,00/1,49	9,7	13,0	6,89
1,50/1,99	21,6	30,2	11,48
2,00/2,49	47,9	26,3	51,05
2,50/2,99	15,0	9,7	6,95
> 3,00	3,3	15,8	17,44
Total - Totaal	100,0	100,0	100,0

En 1988, 11,5 % de la production proviennent de chantiers dont l'avancement journalier moyen est de 1,50 m à 2 m et 75,4 % de chantiers dont l'avancement journalier moyen est supérieur à 2 m.

La moyenne des avancements journaliers était de 184 cm en 1988 pour 177 cm en 1987.

In 1988 komt 11,5 % van de produktie uit werkplaatsen met een gemiddelde vooruitgang van 1,50 m tot 2 m per dag en 75,4 % uit werkplaatsen met een gemiddelde vooruitgang van meer dan 2 m.

In 1988 was de gemiddelde vooruitgang per dag 184 cm tegenover 177 cm in 1987.

1.2. Abattage

Les procédés d'abattage sont consignés dans le tableau 21.

En 1988, la presque totalité de la production (99,8 %) est assurée en Belgique par deux procédés différents d'abattage : les haveuses à tambour et les rabots.

1.2. Winning

In tabel 21 zijn de verschillende winningsmethodes aangeduid.

In 1988 werd haast heel de Belgische kolenproduktie (99,8 %) volgens twee verschillende procédés gewonnen : met trommelsnijmachines en met kolenschaven.

TABLEAU 21. Répartition de la production des chantiers recensés d'après le procédé d'abattage utilisé

(en % de la production)

METHODE D'ABATTAGE	1986	1987	1988	WINNINGSMETHODE
1. Marteaux-piqueurs	0,1	-	- *	1. Afbouwhamers
2. Haveuses à tambour	47,7	43,7*	31,41	2. Trommelsnijmachines
3. Rabots :				3. Schaven :
3.1. ordinaires	6,1	-	- *	3.1. gewone
3.2. ancre	40,6*	56,1*	68,59	3.2. ankerschaven
3.3. à vitesse dépassante	1,5	-	-	3.3. inhaalschaven
4. Machines à creuser les niches	3,6	0,1	-	4. Nismachines
5. Combinaisons :				5. Combinaties :
. rabots ancre et marteaux-piqueurs	-	-	-	. ankerschaven en afbouwhamers
6. Divers	0,4	0,1	-	6. Allerlei
Ensemble des procédés	100,0	100,0	100,0	Alle methodes samen

(*) y compris combinaisons avec machines à creuser les niches.

TABEL 21. Indeling van de produktie van de getelde werkplaatsen naar de gebruikte winningsmethodes

(In percentage van de getelde produktie)

(*) De combinaties met nismachines inbegrepen.

Le tableau 22 donne l'inventaire des engins d'abattage en service ou en réserve à la fin des années 1986, 1987 et 1988.

L'emploi de haveuses à tambour comporte 8 unités en service au 31 décembre 1988 dans le Royaume.

Fin 1988, le nombre de rabots en service est de 11.

In tabel 22 is het winningsmaterieel aangeduid dat einde 1986, 1987 en 1988 in gebruik of in reserve was.

Op 31 december 1988 waren 7 trommelsnijmachines in gebruik.

Einde 1988 waren 11 kolenschaven in gebruik.

TABLEAU 22. Inventaire du matériel d'abbatage en service (1) ou en réserve (2) au 31 décembre.

Nombre d'appareils

ENGINS D'ABATTAGE	1986		1987		1988		WINNINGSTUIGEN
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	
1. Marteaux-piqueurs	1.449	316	829	276	295	40	1. Afbouwhamers
2. Haveuses à tambour	20	4	6	3	7	4	2. Trommelsnijmachines
3. Rabots							3. Schaven :
3.1. ordinaires	-	-	-	-	-	-	3.1. gewone
3.2. ancre	21	23	14	12	11	7	3.2. ankerschaven
3.3. à vitesse dépassante	-	2	1	1	-	-	3.3. inhaalschaven
4. Scrapers-rabots	-	-	-	-	-	-	4. Schrapers
5. Machines à creuser les niches	17	6	8	3	4	2	5. Nismachines
6. Autres	23	13	9	4	6	31	6. Andere

TABEL 22. Inventaris van het winningsmaterieel in gebruik (1) of in reserve (2) op 31 december.

Aantal toestellen

1.3. Contrôle du toit

Le tableau 23 donne la répartition de la production d'après la méthode utilisée pour le contrôle du toit.

1.3. Dakcontrole

In tabel 23 is de produktie ingedeeld naar de verschillende methodes die men voor de dakcontrole toegepast heeft.

TABLEAU 23. Répartitions de la production des chantiers recencés d'après la méthode utilisée pour le contrôle du toit
(en % de la production)

TABEL 23. Indeling van de produktie van de getelde werkplaatsen naar de verschillende methodes van dakcontrole.
(in percentage van de produktie)

METHODES UTILISEES	1986	1987	1988	AANGEWENDE METHODES
1. Remblayage par stériles du chantier (couche, voies, fausses-voies)	-	-	-	1. Opvulling met stenen uit de werkplaats (laag, gangen, blinde gangen)
2. Piles de bois abandonnées	0,2	-	-	2. Verloren houtbokken
3. Remblayage pneumatique	-	-	-	3. Blaasvulling
4. Remblayage hydraulique	-	-	-	4. Spoelvulling
5. Foudroyage sur étançons	7,3	2,4	-	5. Dakbreuk op stijlen
6. Foudroyage sur piles ou caissons mobiles	-	-	-	6. Dakbreuk op bokken of beweegbare kasten
7. Soutènement marchant	92,3	95,0	100	7. Gemechaniseerde ondersteuning
8. Autres	0,2	2,6	-	8. Andere
TOTAL	100,0	100,0	100,0	TOTAAL

Une seule méthode est encore utilisée en 1988 : le soutènement marchant.

In 1988 wordt nog slechts één methode gebruikt : de gemechaniseerde ondersteuning.

1.4. Soutènement des chantiers

Le tableau 24 donne la répartition de la production des chantiers recensés, d'après le mode de soutènement utilisé.

In tabel 24 wordt de produktie van de getelde werkplaatsen ingedeeld naar de verschillende wijzen van ondersteuning.

Le soutènement métallique est progressivement remplacé par le soutènement mécanisé dit "soutènement marchant", qui couvre 100 % de la production en 1988.

De metalen ondersteuning wordt geleidelijk vervangen door de gemechaniseerde ondersteuning, die voor 100 % van de getelde produktie in 1988 gebruikt wordt.

TABLEAU 24. Répartitions de la production des chantiers recensés d'après le mode de soutènement utilisé.

TABEL 24. Indeling van de produktie van de getelde werkplaatsen naar de verschillende wijzen van ondersteuning.

SOUTENEMENT DU TOIT	1986	1987	1988	ONDERSTEUNING VAN HET DAK
1. Etançons et bêles en bois	-	-	-	1. Houten stutten en kappen
2. Etançons métalliques et bêles métalliques articulées	5,8	2,4	-	2. Ijzeren stijlen en koppelkappen
3. Etançons métalliques et bêles rigides	0,9	-	-	3. Ijzeren stijlen en starre kappen
4. Soutènement mécanisé exclusif (souènement marchant)	93,0	95,0	100	4. Gemechaniseerde ondersteuning alleen
5. Divers	0,3	2,6	-	5. Andere middelen
TOTAL	100,0	100,0	100,0	TOTAAL

Les tableaux 25 et 26 donnent l'inventaire des éléments de soutènement métallique en service en fin des années 1986, 1987 et 1988.

De tabellen 25 en 26 bevatten de inventaris van de ijzeren ondersteuningselementen die op het einde van de jaren 1986, 1987 en 1988 in gebruik waren.

Le nombre d'étançons hydrauliques a diminué de 99 unités et le nombre d'éléments de soutènement marchant de 1 627 unités.

Het aantal hydraulische stijlen is met 99 afgenomen en de gemechaniseerde ondersteuning met 1 627.

TABLEAU 25. Nombre d'étançons métalliques en services au 31 décembre

TABEL 25. Aantal ijzeren stijlen in gebru op 31 december

ELEMENTS ET TYPES	1986	1987	1988	ELEMENTEN EN TYPES
1. Etançons métalliques				1. Ijzeren stijlen
1.1. Rigides	-	-	-	1.1. Starre
1.2. Coulissants	1 113	-	-	1.2. Meegevende
1.3. Hydrauliques	32 780	15 853	15 754	1.3. Hydraulische
Total	33 893	15 853	15 754	Totaal
2. Soutènement marchant				2. Gemechaniseerde ondersteuning
2.1. Dowty	4 909	1 703	1 526	2.1. Dowty
2.2. Hemscheid	-	-	-	2.2. Hemscheid
2.3. Westfalia	2 528	1 047	324	2.3. Westfalia
2.4. Autres	1 176	1 623	896	2.4. Andere
Total	8 613	4 373	2 746	Totaal

TABLEAU 26. Nombre de bêles métalliques en service au 31 décembre

TABEL 26. Aantal ijzeren kappen in gebruik op 31 december

ELEMENTS ET TYPES	1986	1987	1988	ELEMENTEN EN TYPES
1. Bêles métalliques				1. Ijzeren kappen
1.1. Non articulées	-	-	-	1.1. Starre
1.2. Articulées				1.2. Koppelkappen
a) de 0,80 m	18 886	11 723	11 391	a) van 0,80 m
b) de 0,90 m	438	77	-	b) van 0,90 m
c) de 1,00 m	3 863	637	429	c) van 1,00 m
d) de 1,12 m	-	-	-	d) van 1,12 m
e) de 1,25 m	5 648	703	911	e) van 1,25 m
f) de 2,60 m	562	1 527	238	f) van 2,60 m
g) de 3,00 m	-	-	-	g) van 3,00 m
2. Articulées "en croix"	8 567	4 851	2 928	2. Kruiskoppelkappen
Total	37 964	19 518	15 897	Totaal
3. Plateaux	-	-	-	3. Schijven

Parmi les bêles articulées du soutènement métallique classique, les plus couramment utilisées sont celles de 0,80 m.

Onder de koppelkappen van de klassieke ijzeren ondersteuning worden die van 0,80 m het meest gebruikt.

Depuis 1981 il n'y a plus de plateaux en service.

Sedert 1981 zijn er geen schijven meer in gebruik.

1.5. Deblocage des tailles

Le terme "déblocage des tailles" désigne les installations de transport en taille, aussi bien que les engins utilisés pour évacuer les produits dans les tailles à fort pendage.

Ces engins et installations sont énumérés dans le tableau 27.
Le convoyeur blindé ou "panzer" est l'unique moyen de transport utilisé dans les tailles.

1.5. Afvoer uit de pijlers

De "afvoer uit de pijlers" slaat zowel op de vervoerinrichtingen in de pijlers als op de tuigen voor de afvoer van de produkten in sterk hellende pijlers.

Die installaties zijn aangeduid in tabel 27.

Er worden nog uitsluitend pantserttransporteurs gebruikt voor het vervoer uit de pijlers.

TABLEAU 27. Répartitions de la production des chantiers recensés selon le mode de déblocage des tailles.

(en % de la production)

NATURE DES INSTALLATIONS	1986	1987	1988
Gravité	-	-	-
Chaines à raclettes	-	-	-
Courroies à brin intérieur porteur	-	-	-
Convoyeurs blindés :			
- à 2 chaines	64,1	75,0	94,2
- à 1 chaine	34,9	25,0	5,8
TOTAL	100,0	100,0	100,0

TABEL 27. Indeling van de produktie van de getelde werkplaatsen naar de middelen gebruikt voor de afvoer.

(in percentages van de produktie)

AARD VAN DE INSTALLATIES
Door de zwaartekracht
Schraapkettingen
Transporteurs met dragende onderband
Pantsertransporteurs
- met 2 kettingen
- met 1 ketting
TOTAAL

1.6. Lutte contre les poussières

Pour une étude détaillée de la lutte contre les poussières dans les mines, le lecteur se reportera aux travaux de l'IREA Institut pour le Sauvetage, l'Ergonomie et l'Hygiène du Travail. La présente publication ne donne qu'un aperçu de l'extension des différents moyens de lutte dans les chantiers recensés en fonction de leur production. C'est l'objet du tableau 27.

1.6. Bestrijding van het stof

Voor een uitvoerige studie over de stofbestrijding in de mijnen wordt de lezer verwezen naar de publikaties van het IREA Instituut voor Reddingswezen, Ergonomie en Arbeidshygiëne. In deze statistiek worden alleen gegevens verstrekt over de uitbreiding van de verschillende stofbestrijdingsmiddelen in de getelde werkplaatsen in verhouding tot de produktie. Deze inlichtingen zijn aangeduid in tabel 27.

TABLEAU 28. Répartitions de la production des chantiers recensés par rapport aux moyens de lutte contre les poussières

(en % de la production)

METHODES UTILISEES	1986	1987	1988
1. Pulvérisateurs	56,4	43,9	51,5
2. Injection en veine à front de taille	-	-	-
3. Pulvérisateurs combinés avec injection en veine à front de taille	14,5	20,3	23,3
4. Pulvérisateurs combinés avec prétéléinjection	-	-	-
5. Pulvérisateurs et havages humides	-	-	-
6. Autres méthodes combinées	29,1	35,8	25,2
TOTAL	100,0	100,0	100,0

TABEL 28. Indeling van de produktie van de getelde werkplaatsen naar de middelen gebruikt voor de bestrijding van het stof in pijlers

(in percentages van de produktie)

AANGEWENDE METHODES
1. Verstuivers
2. Waterinjectie in de kolenlaag aan het pijlerfront
3. Verstuivers samen met waterinjectie in de kolenlaag aan het pijlerfront
4. Verstuivers samen met preteleinjectie
5. Nat snijden en verstuivers
6. Andere combinaties
TOTAAL

Les pulvérisateurs seuls ont dépoussiéré, en 1988, 51,5 % du tonnage abattu. Les pulvérisateurs combinés avec injection en veine à front de taille ont assuré 23,3 % de la production.

In 1988 werden waterverstuivers gebruikt voor 51,5 % van de produktie. Bovendien werd nog 23,3 % van de produktie gewonnen met waterverstuivers en waterinjectie in de kolenlaag aan het pijlerfront.

Les autre méthodes combinées ont assuré 25,2 % de la production.

25,2 % van de produktie werd gewonnen met andere combinaties.

Ce tableau 29 donne l'inventaire des engins de lutte contre les poussières en service au 31 décembre non seulement dans les tailles mais également dans l'ensemble des galeries du fond, ainsi que l'inventaire du matériel d'injection d'eau en veine.

In tabel 29 zijn de toestellen voor de bestrijding van het stof aangeduid die op 31 december niet alleen in pijlers, maar ook in ondergrondse gangen in gebruik waren. De inventaris van het materieel voor waterinjectie in de laag is eveneens in die tabel opgenomen.

TABLEAU 29. Engins de lutte contre les poussières, en service au 31 décembre

TABEL 29. Toestellen voor de bestrijding van het stof die in gebruik waren op 31 december

ENGINS	1986	1987	1988	TOESTELLEN
1. Injection d'eau				1. Waterinjectie
Sondes (nombre)	78	54	35	Boren (aantal)
Pompes (nombre)	19	8	6	Pompen (aantal)
Flexible à haute pression (m)	3 733	-	-	Hogedrukslangen (m)
2. Marteaux-pics à eau				2. Afbouwhamers met water
Nombre	10	-	25	Aantal
3. Outils perforateurs avec injection d'eau				3. Boortoestellen met waterinjectie
Nombre	741	434	350	Aantal
4. Pulvérisateurs installés				4. Waterverstuivers
dans les tailles (nombre)	645	242	310	in pijlers (aantal)
dans les galeries (nombre)	298	90	68	in mijngangen (aantal)
5. Masques mis en service (nombre)	30 582	12 233	-	5. Maskers in gebruik genomen (aantal)
6. Capteurs de poussières	7	5	5	6. Stofopvangers

De 1987 à 1988, le nombre de sondes d'injection en service et celui des pompes d'injection a diminué de 19. Le nombre d'outils de forage équipés de dispositifs d'injection d'eau pour le creusement de galeries au rocher a diminué de 84 unités. Le nombre de pulvérisateurs a augmenté de 68 unités dans les tailles et diminué de 22 unités dans les galeries.

Het aantal gebruikte injectieboren en pompen is in 1988 met 19 gedaald. Het aantal voor waterinjectie uitgeruste boortoestellen voor het delven van steengangen is met 84 gedaald. Het aantal waterverstuivers is met 68 stuks gestegen in de pijlers en met 22 gedaald in de mijngangen.

1.7. Lutte contre l'incendie

La longueur des réseaux de distribution d'eau au fond des charbonnages est indiquée ci-après. Elle est en rapport non seulement avec la lutte contre les poussières, mais aussi avec les dispositions prises en application des règlements relatifs à la lutte contre les feux et incendies.

En 1988, la longueur totale du réseau de distribution d'eau a diminué de 169 km. Elle était en effet de 273 km à la fin 1987 et de 104 km à la fin 1988.

1.7. Bestrijding van brand

De lengte van de waterleiding in de ondergrondse werken van de kolenmijnen is hierna aangeduid. Ze houdt niet alleen verband met de bestrijding van het stof, maar ook met de maatregelen die genomen zijn bij toepassing van de reglementen betreffende de bestrijding van vuur en brand.

In 1988 is de totale lengte van het waterleidingsnet met 169 km gedaald. Het was einde 1988 104 km tegen 273 km einde 1987.

2. GALERIES SOUTERRAINES

La présente étude couvre toutes les galeries souterraines, quelle que soit leur destination ; elle englobe donc aussi bien les voies de chantier (galeries en veine) que les bouveaux ou bacnures (galeries au rocher).

2.1. Soutènement des galeries utilisables en fin d'exercice et des galeries creusées en 1987 et 1988.

Le tableau 30 donne la longueur totale utilisable au 31 décembre, ainsi que la nature du revêtement de ces galeries. En regard se trouve le nombre de mètres de revêtement posé au cours de chaque année en cause.

2. ONDERGRONDSE GANGEN

Deze studie heeft betrekking op alle ondergrondse gangen, afgezien van hun bestemming ; zowel de werkplaatsgalerijen (in de kolen) als de steengangen zijn er dus in begrepen.

2.1. Ondersteuning van de bruikbare mijngangen op het einde van het jaar en van de in 1987 en 1988 gedreven gangen.

In tabel 30 is de totale bruikbare lengte op 31 december alsmede de aard van de ondersteuning van de mijngangen aangeduid. Daarnaast is vermeld welke lengte men in de loop van dat jaar van bekleding voorzien heeft.

Les galeries sont classées en quatre catégories : travers-bancs et autres galeries au rocher, voies de chantiers en veine, traçages en veine et galeries inclinées ; pour chacune de ces catégories, les divers modes de soutènement utilisés ont été indiqués. En outre, les burquins, que l'on peut considérer comme des galeries verticales, ont été groupés avec les quatre types de galeries caractérisés ci-dessus.

De mijngangen worden in vier kategorieën ingedeeld : steengangen, werkplaatsgalerijen in de laag, op voorhand gedreven galerijen in de laag en hellende gangen. Voor elke kategorie worden de verschillende soorten van ondersteuning aangeduid. Bovendien worden de blinde schachten, die als vertikale gangen kunnen beschouwd worden, in dezelfde tabellen opgenomen als de vier daarnet vermelde galerijtypes.

En ce qui concerne les travers-bancs, on utilise surtout des panneaux en béton et des cadres métalliques coulissants.

In de steengangen worden meestal betonpanelen en meegevende ijzeren ramen gebruikt.

Dans les voies de chantier et les traçages, les charbonnages utilisent trois méthodes de soutènement. Les cadres coulissants occupent la première place, viennent ensuite les cadres mixtes bois et fer et puis les cadres métalliques rigides.

In de werkplaatsgalerijen en in de op voorhand gedreven galerijen in de laag, worden drie ondersteuningsmethodes gebruikt : aan de spits staan de meegevende ramen, daarop volgen de gemengde ramen, hout en ijzer, en dan de starre ijzeren ramen.

Le tableau montre qu'au 31 décembre 1988 il y avait 245 km de galeries utilisables.

Uit de tabel blijkt dat er op 31 december 1988 nog 245 km bruikbare gangen waren.

Rappelons que le réseau de galeries en service en 1960 dans les mines belges dépassait 2 200 km.

In 1960 waren er meer dan 2 200 km gangen in gebruik in de Belgische mijnen.

On observera enfin une diminution des longueurs creusées de 11 951 m en 1988 par rapport à 1987.

In 1988 werden 11 951 m gangen minder gedolven.

TABLEAU 30. Galeries et burquins

I. Revêtements posés en 1987 et 1988

II. Longueur totale utilisable au 31 décembre 1987 et 1988

TABEL 30. Mijngangen en blinde schachten

I. Geplaatste ondersteuning in 1987 en 1988

II. Totale bruikbare lengte op 31 december 1987 en 1988.

NATURE DES GALERIES MODE DE SOUTENEMENT	1987 Longueur en m Lengte in m		1988 Longeur en m Lengte in m		AARD VAN DE GANGEN WIJZE VAN ONDERSTEUNING
	I	II	I	II	
GALERIES DITES HORIZONTALES					ZG. VLAKKE GANGEN
AA) Travers-bancs et bouveaux en direction					A) Steengangen
1. Sans soutènement	-	-	-	-	1. Zonder ondersteuning
2. Boulonnage du toit	-	-	-	-	2. Dakverankering
3. Cadres en bois	-	298	-	298	3. Houten ramen
4. Cadres mixtes (bois et fer)	-	1 017	-	747	4. Gemengde ramen (hout en ijzer)
5. Cadres métalliques rigides	-	2 405	-	1 923	5. Starre ijzeren ramen
6. Cadres métalliques coulissants	385	31 894	-	7 100	6. Meegevende ijzeren ramen
7. Claveaux de béton	-	235 532	1 501	149 642	7. Betonblokken
8. Panneaux de béton	2 488	53 710	-	31 255	8. Betonpanelen
9. Autres	-	5 833	-	540	9. Andere
10. Tous modes de soutènement	2 873	330 689	1 501	191 505	10. Alle ondersteuningwijzen samen
BB) Voies de chantier en veine					B) Werkplaatsgarelrijen in de laag
1. Sans soutènement	-	-	-	-	1. Zonder ondersteuning
2. Boulonnage du toit	-	-	-	-	2. Dakverankering
3. Cadres en bois	-	-	-	-	3. Houten ramen
4. Cadres mixtes (bois et fer)	6 941	21 015	3 573	7 458	4. Gemengde ramen (hout en ijzer)
5. Cadres métalliques rigides	-	-	-	-	5. Starre ijzeren ramen
6. Cadres métalliques coulissants	11 557	17 802	7 142	13 778	6. Meegevende ijzeren ramen
7. Claveaux de béton	-	-	-	-	7. Betonblokken
8. Panneaux de béton	-	-	-	-	8. Betonpanelen
9. Autres	-	-	-	-	9. Andere
10. Tous modes de soutènement	18 498	38 817	10 715	21 236	10. Alle ondersteuningswijzen samen

TABLEAU 30 (suite)

TABEL 30 (vervolg)

NATURE DES GALERIES MODE DE SOUTENEMENT	1987 Longueur en m Lengte in m		1988 Longueur en m. Lengte in m.		AARD VAN DE GANGEN WIJZE VAN ONDERSTEUNING
	I	II	I	II	
C) Traçages en veine					C) Op voorhand gedreven galerijen in de laag
1. Sans soutènement	-	-	-	-	1. Zonder ondersteuning
2. Boulonnage du toit	-	40	-	4	2. Dakverankering
3. Cadres en bois	-	324	-	10	3. Houten ramen
4. Cadres mixtes (bois et fer)	-	-	-	-	4. Gemengde ramen (hout en ijzer)
5. Cadres métalliques rigides	-	-	-	-	5. Starre ijzeren ramen
6. Cadres métalliques coulissants	3 041	12 666	1 622	6 216	6. Meegevende ijzeren ramen
7. Claveaux de béton	-	-	-	-	7. Betonblokken
8. Panneaux de béton	-	-	-	-	8. Betonpanelen
9. Autres	-	-	-	-	9. Andere
10. Tous modes de soutènement	3 041	13 120	1 622	6 230	10. Alle ondersteuningswijzen samen
GALERIES INCLINEES					HELLENDE GANGEN
1. Sans soutènement	-	-	-	-	1. Zonder ondersteuning
2. Boulonnage du toit	-	4	-	-	2. Dakverankering
3. Cadres en bois	-	-	-	-	3. Houten ramen
4. Cadres mixtes (bois et fer)	-	1 191	-	997	4. Gemengde ramen (hout en ijzer)
5. Cadres métalliques rigides	-	279	-	260	5. Starre ijzeren ramen
6. Cadres métalliques coulissants	3 054	25 270	1 722	15 579	6. Meegevende ijzeren ramen
7. Claveaux de béton	-	685	-	442	7. Betonblokken
8. Panneaux de béton	-	-	-	-	8. Betonpanelen
9. Autres	-	26	-	-	9. Andere
10. Tous modes de soutènement	3 054	27 455	1 722	17 278	10. Alle ondersteuningswijzen samen
BURQUINS					BLINDE SCHACHTEN
1. Sans soutènement	-	-	-	-	1. Zonder ondersteuning
2. Boulonnage du toit	-	-	-	-	2. Dakverankering
3. Cadres en bois	43	8 528	35	7 618	3. Houten ramen
4. Cadres mixtes (bois et fer)	-	644	-	527	4. Gemengde ramen (hout en ijzer)
5. Cadres métalliques rigides	36	291	-	-	5. Starre ijzeren ramen
6. Cadres métalliques coulissants	-	92	-	-	6. Meegevende ijzeren ramen
7. Claveaux de béton	-	1 809	-	591	7. Betonblokken
8. Panneaux de béton	-	359	-	-	8. Betonpanelen
9. Autres	-	188	-	170	9. Andere
10. Tous modes de soutènement	79	11 911	35	8 906	10. Alle ondersteuningswijzen samen
TOUTES GALERIES					SAMENVATTING
A. Longueur totale utilisable au 1 janvier	-	559 597	-	357 359	A. Totale bruikbare lengte op 1 januari
B. Longueur totale creusée	27 546	-	15 595	-	B. Totale gedreven lengte
C. Longueur totale fermée ou abandonnée	-	-165 162	-	127 799	C. Totale gesloten of opgegeven lengte
D. Longueur totale fermée et remise en service	-	-	-	-	D. Totale opnieuw gebruikte lengte
E. Longueur totale utilisable au 31 décembre	-	421 981	-	245 155	E. Totale bruikbare lengte op 31 decembe

2.2. Emploi des explosifs et des divers types de détonateurs et lutte contre les poussières dans le creusement des galeries de 1986 à 1988.

Le tableau 31 reprend les galeries et burquins creusés au cours des années 1986 à 1988 et analyse, pour chaque catégorie, le mode de creusement, la nature des détonateurs utilisés et la longueur avec ou sans abattement ou captage des poussières.

Les chiffres de 1988 confirment les tendances précédemment observées : 83,8 % des galeries de toutes espèces sont creusées à l'explosif. Par contre, les détonateurs à long retard ne couvrent que 51,1 % dans le creusement des galeries au rocher et, les détonateurs à court retard ne couvrent que 32,6 % des creusements de galeries de chantier et de traçage en veine.

Au point de vue de la lutte contre les poussières, la situation n'a pas changé.

2.3. Section des galeries creusées en 1986, 1987 et 1988.

Le tableau 32 répartit les longueurs creusées dans chaque catégorie de galeries selon la section nette de creusement, c'est-à-dire la section utilisable dans le périmètre interne du revêtement. La section brute "à terre nue" est évidemment plus importante mais moins bien définie.

Elle peut être estimée en divisant le volume total abattu (ligne 7), par les longueurs cumulées en mètres (ligne 6).

Ce tableau montre qu'en 1988, toutes les galeries sont creusées à plus de 10 m² de section.

2.2. Gebruik van springstoffen en van de verschillende soorten slagpijpjes en bestrijding van het stof bij het delven van mijngangen van 1986 tot 1988.

In tabel 31 zijn de in de loop van 1986 tot 1988 gedreven gangen en blinde schachten aangeduid. Voor iedere kategorie wordt de wijze van delven en de aard van de gebruikte slagpijpjes aangegeven, alsmede de lengte die men gedolven heeft terwijl middelen aangewend waren om het stof neer te slaan of op te vangen.

De cijfers van 1988 bevestigen de algemene lijn die vroeger waargenomen werd : 83,8 % van alle soorten gangen worden met springstoffen gedolven. Daarentegen worden 51,1 % van de steengangen gedolven met slagpijpjes met veel vertraging en worden slechts 32,6 % van de werkplaatsgalerijen en de op voorhand gedreven galerij in de laag gedolven met slagpijpjes met korte vertraging.

Wat de stofbestrijding betreft, is de toestand niet veranderd.

2.3. Doorsnede van de in 1986, 1987 en 1988 gedreven mijngangen.

In tabel 32 worden de mijngangen ingedeeld naar de nettodoorsnede waarop ze gedolven werden, d.i. de bruikbare doorsnede binnen de inwendige omtrek van de bekleding. De brutodoorsnede "op bloot gesteente" is natuurlijk groter, maar niet zo goed bepaald.

Ze kan geschat worden door het totaal gewonnen volume (regel 7) door de gezamenlijke lengte (regel 6) te delen.

Deze tabel toont aan dat in 1988 alle steengangen op een doorsnede van meer dan 10m² gedolven worden.

TABLEAU 31 Mode de creusement des galeries et burquins et lutte contre les poussières dans ces travaux

TABEL 31. Wijze van drijven van gangen en blinde schachten en stofbestrijding aldaar

NATURE DES GALERIES MODE DE CREUSEMENT	1986	1987	1988	AARD VAN DE GANGEN WIJZE VAN DRIJVEN
	longueur - lengte (m)			
I. GALERIES DITES HORIZONTALES				I. ZG. VLAKKE GANGEN
A) TRAVERS-BANCS ET BOUVEAUX EN DIRECTION				A) STEENGANGEN
1. Sans explosif	-	670	581	1. Zonder springstof
2. Avec explosifs et détonateurs :	-	-	-	2. Met springstof en slagpijpjes :
a) à court retard	-	1 785	920	a) met korte vertraging
b) à long retard		398	-	b) met veel vertraging
3. TOTAL (3) = (1) + (2a) + (2b)	7 245	2 853	1 501	3. TOTAAL (3) = (1) + (2a) + (2b)
dont :				waarvan :
4. Avec abattement ou captage des poussières	7 245	2 853	1 501	4. Met middelen om het stof neer te slaan of op te vangen
5. Idem en % du total (5) = (4) x 100/(3)	100,0	100,0	100,0	5. Idem % van het totaal (5) = (4) x 100/(3)
B) VOIES DE CHANTIER EN VEINE				B) WERKPLAATSGALERIJEN IN DE LAAG
1. Sans explosif	116	-	-	1. Zonder springstof
2. Avec explosifs et détonateurs :				2. Met springstof en slagpijpjes :
a) à court retard	11 962	7 337	2 736	a) met korte vertraging
b) à long retard	136887	9 118	7 979	b) met veel vertraging
3. TOTAL (3) = (1) + (2a) + (2b)	25 766	16 455	10 715	3. TOTAAL (3) = (1) + (2a) + (2b)
dont :				waarvan :
4. Avec abattement ou captage des poussières	25 766	16 455	10 715	4. Met middelen om het stof neer te slaan of op te vangen
5. Idem en % du total (5) = (4) x 100/(3)	100,0	100,0	100,0	5. Idem % van het totaal (5) = (4) x 100/(3)
C) TRACAGES EN VEINE				C) OP VOORHAND GEDREVEN GALERIJEN IN DE LAAG
1. Sans explosif	2 896	2 132	1 478	1. Zonder springstof
2. Avec explosifs et détonateurs :				2. Met springstof en slagpijpjes :
a) à court retard	2 548	490	143	a) met korte vertraging
b) à long retard	29	-	-	b) met veel vertraging
3. TOTAL (3) = (1) + (2a) + (2b)	5 473	2 622	1 621	3. TOTAAL (3) = (1) + (2a) + (2b)
dont :				waarvan :
4. Avec abattement ou captage des poussières	5 473	2 622	1 621	4. Met middelen om het stof neer te slaan of op te vangen
5. Idem en % du total (5) = (4) x 100/(3)	100,0	100,0	100,0	5. Idem % van het totaal (5) = (4) x 100/(3)
II. GALERIES INCLINEES				II. HELLENDE GANGEN
1. Sans explosif	-	2 346	460	1. Zonder springstof
2. Avec explosifs et détonateurs :				2. Met springstof en slagpijpjes :
a) à court retard	2 820	672	1 262	a) met korte vertraging
b) à long retard	1 067	-	-	b) met veel vertraging
3. TOTAL (3) = (1) + (2a) + (2b)	3 887	3 018	1 722	3. TOTAAL (3) = (1) + (2a) + (2b)
dont :				waarvan :
4. Avec abattement ou captage des poussières	3 887	3 018	1 722	4. Met middelen om het stof neer te slaan of op te vangen
5. Idem en % du total (5) = (4) x 100/(3)	100,0	100,0	100,0	5. Idem % van het totaal (5) = (4) x 100/(3)
III. BURQUINS				III. BLINDE SCHACHTEN
1. Sans explosif	295	-	-	1. Zonder springstof
2. Avec explosifs et détonateurs :				2. Met springstof en slagpijpjes :
a) à court retard	344	79	35	a) met korte vertraging
b) à long retard	64	-	-	b) met veel vertraging
3. TOTAL (3) = (1) + (2a) + (2b)	703	79	35	3. TOTAAL (3) = (1) + (2a) + (2b)
dont :				waarvan :
4. Avec abattement ou captage des poussières	703	79	35	4. Met middelen om het stof neer te slaan of op te vangen
5. Idem en % du total (5) = (4) x 100/(3)	100,0	100,0	100,0	5. Idem % van het totaal (5) = (4) x 100/(3)
IV. TOUTES GALERIES				IV. ALLE MIJNGANGEN TE SAMEN
1. Sans explosif	4 018	5 148	2 519	1. Zonder springstof
2. Avec explosifs et détonateurs :				2. Met springstof en slagpijpjes :
a) à court retard	20 121	10 363	5 096	a) met korte vertraging
b) à long retard	18 935	9 516	7 979	b) met veel vertraging
3. TOTAL (3) = (1) + (2a) + (2b)	43 074	25 027	15 594	3. TOTAAL (3) = (1) + (2a) + (2b)
dont :				waarvan :
4. Avec abattement ou captage des poussières	43 074	25 027	15 594	4. Met middelen om het stof neer te slaan of op te vangen
5. Idem en % du total (5) = (4) x 100/(3)	100,0	100,0	100,0	5. Idem % van het totaal (5) = (4) x 100/(3)

TABLEAU 32. Section d'ouverture des galeries creusées

TABEL 32. Doorsnede van de gedreven mijngangen

CATEGORIE EN SECTION DE CREUSEMENT	1986	1987	1988	KATEGORIE EN DOORSNEDE
	Longueur en m - Lengte in m			
I. GALERIES DITES HORIZONTALES				I. ZG. VLAKKE GANGEN
A) Travers-bancs et bouveaux en direction				A) Steengangen
1. < 5 m²	-	-	-	1. < 5 m²
2. 5-7,49 m²	-	-	-	2. 5-7,49 m²
3. 7,50-9,99 m²	-	-	-	3. 7,50-9,99 m²
4. 10-12,50 m²	220	-	-	4. 10-12,50 m²
5. > 12,50 m²	7 025	1 509	1 501	5. > 12,50 m²
6. TOTAL (1)+(2)+(3)+(4)+(5)	7 245	1 509	1 501	6. TOTAAL (1)+(2)+(3)+(4)+(5)
7. Volume total abattu (m³)	128 575	8 534	13 810	7. Totaal gewonnen volume (m³)
B) Voies de chantier en veine				B) Werkplaatsgalerijen in de laag
1. < 5 m²	-	-	-	1. < 5 m²
2. 5-7,49 m²	-	-	-	2. 5-7,49 m²
3. 7,50-9,99 m²	-	-	-	3. 7,50-9,99 m²
4. 10-12,50 m²	-	927	303	4. 10-12, 50 m²
5. > 12,50 m²	-	14 984	10 412	5. > 12,50 m²
6. TOTAL (1)+(2)+(3)+(4)+(5)	-	15 911	10 715	6. TOTAAL (1)+(2)+(3)+(4)+(5)
7. Volume total abattu (m³)	-	356 369	41 214	7. Totaal gewonnen volume (m³)
C) Traçages en veine				C) Op voorhand gedr. galer. in de laag
1. < 5 m²	-	-	-	1. < 5 m²
2. 5-7,49 m²	-	-	-	2. 5-7,49 m²
3. 7,50-9,99 m²	-	-	-	3. 7,50-9,99 m²
4. 10-12,50 m²	-	-	-	4. 10-12, 50 m²
5. > 12,50 m²	5 473	714	1 621	5. > 12,50 m²
6. TOTAL (1)+(2)+(3)+(4)+(5)	5 473	714	1 621	6. TOTAAL (1)+(2)+(3)+(4)+(5)
7. Volume total abattu (m³)	93 776	15 061	23 703	7. Totaal gewonnen volume (m³)
II. GALERIES INCLINEES				II. HELLENDE GANGEN
1. < 5 m²	-	-	-	1. < 5 m²
2. 5-7,49 m²	-	-	-	2. 5-7,49 m²
3. 7,50-9,99 m²	-	-	-	3. 7,50-9,99 m²
4. 10-12,50 m²	1 631	2 109	1 722	4. 10-12, 50 m²
5. > 12,50 m²	2 256	332	-	5. > 12,50 m²
6. TOTAL (1)+(2)+(3)+(4)+(5)	3 887	2 441	1 722	6. TOTAAL (1)+(2)+(3)+(4)+(5)
7. Volume total abattu (m³)	56 769	5 054	10 520	7. Totaal gewonnen volume (m³)
III. BURQUINS				III. BLINDE SCHACHTEN
1. < 5 m²	-	-	-	1. < 5 m²
2. 5-7,49 m²	-	-	-	2. 5-7,49 m²
3. 7,50-9,99 m²	-	-	-	3. 7,50-9,99 m²
4. 10-12,50 m²	360	43	35	4. 10-12, 50 m²
5. > 12,50 m²	343	-	-	5. > 12,50 m²
6. TOTAL (1)+(2)+(3)+(4)+(5)	703	43	35	6. TOTAAL (1)+(2)+(3)+(4)+(5)
7. Volume total abattu (m³)	10 294	-	-	7. Totaal gewonnen volume (m³)
IV. TOTAL GENERAL				IV. ALGEMEEN TOTAAL
1. < 5 m²	-	-	-	1. < 5 m²
2. 5-7,49 m²	-	-	-	2. 5-7,49 m²
3. 7,50-9,99 m²	-	-	-	3. 7,50-9,99 m²
4. 10-12,50 m²	16 487	3 079	338	4. 10-12, 50 m²
5. > 12,50 m²	26 587	17 539	15 256	5. > 12,50 m²
6. TOTAL (1)+(2)+(3)+(4)+(5)	43 074	20 618	15 594	6. TOTAAL (1)+(2)+(3)+(4)+(5)
7. Volume total abattu (m³)	648 541	385 018	89 247	7. Totaal gewonnen volume (m³)

2.4. Matériel en service au 31 décembre 1986 à 1988.

Le tableau 33 reprend l'inventaire détaillé du matériel de forage, de chargement et de remblayage en service à la fin des années 1986 à 1988.

2.4. Materieel in gebruik op 31 december van de jaren 1986 tot 1988.

In tabel 33 is het boor-, laad- en vulmaterieel aangeduid dat op 31 december 1986, 1987 en 1988 in gebruik was.

TABLEAU 33. Matériel de forage, de chargement et de remblayage, en service au 31 décembre

TABEL 33. Boor-, laad- en vulmaterieel dat in gebruik was op 31 december

DESIGNATION DU MATERIEL	1986	1987	1988	AANDUIDING VAN HET MATERIEEL
A. Forages				A. Boren
1. Marteaux perforateurs	738	434	350	1. Boorhamers
2. Perforatrices	105	8	2	2. draaiboormachines
3. Jumbos	3	2	3	3. Jumbo's
4. Béquilles pneumatiques :				4. Boorknechten :
a) pour forage à front des galeries	500	204	155	a) om te boren aan het front van de galerijen (ankerbouten)
b) pour forage au toit des galeries (boulonnage	23	15	7	b) om te boren in het dak van galerijen (ankerbouten)
5. Sondeuses :				5. Boormachines :
a) pour captage de grisou	36	21	13	a) voor afzuigen van mijngas
b) autres	15	7	3	b) andere
6. Machines de forage à grand diamètre	-	-	2	6. Boormachines voor grote diameters
TOTAL	1 420	691	535	TOTAAL
B. Chargement				B. Laden
1. Scrapers	61	17	12	1. Schrapers
2. Chargeuses mécaniques à pelle :				2. Laadmachines met schop :
a) chargement à l'arrière	27	8	7	a) laden aan de achterkant
b) chargement latéral	26	16	-	b) laden aan de zijkant
3. Autres chargeuses	94	87	65	3. Andere laadmachines
TOTAL	208	128	84	TOTAAL
C. Autres engins utilisés dans les ateliers de creusement des galeries et les travaux préparatoires				C. Andere tuigen gebruikt aan fronten van galerijen en in voorbereidende werken
1. Engins de levage pour claveaux, panneaux et autres éléments de soutènement	32	16	15	1. Hefwerktuigen voor betonblokken, panelen en andere ondersteuningselementen
2. Autres	74	9	2	2. Andere
D. Remblayage				D. Vullen
Machines de remblayage	37	16	12	Vulmachines
Installations de remblayage pneumatique	3	-	-	Installaties voor blaasvulling

2.5. Burquins : creusement et revêtement

Les données relatives au revêtement et au creusement des burquins ou puits intérieurs sont incorporés respectivement aux tableaux 30 et 31 ci-dessus, relatifs au revêtement et au creusement des galeries de toute nature. 85,5 % des longueurs de burquins utilisables sont revêtus d'encadrements en bois. Cette proportion est de l'ordre de 57,1 % des longueurs creusées en 1988.

2.5. Blinde schachten : delving en bekleding

De inlichtingen over de bekleding en het delven van blinde schachten of binnenschachten zijn onderscheidenlijk in bovenstaande tabellen 30 en 31 over de bekleding en het delven van alle soorten gangen opgenomen. 85,5 % van de bruikbare lengte van de blinde schachten is bekleed met houten ramen. Voor de in 1988 gedolven lengte is dat 57,1 %.

3. TRANSPORT SOUTERRAIN

Les tableaux suivants analysent toute l'organisation des transports, depuis le pied de taille jusqu'à l'envoyage inclus.

3.1. Organisation du transport des produits abattus

Le tableau 34 détaille les modes de transport utilisés en 1986, 1987 et 1988 pour l'évacuation des produits abattus, charbons et stériles.

3. VERVOER IN DE ONDERGROND

De volgende tabellen hebben betrekking op de organisatie van het vervoer vanaf de voet van de pijler tot aan de laadplaats, deze laatste inbegrepen.

3.1. Vervoer van gewonnen produkten

In tabel 34 zijn de verschillende wijzen van vervoer aangeduid die in 1986, 1987 en 1988 voor de afvoer van de gewonnen produkten, kolen en stenen, gebruikt worden.

TABLEAU 34.
Organisation du transport des produits abattus (charbon brut et terres)

TABEL 34.
Vervoer van de gewonnen produkten (ongewassen kolen en stenen)

NATURE DES GALERIES PARCOURUES ET MODES DE TRANSPORT UTILISES	1986			1987			1988			AARD VAN DE GEBRUIKTE MIJNGANGEN EN WIJZE VAN VERVOER
	Longueur moyenne Gemiddelde lengte km	10^3 t. km 10^3 km t	En % In %	Longueur moyenne Gemiddelde lengte km	10^3 t. km 10^3 km t	En % In %	Longueur moyenne Gemiddelde lengte km	10^3 t. km 10^3 km t	En % In %	
A) Galeries horizontales ou faiblement inclinées :										A) Vlakke en licht hellende gangen :
1. Hiercheurs	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1. Slepers
2. Trainages discontinus	5,2	471,9	0,8	1,3	179,5	0,6	0,5	130,4	0 6	2. Onderbroken sleepinrichtingen
3. Trainages continus	1,4	449,7	0,8	0,8	66,0	0,2	0,2	0,8	-	3. Ononderbroken sleepinrichtingen
4. Convoyeurs à bande	42,5	6 917,9	12,4	25,3	3 587,1	11,9	16,7	2 208,7	11,0	4. Transportbanden
5. Convoyeurs blindés	4,9	301,5	0,5	2,9	216,7	0,7	1,3	79,2	0,4	5. Pantsertransporteurs
6. Convoyeurs à écailles	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6. Schubbentransporteurs
7. Locomotives diesel	252,2	42 928,6	76,7	185,9	25 736,7	85,4	51,9	8 795,2	44,0	7. Diesellocomotieven
8. Locomotives électriques à trolley	27,2	4 625,2	8,3	-	-	-	-	-	-	8. Rijdraadlocomotieven
9. Locomot. électr. à accumulateurs	0,6	0,2	-	6,5	106,7	0,3	-	-	-	9. Acculocomotieven
10. Locomotives à air comprimé	-	-	-	-	-	-	83,3	8 617,9	43,1	10. Persluchtlocomotieven
11. Monorails	10,3	-	-	-	-	-	-	-	-	11. Monorails
12. Autres	0,4	254,9	0,5	0,4	226,1	0,7	0,4	173,2	0,9	12. Andere
13. Total	344,8	55 960,0	100,0	223,3	30 118,8	100	156,3	20 005,4	100,0	13. Totaal
B) Galeries inclinées :										B) Hellende gangen :
1. Gravité sans engins	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1. Zwaartekracht zonder tuigen
2. Gravité et wagonnets	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2. Zwaartekracht en wagens
3. Treuils	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3. Lieren
4. Convoyeurs à bande	31,8	3 889,5	99,0	21,2	3 416,0	99,4	20,8	1 870,9	98,8	4. Transportbanden
5. Autres	13,5	42,2	1,0	0,9	19,9	0,6	1,2	23,1	1,2	5. Andere
6. Total	45,3	3 930,7	100,0	22,1	3 435,9	100	22,0	1 894,0	100,0	6. Totaal
C) burquins :										C) Blinde schachten :
1. Descenseurs	2,2	297,0	87,6	1,4	108,1	70,4	1,1	127,0	94,7	1. Remgoten
2. Balances	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2. Balansen
3. Treuils	1,1	7,5	2,2	0,1	3,2	2,1	0,1	0,5	0,3	3. Lieren
4. Autres	0,1	34,7	10,2	0,1	42,2	27,5	0,1	6,6	5,0	4. Andere
5. Total	3,4	339,2	100,0	1,6	153,5	100	1,3	134,1	100,0	5. Totaal
Tonnes kilométriques transportées Total 1000 t.km	-	50 229,9	-	-	33 708,2	-	-	22 033,5	-	Vervoerde kilometerton Totaal 1000 km.t
Rappel production brute t	-	10 919 377	-	-	7 855 934	6	-	4 252 517	-	Brutoproduktie t

Les galeries parcourues ont été classées, comme dans les tableaux 30 et 31 ci-dessus, en trois catégories principales (galeries horizontales, galeries inclinées, burquins).

Pour chaque catégorie, les principaux modes de transport utilisés ont été distingués et, pour chacun d'eux, le tableau donne la longueur moyenne du parcours et les tonnes kilométriques brutes transportées.

En 1988, la production brute par rapport à l'année 1987 a diminué de 3.603.417 tonnes (45 %) et le tonnage kilométrique transporté de 34 %. 88,0 % de ce trafic est assuré par la traction diesel, 11,4 % par convoyeurs et 0,6 % par trainages.

En ce qui concerne les galeries inclinées, les convoyeurs à bande assurent une part prépondérante du transport (98,8 %).

En rapprochant les tonnes kilométriques transportées de la production brute, on peut se faire une idée de la distance parcourues en moyenne au fond par chaque tonne de produit brut remonté.

De gebruikte mijngangen zijn, net als in bovenstaande tabellen 30 en 31, in drie grote kategorieën ingedeeld (horizontale gangen, hellende gangen en blinde schachten).

Voor iedere kategorie worden de voornaamste wijzen van vervoer aangeduid en, voor ieder van hen, de gemiddelde lengte van het traject en de vervoerde hoeveelheid in bruto-kilometerton.

Tegenover 1987 is de brutoproduktie in 1988 met 3.603 417 ton gedaald (45 %) en de vervoerde kilometertonnemaat met 34 %. 88 % van dat vervoer gebeurt met dieseltraktie, 11,4 % met transportbanden en 0,6 % met sleepinrichtingen.

In hellende gangen wordt het grootste gedeelte van het vervoer met bandtransporteurs verricht (98,8 %).

Als men de vervoerde kilometertonnemaat met de brutoproduktie vergelijkt, kan men zich een idee vormen van de gemiddelde afstand die de opgehaalde ruwe produkten in de ondergrond afgelegd hebben.

3.2. Organisation du transport du matériel

Le tableau 35 donne les moyens de transport qui ont été utilisés pour le transport du matériel. Pour ce genre de transport, il n'est pas possible de fournir d'autres éléments que la longueur du parcours effectué, le tonnage transporté n'étant généralement pas connu.

3.2. Vervoer van materieel

In tabel 35 zijn de middelen aangeduid die voor het vervoer van materieel gebruikt worden. Voor dat vervoer kan alleen de lengte van het traject vermeld worden, omdat de vervoerde hoeveelheid gewoonlijk niet bekend is.

TABLEAU 35. Organisation du transport du matériel (longueur du parcours)

TABEL 35. Vervoer van materieel (lengte van het traject)

NATURE DES GALERIES ET MOYENS DE TRANSPORT UTILISES	1986	1987	1988	AARD VAN DE MIJNGANGEN AANGEWENDE VERVOERMIDDELEN
Galeries horizontales ou faiblement inclinées				Vlakken en licht hellende gangen
11. Hiercheurs	-	-	-	1. Slepers
22. Trainages discontinus	6,4	2,1	1,1	2. Onderbroken sleepinrichtingen
33. Trainages continus	4,7	3,5	-	3. Ononderbroken sleepinrichtingen
44. Convoyeurs à bande	0,1	0,1	-	4. Transportbanden
55. Convoyeurs blindés	0,9	0,4	0,7	5. Pantsertransporteurs
66. Convoyeurs à écailles	-	-	-	6. Schubbentransporteurs
77. Locomotives diesel	224,7	157,6	141,2	7. Diesellokomotieven
88. Locomotives électriques à trolley	27,2	7,9	-	8. Rijdraadlokomotieven
99. Locomotives électriques à accumulateurs	10,5	7,9	-	9. Acculokomotieven
110. Monorails	49,6	35,0	22,1	10. Monorails
111. Autres	1,5	0,9	0,4	11. Andere
Total	325,6	215,4	165,5	Totaal
Galeries inclinées				Hellende gangen
11. Gravité sans engins	-	-	-	1. Zwaartekracht zonder tuigen
22. Gravité et wagonnets	-	-	-	2. Zwaartekracht en wagens
33. Treuils	-	1,9	-	3. Lieren
44. Convoyeurs à bande	0,2	-	-	4. Transportbanden
55. Autres	20,2	5,3	7,9	5. Andere
Total	20,4	7,2	7,9	Totaal
Burquins				Blinde schachten
1. Descenseurs	-	-	-	1. Remgoten
2. Balances	-	-	-	2. Balansen
3. Treuils	6,0	4,2	4,7	3. Lieren
4. Autres	-	-	-	4. Andere
Total	6,0	4,2	4,7	Totaal

(1.000 m)

Les locomotives diesel sont de plus en plus les moyens de traction presque exclusifs de ces transports (85,4 %). Certains sièges développent aussi pour cet usage un réseau monorails (13,3 % du réseau total en 1988).

Er worden voor dat soort vervoer haast uitsluitend diesellocomotieven (85,4 %) gebruikt. Sommige mijnen leggen voor dat vervoer ook een net van monorails aan (13,3 % van het hele net in 1988).

3.3. Organisation du transport du personnel

Le tableau 36 est relatif à l'organisation du transport du personnel.

3.3. Vervoer van personeel

Tabel 36 bevat inlichtingen over het vervoer van het personeel.

TABLEAU 36. Organisation du transport du personnel dans les galeries horizontales ou à faible pente ainsi que dans les burquins (longueur du parcours)

TABEL 36. Vervoer van personeel in vlakke of licht hellende mijngangen en in blinde schachten (lengte van het traject)

(1.000 m)

MOYENS DE TRANSPORT UTILISES	1986	1987	1988	AANGEWENDE VERVOERMIDDELEN
Galeries horizontales à faible pente				Horizontale of licht hellende mijngangen
1. Convoyeurs à bande	14,0	20,1	19,3	1. Bandtransporteurs
2. Convoyeurs à écailles	-	-	-	2. Schubbentransporteurs
3. Locomotives diesel	183,4	149,0	138,3	3. Diesellocomotieven
4. Locomotives à trolley	22,0	5,5	-	4. Rijdraadlocomotieven
5. Locomotives à accumulateurs	6,3	6,3	-	5. Acculocomotieven
6. Monorails	-	-	-	6. Monorails
Total	225,7	180,9	157,6	Totaal
Galeries inclinées				Hellende mijngangen
1. Convoyeurs à bande	0,2	6,2	6,3	1. Bandtransporteurs
2. Treuils	6,8	-	0,3	2. Lieren
3. Autres	0,3	0,3	-	3. Andere
Total	7,3	6,5	6,6	Totaal
Burquins				Blinde schachten
1. Treuils	5,9	3,7	3,2	1. Lieren
2. Autres	-	-	-	2. Andere
Total	5,9	3,7	3,2	Totaal

Ce transport est organisé de façon systématique. En 1988, le transport du personnel se développe sur un réseau de galeries horizontales ou peu inclinées d'une longueur totale de quelque 157,6 km, dont 138,3 km parcourus par trains à locomotives diesel ou électrique.

Dat vervoer is stelselmatig ingericht. In 1988 beschikte het er over een net van vlakke en licht hellende gangen met een totale lengte van ongeveer 157,6 km, waarvan 138,3 km gebruikt worden door treinen met elektrische of diesellocomotieven.

3.4. Inventaire des moteurs utilisés

Le tableau 37 donne l'inventaire des moteurs en service pour le transport, tant en taille ("déblocage") qu'en galerie, à la date du 31 décembre 1986, 1987 et 1988. Ce relevé reprend les différents modes de transport analysés dans les tableaux précédents.

Ce tableau montre qu'en 1988 les moteurs électriques et les moteurs à air comprimé représentent respectivement 95,1 % et 4,9 % de la puissance installée pour les engins de déblocage et de transport.

3.4. Inventaris van de gebruikte motoren

Tabel 37 bevat de inventaris van de motoren die op 31 december 1986, 1987 en 1988 voor het vervoer in pijlers (afvoer) en in mijngangen in gebruik waren. In deze tabel zijn de verschillende in de voorgaande tabellen beschouwde vervoermiddelen aangeduid.

Uit deze tabel blijkt dat in 1988 de elektrische motoren 95,1 % en de persluchtmotoren 4,9 % van het voor de afvoer en het transport geïnstalleerde vermogen vertegenwoordigen.

TABLEAU 37.

Inventaire des moteurs et engins de déblocage et de transport.
Nombre puissance des appareils en service au 31 décembre.

TABEL 37.

Inventaris van de motoren en van het afvoer- en transportmaterieel.
Aantal en vermogen van de motoren die op 31 december in gebruik waren.

NATURE DES ENGINS ET DES MOTEURS UTILISES	1986		1987		1988		AARD VAN DE GEBRUIKTE TUIGEN EN MOTOREN
	Nombre Aantal	KW	Nombre Aantal	KW	Nombre Aantal	KW	
1. Moteurs de trainages :							1. Motoren van sleepinrichtingen :
- électriques	63	1 494	39	1 104	37	1 088	- elektriciteit
- à air comprimé	784	6 065	175	1 352	96	743	- perslucht
2. Moteurs de convoyeurs à bande :							2. Motoren van bandtransporteurs :
- électriques	460	27 070	310	18 298	191	11 641	- elektriciteit
- à air comprimé	-	-	-	-	-	-	- perslucht
3. Moteurs de convoy. métalliq.(panzers et écailles):							3. Motoren van pantser- en schubbentransporteurs :
- électriques	469	32 731	258	20 784	198	16 218	- elektriciteit
- à air comprimé	110	2 981	28	696	15	417	- perslucht
4. Locomotives :							4. Locomotieven :
- diesel	188	12 439	47	3 437	-	-	- diesel
- électriques	106	3 185	64	1 688	-	-	- elektriciteit
- à air comprimé	-	-	-	-	-	-	- perslucht
5. Monorails :							5. Monorails :
- électriques	168	9 540	39	2 958	25	1 905	- elektriciteit
- à air comprimé	29	781	11	283	4	100	- perslucht
6. Treuils :							6. Lieren :
a) de galeries inclinées :							a) van hellende gangen :
- électriques	8	123	34	1 920	32	1 970	- elektriciteit
- à air comprimé	33	868	24	212	7	62	- perslucht
b) des burquins :							b) van blinde schachten :
- électriques	10	1 354	6	898	6	1 078	- elektriciteit
- à air comprimé	78	2 971	15	460	13	410	- perslucht
7. Scrapers :							7. Schrapers :
- électriques	35	1 263	5	222	4	178	- elektriciteit
- à air comprimé	5	128	5	128	3	75	- perslucht
8. Autres :							8. Andere :
- électriques	271	6 199	84	1 550	51	800	- elektriciteit
- à air comprimé	-	-	-	-	-	-	- perslucht
9. Total	2 817	109 192	1 144	55 990	682	36 685	9. Totaal
Ensemble des moteurs :							
- diesel	188	12 439	47	3 437	-	-	- diesel
- électriques	1 590	82 959	839	49 422	544	34 878	- elektriciteit
- à air comprimé	1 039	13 794	258	3 131	138	1 808	- perslucht
Puissance unitaire moyenne des moteurs (KW)							Gemiddeld vermogen per motor (KW) :
- diesel	66,2		73,1		-		- diesel
- électriques	52,2		58,9		64,1		- elektriciteit
- à air comprimé	13,3		12,1		13,1		- perslucht

4. AERAGE

Les tableaux 38 et 39 donnent les caractéristiques principales de l'aérage des mines.

Le tableau 38 donne les débits globaux en mètres cubes par seconde cumulés aux ventilateurs, dans les retours d'air généraux du fond et dans l'ensemble des chantiers d'exploitation de tous les sièges.

TABLEAU 38. L'aérage.

Débits
I. Aux ventilateurs
II. Dans les retours d'air généraux du fond
III. Dans les retours d'air particuliers des chantiers d'exploitation

4. LUCHTVERVERSING

De tabellen 38 en 39 bevatten inlichtingen over de luchtverversing in de mijnen.

Tabel 38 geeft de totale debieten in m3/s aan de ventilatoren, in de algemene luchtkeer ondergronds en in alle ontginningswerkplaatsen van alle zetels samen.

TABEL 38. Luchtverversing.

Debieten
I. Aan de ventilatoren
II. In de algemene luchtkeer ondergronds
III. In de eigen luchtkeer van de ontginningswerkplaatsen

	1986			1987			1988			
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Débit total (m^3/s)	1 737	1 481	627	1 375	1 189	519	721	653	307	Totaal debiet (m^3/s)
Débit par tonne extraite										Debiet per gewonnen ton
maximum l/s/t/jour	55	147	77	178	490	544	-	342	146	maximum l/s/t/dag
minimum l/s/t/jour	54	32	10	69	30	10	84	47	22	minimum l/s/t/dag
Débit par ouvrier occupé au poste le plus chargé										Debiet per arbeider in de meest bevolkte dienst
maximum l/s	898	931	998	494	1 456	939	649	938	575	l/s maximum
minimum l/s	307	181	167	331	202	212	341	281	134	l/s minimum

On y trouve en outre, et selon les mêmes distinctions, les maxima et les minima des débits spécifiques en litres par seconde rapportés à la production journalière et au personnel occupé de chaque siège d'extraction.

Le tableau 39 donne le nombre de ventilateurs principaux et auxiliaires en service et en réserve, avec leur puissance et leur emplacement au fond et à la surface, ainsi que le nombre et la puissance cumulée des ventilateurs secondaires et enfin les longueurs cumulées des tuyaux d'aérage (canars) en service en fin d'année et quelques données concernant les installations de réchauffage de l'air à l'entrée de la mine en hiver.

La longueur des canars rigides et souples installés au 31 décembre 1988 a diminué de 3 610 m par rapport à l'année précédente.

Bovendien wordt er volgens dezelfde onderverdeling, het hoogste en het laagste debiet vermeld eensdeels per gewonnen ton per dag en anderdeels per arbeider van iedere ophaalzetel.

In tabel 39 is het aantal hoofd- enhulpventilatoren weergegeven die einde jaar in gebruik of in reserve waren aangeduid, samen met hun vermogen en de plaats in de ondergrond of op de bovengrond waar zij geïnstalleerd waren, het aantal en het gezamenlijk vermogen van de secundaire ventilatoren en ten slotte de gezamenlijke lengte van de luchtkokers en enkele gegevens over de installaties voor het verwarmen van de lucht aan de ingang van de mijn in de winter.

De lengte van de op 31 december 1988 geïnstalleerde vormvaste en soepele luchtkokers is met 3 610 m gedaald in vergelijking met het vorige jaar.

ABLEAU 39. Aérage. Ventilateurs, canars, climatisation

TABEL 39. Luchtverversing. Ventilatoren, Luchtkokers, klimatisatie

	1986	1987	1988	
Ventilateurs principaux et axillaires en service				Hoofd- en hulpventilatoren in gebruik einde jaar
- Fond :				- Ondergrond :
Nombre	41	22	10	Aantal
Puissance cumulée (KW)	13 965	9 926	5 931	Gezam. vermogen (KW)
Puissance moyenne (KW)	341	451	593	Gemidd. vermogen (KW)
- Surface :				- Bovengrond
Nombre	8	8	4	Aantal
Puissance cumulée (KW)	6 591	6 591	1 734	Gezam. vermogen (KW)
Puissance moyenne (KW)	824	824	433	Gemidd. vermogen (KW)
Ventilateurs principaux et auxillaires en réserve (en ordre de marche)				Hoofd- en hulpventilatoren in reserve gebruiksklaar) einde jaar
- Fond :				- Ondergrond :
Nombre	9	11	8	Aantal
Puissance cumulée (KW)	5 272	4 795	3 222	Gezam. vermogen (KW)
- Surface :	4	4	2	- Bovengrond :
Nombre	4 444	4 444	1 683	Aantal
Puissance cumulée (KW)				Gezam. vermogen
Ventilateurs secondaires :				Secundaire ventilatoren
- Electriques :				- Elektrische :
Nombre	699	436	436	Antal
Puissance cumulée (KW)	8 678	2 920	5 916	Gezam. vermogen (KW)
- Air Comprimé :				- Perslucht :
Nombre	109	64	64	Aantal
Puissance cumulée (KW)	5 048	4 191	419	Gezam. vermogen (KW)
Canars (longueur en m) :				Luchtkokers (lengte in m) :
- Souples	50 331	11 884	9 284	- Soepele
- Rigides	9 929	3 386	2 376	- Vormvaste
Installations de réchauffage de l'air :				Luchtverwarmingsinstallatie :
Nombre	4	3	-	Aantal
Capacité (10^3 cal/h)	-	-	-	Capaciteit (10^3 cal/h)

5. EXHAURE

Les données relatives à l'exhaure sont portées au tableau 40.

Le volume d'eau exhauré pour l'ensemble des mines du Royaume s'est élevé en 1988 à 2 556 875 m3.

5. DROOGHOUDING

Tabel 40 bevat inlichtingen over de drooghouding.

Uit alle mijnen samen werden 2 556 875 m3 water gepompt in 1988.

TABLEAU 40. Exhaure

TABEL 40. Drooghouding

	1986	1987	1988	
Volume d'eau refoulée au jour pendant l'année (1 000 m3)	8 857	5 666	2 556	Hoeveelheid water tijdens het jaar naar boven gestuwd (1 000 m3)
Profondeur d'origine moyenne (m)	718	890	796	Gemiddelde diepte van herkomst (m)
m3 d'eau exhaurée par tonne nette extraite	1,6	1,3	1,0	m3 water per netto gewonnen ton
Pompes principales normalement en service : fin d'année				Hoofdpompen die normaal in gebruik zijn : einde jaar :
Nombre	14	12	4	Aantal
Puissance cumulée (kw)	10 763	9 805	4 000	Gezam. vermogen (kw)
Puissance moyenne (kw)	769	817	1 000	Gemidd. vermogen (kw)
Capacité (m3/h)	3 370	3 115	1 185	Kapaciteit (m3/h)
Pompes normalement en réserve (en ordre de marche) : fin d'année :				Pompen die normaal in reserve zijn (gebruiksklaar) : einde jaar
Nombre	17	24	6	Aantal
Puissance cumulée (kw)	15 962	10 315	3 416	Gezam. vermogen (kw)
Puissance moyenne (kw)	939	430	569	Gemidd. vermogen (kw)
Capacité (m3/h)	5 125	4 355	4 355	Kapaciteit (m3/h)
Pompes d'exhaure secondaires (de chantiers)				Hulppompen (in de werkplaatsen)
- Electricité :				- Elektriciteit :
Nombre	1 621	1 101	803	Aantal
Puissance (kw)	7 897	5 805	3 561	Vermogen (kw)
- A air comprimé :(kw)				- Met perslucht : (kw)
Nombre	533	262	147	Aantal
Puissance (kw)	1 139	589	331	Vermogen (kw)
Longueur des tuyauteries d'exhaure en km :				Lengte van de buisleidingen in km :
a) principales :				a) Hoofdleidingen :
1) puits en activité	40,4	8,8	3,2	1) gebruikte schachten
2) puits désaffectés	-	10,4	-	2) niet gebruikte schachten
b) secondaires :				b) secondaire :
1) puits en activité	434,7	250,5	88,3	1) gebruikte schachten
2) puits désaffectés	-	8,8	-	2) niet gebruikte schachten

6. ECLAIRAGE

Le tableau 41 donne quelques indications relatives à l'éclairage des mines.

Les lampes à benzine et à huile ne sont mentionnées dans ce tableau que pour mémoire : il y a longtemps qu'elles ne sont plus utilisées pour l'éclairage et que leur emploi ne se perpétue que comme détecteur de grisou. Les lampes électriques à main ont disparu.

TABLEAU 41. Eclairage. Nombre de lampes en service au 31 décembre

EN SERVICE	1986	1987	1988	IN GEBRUIK
Lampes individuelles à flamme :				Individuele vlamlampen :
à benzine	644	491	302	- benzinelampen
à huile	-	-	-	- olielampen
Total	644	491	302	Totaal
Electriques à main :				Elektr. handlampen :
Electr. au chapeau :				Elektrische petlampen :
accumulateurs alcalins	3 593	919	27	- met alcalische batterijen
accumulateurs au plomb	8 490	6 593	5 229	- met loodbatterijen
Total	12 083	7 512	5 256	Totaal
Lampes éléctropneumatiques	93	-	-	Elektrische persluchtlampen
Lampes électriques à incandescence sur réseau	6 763	3 992	3 300	Elektrische gloeilampen op het net
Lampes électriques spéciales sur réseau :				Bijzondere elektrische lampen op het net :
à vapeur de sodium	2 205	1 526	1 314	- natriumdamp
à vapeur de mercure	38	29	29	- kwikdamp
à fluorescence	4 453	3 659	1 670	- met fluorescentie
autres	614	132	55	- andere
Total	7 310	5 346	3 068	Totaal

7. TELECOMMUNICATION, TELECOMMANDE

Il a paru intéresssant dès 1970 de suivre le développement des réseaux de télécommunications et de télécommande, spécialement au fond. Le tableau 42 donne l'inventaire de ces installations.

6. VERLICHTING

Tabel 41 bevat inlichtingen over de verlichting van de mijnen.

De benzine- en de olielampen worden in deze tabel nog enkel pro memorie vermeld : al jaren worden ze niet meer voor de verlichting gebruikt maar nog enkel om mijngas te ontdekken. Er worden geen elektrische handlampen meer gebruikt.

TABEL 41. Verlichting. Aantal lampen die op 31 december in gebruik waren

7. TELECOMMUNICATIES, AFSTANDSBEDIENING

Sinds 1970 worden gegevens verstrekt over de ontwikkeling van de telecommunicatie- en afstandbedieningsnetten speciaal in de ondergrond. Deze gegevens zijn opgenomen in tabel 42.

8. INVENTAIRE DES MOTEURS EN SERVICE AU FOND AU 31 DECEMBRE 1986, 1987 et 1988

Les paragraphes précédents ont fourni les caractéristiques principales du déblocage en taille et des transports, de la ventilation et de l'exhaure, et les moteurs utilisés pour chacun de ces besoins ont été inventoriés.

Il reste un grand nombre de moteurs utilisés pour effectuer divers travaux, principalement en taille et dans les travaux préparatoires (abattage, chargement, remblayage, etc.). Le tableau 51 donne l'inventaire complet des moteurs de toute nature utilisés dans les travaux souterrains, ainsi que celui des transformateurs, redresseurs et convertisseurs des sous-stations électriques du fond. Le tableau 42 donne l'inventaire des moteurs des engins d'abattage en chantier et de creusement des galeries.

8. INVENTARIS VAN DE MOTOREN IN GEBRUIK IN DE ONDERGROND OP 31 DECEMBER 1986, 1987 en 1988

In de voorgaande paragrafen hebben wij inlichtingen gegeven over de afvoer uit de pijlers, het vervoer, de luchtverversing en de drooghouding en over de motoren die voor ieder van deze diensten gebruikt werden.

Buiten deze motoren worden er nog een groot aantal gebruikt om, vooral in pijlers en in voorbereidende werken, allerlei verrichtingen uit te voeren (winning, laden, opvulling, enz.). In tabel 51 zijn alle motoren aangeduid die in de ondergrondse werken gebruikt worden, evenals de transformatoren, gelijkrichters en stroomwisselaars van de ondergrondse elektrische onderstations. Tabel 42 bevat de inventaris van de motoren van het winmaterieel in pijlers en van het materieel voor het drijven van gangen.

TABLEAU 42. Télécommunications

SPECIFICATION	1986	1987	1988	TOESTELLEN
1. Postes téléphoniques installés au fond :				1. Telefoontoestellen in de ondergrond
a) chantiers	368	332	199	a) werkplaatsen
b) envoyages	145	97	69	b) laadplaatsen
c) autres endroits	908	736	418	c) elders
Total	1 421	1 165	686	Totaal
2. Installations de contrôle à distance :				2. Telecontroleïnstallaties :
a) postes de télégrisoumétrie	189	128	98	a) telemijngasmeetposten
b) postes de télévigile	1 575	1 396	800	b) telecontroleposten
c) détecteurs de CO	34	16	21	c) CO-meettoestellen
d) anémomètres A.I.M.	24	14	13	d) A.I.M. luchtsnelheidsmeters
3. Installations de commande à distance par signaux radioélectriques :				3. Afstandsbedieningsinstallaties door radioëlektrische signalen :
a) installations	14	11	-	a) installaties
b) appareils commandés	11	5	1	b) bediende toestellen
4. Appareils de télévision industrielle :				4. Industriële televisietoestellen :
a) au fond	-	-	-	a) in de ondergrond
b) au jour	48	19	4	b) op de bovengrond

TABEL 42. Telecommunicaties

Les moteurs d'exhaure et de ventilation de réserve, installés à demeure au fond, sont compris dans la récapitulation des moteurs électriques de transport et de déblocage, de ventilation et d'exhaure à la ligne A.a.1. du tableau 43.

Le tableau a été complété par les données relatives aux câbles électriques à haute tension, d'une part, à moyenne et basse tension, d'autre part, selon qu'ils sont installés dans les puits, les galeries et burquins ou les tailles.

Dans l'ensemble, en 1988, le nombre de moteurs électriques a diminué de 139 unités par rapport à l'année précédente et le nombre de moteurs à air comprimé, de 31 unités.

De reservemotoren voor de drooghouding en luchtverversing die in de ondergrond geïnstalleerd zijn, zijn begrepen in de cijfers van elektrische motoren voor het vervoer en afvoer uit de pijlers, de luchtverversing en drooghouding op regel A.a.1 van de tabel 43.

In de tabel zijn ook cijfers opgenomen over elektrische hoogspanningskabels eensdeels over de kabels voor middelmatige en laagspanni anderdeels, naargelang ze in schachten, galerijen en blinde schachten of in pijle geïnstalleerd zijn.

Alles samen genomen is in 1988 het aantal ele trische motoren met 139 gedaald en het aant persluchtmotoren met 31 sinds einde 1987.

ABLEAU 43. Inventaire général des moteurs électriques et à air comprimé ainsi que des transformateurs, convertisseurs et câbles électriques installés au fond au 31 décembre

TABEL 43. Algemene inventaris van de elektrische en persluchtmotoren en van de transformatoren, stroomwisselaars en elektrische kabels die op 31 december in de ondergrond geïnstalleerd waren

	Nombre N.A. Aantal N.A. Puissance : Vermogen : kW ou/of kVA	1986	1987	1988	
. Moteurs					A. Motoren
a) électriques					a) elektrische
1. Transport, déblocage, ventilation, exhaure (1)	N.A.	3 896	2 423	1 830	1. Vervoer en afvoer, luchtverversing, drooghouding (1)
	kW	146 417	91 990	65 115	
2. Autres usages (2)	N.A.	561	462	277	2. Andere bestemmingen (2)
	kW	29 130	20 752	14 943	
3. Total	N.A.	4 457	2 885	2 107	3. Totaal
	kW	175 547	112 742	80 058	
b) à air comprimé					b) motoren met perslucht
1. Transport, déblocage, ventilation, exhaure (1)	N.A.	1 765	590	392	1. Vervoer en afvoer, luchtverversing, drooghouding (1)
	kW	18 339	4 161	2 575	
2. Autres usages	N.A.	370	152	111	2. Andere bestemmingen
	kW	6 274	1 261	670	
3. Total	N.A.	2 135	742	503	3. Totaal
	kW	24 673	5 422	3 245	
3.. Autres installations électriques					B. Andere elektrische installaties
a) Transformateurs					a) Transformatoren
1. à l'huile	N.A.	3	3	2	1. met olie
	kVA	50	50	40	
2. au quartz	N.A.	117	56	10	2. met kwarts
	kVA	23 236	10 986	2 470	
3. à l'air	N.A.	1 158	844	653	3. met lucht
	kVA	148 947	94 720	55 585	
4. au pyranol	N.A.	2	-	-	4. met pyranol
	kVA	630	-	-	
5. autres	N.A.	166	183	161	5. andere transformatoren
	kVA	802	894	868	
6. Total	N.A.	1 446	1 086	826	6. totaal
	kVA	173 665	106 650	58 963	
b) 1. Redresseurs	N.A.	20	11	-	b) 1. Gelijkrichters
	kW	3 400	2 040	-	
2. Groupes convertisseurs	N.A.	2	-	-	2. Stroomwisselaars
	kW	376	-	-	
3. Total	N.A.	22	11	-	3. Totaal
	kW	3 776	2 040	-	
	Longueur en Lengte in				
c) Câbles H.I. dans les					c) Kabels H.S. in
1. Puits	km	69,2	62,4	31,9	1. schachten
2. Galeries et burquins	km	607,1	480,4	363,1	2. gangen en blinde schachten
3. Tailles	km	11,5	10,8	11,5	3. pijlers
4. Total	km	687,8	553,6	406,5	4. Totaal
d) Câbles M.I. et B.I. dans les					d) Kabels M.S. en L.S. in
1. puits	km	49,5	41,2	27,0	1. schachten
2. galeries et burquins	km	1 770,3	1 190,6	727,9	2. gangen en blinde schachten
3. tailles	km	92,8	47,2	36,2	3. pijlers
4. Total	km	1 912,6	1 279,0	791,1	4. Totaal

Pour le détail, voir tableau 37 (transport et déblocage), (aérage) et 40 (exhaure).

Voir au tableau 44 le détail des moteurs des engins d'abattage en chantier et de creusement des galeries.

(1) Voor bijzonderheden, zie tabellen 37 (afvoer- en transportmaterieel), 38 (luchtverversing) en 40 (drooghouding)

(2) Zie ook tabel 44 voor bijzonderheden over de motoren van het winmaterieel in pijlers en van het materieel voor het drijven van gangen.

TABLEAU 44.

Inventaire des moteurs des engins d'abattage en chantier et de creusement des galeries

TABEL 44

Inventaris van de motoren van het winmaterieel in pijlers en van het materieel voor het drijven van gangen

NATURE DES ENGINS	Nombre : N.A. Aantal : N.A. Puissance cumulée Gezam. vermogen : kW	1986		1987		1988		AARD VAN HET MATERIEEL
		Moteurs électriques Elektrische motoren	Moteurs à air comprimé Persluchtmotoren	Moteurs électriques Elektrische motoren	Moteurs à air comprimé Persluchtmotoren	Moteurs électriques Elektrische motoren	Moteurs à air comprimé Persluchtmotoren	
1. Haveuses	N.A.	19	-	7	-	6	-	1. Ondersnijmachines
	KW	3 290	-	1 320	-	1 220	-	
2. Rabots	N.A.	63	-	45	-	28	-	2. Schaven
	KW	8 538	-	6 703	-	4 172	-	
3. Machines à creuser les niches	N.A.	35	-	20	-	10	-	3. Nismachines
	KW	2 740	-	1 185	-	615	-	
4. Machines à creuser les galeries	N.A.	35	-	26	-	33	-	4. Machines voor het drijven van gangen
	KW	2 798	-	1 289	-	2 391	-	
5. Sondeuses	N.A.	-	21	-	34	-	32	5. Verkenningsboormachines
	K.W	-	190	-	103	-	91	
6. Machines de forage	N.A.	24	46	-	-	-	-	6. Boormachines
	KW	738	229	-	-	-	-	
7. Chargeuses mécaniques	N.A.	53	178	67	89	12	67	7. Laadmachines
	KW	1 029	3 093	1 881	782	210	465	
8. Engins de levage	N.A.	-	29	-	4	-	4	8. Hefwerktuigen
	KW	-	666	-	44	-	44	
9. Autres	N.A.	164	67	149	7	86	-	9. Andere
	KW	7 107	844	6 108		3 327	-	
10. TOTAL	N.A.	393	341	314	134	175	103	10. TOTAAL
	KW	26 240	5 022	18 886	1 138	11 935	601	
	moyenne-gemiddeld KW	66,8	14,7	60,1	8,5	68,2	5,8	

CHAPITRE IV

EXTRACTION, EPURATION ET PREPARATION DES PRODUITS

1. EXTRACTION

L'extraction est entièrement réalisée au moyen de puits verticaux partant de la surface.

1.1. Nombre de puits et destination de chacun d'eux

Le tableau 45 donne le nombre total de puits ouverts à la fin des années 1986 à 1988 et la destination de chacun d'eux.

TABLEAU 45. Nombre de puits et destination

NOMBRE DE PUITS SERVANT	1986	1987	1988
1. principalement à l'extraction	10	10	4
2. à la translation du personnel ou du matériel, mais pas à l'extraction	2	2	-
3. uniquement à l'aérage des travaux	-	-	-
4. uniquement à l'exhaure	-	-	-
5. autres usages	-	-	2
6. sans utilité momentanément	-	-	-
Nombre de total de puits	12	12	6

1.2. Dimensions et profondeur moyenne des puits. Equipement des puits.

Dans les tableaux 46 et 47, les puits d'extraction, d'une part, et les puits ne servant pas à l'extraction, d'autre part, ont été classés en puits circulaires, d'après le diamètre, et en puits non circulaires. La profondeur moyenne de ces puits y est aussi consignée.

La profondeur moyenne de tous les puits d'extraction s'établit à 806 m à fin 1988.

HOOFDSTUK IV

OPHALING, ZUIVERING EN VERWERKING VAN DE PRODUKTEN

1. OPHALING

De ophaling geschiedt uitsluitend door vertikale schachten, die van de bovengrond vertrekken.

1.1. Aantal schachten en aanwending van elke schacht.

In tabel 45 is het aantal schachten aangeduid die einde 1986, 1987 en 1988 open waren ; ook de aanwending van die schachten is erin aangegeven.

TABEL 45. Aantal schachten naar hun aanwending ingedeeld.

AANTAL SCHACHTEN DIENENDE	1986	1987	1988
1. hoofdzakelijk voor de ophaling	10	10	4
2. voor het vervoer van personeel of van materieel maar niet voor de kolen	2	2	-
3. uitsluitend voor de luchtverversing in de werken	-	-	-
4. uitsluitend voor de drooghouding	-	-	-
5. andere aanwendingen	-	-	2
6. momenteel onbenut	-	-	-
Totaal aantal schachten	12	12	6

1.2. Afmetingen en gemiddelde diepte van de schachten. Uitrusting van de schachten.

In de tabellen 46 en 47 zijn onderscheidenlijk de ophaalschachten en de schachten die niet voor de ophaling dienen in ronde, naar hun diameter, en in andere schachten ingedeeld. Ook de gemiddelde diepte van de schachten is erin aangeduid.

De gemiddelde diepte van de ophaalschachten is 806 m einde 1988.

TABLEAU 46. Dimensions et profondeur moyenne utilisée des puits d'extraction

TABEL 46. Afmetingen en gemiddelde gebruik diepte van de ophaalschachten

DIAMETRE DES PUITS / DIAMETER VAN DE SCHACHTEN	1986		1987		1988	
	Nombre / Aantal	Profondeur / Diepte (m)	Nombre / Aantal	Profondeur / Diepte (m)	Nombre / Aantal	Profondeur / Diepte (m)
Puits circulaire — Ronde schachten						
< 3 m	-	-	-	-	-	-
3 m - 3,99 m	-	-	-	-	-	-
4 m - 4,99 m	-	-	-	-	-	-
5 m - 5,99 m	4	967	3	968	1	827
≥ 6 m	6	757	6	800	3	800
Autres puits — Andere schachten	-	-	-	-	-	-
TOTAL — TOTAAL	10	841	9	856	4	806

TABLEAU 47. Dimensions et profondeur moyenne utilisée des puits ne servant pas à l'extraction

TABEL 47. Afmetingen en gemiddelde benutte diepte van de schachten die niet voor de ophaling dienen

DIAMETRE DES PUITS / DIAMETER VAN DE SCHACHTEN	1986		1987		1988	
	Nombre / Aantal	Profondeur / Diepte (m)	Nombre / Aantal	Profondeur / Diepte (m)	Nombre / Aantal	Profondeur / Diepte (m)
Puits circulaires — Ronde schachten						
< 3 m	-	-	-	-	-	-
3 m - 3,99 m	-	-	-	-	-	-
4 m - 4,99 m	-	-	-	-	-	-
5 m - 5,99 m	1	860	2	860	2	914
≥ 6 m	1	850	1	850	-	-
Autres puits — Andere schachten	-	-	-	-	-	-
TOTAL — TOTAAL	2	857	3	857	2	914

Le tableau 48 reprend les données déclarées concernant non seulement le guidonnage, mais aussi les câbles, les cages et skips, les envoyages et leur équipement mécanique.

Tabel 48 bevat alle inlichtingen die aangegeven zijn niet alleen over de geleidingen, maar ook over de kabels, de kooien en skips, de laadplaatsen en de mechanische uitrusting van deze laatste.

TABLEAU 48. Equipement et capacité des puits d'extraction. Equipement des autres puits.

TABEL 48. Uitrusting en kapaciteit van de ophaalschachten. Uitrusting van de andere schachten.

	1986	1987	1988	
EQUIPEMENT				UITRUSTING
I. Puits d'extraction				I. Ophaalschachten
1. Guidonnage				1. Geleidingen
a) en bois	2	2	-	a) van hout
b) mixte	1	1	-	b) gemengd
c) métallique	7	7	4	c) van ijzer
2. Cages : Nombre	28	28	10	2. Kooien : Aantal
Charge utile t	100	100	38	Draagvermogen t
Skips : Nombre	10	10	4	Skips : Aantal
Charge utile t	40	40	15	Draagvermogen t
3. Câbles				3. Kabels
a) ronds	19	19	7	a) ronde
b) plats	15	15	6	b) platte
c) multicâbles	-	-	-	c) multikabels
Nombre total	34	34	13	Totaal aantal
4. Capacité (tonnes brutes/poste) t	35 618	35 618	15 447	4. Kapaciteit (bruto-ton/dienst) t
5. Accrochages ou envoyages en service				5. Laadplaatsen in bedrijf
Types :				Types :
a) non mécanisés	1	1	-	a) niet gemechaniseerde
b) mécanisés	8	8	5	b) gemechaniseerde
c) pour skips	4	4	1	c) voor skips
d) accrochages simples	-	-	2	d) enkele laadplaatsen
Nombre	13	13	8	Aantal
Accrochages ou envoyages accessibles	3	3	-	Toegankelijke laadplaatsen
II. Autres puits				II. Andere schachten
1. Guidonnage				1. Geleidingen
a) en bois	-	-	-	a) van hout
b) mixte	-	-	-	b) gemengd
c) métallique	3	3	2	c) van ijzer
2. Cages : Nombre	4	4	4	2. Kooien : Aantal
Charge utile t	26	26	26	Draagvermogen t
3. Câbles				3. Kabels
a) ronds	2	2	2	a) ronde
b) plats	2	2	2	b) platte
c) multicâbles	-	-	-	c) multikabels
Nombre total	4	4	4	Totaal aantal
4. Accrochage en service	6	6	6	4. Laadplaatsen in bedrijf

III. Equipement mécanique des acrochages	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	III. Mechanische uitrusting van de laadplaatsen
a) Chaines pousseuses							a) Duwkettingen
- électriques	14	2	14	2	5	2	- elektrische
- à air comprimé	14	-	14	-	8	-	- met perslucht
b) Treuils							b) Lieren
- électriques	2	4	2	4	-	-	- elektrische
- à air comprimé	16	9	16	9	10	4	- met perslucht

(1) Puits d'extraction
(2) Autres puits

(1) Ophaalschachten
(2) Andere schachten

1.3. Caractéristiques des machines d'extraction

Les caractéristiques des machines d'extraction sont données au tableau 49.

L'extraction est réalisée au moyen de cages véhiculant des wagonnets depuis le fond jusqu'au jour, dans lesquels fonctionnent 10 skips.

Les machines Koepe équipent tous les puits.

TABLEAU 49. Nombre et caractéristiques des machines d'extraction en service au 31 décembre

1.3. Kenmerken van de ophaalmachines

In tabel 49 zijn de kenmerken van de ophaalmachines aangeduid.

De ophaling geschiedt met kooien die wagentjes van de ondergrond naar de bovengrond voeren, behalve in drie schachten, waar 10 skips in gebruik zijn.

Alle schachten zijn uitgerust met koepemachines.

TABEL 49. Aantal en kenmerken van de ophaalmachines in gebruik op 31 december.

	1986	1987	1988	
1. Puits d'extraction				1. Ophaalschachten
- Puits à 1 machine	1	1	1	- Schachten met 1 machine
- Puits à 2 machines	9	9	4	- Schachten met 2 machines
Nombre total des machines	19	19	9	Totaal aantal machines
Système				Systeem
- Koepe	19	19	9	- Koepe
- à tambour	-	-	-	- met trommel
- à bobines	-	-	-	- met schijven
Puissance des machines en kW				Vermogen van de machines kW
- Puissance cumulée	52 850	52 850	23 100	- Gezamenlijk vermogen
- Puissance moyenne	2 782	2 782	2 567	- Gemiddeld vermogen
2. Autres puits				II. Andere schachten
- Puits à 1 machine	2	2	2	- Schachten met 1 machine
- Puits à 2 machines	-	-	-	- Schachten met 2 machines
Nombre total des machines	2	2	2	Totaal aantal machines
Système				Systeem
- Koepe	2	2	2	- Koepe
- à tambour	-	-	-	- met trommel
- à bobines	-	-	-	- met schijven
Puissance des machines en kW				Vermogen van de machines kW
- Puissance cumulée	5 150	5 150	5 150	- Gezamenlijk vermogen
- Puissance moyenne	2 575	2 575	2 575	- Gemiddeld vermogen

1.4. Air comprimé. Caractéristiques des compresseurs.

Les renseignements relatifs aux installations de compression et de distribution de l'air comprimé font l'objet du tableau 50.

Il ressort de ce tableau qu'il y a encore un turbocompresseur en réserve.

De plus, on relève 6 compresseurs électriques qui développent une puissance de 31 150 kW.

1.4. Perslucht, kenmerken van de kompressoren

In tabel 50 worden inlichtingen gegeven over d installaties voor de kompressie en de verdelin van perslucht.

Hieruit blijkt dat nog één turbokompressor reserves is.

Er zijn 6 elektrische kompressoren, met ee gezamenlijk vermogen van 31 150 kW.

TABLEAU 50. Installations de compression et de distribution d'air comprimé au 31 décembre

TABEL 50. Installaties voor de kompressie en de verdeling van persiucht op 31 december

	1986		1987		1988		
	en service in dienst	en réserve in reserve	en service in dienst	en réserve in reserve	en service in dienst	en réserve in reserve	
Nombre de compresseurs électriques							Aantal elektrische kompressoren
- à pistons	-	3	-	3	-	3	- met zuigers
- rotatifs	11	5	11	6	6	1	- rotatiekompressoren
de turbocompresseurs	-	1	-	1	-	1	turbokompressoren
Total	11	9	11	10	6	5	Totaal
Puissance cumulée des compresseurs électriques KW							Gezamenlijk vermogen van de elektrische kompressoren KW
- à pistons	-	609	-	609	-	609	- met zuigers
- rotatifs	50 355	28 995	42 780	32 270	31 150	6 950	- rotatiekompressoren
des turbocompresseurs	-	9 500	-	9 500	-	9 500	turbokompressoren
Total KW	50 355	39 104	42 780	42 379	31 150	17 059	Totaal KW
Puissance unitaire moyenne des compresseurs électriques KW							Gemiddeld vermogen van de electrische kompressoren KW
- à pistons	-	203	-	203	-	203	- met zuigers
- rotatifs	4 578	5 799	3 889	5 378	5 192	6 950	- rotatiekompressoren
des turbocompresseurs	-	9 500	-	9 500	-	9 500	turbokompressoren
	Tuyaux Buizen		Tuyaux Buizen		Tuyaux Buizen		
Longueur en 1 000 m des canalisations d'air comprimé installées dans							Lengte in 1 000 m van de persluchtleidingen geïnstalleerd in
- les tailles	7,3		3,7		2,1		- pijlers
- les préparatoires	31,2		8,5		7,3		- voorbereidende werken
- les galeries de chantier	88,9		49,6		36,9		- werkplaatsgalerijen
- les galeries principales	390,3		222,2		167,8		- hoofdgalerijen
- les burquins	9,9		8,9		6,0		- blinde schachten
- les puits	17,8		15,6		7,3		- schachten
Longueurs totales	545,5		308,5		227,4		Totale lengte

2. EPURATION ET PREPARATION

Le tableau 51 donne la répartition en pourcentage de la production nette et de la production brute d'après les appareils d'épuration et de préparation utilisés.

2.1. Répartition en pourcentage de la production nette d'après les appareils d'épuration et de préparation

Certaines des méthodes utilisées éliminent une forte proportion de stériles, tandis que les produits recueillis par d'autres méthodes (filtration, essorage) se vendent généralement tels quels dans leur totalité.

Dans la mesure où les installations à liqueur dense traitent le tout-venant brut, elle évacuent les stériles précédemment éliminés en proportion élevée par l'épierrage manuel. C'est ce qui explique que, traitant 15,4 % du brut en 1988, ces installations n'ont livré que 11,9 % du net.

2. ZUIVERING EN VERWERKING

In tabel 51 zijn de netto- en de brutoproduktie percentsgewijze ingedeeld naar de toestellen aangewend voor de zuivering en de verwerking.

2.1. Percentsgewijze indeling van de nettoproduktie naar de toestellen aangewend voor de zuivering en de verwerking.

Sommige van de gebruikte methodes schakelen een groot percentage stenen uit, terwijl de door andere methodes (filtratie, droging) bekomen produkten meestal volledig verkocht worden.

In de mate waarin de installaties met zware vloeistof de ruwe schachtkolen verwerken, verwijderen ze ook de stenen die vroeger in ruime mate met de hand werden verwijderd. Dit verklaart waarom in 1988 die installaties, die 15,4 % van de ongezuiverde kolen verwerken, slechts 11,9 % van de gezuiverde kolen opgeleverd hebben.

TABLEAU 51. Répartition en pourcentage de la production nette et brute entre les différents appareils d'épuration et de préparation (%)

TABEL 51. Indeling van de netto- en brutoproduktie naar de toestellen aangewend voor de zuivering en de verwerking (%).

NATURE DES OPERATIONS	1986		1987		1988		AARD VAN DE BEWERKING
	% net traité Verwerkte netto-tonnemaat	% brut traité Verwerkte bruto-tonnemaat	% net traité Verwerkte netto-tonnemaat	% brut traité Verwerkte bruto-tonnemaat	% net traité Verwerkte netto-tonnemaat	% brut traité Verwerkte bruto-tonnemaat	
1. Epierrage manuel	-	-	-	-	-	-	1. Steenlezing met de hand
2. Epuration mécanique							2. Mechanische zuivering
2.1. Bacs à piston	63,6	69,1	52,5	48,0	62,8	65,9	2.1. Deinmachines
2.2. Rhéolaveurs	-	-	9,1	17,3	-	-	2.2. Rheowasserijen
2.3. Appareils pneumatiques	-	-	-	-	-	-	2.3. Toestellen met perslucht
2.4. Cellules de flottation	9,1	7,3	12,6	11,1	9,9	9,7	2.4. Flotatiecellen
2.5. Appareils à liquides denses	12,2	15,6	13,5	16,6	11,9	15,4	2.5. Toestellen met zware vloeistof
2.6. Autres	0,4	0,4	0,8	0,6	-	-	2.6. Andere
TOTAL 2	85,3	92,4	88,5	93,6	84,6	91,0	TOTAAL 2
3. Autres installations de préparation des produits :							3. Andere verwerkingstoestellen :
3.1. Filtres (dépoussiéreurs)	7,2	3,7	7,9	4,4	10,3	6,0	3.1. Filters (stofafscheiders)
3.2. Essoreuses	2,0	1,0	1,4	0,8	-	-	3.2. Drogerijen
3.3. Appareils de séchage thermique	3,1	1,6	-	-	-	-	3.3. Toestellen voor thermisch drogen
3.4. Installations de décantation	-	-	-	-	-	-	3.4. Klaarinrichtingen
TOTAL 3	12,3	6,3	9,3	5,2	10,3	6,0	TOTAAL 3
4. Produits bruts non traités	2,5	1,3	2,2	1,2	5,1	3,0	4. Niet verwerkte brutoprodukten
5. Production totale	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	5. Totale produktie

En revanche, toujours en 1988, les filtres traitant 6,0 % du brut fournissent 10,3 % de la production marchande, notamment les "poussiers bruts".

De filters en de drogerijen, die 6 % van de brutoproduktie verwerken, leveren daarentegen 10,3 % van de handelsprodukten op in 1988, onder meer de "ongewassen stofkolen".

2.2. Répartition en pourcentage de la production brute d'après les appareils d'épuration et de préparation

2.2. Percentsgewijze indeling van de brutoproduktie naar de toestellen aangewend voor de zuivering en de verwerking.

Comme plusieurs de ces appareils interviennent en série dans la préparation des produits, la part de l'extraction brute indiquée pour chaque appareil a été obtenue en considérant uniquement le tonnage net livré et les déchets définitifs évacués par lui. Les tonnages de mixtes retraités n'apparaissent que lors de leur séparation définitive en produits marchands et schistes de terril.

Aangezien deze toestellen dikwijls in serie werken, hebben wij voor de berekening van het aandeel van ieder toestel alleen rekening gehouden met de door dat toestel geleverde nettotonnemaat en met de hoeveelheid afvalprodukten die men er definitief mee verwijderd heeft. De opnieuw verwerkte mixte-kolen worden pas aangeduid bij hun definitieve scheiding, in handelsprodukten en steenstortschist.

Les bacs à pistons ont traité 44,4 % de la production brute en 1988.

De deinmachines hebben in 1988, 44,4 % van de brutoproduktie verwerkt.

2.3. Répartition de la production de déchets définitifs en pourcentage du brut traité entre les différents appareils d'épuration et de préparation.

2.3. Indeling van de definitieve afval naar de gebruikte zuiverings- en verwerkingstoestellen in percentages van de verwerkte brutoproduktie.

Le tableau 52 donne la répartition, en pourcentage, des déchets définitifs à mettre au terril. On notera que la proportion de schistes à évacuer est particulièrement élevée.

In tabel 52 wordt de definitieve afval die naar de steenberg gaat, ingedeeld naar de gebruikte toestellen. Men ziet dat het percentage kolenschist dat moet verwijderd worden bijzonder hoog ligt.

TABLEAU 52. Répartition de la production de déchets définitifs en pourcentage du brut traité entre les différents appareils d'épuration et de préparation

TABEL 52. Indeling van de definitieve afval naar de gebruikte zuiverings- en verwerkingstoestellen (in percentages van de verwerkte brutoproduktie)

	1986	1987	1988	
NATURE DES OPERATIONS	% du brut traité % van de verwerkte ruwe kolen	% du brut traité % van de verwerkte ruwe kolen	% du brut traité % van de verwerkte ruwe kolen	AARD VAN DE BEWERKING
1. Epierrage manuel	-	-	-	1. Steenlezing met de hand
2. Epuration mécanique :				2. Mechanische zuivering :
2.1. Bacs à piston	52,9	39,3	44,4	2.1. Deinmachines
2.2. Rhéolaveurs	-	71,0	-	2.2. Rheowasserijen
2.3. Appareils pneumatiques	-	-	-	2.3. Toestellen met perslucht
2.4. Cellules de flottaison	36,4	37,2	40,2	2.4. Flotatiecellen
2.5. Appareils à liquides denses	60,1	54,9	54,8	2.5. Toestellen met zware vloeistof
2.6. Autres	44,6	23,7	-	2.6. Andere
Total 2	52,8	47,6	45,7	Totaal 2
3. Autres installations de préparation des produits :				3. Andere verwerkingstoestellen :
3.1. Filtres (dépoussiéreurs)	-	-	-	3.1. Filters (stofafscheiders)
3.2. Essoreuses	-	-	-	3.2. Drogerijen
3.3. Appareils de séchage thermique	-	-	-	3.3. Toestellen voor thermisch drogen
3.4. Installations de décantation	-	-	-	3.4. Klaarinrichtingen
Total 3	-	-	-	Totaal 3
Proportion de déchets à évacuer par rapport à la production brute	52,8	47,6	45,7	Verwijderde afval in percentage van de brutoproduktie

Au total, 1 769 170 tonnes ont été mises à terril en 1988.

In totaal is 1 769 170 ton naar de steenberge gegaan in 1988.

2.4. Situation des appareils de préparation et de manutention des charbons

Pour chaque genre d'appareils, le tableau 53 renseigne respectivement le nombre d'installations et d'appareils en service au 31 décembre, la capacité horaire, qui est exprimée en tonnes brutes, et enfin la puissance en KW requise pour les actionner.

Le tableau est complété par quelques informations relatives au nombre et à la puissance des appareils de manutention et de classement.

Voici la situation relative aux principaux appareils d'épuration mécanique, respectivement à la fin des années 1970, 1975, 1980, 1985, 1987 et 1988;

2.4. Toestand van de toestellen voor verwerkin en behandeling van de kolen.

Voor iedere soort toestellen vermeldt tabel 53 het aantal installaties en toestellen die op 31 december in gebruik waren, de kapaciteit per uur, uitgedrukt in brutoton, en ten slotte het vermogen in kW dat nodig is om ze in werking te houden.

Enkele gegevens over het aantal en het vermogen van de toestellen voor het behandelen en sorteren van de kolen vullen de tabel aan.

In onderstaande tabel is voor de voornaamste toestellen voor mechanische zuivering aangeduid hoeveel toestellen op het einde van 1970, 1975, 1980, 1985, 1987 en 1988 in gebruik waren.

	Nombre d'appareils en service au 31 décembre Aantal toestellen in gebruik op 31 december						
	1970	1975	1980	1985	1987	1988	
Bacs à piston	101	21	34	35	29	10	Deinmachines
Rhéolaveurs	21	1	1	-	-	-	Rheowasserijen
Appareils pneumatiques	8	3	-	-	-	-	Toestellen met perslucht
Cellules de flottation	67	137	124	101	102	67	Flotatiecellen
Appareils à liquides denses	97	190	86	33	33	12	Toestellen met zware vloeistof

2.5. Inventaire des moteurs en service à la surface à la fin des années 1986, 1987 et 1988 (tableau 54).

2.5. Inventaris van de motoren die einde 1986, 1987 en 1988 op de bovengrond in gebruik waren (tabel 54).

TABLEAU 53. Situation des installations de préparation et de manutention des charbons en service au 31 décembre.

TABEL 53. Toestand op 31 december van de gebruikte installaties voor verwerking en behandeling van de kolen.

Désignation des appareils "A" et installations "I" N = nombre; t/h = capacité horaire; kW = puissance cumulée des moteurs.		1986	1987	1988	Aanduiding van de toestellen "T" en installaties "I" A = aantal; t/h = kapaciteit per uur; kW = gezamenlijk vermogen van de motoren.
A. Epierrage manuel	I.N.	-	1	-	I.A. A. Steenlezen met de hand
	A.N.	-	4	-	T.A.
	t/h	-	360	-	t/h
	kW	-	521	-	kW
B. Epuration mécanique					B. Mechanische zuivering
1. Bacs à piston	I.N.	6	5	3	I.A. 1. Deinmachines
	A.N.	29	24	7	T.A.
	t/h	3800	2840	2300	t/h
	kW	2832	1741	1286	kW
2. Rhéolaveurs	I.N.	-	-	-	I.A. 2. Rheowasserijen
	A.N.	-	-	-	T.A.
	t/h	-	-	-	t/h
	kW	-	-	-	kW
3. Appareils pneumatiques	I.N.	-	-	-	I.A. 3. Toestellen met perslucht
	A.N.	-	-	-	T.A.
	t/h	-	-	-	t/h
	kW	-	-	-	kW
4. Cellules de flottation	I.N.	11	10	7	I.A. 4. Flotatiecellen
	A.N.	97	92	60	T.A.
	t/h	445	295	220	t/h
	kW	3615	2590	1982	kW
5. Appareils à liquides denses	I.N.	6	6	4	I.A. 5. Toestellen met zware vloeistoffen
	A.N.	27	27	8	T.A.
	t/h	1250	1250	950	t/h
	kW	1196	1196	1026	kW
C. Autres installations de préparation					C. Andere verwerkingsinstallaties
1. Filtres (dépoussiéreurs)	I.N.	6	6	4	I.A. 1. Filters (stofafscheiders)
	A.N.	16	13	11	T.A.
	t/h	784	739	723	t/h
	kW	2332	2072	1812	kW
2. Essoreuses	I.N.	1	1	-	I.A. 2. Drogerijen
	A.N.	6	3	-	T.A.
	t/h	120	60	-	t/h
	kW	900	450	-	kW
3. Installations de floculation	I.N.	1	1	1	I.A. 3. Uitvlokkingsinrichtingen
4. Appareils de séchage thermique	I.N.	7	6	4	I.A. 4. Toestellen voor thermisch drogen
	A.N.	7	6	4	T.A.
	t/h	385	350	240	t/h
	kW	3463	3103	2193	kW
5. Installations de décantation	I.N.	2	2	2	I.A. 5. Klaarinrichtingen
	A.N.	2	2	2	T.A.
	t/h	-	-	-	t/h
	kW	288	288	288	kW
D. Appareils de manutention et de classement					D. Toestellen voor het behandelen en sorteren
1. Concasseurs et broyeurs	A.N.	39	34	23	T.A. 1. Brekers en kloppers
	kW	3820	3490	2787	kW
2. Convoyeurs	A.N.	504	498	360	T.A. 2. Transporteurs
	kW	10170	9970	5897	kW
3. Norias et élévateurs	A.N.	42	40	35	T.A. 3. Emmerladders en heftoestellen
	kW	688	648	543	kW
4. Cribles	A.N.	98	93	75	T.A. 4. Zeeftoestellen
	kW	1581	1487	1207	kW

TABLEAU 54

Inventaire des moteurs en service à la surface au 31 décembre

TABEL 54.

Inventaris van de motoren die op 31 december op de bovengrond in gebruik waren.

NATURE DES MOTEURS ET DESTINATION	1986		1987		1988		AARD EN AANWENDING VAN DE MOTOREN
	Nombre Aantal	KW	Nombre Aantal	KW	Nombre Aantal	KW	
A. Moteurs électriques							A. Elektrische motoren
1. Extraction, compression, ventilation (rappel des tableaux 48, 55, 56)	80	128.203	49	105.945	25	76.752	1. Ophaling, kompressoren, luchtverversing (herhaling van de tabellen 48, 55, 56)
2. Autres moteurs pour l'extraction	97	14.125	87	14.107	37	373	2. Andere motoren voor ophaling
3. Triages - lavoirs	1.998	36.395	1.965	36.011	1.551	27.789	3. Was- en zeefinstallaties
4. Manutention des charbons et déblais	653	14.955	641	15.186	460	10.318	4. Behandeling van kolen en stenen
5. Transports	85	1.611	81	1.583	62	1.239	5. Vervoer
6. Force motrice	705	19.503	689	19.569	235	7.446	6. Opwekking van drijfkracht
7. Ateliers	1.400	6.249	1.208	5.514	930	3.436	7. Werkplaatsen
8. Autres	2.309	29.656	2.386	32.381	1.873	19.319	8. Andere aanwendingen
TOTAL	7.327	250.703	7.106	230.296	5.173	146.673	TOTAAL
B. Moteurs à vapeur							B. Motoren met stoom
1. Compression	-	-	-	-	-	-	1. Kompressoren
2. et 3. pour mémoire							2. en 3. pro memorie
4. Manutention des charbons et déblais	-	-	-	-	-	-	4. Behandeling van kolen en stenen
5. Transports	-	-	-	-	-	-	5. Vervoer
6. Force motrice	7	154.000	5	104.000	-	-	6. Opwekking van drijfkracht
7. Ateliers	-	-	-	-	-	-	7. Werkplaatsen
8. Autres	-	-	-	-	-	-	8. Andere aanwendingen
TOTAL	7	154.000	5	104.000	-	-	TOTAAL
C. Moteurs à air comprimé	-	-	-	-	-	-	C. Motoren met perslucht
D. Moteurs à combustion interne							D. Verbrandingsmotoren
1., 2., 3., 6. et 7. pour mémoire	-	-	-	-	-	-	1., 2., 3., 6. en 7. pro memorie
4. Manutention des charbons et déblais	-	-	-	-	-	-	4. Behandeling van kolen en stenen
5. Transports	44	5.247	32	3.318	44	7.512	5. Vervoer
8. Autres	1	300	1	300	-	-	8. Andere aanwendingen
TOTAL	45	5.547	33	3.618	44	7.512	TOTAAL
E. Moteurs à explosion							E. Benzinemotoren
4. Manutention des charbons et déblais	-	-	-	-	-	-	4. Behandeling van kolen en stenen
5. Moteurs affectés aux transports	12	355	11	368	3	233	5. Motoren voor het vervoer
TOTAL	12	355	11	368	3	233	TOTAAL

BELGISCH-DUITS EXPERIMENT VOOR IN-SITU VERGASSING

SAMENVATTING VAN HET TECHNISCH EINDVERSLAG

Bestuursgroep

V. CHANDELLE, Directeur
T.K. LI, Adjunct-Directeur

Adviseurs

P. LEDENT
J. PATIGNY

Leden van de Projectgroep

H. HENQUET
K. KOWOL
G. MASSON
M. MOSTADE

SAMENVATTING

Belgisch-Duitse proefneming inzake ondergrondse vergassing van steenkolen

De fundamentele doelstelling van het project bestond erin aan te tonen dat het mogelijk was om in een steenkoollaag, gelegen op een diepte van 860 m :

- door achterwaartse verbranding een eerste verbinding in de laag te creëren tussen twee vertikale boringen;
- vervolgens die laag te vergassen met een mengsel van water en stoom.

Na herhaalde pogingen om door achterwaartse verbranding een kanaal te vormen, werd een nieuw concept bestudeerd, dat hoofdzakelijk gebaseerd was op de toepassing van de techniek van gedevieerde gerichte boringen.

Men ging dus over tot een horizontale boring in de laag, nadat een gecontroleerde afbuiging met zwakke krommingsstraal vanuit een schacht uitgevoerd was : de verbinding met de tweede schacht werd d.m.v. sidetrack verwezenlijkt.

De eigenlijke vergassingsfase heeft van oktober 86 tot april 87 plaatsgehad en de materiebalans van die periode toont aan dat er 350 ton steenkolen bij betrokken waren, waarvan 150 ton volledig omgezet werden. Die fase werd gekenmerkt door het toepassen van hoge drukwaarden, door het inzetten van een vergassingsmiddel bestaande uit een zuurstof-watermengsel in schuimvorm, en door de produktie van een gas met hoog methaangehalte. De kwaliteit van dat gas was uitstekend, maar de verkregen debieten bleven bescheiden.

Over het geheel genomen heeft de proefneming op de site van Thulin een nieuw beginsel aan het licht gebracht, waardoor ondergrondse vergassing op grote diepte mogelijk blijkt.

INHOUDSTAFEL

	Blz.
1. INLEIDING	
1.1. Organisatie van het Project	3
1.2. Doelstellingen	3
1.2.1. Hoofddoelstellingen	3
1.2.2. Secundaire doelstellingen	4
1.2.3. Nieuw concept	4
1.3. Samenvatting van de uitvoering	5
2. HET PROEFVELD	
2.1. Selectie van het gebied	6
2.2. Geologische beschrijving	6
2.3. Eigenschappen van de kolen	7
2.4. Evaluatie van het proefveld	8
3. TOEGANG TOT DE AFZETTING	
3.1. Inplanting van de boorputten	9
3.2. Uitvoering en bekleding van de putten	9
3.3. Opruimings- en hersteltechnieken	10
4. BOVENGRONDSE INSTALLATIES	
4.1. Algemeen	12
4.2. Perslucht	12
4.3. Water en stoom	12
4.4. Cryogene installaties (N_2, O_2, CO_2)	13
4.5. Propaan	13
4.6. Gasbehandeling	13
4.7. Analyse- en meetaparatuur	14
4.8. Leidingen	14
5. STUDIE VAN DE PERMEABILITEIT	
5.1. Geologische gegevens	16
5.2. Vooraf bestaande druk in de afzetting	17
5.3. Injectie en doorstroming met water	17
5.4. Verandering van de permeabiliteit in functie van de druk	17
5.5. Stikstofinjecties	18
5.6. Latere proeven	18
5.7. Besluiten	18

6. ACHTERWAARTSE VERBRANDING Blz.

6.1. Doelstelling 20
6.2. Uitrusting van de boorputten 20
6.3. Eerste reeks proeven 21
6.4. Herstellingswerken 21
6.5. Tweede reeks proeven 22
6.6. Besluiten 23

7. GERICHTE BORINGEN

7.1. Concept 24
7.2. Injectieput (I) en drainhole 24
7.2.1. Voorbereidingen 24
7.2.2. Boorwerk 25
7.2.3. Buigzame liner 26
7.3. Productieput (II) en sidetrack 27
7.3.1. Voorbereiding 27
7.3.2. Boorverrichtingen 27
7.3.3. Doorbraak van de verbinding 27
7.3.4. Afwerking en uitrusting 28
7.4. Besluiten 28

8. VERGASSINGSPROEVEN

8.1. CRIP-poging 30
8.1.1. Opvatting van de proef 30
8.1.2. Invoering van de controlebundel 30
8.1.3. Coiled tubing 31
8.1.4. Poging tot ontstoppen 31
8.2. Vergassingsproef 32
8.2.1. Uitrusting van de boorputten 32
8.2.2. Ontsteking 33
8.2.3. Verloop van de vergassingsproef 33
8.2.4. Resultaten 35
8.2.5. Besluiten 38
8.3. Laatste verbindingstesten 39
8.3.1. Doorstroming met N_2 39
8.3.2. Verwijderen van de uitrusting en blow-off tests 39
8.3.3. Verbindingstest met water 39

9. CORROSIE VAN DE BOORPUTUITRUSTINGEN

9.1. Corrosie tijdens de achterwaartse verbranding 40
9.2. Corrosie tijdens de vergassing 41
9.3. Besluiten 42

10. GLOBALE EVALUATIE EN VOORUITZICHTEN 43

1. INLEIDING

1.1. Organisatie van het Project

De proef werd uitgevoerd in het raam van het akkoord van oktober 1976 tussen de Duitse and Belgische Regeringen. Later kreeg het project de steun van de Europese Gemeenschappen, zodat de kosten als volgt verdeeld worden :

- 40 % ten laste van de Europese Gemeenschappen
- 29,4 % ten laste van de Duitse Bondsrepubliek
- 30,6 % ten laste van het Belgisch Ministerie van Economische Zaken

België draagt verder alleen de B.T.W. die door de Belgische Staat geheven wordt, alsook de vertaal- en administratiekosten eigen aan de I.O.O.V.

De "Instelling voor de Ontwikkeling van de Ondergrondse Vergassing" (I.O.O.V.) is een instelling van openbaar nut die de noodzakelijke wettelijke structuur vormt om de proef in België uit te voeren en er als rechtspersoon te kunnen optreden.

De basisbeslissingen betreffende het Project worden genomen door een Directiecomité (3 Duitse en 3 Belgische afgevaardigden), terwijl de dagelijkse leiding en de technische beslissingen door een gemengd Projectbestuur waargenomen worden, samengesteld uit de Directeur, de adjunct-Directeur en twee tot vier medewerkers, deel uitmakend van het uitvoerend team.

Een technisch-wetenschappelijk Comité, waarin vertegenwoordigers van de belangstellende wetenschappelijke kringen uitgenodigd worden, speelt een adviserende rol.

Aan het Belgisch-Duits project van Thulin werd op 31 maart 1988 een einde gesteld.

1.2. Doelstellingen

De doelstellingen werden in 1978 als volgt vastgelegd :

1.2.1. Hoofddoelstellingen

1. De haalbaarheid aantonen van de bewerking "linking", t.t.z. het tot stand brengen van een verbinding in de laag tussen twee vertikale boorputten (met inbegrip van de techniek van de achterwaartse verbranding).

2. Aantonen dat het mogelijk is een eerste laag te vergassen met gebruik van een mengsel van lucht en stoom

   a) onder constante druk
   b) onder veranderlijke druk

   Bepaling van het volume vergaste kolen.

3. Aantonen dat het mogelijk is, daarna de boringen dieper te drijven.

4. Aantonen dat het mogelijk is, een "linking" uit te voeren in een tweede laag.

5. Aantonen dat het mogelijk is, een tweede laag te vergassen.

1.2.2. Secundaire doelstellingen

1. Beproeven en eventueel aanpassen van methodes die het verloop van het vergassingsproces beheersen en die betrekking hebben op de meetbare parameters zoals debiet, druk, temperatuur, gassamenstelling en verbrandingswarmte.

2. Beproeven en eventueel aanpassen van fysische methodes die geëigend zijn om een evaluatie van het reactorvolume en van de invloed van de vergassing op de bovengrond mogelijk te maken.

3. Bestuderen van milieuproblemen, verbonden aan de vergassing in situ.

4. Bestuderen van de mogelijkheid om methaancaptatie toe te passen in de formaties die door de vergassing ontspannen zijn.

Bij de opvatting van de proef in situ, vastgelegd in 1978, waren drie fasen voorzien :

1° fase

Het realiseren van een kanaal in een kolenafzetting op 900 meter diepte door achterwaartse verbranding. Het vergassen van de betrokken steenkolen bij middel van een mengsel van lucht en stoom bij hoge druk (tot 45 bar).

2° fase

Het realiseren van andere kanalen in dezelfde afzetting door achterwaartse verbranding en het vergassen van de betrokken steenkolen bij middel van een mengsel zuurstof en stoom bij hoge druk (tot 45 bar).

3° fase

Het afdiepen van de bestaande boringen met het doel een tweede laag aan te snijden die ca. 100 meter dieper gelegen is (diepte ca. 1000 meter) en het uitvoeren van een vergassingstest op basis van de resultaten van de eerste twee fasen.

1.2.3. Nieuwe concept

Na meerdere malen te hebben gepoogd, een kanaal door achterwaartse verbranding te vormen, heeft men in 1984 een nieuw concept op punt gesteld om de voortzetting van het project te verzekeren. Dit concept heeft de volgende karakteristieken :

- het gebruik van de techniek der gerichte en afbuigende boringen, om in de kolenlaag een verbindingskanaal tussen de de boorputten tot stand te brengen
- gebeurlijk beroep op de CRIP methode (gecontroleerde verplaatsing van het injectiepunt)
- het gebruik van zuurstof en waterschuim als vergassingsmiddel

Dit vereist de installatie van gesofisticeerde uitrustingen in de boorputten, de aanpassing van de bovengrondse installaties, en de toepassing van gevorderde beslissingsproceduren voor complexe situaties.

1.3. Samenvatting van de uitvoering

1978 : Een verkenningsboring in Thulin (Thulin I) door FORAKY (in opdracht van NIEB)

1979 : Definitie van het Project en kontrakten voor de uitvoering van drie diepboringen (Saarberg-Interplan en Thyssen Schachtbau) en voor de engineering van de bovengrondse installaties (Coppée Rust).

1980 : Voltooing van boorputten II, III en IV en geologische studie ervan.

1980-82 : Oprichting van de bovengrondse installaties.

Februari 81 - januari 82 : permeabiliteitsproeven.

Februari 82 - september 84 : tegenstroomverbrandingsproeven, onderbroken door herstellingswerken in de boringen.

November 84 - maart 86 : studie, voorbereiding en uitvoering van een horizontale afwijking (drainhole) vanuit boorput I (7/10/85) en van een schuine afwijking (sidetrack) vanuit boorput II. Uiteindelijke verbinding door waterdruk (4/2/86).

Maart 86 - september 86 : Verstopping van het injectiegat (30/3/86). Uitrusting van put II (april 86). Aanbrengen van een coiled tubing in put I (augustus 86).

Oktober 86 - april 87 : Vergassingsproef (van put I naar put II).

Mei 87 - oktober 87 : Laatste doorstromingstesten en verwijderen van de uitrusting uit de boorputten.

2. HET PROEFVELD

2.1. Selectie van het gebied

Thulin ligt 16 km ten westen van Bergen, vlak bij de Franse grens. De autosnelweg Parijs-Luik-Aken (E19-E42) loopt 2 km Noordwaarts voorbij. Het is een laaggelegen landbouwgebied (25-30 m boven zeeniveau) in de Henevallei (figuur 1).

De hoofdredenen voor de keuze van deze localisatie zijn de volgende :

- dankzij de ontginningswerken van de mijn Hensies-Pommeroeul (2 km westwaarts gelegen), en de aanwezigheid in een straal van 2000 m van vier oude diepboringen, weet men a priori dat de afzetting betrekkelijk regelmatig is;

- de vroegere ontginningen zijn stilgelegd en liggen ver genoeg om het proefveld niet te beïnvloeden;

- de geringe dikte van het dekterrein beperkt de boorkosten, en de agrarische omgeving is door mijnzakkingen of bezoedeling weinig kwetsbaar;

- grond kan zonder problemen verworven worden en er bestaan goede toegangsmogelijkheden voor de hulpmiddelen (grondstoffen en energie);

2.2. Geologische beschrijving

In Thulin vindt men van boven naar onder (tabel I) :

tot 65 m : dekterrein van kwartair, tertiair en krijt-ouderdom

tot 735 m : overgeschoven allochtone massieven :

Boussu : Viseaan kalksteen, Namuriaan mergel
Borinage : Westfaliaan B + C
Tussenliggende massieven : idem

- vanaf 735 of 760 m diepte : Comble Nord (autochtoon) : idem

De Comble Nord heeft een tamelijk regelmatige structuur met een helling van 25° naar het Zuiden. Plaatselijk en nl. ten Zuiden van het proefterrein kunnen plooien of overschuivingen die structuur storen (figuren 2, 3, 4).

Het steenkolenterrein in het Comble Nord massief bestaat uit schiefers en zandsteen en is betrekkelijk waterdicht en droog : de naburige zetel Louis-Lambert had zeer weinig bemalingswater.

De lagen Leopold-Charles, waarin de proef uitgevoerd werd, liggen in het Westfaliaan B ongeveer 150 m boven het marien niveau van Quaregnon. De laag Jacqmain, die ook in aanmerking genomen werd, ligt 100 m dieper.

Het hele gebied is aan een Z-N druk onderworpen geweest, zoals blijkt uit de aanwezigheid van overschuivingsvlakken in de uitgevoerde boringen.

2.3. Eigenschappen van de kolen

De dubbellaag Leopold-Charles werd door de eerste boring op het proefveld aangeboord rond 860 m diepte, met een opening van 6,85 m en een macht van 4,15 m.

Zulke dikte is in België uitzonderlijk. De kolenriffels zijn echter gescheiden door steriele tussenbedden. De zijdelingse variaties zijn ook groot, en de kolendikte in de naburige boorputten (35 m van elkaar verwijderd) is veel kleiner (resp. 4,7 - 2,1 - 1,4 m). Men neemt aan dat slechts een veranderlijke dikte van 2 tot 3.5 m kolen in aanmerking kwam voor de vergassing.

De laag Jacqmain ligt 100 m dieper en is slecht 1,22 m dik.

De helling bedraagt ± 30°. De kolen met 12,7 % vluchtige bestanddelen zijn niet zwellend, niet aanbakkend en bevatten weinig zwavel (0,5 %).

De voornaamste fysico-chemische eigenschappen worden in onderstaande tabel samengebracht :

Proximale analyse	%	Elementaire analyse	%	Macerale analyse	%
As	9,25	Totaal C	83	Vitriniet	58,3
Vluchtige bestand.	12,2	C (carbonaten)	0,21	Exiniet	-
		H	3,85	Inertiniet	35
		O	1,95	Mineralen	6,7
		N	1,17		
		S (totaal)	0,78		

Reflectiviteit 1,92 Bov. verbrandingswarmte 32.052 kJ/kg

Zwellingsindex 0,5 Smelttemperatuur van de assen 1450-1580°C

Pyrolyse eigenschappen (Saarbergwerke - RWTH) (figuren 5, 6, 7) :

Afgifte van :	Begin	Maximum	Einde	Totale hoeveelheid
CH_4	425°C	550°C	> 1000°C	45-69 l/kg
H_2	400°C	820°C	> 1000°C	309-342 l/kg
Globaal	350°C	500-550°C	> 900°C	

Deze gasontwikkeling is hoog, vergeleken met die van Saarlandse steenkolen met hoog gehalte aan vluchtige bestanddelen.

De snelheidscoefficient voor de reactie van Boudouard ligt binnen de gebruikelijke grenzen voor kolen met zulk gehalte aan vluchtige bestanddelen (0,14 tot 0,95 cm3/g.s. op 1000°C). De ontbrandingstemperaturen (bij 0,1 tot 0,3 mm korrelgrootte en 5°/min opwarmingssnelheid) liggen rond 245°C bij atmosferische druk, en 170 tot 216°C onder een luchtdruk van 100 bar.

2.4. Evaluatie van het proefveld

De geologische studie vervolledigd met de gegevens uit de vier toegangsboringen (hoofdstuk 3) laat de volgende gunstige elementen voor het proefveld van Thulin blijken :

a) aanvaardbare eigenschappen van de steenkolen, met laag as- en zwavelgehalten en laag zwellingsindex

b) geringe permeabiliteit van het nevengesteente en schiefer in het dak (± plastisch)

c) aanvaardbare en regelmatige helling van de lagen. Geen grote tektonische storingen of magmatische intrusies

d) diepteligging rond 800 m. Waterdichte bedekking. Relatief droge afzetting

e) aanwezigheid van een diepere steenkolenlaag met het oog op latere proeven

f) gebied door een aantal boringen en niet te dicht gelegen mijnontginningen verkend

g) bovengrondse toestand gunstig betreffende toegang, infrastructuur en milieuproblemen

Als ongunstige factoren moet men echter vermelden de veelvuldige kleine tektonische storingen waardoor structuur en dikte van de laag veranderlijk zijn, zodat de onderlinge correlatie van de kolenriffels, zelfs op een afstand van enkele tientallen meters, onzeker blijft. Om die reden konden twee van de vier ontsluitingsboringen in het proefpropramma niet opgenomen worden.

3. TOEGANG TOT DE AFZETTING

3.1. Inplanting van de boorputten

Een eerste boorput (Thulin I) werd van januari tot juni 1978 in opdracht van het NIEB als verkenning uitgevoerd. Vanaf 500 m diepte werd de boring gekernd. De laag Leopold-Charles werd op 861,50 m aangeboord, de laag Jacqmain op 965,65 m, en de boring bereikte een uiteindelijke diepte van 1158,45 m. De boring vertoont een uitwijking naar het N-W en snijdt de laag Leopold op ongeveer 70 m van de vertikale projectie van het vertrekpunt aan.

Van december 79 tot juni 80 werden drie bijkomende putten geboord (Thulin II, III en IV) om een stervormig patroon te verwezenlijken met 35 ± 5 m afstand tussen de centrale boring (Thulin II) en elk van de drie anderen. De bedoeling was dat verbindingsproeven zowel met een tussenafstand van 35 m als van 60 m uitgevoerd konden worden, en dat de beste orientatie met betrekking tot de permeabiliteit (op 30° na) geselecteerd kon worden (figuur 8).

Om deze afstanden ook op het niveau van de kolenlaag te eerbiedigen waren tijdens de uitvoering van de nieuwste drie boringen correcties, in functie van het verloop van boorput I, met de hulp van een turbo-boormachine (Dynadrill) noodzakelijk. Herhaalde metingen, magnetisch en gyroscopisch, tijdens en na het boren, bevestigen dat de nauwkeurigheid van de trefpunten in de laag beter is dan de vooropgestelde 5 m (figuur 9).

3.2. Uitvoering en bekleding van de putten

Het boorwerk werd bemoeilijkt door de onstabiele gesteldheid van de bodem aan de oppervlakte (veenlaag). Het bleek nodig FRANKI-palen te heien en er een stalen platform op te monteren om de boortorens op te stellen.

In elke boorput treft men van boven naar beneden de volgende boordiameters, bekledingsbuizen en cementvullingen aan :

tot 21 m : geleidingsbuis 660 mm diam.

tot 65 m : rolbeitel 17 1/2" casing 13 1/8" (Portlandcement)

tot ± 400 m : rolbeitel 12 1/4" casing 9 5/8" (klas G-cement + 40 % SiO_2 - 250°C)

tot ± 880 m : rolbeitel 8 1/2" casing 7" (Lafarge smeltcement - 1200°C)

De boorspoelvloeistoffen werden aangemaakt met bentoniet en antisol (CMC) (S.G. 1.2). Spoelingsverliezen traden op bij het doorboren van kalksteen en mergel in het Massief van Boussu (van 90 tot 170 m en van 310 tot 390 m diepte). Hieraan werd verholpen door toevoeging van mica-, cellofaan- en zaagselschilfers of cementinjecties, en uiteindelijk door het aanbrengen van de 9 5/8" casing.

De laag werd door de boorputten I tot IV aangetroffen op diepten van respectievelijk 865 m, 861 m, 867 m en 838 m (in boorput IV, het meest naar het Noorden, ligt zij hoger omwille van de helling en is zij gedeeltelijk uitgewalst).

Boring I werd van 500 tot 1160 m diepte gekernd; de anderen slechts over 20 à 30 m boven en onder de laag;

De casings komen allen tot aan de oppervlakte. Zij werden over de ganse lengte gecementeerd (vuurvast cement voor de onderste delen). In boorputten I en IV eindigt de casing van 7" juist boven de laag. In putten II en III hangt zij nog 30 of 46 m dieper, maar een "venster" werd ter hoogte van de laag uitgefreesd. Het onderste deel van boorputten I en IV werd dichtgecementeerd.

Bij de cementering van de casings traden aanzienlijke cementverliezen op. Hieraan werd op verschillende manieren verholpen :

- verdubbelen van de voorziene hoeveelheid cementmelk
- vooraf afdichten van de scheuren door een circulatie met zware bariet-spoeling (S.G. 2)
- plaatsing van "cement-baskets" op verschillende diepten om de druk van de cementkolom op te splitsen

De laatste maatregel scheen de meest doeltreffende, maar in bepaalde gevallen bleek het cementniveau nog te diep (130 m voor de casing 9 5/8" en 500 m voor die van 7" in boorput II, 129 m voor de 7" casing in boorput III) te liggen.

Tijdens het boren werden boorsnelheid en gasafscheiding (CH_4) nauwgezet waargenomen. Samen met alle mogelijke boorgatmetingen (voor of na het plaatsen van de casings) en laterale monstername heeft dit toegelaten zich een vrij goed beeld te vormen van de lithologie en van de geologische structuur van de destructief geboorde lagen.

3.3. Opruimings- en hersteltechnieken

Na het beëindigen van de boorwerken van de boorgaten I, II, III en IV en voor het begin van de permeabiliteitstests heeft men, in de loop van 1980, een tweedehands lichte boormachine (type Diamant Boart 451), een aangepaste boortoren en een stel tubings ADBGM aangekocht om allerlei interventies op de boringen te kunnen uitvoeren.

Naargelang van het verloop der werken is men ertoe gekomen nog nieuwe stellen tubings (type BDB en 1,6" API) aan te kopen. Men heeft ook verschillende interventie-werktuigen en opvistuigen op punt gesteld.

Al dit materieel werd voornamelijk gebruikt voor :

- het aanbrengen en het uittrekken van lichte uitrustingselementen in de boorgaten
- het nemen van afdrukken onderaan de boorgaten
- het uitvoeren van relatief eenvoudige opviswerken
- het opkuisen van boorgaten door middel van water of luchtcirculatie (water- of luchtstroming langs tubings en ringvormige opening)
- het ledigen van de boorgaten.

De beperkte capaciteit van onze installatie heeft ons natuurlijk ertoe verplicht van tijd tot tijd beroep te doen op externe service-firma's, telkens het nodig werd belangrijke werken uit te voeren voor herstelling en interventie, of voor plaatsing of uittrekking van zware uitrustingen.

Wij hebben ondermeer herhaaldelijk :

- de door corrosie aangetaste tubings moeten uithalen of opvissen
- de bodems van de boorputten moeten opruimen (kolen- of steenpuin, tubingdelen ...)
- de zeefbuizen ter hoogte van de laag moeten vervangen.

Deze operaties zullen vermeld worden in het raam van de overeenkomende experimenten.

Laat ons hier alleen aanstippen dat, in 1980 en in 1984, diagrafiën uitgevoerd werden om de kwaliteit van de cementering achter de casing na te gaan, en om de overblijvende dikte van het casing-metaal na corrosie te meten (dikteverlies tot 2,5 mm in de laatste 15 m van boorput I en tot 3,8 mm tussen 740 en 850 m in boorput II).

4. BOVENGRONDSE INSTALLATIES

4.1. Algemeen

De detailengineering van de bovengrondse installaties werd door de firma COPPEE RUST uitgevoerd op basis van de in 1979 vastgelegde richtlijnen.

De montage bestreek de periode 1980-1982. De installaties bezetten een trapeziumvormig terrein 310 m lang en 95 tot 130 m breed (figuur 10).

4.2. Perslucht

Lage druk : compressor 10 bar - 24 Nm3/u

Midden druk : Ingersoll-Rand centrifugale compressor - 5 trappen - dubbelhuis - 12.000 Nm3/u (olievrij) - 45 bar - 2,6 MW - waterkoeling (was voor de eigenlijke vergassing voorzien maar werd praktisch niet gebruikt).

Hoge druk : twee vijftrap zuigercompressoren Ateliers François voorzien voor 350 Nm3/u, 300 bar . Het voorziene regime kon echter wegens defecten niet gehandhaafd worden en de compressoren werden omgebouwd tot 4 trappen met 120 bar einddruk, en aangevuld met 2 Corblin membraanopdrijfcompressoren. Na verschillende aanpassingen kon uiteindelijk de voorziene prestatie bereikt worden (2 x 350 m3/u - 300 bar).

4.3. Water + stoom

De waterbevoorrading wordt verzekerd door dompelpompen in waterputten. Drie pompen en een buffer tank voeden het ruwwaternet (tevens brandbestrijding) (80 m3/u).

Twee H.D. waterpompen (300 bar) kunnen elk 1,8 m3/u onder hoge druk in het systeem injecteren.

Een speciale doseerinrichting laat toe 2,5 l/u (1 %) schuimmiddel aan het geïnjecteerd water toe te voegen : het water wordt aldus als schuim aan de voet van de injectieboorput aangevoerd.

De installatie omvat verder een stoomketel van 1 t/u (6 bar - propaan) en een stoomketel van 8 t/u (45 bar - propaan of product gas). De ketels worden gevoed door een demineralisatie installatie van 15 m3/u en drie buffertanks van 40 m3. De stoom wordt hoofdzakelijk gebruikt voor de verwarming van de gebouwen en de verdamping van vloeibare O_2, CO_2 en N_2.

Het afvalwater (behalve dat afkomstig van de boorwerken) wordt in een vergaarbak van 30 m3 verzameld : pH en NaCl worden gecontroleerd en zonodig verbeterd alvorens het water te lozen.

Het boorwater decanteert in een vijver. Het bezinksel werd naar een speciale stortplaats afgevoerd. Het water uit het productgas bevat fenolen en cresolen. Het werd naar een kooksbedrijf vervoerd en met de afvalwaters aldaar behandeld.

4.4. Cryogene installaties (N_2, O_2, CO_2)

In de aanvankelijke installatie werd stikstof op lage druk afgenomen uit een tank vloeibare N_2 van 6330 l, en door de luchtcompressoren op de gewenste druk gebracht. Vanaf 1983 werd de opslagcapaciteit op 21.000 l opgevoerd (13.500 Nm3). De stikstof kan ofwel onder een druk van 13 bar aan de bovenkant van de tank afgetapt worden, en, na verwarming tot op de omgevingstemperatuur, op lage druk gebruikt worden, ofwel onder vloeibare vorm door cryogene zuigerpompen (270 of 400 Nm3/u) tot 280 bar gebracht worden om daarna onder druk verdampt te worden (500 Nm3/u).

Voor vloeibare zuurstof werd een soortgelijke installatie in huur genomen. Na de laatste uitbreidingen (1987) omvatte deze twee opslagtanks (20.000 + 7.500 l = 23.400 Nm3) met ondergedompelde pompen en een stoomverdamper (1000 Nm3/u op 200 bar). Een hulppomp maakt het mogelijk 500 Nm3/u af te leveren op 300 bar.

De CO_2-installatie werd eveneens gehuurd. Zij omvat een tank voor vloeibare CO_2 (16 bar, - 25°) en twee cryogene pompen in serie, met daartussen een bolvormige tank van 2,5 m3, 100 bar. Vloeibare CO_2 wordt met maximaal 200 l/u onder een druk van 280 bar afgeleverd. Deze installatie werd later uitgebreid tot 11 ton opslagcapaciteit en 2600 kg/u debiet, doch werd onder die vorm niet meer gebruikt.

4.5. Propaan

Propaan wordt gebruikt om de stoomketels te stoken, de verbranding van het product gas te steunen en, ondergronds, als hulpmiddel om de ontsteking van de steenkolen te vergemakkelijken. Een ruime opslagplaats voor vloeibaar propaan met verdamper moest buiten het eigenlijk proefveld ingericht worden.

4.6. Gasbehandeling

Een condensaatafscheider (150 l/uur) was aan de uitgangsput gemonteerd. Daar hij voor 45 bar voorzien was, en men in bepaalde omstandigheden tot 175 bar aan de uitlaat kreeg, werden drie parallel geschakelde handbediende ontspanningsventielen tussen de productieput en de afscheider gemonteerd.

Multicycloonontstoffers zijn op de productgasleiding voorzien om het stofgehalte van 7 tot 1 g/Nm3 en de korrelgrootte van 2 mm tot 8 µ terug te brengen. Zij zijn stroomopwaarts van alle meet- en analyseapparaten opgesteld, en moeten dus een druk van 45 bar kunnen weerstaan. Zij worden langs sassen geledigd.

Een fakkel (kleine hoeveelheden) en een incinerator (grote debieten) (20 m hoog, 1,80 m diameter) met propaansteunvlam werden voorzien om het gas onschadelijk te maken alvorens het in de atmosfeer te lozen. De mogelijkheid bestond om het gas in de stoomketel te verbranden.

4.7. Analyse en meetapparatuur

Temperaturen in de reactor kunnen niet gemeten worden. Men kan alleen thermokoppels in de boorputten hangen. Deze werden tot bundels verenigd en langs de boorstangen of tubings tot aan de ontstekingsbranders of enkele meters erboven gevoerd.

De in- en uitgangsdrukken worden aan de puthoofden gemeten. Wel worden de drukken in de tubings en in de ringvormige ruimte tussen tubing en casings afzonderlijk opgetekend. Een correctie in functie van het soortelijk gewicht van de fluïdums in de boorputten maakt het mogelijk de werkelijke druk aan de voet van de putten te berekenen.

Debietmetingen : continu meting via drukvalapparaten en procescomputer voor de omrekening.

Gasanalyse : continu door een combinatie van gaschromatografie en specifieke apparaten voor H_2 (thermische geleidbaarheid), O_2 (thermomagnetisch), CH_4, CO, CO_2 (infra-roodabsorptie).

Condensaatanalyse : filterfotometer, digitale pH-meter, geleidbaarheidsmeter (om de 4 uur bepaling van Cl^-, SO_4^{--}, Fe^{2+}, Fe^{3+}, Ni^{++}, NH_4^+, CN^-, Zn^{2+} en S^{2-} concentraties + fenol-index).

Twee spectroscopische onderzoeken van teermonsters (begin- en eindfase van de vergassing) werden ook uitgevoerd.

Isotopen analysen (^{13}C, ^{18}O, ^{2}H) werden met een massaspectrometer door de Université Pierre et Marie Curie op regelmatig afgenomen gasmonsters uitgevoerd. Zij laten toe de evenwichten en de kinematica van de reacties te bestuderen.

Tracerproeven werden uitgevoerd hoofdzakelijk om de verblijfstijden van de componenten in de reactor te schatten. Hiervoor werden achtereenvolgens helium, radioactief xenon 133 en zwaar water gebruikt.

De meetgegevens werden continu door een computer verzameld, geregistreerd en verwerkt zodat de nodige correcties "on line" aangebracht werden en de materialenbalans permanent beschikbaar was.

4.8. Leidingen

Daar de bedrijfsomstandigheden veranderlijk en moeilijk voorspelbaar waren werd er naartoe gestreefd alle boorputten als injectie- of productieput te kunnen gebruiken en alle fluïdums naar de verschillende puthoofden te kunnen aanvoeren.

Dit leidt uiteraard naar een ingewikkeld buizennet. Om de omschakelingen te vergemakkelijken werd ruim gebruikt gemaakt van buigzame leidingen. Alleen de hoofleidingen (6" en 1,66" voor de injectie, 8" en 1,66" voor het product gas) werden star verbonden. Figuur 11 schetst de uiteindelijke opstelling naar de boorputten I en II.

Wij vermelden de volgende bijzonderheden :

- de wanddikte van alle staalleidingen voor productgas werd 1 mm groter genomen dan door de DIN-normen voorzien (corrosie);
- de darmen voor gassen werden steeds in een hogere kwaliteit voorzien dan deze die door de leverancier voor de betreffende druk en temperatuur voorzien was. Zij werden systematisch hernieuwd;
- voor zuurstof werd de stromingssnelheid beperkt tot 9 m/sec. met exclusief gebruik van inox en koperen leidingen;
- de leidingen voor drukken hoger dan 15 bar werden systematisch voorzien met veiligheidsventielen en barstschijven. De hoofdtoe- en afvoerleidingen naar de boorputten werden voorzien met afstandgestuurde afsluitventielen. Hiermee werd zo goed mogelijk aan de bestaande reglementen voldaan;
- de buizen die warme en vochtige gassen vervoeren werden systematisch met warmte isolatie voorzien en zelfs met een stoomleiding verwarmd (tracing), om condensatie te voorkomen;
- rond de puthoofden en verbindingsflenzen werden veiligheidszones bepaald met explosieveilige elektrische apparaten en periodische controles voor CO.

5. STUDIE VAN DE PERMEABILITEIT

5.1. Geologische gegevens

De algemene streekgeologie en de analyse van de boringen bevestigen dat het heel gebied een druk van het Zuiden naar het Noorden heeft ondergaan. Door het proefveld van Thulin zelf lopen geen grote tektonische storingen, maar wel een groot aantal kleine overschuivingsvlakken, die het massief met een helling iets kleiner dan die van de gelaagdheid doorsnijden, en bij voorkeur de zachte schieferbedden of de steenkolenlagen volgen. Deze kolenlagen kunnen plaatselijk sterk vervormd of weggewalst worden. Hierdoor wordt de samenstelling veranderlijk en de correlatie tussen de kolenriffels moeilijk. In boorput IV is de laag praktisch verdwenen (figuur 12).

De splijting en de tektonische structuur van de steenkolen werden op boorkernen bijzonder bestudeerd om de voorkeurrichting van de permeabiliteit te bepalen. Hieruit konden de volgende besluiten getrokken worden :

- als gevolg van de tektonische vervormingen is de steenkool langsheen zwakhellende verglijdingsvlakken verbrokkeld tot dunne lamellen op millimeterschaal;
- in de aldus gevormde lamellen is de steenkool vaak verpulverd (myloniet);
- de verglijdingsvlakken zijn zeer glad en dicht; zij vertonen zeer weinig oneffenheid in vergelijking met de normale splijtvlakken;
- in de meeste gevallen zijn de strekking en de helling van de verglijdingsvlakken gelijk aan de gelaagdheid (WNW-ESE, met zuidhelling);
- enkele verglijdingsvlakken met dezelfde strekking vertonen desondanks een noordhelling;
- in boring IV zijn zowel helling als strekking van de verglijdingsvlakken onregelmatiger; toch kon men geen aanduiding ontwaren voor de aanwezigheid van steilhellende breuken die tot een latere tektonische fase zouden behoren.

Op basis van deze besluiten kan men stellen dat :

- bij desaggregatie, de verglijdingsvlakken de bevoorrechte migratiewegen vormen voor geïnjecteerde vloeistoffen;
- rekening houdend met de lithostatische druk zou de voorkeurrichting voor de permeabiliteit op de snijlijn kunnen liggen van de noord- en zuidhellende verglijdingsvlakken met oost-west richting;
- in de open contactzones verbrokkelt de steenkool gemakkelijk in brokken van enkele cm.

Deze besluiten werden later door het vergassingsexperiment bevestigd.

De boorkernen zelf waren echter te brokkelig om de permeabiliteit ervan rechtstreeks te bepalen, maar in soortgelijke afzettingen heeft men 0,003 tot 1,37 md gemeten. Die van het neven- of tussenliggende gesteente is veel lager en schommelt tussen 0,00006 en 0,008 md.

5.2. Vooraf bestaande druk in de afzetting

Tussen het beëindigen van de boorverrichtingen (juni 1980) en 16 februari 81 werd de evolutie van het waterpeil in de aanvankelijk gevulde vier boorputten nagegaan.

In boorput III zakte het waterpeil snel en stabiliseerde zich op - 69,6 m. In de andere putten verliep de evolutie veel langzamer en de evenwichttoestand kon slechts door logaritmische extrapolatie geraamd worden. Deze toestand kwam in de vier putten overeen met een absolute druk van 79,2 tot 81,6 bar in de laag, hetgeen overeenkomt met 95 % van de hydrostatische druk op dezelfde diepte.

5.3. Injectie en doorstroming met water

Om de aanvankelijke permeabiliteit van de laag te ramen werd gedurende 7 dagen water gelijktijdig in de 4 putten onder een druk van 36 tot 38 bar (bovengronds) ingeperst (Water acceptance test). Na 3,5 dagen stabiliseerde het gezamenlijk debiet zich op 84 l/uur. Daarna werden gedurende 14 dagen de putten gesloten en het verloop van de drukvermindering waargenomen (Fall off Test) (figuur 13).

Hieruit kon voor boorputten I, II en IV een schijnbare permeabiliteit van 0,006 tot 0,090 md afgeleid worden. Voor put III lagen de waarden circa 50 maal hoger : dit kan toegeschreven worden aan een bijzonder doorlaatbaar niveau dieper dan de laag, onderaan in die put. Na cementatie van het diepste deel van de boring (tot 882 m) kreeg men cijfers vergelijkbaar met die van de andere putten.

5.4. Verandering van de permeabiliteit in functie van de druk

Van 10 maart tot 18 mei 1981 werd langs de centrale boorput II water onder toenemende druk naar de buitenliggende putten geïnjecteerd. De vermindering van de uitgangsdruk (neerhalen van het waterpeil in de uitlaatputten) heeft slechts een matige invloed op het debiet, maar de verhoging van de injectiedruk doet niet alleen het debiet maar ook de permeabiliteit spectaculair stijgen.

Wanneer de injectiedruk (op de diepte van de laag) van 124 naar 221 bar stijgt, dan wordt de permeabiliteit drie maal groter, en tussen 221 en 260 bar wordt zij 40 à 50 maal groter. Er blijkt een "drempel" of doorbraakdruk te bestaan van de grootteorde van de lithostatische druk in de afzetting (minimale fracking druk) (figuur 14).

Onder die drempel is de permeabiliteit een lineaire functie van de injectiedruk, en daarboven een derdegraads functie. De invloed van een injectiedrukverhoging wordt na 3 ... 28 uur in de uitlaatboringen merkbaar.

Er wordt in totaal ongeveer 10 % van het geïnjecteerd debiet teruggewonnen : de rest verspreidt zich waarschijnlijk in alle richtingen in de laag. De stromingsrichting II -> III geniet een voorkeur (debiet- en responstijd) overeenkomstig de geologische structuur.

Deze waterstromingsproeven en de drukschommelingen die ermee gepaard gingen hebben in boorputten I en II uitkalving van de wanden ter hoogte van de laag (kruip van de kolen) en de vorming van fijnkoolproppen in het onderste deel van de putten veroorzaakt. Deze moesten zuivergemaakt en met zeefpijpen (liners) ter hoogte van de laag voorzien worden (21/9 tot 10/10/81).

5.5. Stikstofinjecties

Van 21/11/81 tot 1/2/82 werden analoge proeven (gas acceptance test en fall off test) met stikstof en lucht onder hoge druk (215-230 bar) uitgevoerd (figuur 15).

De cijfers die met beide metodes bekomen worden (0,2 à 1,2 md) stemmen goed met elkaar overeen, maar zijn minder afhankelijk van de druk dan voor vloeistoffen onder dezelfde drukken. Hiervoor werden teoretische verklaringen uitgewerkt.

Doorstromingstesten van een boring naar een andere, onder een druk van ongeveer 200 bar, met debieten van 250 tot 320 Nm3/uur, geven recuperatiedebieten van 2,5 tot 30 Nm3/uur, en recuperatieratios van 1 tot 10 %. De verschijnselen zijn niet symmetrisch en, naargelang de locatie van de putten, kan een min of meer groot aandeel zich naar de omgeving verspreiden.

De richting I-II of II-I lijkt voordeliger dan de anderen.

Gewoonlijk stelt men bij het begin van iedere proef een overgangsperiode van enkele uren vast om de poriën van de steenkolen met het gas onder druk te vullen.

Een proef met lucht (260 Nm3/uur) van I naar II onder 208 bar werd van 4 tot 6/1/82 uitgevoerd, met om de 8 u. waterinjecties (300 l) om zelfontbranding van de steenkolen te voorkomen. Het teruggewonnen debiet heeft tussen 25 en 65 Nm3/u geschommeld (12 à 24 % terugwinningsgraad). Misschien heeft hier de opstopping van bepaalde lekwegen door het geïnjecteerd water een rol gespeeld.

5.6. Latere proeven

De evolutie van de permeabiliteit bleef tijdens het verloop van gans het experiment een hoofdbekommernis van de vorsers.

Na de eerste reeks achterwaartse verbrandingsproeven werd dit nogmaals speciaal met stikstof en (aan O_2) verarmde lucht uitgetest (november 1982).

Onder een druk van 250 bar werden 230 à 415 Nm3/u van boorput I naar boorput II met een recuperatie van 13 tot 69 Nm3/u (6 à 17 %) gedrukt. Deze cijfers blijven vergelijkbaar met die van begin 1982.

Na de vergassingstesten, in mei 1987, werd nogmaals een doorstromingstest met N_2 doorgevoerd. Onder een druk van 250 bar werden langs boorput I 310 Nm3/u N_2 ingeperst. Het uitstromend gas bevatte 100 Nm3/u stikstof (naast 30 Nm3/u CO_2) zodat de terugwinningsgraad 32 % bedroeg. De omstandigheden waren echter intussen grondig veranderd (boren van een verbindingskanaal dat zich later weer verstopte, verkooksing van een deel van de laag ...).

5.7. Besluiten

- Op basis van de vooraf uitgevoerde proeven kan de voorafbestaande druk op de fluïdums in de laag in Thulin (water en methaan) op ongeveer 82 bar geraamd worden (95 % van de hydrostatische druk) terwijl de "fracking" druk (opening van de scheuren door water) rond 200 bar ligt (orde van grootte van de lithostatische druk).

- Met geringe injectiedrukken is de permeabiliteit voor water kleiner dan voor gas. Zodra men echter met water de "fracking" druk bereikt, dan wordt de permeabiliteit meteen veel groter (stijgt zoals de derde macht van de overdruk).

- De permeabiliteit verandert volgens de richting, maar de beste richting is niet dezelfde voor lucht (WZW-ONO, loodrecht op de overschuivingsvlakken) als voor water na fracking (NNW-ZZO).

- De terugwinningsgraad is afhankelijk van de orientatie en van de stromingsrichting. Hij kan beïnvloed worden door de aanwezigheid van water in de lekwegen naar de (ondergrondse) omgeving.

6. ACHTERWAARTSE VERBRANDING

6.1. Doelstelling

Het doel van de operatie bestaat erin in de laag, van een boorput naar een andere, een doorlaatbare zone door te branden, waarlangs de eigenlijke vergassing ontwikkeld kan worden.

Hiertoe worden de kolen in de opvangboring (put II) door een elektrische verwarmingsweerstand of door een brander ontstoken. Tevens wordt lucht onder hoge druk in de injectieput (put I) ingeblazen. De naar put II doorzijpelende lucht moet de verbranding voeden. Daar de doorstromingssnelheid klein is (omwille van de geringe permeabiliteit) verwacht men dat de verbranding zich stroomopwaarts zal verplaatsen, en, zodra de aanzet van een kanaal ontstaat, dat het debiet de weg van geringste weerstand zal volgen en bedoelde zone uitbreiden. Dit is ten minste hetgeen bij proeven in het laboratorium of op geringe diepte, onder een druk van enkele bar, vastgesteld wordt.

6.2. Uitrusting van de boorputten

De casing van 7" laat de wanden ter hoogte van de steenkolenlaag vrij. Die zone werd met een geperforeerde buis (liner) van 5 1/2" beschermd. Zulke liners zijn uiteraard aan sterke invreting blootgesteld, en zullen later herhaaldelijk vervangen moeten worden (figuur 16).

Verder worden boorputten I, II en III over hun ganse lengte uitgerust met een stijgbuis (tubing) met 45 mm buitendiameter, die met centreerstukken in de casing gepositioneerd worden. Deze stijgbuizen moeten onder andere toelaten het water uit de putbodems door air lifting af te voeren.

De stijgbuizen ondergaan veel corrosie. Die van boorput I zal in april 83 door een nieuwe uit Inox (onderaan) en koolstofstaal (ADBGM resp. ADB buizen) (bovenste gedeelten) vervangen worden. In boorput II wordt reeds in februari 82 de gecorrodeerde stijgbuis door een 2" tubing (staal) vervangen, en nogmaals in september 83 door een API 1,66" "kolom" die viermaal tengevolge van spanningscorrosiebreuken (november 83, januari, april en mei 84) vervangen moet worden, waarbij verschillende combinaties van staal, Inox, Incolloy en vuurvaste legeringen beproefd werden.

Om de achterwaartse verbranding te kunnen inzetten draagt de stijgbuis van put II onderaan een elektrische ontsteker van 35 kW (figuur 17) die echter een eerste maal ten gevolge van een kortsluiting (februari 82) en een tweede maal ten gevolge van een aarddefect (mei 82) buiten dienst geraakt. Hij wordt in september 83 vervangen door een "toorts" (figuur 18) bestaande uit poreuze keramische ringen die rond de tubing aangebracht worden, en de langs een "macaroni" buis aangevoerde brandstof over de omtrek verdelen. De tubing zelf gaat doorheen de brander verder naar beneden om het water op een dieper niveau te kunnen wegzuigen. De brandstof (stookolie, methaan of propaan) wordt ontstoken door een injectie van TEB (vloeibaar triethylboraan) dat in aanwezigheid van lucht spontaan ontbrandt en langs een andere "macaronibuis" aangevoerd wordt.

Naast de "macaronibuizen" draagt de tubing nog een drietal thermokoppels om de temperatuur boven en onder de toorts te meten.

6.3. Eerste reeks proeven

De eerste ontstekingsproef (verwijdering van het water, ontsteking in boorput II onder een druk van 189 bar) werd onderbroken door een kortsluiting, waarschijnlijk aan een verbinding van de voedingskabels van de ontsteker (februari 82).

Nieuwe pogingen begonnen op 1/4/82 : de door de ontsteker, 28 m boven de laag, verwarmde lucht (115°) wordt onder 200 bar met een debiet van 260 Nm3/u in de laag geperst. De ontbranding wordt gekenmerkt door een sterke vermindering van de permeabiliteit. Het vuur kon echter niet in stand gehouden worden door de kleine hoeveelheid lucht die vanuit put I aanzijpelde. Na drie pogingen kon het vuur wel aangewakkerd blijven door luchtaanvoer in boorput II zelf.

De eerste achterwaartse verbrandingsproef begon op 11 mei wanneer de druk in boorput I op 220 bar opgevoerd en die van put II op 55 bar verminderd werden, met een debiet van 483 Nm3/u in en 100 Nm3/u uit. Het CO_2-gehalte in het uitstromend gas verminderde echter gestadig (van 14 naar 3 %). De proef eindigde na 86 uren op 15 mei door de zelfontbranding van de kolen in put I.

De zelfontbranding in de nabijheid van de injectieboring biedt twee grote bezwaren : de stromingsweerstand groeit zeer sterk aan, en de lucht wordt te arm aan zuurstof om de achterwaartse verbranding rond put II te voeden.

Om hieraan te verhelpen heeft men :

- het vuur onderaan put I met water geblust. Herhaalde pogingen waren hiervoor nodig;
- de stromingsrichting van de lucht een aantal malen omgekeerd;
- brutale drukvariaties toegepast om de kolen uiteen te doen vallen.

Na zes weken (2 juli) is de permeabiliteit voldoend opgevoerd om de normale werking te kunnen herstellen (van I naar II, 300 Nm3/u op een druk die geleidelijk van 260 tot 230 bar valt).

Gedurende drie maanden (juli-september 82) worden de uitslagen tijdelijk beter (veranderlijke opflakkering van de vuurhaarden rond put II, uitgangsdebiet tot 60 Nm3/u, met 14 % O_2 en 8 % CO_2) om dan weer slechter te worden : de vuurhaard rond boorput II breidt zich niet uit.

Gedurende twee weken (tot 14/10) wordt de stroming nogmaals omgekeerd (van II naar I) maar zonder succes (het debiet wordt nog kleiner) en de proef wordt stopgezet.

6.4. Herstellingswerken

De ondergrondse reactor werd eerst onder water gezet om hem af te koelen en de permeabiliteit te verbeteren. Daarna werden nieuwe communicatieproeven uitgevoerd (5.5).

De gecorrodeerde stijgbuis in put II wordt door een nieuwe vervangen uit roestvrij staal en met kleinere diameter, om het verwijderen van het water door een kleinere gasstroom mogelijk te maken. Deze tubing wordt zo diep mogelijk neergelaten om het waterpeil zeer laag te houden. De elektrische ontsteker wordt door de stookolietoorts vervangen (6.1).

Om zelfontsteking in boorput I te voorkomen wordt de mogelijkheid voorzien om het zuurstofgehalte van het ingeblazen mengsel te beperken en om de bodem door de aanvoer van vloeibaar CO_2 te koelen (120 kg samen met 500 Nm3 lucht per uur).

De zeefbuizen werden vervangen, en een grote hoeveelheid puin uit boorput II opgehaald, zodat de verbinding verbeterd werd (filtratie doorheen de Leopoldlaag en de bovenbank van de Charles-laag).

6.5. Tweede reeks proeven

Van juli tot november 1983 heeft men de laag gedroogd en gekoeld door air-lifting in de boorputten en door circulatie van CO_2 en N_2 in de laag.

Een eerste ontstekingspoging met de toorts (9 september) werd onderbroken door een zelfontsteking in boorput I en een tubingbreuk in boorput II.

In de eerste dagen van december werd, naast N_2 en CO_2, ook een weinig propaan geïnjecteerd om de voortplanting van de verbranding te begunstigen.

De toorts in put II werd op 5 december 1983 bij middel van TEB opnieuw ontstoken terwijl 270 Nm3/u in put I ingeblazen werden. 34 uur later kreeg men opnieuw een zelfontsteking in put I. De propaaninjectie werd stopgezet. Na enkele dagen ging het vuur aan beide zijden spontaan uit.

Een derde ontsteking werd op 20/12/83 uitgevoerd, door lucht onder een druk van 130-220 bar langs de ringvormige ruimte tussen stijgbuis en casing in put II naar de toorts toe te voeren. Ditmaal lukte het voldoende warmte in de steenkolen aan de voet van boorput II samen te brengen om een stabiele verbranding in stand te houden. Men bereikte gasvolumes van 200 Nm3/u met CO_2-gehaltes van 15 tot 19 % en O_2-gehaltes van 4-12 %.

De stijgbuis begaf echter opnieuw ten gevolge van corrosie (26/12/83) en op 16 januari 84 werd de proef nogmaals stilgelegd. Gedurende die periode werden grote hoeveelheden water opgevangen (30 l/u).

Boorput II werd tot op het niveau van de laag opgeruimd en een nieuwe tubing (zonder brander) neergelaten. Vanaf 3/2/84 werd opnieuw in boorput I ingeblazen (250 Nm3/u lucht met 10 % CO_2 onder 250 bar, en vanaf 15/2/84, 600 Nm3/u onder 270 bar). Men recupereerde ongeveer 140 Nm3/u met 11 % O_2 en 17 % CO_2. Dit werd toegeschreven aan de verspreiding van de vuurhaard in de scheuren rond de injectieput.

Om de verbranding rond put II terug aan te wakkeren werd hier de druk op 100 bar gebracht (verhoging van de partiele zuurstofdruk). Propaan werd aan de injectielucht toegevoegd, het CO_2 werd verminderd : dit allemaal had weinig invloed.

Op 19/3/84 ziet men het % CO_2 aan de uitlaat toenemen (20 %) terwijl O_2 vermindert (5 %) : dit schijnt te wijzen op het ontstaan van een brandhaard rond put II. Maar op 22 maart wordt de proef opnieuw door een tubingbreuk in put II onderbroken. Bij de opruiming kon de boorput slechts tot een diepte van 862,3 m vrijgemaakt worden (een paar meters boven de laag).

Op 14 april wordt terug met analoge voorwaarden gestart (600 Nm3/u met 10 % CO_2 in put I, 100 bar tegendruk in put II, 25 % terugwinning).

Tussen 19 en 30 april stelt men een verhoging van de gemeten temperatuur op de bodem van boorput II vast (400-500°C), het verdwijnen van de zuurstof in het gas en het verschijnen van brandbare componenten : 2...4 % CH_4, 6...8 % CO, 4...5 % H_2, met een verbrandingswarmte van 2000 tot 2500 kJ/Nm3.

Dit wijst duidelijk op een spontane ontbranding en op de ontwikkeling van een gasgenerator rond put II. Deze wordt waarschijnlijk gespijst door een lucht by-pass langs de bovenbank of het dak van de laag. Er is nochtans geen aanwijzing over de vorming van een kanaal.

Een vermindering van de tegendruk (van 100 tot 50 bar) geeft slechte resultaten. Er ontstaan ook moeilijkheden door verstopping van de stijgbuis.

In de nacht van 30 april op 1 mei breekt opnieuw de tubing en op 7 mei wordt aan de proef definitief een einde gesteld.

Pogingen om de achtergebleven tubings op te vissen of weg te malen (augustus 1984) waren grotendeels vruchteloos : het boorgat kon maar tot op een diepte van 851 m (15 m boven de laag) vrijgemaakt worden.

6.6. Besluiten

Een doeltreffend afzuigproces om het binnenstromend water uit de putbodem te verwijderen is wezenlijk. Hiervoor moet de stijgbuis diep genoeg onder de laag hangen. Dit is tijdens de proef niet altijd mogelijk geweest omwille van puin en tubingresten die niet volledig uit de boorputten verwijderd konden worden. Het overtollig water dooft vanzelfsprekend de vuurhaarden uit. Bovendien geeft de aanwezigheid van vloeibaar water aanleiding tot zeer snelle corrosie en tubingbreuk.

De onaangeroerde kolen in situ zijn weinig reactief : de oxyderingsreacties kunnen zich slechts in de ontspannen zones (kruip van de kolen) rond de boorputten ontwikkelen.

De zelfontbranding van de min of meer losse kolen rond de injectieput vermindert aanzienlijk de permeabiliteit en laat te weinig zuurstof rond de productieboring geraken. Door de druk in de injectieput op te drijven jaagt men echter het vuur in de scheuren uiteen, zodat geen samenhangende haard ontstaat en het vuur uiteindelijk spontaan gedoofd wordt.

De ontsteking van de kolen in de productieput, door thermische geleidbaarheid doorheen de zeefbuis, is weinig doeltreffend. Door de toorts echter onder hoge druk te laten werken perst men hete rookgassen in de steenkolen, waardoor een actieve haard ontstaat.

De beoogde tegenstroomkanaalvorming, die op geringe diepte de "linking" tussen boorputten tot stand brengt, blijkt op grote diepte niet haalbaar. Door de hoge terreindruk worden de scheuren dichtgedrukt, zodat de gassen over een groot aantal zeer smalle (enkele microns) poriën gediffuseerd worden, en er geen voorkeurtraject ontstaat, waarlangs een open kanaal gevormd zou kunnen worden.

Om die redenen werd naar een gans andere metode uitgezien.

7. GERICHTE BORINGEN

7.1. Concept

Gezien de moeilijkheid of de onmogelijkheid een verbinding tussen boorputten door tegenstroomverbranding te scheppen werd de techniek van uitwijkende boorgaten, die de laatste jaren in de petroleum industrie een grote ontwikkeling kende, in beschouwing genomen. Om economische redenen werd verkozen uit een van de bestaande putten een afwijking te verwezenlijken. Anderzijds lieten de kleine afmetingen van het terrein niet toe de techniek van gaten met grote kromtestralen (150 m) toe te passen.

Men heeft dan ook beslist vanuit boorput I een uitwijking met kleine straal (12 m) te verwezenlijken, gevolgd door een horizontaal boorgat in de laag naar boorput II. Deze keuze bood, onder anderen, de volgende voordelen :

- de functies van de boorputten blijven dezelfde als tijdens de vorige experimenten
- indien vanuit put I het objectief (put II) gemist wordt, dan kan nog verder b.v. naar put III geboord worden.

In zeer gunstige omstandigheden zou zelfs een rechtstreekse verbinding I -> III (60 m) tot stand kunnen komen.

Gezien de beperkte nauwkeurigheid (± 20°) van de orientatie voor de horizontale aftakking - of "drainhole" - moet men er niet op rekenen dat deze boorput II, of zelfs de verbrande zone daarrond, zou treffen. Daarom wordt voorzien dat, na het boren en de juiste plaatsbepaling van de drainhole vanuit put I, men vanuit put II een sub-vertikale vertakking zou uitvoeren (sidetrack), die dank zij het gebruik van hole-bottom turbineboren tot in de onmiddellijke nabijheid (± 5 m) van de drainhole zou gevoerd worden.

De laatste doorbraak kan dan door verbranding of door hydraulische druk verwezenlijkt worden.

7.2. Injectie put (I) + Drainhole

7.2.1. Voorbereidingen

Om, voor de zijdelingse uitwijking, 10 m boven de laag (t.t.z. op 854 m) het startpunt (K.O.P.) voor te bereiden, moest boorput I eerst tot 870 m schoongemaakt en herboord en het onderste deel van de casing (tussen 854 en 862 m) weggefreesd worden. Vervolgens moest men het gat tussen 854 en 870 m op 11" ruimen en dichtcementeren zodat uiteindelijk in deze cementkolom van 280 mm diam. definitief een "gezond" boorgat van 6 1/8" (155 mm) geboord kon worden. Deze verrichtingen begonnen half juni 1985. Zij verliepen niet zonder moeilijkheden : het ruimboortuig met uitklapbare vleugels (om onder de casing van 7" met grote diameter te ruimen) ging niet goed dicht en kon slechts moeilijk terug opgehaald worden. Men heeft de cementering vijfmaal moeten herbeginnen alvorens een voldoende kwaliteit te bekomen. Op 27 augustus 85 was dat voorbereidend werk klaar.

Het verloop van boorput I werd nogmaals zeer nauwkeurig met een gyroscopisch kompas gemeten (13/9/85). Ter hoogte van het voorziene uitwijkingspunt (854 m) vond men een verschil van 9 m met de vorige metingen (1978).

7.2.2. Boorwerk

Daarna kon met het boren van het eigenlijk "drainhole" begonnen worden.

Een afwijkingswig (whipstock) moest, met de juiste orientatie, op 854 m diepte, in het pas herboord gat van 6 1/8", boven een uitzetbare stop (packer) geplaatst worden. Dit lukte na vijf pogingen (onregelmatige vorm van het boorgat, dieptemeetfout, slechte uitlijning van de wig, slechte werking van de packer) (figuur 19).

De eerste aanzet (enkele decimeters) wordt uitgevoerd met conventionele boorwerktuigen die door de wig in de cementwand gedwongen worden.

Voor het boren van het krom gedeelte (straal 12,5 m) worden gelede boorstangen gebruikt (drivepipe in alle richtingen buigbaar) die in een niet roterende geleidingsbuis draaien, dewelke in een enkele richting kan buigen en met de juiste orientatie in het boorgat geschoven wordt (curved drill guide). Tussen geleidingsbuis en boorbeitel wordt een geknikte verbindingswartel geplaatst om de gewenste kromming te handhaven (figuur 20).

Men boort langzaam (2-3 uur per meter) met een rolbeitel van 6" en een druk van 1 ton, 50 toeren/min. Om de 0,3...1 m, wordt de boorapparatuur enkele meters opgehaald en terug neergelaten, opdat de geleidingsbuis zich optimaal aan de kromming zou aanpassen.

Na 10 m kwam de boor in de steenkolenlaag terecht (figuur 21). Na 12 m, 16,5 m en 19,9 m (einde van de boog) werd telkens de hele booruitrusting uitgehaald (14 à 16 uur) om met een magnetisch multishot-apparaat en aluminium gelede stangen helling en azimut te controleren. Hieruit bleek dat de straal (12,7 m) correct was, maar dat het gat 20° te veel naar het Zuiden liep. Correcties (wijziging van de geknikte verbinding achter de boorkroon) bleven zonder succes : men kreeg inderdaad moeilijkheden met instortingen in het gat (bepaalde delen moesten opnieuw geboord worden) en gasafgifte (stikstof voortkomend van vroegere injecties) waardoor de kwaliteit van de spoelvloeistof in het gedrang kwam (de dichtheid moest van 1,07 naar 1,3 opgevoerd worden).

In het horizontaal gedeelte werd achter de kroon een niet roterende "stabilisator" geplaatst met een diameter lichtjes kleiner dan die van de kroon (handhaving van de richting). Moeilijkheden werden ondervonden met uitvallen van de kolen en klemmen van de stabilisator. De spoelingsdichtheid werd tot 1,7 gebracht, de rolbeitel werd door een dragbit vervangen (bladbeitel), bepaalde delen werden zonder stabilisator geboord. De orientatie werd nog viermaal gecontroleerd.

Na 40 m (waarvan 31 m in de kolen) trof men calciet en schieferdeeltjes in het boorgruis aan, in de nabijheid van de vermoedelijke ligging van een tektonische overschuiving, en werd het boorwerk stilgelegd (6 oktober 85).

De "drainhole" ligt op ongeveer 16 m van boorput II (t.t.z. op 11 m van het doelpunt, hetgeen met de vooruitzichten overeenkomt) (figuur 22).

7.2.3. Buigzame liner

Op 7 oktober, onmiddellijk na het boren, werd in het horizontaal gat een buigzame bekledingsbuis aangebracht. Dit bleek al vooraf onontbeerlijk, gezien het brokkelig karakter van de steenkolen, en de ervaring tijdens het boren heeft dit standpunt uiteraard bevestigd.

De verwezenlijking van de buigzame liner heeft grondige studies en zorgvuldige proeven vereist, betreffend het vervullen van de volgende voorwaarden :

- de buis moet sterk en dicht genoeg zijn om aan de druk van het terrein te kunnen weerstaan, en het binnendringen van fijnkolen of water te voorkomen;
- zij moet voldoende buigzaam zijn om in een bocht met 12,5 m straal ingevoerd te kunnen worden;
- zij moet torsie koppels kunnen overbrengen (draaiend invoeren);
- de buis moet door verbranding onder hoge druk (zo nodig met O_2) vernietigd kunnen worden, om naargelang de vooruitgang van de ondergrondse vergassing het injectiepunt van het vergassingsmiddel naar achter te verplaatsen.

Drie verschillende constructies werden grondig onderzocht. Een proefstand met een gekromd kanaal in een betonmodel heeft toegelaten het invoeren van de bekleding in het boorgat te simuleren, alsook het invoeren van een bundel meetkabels en kleindiameterbuizen in de bekledingsbuis.

De definitief gekozen oplossing omvatte (figuur 23) :

- een kegelvormige geleidingsschoen (met langse uitsnijdingen om de spoeling terug te laten lopen);
- gelede buizen (10 elementen van 4 m lengte) bestaande uit ± 50 cm lange stukken met puzzlevormige scharnierende verbindingen ("wigglies") van binnen voorzien met een doorlopende gummibekleding en van buiten met metalen moffen die de scharnieren tegen kolenindringing beschermen (figuur 24);
- de buigzame buis wordt naar achter verlengd met 62,50 m starre tubings van 5" (in het vertikaal gedeelte van het boorgat);
- deze tubing wordt 65 m boven de laag in de casing van 7" bevestigd door een "liner hanger" of zelfklemmende dubbele kraag. Het bovenste einde is voorzien met een P.B.R. (polished bore receptacle) of een langs binnen afgewerkte sectie, waarin een andere tubing, vanuit de bovengrond neergelaten, gasdicht kan passen (figuur 25).

Dank zij de genoemde voorzorgen verliep de plaatsing van de buigzame liner (bij middel van de boorstangen) en de ankering in de casing bij middel van de linerhanger zonder probleem (7/10/85) in twee uur tijds, en 's anderendaags werd de tubing van 5" tot op de bovengrond met de P.B.R. aangesloten.

7.3. Productieput (II) + Sidetrack

7.3.1. Voorbereiding

Daar de krommingsstralen in boorput II groot zijn kunnen voor de uitwijking conventionele boortuigen gebruikt worden. Men wil hier echter de laag in een bepaald punt aantreffen, ongeveer 16 m ten zuiden van het bestaande boorgat, zo dicht mogelijk bij de "drainhole" die vanuit put I werd verwezenlijkt. Om die reden heeft men hier met een downhole motor type Navidrill Mach 4 (buitendiameter 4 1/2") met rollenbeitels van 6" of 6 1/8" gewerkt (figuur 26).

De voor de boring gewenste baan werd op voorhand met een computer berekend om met minimale kromming het doelpunt te bereiken (en dus beter loodrecht en meer naar het Zuiden te boren dan het bestaand boorgat). De werkelijke baan werd tijdens het boren en tijdens de onderbrekingen magnetisch en gyroscopisch gecontroleerd.

Het werk begon op 11/12/85 door het volcementeren van het onderste deel van boorput II, het wegfrezen van de 7" casing tussen 654 en 686 m, het ruimen op 8" of 8 1/2" van bedoelde sectie, en het opnieuw cementeren ervan (top van het cement op 656 m).

7.3.2. Boorverrichtingen

De Navidrill werd met een knikstuk (bent sub) van 1,5° ingezet om vanuit de cementstop een afwijking aan te zetten. Na 12 m echter liep hij vast en boorde men met een klassieke rollenbeitel verder om gebeurlijke resten van de 7" casing te verwijderen. Deze beitel volgde echter terug de oude boring die opnieuw gecementeerd moest worden.

Bij een tweede poging met een downhole motor (langzaam boren) geraakte men na 14 m (diepte 669 m) uit de gecementeerde zone rond het oud boorgat. Op 791 m echter stelde men vast dat men te ver naar het Noorden uitweek. De laatste 120 m werden dicht gecementeerd en men begon opnieuw op 672 m, eerst langzaam, dan sneller zodra men voldoend verwijderd was van de vroegere boringen (14 dagen voor 215 m). Men heeft een grote slijtage vastgesteld op de boortuigen (zandsteen, snelheid van de turbine te hoog voor de rolbeitels). De laatste 33 m werden conventioneel (Rotary) geboord (figuur 27).

De laag Leopold-Charles werd van 866 tot 871 m aangetroffen (1/2/86).

7.3.3. Doorbraak van de verbinding

Magnetische waarnemingen in de sidetrack, samen met alle andere waarnemingen, laten toe de afstand tot aan de drainhole rond 2 à 3 m te schatten (4 à 8 m tot de geleidingschoen van de liner).

Tijdens het boren van de sidetrack was de druk aan de putmond van boorput I 50 à 60 bar (140 bar ondergrond) met een lekdebiet van 0,5 l/u. Dit werd 1,5 l/u bij het aantreffen van de laag door de boring. Door de druk in put I tot 175 bar (259 bar ondergrond) op te voeren, kreeg men een doorbraak (boorspoelingsuitstoting aan put II). Vervolgens kon men 117 l/u in put I pompen met een drukverschil dat snel verwaarloosbaar werd (4/2/86).

Na de doorbraak kon men, met een 6" boorbeitel, uit put II, tussen 862 en 860 m diepte, ± 50 kg steenkoolgruis naar boven brengen. De wanden van het boorgaat bleken echter tamelijk stabiel te blijven.

7.3.4. Afwerking en uitrusting

Het onderste deel van boorput II (vanaf de uitwijking) werd vanaf 15 februari 86 met een uitzetbaar boortuig van 6" naar 8 1/2" geruimd.

Hierin werd dan een casing van 5 1/2" geplaatst. De cementatie hiervan deed beroep op ingewikkelde, doch klassieke technieken, daar men enerzijds de laag niet wilde cementeren, en anderzijds tussen 610 en 654 m een dichte cementverbinding met de bestaande 7"-casing wilde bekomen. Men moest dus tussen een cement-basket op 861 m en het niveau 610 m een welbepaalde hoeveelheid cement aanbrengen. Door dat deze niet klopte (onregelmatige diameter van het gat) geraakten de boorstangen, waaraan de nieuwe casing voorlopig hing, vast gecementeerd. Door "overcoring" en passende maneuvers werd hieraan verholpen.

Een liner (zeefpijp) met telescopisch expansievoeg beschermt de kolenlaag (figuur 28).

Op 5/3/86 was de boorput klaar.

7.4. Besluiten

Het boren van de vertikale boringen en van de gerichte sidetrack werd gerealiseerd op basis van conventionele boortechnieken. De kostprijs van deze werken is echter hoog geweest, voornamelijk om de volgende redenen :

- hoge vereisten inzake de nauwkeurigheid van het te bereiken doel
- zeer variabele hellingen in de doorsneden formaties
- aanwezigheid van talrijke storingen die nagenoeg evenwijdig zijn met de gelaagdheid.

Opruimings- en herstelwerken in de boringen, van uitzonderlijke omvang en in uitzonderlijk aantal, hebben het normaal verloop van het project gestoord. Men moest herhaaldelijk boorputuitrustingen plaatsen en wegnemen omwille van het groot aantal experimenten, omwille van de degradatie van de uitrustingen en omwille van frequente influxen van kolen en stenen die het gevolg waren van die degradaties.

In het perspectief van toekomstige proeven van ondergrondse vergassing, ook als men het aantal opeenvolgende proefnemingen beperkt en als men uitrustingen met langere levensduur gaat gebruiken, zal men alleszins veel meer werken moeten verrichten (aanbrengen en wegnemen van uitrustingen, opruimen en herinrichten van de boringen...). dan bij andere procédés (petroleum, aardgas, geothermie).

Men zou dus ter plaatse bestendig moeten kunnen beschikken over een voldoend sterke interventieëenheid, uitgerust met gepaste boorstangen, snijwerktuigen, opviswerktuigen en andere hulpstukken. Dit zou toelaten, alleen in uitzonderlijke gevallen beroep te doen op externe service-firma's. In deze optiek is het voordelig een normalisatie van de uitrustingen van de boringen te voorzien, bijvoorbeeld door het aantal types en afmetingen van de bekledingsbuizen te beperken.

Voor de toekomstige proeven in situ moet men grondig nadenken over de mogelijkheden om de plaatsing en wegneming van de uitrustingen te kunnen uitvoeren, zonder verplicht te zijn de druk in de boringen af te laten (bijvoorbeeld door het gebruik van sassen).

Het beroep op de techniek van de afwijkende en horizontale boring in de laag te Thulin kan als succesvol beschouwd worden, en geldt als een belangrijke vooruitgang, zowel inzake de ontwikkeling van dit soort procédé als inzake de toepassing op het gebied van de ondergrondse vergassing.

Er moet eveneens melding gemaakt worden van een interessante ontwikkeling van deze techniek, die onlangs tot stand kwam. Een afwijkende boring die een middelgrote krommingsstraal vertoont (ongeveer 150 m) laat toe de voordelen van de grote en de kleine krommingsstraal te combineren. In het geval van de proeven van ondergrondse vergassing op geringe diepte maakt men eveneens met succes gebruik van de techniek van de afwijkende horizontale boringen in de laag.

8. VERGASSINGSPROEVEN

8.1. CRIP-poging

8.1.1. Opvatting van de proef

Uit vroegere proeven en uit teoretische modellen kan afgeleid worden dat een ondergrondse gasgenerator tussen twee vaste injectie- en recuperatie-punten aangelegd tamelijk snel ontaardt, daar de kinematische omstandigheden van het contact tussen vergassingsmiddel en steenkolen in ongunstige zin evolueren. Om hieraan te verhelpen werd de CRIP-metode (controlled retraction of injection point) uitgedacht, waar de steenkolenmassa, die met het vergassingsmiddel in contact komt, periodisch "ververst" wordt door de (achterwaartse) verplaatsing van het injectiepunt. Om die reden werd de buigzame bekleding van de drainhole zo geconstrueerd, dat zij naar willekeur plaatselijk vernietigd kan worden door een brander die er binnen verplaatst wordt.

De brander wordt gemonteerd aan het uiteinde van een controlebundel, die 3 nodige toevoerleidingen (6/8 mm diam.) en 24 thermokoppels bevat. Hij wordt aangestoken door een injectie van silaan (SiH_4) : silaan, zoals TEB, ontbrandt spontaan wanneer het met lucht (zelfs met slechts 7 % O_2 en onder een druk van 14 bar) in aanraking komt. Het heeft echter tegenover TEB het voordeel gasvormig te zijn (terwijl TEB onder vloeibare vorm gebruikt wordt).

Om die reden bereikt silaan sneller de bodem van de put. Het vormt door verwarming geen vast neerzetsel, zodat de buis niet gespoeld moet worden, en de ontstekingsoperatie 3 minuut duurt in plaats van een half uur.

8.1.2. Invoering van de controlebundel

In het vertikaal gedeelte van de boorput zijn de elementen van de bundel op een tubing van 1,66" (42 mm) met klemmen bevestigd. In het gebogen gedeelte van het uitwijkend boorgat moet de bundel zelf (uiteraard zonder stangen) stijf genoeg zijn (40 mm diam.) om vooruitgestoten te kunnen worden. Dit wordt vergemakkelijkt door centreerstukken, met geleidingskogels voorzien.

Bij de eerste invoering werd op het uiteinde van de bundel een "hindernisdetector" (voorzien van een automatische waterklep) opgesteld.

Dit geheel kon in de tubing van 5" in het vertikaal gedeelte van boorput I neergelaten worden, doch bleef aan het overgangstuk tussen de 5" tubing en de buigzame liner (4") klemmen (30/3/86).

Onderzoeken met meetmallen en wasafdrukken toonden aan dat de opstopping veroorzaakt was door een uitstulping van de rubberen binnenbekleding van het eerste element van de buigzame liner. Er bleef slechts een opening van 18 tot 25 mm vrij.

De vervorming van de rubberen buis kan verklaard worden door het tijdelijk of permanent binnendringen van vloeistoffen en steenkool uit de afzetting doorheen de beschermers en puzzelvormige uitsnijdingen (wigglies) van de metalen liner, tot in de tussenruimte tussen metalen buis en rubberen binnenbuis.

De oorzaken voor het dichtdrukken zouden kunnen gezocht worden in de lange standtijd van de buigzame liner (6 maanden) en de plotse vermindering van de binnendruk (van 259 naar 97 bar) die zich voordeed bij de doorbraak, toen de verbinding tussen beide boringen tot stand kwam. Men mag dus veronderstellen dat de rubberen binnenbuis min of meer vervormd werd over gans de lengte van de drainhole.

8.1.3. Coiled tubing

De analyse van de verschillende mogelijke werkwijzen om de opstopping te verwijderen en de studie van alternatieve oplossingen voerden tot een nieuw concept, steunend op het gebruik van een wikkelbare stalen buis of "coiled tubing" (figuur 29).

Deze buis (33,3/38,1 mm diam.) bestaat uit licht gelegeerd HSR 80 staal met hoge elasticiteitgrens, en wordt doorlopend (zonder verbinding) met duizenden meters lengte vervaardigd. Zij kan op een trommel gewikkeld worden en zelfs onder een druk van 300 bar doorheen een puthoofd in een diepboring afgerold worden (breukbelasting : 14,6 t, metergewicht : 2 kg/m).

Tussen trommel en boorput beschrijft de coiled tubing een brede boog (zwanenek) en wordt boven het puthoofd tussen twee eindloze "rupskettingen" gevat en vooruit geduwd.

Op het einde van de tubing wordt de brander (42 mm diam.) gemonteerd. De controlebundel (2 toevoerleidingen en 3 thermokoppels) zit in de tubing : om de bundel door zwaartekracht te kunnen invoeren werd de tubing een eerste maal in een diepe schacht in Duitsland ingehangen.

De bedoeling was de brander op het einde van de coiled tubing eerst te gebruiken om de hindernis weg te branden en daarna, zo mogelijk, het geheel tot op het einde van de buigzame liner vooruit te schuiven. Later zou men de tubing achteruit trekken, de liner stapsgewijze vernietigen, en de kolen achtereenvolgens in een aantal punten kunnen aansteken.

8.1.4. Poging tot onstoppen

Einde augustus 1986 werd de tubing tot 2 m boven de opstopping neergelaten en de brander ontstoken. De rookgassen (100-150 Nm3/u - verdund met N_2) kwamen langs de ringvormige ruimte tussen de 5" tubing en de coiled tubing in boorput I terug.

De brander werd herhaaldelijk op en neer bewogen, maar werd na 6 uur vernietigd, samen met de onderste 3 m van de tubing (corrosie).

Het overblijvend gedeelte van de coiled tubing werd opgehaald. Het onderzoek van de boorput (o.a. door het nemen van afdrukken) wees op een nieuwe hindernis op 848,6 m diepte t.t.z. 5 m boven de zijdelingse uitwijking : de wand van de 5" tubing was naar binnen gedrukt, waarschijnlijk tengevolge van oververhitting. De overblijvende opening was ongeveer 27 mm breed, te nauw om de coiled tubing door te laten.

Het idee van de CRIP-methode moest dus opgegeven worden. De coiled tubing werd opnieuw neergelaten met op het uiteinde een telescopisch gemonteerde nieuwe gasbrander uit roestvrij staal (figuur 30).

8.2. Vergassingsproef

8.2.1. Uitrusting van de boorputten

De injectieput (I) bevatte voortaan de volgende uitrusting :

- een casing van 7" (koolstofstaal P 110) tot op een diepte van 854 m;
- een 5" tubing (koolstofstaal L 80) tot 852 m met een vernauwing op 848 m (vervorming van het metaal), verlengd met de buigzame bekleding (4") met een opstopping aan de ingang (vervorming van de gummibekleding);
- een coiled tubing (1,5") tot 847 m diepte met daarbinnen twee macaronibuizen van 8 mm diam. (roestvrijstaal 316) en drie thermokoppels van 4,5 mm diam. (Inconel 625), en op het einde een gasbrander.

In de productieput (II) had men (figuur 31) :

- een 7" casing (P 110) tot 655 m diepte
- een 5 1/2" casing in de "sidetrack" :

  L 80 staal van 610 tot 673,5 m
  Incoloy 800 H van 673,5 tot 854,9 m
  Inconel 625 van 854,9 tot 877 m

Daarbinnen hangen :

- een tubing 5" - L 80 staal - tot 444,4 m
  5" - L 80-MWCR - chroomstaal tot 591,5 m
  4" - L 80-VC 13 - chroomstaal tot 700,6 m
- een tweede tubing met 1,66" diam. (in N 80 koolstofstaal tot 566,5 m en Inconel 625 tot 870,5 m) met een brander, twee macaronibuizen 8 mm diam. (Inconel 625) en 9 thermokoppels type K (Inconel 625)

Bijzondere voorzorgen werden genomen tegen corrosie (VAM gasdichte schroefdraadverbindingen en beschermende deklagen).

De coiled tubing en de macaronibuizen, en verder de buigzame liner in de afwijking van boorput I, werden gebruikt om de vergassingsmiddelen te injecteren. De mogelijkheid bestond om water of stikstof via de macaronibuizen te injecteren en de voet van de boorput af te koelen. De "brander" werd in feite gebruikt om water met een schuimvormend reagens te emulgeren en op die manier waterschuim dicht bij de reactiezone te brengen. De coiled tubing, die niet tot de oorspronkelijk bedoelde diepte ingevoerd kon worden, vormde in de eerste tijden een 40 m lange lus naast de mond van put I : deze werd later (maart 87) ingekort.

De productie gebeurt langs de 1,66" tubing van boorput II.

Veiligheidshalve, en om corrosie te vermijden, werd een kleine hoeveelheid stikstof in alle ringvormige tussenruimten en in de niet gebruikte macaronibuizen gecirculeerd.

8.2.2. Ontsteking

Op 2 oktober 1986 werd met de operaties begonnen om het proces door zelfontsteking aan te zetten. De branders in de boorputten werden dus als reserve gehouden voor het geval dat de operatie niet snel genoeg zou lukken.

Onder een druk van 100 tot 150 bar werd een O_2/N_2 mengsel (30-50 % O_2) met 30...100 Nm3/u langs put I geïnjecteerd. Op 14 oktober werden de eerste tekenen van zelfontsteking waargenomen (temperatuurstijging in boorput I, samenstelling van het aan put II opgevangen gas).

Begin november breidde de reactie zich uit tot in de omgeving van put II.

8.2.3. Verloop van de vergassingsproef

Het verloop van het experiment wordt door de bijgaande tabellen en diagrammen samengevat. Het werd in 18 perioden onderverdeeld waarnaartoe in de volgende synthese verwezen wordt (figuren 32, 33 en 34) (tabel II).

a) Perioden 1 - 2 - 3a (2/10 tot 5/11/86) (lucht + O_2)

Na de zelfontsteking rond put I tracht men de reactiezone naar put II uit te breiden. De inblaasdruk wordt trapsgewijze tot 200 bar verhoogd, het debiet bereikt 330 Nm3/u terwijl het O_2-gehalte tot 21 % (lucht) teruggebracht wordt. De permeabiliteit vermindert, omdat de stromingswegen door het zwellen van de kolen en de pyrolyseproducten vernauwd worden. Het teruggewonnen debiet is slechts 56 Nm3/u (tegendruk 144 bar) met een recuperatie van 23 %. Maar in het opgevangen gas vermindert de zuurstof ten gunste van CO_2, terwijl CH_4 verschijnt (tot 9 %) : de pyrolyse ontwikkelt zich rond put II.

b) Perioden 3b - 4 (5/11 - 21/12/86) (lucht + O_2) (figuur 35)

Met het doel de reacties uit te breiden en de permeabiliteit te verbeteren blijft men lucht onder 200 bar blazen. Zuurstof verdwijnt uit het gas. CH_4 bereikt 10 à 14 %. Het opgevangen debiet bereikt 170 Nm3/u (100-120 bar) en het (thermisch) vermogen 210-230 kW. Op het einde van de periode wordt het luchtdebiet verminderd maar worden zuurstof en water toegevoegd.

c) Perioden 5 tot 11 (2/12/86 - 11/3/87) (O_2 + H_2O)

Om de tijdens de vorige perioden gevormde halfcokes te vergassen en de kwaliteit van het gas op te voeren gaat men over tot het injecteren van O_2 (70 à 100 Nm3/u, 200 bar) met toevoeging van water : dit wordt onder vorm van schuim aan de voet van boorput I langs de brander (zie 8.1.3) aangebracht om de verliezen door ongecontroleerde condensatie of verdamping minimaal te maken.

In het gas (50-125 Nm3/u, 40-147 bar) verdwijnt geleidelijk N_2. CO_2 schommelt tussen 30 en 45 %, methaan tussen 11 en 25 %, en men ziet de vergassingscomponenten (H_2 + CO) verschijnen (tot 8 %). Het thermisch vermogen schommelt tussen 160 en 330 kW (th), en de (lagere) verbrandingswarmte van het gas tussen 6000 en 11.000 kJ/Nm3 (hoofdzakelijk aan het methaangehalte toe te schrijven) (figuren 36 a + b, 37 a + b, 38 a + b, 39 a + b).

Dit regime wordt echter een eerste maal onderbroken (31/12 tot 9/1) om het systeem onder luchtdruk (220 bar) in beide putten "blind" te laten werken met het doel holten in de kolen open te branden. Een tweede maal (12/1 tot 28/1) wordt met lucht (300-350 Nm3/u) gewerkt tijdens een herstelling aan de O_2-installatie en wegens klimatische problemen (strenge vorst). Een derde onderbreking (18/2 tot 11/3) wordt met N_2-spoeling doorgevoerd om de zuurstofinstallatie te kunnen ombouwen, de bedrijfsdruk ervan op 300 bar te brengen en het debiet niettegenstaande de geringe doorlaatbaarheid van het systeem te kunnen opvoeren. Tevens wordt de 40 m lus van de coiled tubing aan de mond van put I weggewerkt (figuur 40).

d) Perioden 12 en 13 (11/3 tot 7/4/87) (O_2 + H_2O)

Het regime wordt hersteld door lucht geleidelijk met zuurstof en water te vervangen. Dank zij de verwezenlijkte wijzigingen aan de installatie wordt een zuurstofdebiet van 270 Nm3/u (273 bar) bereikt. Ditmaal bevat het gas naast 38-55 % CO_2 en 16-18 % CH_4, 8,5 % CO en 8,7 % H_2. Het thermisch vermogen schommelt rond 420 kW (th) en bereikt zelfs een piek van 808 kW (th) met, voor het gas, een verbrandingswarmte van 6000-9000 kJ/Nm3. Vermoedelijk heeft zich dicht bij put II een nevenreactor gevormd, gevoed door een bypass in het bovenste deel van de laag, en sterk afhankelijk van de tegendruk in put II. Pogingen om de invloed van de hoeveelheid geïnjecteerd schuimwater en van de tegendruk in het licht te stellen gaven geen resultaat.

Zoals uit de diagrammen blijkt (figuur 41), heeft men, vanaf 25 maart, een spontane verbetering van de gaskwaliteit, met gelijktijdige toename van het debiet, kunnen vaststellen. De 27 maart om 8 u. echter heeft men de ventielen aan de monding van de productieput (P II) omwille van veiligheidsoverwegingen gesmoord, hetgeen de vermindering van het debiet op dat ogenblik verklaart. Het normaal regime werd de 27 maart in de late uren hersteld.

e) Perioden 14 tot 18 (7/4 tot 8/5/87) (O_2 + H_2O)

De proef werd onderbroken door een verstopping van de coiled tubing. Hieraan werd door lucht en water injecties verholpen. Doch de vroegere werkingsvoorwaarden konden niet hersteld worden : zoals in veel andere proeven stelt men een geleidelijke ontaarding van de ondergrondse generator vast en zuurstof verschijnt opnieuw in toenemende hoeveelheden aan de uitlaat. Nieuwe onderbrekingen zijn aan de zuurstofinstallatie toe te schrijven. Er kon nochtans nog een tracerproef uitgevoerd worden : met de zuurstof werd zwaarwater geïnjecteerd. De schommelingen van het deuteriumgehalte in de H_2 en het CH_4 van het gas laten veronderstellen dat het ingevoerd water daadwerkelijk aan de reacties deelneemt, en dat het methaan niet alleen door pyrolyse, maar ook door synthese ontstaat.

Vanaf 30 april kon men het optreden van explosieve samenstellingen in het gas vrezen, en er werd besloten de generator met N_2 te spoelen om het vuur te doven.

8.2.4. Resultaten

a) Materialenbalans

Om de balans op te maken van een ondergronds vergassingsproces steunt men normaal op de gelijkheid van de atomische hoeveelheden zuurstof, stikstof, koolstof en waterstof die, enerzijds, door de verbruikte kolen en de vergassingsmiddelen in het systeem ingevoerd worden, en, anderzijds, in de opgevangen gassen of in de restcokes teruggevonden worden. Wanneer echter met zuurstof als vergassingsmiddel gewerkt wordt, dan ontbreekt de vergelijking die het behoud van stikstof uitdrukt. Bovendien kan men, steunend op de waterstofbalans, de in- en uitgaande hoeveelheden water niet afzonderlijk bepalen, maar slechts de balans tussen het water dat door de watergasreactie ontbonden wordt en het water dat door de verbranding van waterstof ontstaat opmaken. In het geval van Thulin heeft men deze onbepaaldheid opgelost door te veronderstellen dat de resulterende hoeveelheid in de reacties betrokken water gelijk is aan nul. De globale balans wordt in figuur 42 weergegeven.

b) Steenkolenverbruik

Hierop steunend berekent men dat globaal 344 ton steenkolen in de reactie betrokken werden, waarvan 160 ton volledig in gas omgezet en 184 ton als cokes overbleven.

Naar de vorm van de verbrande zone kan alleen gegist worden. Indien men vooropstelt dat zij symmetrisch is en dat de kolen over een dikte van 1,5 tot 2 m gereageerd hebben, dan kan men langs de "drainhole" een ellips tekenen met 20 m en 10 m als grote en kleine as respectievelijk (figuur 43).

c) Recuperatiegraad

Steunend op de zuurstofbalans (met een waterbalans gelijk aan nul) vindt men dat de recuperatiegraad vanaf het begin van de proef tot februari 1987 (einde van de eerste reeks proeven met zuurstof) langzaam gestegen is van 40 tot 80 %, om daarna terug naar 60 % te zakken. Men stelt ook vast dat de recuperatie beter is wanneer men met zuiver O_2 werkt (kleinere volumetrische debieten) dan met aangerijkte lucht of normale lucht (groot N_2-ballast).

d) Permeabiliteit

De mogelijkheid om grote debieten op een aanvaardbare druk te injecteren bleef de hoofdbekommernis van de vorsers. De schijnbare permeabiliteit (in willekeurige eenheden) zakte van 3 voor het begin van de proef (niettegenstaande de gummiopstopping) tot 0,5 na de ontsteking. Ze steeg terug tot 1,5 (10/11/86) na de ontwikkelingsperiode (blazen van lucht) om daarna weer geleidelijk af te nemen tot het einde van de proef (0,3) (figuur 44 a + b).

Bij zelfontsteking rond put I wordt de stromingsweerstand groter (zwellen van de kolen en afzetten van teer in de scheuren). Bij de ontwikkeling van een reactiezone en de vorming van halfcokes rond put II wordt de weerstand kleiner.

Wanneer men het verschil tussen injectie- en opvangdruk opvoert, dan ontstaat, door de convergentie van de stromingslijnen in de kolen en door de resulterende drukgradient, een groot ladingsverlies rond de opvangput en bijgevolg een vermindering van de schijnbare permeabiliteit. Wanneer men de ingangsdruk boven de "fracking" druk (± 200 bar) opvoert, dan worden de scheuren in de kolen rond de injectie put opengetrokken en neemt het lekdebiet naar de omliggende afzetting fors toe.

Grondige studies werden aan deze stromingsproblemen besteed. Zij leidden tot de bepaling van een injecteerbaarheidsindex van de vorm :

$$I.P. = \frac{100\ Q}{P^2_I - P^2_{II}} = A\ e^{-0,0072\ (P_I - P_{II})}$$

(Q in Nm3/u)

(P in bar)

waar A functie is van de beschouwde stroming (vergassingsmiddel met of zonder water, opgevangen gas, lekdebiet naar de omgevende delen van de kolenlaag).

De stromingsvoorwaarden werden verder bestudeerd met tracertests, waaruit bleek dat de omstandigheden tijdens de vergassingsproef (behalve tussen de doorbraak van 4/2/86 en de zelfontsteking op 14/10/86) niet wezenlijk verschilden van de toestand tijdens de linkingproeven in 1984 (figuur 45, tabel III).

e) Scheikundige reacties

De materialenbalans maakt het niet mogelijk de juiste volgorde en het relatief belang van de verschillende mogelijke reacties vast te leggen : daar het niet mogelijk is momentopnamen in de verschillende punten van de generator uit te voeren, beschikt men alleen over globale uitslagen.

1. De klassieke vergassingsreacties :

$$C + CO_2 \overset{->}{<-} 2\ CO \qquad \text{(luchtgas)}$$

$$C + H_2O \overset{->}{<-} CO + H_2 \qquad \text{(watergas)}$$

hebben slechts een ondergeschikte rol gespeeld. De heersende hoge druk verplaatst trouwens de evenwichten naar links. Tweemaal echter is een echte gasgenerator-functie rond put II ontstaan :

- een eerste maal op het einde van de achterwaartse verbrandingsproeven (18/4 tot 25/4/84) (waaraan een einde gesteld werd door een tubingbreuk en het onderwater lopen van de putbodem);
- een tweede maal op het einde van de vergassingsproef (21 - 31/3/87) met sterk stijgende temperaturen in de opvangput.

2. De "retropyrolyse" (of oxyderend kraken) heeft een wezenlijke aanbreng geleverd. Vermoedelijk heeft zij rond put II een aanzienlijke massa halfcokes gevormd. Wanneer het oxyderend vergassingsmiddel (met debieten die, in Nm3 per m2 uitgedrukt, klein bleven) door de onaangeroerde kolen filtreert en aan de grens van de cokes geraakt, dan wordt de zuurstof verbruikt om een deel van de vluchtige bestanddelen te verbranden - of een deel van de vrije radicalen van de kolenstructuur te verzadigen - en de massa op een temperatuur van ≈ 550°C te brengen. Dit volstaat om de overige vluchtige bestanddelen te verdrijven en doorheen de cokes massa naar de opvangput te laten stromen. De daarbij ontwikkelde warmte per Nm3 zuurstof is relatief constant, en de (stroomopwaartse) verplaatsing van het omzettingsfront is afhankelijk van de zuurstofhoeveelheid. Dit klopt met de grote hoeveelheid cokes van de materialenbalans, en laat toe de evolutie van de stromingsverschijnselen te verklaren (figuur 46).

3. Een merkwaardige uitslag van de proef is de grote hoeveelheid CH_4 die in het gas opgevangen werd. Dit schijnt niet aan de pyrolyse alleen toegeschreven te kunnen worden.

   De methaneringsreacties, bijvoorbeeld :

   $C + 2\ H_2 \rightarrow CH_4 + 75.000\ kJ$

   $CO + 3\ H_2 \rightarrow CH_4 + H_2O + 206.000\ kJ$

   $2\ CO + 2\ H_2 \rightarrow CH_4 + CO_2 + 248.000\ kJ$

   zijn exotherm en worden door de hoge druk inderdaad in de hand gewerkt.

   In klassieke reactoren spelen zij praktisch geen rol, omdat de druk gering is en de verblijftijd zeer kort. In de ondergrondse reactor daartegenover was de orde van grootte van de druk 200 bar, de temperatuur matig (600-800°C ?) en de verblijftijd zeer lang. Deze omstandigheden zijn allen gunstig voor de methaansynthese. De schommelingen van de isotopensamenstelling van het opgevangen methaan na injectie van zwaarwater (28 - 30/4/87) schijnen het bestaan van deze synthese wel te bevestigen (figuur 47).

4. Zoals hoger gezegd kan de materialenbalans de inbreng van iedere reactie niet eenduidig afzonderen. Het heeft ook praktisch niet veel belang uit te maken of de koolwaterstoffen van de kolen eerst afgescheiden, en daarna gedeeltelijk gekraakt worden, ofwel of eerst de brandstof volledig vergast en daarna CH_4 gesynthetiseerd wordt.

   Globaal kunnen de uitslagen van Thulin benaderend als volgt weergegeven worden :

   $17\ C + 14\ H_2O + 4\ O_2 = 11\ CO_2 + 6\ CH_4 + 2\ H_2$ (periode 5c)

   ofwel

   $7\ C + 5\ H_2O + 2\ O_2 = 4\ CO_2 + 2\ CH_4 + CO + H_2$ (periode 13a)

Indien men ervan uitgaat dat, gezien de lange verblijftijden en geringe stromingsnelheden, de scheikundige evenwichten benaderend bereikt worden, dan kan men, uit de verhoudingen in het gas van de componenten CO_2, CO, H_2 en CH_4, de reactietemperaturen overeenkomend met de luchtgas-, watergas- of methanatiereacties, in functie van de druk, afleiden. Men vindt betrekkelijk matige waarden (550-750°C). De temperaturen voor de verschillende reacties liggen niet zeer ver uiteen, maar men bekomt een betere overeenkomst indien men aanneemt dat de pyrolyse enerzijds, en de vergassingsreacties anderzijds op verschillende temperaturen, dus op verschillende plaatsen, optreden.

Hieruit wordt het concept afgeleid dat de pyrolysezone zich aan de omtrek van de cokesmassa localiseert, en dat verdere reacties zich in deze massa en rond put II voltrekken. Het is ook niet uitgesloten, gezien de hoge druk, dat de vergassingsreacties retrograderen :

$$2\,CO \rightarrow CO_2 + C$$

$$CO + H_2 \rightarrow H_2O + C$$

met neerzetting van carbon black in de scheuren en vermindering van de permeabiliteit. Deze retrogradatie wordt in de hand gewerkt door een langzame afkoeling van het gas.

8.2.5. Besluiten

a) In het verleden uitgevoerde proeven en teoretische modellen tonen aan dat vergassing langs een pijlerfront, of een kanaal, thermisch onstabiel is, en onvoldoende kontaktoppervlakte biedt. Op grote diepte kan bovendien de standvastigheid van het kanaal niet verzekerd worden. Alleen filtratieprocessen zijn denkbaar.

b) Gezien de geringe permeabiliteit, de ladingsverliezen in diepboringen en de waterinzijpelingsproblemen, moet het vergassingsmiddel onder hoge druk aangebracht worden, en mag het geen inert ballast mee voeren. Men is dus aangewezen op zuurstof. Indien men water doeltreffend in de reactor wil toevoeren, dan moet geen stoom, maar wel waterschuim aan de zuurstof toegevoegd worden.

c) Op grote diepte is een linkingkanaal door achterwaartse verbranding moeilijk te verwezenlijken. Daartegenover kan retropyrolyse spontaan een grote uitbreiding nemen. Hierdoor kan, met een matig zuurstofverbruik, in vette- of gasrijke kolen een groot deel van de warmteinhoud van de vluchtige bestanddelen teruggewonnen worden, en voor alle kolensoorten, een grote hoeveelheid halfcokes voor latere vergassing voorbereid worden.

d) De hoge druk en de lange verblijftijden eigen aan een ondergrondse reactor maken de rechtstreekse synthese van CH_4 mogelijk. Deze biedt de volgende voordelen :

- zij gebeurt op betrekkelijk lage temperatuur, dus met minder warmteverliezen naar het nevengesteente
- zij is minder afhankelijk van de chemische kinematica, van de stromingsomstandigheden, en van de geometrie van de reactor, dan de lucht- en watergasreacties
- zij levert, vooral na afscheiding van inerte bestanddelen, een component met hoge verbrandingswarmte.

e) De vergassing van de overblijvende cokes veronderstelt hoge debieten en een eenvormige verdeling van het vergassingsmiddel. De half-cokes moeten dus voldoende doorlaatbaar zijn, en er mag geen voorkeurweg (doorbraak) in de massa ontstaan. Om grote ladingsverliezen rond de opvangkanalen te vermijden moeten deze vermenigvuldigd worden, of langs de laag gestrekt liggen, zodat zij een voldoende transmissiviteit vertonen en geen beperking opleggen aan het mogelijke debiet.

8.3. Laatste verbindingstesten

8.3.1. Doorstroming met N_2

Gedurende de maand mei 1987 werd de reactor met N_2 doorgespoeld, beurtelings van PI naar PII en omgekeerd, om hem te doven en te koelen.

De doorstromingsweerstanden blijven van dezelfde orde van grootte als vroeger, maar zijn duidelijk asymmetrisch.

8.3.2. Verwijderen van de uitrusting en blow-off tests

Juni en juli 1987 werden besteed aan de verwijdering uit de boorputten eerst van de lichte uirustingen (coiled tubing uit put I, 1,66" tubing uit put II), en vervolgens van de zware uitrustingen (tubing 5"). Alvorens de boringen volledig te ontmantelen heeft men enkele "blow-off" operaties uitgevoerd, om zo mogelijk stofdeeltjes uit de reactor op te vangen.

Tijdens de eigenlijke proef hadden inderdaad de voorziene stofopvang-installaties omwille van de te kleine debieten geen monsters kunnen verzamelen.

Om toch enkele monsters te recupereren heeft men twee metodes toegepast :

- ofwel 350 Nm3/u lucht onder 45 bar tussen tubing en ringvormige ruimte laten circuleren, en de druk vervolgens brutaal tot nul laten vallen : op die manier werden uit put II 10 kg stofdeeltjes teruggewonnen;

- ofwel de druk in beide ruimten op 100 bar brengen en brutaal op nul laten vallen : op die wijze werden langs de ringvormige ruimte tussen een 1,66" tubing en de 7" casing uit put I 300 g vaste stof opgevangen.

Bovendien werden tijdens de waterspoeltesten (oktober 87) deeltjes tot 5 mm grootte uit het circulerend water gefilterd.

De monsters bevatten steenkolen, cokes, steriel materiaal, verglaasde sintels. De mineralogische ontleding hiervan wijst op een brede temperatuurwaaier (500 tot 1600°C).

8.3.3. Verbindingstest met water

Tussen 25/8 en 20/10/87 (na het ontmantelen van de boorputten) werden verschillende doorstromingsproeven met water tussen putten I en II, in beide richtingen uitgevoerd. Dit werd aangevuld met een paar "fall off tests" in put III.

9. CORROSIE VAN DE BOORPUTUITRUSTINGEN

9.1. Corrosie tijdens de achterwaartse verbranding

De oorspronkelijke tubing van put I (diam. 45/55 uit koolstofstaal), die voor de injectie van lucht, stikstof en water, en ook voor de verwijdering van water had gediend, was in maart 1983 gecorrodeerd (de onderste 15 m waren verdwenen), en werd door een nieuwe vervangen, met het deel in de onderste 90 m uit roestvrijstaal 14401.

Deze nieuwe tubing bleef in dienst tot het einde van de achterwaartse verbrandingsproeven, maar wanneer men ze in september 84 wilde uithalen, bleek dat de inox buizen kapot waren : de onderste 13 m zijn (met de zeefpijp) in het gat blijven steken.

In de opvangput II waren de omstandigheden veel strenger : temperatuur onderaan 400-1200°C, CO_2 + H_2S + SO_2 in het gas, afwisseling van droge en natte toestanden. Reeds in december 1982 moest de 2" stijgbuis, die de brander droeg, uitgehaald worden. De onderste 15 m waren sterk door corrosie aangetast. Daar de roestvrije delen van de brander weinig beschadigd waren, werden de nieuwe tubings voorzien met het onderste deel (85 tot 105 m) in roestvrijstaal (achtereenvolgens 316 L, 14541, Incoloy 800 H). Dit heeft niet belet dat, tussen september 83 en april 84, vier tubingbreuken, soms na enkele dagen bedrijf, de proeven kwamen onderbreken. Het bleek dat roestvrijstaal wel aan oxydatie weerstaat maar zeer gevoelig is aan spanningscorrosie, vooral in aanwezigheid van Cl^- ionen.

In boorput III daartegenover, waar geen gasdebiet plaats vond, is een koolstofstaal tubing van 1981 tot 1984 in goede staat blijven hangen.

Deze ervaringen hebben aanleiding gegeven tot een grondige studie over meer dan 40 staalsoorten. De voornaamste besluiten worden hierna samengevat.

Om aan vochtige corrosie te weerstaan moet roestvrij staal meer dan 6 % Mo en 40 % Ni bevatten, en de som (Cr + 3 x Mo) moet groter zijn dan 36 %. Bovendien moet het staal ongevoelig zijn voor H_2S.

Om aan hoge temperatuur-corrosie te weerstaan (maximum 540°C) moet het Cr-gehalte groter zijn dan 20 %, en mag het metaal niet door neerslag van intermetallische verbindingen bros gemaakt worden.

Steunend hierop wordt Inconel 625 aanbevolen voor vochtige media onder zeer hoge temperaturen (onderste deel van de boorputten), en Incoloy 800 H voor uitrustingen die enkel blootgesteld staan aan droge gassen, of zuiver water.

Bovendien moeten de schroefverbindingen (VAM- of TDS-type) een gasdichte, metaal-op-metaal aansluiting verzekeren, en de koppelingen tussen buizen uit verschillende materialen moeten onderling elektrisch geïsoleerd worden.

Ongelukkiglijk zijn deze speciale buizen op de markt dikwijls niet voorradig, en het snijden van schroefdraad in die materialen vraagt bijzondere voorzorgen.

9.2. Corrosie tijdens de vergassing

De omstandigheden in beide boringen waren strenger dan tijdens de achterwaartse verbranding.

De coiled tubing van put I uit koolstofstaal (HSR 80) werd in augustus 86 bij de poging om de rubberliner open te branden, na enkele uren door corrosie (op 3 m van het uiteinde) onderbroken.

Als injectiebuis echter (zuurstof of lucht) heeft zij van oktober 86 tot juni 87 standgehouden, en door corrosie slechts 0,4 (op 750 m) tot 1,2 mm (op 830 m) van haar wanddikte verloren. De brander uit austenitisch staal (1.4841) vertoonde geen noemenswaardig materieverlies.

De coiled tubing werd bij het uithalen volledig platgedrukt bevonden, waarschijnlijk ten gevolge van een ontploffing in de ringvormige ruimte tussen coiled tubing en 5"-tubing.

De 5"-tubing (staal) die ook in juni 1987 uitgehaald werd, had 0,3 mm (op 780 m) tot 5 mm (op 843 m) verloren, en het uiteinde was sterk vervormd. De onderste 3 m (voor de buigzame liner) waren verdwenen (weggeroest).

In put II, niettegenstaande de zeer zware voorwaarden (temperatuur 850°C aan de bodem, agressief water, veranderlijke samenstelling van het gas, druk-wisselingen) heeft de uitrusting het tot het einde van de proef uitgehouden. Het onderste deel van de 1,66" tubing (vanaf 568 m), van de 4"-tubing (vanaf 700 m diepte) en van de 5 1/2" casing (vanaf 673 m) bestond uit roestvrijstaal (Inconel 625 of Incoloy 800 H). De bovenste delen uit koolstofstaal of Cr-staal waren met een laag zink-ethylsilicaat of epoxyhars bedekt.

Bij het ophalen van deze uitrusting brak de 1,66" tubing op 568 m (overgang van C-staal naar inox). Het lukte echter later de beide tubings (1,66" en 4"), met uitzondering van de onderste 40 m, terug te winnen.

De beschermingslaag was op vele plaatsen onderbroken, zodat roestpuntjes zich daaronder konden ontwikkelen.

Het staalgedeelte van de tubing 1,66" was algemeen gecorrodeerd, en had op 566 m 50 % van zijn dikte verloren. Het Inconel 625 gedeelte vertoonde een corrosie op de binnenwand en, in het onderste gedeelte, ook op de buitenwand.

Ook de 4" en 5" tubing vertoonde plaatselijk corrosie, vooral aan de binnenzijde.

De koolstof- of chroomstalenbuizen (tot 700 m) waren 0,5 mm dunner geworden. De Incoloy 800 H buizen hadden praktisch geen dikte verloren, maar op 823 m, vertoonden zij een begin van interkristallijne scheurvorming.

Bij het terugtrekken van de tubings werd van elke 100 strekkende meter een 50 cm lang staal genomen voor metallurgisch onderzoek.

9.3. Besluiten

Het is duidelijk dat de ondergrondse vergassing op grote diepte zware corrosieproblemen stelt. Het gebruik van dure Inconel 625 heeft een voorlopige oplossing gebracht, maar kan bepaalde nadelen vertonen, wegens de affiniteit van nikkel voor de zwavel van het gas. Misschien zou de bruikbaarheid van cobalthoudende legeringen, of van composietmaterialen, onderzocht moeten worden.

10. GLOBALE EVALUATIE EN VOORUITZICHTEN

De besluiten betreffende de verschillende hoofdstukken van het verslag worden hieronder samengebundeld tot een aantal vaststellingen en aanbevelingen, die een globale evaluatie van het project uitmaken.

1. De gestoorde aard van de afzetting in Thulin heeft voor het project ontegensprekelijk vertragingen en meerkosten meegebracht: dit belet principieel niet dat de experimentele uitslagen tot andere proefvelden overgedragen kunnen worden.

   Het klein gehalte aan vluchtige bestanddelen van de steenkolen en de bijkomende tektonische spanningen, omwille van de situering in het Zuid-Belgische steenkolenbekken van het proefveld in Thulin, kunnen inderdaad in veel andere steenkolenafzettingen teruggevonden worden, vooral op grote diepte.

2. De "in situ" permeabiliteit en de "transmissiviteit" van de steenkolenlagen kunnen door de z.g. "Acceptance Tests", "Pressure fall off tests" en communicatietests gemeten worden. In Thulin werden al deze tests met water en stikstof doorgevoerd. Gezien water bepaalde stromingswegen blijkt te kunnen verstoppen, wordt voor de toekomst aanbevolen zulke proeven uitsluitend met inerte gassen uit te voeren.

3. Om, op grote diepte, verbindingskanalen tussen boorputten tot stand de brengen, lijkt het "achterwaartse verbrandingsproces" onaangepast. Steenkolenverbrandingsprocessen kunnen echter wel doeltreffend zijn om de laatste meters van een verbindingsweg door te branden.

4. Al de achterwaartse verbrandingsexperimenten, die in Thulin uitgevoerd werden, hebben bijkomende kennis en informatie verschaft betreffende de ontstekingsmetode, de zelf-ontvlamming van de steenkolen, het uiteendrijven van de verbrandingshaarden, enz.

5. De techniek van de boringen met gerichte uitwijking werd in Thulin, ondanks ongunstige plaatselijke omstandigheden, met succes toegepast. Het lijdt echter geen twijfel dat de huidige snelle ontwikkeling van deze techniek, en in het bijzonder van de uitwijking met middelgrote kromtestraal, uitermate hoopgevend is voor de ondergrondse vergassing.

6. Diepe afzettingen worden langs lange boorputten ontsloten. Deze putten moeten vele functies vervullen: ontsluiting en versnijding van de afzetting, aanvoer van het vergassingsmiddel en afvoer van het geproduceerde gas, aftappen van het water, aanbrengen van ontstekingsinrichtingen en meetapparaten. Dit zijn dan ook de meest kwetsbare elementen van het systeem. Dit geldt vooral voor die delen van de boorputten die het dichtst liggen bij de te vergassen steenkolenlagen, en de voornamste risico's betreffen de corrosie van de materialen. Ons experiment heeft ons ertoe gebracht voor de ondergrondse vergassing uiterst specifieke boorputuitrustingen te ontwikkelen en uit te testen. Het gaat bijvoorbeeld over de ontstekers, de voedingsleidingen en meetinrichtingen (controlebundel), de buigzame liner, de keuze van de verschillende speciale legeringen, de behandeling van de "coiled tubing", enz.

Wanneer wij echter een vergelijking maken met de afwerkingstoestand van de uitrustingen voor aardolie of aardgasboorputten, dan kan men zeggen dat onze ontwikkelingen nog in een beginfaze zitten.

De technische mogelijkheid om onder druk (dit betekent zonder de boorput te moeten openen of drukloos te zetten) componenten in de boorput te kunnen invoeren of uithalen, vormt ons inziens een beslissende factor voor de latere ontwikkeling van de ondergrondse vergassing.

Zulke techniek moet het inderdaad mogelijk maken verschillende tamelijk eenvoudige uitrustingen, telkens met een bepaald doel (b.v. ontsteking, wateraftapping, injectie, productie) achtereenvolgens in de boorput in te voeren, zonder het vergassingsproces te onderbreken. Op gelijke wijze zal men na een bepaalde bedrijfsduur de toestand van de gebruikte uitrustingen kunnen nagaan, en zo nodig zullen bedoelde elementen tijdens de proef vervangen kunnen worden.

7. De grote gesteentedrukken op grote diepte beïnvloeden op beslissende wijze het verloop en de uitbreiding van het vergassingsproces. De evolutie van de geometrische struktuur van de reaktor is grotendeels afhankelijk van de rechtsreekse en onrechtstreekse werking van de gesteentedruk. Door de vernauwing van de stromingswegen wordt het ondergrondse vergassingsproces in een filtratieproces omgezet.

   In de toekomst zal men hiermee rekening moeten houden bij het uitzetten van het boorputpatroon, en bij de keuze van de onderlinge afstanden ertussen. Voor zover men thans kan oordelen blijkt het voordelig het vergassingsmiddel langs een aantal gespreide punten (boorputten met klein diameter) te injecteren, terwijl het geproduceerd gas langs verzamelboringen (drains) met grote diameter en grote lengte in de steenkolenlaag teruggewonnen zou worden.

8. Het vergassingsexperiment in Thulin is gekenmerkt door het gebruik van hoge injectiedrukken en van vergassingsmiddelen bestaande uit zuurstof en waterschuim, en door de productie van een methaanrijk gas.

   De kwaliteit van het geproduceerd gas is merkwaardig, en kan gunstig vergeleken worden met de beste prestaties van bovengrondse LURGI generatoren. Er blijft uiteraard aan te tonen dat ook aanzienlijke debieten geproduceerd kunnen worden.

9. Voor de ondergrondse vergassing op grote diepte zijn de mogelijkheden om het proces, anders dan langs de injectie- en terugwinningsboorputten, waar te nemen uiterst begrensd. Om deze reden bevelen wij de uitvoering van "post mortem" boringen aan na de beëindiging van de vergassing. Op die wijze zal men een maximum aan informatie kunnen verzamelen betreffende de uitbreiding van de reactor, het aandeel van de kolenlaag dat vergast werd, de uitwerking van het proces op het nevengesteente, enz.

10. Samengevat, heeft de proef in Thulin een nieuw principe aan het licht gebracht volgens hetwelk de ondergrondse vergassing op grote diepte mogelijk zou zijn.

TABEL I

Overzicht van de stratigrafische formaties die door de boringen in Thulin werden aangesneden

Stratigrafische zone	Diepte in m			
	Thulin 1/78	Thulin 2/79	Thulin 3/80	Thulin 4/80
Deklaag van Cenozoïcum en Mesozoïcum	63	65	66,5	58,8
Massief van Boussu				
Kalksteen van het Viseaan	302	301	334	278
Mergel van het Namuriaan	375	373	380	324
Massief van de Borinage	655	632	629-655	620
Tussenliggende massieven	735	740	760	740
Massief van Comble Nord	1.158,45 (einddiepte)	893 (einddiepte)	915 (einddiepte)	900,4 (einddiepte)

TABEL II

Period	①	②	③ a	③ b	③ c	③ d	④ a	④ b	⑤ a	⑤ b	⑤ c	⑥ (injected in both wells)	⑦	⑧ a	⑧ b	⑨	⑩	⑫	⑬ a	⑬ b	⑭	⑮	⑯	⑰	⑱
Gasification agents :																									
O_2 (m^3_N/h)	9	30	66	70	99	89	49	66	66	38	55	(59)	58	62	73	63	0	204	210	127	33	184	91	193	0
N_2 (m^3_N/h)	33	62	251	262	372	335	110	78	13	13	14	(256)	14	247	287	8	28	313	59	25	146	38	345	44	310
H_2O (ℓ/h)	0	0	0	0	0	0	0	15	36	22	26	(10)	29	0	0	21	0	25	105	68	40	92	0	99	0
Pressure :																									
well I (bar)	106	146	193	193	200	202	179	177	186	194	193	221	192	217	234	199	163	189	273	283	253	258	248	262	249
well II (bar)	104	101	144	129	101	127	123	100	100	147	43	218	109	100	41	40	40	41	41	100	97	40	40	41	45
Reactor outlet																									
- flows (dry gas)																									
H_2 (m^3_N/h)	0	2.73	1.69	4.97	6.67	1.14	2.10	3.12	5.20	4.31	7.53	-	2.74	2.85	3.23	2.24	2.20	4.39	15.5	5.45	5.26	3.55	6.99	5.12	1.40
O_2 (m^3_N/h)	8.48	2.29	6.12	4.50	2.95	2.02	0.49	0.71	0.07	0	0	-	0.46	0	0	0	0	3.96	3.2	0.30	0	0.93	5.79	10.45	3.39
CO (m^3_N/h)	0	1.23	0.59	2.36	3.17	1.55	0.59	0.91	0.83	0.22	1.05	-	0.05	0.27	0.40	0.19	0.03	2.35	15.4	2.44	0.37	3.67	3.58	4.40	0.43
CO_2 (m^3_N/h)	0	10.82	8.93	29.28	37.97	35.04	34.31	45.76	43.77	21.08	54.23	-	41.32	45.93	39.76	45.68	24.76	44.95	68.0	71.22	55.72	48.08	39.83	58.31	28.50
CH_4 (m^3_N/h)	0	6.14	5.09	18.30	20.45	11.10	13.42	18.90	23.30	14.29	30.59	-	14.45	4.59	9.39	15.68	15.01	11.83	32.3	20.51	29.12	8.74	5.75	3.71	4.10
N_2 (m^3_N/h)	22.02	13.80	33.66	110.59	151.29	32.36	82.59	62.98	23.27	8.61	22.78	-	67.65	134.86	178.14	28.44	35.11	122.43	44.0	30.43	22.79	28.54	82.66	46.67	98.86
Total	30.50	37.01	56.08	170.00	222.50	83.21	133.50	132.38	96.44	48.51	116.18	-	126.67	188.50	230.92	92.23	77.11	189.91	178.4	130.35	113.26	93.51	144	128.66	136.68
- H_2O (ℓ/h)	2	5	4	24	21	12	10	7	48	24	51	-	38	38	30	36	25	14	39	45	68	61	42	43	36
- composition (dry gas)																									
H_2 (%)	0	7.4	3.0	2.9	3.0	0.6	1.6	2.4	5.4	8.9	6.5	-	2.2	1.5	1.4	2.4	2.9	2.3	8.7	4.2	4.6	3.8	4.9	4.0	1.0
O_2 (%)	27.8	6.2	10.9	2.6	1.3	1.1	0.4	0.5	0.1	0	0	-	0.4	0	0	0	0	2.1	1.8	0.2	0	1.0	4.0	8.1	2.5
CO (%)	0	3.3	1.1	1.4	1.4	0.8	0.4	0.7	0.9	0.5	0.9	-	0	0.1	0.2	0.2	0	1.2	8.5	1.9	0.3	3.9	2.5	3.4	0.3
CO_2 (%)	0	29.2	15.9	17.2	17.1	19.1	25.7	34.6	45.4	43.5	46.7	-	32.6	24.4	17.2	49.5	32.1	23.7	38.2	54.6	49.2	51.4	27.4	45.3	20.9
CH_4 (%)	0	16.6	9.1	10.8	9.2	6.1	10.1	14.3	24.2	29.5	26.3	-	11.4	2.4	4.1	17.0	19.5	6.2	18.2	15.7	25.7	9.3	4.0	2.9	3.0
N_2 (%)	72.2	37.3	60	65.1	68	72.3	61.8	47.5	24	17.6	19.6	-	53.4	71.6	77.1	30.9	45.5	64.5	24.0	23.4	20.2	30.6	57.2	36.3	72.3
Low heating value (kJ/m^3_N)	0	7168	3726	4363	3802	2353	3848	5476	9378	11,606	10249	-	4329	1034	1645	6385	7310	2625	8553	6326	9755	4237	2278	1901	1227
Thermal power (Mw)	0	0.07	0.06	0.21	0.23	0.12	0.14	0.20	0.25	0.16	0.33	-	0.15	0.05	0.11	0.16	0.16	0.14	0.42	0.23	0.31	0.11	0.09	0.07	0.05
Coal consumption (kg/day)	0	288	216	816	960	696	720	1008	1080	600	1368	-	840	696	720	914	624	862	1781	1355	1334	858	700	450	270
Coal affected (kg/day)	0	768	600	2112	2424	1776	1464	2088	2640	1680	3504	-	1776	1176	2160	1708	1630	1421	4065	2362	3227	1085	994	639	468
Recovery rate (%)	0	47.1	23.0	49.4	44.3	45.6	70.7	70.8	66.1	52.6	31.1	-	41.4	73.9	49.0	72.7	-	22.6	40.8	54.1	13.7	27.7	52.7	39.6	-
Gasification efficiency (%)		56	59	56	54	40	45	45	52	57	53	-	41	18	32	41	55	37	53	38	51	30	31	35	40

N°	1	2	3	4	5	6
Date	1.10.86	3.11.86	7.11.86	18.11.86	26.11.86	11.12.86
Injection	10 h 10	17 h 40	13 h 04	11 h 43	12 h 25	11 h 30
$Q_{reactor}$ (m^3/h)	2.250	0.873	1.283	0.960	1.050	0.662
$\bar{t}_{reactor}$	2 min 10 s	5 h 41 min	6 h 55 min	15 h 11 min	21 h 49 min	26 h 45 min
σ (dispersion)	0.0946	0.76	0.79	0.76	0.92	0.92
$V_{reactor}$ (m^3)	0.081	4.962	8.874	14.579	22.908	17.709

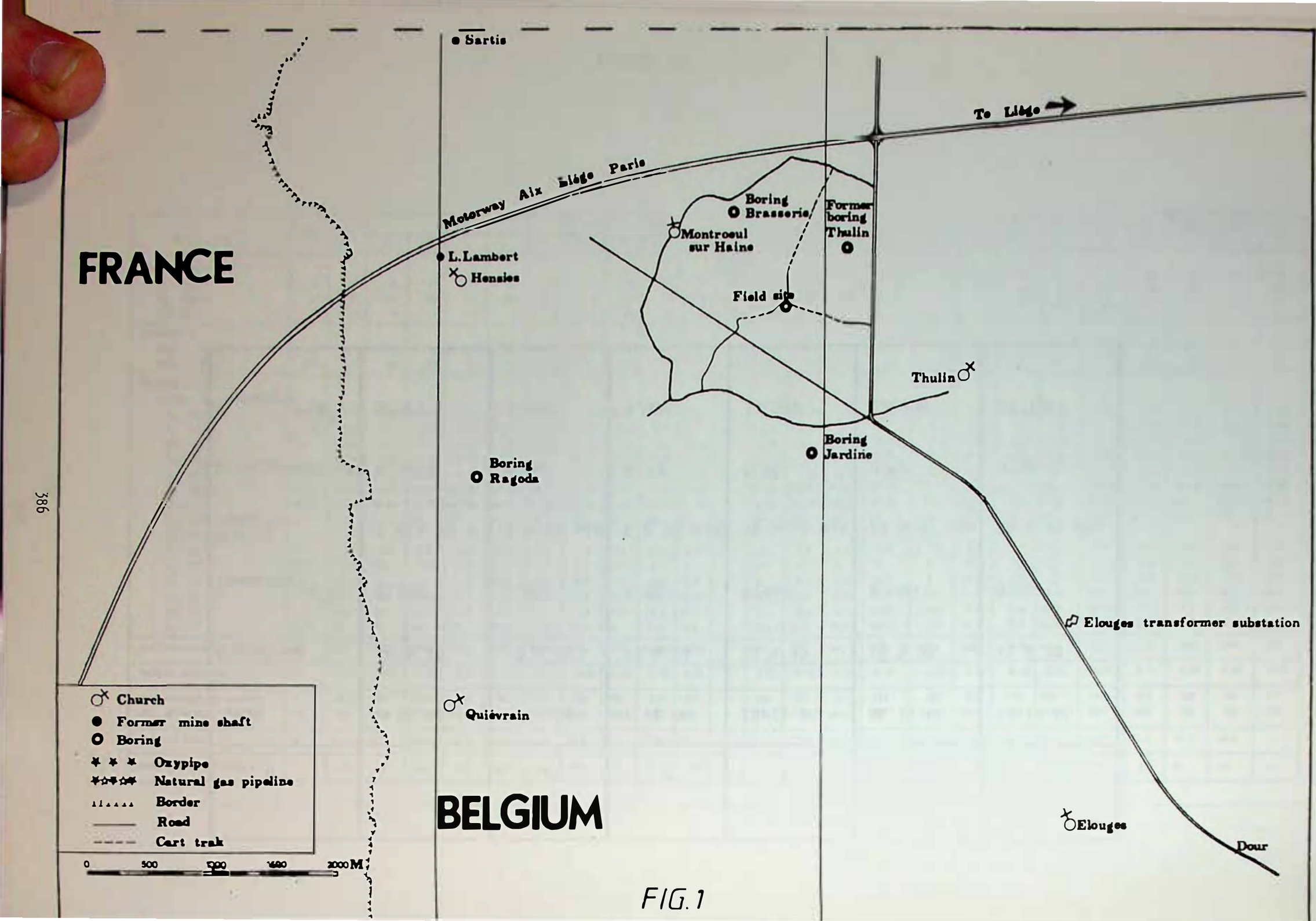
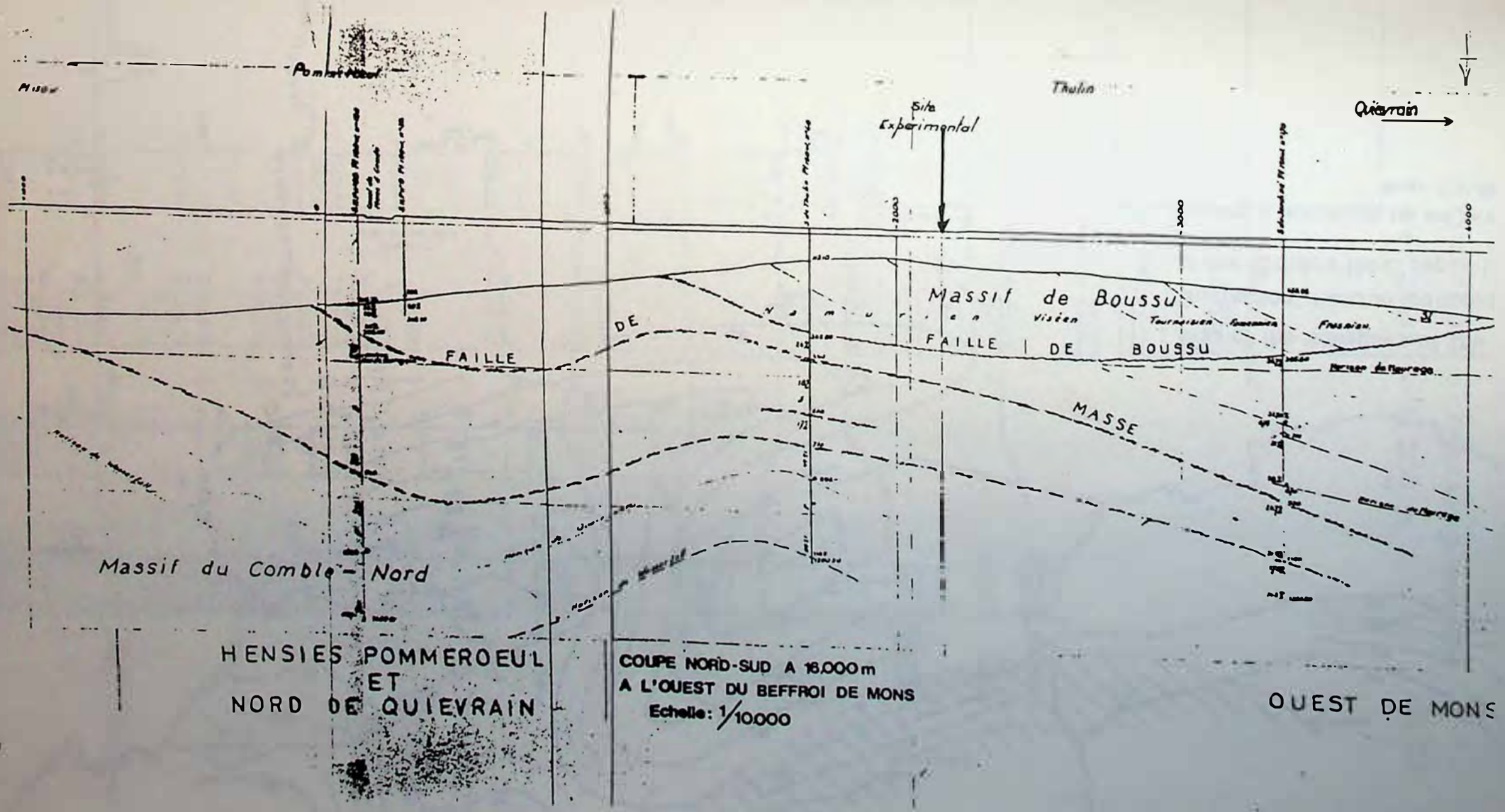
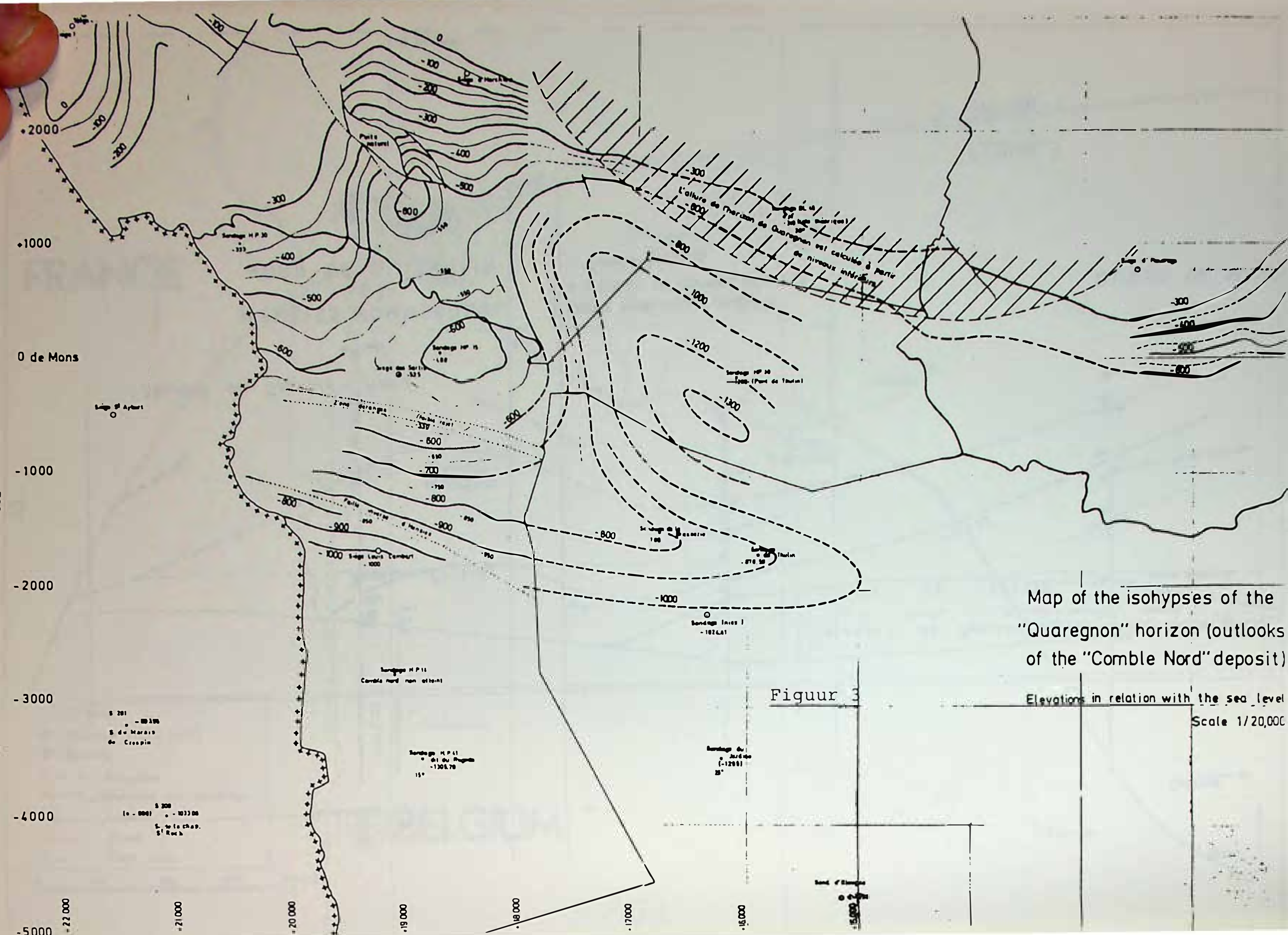

Sartis
To Liège
Motorway Aix Liège Paris
FRANCE
Boring Brasserie
Former boring Thulin
Montroeul sur Haine
L. Lambert
Hensies
Field site
Thulin
Boring Jardine
Boring Ragoda
Elouges transformer substation
Church
Former mine shaft
Boring
Oxypipe
Natural gas pipeline
Border
Road
Cart trak
0 500 1000 1500 2000 M
Quiévrain
BELGIUM
Elouges
Dour

FIG. 1


Pomerœul
Thulin
Site Expérimental
Quiévrain
Massif de Boussu
FAILLE DE BOUSSU
FAILLE DE
MASSE
Massif du Comble - Nord
HENSIES POMMEROEUL
ET
NORD DE QUIEVRAIN
COUPE NORD-SUD A 16.000 m
A L'OUEST DU BEFFROI DE MONS
Echelle: 1/10.000
OUEST DE MONS

Figuur 2



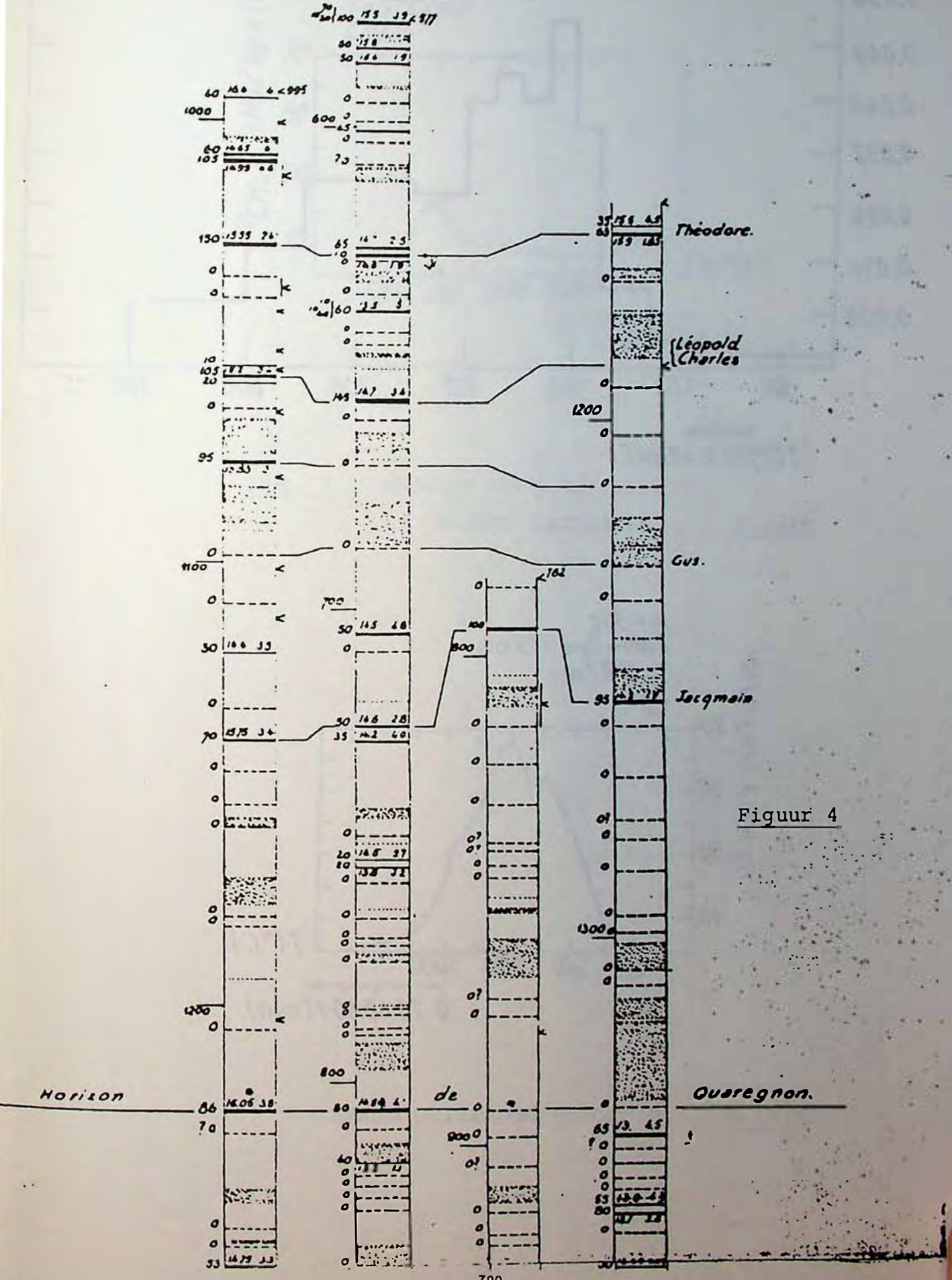
Map of the isohypses of the "Quaregnon" horizon (outlooks of the "Comble Nord" deposit)

Figuur 3

Elevations in relation with the sea level

Scale 1/20,000

Boreholes marking out the section + 16,000 m



Figuur 4

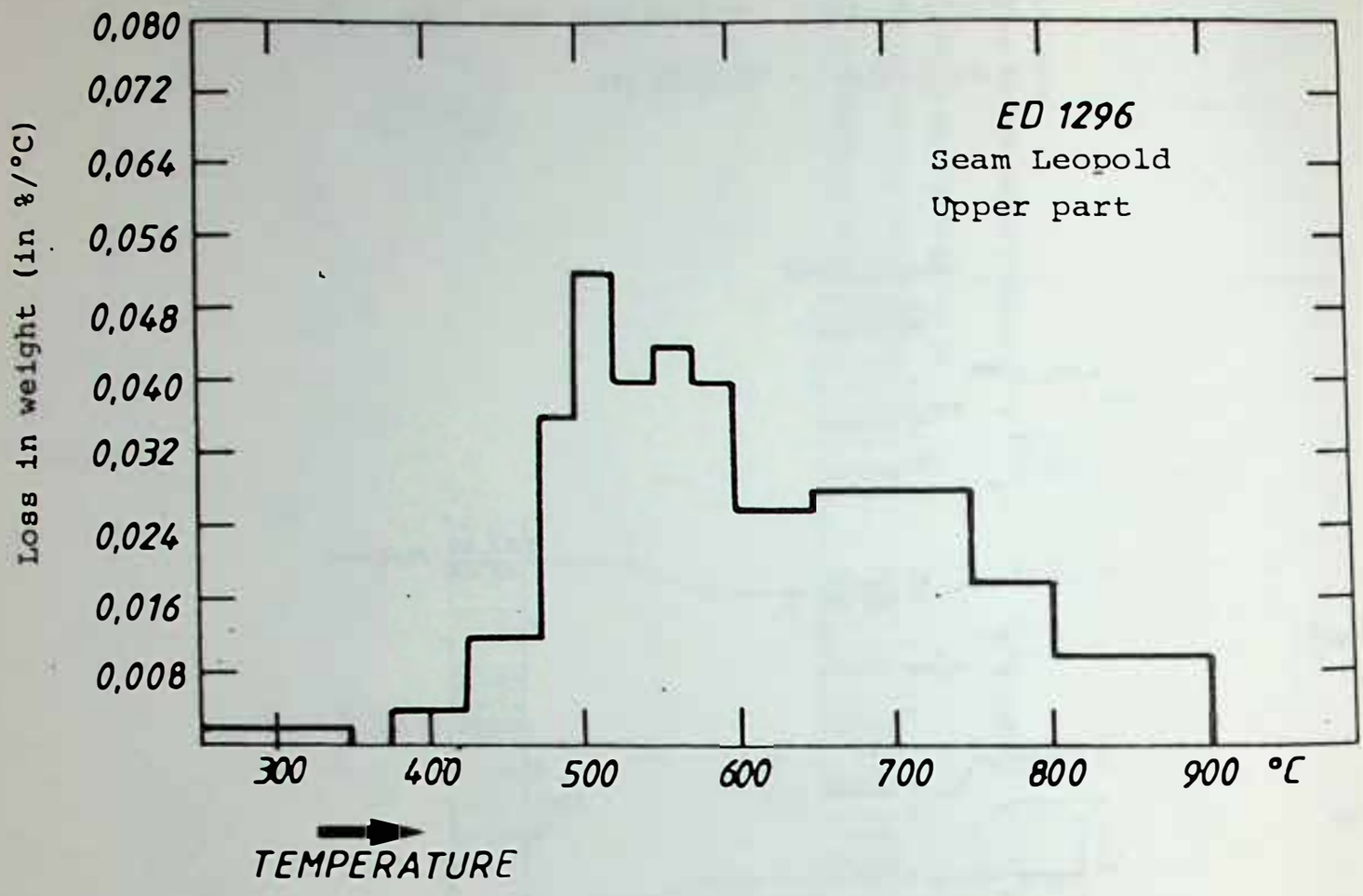


Fig. 5 DEGASSING COURSE

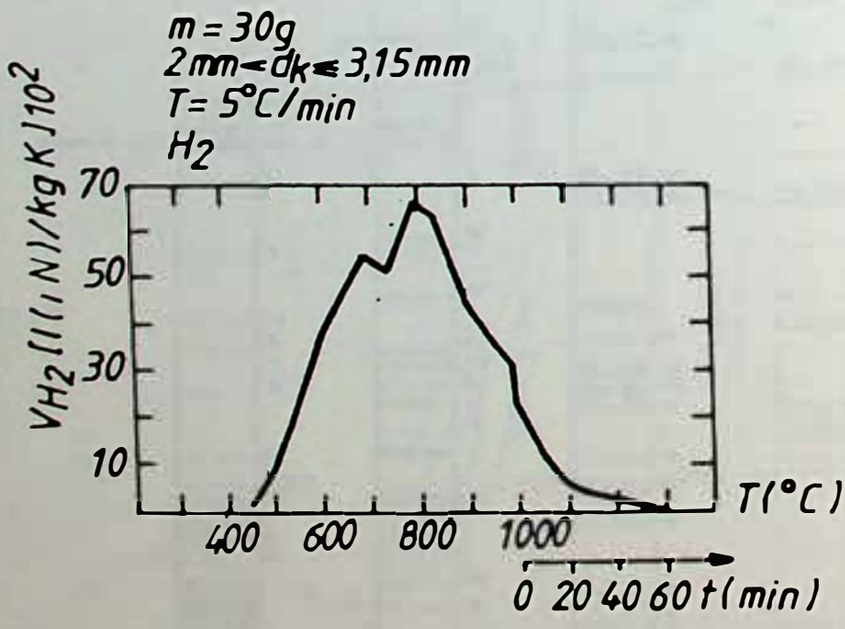


Fig. 6 HYDROGEN DEGASSING CURVE

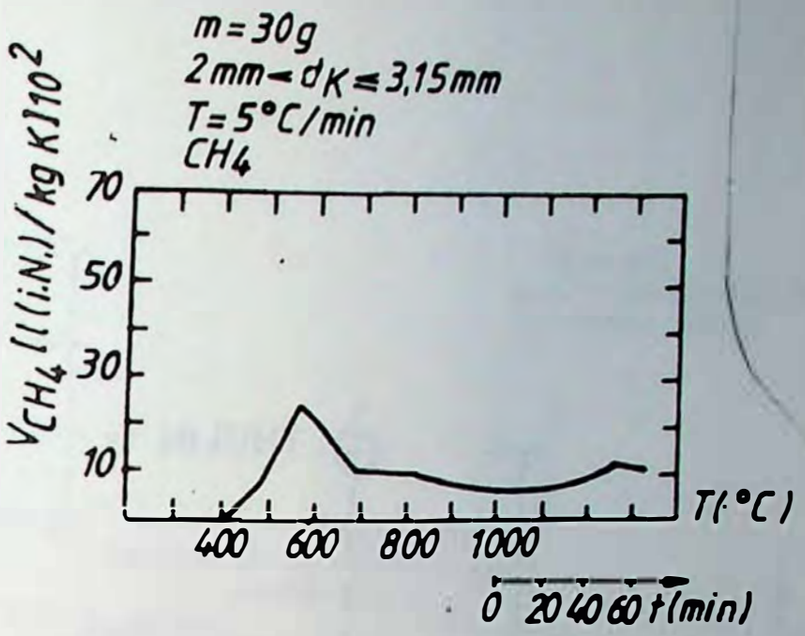
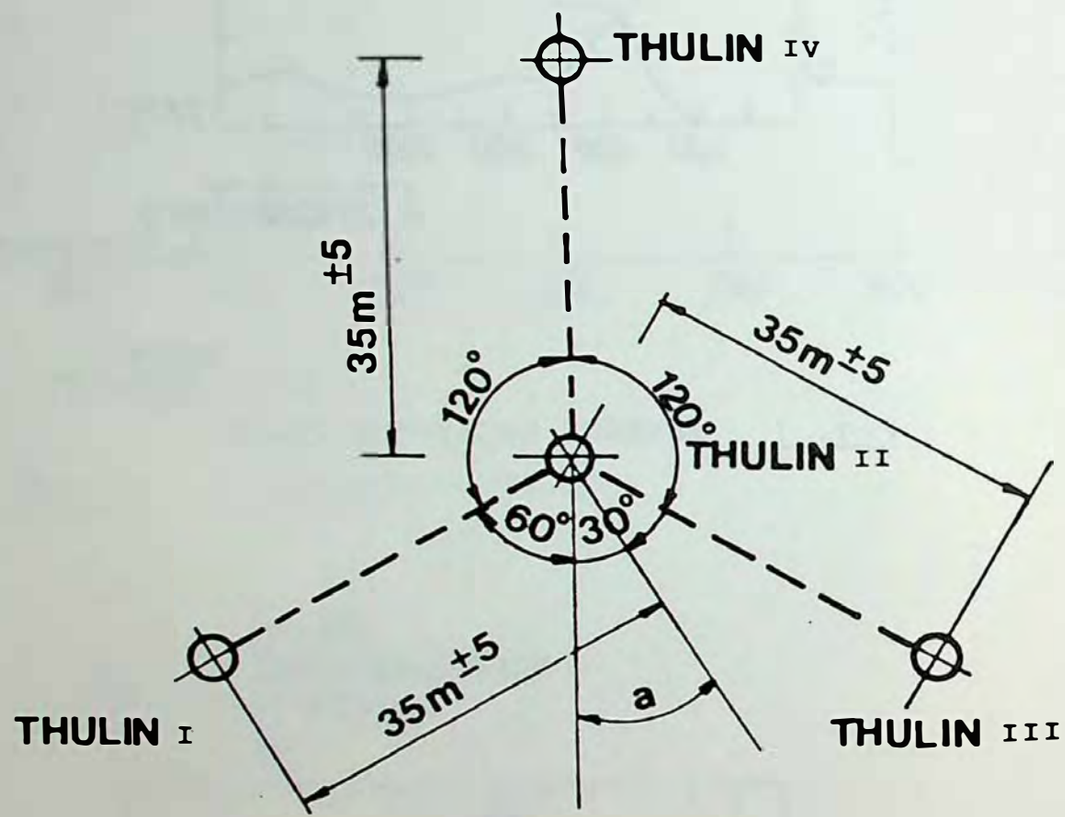
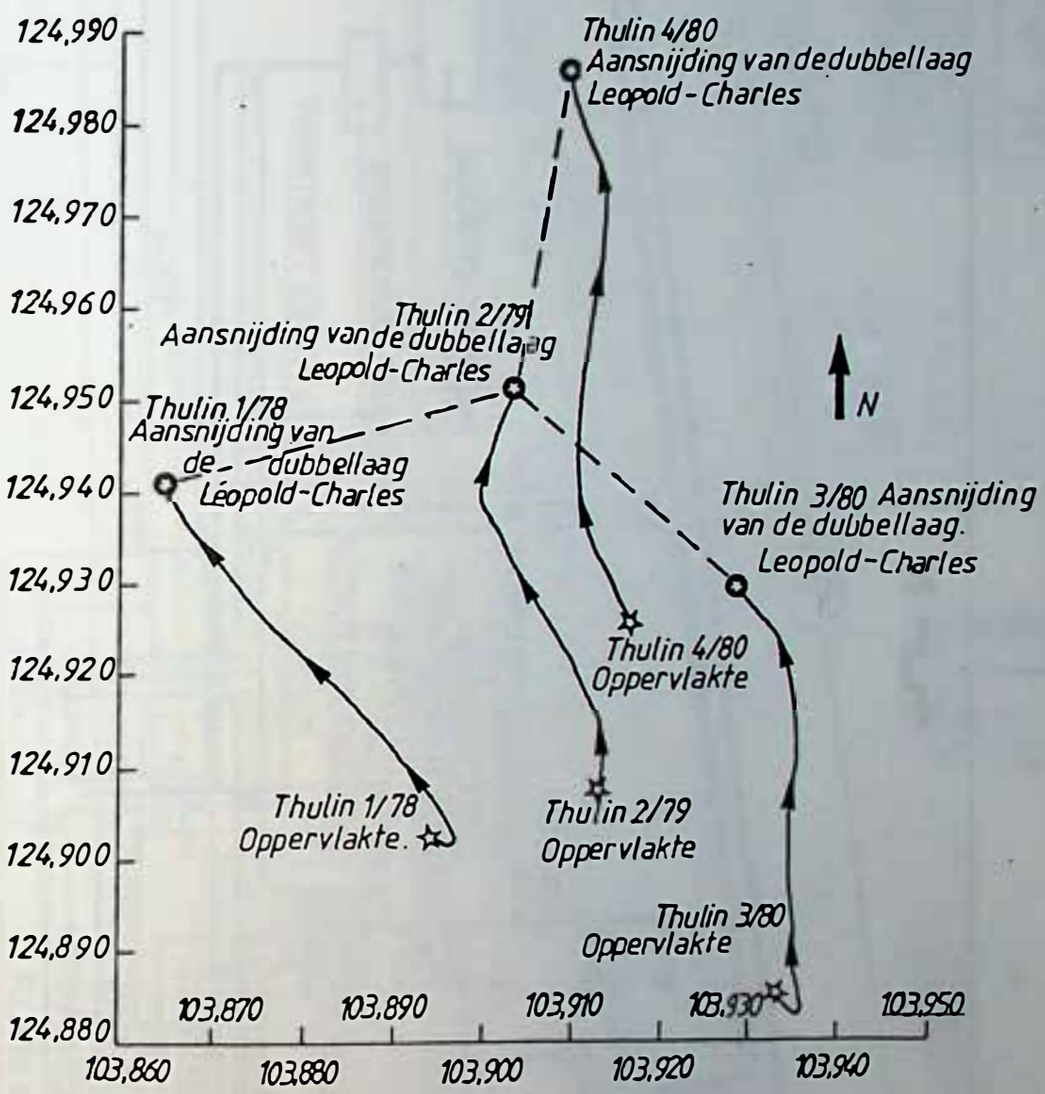


Fig. 7 METHANE DEGASSING CURVE



U C G	Figure 8 WELL PATTERN FOR THE FIRST STAGE OF THE IN-SITU EXPERIMENTS IN THULIN	Date Name

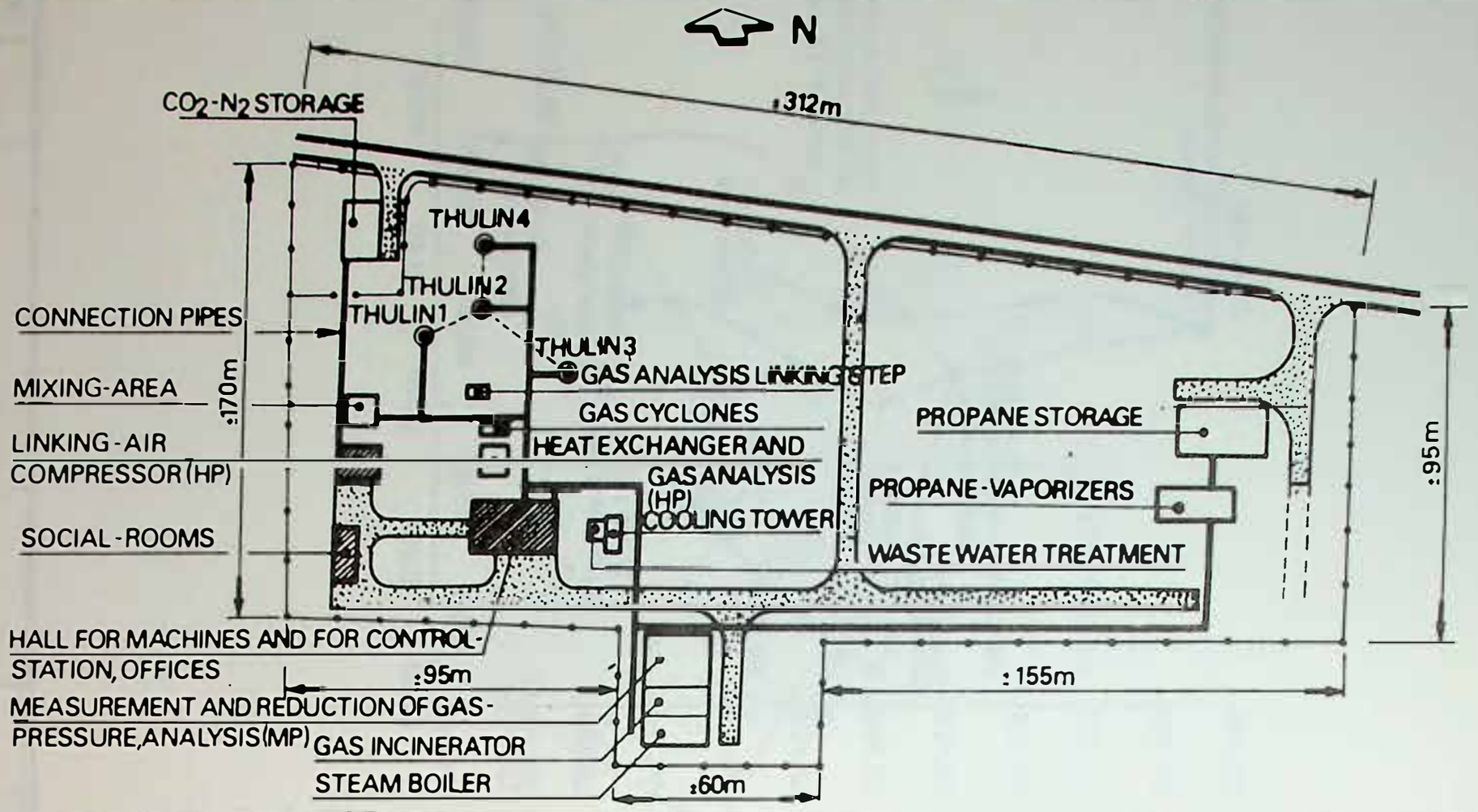


Figuur 9

AFWIJKING VAN DE BORINGEN VAN THULIN

Date

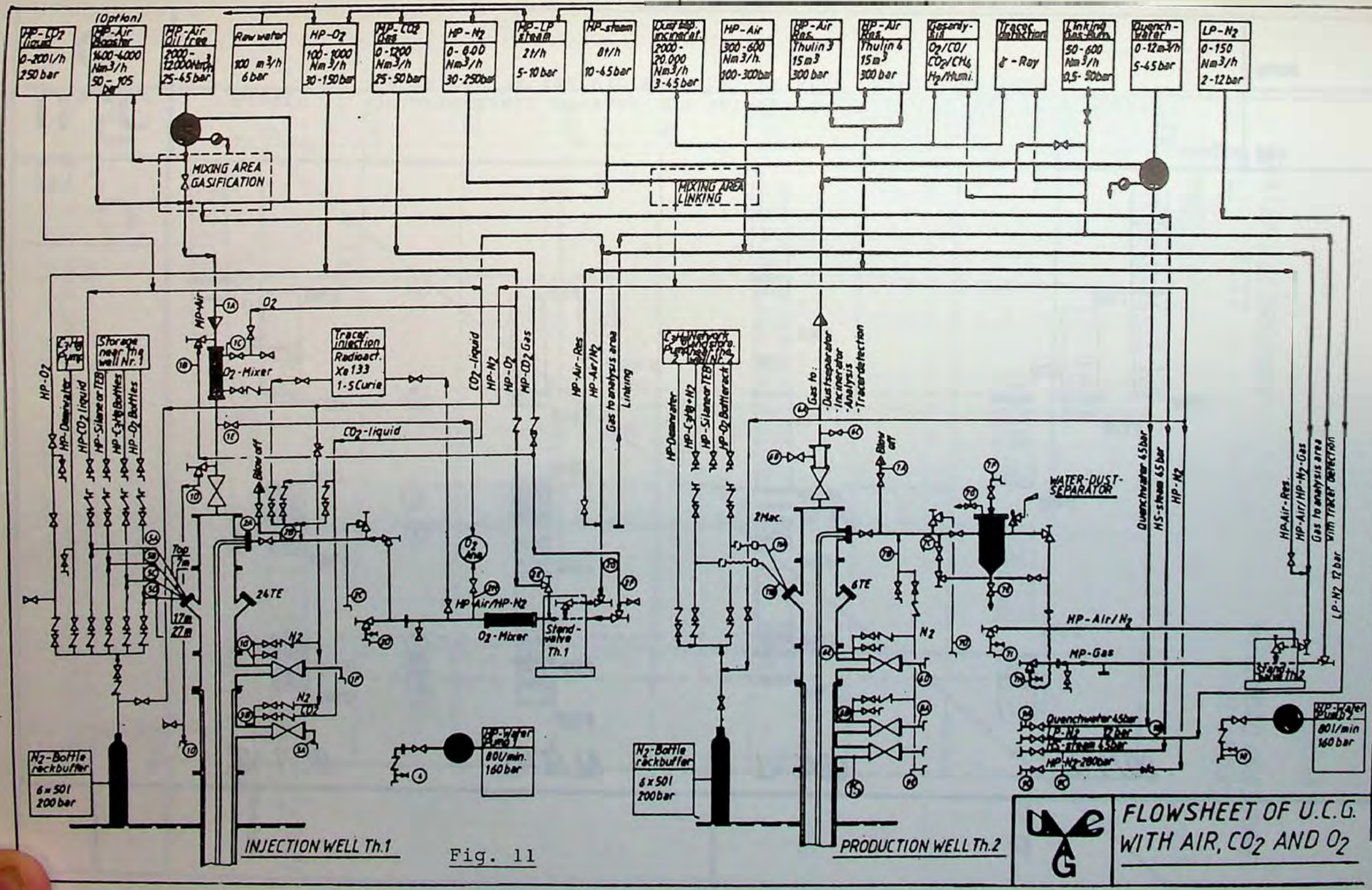
Name



Figuur 10 VEREENVOUDIGD PLAN MET DE LIGGING VAN DE INSTALLATIES

Date

Name


(Option)
HP-CO2 liquid
0-2001/h
250 bar
HP-Air Booster
1400-4000 Nm3/h
50-105 bar
HP-Air Oil free
2000-12000 Nm3/h
25-45 bar
Raw water
100 m3/h
6 bar
HP-O2
100-1000 Nm3/h
30-150 bar
HP-CO2 Gas
0-1200 Nm3/h
25-50 bar
HP-H2
0-600 Nm3/h
30-250 bar
HP-LP steam
2t/h
5-10 bar
HP-steam
8t/h
10-65 bar
Dust sep. incinerat.
2000-20.000 Nm3/h
3-45 bar
HP-Air
300-600 Nm3/h
100-300 bar
HP-Air Res.
Thulin 3
15 m3
300 bar
HP-Air Res.
Thulin 6
15 m3
300 bar
Gasanalysis
O2/CO/CO2/CH4 H2/Humi.
Tracer injection
γ-Ray
Linking Gas-Burn
50-600 Nm3/h
0,5-90 bar
Quench-water
0-12 m3/h
5-45 bar
LP-N2
0-150 Nm3/h
2-12 bar
MIXING AREA GASIFICATION
MIXING AREA LINKING
HP-Air
O2
O2-Mixer
Tracer injection
Radioact. Xe 133
1-5 Curie
CO2-liquid
HP-N2
HP-O2
HP-CO2 Gas
HP-Air-Res
HP-Air/N2
Gas to analysis area Linking
HP-O2
HP-Demineter
HP-CO2 liquid
HP-Silencer TEB
HP-C3H8 Bottles
HP-O2 Bottles
Storage near the well Nr. 1
C3H8 Pump
Blow off
Top 7m
17m
27m
24TE
HP-Air/HP-N2
O2-Mixer
Stand-valve Th.1
N2
N2 CO2
N2-Bottle rackbuffer
6 x 50 l
200 bar
HP-Water Pump 1
80 l/min.
160 bar
INJECTION WELL Th.1
Fig. 11
Gas to:
-Dustseparator
-Incinerator
-Analysis
-Tracerdetection
HP-Demineter
HP-C3H8+H2
HP-Silencer TEB
HP-O2 Batterrack
Blow off
2 Mac.
6TE
WATER-DUST-SEPARATOR
Quenchwater 45 bar
HS-steam 45 bar
HP-N2
HP-Air/HP-N2-Gas
Gas to analysis area with TRACER detection
LP-N2 12 bar
HP-Air/N2
MP-Gas
Quenchwater 45 bar
LP-N2 12 bar
HS-steam 45 bar
HP-N2 280 bar
HP-Water Pump 2
80 l/min
160 bar
N2-Bottle rackbuffer
6 x 50 l
200 bar
PRODUCTION WELL Th.2
FLOWSHEET OF U.C.G. WITH AIR, CO2 AND O2

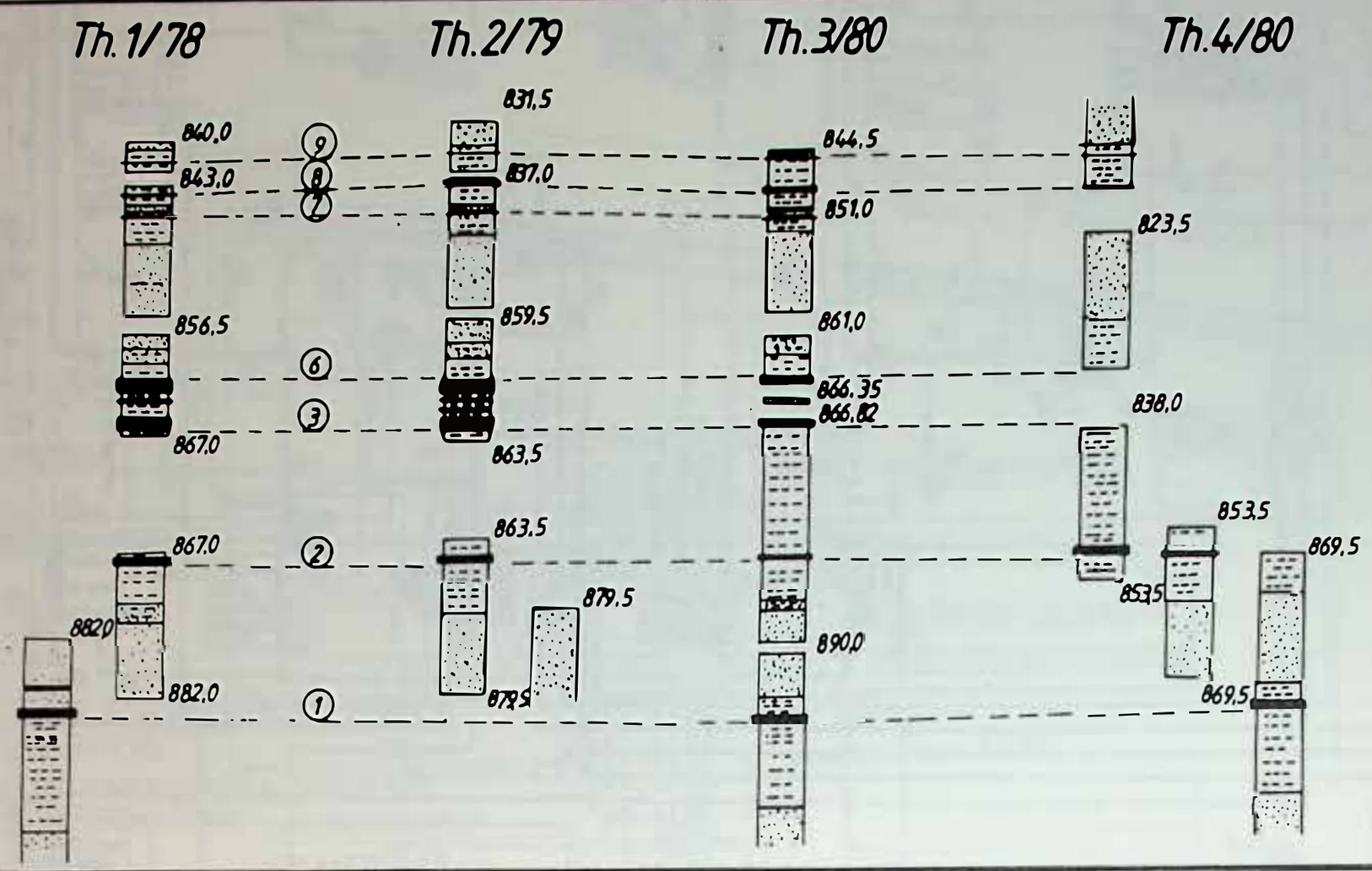
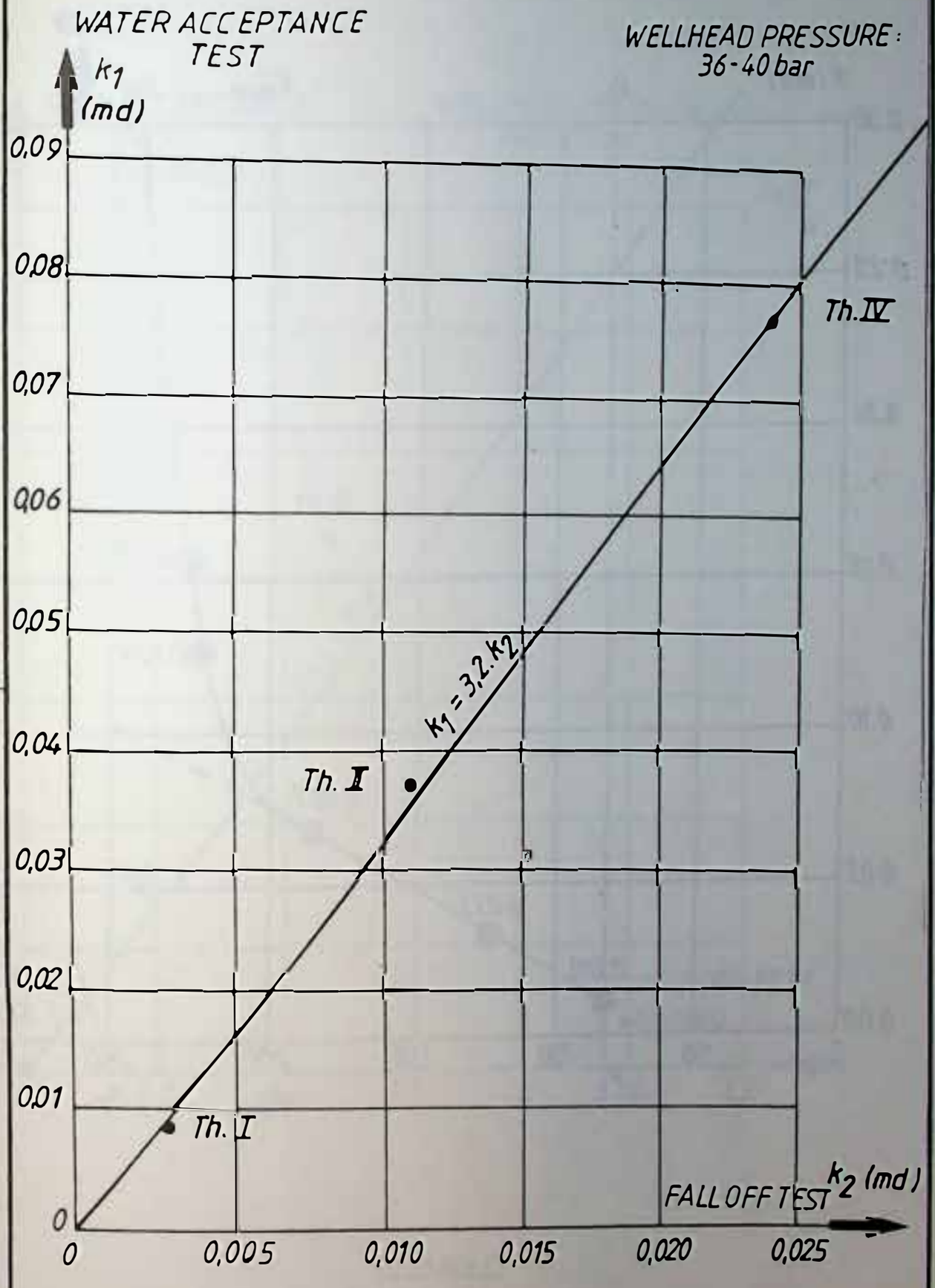


Figure 12 STRATIGRAPHIC CORRELATION BETWEEN THE ZONES OF THE FOUR WELLS OF THULIN IN THE VICINITY OF THE SEAM LEOPOLD-CHARLES

Date

Name



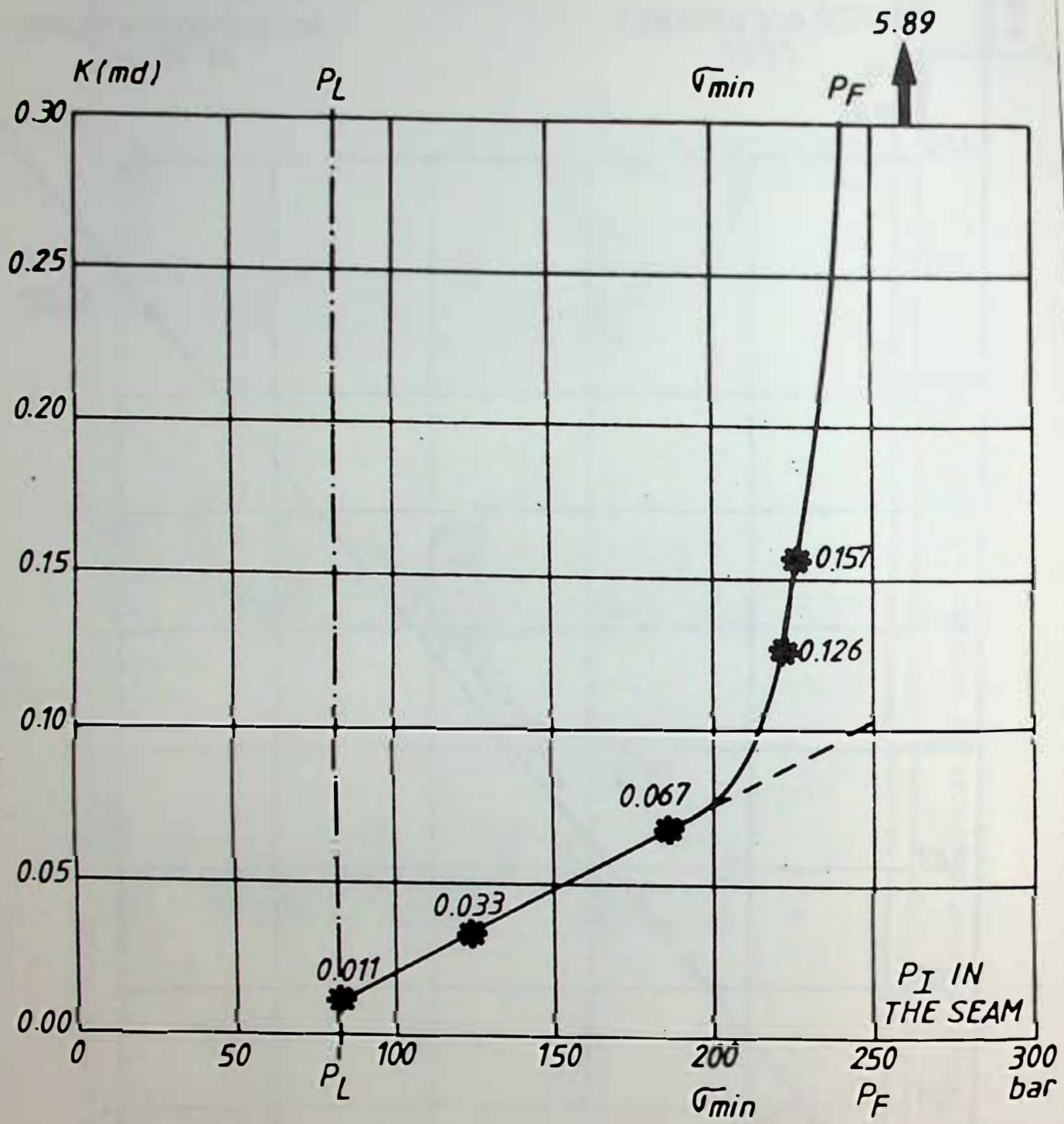
Figuur 13

VERBAND TUSSEN DE PERMEABILITEITSWAARDEN AFGELEID UIT DE "WATER ACCEPTANCE TEST" EN DE "FALL OFF TEST"

U C G

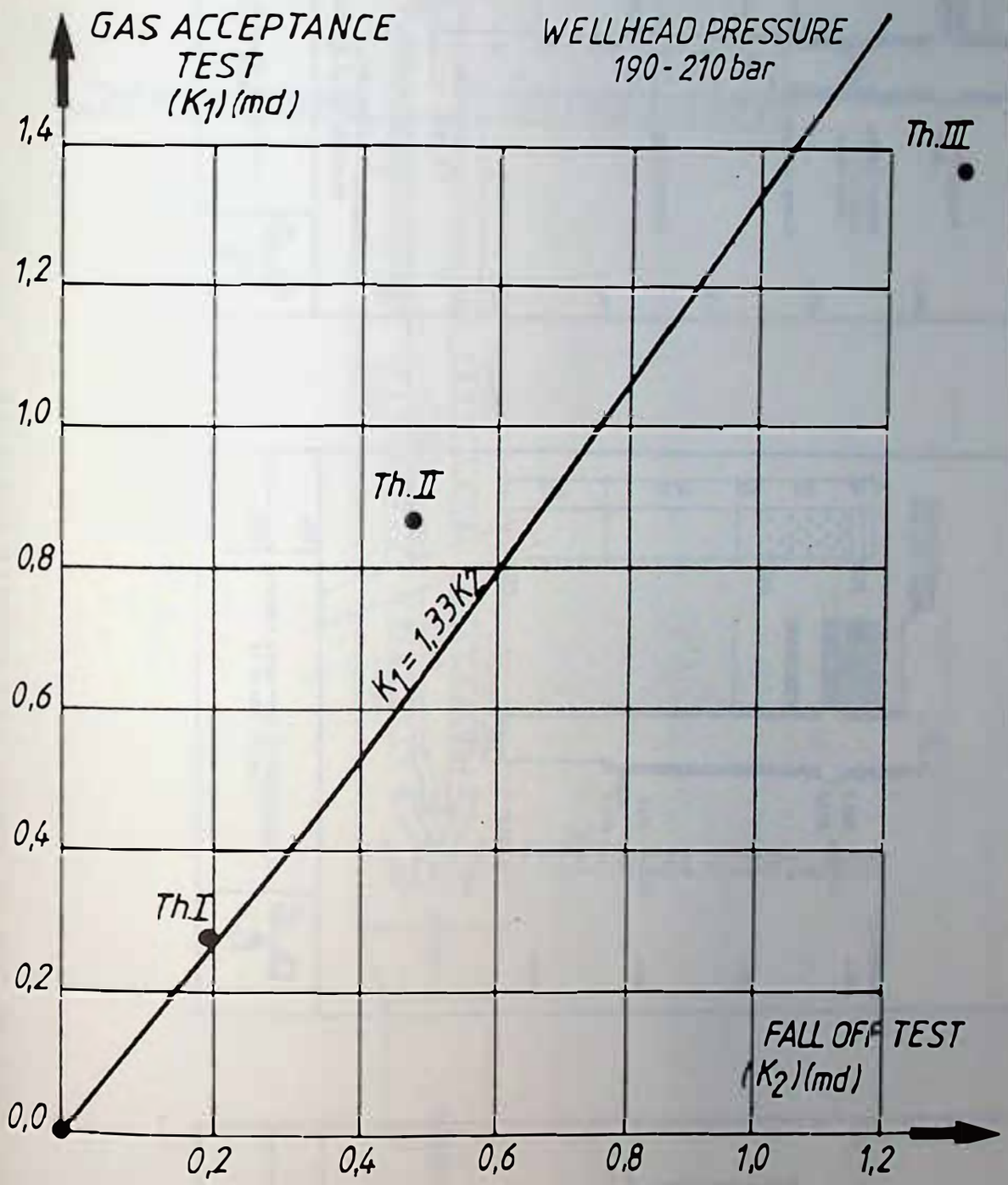
Date

Name



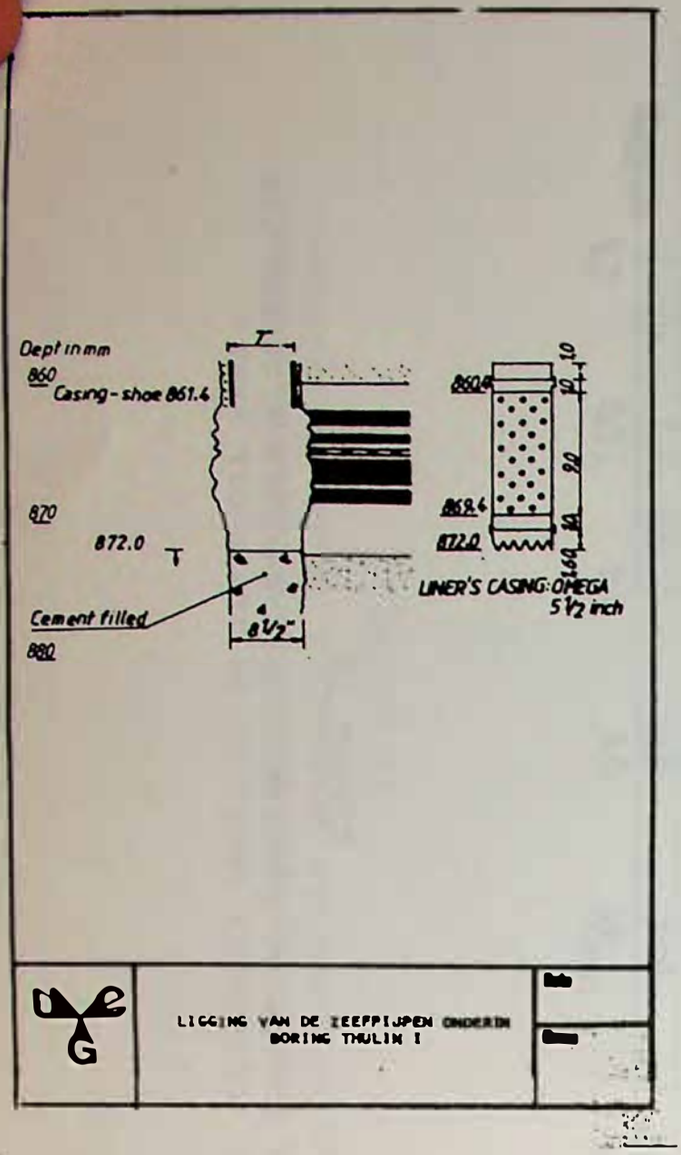
Figuur 14

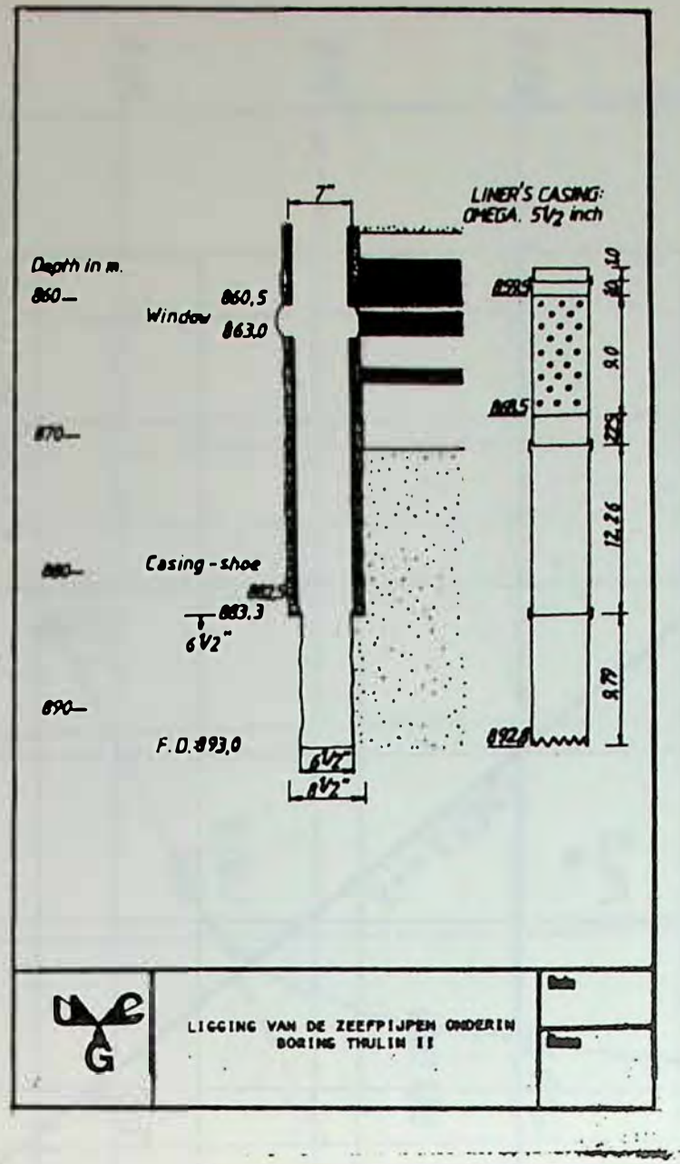
VERANDERING VAN DE SCHIJNBARE PERMEABILITEIT IN FUNCTIE VAN DE INJECTIEDRUK TER HOOGTE VAN DE LAAG

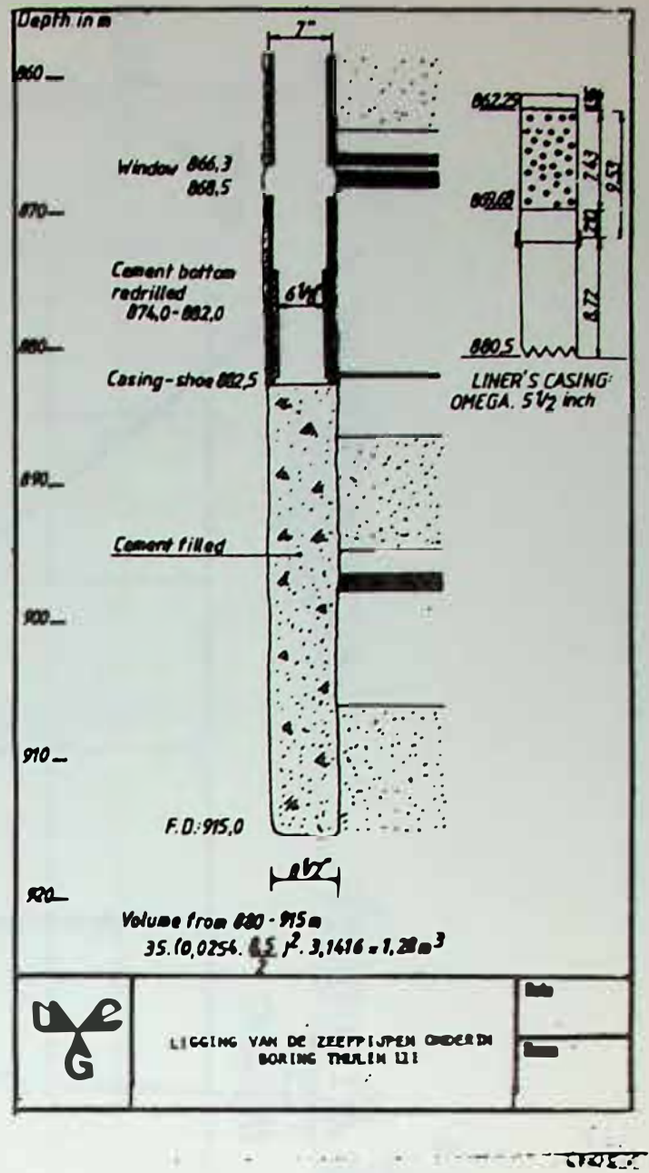


Figuur 15

VERBAND TUSSEN DE PERMEABILITEITSWAARDEN AFGELEID UIT DE "GAS ACCEPTANCE TEST" EN DE "FALL OFF TEST"







Figuur 16 LIGGING VAN DE ZEEFPIJPEN ONDERIN BORINGEN I, II, III.

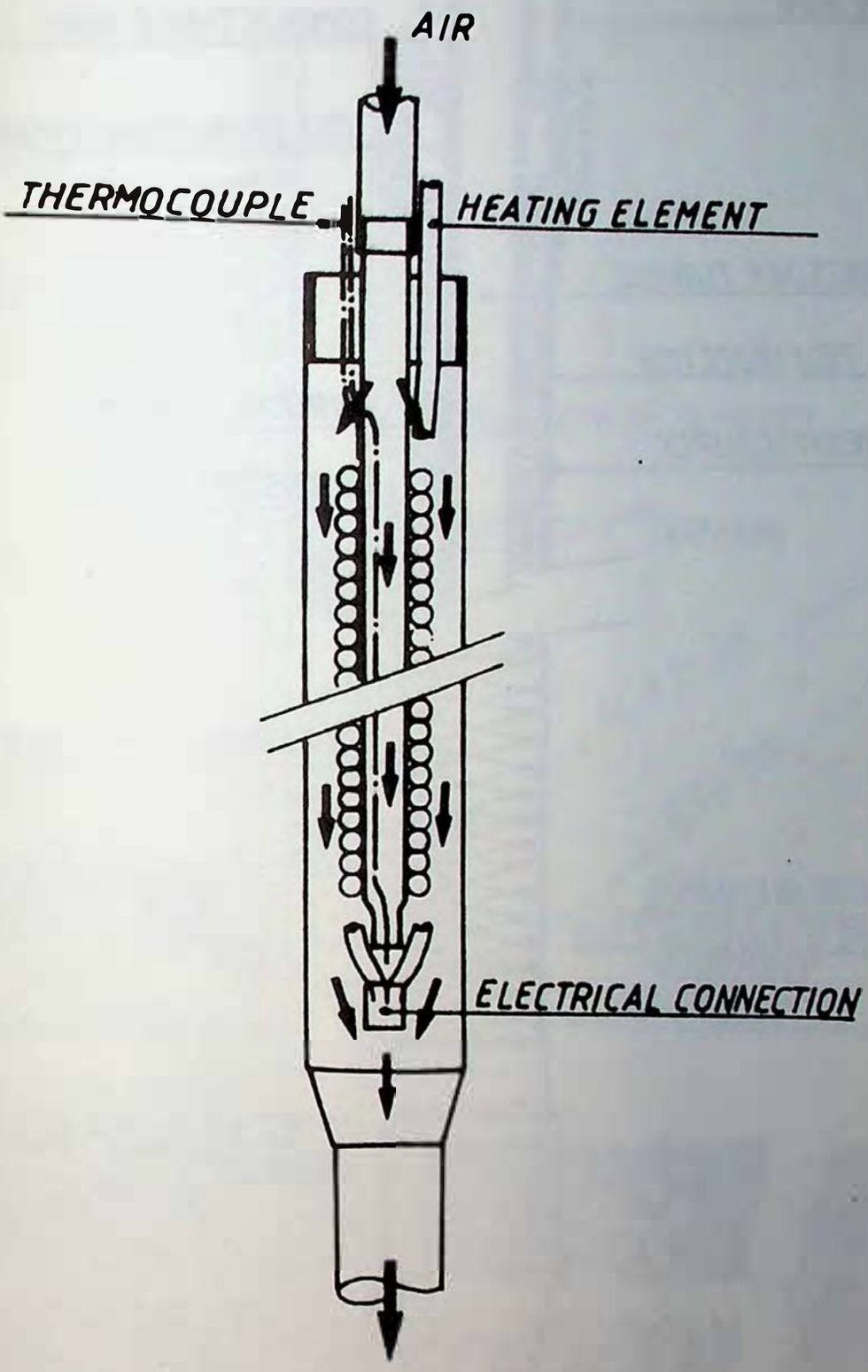


Figure 17 SKETCH OF THE ELECTRICAL IGNITER

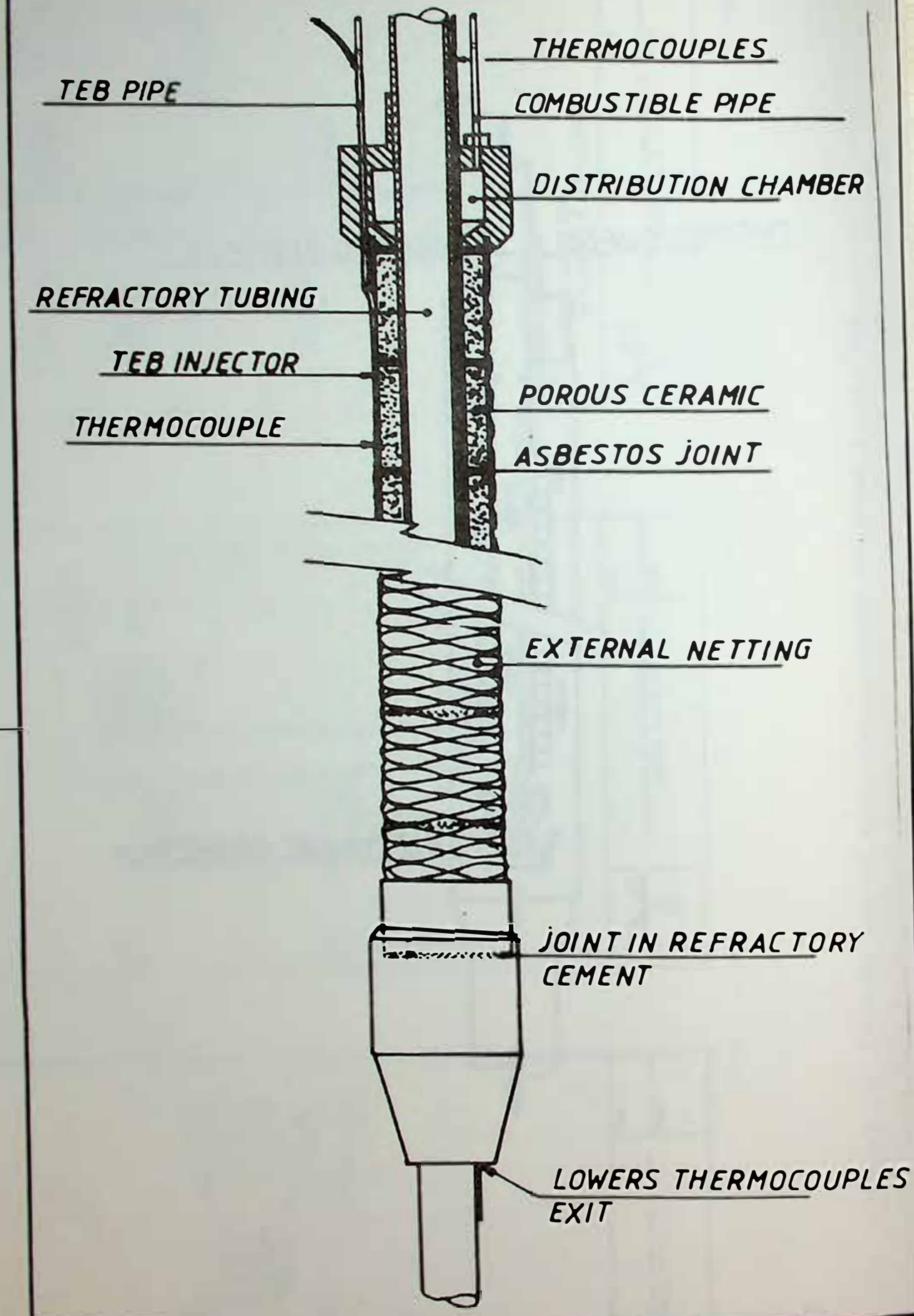


Figure 18

IGNITION TORCH

Date

Name

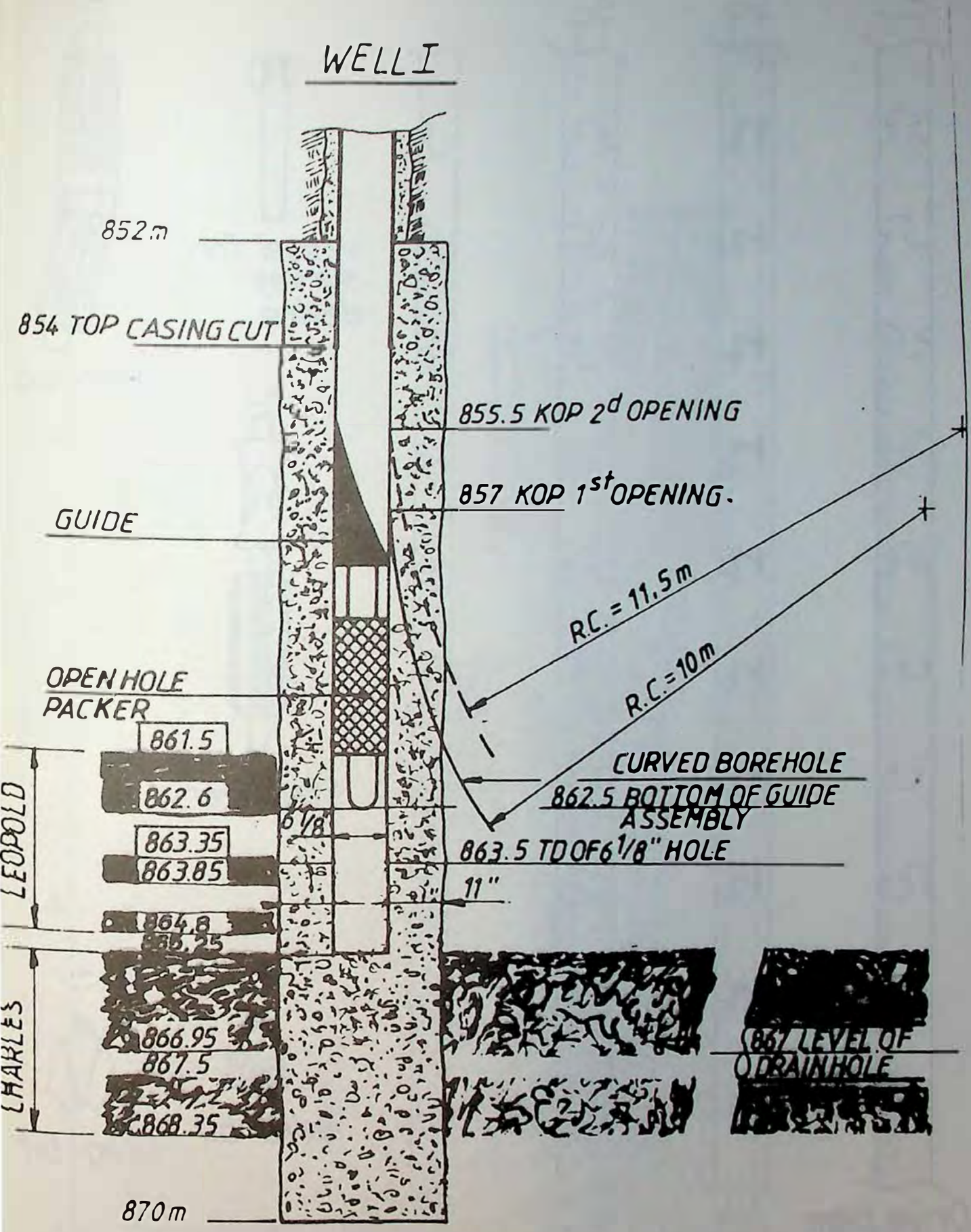


Figure 19 WELL I REWORKED PLAN

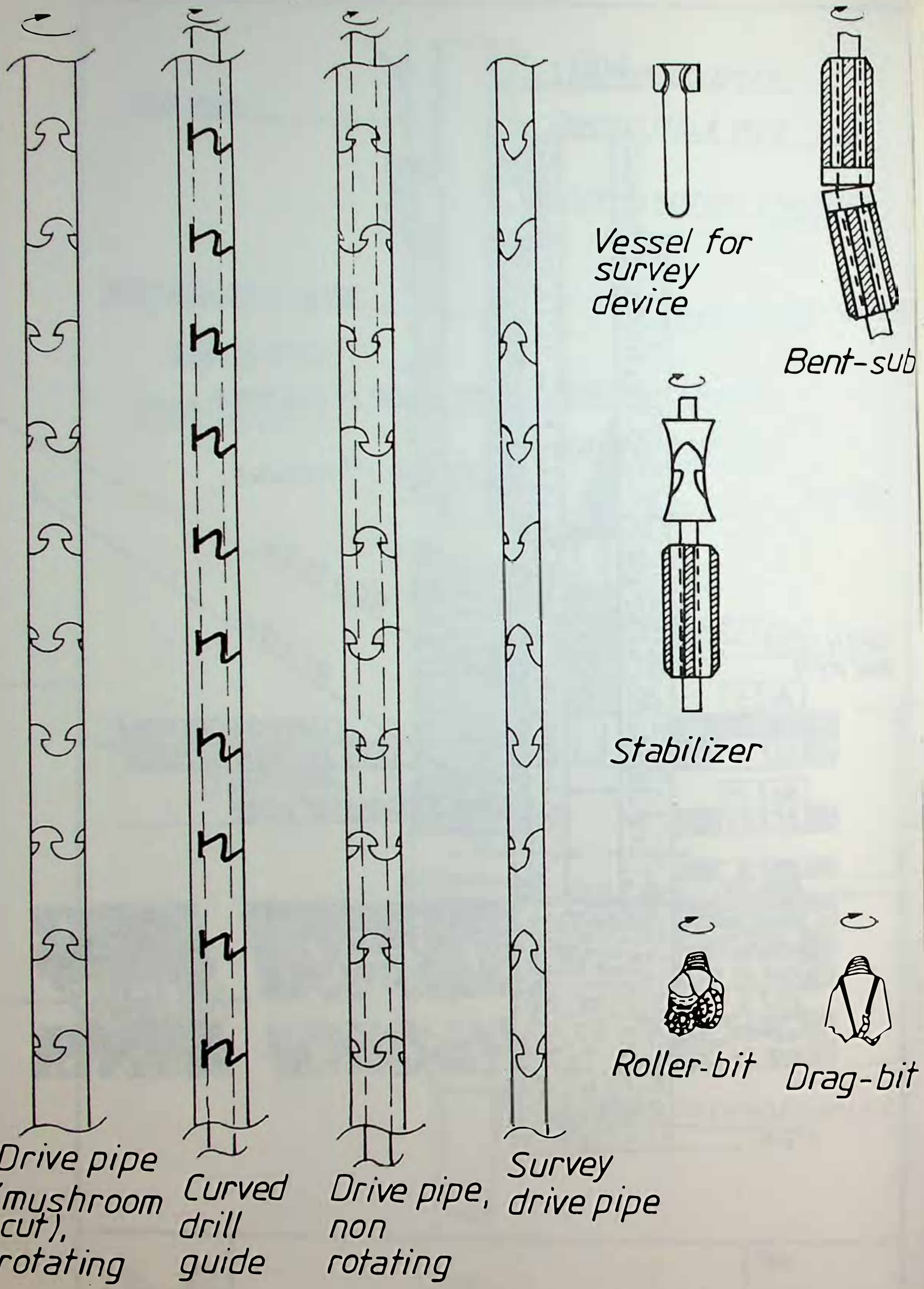


Figure 20 PRINCIPAL BOTTOM HOLE ASSEMBLY CONSTITUANTS

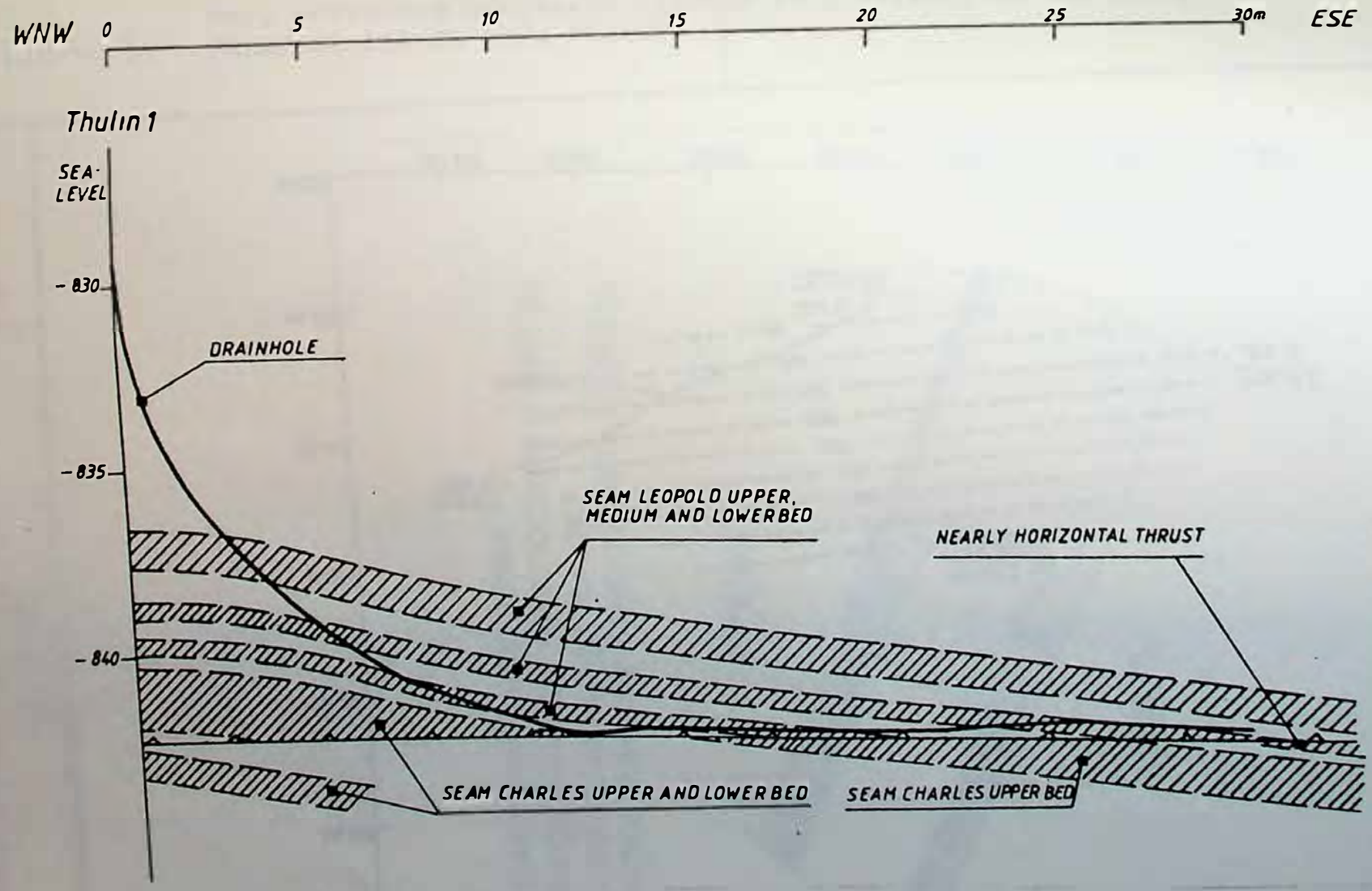


Figure 21 ASSUMED DRAINHOLE POSITION INSIDE LEOPOLD-CHARLES SEAM

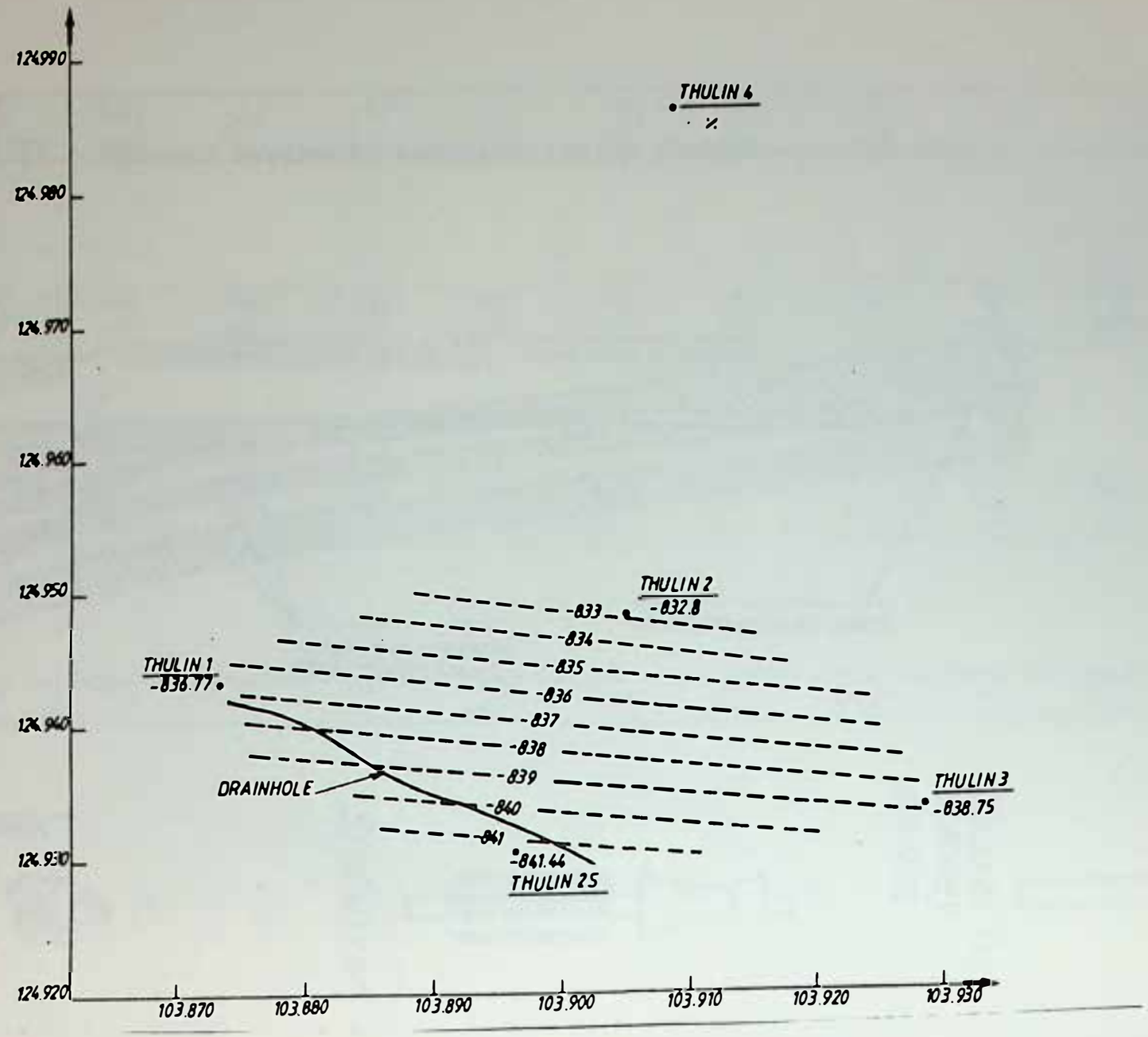
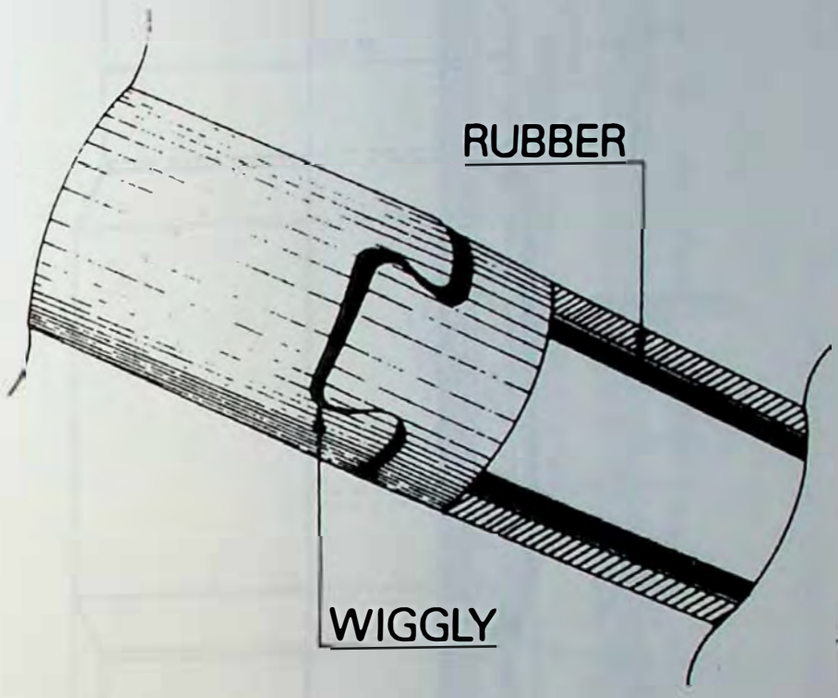


Figure 22 LEVEL OF TOP OF SEAM LEOPOLD
well positions corrected (figure in m related to sea level)



WIGGLY tube: outside diameter: 108 mm
: inside diameter: 88 mm
RUBBER hose: outside diameter: 85 mm
: inside diameter: 70 mm

Figure 23

FLEXIBLE LINER BASED ON FLAME CUTS.

Date

Name

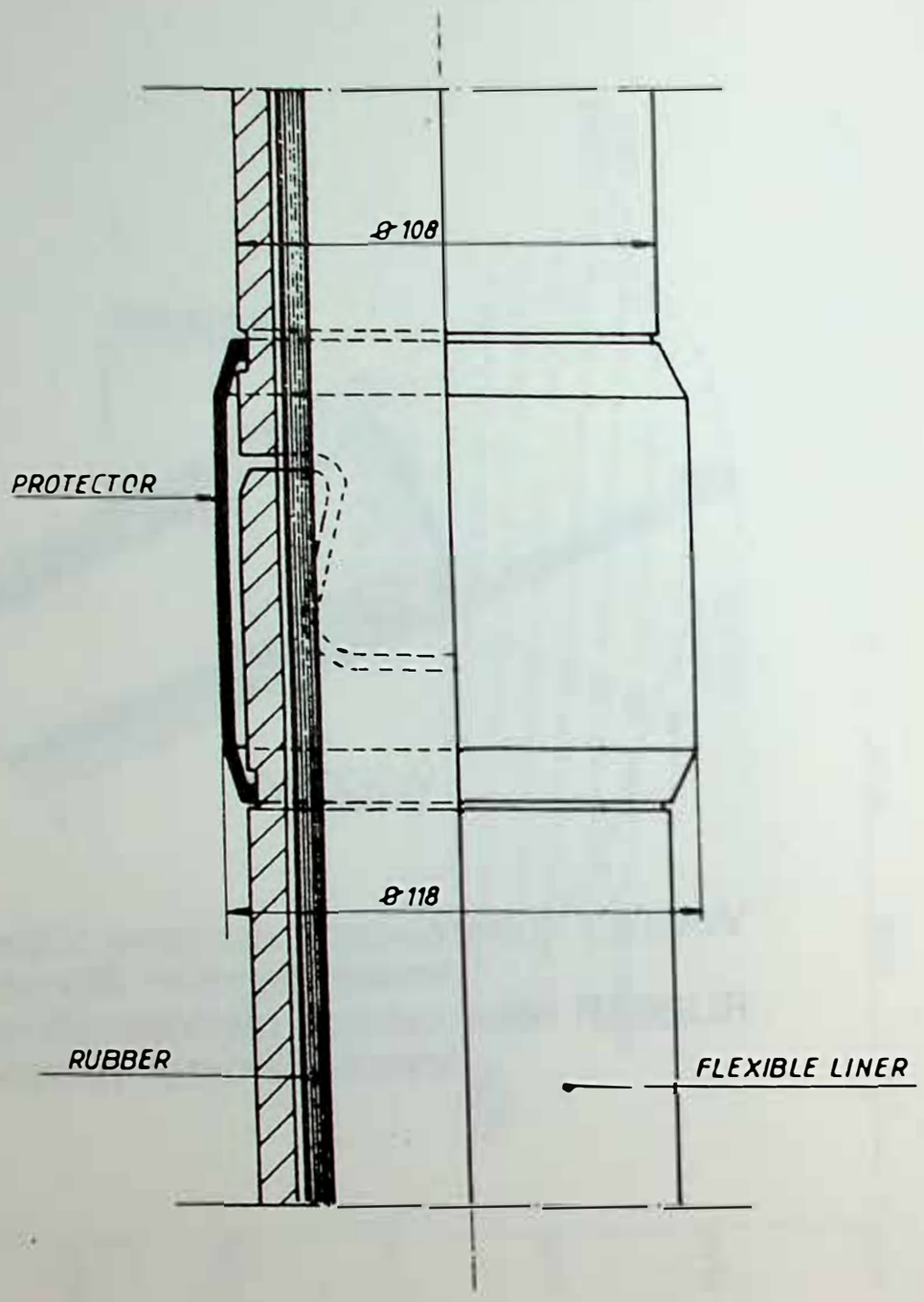


Figure 24

FLEXIBLE FLAME CUTS LINER WITH PROTECTORS.

Date

Name

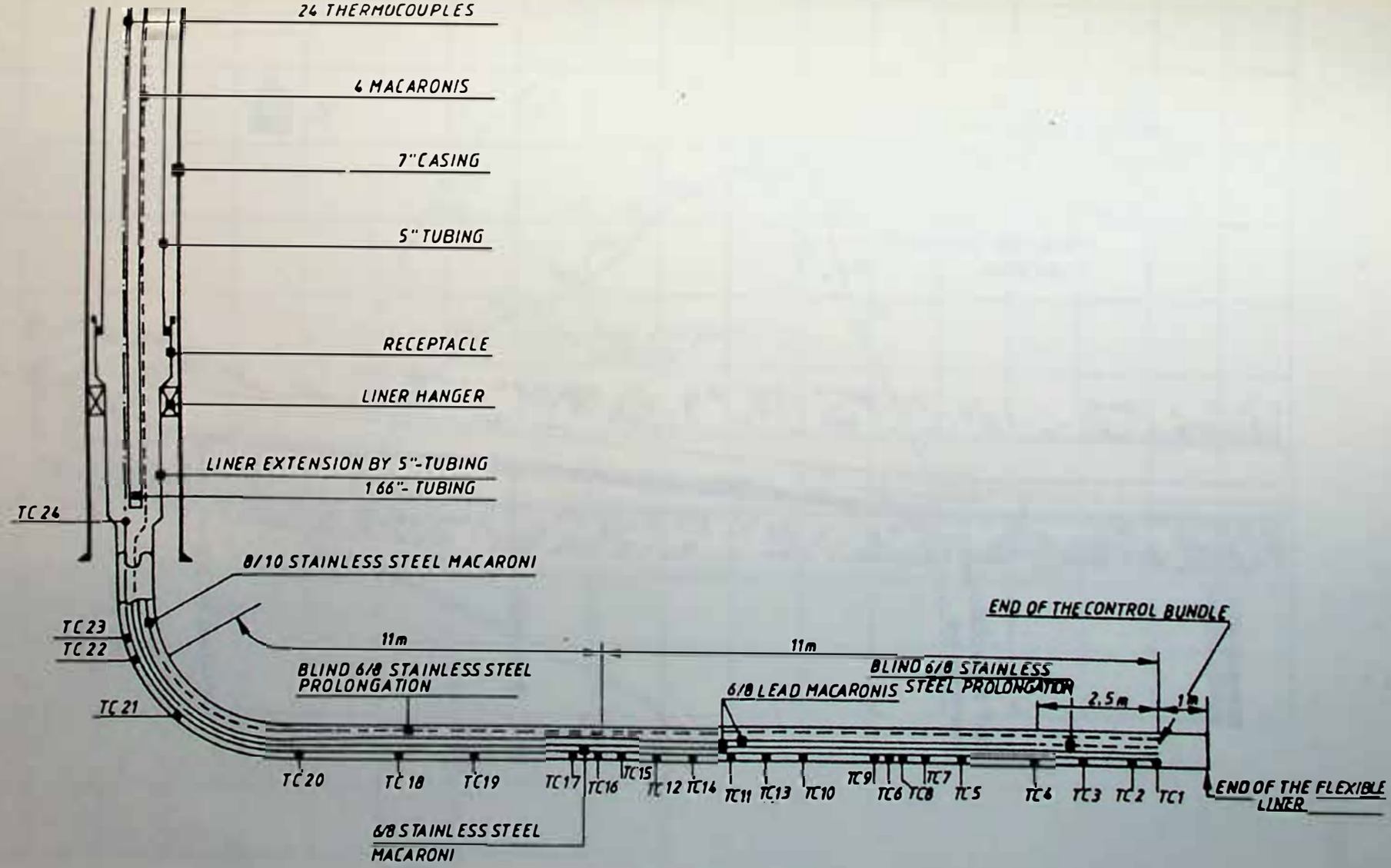


Figure 25 SCHEMATIC OF THE COMPLETION OF THE INJECTION WELL THULIN I

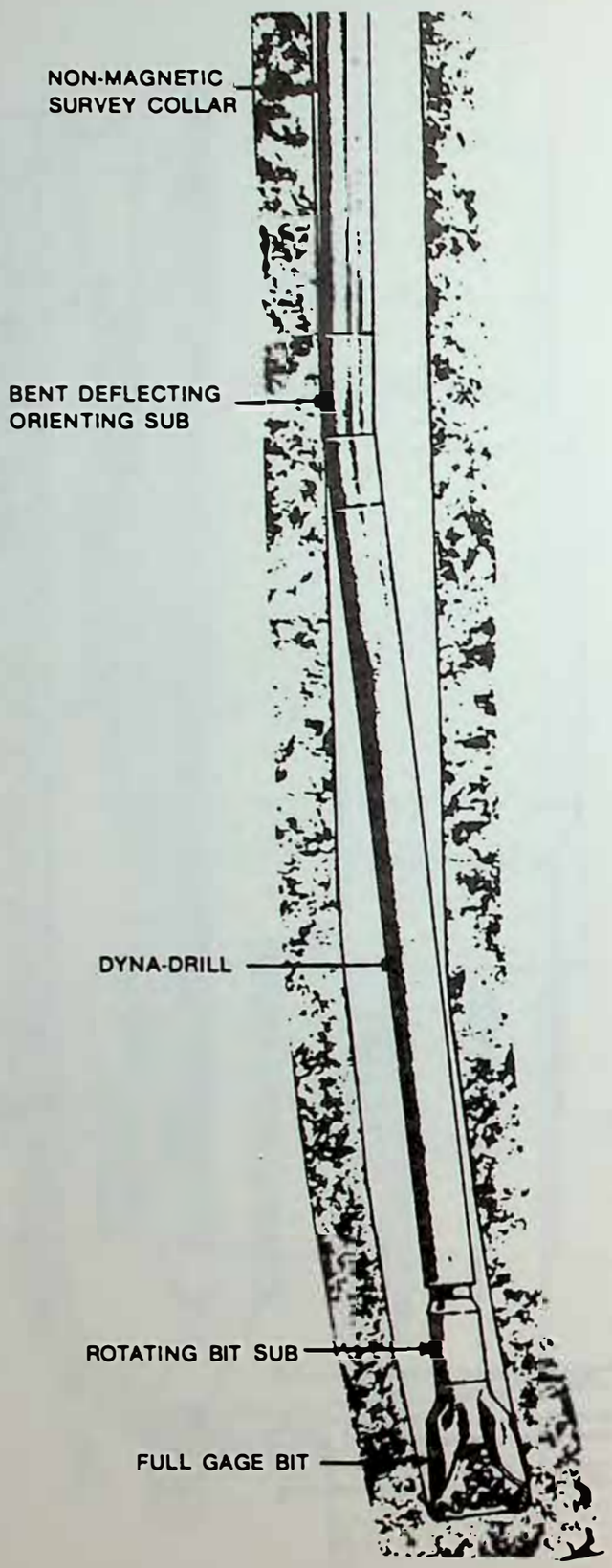


Figure 26

DOWNHOLE MOTOR ASSEMBLY

Date

Name

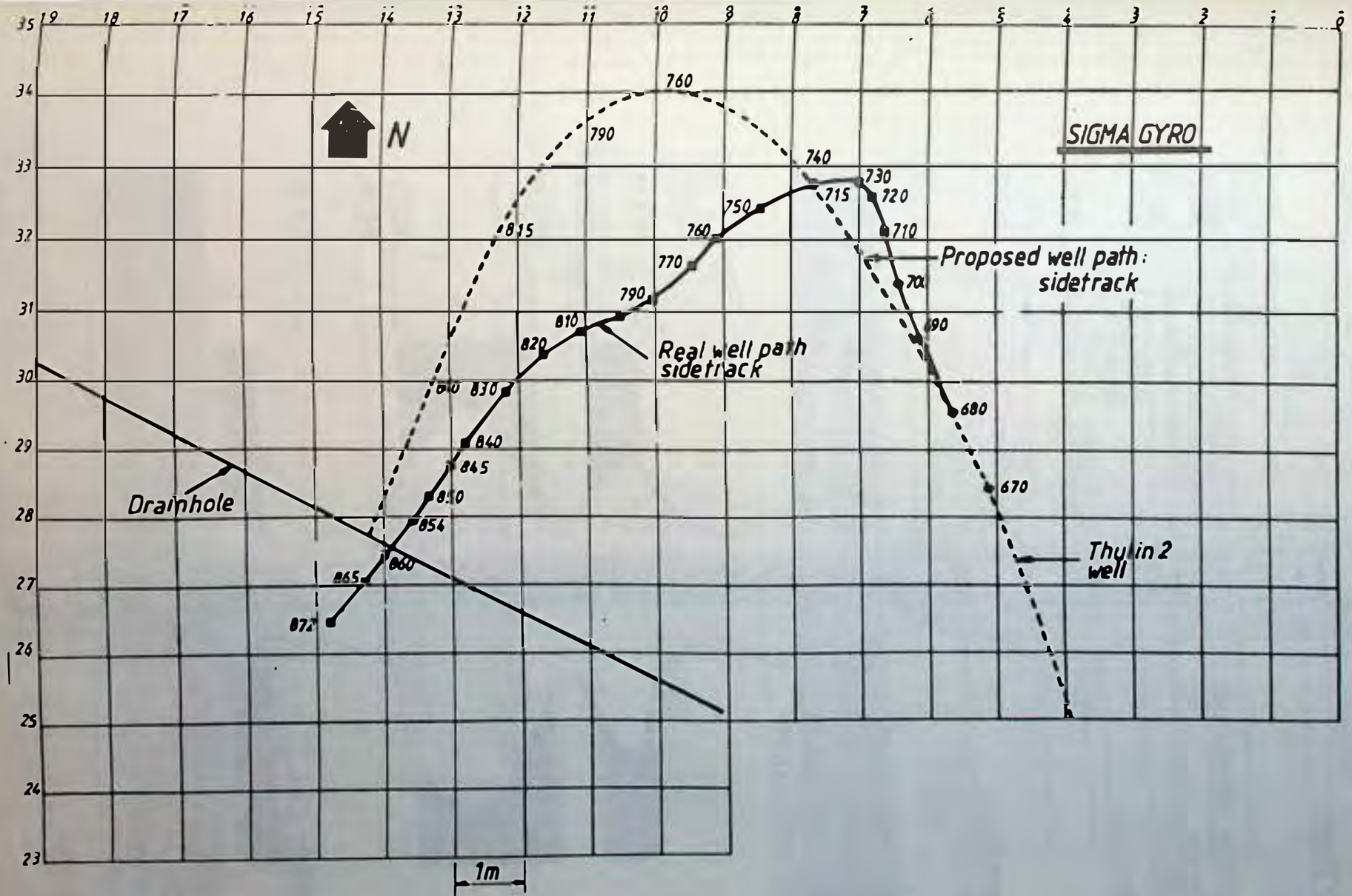
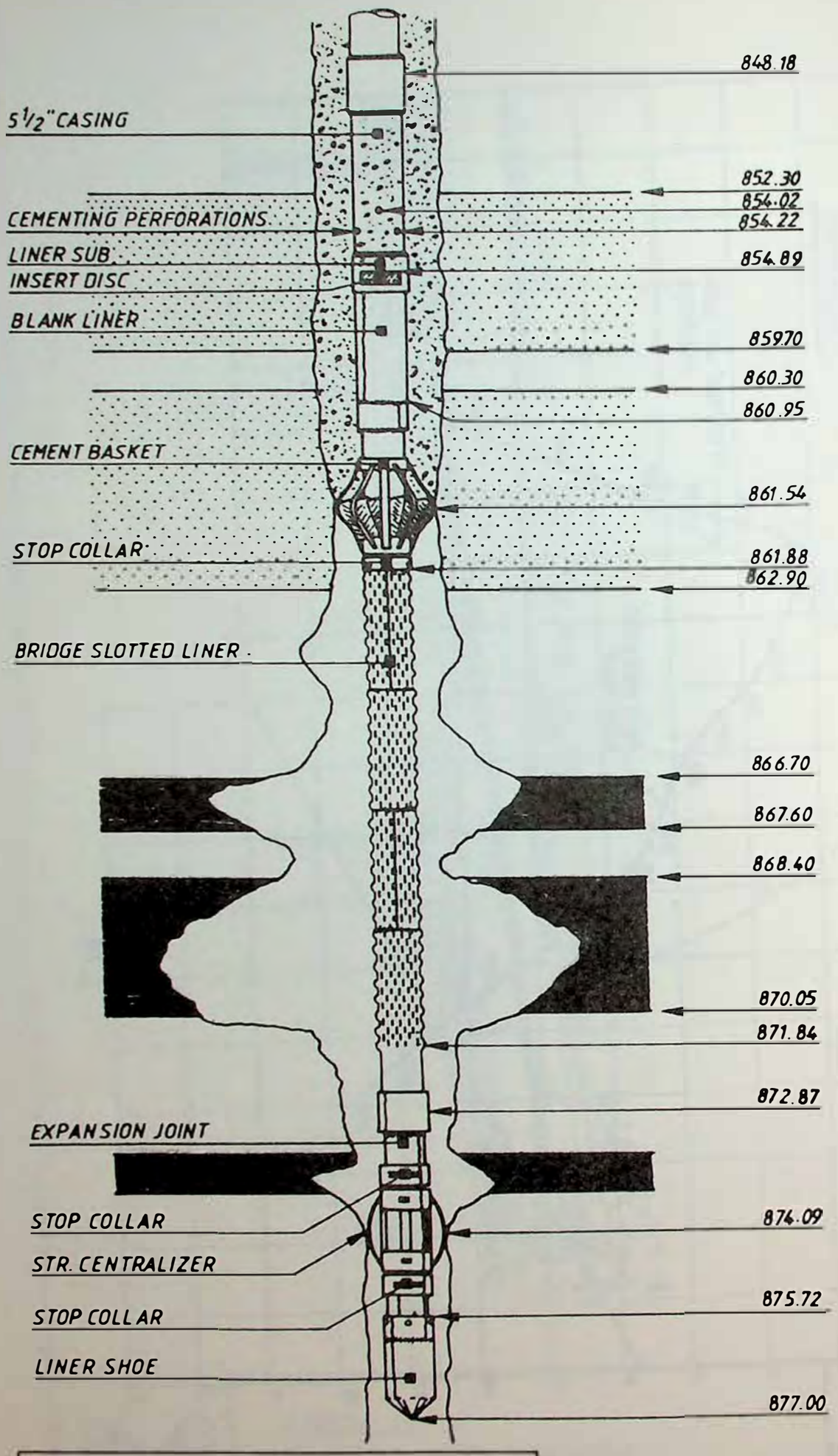


Figure 27 SURFACE PLAN VIEW



REMARK: THE STRING LENGTH HAS NOT BEEN CORRECTED NEITHER FOR THE ELASTIC ELONGATION NOR FOR THE THERMAL EXPANSION

Figure 28

THULIN II DOWNHOLE ASSEMBLY

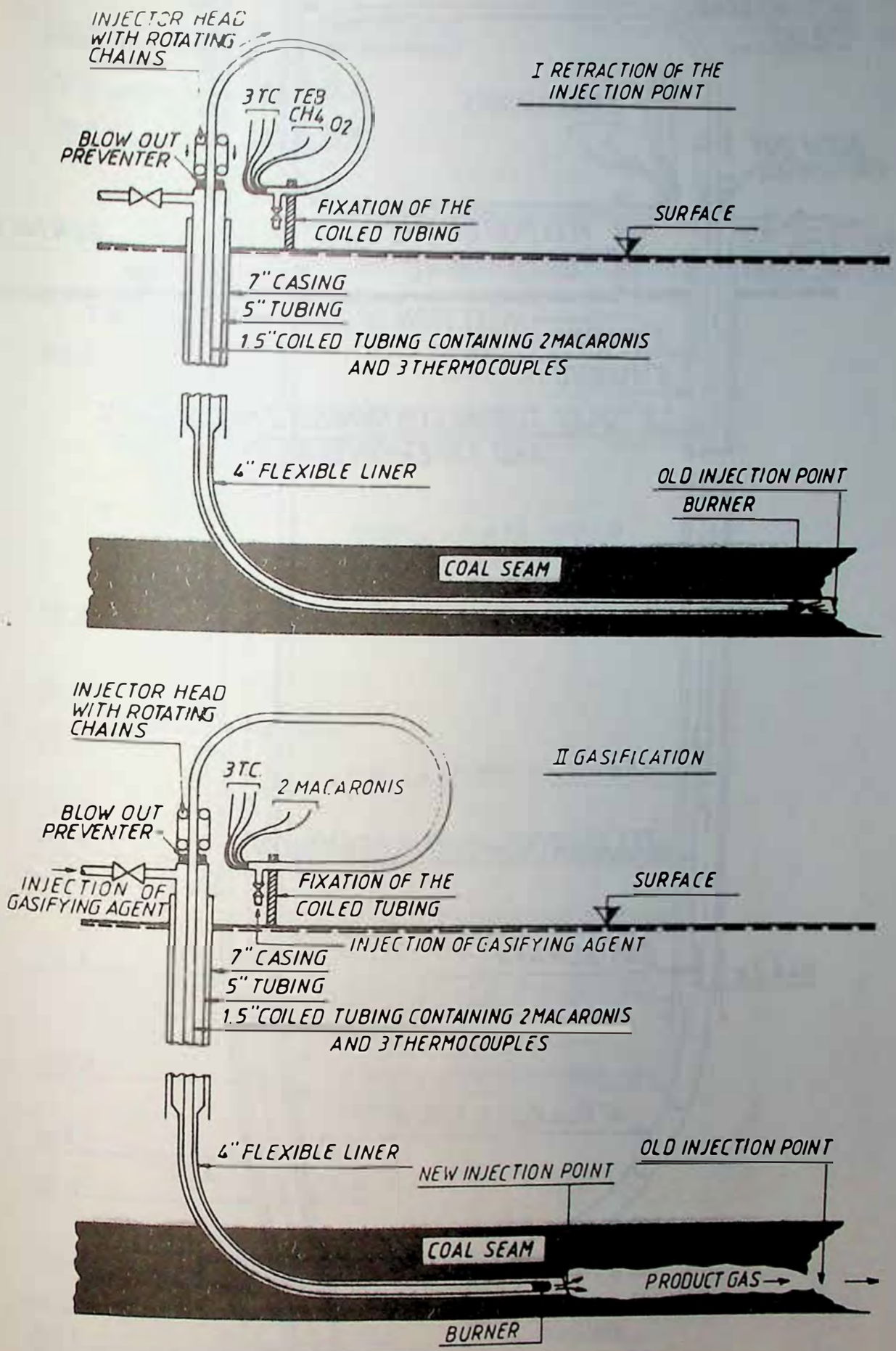
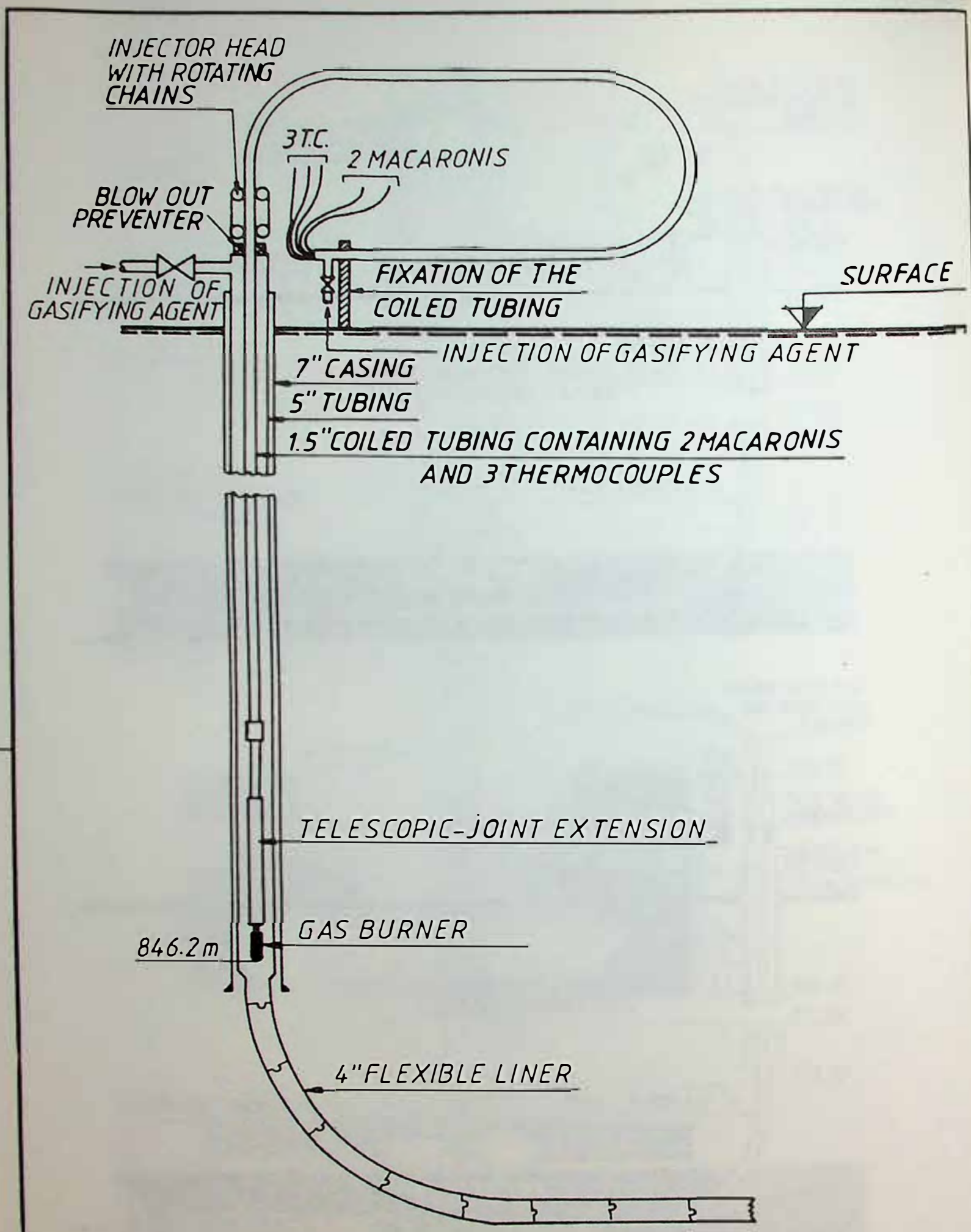


Figure 29 MANOEUVRES WITH THE COILED TUBING INCLUDING THE INTERNAL BUNDLE



Figuur 30

UCG	INJECTION WELL COMPLETION	BELGIAN-GERMAN IN-SITU GASIFICATION EXPERIMENT		
		Drawing N°	Date	Name
		140.061	17.3.88	P.Y.

Boussart et Boulanger S A. Liège PGH 20 8

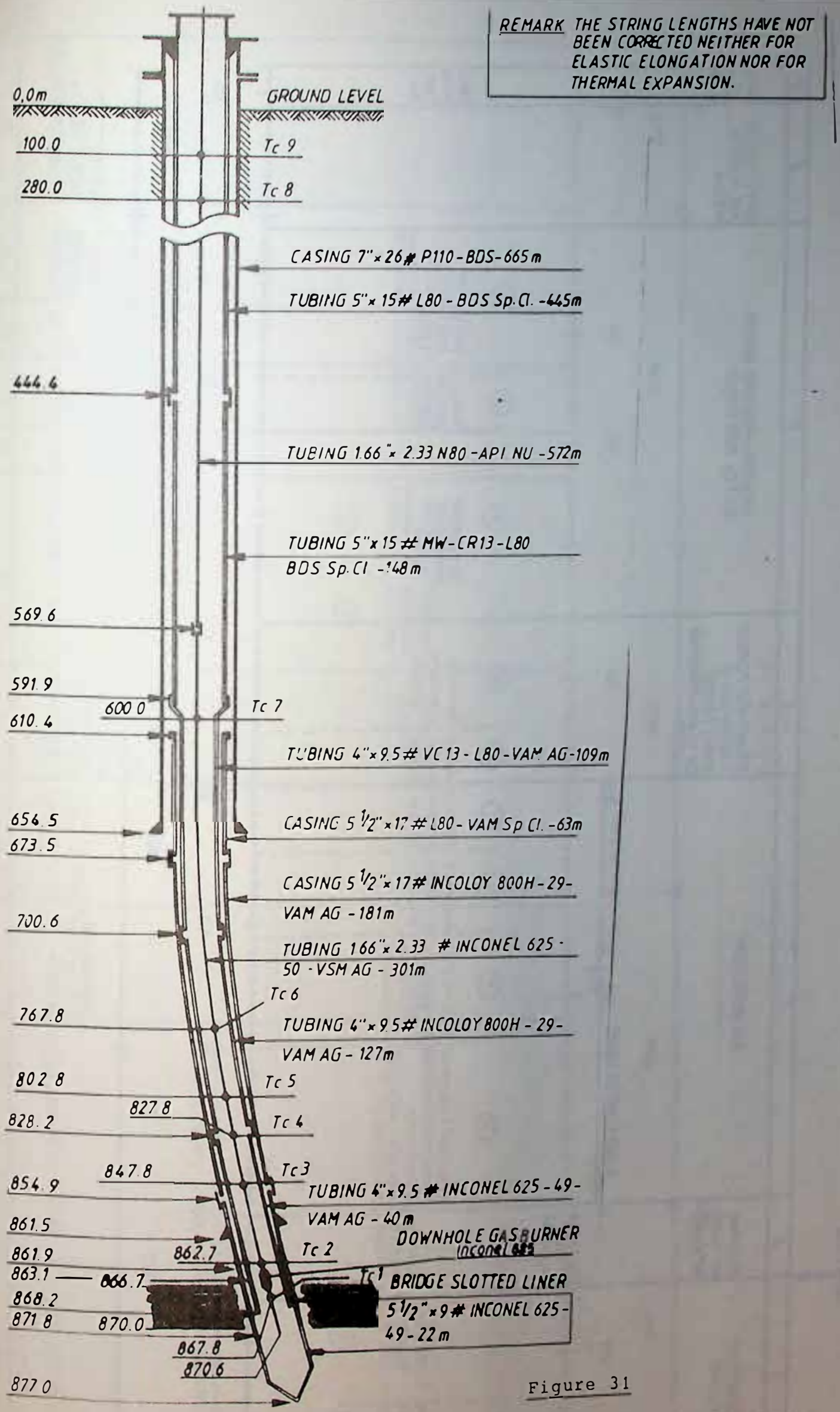


Figure 31

THULIN II WELL COMPLETION

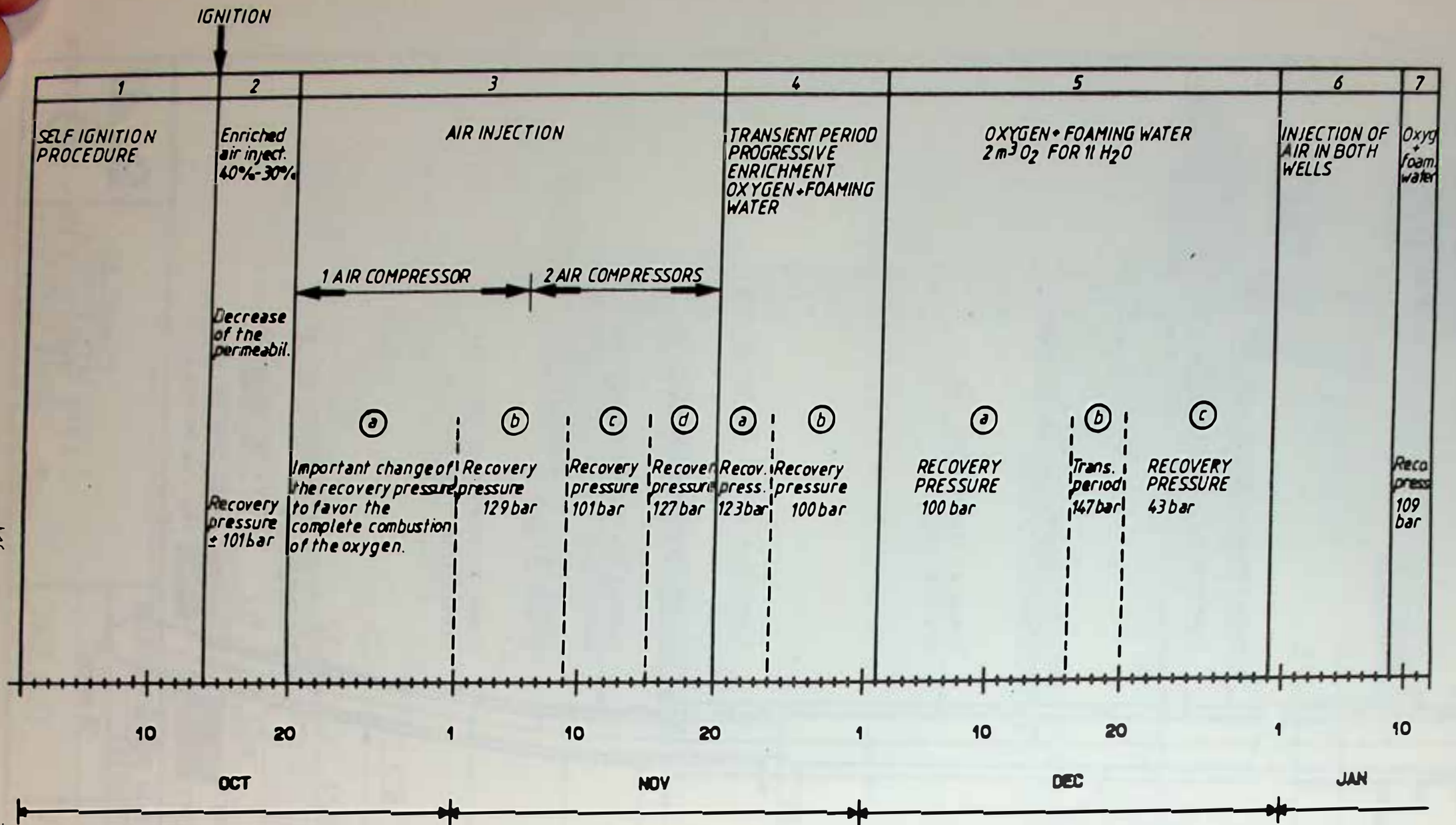

IGNITION
1
2
3
4
5
6
7
SELF IGNITION PROCEDURE
Enriched air inject. 40%-30%
AIR INJECTION
TRANSIENT PERIOD PROGRESSIVE ENRICHMENT OXYGEN + FOAMING WATER
OXYGEN + FOAMING WATER
2 m³ O₂ FOR 1l H₂O
INJECTION OF AIR IN BOTH WELLS
Oxyg + foam. water
1 AIR COMPRESSOR
2 AIR COMPRESSORS
Decrease of the permeabil.
Recovery pressure ± 101 bar
Important change of the recovery pressure to favor the complete combustion of the oxygen.
Recovery pressure 129 bar
Recovery pressure 101 bar
Recover pressure 127 bar
Recov. press. 123 bar
Recovery pressure 100 bar
RECOVERY PRESSURE 100 bar
Trans. period 147 bar
RECOVERY PRESSURE 43 bar
Reco. press 109 bar
10
20
1
10
20
1
10
20
1
10
OCT
NOV
DEC
JAN

Figure 32

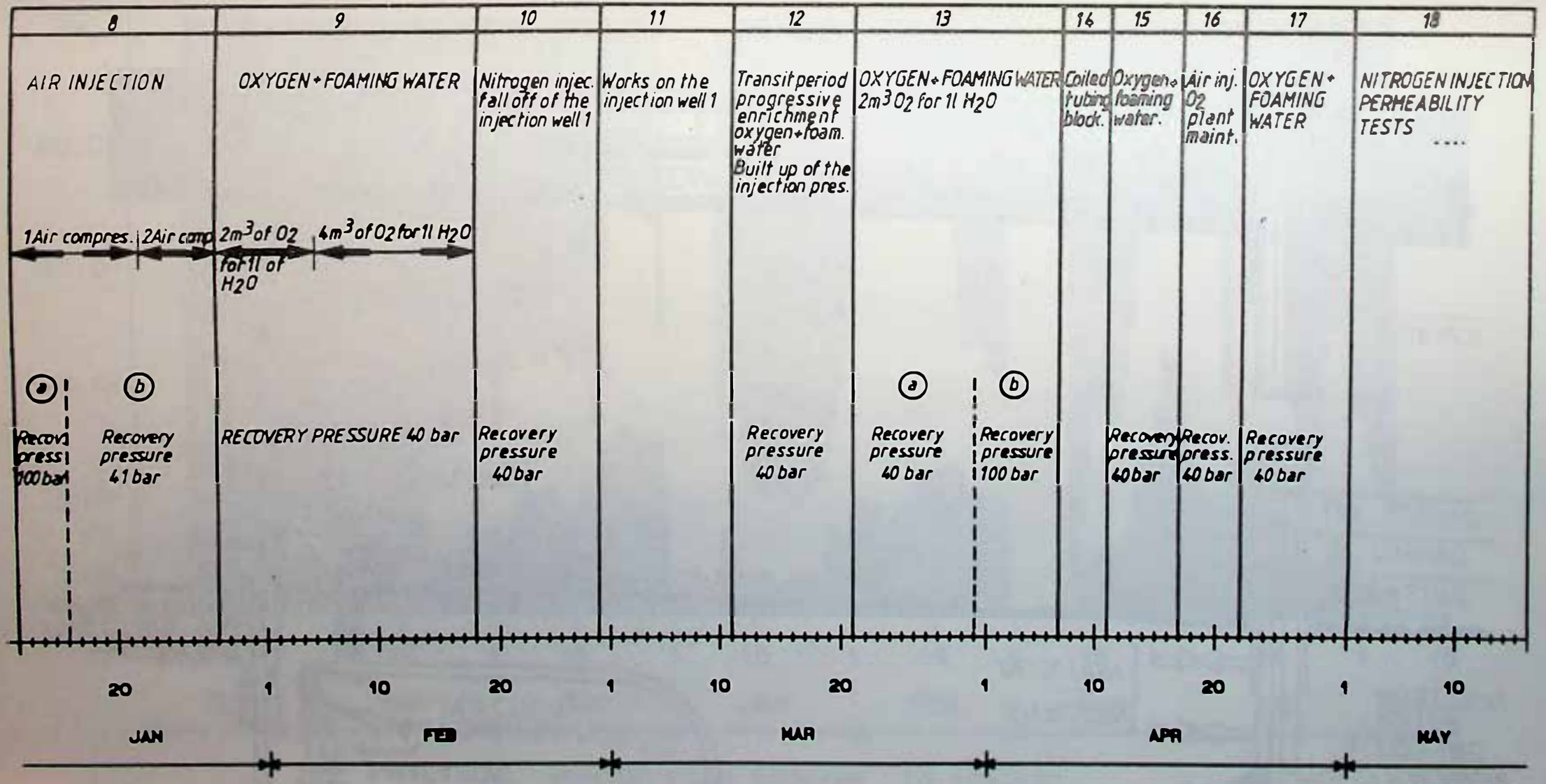

8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
AIR INJECTION
OXYGEN + FOAMING WATER
Nitrogen injec. fall off of the injection well 1
Works on the injection well 1
Transit period progressive enrichment oxygen+foam. water Built up of the injection pres.
OXYGEN + FOAMING WATER 2m3 O2 for 1l H2O
Coiled tubing block.
Oxygen+ foaming water.
Air inj. O2 plant maint.
OXYGEN + FOAMING WATER
NITROGEN INJECTION PERMEABILITY TESTS ....
1Air compres.
2Air comp.
2m3 of O2 for 1l of H2O
4m3 of O2 for 1l H2O
a
b
a
b
Recov. press 100 bar
Recovery pressure 41 bar
RECOVERY PRESSURE 40 bar
Recovery pressure 40 bar
Recovery pressure 40 bar
Recovery pressure 40 bar
Recovery pressure 100 bar
Recovery pressure 40 bar
Recov. press. 40 bar
Recovery pressure 40 bar
20
1
10
20
1
10
20
1
10
20
1
10
JAN
FEB
MAR
APR
MAY

Figure 33

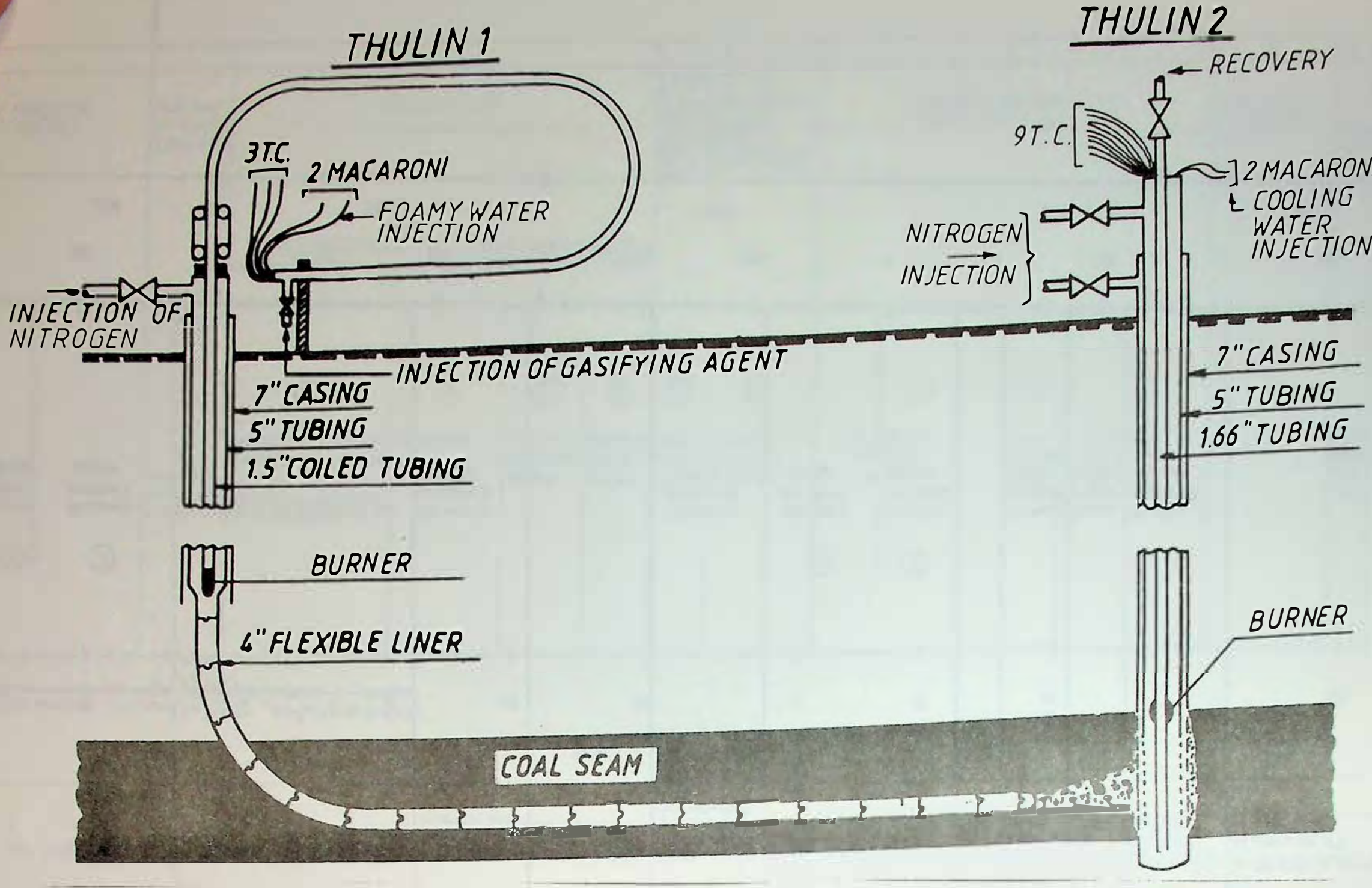

THULIN 1
3 T.C.
2 MACARONI
FOAMY WATER INJECTION
INJECTION OF NITROGEN
INJECTION OF GASIFYING AGENT
7" CASING
5" TUBING
1.5" COILED TUBING
BURNER
4" FLEXIBLE LINER
COAL SEAM
THULIN 2
RECOVERY
9 T.C.
2 MACARONI COOLING WATER INJECTION
NITROGEN INJECTION
7" CASING
5" TUBING
1.66" TUBING
BURNER

Figure 34

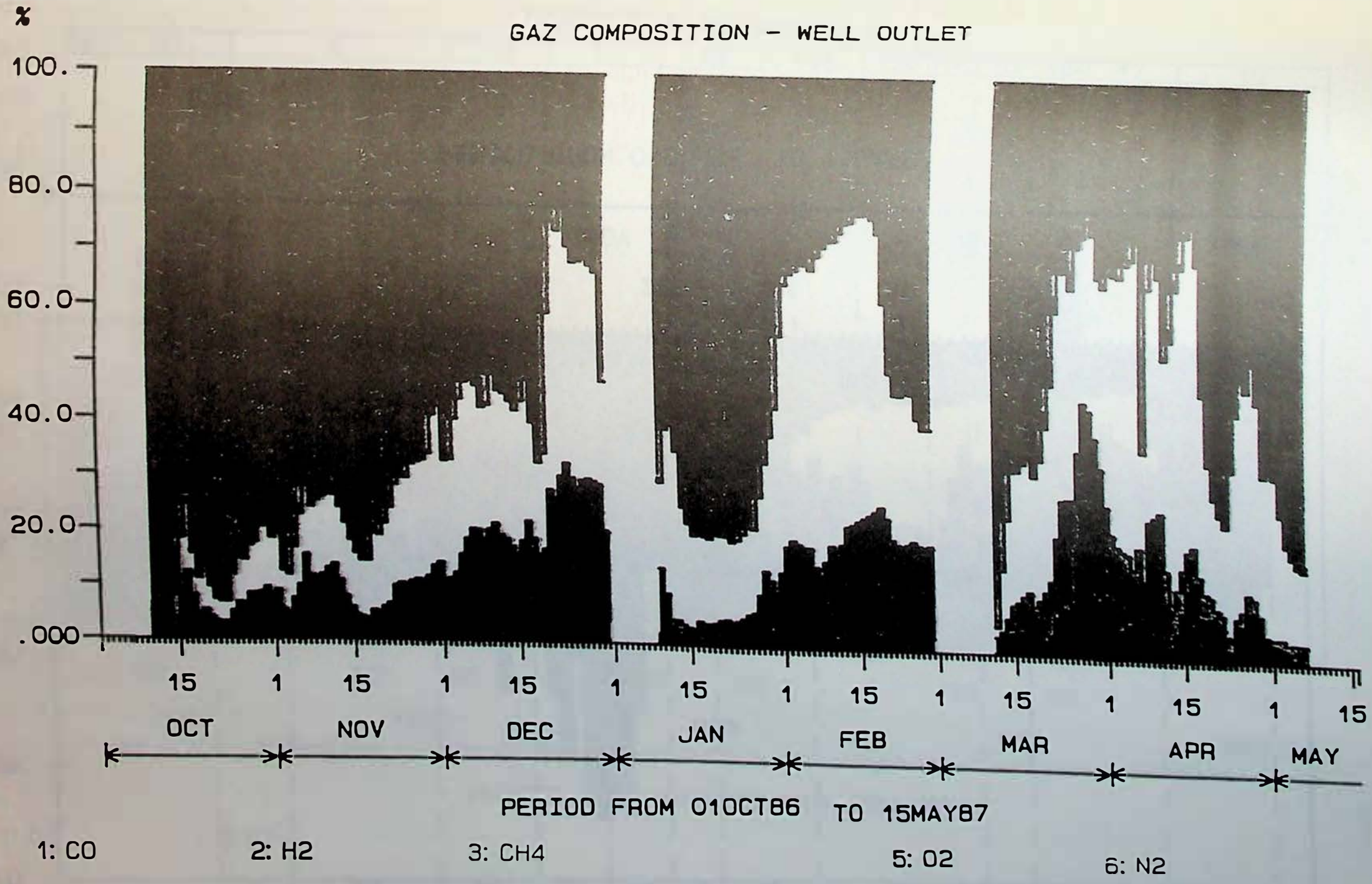

%
GAZ COMPOSITION - WELL OUTLET
100.
80.0
60.0
40.0
20.0
.000
15
1
15
1
15
1
15
1
15
1
15
1
15
1
15
OCT
NOV
DEC
JAN
FEB
MAR
APR
MAY
PERIOD FROM 01OCT86 TO 15MAY87
1: CO
2: H2
3: CH4
5: O2
6: N2

Figure 35

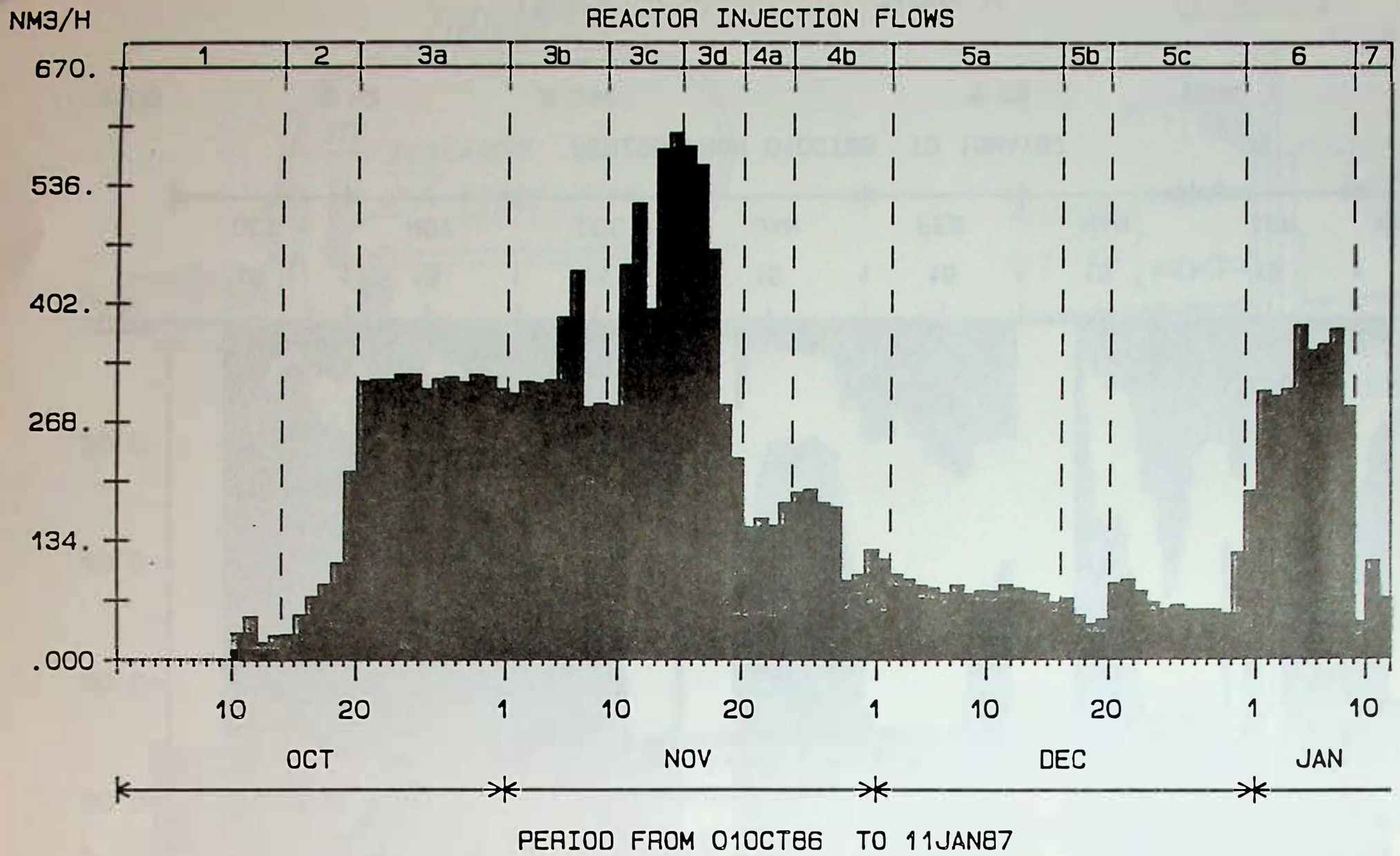

NM3/H
REACTOR INJECTION FLOWS
1
2
3a
3b
3c
3d
4a
4b
5a
5b
5c
6
7
670.
536.
402.
268.
134.
.000
10
20
1
10
20
1
10
20
1
10
OCT
NOV
DEC
JAN
PERIOD FROM 010CT86 TO 11JAN87
1: 02
2: N2

Figure 36a

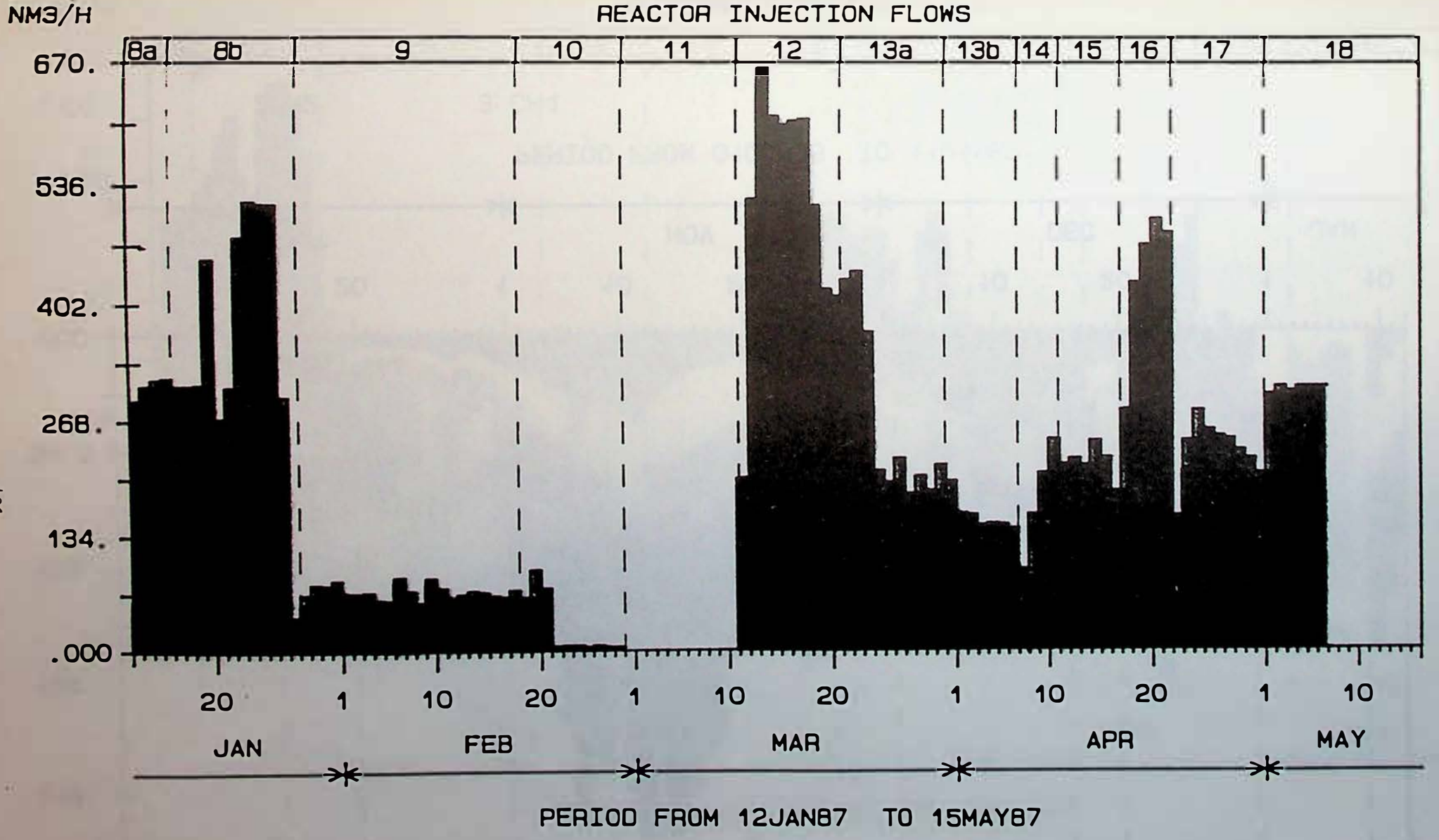

NM3/H
REACTOR INJECTION FLOWS
8a
8b
9
10
11
12
13a
13b
14
15
16
17
18
670.
536.
402.
268.
134.
.000
20
1
10
20
1
10
20
1
10
20
1
10
JAN
FEB
MAR
APR
MAY
PERIOD FROM 12JAN87 TO 15MAY87
1: 02
2: N2

Figure 36b

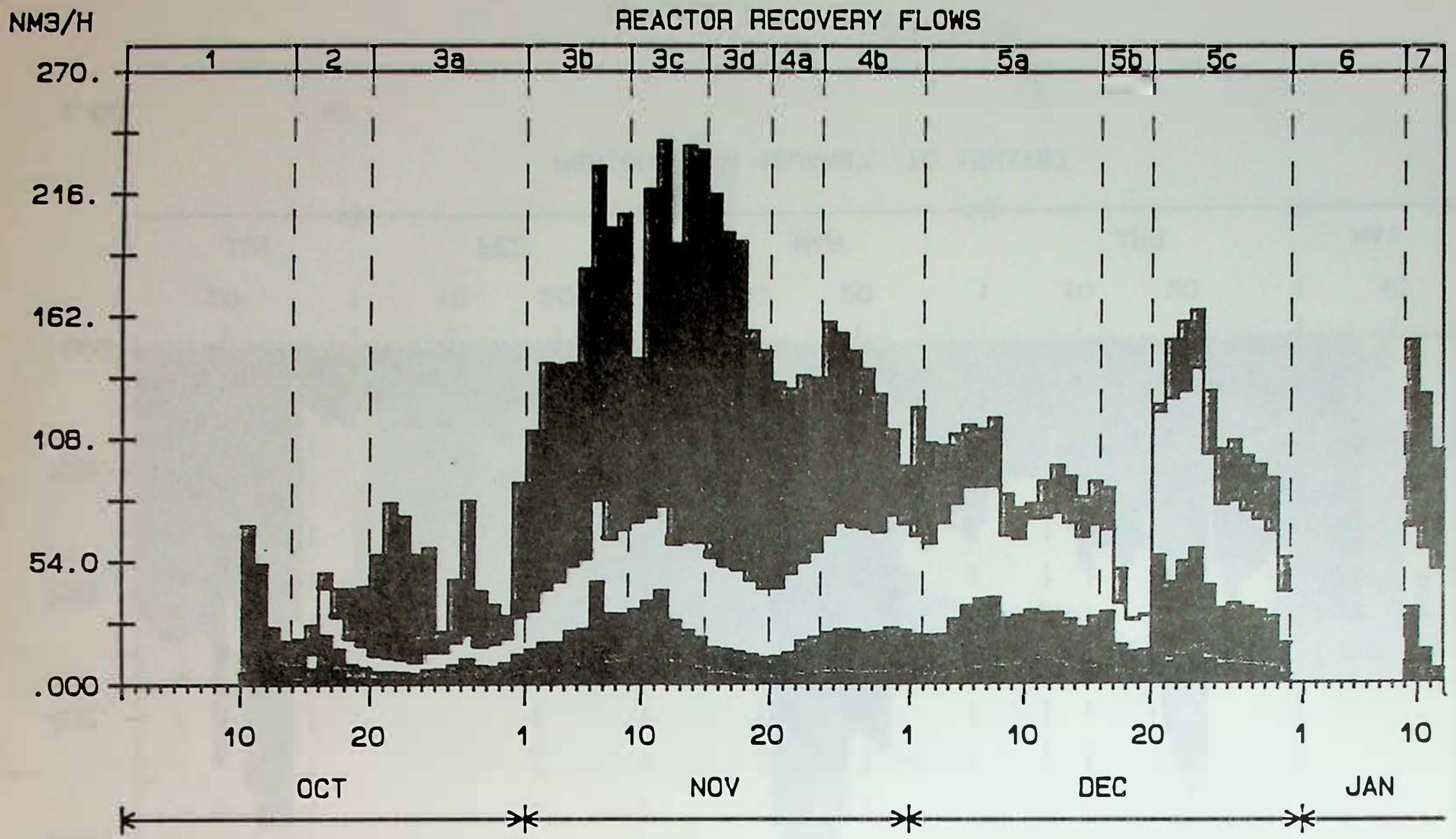

NM3/H
REACTOR RECOVERY FLOWS
1
2
3a
3b
3c
3d
4a
4b
5a
5b
5c
6
7
270.
216.
162.
108.
54.0
.000
10
20
1
10
20
1
10
20
1
10
OCT
NOV
DEC
JAN
PERIOD FROM 010CT86 TO 11JAN87
1: CO
2: H2
3: CH4
5: 02
6: N2

Figure 37a

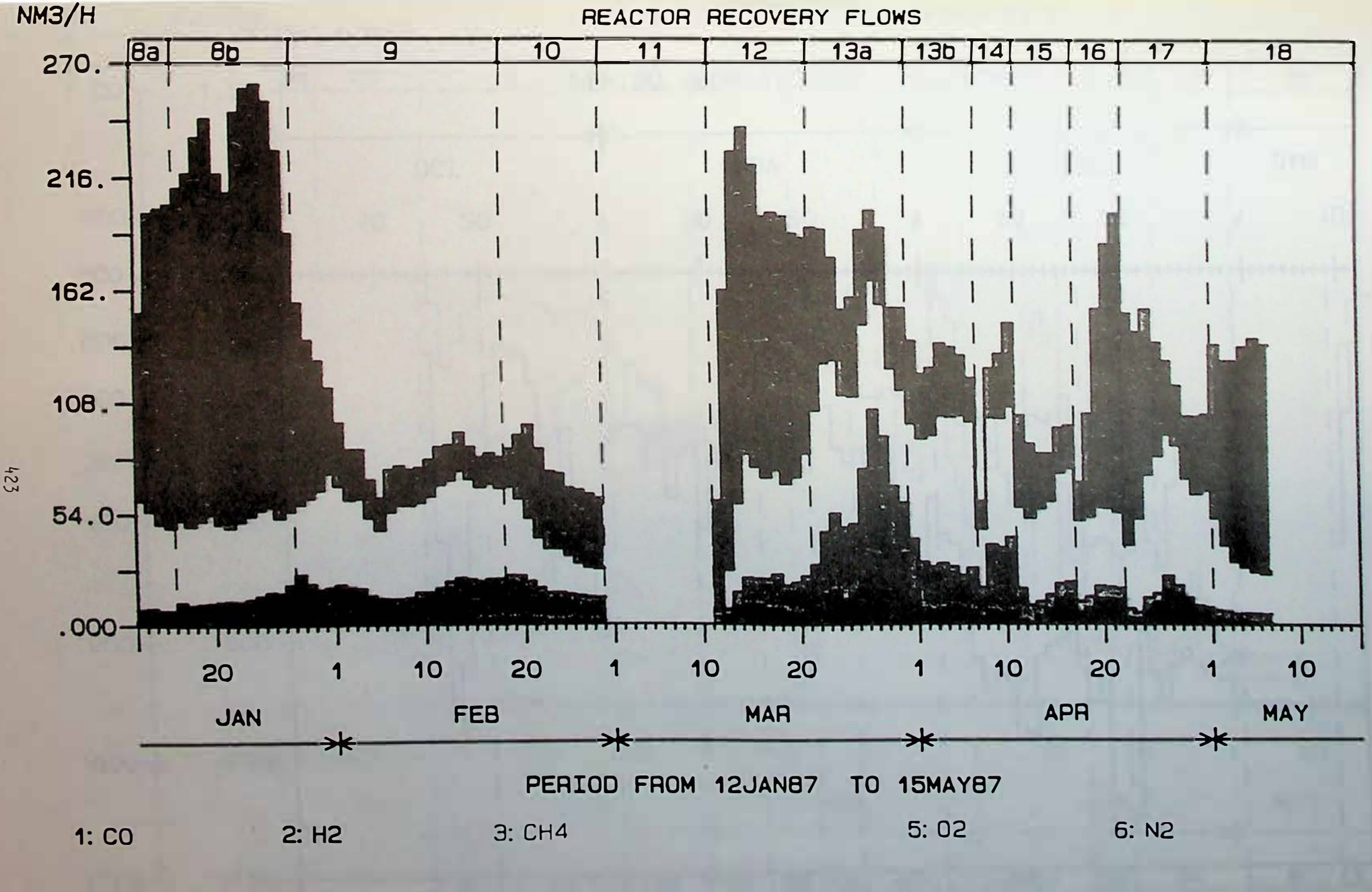

NM3/H
REACTOR RECOVERY FLOWS
8a
8b
9
10
11
12
13a
13b
14
15
16
17
18
270.
216.
162.
108.
54.0
.000
20
1
10
20
1
10
20
1
10
20
1
10
JAN
FEB
MAR
APR
MAY
PERIOD FROM 12JAN87 TO 15MAY87
1: CO
2: H2
3: CH4
5: O2
6: N2

Figure 37b

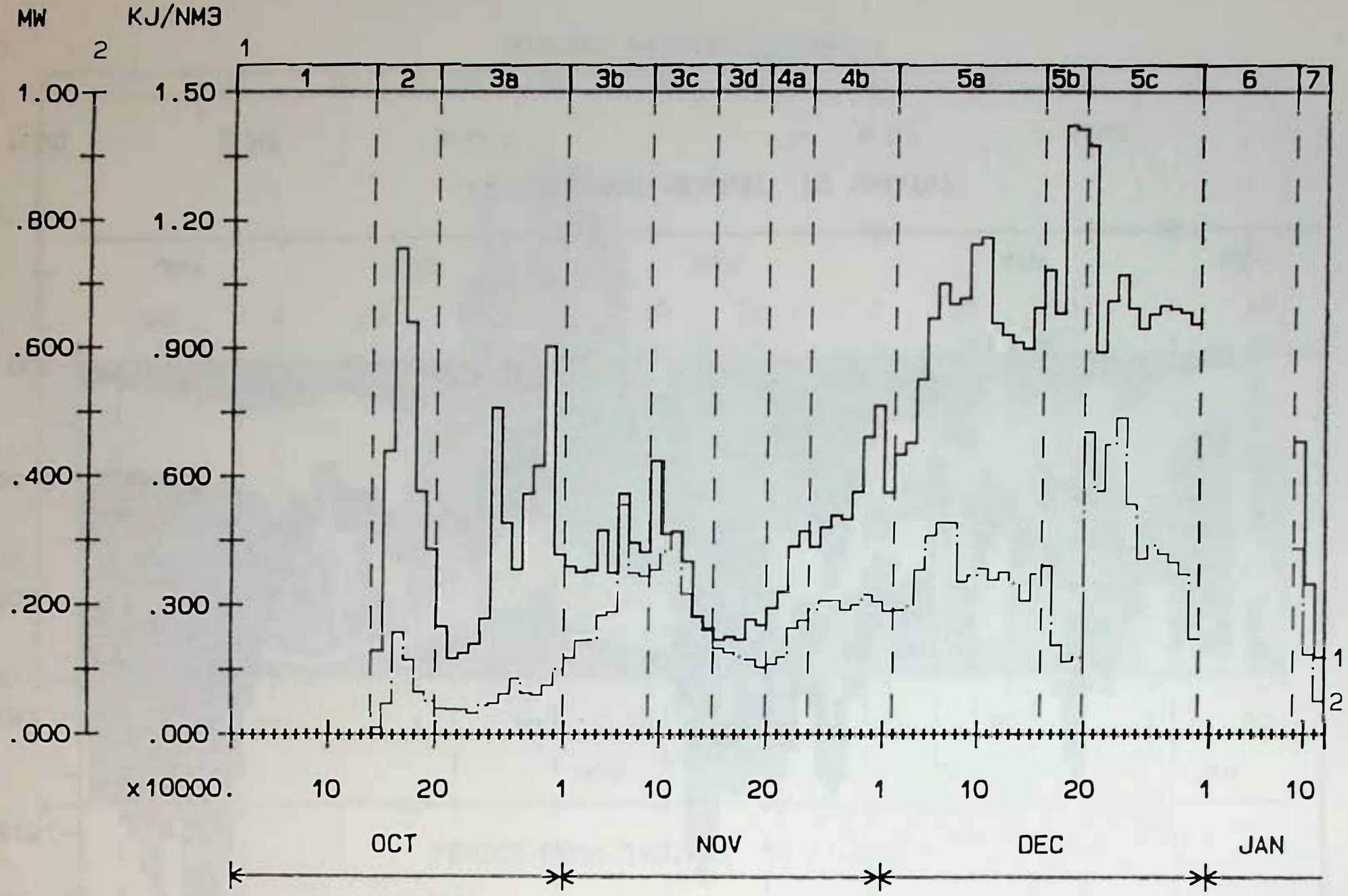

MW
KJ/NM3
2
1
1.00
.800
.600
.400
.200
.000
1.50
1.20
.900
.600
.300
.000
1
2
3a
3b
3c
3d
4a
4b
5a
5b
5c
6
7
x10000.
10
20
1
10
20
1
10
20
1
10
OCT
NOV
DEC
JAN
PERIOD FROM 010CT86 TO 11JAN87
1: ——— L.H.V.
2: ——·—— CALOR. POWER

Figure 38 a

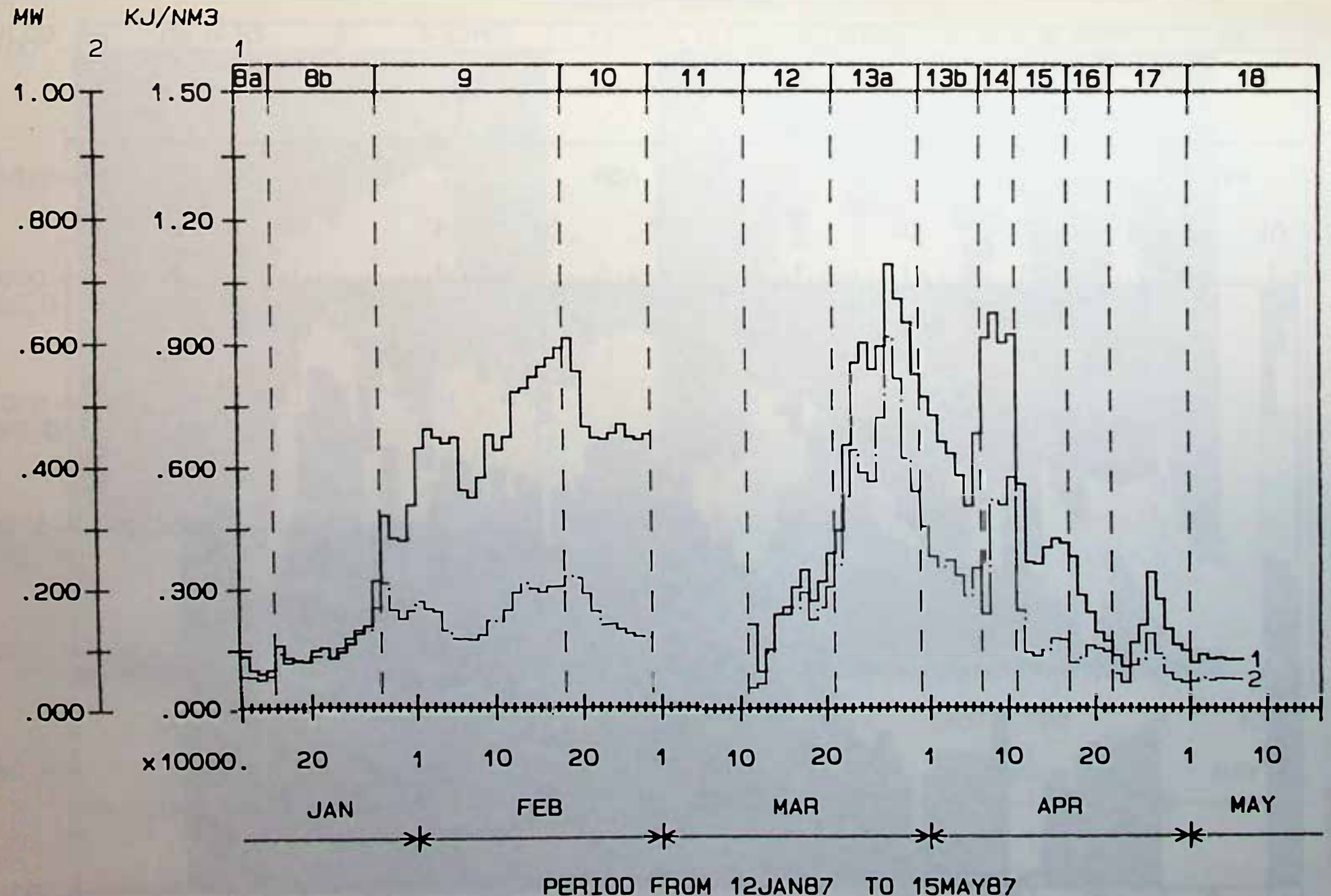

MW
KJ/NM3
2
1
1.00
.800
.600
.400
.200
.000
1.50
1.20
.900
.600
.300
.000
8a
8b
9
10
11
12
13a
13b
14
15
16
17
18
1
2
x10000.
20
1
10
20
1
10
20
1
10
20
1
10
JAN
FEB
MAR
APR
MAY
PERIOD FROM 12JAN87 TO 15MAY87
1: ——— L.H.V.
2: ——·— CALOR. POWER

Figure 38 b

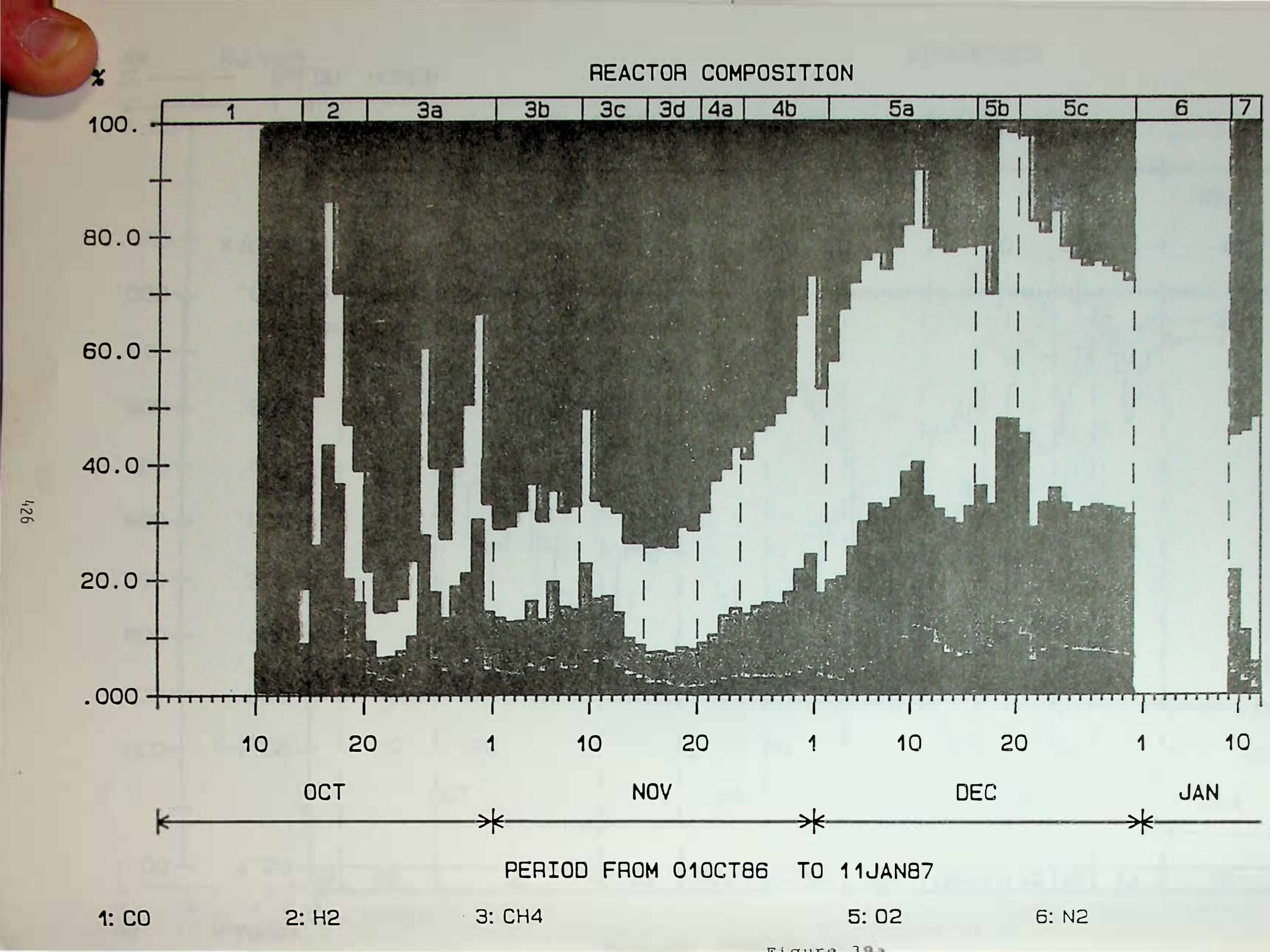

REACTOR COMPOSITION
%
1
2
3a
3b
3c
3d
4a
4b
5a
5b
5c
6
7
100.
80.0
60.0
40.0
20.0
.000
10
20
1
10
20
1
10
20
1
10
OCT
NOV
DEC
JAN
PERIOD FROM 010CT86 TO 11JAN87
1: CO
2: H2
3: CH4
5: 02
6: N2

Figure 19a

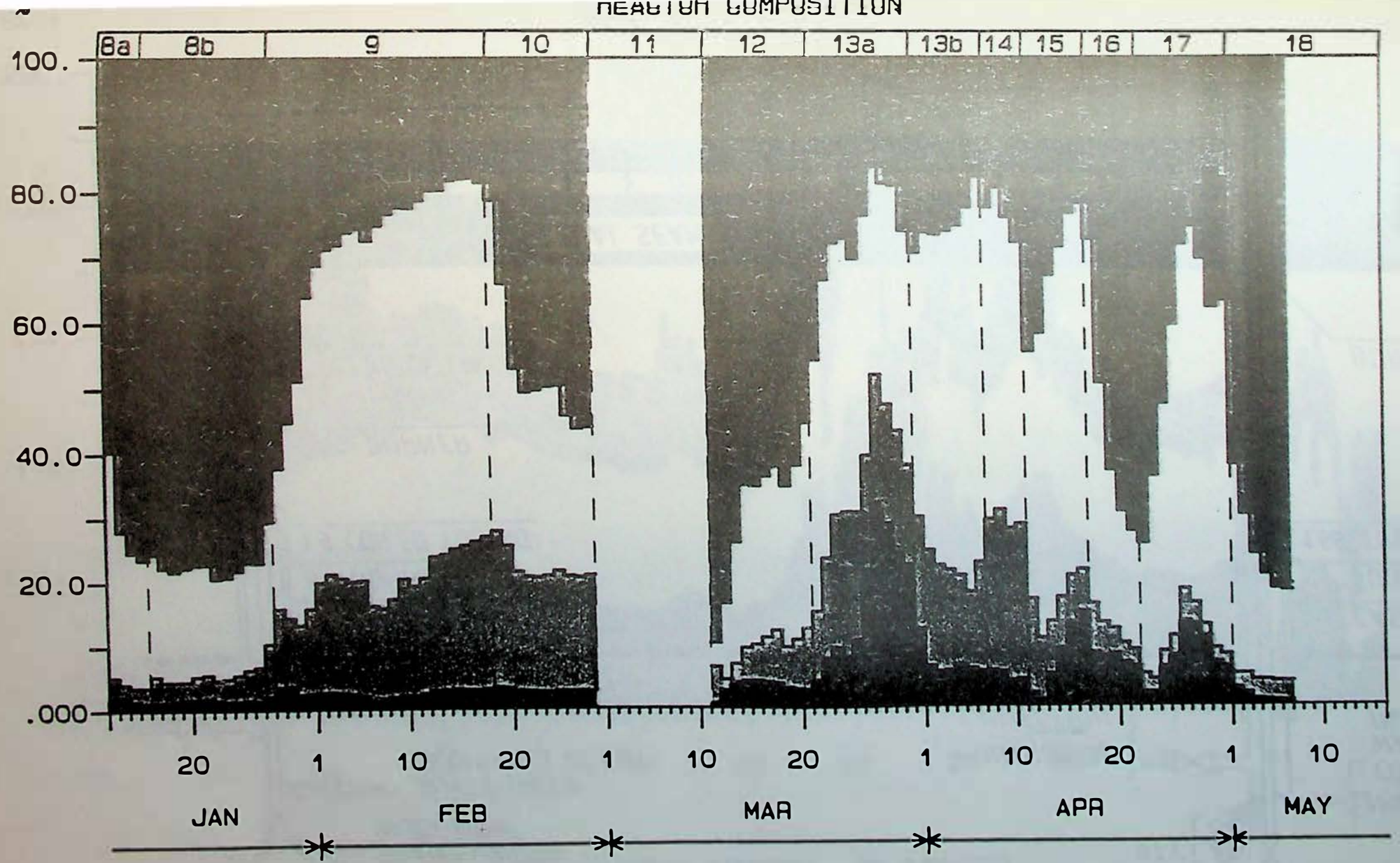

REACTOR COMPOSITION
8a
8b
9
10
11
12
13a
13b
14
15
16
17
18
100.
80.0
60.0
40.0
20.0
.000
20
1
10
20
1
10
20
1
10
20
1
10
JAN
FEB
MAR
APR
MAY
PERIOD FROM 12JAN87 TO 15MAY87
1: CO
2: H2
3: CH4
5: O2
6: N2

Figure 39b

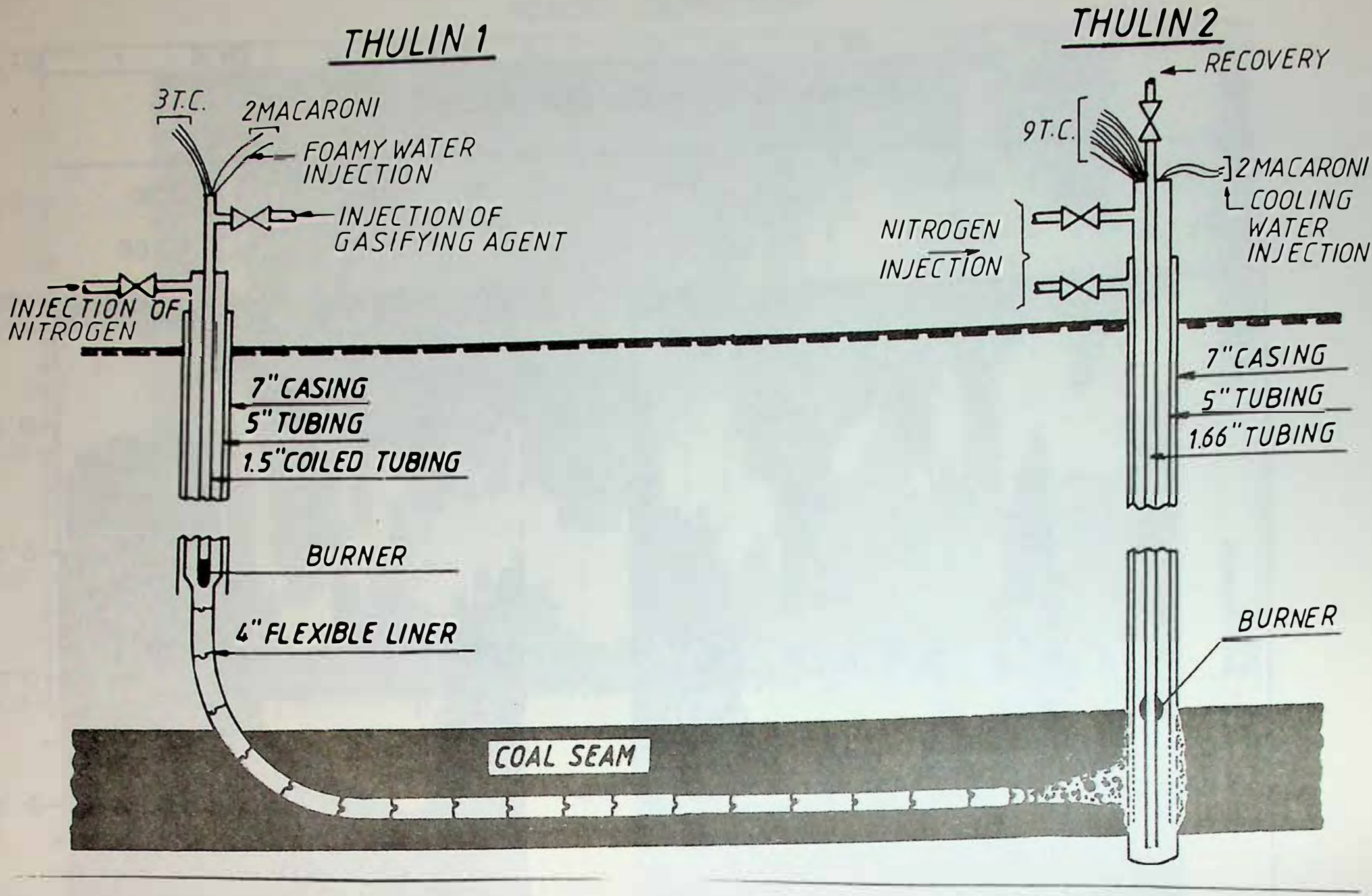

THULIN 1
3T.C.
2MACARONI
FOAMY WATER INJECTION
INJECTION OF GASIFYING AGENT
INJECTION OF NITROGEN
7" CASING
5" TUBING
1.5" COILED TUBING
BURNER
4" FLEXIBLE LINER
COAL SEAM
THULIN 2
RECOVERY
9T.C.
2MACARONI
COOLING WATER INJECTION
NITROGEN INJECTION
7" CASING
5" TUBING
1.66" TUBING
BURNER

Figure 40

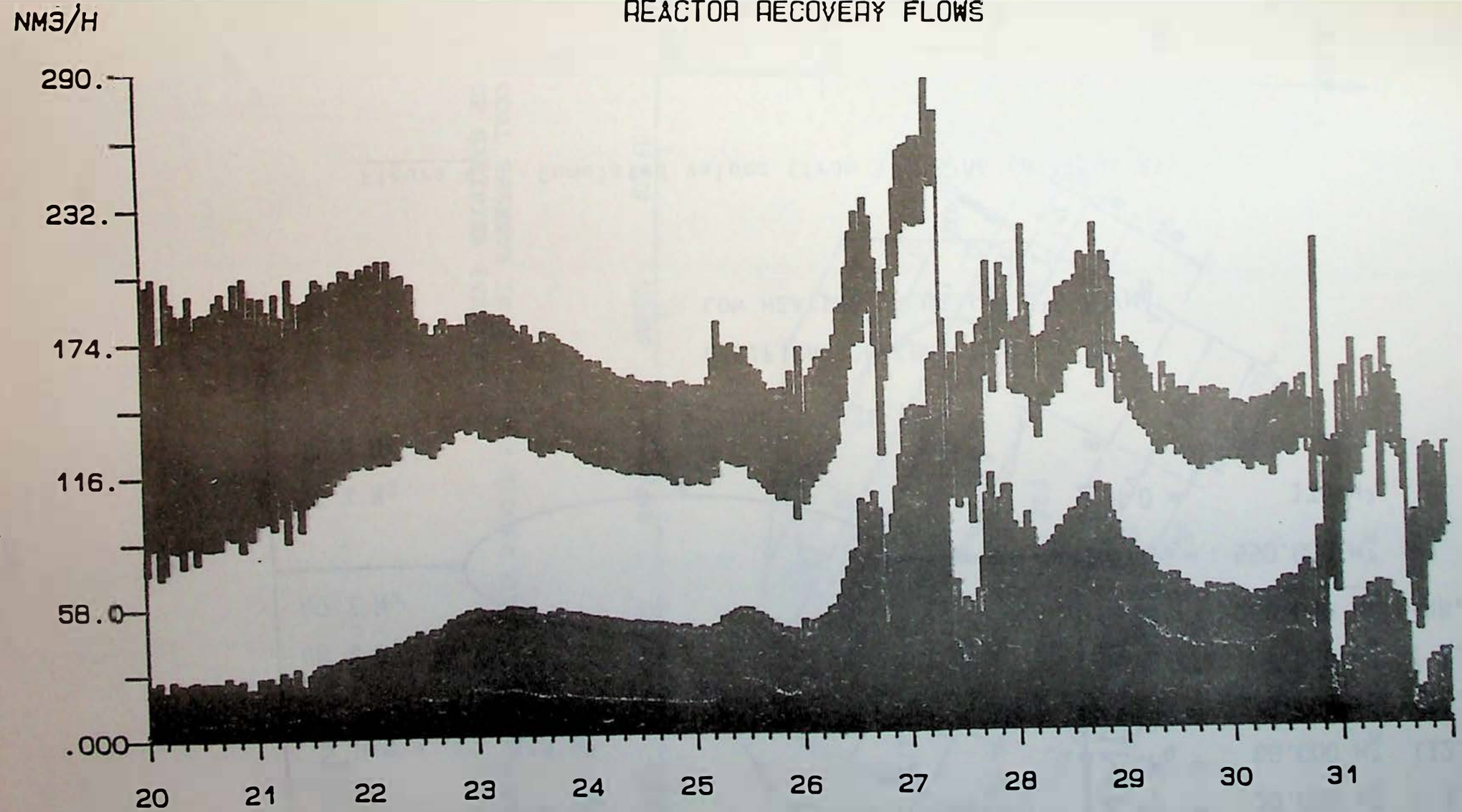
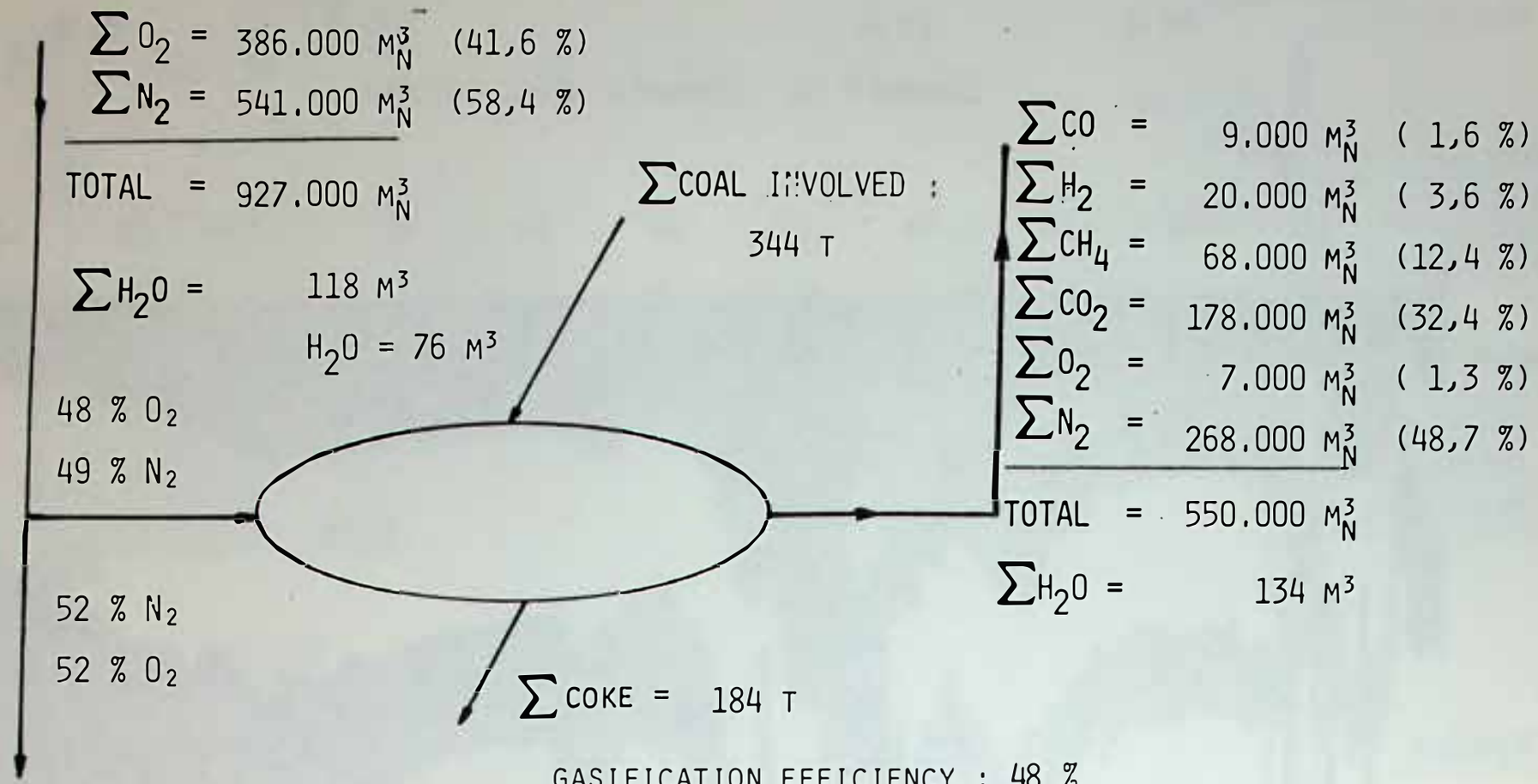

NM3/H
REACTOR RECOVERY FLOWS
290.
232.
174.
116.
58.0
.000
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
PERIOD FROM 20MAR87 TO 31MAR87
1: CO
2: H2
3: CH4
5: O2
6: N2

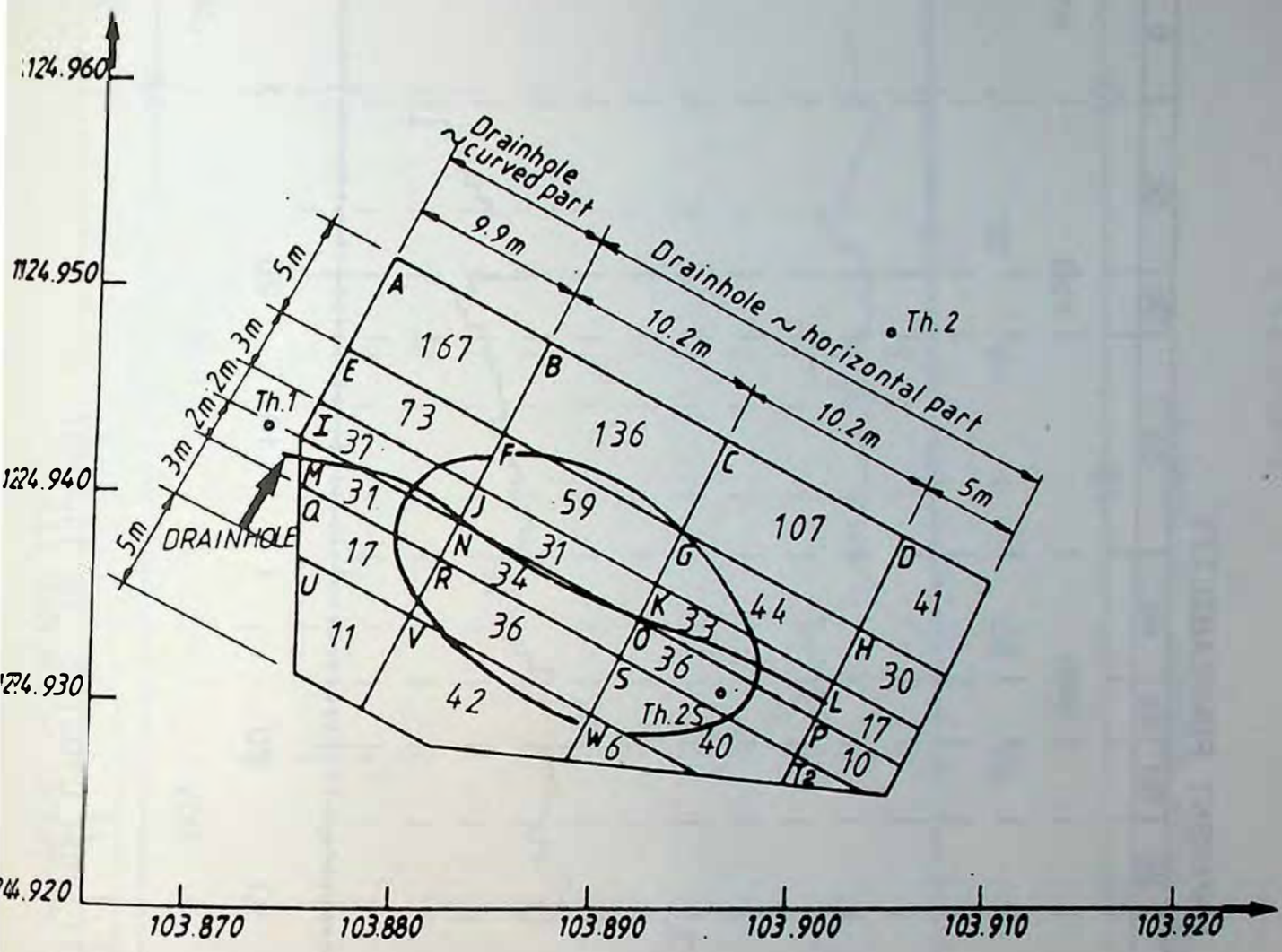
Figure 41



GASIFICATION EFFICIENCY : 48 %

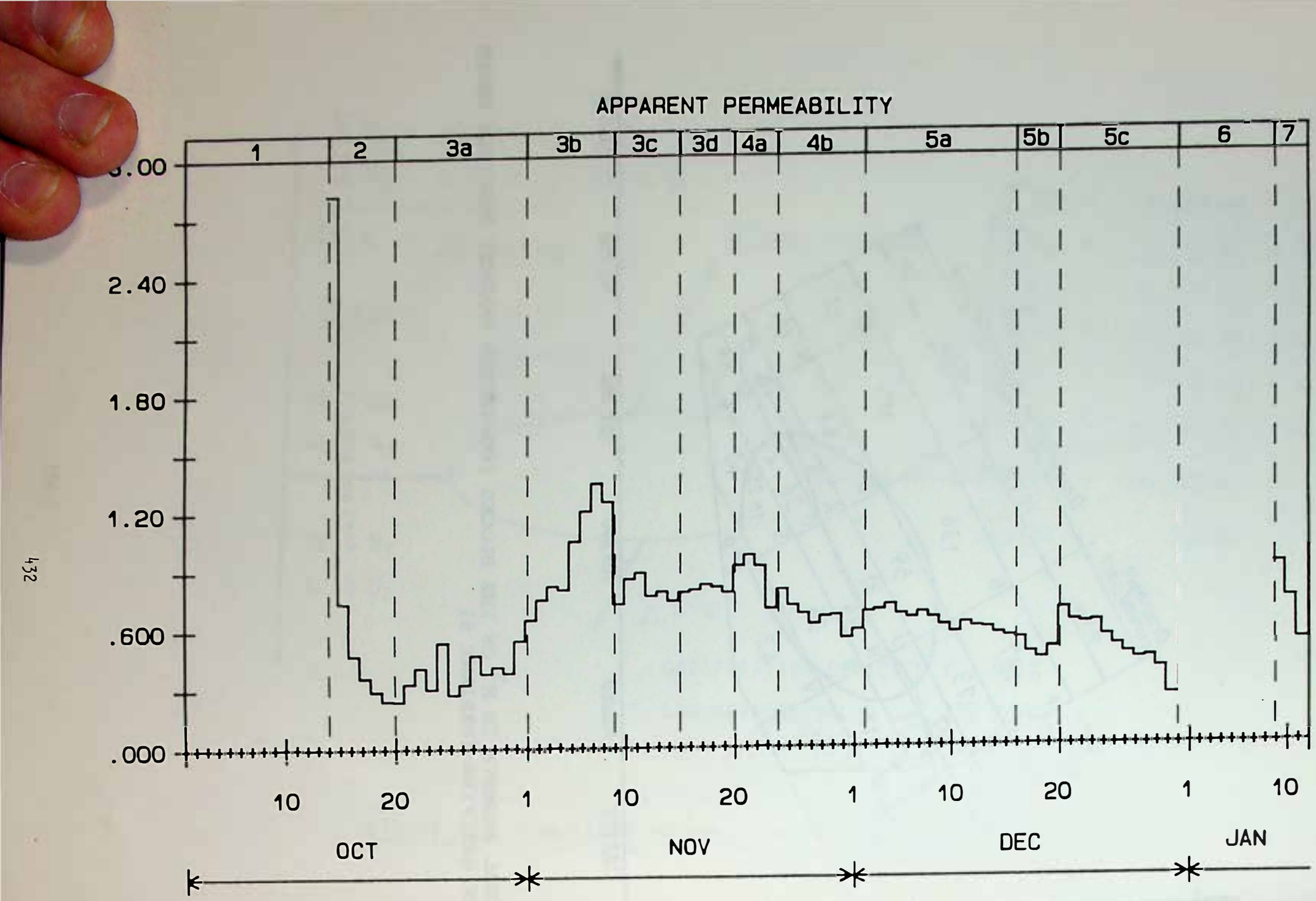
LOW HEATING VALUE : 5.035 KJ/M^3_N

Figure 42 Cumulated values (from 14/10/86 to 01/04/87)



COAL RESERVE IN M^3 OF THE BLOCKS (CORRECTED VALUES) POSSIBLE SHAPE OF GASIFIER (VARIANT 6)

Figure 43


APPARENT PERMEABILITY
1
2
3a
3b
3c
3d
4a
4b
5a
5b
5c
6
7
3.00
2.40
1.80
1.20
.600
.000
10
20
1
10
20
1
10
20
1
10
OCT
NOV
DEC
JAN
PERIOD FROM 01OCT86 TO 11JAN87

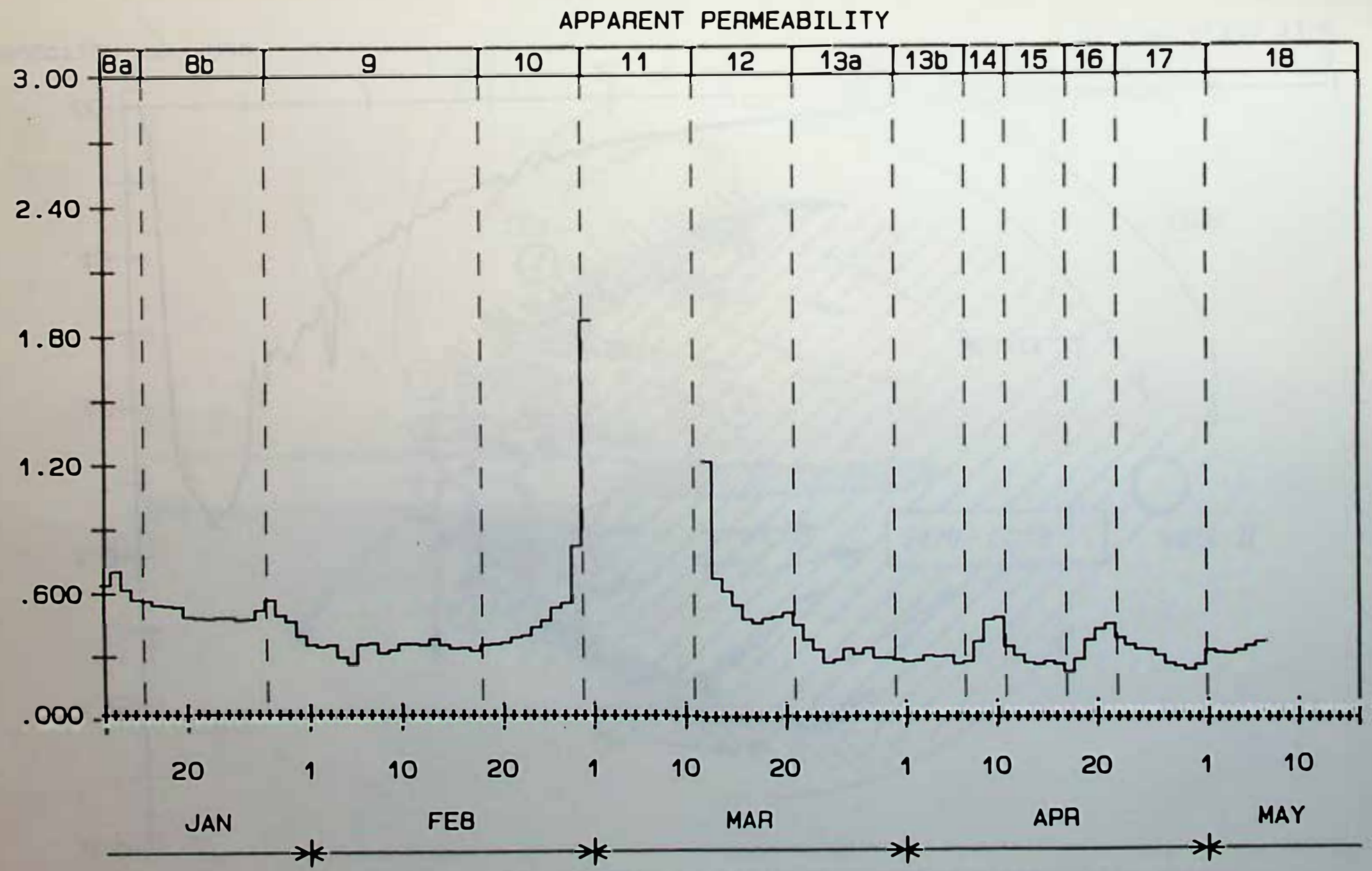

APPARENT PERMEABILITY
8a
8b
9
10
11
12
13a
13b
14
15
16
17
18
3.00
2.40
1.80
1.20
.600
.000
20
1
10
20
1
10
20
1
10
20
1
10
JAN
FEB
MAR
APR
MAY
PERIOD FROM 12JAN87 TO 15MAY87

Figure 44 b

RESIDENCE TIME
DISTRIBUTION

TRACER TEST 6 (11DEC86)

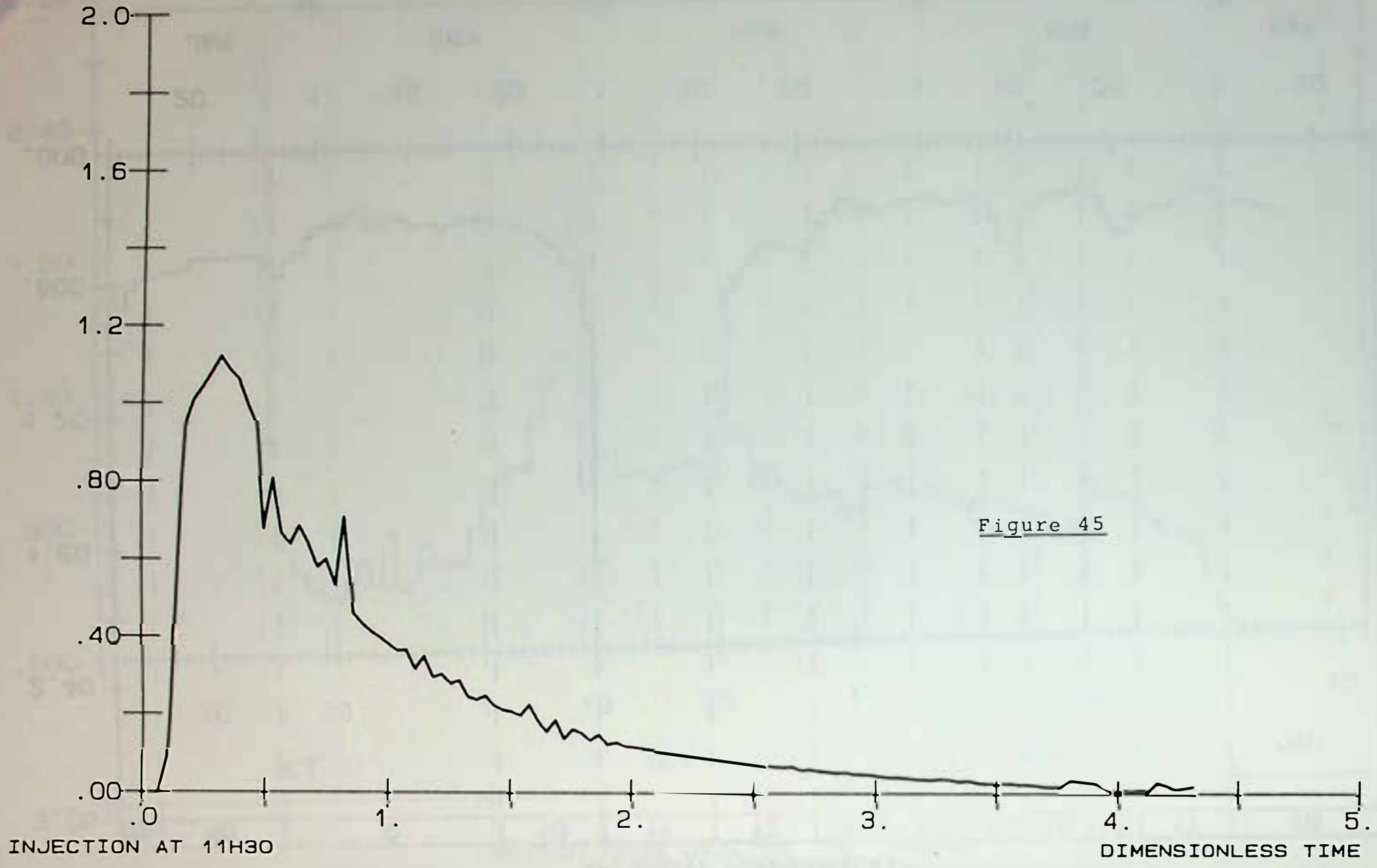


Figure 45

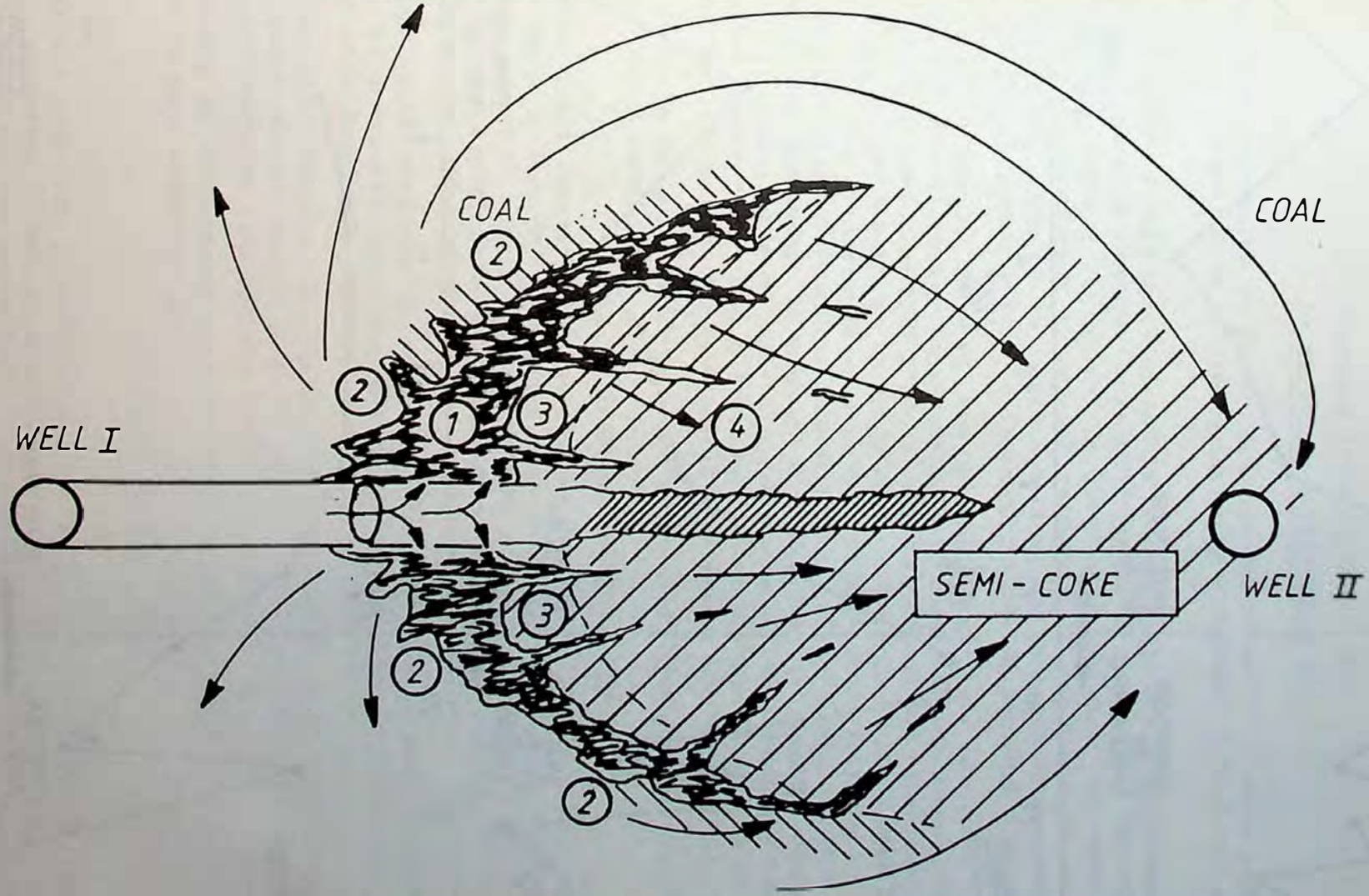


Figure 46 SKETCH OF THE UNDERGROUND GASIFIER (plan view)

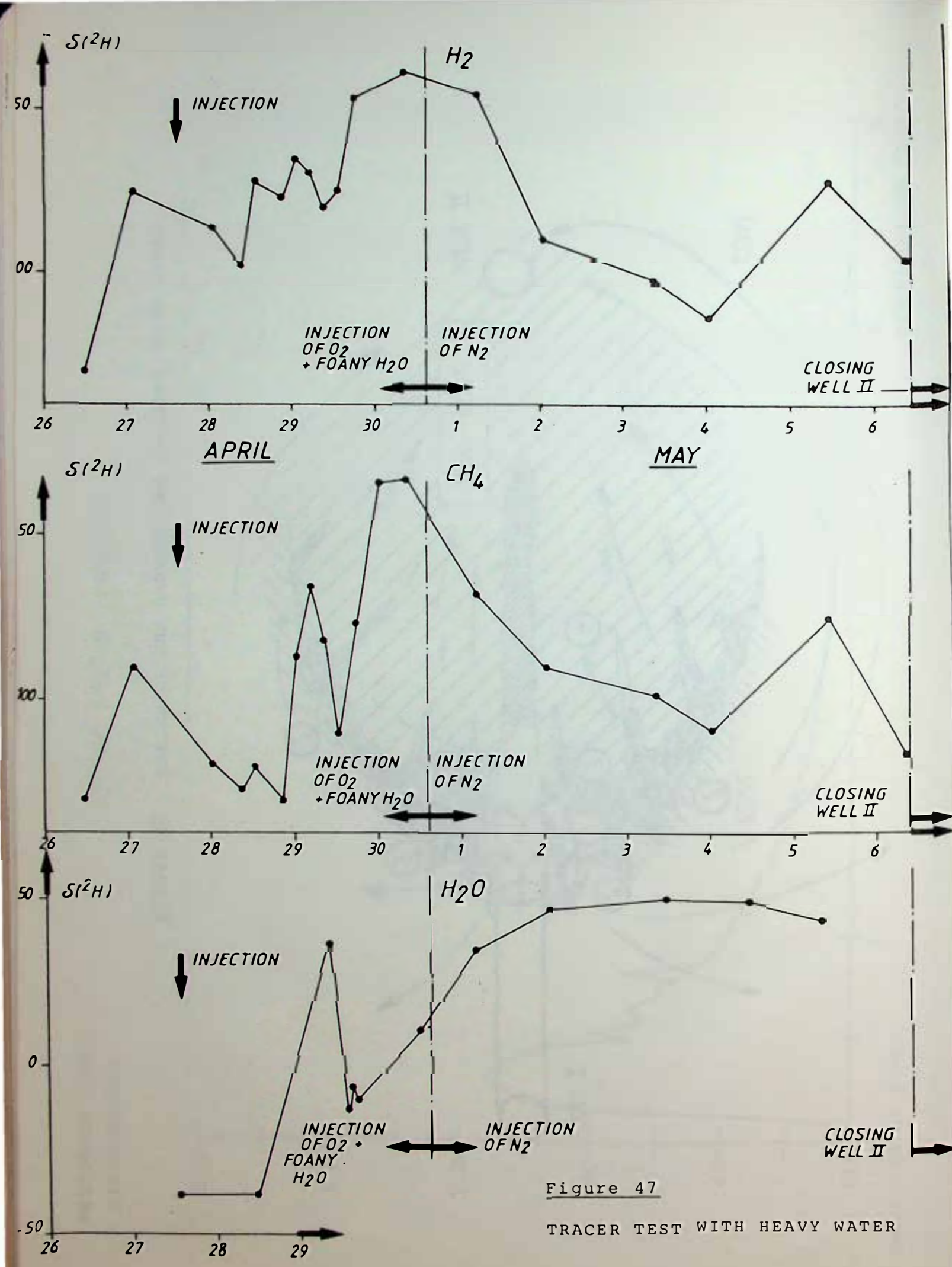


Figure 47

TRACER TEST WITH HEAVY WATER

INFORMATION DE PRESSE - PERSINFORMATIE.

SOCIÉTÉ BELGE DES MÉCANICIENS
Association sans but lucratif
RUE DES DRAPIERS 21, 1050 BRUXELLES

Communiqué de presse

VM/CV/19B(1990) - 1990.06.30

Journées d'études SBM - 1990

LA MAITRISE DU FROTTEMENT SEC

Les techniques actuelles de lutte contre le frottement et l'usure permettent d'apporter une solution sinon optimale, du moins acceptable à 80 % aux problèmes qui se posent.

Il est donc tout à fait opportun que la Société Belge des Mécaniciens s'investisse dès à présent dans la campagne de sensibilisation à la maîtrise des effets néfastes du frottement, puisque les moyens de lutte disponibles, s'ils sont correctement mis en oeuvre, concourent en dernier ressort à la compétitivité de l'entreprise en réduisant ses coûts, à la compétitivité de ses produits en augmentant leur fiabilité et plus largement encore, à la compétitivité de son pays d'origine.

L'idée défendue par la SBM n'est pas tellement nouvelle : elle consiste à affirmer avec force qu'une tribologie bien assimilée, de par les techniques dont elle favorise l'essor, permet à la fois d'améliorer le rendement des mécanismes en réduisant les pertes par frottement ou en optimisant l'adhérence et d'allonger considérablement la durée des équipements en diminuant l'usure et le grippage des constituants mécaniques les plus vulnérables. Encore convient-il de bien connaître les mécanismes précis des processus intervenant à l'interface de contacts chargés en mouvement; il est souhaitable en outre d'acquérir les réflexes techniques qui conduisent à une bonne conception, aussi bien en surface (résistance à l'usure et au grippage) qu'en volume (résistance des matériaux et optimalisation des formes).

Compte tenu de ce qui précède, la SBM a décidé d'organiser des journées d'études sur ce thème, à savoir

la maîtrise du frottement sec.

Un premier volet traitera des bases scientifiques de la tribologie et exposera en quelque sorte l'état de la question : il permettra la mise en évidence des grands principes gérant la nature des interactions superficielles et classera d'autre part les paramètres capables ou non d'influencer la sévérité des dégradations de surface par adhésion, abrasion ou fatigue.

Un second volet traitera de problèmes classiques qui doivent impérativement être résolus au préalable pour que des processus mécaniques considérés comme banals puissent être développés avec une fiabilité raisonnable.

Un dernier volet traitera d'applications industrielles, des plus courantes aux plus sophistiquées et en particulier de celles où les conditions de fonctionnement sont exceptionnelles (cryogénie, hautes températures).

Les journées se dérouleront au Shell Auditorium, rue Ravenstein 60, 1000 Bruxelles (près de la gare Centrale) les

17 et 18 octobre 1990

EXPOSITION

En parallèle avec les journées d'études de la SBM, objet de l'article ci-avant, celle-ci organise, comme antérieurement, dans une salle contiguë à l'auditorium du Shell Building, une exposition de pièces, maquettes, posters, etc..., relative au thème de ces journées.

D'ores et déjà, les firmes ci-après ont réservé un emplacement :

- Ceramétal
- Klüber Lubrification Benelux
- Métafram
- Panmétal
- SKC Technik
- Thordon

L'entrée à cette exposition est gratuite pour les participants aux journées d'études.

Pour plus de détails, l'obtention du programme complet, tant de la partie scientifique que de l'exposition, et des conditions d'inscription, s'adresser au secrétariat de la SBM, rue des Drapiers, 21 - 1050 Bruxelles - Tél. 02/511.82.86.

SOCIÉTÉ BELGE DES MÉCANICIENS
Association sans but lucratif
RUE DES DRAPIERS 21, 1050 BRUXELLES

Notice bibliographique

VM/CV/19(1989)

RAPPORT TECHNIQUE SBM 1405

LES COMMANDES HYDRAULIQUES : CONCEPTION ET APPLICATIONS

La SBM a publié un nouveau rapport sur le thème ci-dessus. La publication de ce rapport de plus de deux cent cinquante pages semble être particulièrement opportune.

En effet, les commandes hydrauliques ont fortement évolué au cours des dix dernières années, tant sous l'angle de leur conception d'ensemble que sous l'aspect de la réalisation des composants qui les constituent.

Ces commandes présentent actuellement des caractéristiques de fiabilité et de compacité particulièrement élevées; de plus, leur réalisation modulaire permet une adaptation très simple à de multiples applications, y compris celles localisées dans un environnement agressif. Les ensembles réalisés comportent généralement une électronique de contrôle intégrée et se retrouvent dans des applications aussi diverses que dans l'industrie, pour les commandes de machines de production industrielle, que dans les engins pour l'agriculture et les travaux publics, ainsi que dans de nombreux projets aérospatiaux.

Les journées d'études SBM d'octobre 1989 ont permis d'établir un état d'avancement des idées et des travaux faits dans cette matière et le rapport SBM 1405 qui vient d'être réalisé, constitue une documentation complète des exposés présentés.

Vous trouverez au verso le sommaire de ce document.

Toute personne désireuse d'acquérir cet ouvrage (prix : 1500 FB, hors T.V.A. 6 %) peut le commander au secrétariat de la SBM, 21, rue des Drapiers, 1050 Bruxelles - Tél. : 02/511.82.86.

* * * * * * * * * * *

SOMMAIRE

LES COMMANDES OLÉO-HYDRAULIQUES CONNAISSANCES DE BASE

Objet et intérêt, classification et rôle des composants, relations fondamentales et conséquences, générateurs et moteurs, transmissions hydrodynamiques, hydromécaniques et hydrostatiques, par Y. BAUDOIN (ERM)

LES FLUIDES HYDRAULIQUES

Les fluides hydrauliques et leurs propriétés, par L. MASSALAR (KUL)

Contamination control in hydraulic systems, by P. KEEP (UCC ILt)

LES GÉNÉRATEURS, ACTUATEURS ET AUTRES COMPOSANTS HYDRAULIQUES

Les générateurs volumétriques, "clés de voûte" d'un système hydraulique performant, par G. BORTOLINI (Biceps-Brevini SA)

Les actuateurs électro-hydrailiques, ou la commande hydraulique de précision, par Ph. HALLOIN (Parker Hannifin GMBH)

Industrial shock absorbers, by R. NUTZ (Enidine GMBH)

The hydraulic accumulators in anti-pulsation, by F. BRAULT (Olaer SA)

LES TRANSMISSIONS

Les transmissions hydrostatiques : Directions hydrauliques dans le domaine automobile, par J. DUMINI (ZF)

Inching und Granslastregelung bei Hydrostatische Fahrantriebe, durch OBERWALLENEY (Rexroth GMBH)

Application des machines volumétriques en transmission hydrostatique de puissance, par J.-P. RORIVE (ULg)

De hydraulische uitrusting van dc Roll-on/Roll-of terminal te Zeebrugge, door J. VAN GINDERACHTER (MOW)

De hydraulische uitrusting van de Berendrechtsluis, door L. CYPERS (MOW)

Les éléments de commande et de contrôle

- Les éléments de commande et leur comportement dynamique, par J. HANTON (FPMs)
- Les distributeurs oléo-hydrauliques, par L. BURY (Mécanova SA)

Les valves et leur contrôle

- Technique de régulation proportionnelle avec servo de qualité par R. MEEUWISSE (R. Boch GMBH)
- L'application des composants et des circuits hydrauliques dans les presses, par J.-M. BAUMANN (Hérion KG) (résumé trilingue uniquement)

Conception et mise en oeuvre des systèmes hydrauliques

- Automatisation de processus technologiques par systèmes hydrauliques, par L. MASALAR (KUL)
- Modélisation et simulation fonctionnelle des systèmes hydrauliques. Aperçu de la méthode des Bond-Graphs, par A. CORNET (FNM)
- Analyse d'une pompe avec régulation combinée débit-pression, par M. WLASOWSKI (ULg)
- Conceptie van de computerbesturing van een eigen ontworpen hydraulische robot voor zware lasten, door N. WOUTERS en P. KOOL (VUB)
- Utilisation de commandes hydrauliques dans le cadre des projets Ariane et Hermes, par A. HUBERT (SABCA)
- L'asservissement hydraulique des relevages de tracteurs agricoles, M.-Fr. DESTAIN (FAG)

Réalisations particulières

- La miniaturisation en hydraulique, par S. WILLAERTS et W. BLUTH (Hydromanu SA)

Performance, maintenance et coûts des systèmes hydrauliques

- Les méthodes d'évaluation des performances et de la durée de vie des composants pour commandes hydrauliques, par J. LALLEMENT (CETIM)
- Noise reduction procedure used on a hydraulic transmission in an industrial environment, by F. VERBANDT (VUB)
- Studie van de kostprijs van het onderhoud van hydraulische systemen, door J. DEBAILLE (Landmacht)

Conclusions et perspectives

- Evolution attendue : performance et normalisation, par Y. BAUDOIN (ERM)
- Les composants hydrauliques et pneumatiques : évolution et tendance du marché, par R. DE SMEDT (FIMOP)
- La formation en Belgique par Y. BAUDOIN (ERM)

BELGISCHE VERENIGING
VAN WERKTUIGKUNDIGEN
Vereniging zonder winstgevend doel
LAKENWEVERSSTRAAT 21, 1050 BRUSSEL

Perscommunique

VM/19(1989) - 1989 05 30

BVW-Studiedagen 1990

HET BEHEERSEN VAN DE DROGE WRIJVING

De actuele technieken van de strijd tegen wrijving en slijtage laten toe een oplossing te vinden voor de gestelde problemen, die, indien niet optimaal, toch voor 80 % aanvaardbaar is.

Het is dan ook aangewezen dat de Belgische Vereniging van Werktuigkundigen van nu af aan zou investeren in de sensibilisatiecampagne voor het beheersen van de nefaste gevolgen van de wrijving, gezien de beschikbare bestrijdingsmiddelen, bij goed gebruik, in laatste instantie bijdragen tot het concurrentievermogen van de onderneming door een vermindering van de kosten, tot het concurrentievermogen van haar produkten door een verhoging van de betrouwbaarheid en verder nog tot het concurrentievermogen van haar land van oorsprong.

Het idee, verdedigd door de BVW, is niet nieuw : het bestaat erin met kracht te verklaren dat een goed werkende tribologie, door de technieken waarvan ze de ontwikkeling bevordert, toelaat tegelijkertijd het rendement van de mechanismen te verbeteren door het verminderen van de verliezen door wrijving of door het verbeteren van de aanhechting om zodoende de levensduur van de uitrustingen aanzienlijk te verlengen door het verminderen van de slijtage en het vastlopen van de meest kwetsbare mechanische onderdelen.
Men dient dan ook de juiste mechanismen te kennen van de procédé's die tussenkomen op de contactoppervlakken, belast tijdens de beweging; het is daarenboven wenselijk de technische refleksen, die leiden tot een goed ontwerp, te verwerven, zowel in oppervlakte (weerstand aan slijtage en vastlopen) als in volume (weerstand der materialen en optimisatie van de vormen).

Rekening houdend met wat voorafgaat heeft de BVW beslist studiedagen over dit onderwerp te organiseren, nl.

het beheersen van droge wrijving.

Een eerste luik zal handelen over de wetenschappelijke grondvesten van de tribologie en zal zodoende de stand van zaken uiteenzetten : dit zal toelaten de grote principes, die de aard van de oppervlakte interacties beheersen, naar voren te brengen en zal anderzijds de parameters klasseren die al dan niet in staat zijn de ernst van de oppervlakte beschadigingen, door adhesie, afschuring of moeheid, te beinvloeden.

Een tweede luik zal de klassieke problemen behandelen die eerst dienen opgelost opdat de mechanische procédé's, die als banaal aanzien worden, zouden kunnen ontwikkeld worden met een redelijke betrouwbaarheid.

Een laatste luik zal de industriële toepassingen behandelen, vanaf de meest courante tot meest ingewikkelde met in het bijzonder deze waarin de werkingsvoorwaarden uitzonderlijk zijn (cryogenie, hoge temperaturen).

Deze studiedagen zullen plaats vinden in het Shell Auditorium, Ravensteinstraat 60 - 1000 Brussel (nabij het Centraal Station) op

17 en 18 oktober 1990

TENTOONSTELLING

Gelijklopend met de BVW-studiedagen, onderwerp van hierboven vermeld artikel, zal, zoals eerder, in een aanpalende zaal van het auditorium in de Shell Building, een tentoonstelling van stukken, verkleinde afbeeldingen, posters, enz,..., m.b.t. het onderwerp van deze studiedagen, georganiseerd worden.

De volgende firma's hebben reeds een plaats gereserveerd :

- Ceramétal
- Klüber Lubrification Benelux
- Métafram
- Panmétal
- SKC Technik
- Thordon

De toegang tot deze tentoonstelling is gratis voor de deelnemers aan de studiedagen.

Voor nadere inlichtingen, het volledige programma zowel van het wetenschappelijk gedeelte als van de tentoonstelling, en de inschrijvingsvoorwaarden kan men zich wenden tot het BVW-secretariaat, Lakenweversstraat, 21 - 1050 Brussel - Tel. 02/511.82.86.

BELGISCHE VERENIGING
VAN WERKTUIGKUNDIGEN

Vereniging zonder winstgevend doel

LAKENWEVERSSTRAAT 21. 1050 BRUSSEL

VM/CV/19(1989)

TECHNISCH VERSLAG BVW 1405

DE HYDRAULISCHE STURINGEN : ONTWERP EN TOEPASSINGEN

De BVW heeft een nieuw verslag aangaande het hierboven vermeld thema gepubliceerd. Dit document van meer dan tweehonderdvijftig bladzijden lijkt zeer geschikt te zijn.

De hydraulische sturingen zijn inderdaad gedurende de laatste tien jaren sterk geevolueerd, zowel op gebied van ontwerp van het geheel als uit oogpunt van de verwezenlijking van de componenten waaruit ze bestaan.

Deze sturingen vertonen momenteel karakteristieken van hoge betrouwbaarheid en dichtheid; daarenboven laat de modulaire verwezenlijking een zeer eenvoudige aanpassing toe voor verscheidene toepassingen, met inbegrip van deze gelegen in een agressief midden. De verwezenlijkte gehelen bevatten in het algemeen een geïntegreerde controle-elektronica en ze worden teruggevonden in de meest verscheidene toepassingen zoals in de industrie, voor sturingen van industriële produktiemachines, tuigen voor landbouw en openbare werken, als in talrijke ruimtevaartprojekten.

De BVW studiedagen van October 1989 hebben het mogelijk gemaakt de situatie op te maken van de vooruitgang der ideeën en werken op dit gebied, en het BVW verslag 1405, zopas van de pers, is een volledige weergave van de gehouden lezingen.

U vindt de inhoud van dit document op de keerzijde.

Elk geïnteresseerde kan dit document bekomen (prijs : 1500 BF, B.T.W. 6 %) door bestelling bij het secretariaat van de BVW, Lakenweversstraat, 21, 1050 Brussel - Tél. : 02/511.82.86.

* * * * * * * * * * *

INHOUD

DE OLEO-HYDRAULISCHE STURINGEN BASISKUNDIGHEDEN

- Doel en belang, classificatie en rol van de componenten, fundamentele betrekkingen en gevolgen, generatoren en motoren, hydrodynamische, hydromechanische en hydrostatische overbrengingen, door Y. BAUDOIN (KMS)

DE HYDRAULISCHE FLUIDA

- Les fluides hydrauliques et leurs propriétés, par L. MASSALAR (KUL)
- Contamination control in hydraulic systems, by P. KEEP (UCC ILt)

DE HYDRAULISCHE GENERATOREN, ACTUATOREN EN ANDERE COMPONENTEN

- Les générateurs volumétriques, "clés de voûte" d'un système hydraulique performant, par G. BORTOLINI (Biceps-Brevini SA)
- Les actuateurs électro-hydrauliques, ou la commande hydraulique de précision, par Ph. HALLOIN (Parker Hannifin GMBH)
- Industrial shock absorbers, by R. NUTZ (Enidine GMBH)
- The hydraulic accumulators in anti-pulsation, by F. BRAULT (Olaer SA)

DE TRANSMISSIES

- Les transmissions hydrostatiques : Directions hydrauliques dans le domaine automobile, par J. DUMINI (ZF)
- Inching und Grenslastregelung bei Hydrostatische Fahrantriebe, durch OBERWALLENEY (Rexroth GMBH)
- Application des machines volumétriques en transmission hydrostatique de puissance, par J.-P. RORIVE (ULg)
- De hydraulische uitrusting van de Roll-on/Roll-of terminal te Zeebrugge, door J. VAN GINDERACHTER (MOW)
- De hydraulische uitrusting van de Berendrechtsluis, door L. CYPERS (MOW).

STURINGS- EN CONTROLEONDERDELEN

- Les éléments de commande et leur comportement dynamique, par J. HANTON (FPMs)
- Les distributeurs oléo-hydrauliques, par L. BURY (Mécanova SA)

DE VENTIELEN EN HUN CONTROLE

- Proportionele regeltechniek met servokwaliteit, door R. MEEUWISSE (R. Bosch GMBH)
- L'application des composants et des circuits hydrauliques dans les presses, par J.-M. BAUMANN (Hérion KG) (alleen een drietalige samenvatting)

ONTWERP EN UITVOERING VAN HYDRAULISCHE SYSTEMEN

- Automatisation de processus technologiques par systèmes hydrauliques, par L. MASALAR (KUL)
- Modélisation et simulation fonctionnelle des systèmes hydrauliques. Aperçu de la méthode des Bond-Graphs, par A. CORNET (FNM)
- Analyse d'une pompe avec régulation combinée débit-pression, par M. WLASOWSKI (ULg)
- Conceptie van de computerbesturing van een eigen ontworpen hydraulische robot voor zware lasten, door N. WOUTERS en P. KOOL (VUB)
- Utilisation de commandes hydrauliques dans le cadre des projets Ariane et Hermes, par A. HUBERT (SABCA)
- L'asservissement hydraulique des relevages de tracteurs agricoles, M.-Fr. DESTAIN (FAG)

BIJZONDERE VERWEZENLIJKINGEN

- La miniaturisation en hydraulique, par S. WILLAERTS et W. BLUTH (Hydromanu SA)

PERFORMATIE, ONDERHOUD EN KOSTEN VAN HYDRAULISCHE SYSTEMEN

- Les méthodes d'évaluation des performances et de la durée de vie des composants pour commandes hydrauliques, par J. LALLEMENT (CETIM)
- Noise reduction procedure used on a hydraulic transmission in an industrial environment, by F. VERBANDT (VUB)
- Studie van de kostprijs van het onderhoud van hydraulische systemen, door J. DEBAILLE (Landmacht)

BESLUITEN EN PERSPECTIEVEN

- Verwachte evolutie : performatie en normalisering, door Y. BAUDOIN (KMS)
- Les composants hydrauliques et pneumatiques : évolution et tendance du marché, par R. DE SMEDT (FIMOP)
- Opleiding in België, door Y. BAUDOIN (KMS)

FORMATION INTER-ENTREPRISES "ABATTAGE A L'EXPLOSIF"

Le CERCHAR organise une formation sur les travaux d'abattage à l'explosif dans les chantiers à ciel ouvert des mines, carrières et travaux publics.

Ce stage s'adresse aux responsables de chantiers d'abattage et d'extraction, de la sécurité, de la conception des plans de tir ou des produits, moyens et techniques de tir.

Il apporte des réponses à trois types de préoccupations :

- Environnement : réduction et maîtrise des nuisances (bruit, vibration, projection...)

- Productivité : diminution des frais d'extraction des matériaux

- Sécurité : renforcement de la sécurité des chantiers.

Pour cela, il sera centré sur les techniques et les produits les plus performants ainsi que sur les outils et les procédures d'aide à la décision.

La formation se déroule sur quatre jours dont trois au CERCHAR avec des démonstrations en laboratoire et en grandeur nature, des exercices de modélisation, des visites d'installations. La dernière journée, en option, propose la visite d'une carrière avec mise en oeuvre d'un tir.

DATES	LIEUX	PRIX
20 au 22 novembre 1990	au CERCHAR	5 800 F HT hors hébergement
23 novembre 1990	en carrière	1 900 F HT transport et repas compris

Renseignements et inscription auprès de :
Dominique HENIN
CERCHAR
B.P. N° 2 - 60550 VERNEUIL-EN-HALATTE
Tél. : 44.55.64.37 - Télex : 140 094 F

ANNALES DES MINES
DE BELGIQUE
ANNEE 1989

ANNALEN
DER MIJNEN VAN BELGIE
JAAR 1989

TABLE ALPHABETIQUE DES AUTEURS

ALFABETISCHE TAFEL VAN DE AUTEURS

	N° Nr.	Page Bladzijde
- Administration des Mines :		
Situation du personnel du Corps des Mines au 1er janvier 1989	1	3
Répartition du personnel et du Service des Mines Noms et adresses des fonctionnaires au 1er janvier 1989	1	19
Conseils, Conseils d'administration, Comités et Commissions Compositions au 1er janvier 1989	1	25
- F. DERYCKE :		
Globalisation des études "Géologiques" relatives à un site carrier	2	107
- B. GONSETTE :		
Sécurité et circulation des exploitations à ciel ouvert des minières et des carrières	1	41
- "I.D.G.S." :		
Institution pour le développement de la Gazéification Souterraine Expériences Belgo-Allemande de gazéification in situ (1979-1988) Résumé du rapport technique final	3	175
- "I.O.O.V." :		
Instelling voor de Ontwikkeling van de ondergrondse vergassing Belgisch-Duits experiment voor in situ vergassing (1979-1988) Samenvatting van het technisch eindverslag	4	337
- J. MAYNE :		
Les arrêts-barrages déclenchés dans les charbonnages de la communauté européenne. Compléments d'information à l'article paru dans le n° 3/1988 des Annales des Mines	1	33
- MIJNWEZENBESTUUR :		
Toestand van het personeel van het Mijnkorps op 1 januari 1989.....	1	11
Verdeling van het personeel en van de dienst van het Mijnwezen Namen en adressen van de ambtenaren op 1 januari 1989	1	19
Raden, Beheerraden, Comités en Commissies Samenstelling op 1 januari 1989	1	25

	N° Page Nr.	Bladzijde
- L. RZONZEF		
L'activité de l'Administration des Mines en 1988 Bedrijvigheid van de diensten van het Mijnwezen in 1988	2	93
Statistique des accidents survenus au cours de 1988 dans les mines de houille et dans les autres établissements surveillés par l'Administration des Mines. Statistiek van de ongevallen in de kolenmijnen en in de andere inrichtingen onder het toezicht van de Administratie van het Mijnwezen in 1988	2	123
Statistique économique des industries extractives Année 1988 Economische statistiek van de extractieve nijverheden Jaar 1988	3	147
Aspects techniques de l'exploitation charbonnière belge en 1988 Technische kenmerken van de Belgische steenkolenontginning in 1988	4	283