

# Epi de remblai à l'anhydrite en bordure des voies

## Dammen in anhydriet langs de galerijen

P. STASSEN,

Directeur à l'INIEX  
Directeur bij het NIEB

Le premier essai d'édification d'un épi de remblai à l'anhydrite fut entrepris au siège Alstaden en Ruhr de décembre 1967 à avril 1968. La mise en place pneumatique de l'anhydrite eut lieu avec une cuve à pression de la firme Torkret. Le débit de cette machine était nettement insuffisant, mais l'amélioration de la tenue de la voie, due à la présence de l'épi d'anhydrite, amena rapidement les ingénieurs du siège à demander à la firme Brieden d'adapter une petite remblayeuse à ce genre de travail. Depuis juillet 1969, de nouveaux essais sont en cours et donnent entière satisfaction.

De eerste proeven voor het bouwen van een dam met anhydriet vonden plaats in de zetel Alstaden in de Ruhr van december 1967 tot april 1968. Voor het pneumatisch aanbrengen van het anhydriet gebruikte men een drukkuip van de firma Torkret. Deze machine had een absoluut onvoldoende debiet, maar de verbetering in de gedraging van de galerij was zo groot, dank zij de aanwezigheid van de dam in anhydriet, dat de ingenieurs van de zetel al gauw aan de firma Brieden vroegen een kleine vulmachine voor dit soort van werk om te bouwen. Sinds juli 1969 worden nieuwe proeven met volledig succes doorgevoerd.

### REMBLAYEUSE

La remblayeuse utilisée est une machine du type E.M. II - 7/5, modifiée. Elle comporte 8 alvéoles enfermées dans un solide carter avec dispositif de reprise de l'usure (fig. 1).

Pour éviter que l'échappement de l'air comprimé contenu dans les alvéoles ne se fasse dans l'anhydrite, on a percé la paroi latérale de la remblayeuse et raccordé ce trou par une conduite munie d'un ajutage disposé dans la conduite d'air comprimé d'alimentation. La détente de l'air comprimé provoque une succion de l'air des alvéoles par l'ajutage; sans cette précaution, le dégagement de poussières à la machine serait intolérable. Les joints du côté frontal sont pressés à l'air comprimé; leur étanchéité a été renforcée par des chambres à graisse.

La commande de la remblayeuse est assurée par un moteur à air comprimé de 15 à 20 cv et un réducteur

### VULMACHINE

Men gebruikt een vulmachine van het type E.M. II - 7/5 in gewijzigde vorm. Ze heeft 8 kamers in een stevige carter met automatisch bijstellen van de sleet (fig. 1).

Om te voorkomen dat de lucht uit de kamers zou ontspannen in het anhydriet, heeft men gaten gemaakt in de zijwanden van de vulmachine en deze gaten door middel van een leiding die in een blaaspijpje eindigt, aangesloten op de voedingsleiding van de perslucht. De ontspanning van de lucht veroorzaakt een onderdruk in de kamers, dank zij de blaaspijp; zonder deze voorzorgsmaatregel zou er door de machine meer stof ontwikkeld worden dan toelaatbaar is. Aan de frontzijde worden de voegen door de perslucht dichtgedrukt; om ze dichter te krijgen heeft men er vetkamers aan toegevoegd.

De vulmachine wordt aangedreven door een persluchtmotor van 15 tot 20 pk en een reductor met laag

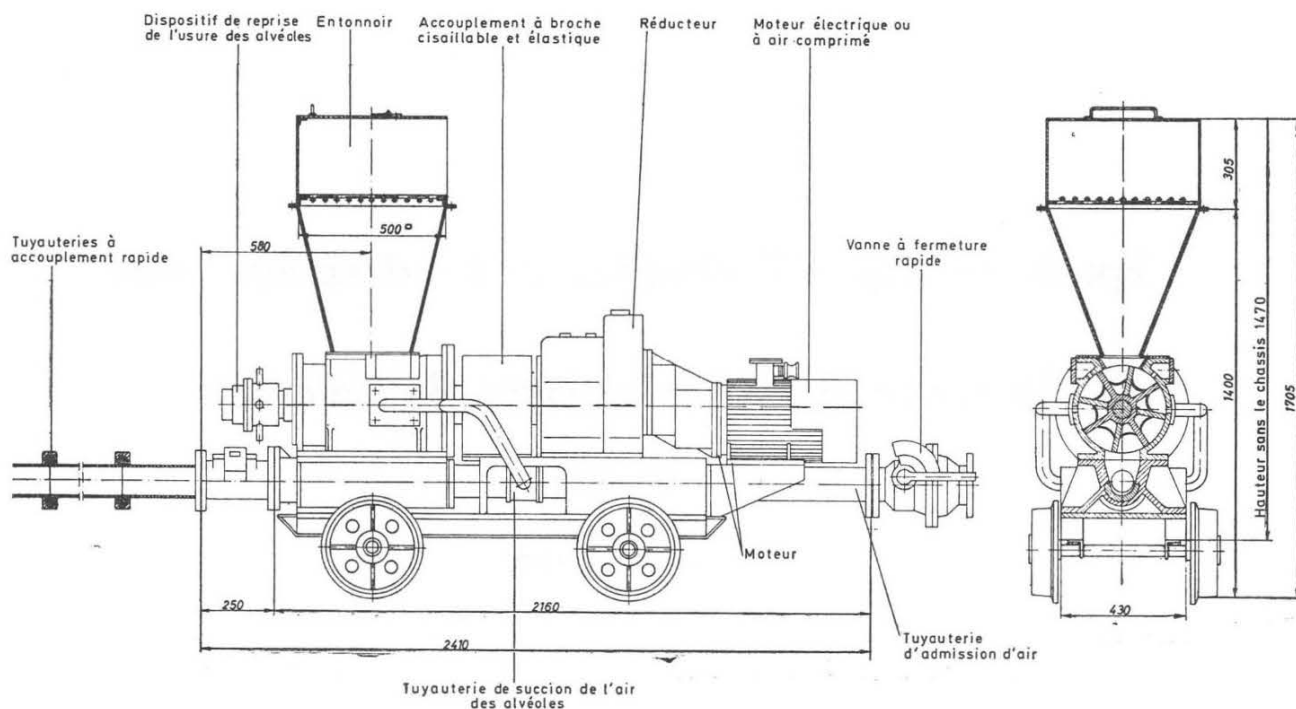


Fig. 1.

Remblayeuse Brieden pour l'édification d'épis de remblai à l'anhydrite

Vulmachine Brieden voor het bouwen van dammen in anhydriet.

Dispositif de reprise de l'usure des alvéoles = Het automatisch bijstellen van de sleet.  
 Entonnoir d'alimentation = Voedingstrechtter  
 Accouplement à broche cisaillable et élastique = Breekbouten- en elastische koppeling  
 Réducteur = Reductor  
 Moteur électrique ou à air comprimé = Elektrische of persluchtmotor  
 Vanne à fermeture rapide = Snelsluiter  
 Moteur = Flens- of voetmotor  
 Tuyauterie d'admission d'air = Luchttoevoerleiding  
 Tuyauterie de succion de l'air des alvéoles = Op de kamers aangesloten zuigleiding  
 Hauteur sans le châssis 1470 mm = Hoogte zonder onderstel 1470 mm  
 Tuyauteries à accouplement rapide = Snelkoppelbuizen

à nombre de tours réduit pour faciliter le réglage. On a disposé un accouplement élastique entre moteur et réducteur et un accouplement à broche cisaillable entre le réducteur et la machine.

La conduite d'air comprimé alimentant la remblayeuse a une forme conique et est équipée d'un trou de visite muni d'un couvercle et d'un manomètre.

L'alimentation en anhydrite de la roue cellulaire est assurée par un entonnoir muni en tête d'une grille pour éviter l'introduction de boules d'anhydrite dans la conduite. Bien qu'une grande partie de l'air contenu dans les alvéoles soit déjà aspiré par l'ajutage, de l'air s'échappe encore à la base de l'entonnoir et assure une fluidisation naturelle du produit, favorable à son écoulement dans la remblayeuse.

Pour le remblayage on emploie des tubes de 100 mm de diamètre et de 6 mm d'épaisseur (certains n'ont que 3,75 mm). La durée de vie des conduites rectilignes n'a pas encore pu être estimée. La vie des courbes est insuffisante. On envisage la construction de courbes

toerental, dit voor een betere regeling. Tussen motor en reductor staat een elastische koppeling en tussen de reductor en de machine staat een breekboutenkoppeling.

De persluchtleiding waarmee de vulmachine gevoed wordt is konisch van vorm en bevat een kijkgat met deksel en manometer.

Het cellenrad wordt met anhydriet gevoed langs een trechter, die boven op een rooster staat zodat geen bollen anhydriet in de leiding kunnen vallen. Alhoewel een groot gedeelte van de lucht uit de kamers wordt aangezogen door de blaaspijp ontsnapt er nog lucht aan de basis van de trechter; hierdoor verhoogt de natuurlijke vloeijing van het produkt, zodat het gemakkelijker in de vulmachine glijdt.

Voor de vulmachine gebruikt men buizen met een doormeter van 100 mm en een wanddikte van 6 mm (sommige van slechts 3,75 mm). Men heeft nog geen idee van de levensduur van de rechtlignige buizen. De bochten gaan niet lang genoeg mee. Men denkt aan het bouwen van bochten met slijtstukken. De leiding

avec pièces d'usure. La conduite a maintenant plus de 700 m de longueur et comporte trois coudes à 90° et une à 30°. Le débit de la machine est de 7,5 m<sup>3</sup>/h (12 t/h); il suffit amplement pour l'édification des épis. La pression de remblayage est de l'ordre de 2,2 à 2,4 kg/cm<sup>2</sup>.

L'anhydrite est stocké en surface dans des silos; il descend en berlines de 900 litres qui sont vidées à l'aide d'un culbuteur à segment, de la firme Mönninghoff, dans une trémie au fond de laquelle circule une bande transporteuse plate de 400 mm de largeur avec hausses latérales. Un hérissou ou tambour armé de pointes d'acier, tourne au-dessus de la courroie et a pour mission de détruire les mottes éventuelles qui se seraient formées dans les berlines. Lors du remplissage, il faut veiller soigneusement à ce que le fond des berlines soit propre (pas de pierres ou de schistes) et qu'il n'y ait aucune pièce métallique.

### MISE EN ŒUVRE DU PROCÉDE

L'essai a lieu dans la voie de base de la couche Sarnsbänksgen dont la pente varie de 20 à 45° et l'ouverture est comprise entre 1,70 et 2,20 m.

La voie de base est creusée sans entaille du toit et revêtue de cadres métalliques rigides en 3 pièces assemblées par éclisses.

L'avancement journalier est de 2,50 m et l'épi a 1,50 à 2 m de largeur à la base, ce qui implique la mise en place de 10 m<sup>3</sup> d'anhydrite par jour (ou 14 berlines représentant 18 t de produits). On remblaie environ 6 à 7 berlines à l'heure, soit environ 2 heures par jour.

Au pied de la taille, la conduite fait un coude de 180°, car on remblaye parallèlement à la voie. Elle se termine par un flexible de 1 à 1,50 m de longueur qui permet d'orienter le jet aisément. C'est à l'entrée du flexible que l'eau de mélange est introduite par un raccord annulaire. La teneur en eau du mélange doit être d'environ 8 %. Elle est facile à régler car c'est la teneur minimale qui assure la mise en place sans poussières. L'eau est amenée sur place dans une conduite de 50 mm. Elle vient en pression d'un réservoir situé à côté de la remblayeuse (à 60 m au-dessus de la galerie). On mélange à l'eau 10 kg/m<sup>3</sup> de sulfate de fer pour accélérer la prise.

L'établissement de l'épi occupe 3 hommes, un au culbuteur à la remblayeuse et deux à l'épi. Au début du poste, ces deux hommes allongent la tuyauterie et enlèvent le soutènement. Ils placent derrière le garnissage en wates un papier avec trame métallique et une toile de jute. Ainsi qu'on peut le voir sur la figure 2, l'anhydrite remplit complètement le vide entre le terrain et les cadres. Le contact est parfait et on comprend aisément que les cadres ne subissent aucune déformation.

heeft nu een lengte van meer dan 700 m en bevat drie bochten van 90° en één van 30°. De machine heeft een debiet van 7,5 m<sup>3</sup>/u (12 t/u) hetgeen ruim voldoende is voor het bouwen van de dammen. De vuldruk bedraagt zowat 2,2 tot 2,4 kg/cm<sup>2</sup>.

Het anhydriet wordt op de bovengrond in silos opgeslagen; het komt naar beneden in wagens van 900 liter die geleidigd worden met een segmentkiewer van de firma Mönninghoff in een trechter waarvan de bodem uitsteekt op een platte transportband met een breedte van 400 mm en zijdelingse opzetplaten. Een egel of met stalen punten voorziene trommel draait boven deze band en heeft tot doel eventueel voorkomende brokken, die in de wagens zouden ontstaan zijn, te breken. Bij het vullen van de wagens moet men er goed op letten dat de bodem rein is (zonder stenen of schiefer) en dat er geen enkel metaal voorwerp in ligt.

### TOEPASSING VAN HET PROCÉDE

De proef vindt plaats in de voetgalerij van de laag Sarnsbänksgen waarvan de helling varieert van 20 tot 45° en de opening van 1,70 m tot 2,20 m.

De voetgalerij is niet in het dak gedreven, en bekleed met starre ijzeren ramen uit drie delen, verbonden door lasplaten.

De vooruitgang bedraagt 2,50 m per dag en de dam heeft een breedte aan de basis van 1,50 m tot 2 m; dit vergt per dag het aanbrengen van 10 m<sup>3</sup> anhydriet (of 14 wagens die 18 t van het produkt bevatten). Men verwerkt zowat 6 tot 7 wagens per uur, en werkt dus ongeveer 2 uren per dag.

Aan de voet van de pijler maakt de leiding een hoek van 180° want men vult op in de richting van de galerij. De buizen eindigen in een slang met een lengte van 1 tot 1,50 m waarmee de straal gemakkelijk kan gericht worden. Aan de ingang van deze slang wordt het mengwater toegevoegd langs een ringvormige koppeling. Het mengsel moet ongeveer 8 % water bevatten. Dit gehalte is gemakkelijk te regelen want het is het laagste gehalte dat het werk mogelijk maakt zonder stof. Het water wordt ter plaatse gebracht in een leiding van 50 mm. De druk komt van een reservoir aan de kant van de vulmachine (60 m hoger gelegen dan de galerij). Bij het water vermengt men per m<sup>3</sup> 10 kg ijzersulfaat dat het harden versnelt.

Het plaatsen van de dam vereist 3 personen, één bij de kiewer aan de vulmachine, en twee aan de dam. In het begin van de dienst verlengen deze twee mannen de buizen en nemen ze de ondersteuning weg. Achter de houten steenknuppels plaatsen ze papier met bewapening in gaas, en een jute doek. Zoals men kan zien op figuur 2 vult het anhydriet volledig de ledige ruimte tussen het gesteente en de ramen. Het contact is volledig en men begrijpt gemakkelijk dat deze ramen geen enkel teken van vervorming vertonen.

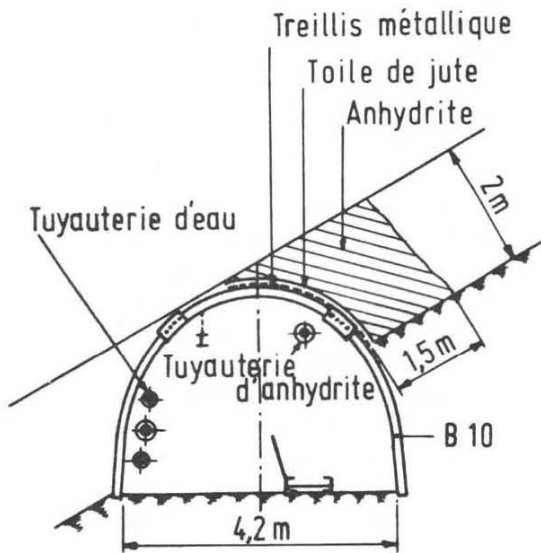


Fig. 2.

Coupe à travers la voie et le pied de taille montrant le mur d'anhydrite.

Doorsnede door de galerij en de voet van de pijler, met zicht op de anhydrietdam.

Tuyauterie d'anhydrite = Anhydrietleiding  
 Tuyauterie d'eau = Waterleiding  
 Treillis métallique = Metaalgas  
 Toile de jute = Jute  
 Anhydrite = Anhydriet

Etant donné la pente du chantier visité, le mur d'anhydrite est stable par lui-même. Si la pente était moindre, il suffirait de faire un coffrage en bois pour maintenir la pâte pendant sa projection. Après 5 heures, la résistance de l'anhydrite atteint déjà 40 kg/cm<sup>2</sup>. Elle monte à 150 kg/cm<sup>2</sup> après 24 h et à 240 kg/cm<sup>2</sup> après 3 jours (fig. 3).

Pour appliquer cette technique qui vise à reporter la cassure d'exploitation en dehors du gabarit de la voie du côté de la taille, il faut que les épontes soient bonnes, principalement le mur lorsqu'il est entaillé. En effet, l'épi d'anhydrite a une portance élevée et peut encaisser de fortes charges pour autant que le banc de mur entaillé soit solide et ne flue pas vers le vide de la voie.

Si le mur résiste, on constate également une diminution du soufflage dans l'aire de la voie.

Cette technique, qui améliore certainement la tenue des voies, est aussi très intéressante dans les mines sujettes à feu car l'étanchéité à l'air est totale.

A l'avenir, on envisage d'employer l'anhydrite dans des chantiers situés à plus de 2 km de l'emplacement actuel de la remblayeuse et de l'accès des berlines en bouvaux. A cet effet, on envisage de placer un relais,

Met de gegeven helling in deze werkplaats is het anhydriet stabiel uit zichzelf. Met een kleinere helling zou men enkel een houten wand moeten bouwen om het anhydriet tijdens de projectie op te vangen. Reeds na 5 uur heeft het anhydriet een weerstand van 40 kg/cm<sup>2</sup>. Deze weerstand stijgt tot 150 kg/cm<sup>2</sup> na 24 u en tot 240 kg/cm<sup>2</sup> na 3 dagen (fig. 3).

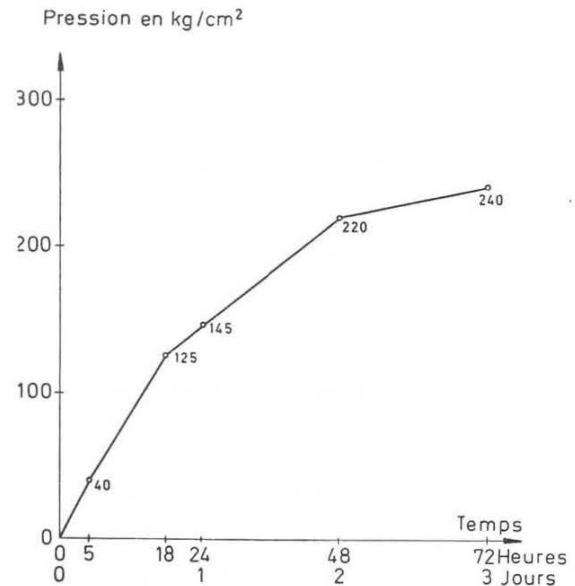


Fig. 3.

Augmentation de la résistance à la compression de l'anhydrite en fonction du temps de prise.

Vermeerdering van de drukweerstand van het anhydriet in functie van de hardingstijd.

Pression en kg/cm<sup>2</sup> = Drukvastheid in kg/cm<sup>2</sup>  
 Temps = Tijd  
 en heures = in uren  
 en jours = in dagen

Wil men deze techniek toepassen, met het doel de ontginningsbreuk te verleggen tot buiten het gabarriet van de galerij aan de kant van de pijler, dan moet het nevangesteente van goede hoedanigheid zijn, vooral de vloer waarin de galerij gedeeltelijk gedreven is. De dam in anhydriet heeft immers een hoog draagvermogen en kan hoge belastingen opnemen voor zover de uitgesneden vloer vast genoeg is en niet wegvloeit naar de ledige ruimte gevormd door de galerij.

Wanneer de vloer het houdt ziet men ook een vermindering van het zwellen in het midden van de galerij.

Deze techniek betekent ongetwijfeld een verbetering voor het behoud van de galerij maar is ook interessant voor mijnen waar gevaar bestaat voor zelfontbranding, aangezien ze een volledige luchtdichtheid geeft.

Men overweegt het gebruik van anhydriet in de toekomst op punten die meer dan 2 km van de huidige plaats van de vulmachine en de voor wagens toegankelijke punten in de steengangen gelegen zijn. Daartoe wil men een relais plaatsen, dit wil zeggen een tussen-

c'est-à-dire un silo intermédiaire qui sera rempli régulièrement à partir d'une remblayeuse située à l'étage supérieur. De là, les remblayeurs de quartiers édifieront les épis dans les voies de chantiers.

### RENTABILITE DU PROCEDE

En dehors des avantages cités ci-dessus et qui sont importants, mais difficilement chiffrables, les techniciens du siège de Alstaden ont établi un prix de revient comparatif entre l'épi à l'anhydrite et l'épi constitué d'une pile de bois. Dans ce calcul, l'usure de la machine, des tuyauteries et des courbes n'a pu être qu'estimée. Le calcul est basé sur la mise en place de 10 m<sup>3</sup> d'anhydrite par jour, correspondant à un avancement de la taille de 2,50 m.

#### 1) Frais du matériel par jour

Remblayeuse	13 DM
Culbuteur	8 DM
Convoyeur à courroie	10 DM
Tuyauteries et courbes	50 DM
Mélangeur	4 DM
	<hr/>
	85 DM/jour

#### 2) Frais d'énergie

Consommation d'air comprimé environ 3.000 Nm <sup>3</sup>	
Coût par jour	10 DM

#### 3) Matériaux de remblayage

18 t d'anhydrite	
à 34,7 DM	
	625 DM pour 10 m <sup>3</sup>
18 kg de sulfate de fer	
à 2,5 DM	45 DM
Treillis métallique et	
toile de jute	6 DM
	<hr/>
	676 DM pour 10 m <sup>3</sup>
Total	773 DM pour 10 m <sup>3</sup>
	<hr/>
	ou environ 78 DM/m <sup>3</sup>

#### 4) Frais de salaires

3 postes à 90 DM	270 DM pour 10 m <sup>3</sup>
Coût total	1043 DM pour 10 m <sup>3</sup>
	<hr/>
par m <sup>3</sup> d'épi	104 DM
par mètre de galerie	410 DM

### COUT DE L'EPI CONSTITUE DE PILES DE BOIS

Pour la taille en question, le bois de pile devait venir par la tête de taille et il fallait journellement

gelegen bunker, die regelmatig zal gevuld worden door een vulmachine die op de hoger gelegen verdieping is opgesteld. Van daar uit moeten de eindvulmachines de dammen in de ontginningsgalerijen aanleggen.

### RENDABILITEIT VAN HET PROCEDE

Naast de hierboven opgesomde voordelen die belangrijk zijn maar moeilijk in cijfers kunnen worden uitgedrukt, hebben de technici van Alstaden een vergelijkende kostenstudie gemaakt voor een dam in anhydriet en de dam die uit een houtbok bestaat. In deze studie heeft men zich voor de slijtage van de machine, de buizen en krombochten moeten tevreden stellen met een schatting. De berekening is gebaseerd op een debiet van 10 m<sup>3</sup> anhydriet per dag, hetgeen overeenkomt met een vooruitgang van de pijler van 2,50 m.

#### 1) Materieelkosten per dag :

Vulmachine	13 DM
Kieper	8 DM
Bandtransporteur	10 DM
Buizen en bochten	50 DM
Menger	4 DM
	<hr/>
	85 DM/dag

#### 2) Energiekosten :

Persluchtverbruik, ongeveer 3.000 Nm <sup>3</sup>	
Kosten per dag	10 DM

#### 3) Vulmaterialen :

18 t anhydriet	
tegen 34,7 DM	
	625 DM per 10 m <sup>3</sup>
18 kg ijzersulfaat	
tegen 2,5 DM	45 DM
Metaalgaas en jute	6 DM
	<hr/>
	676 DM per 10 m <sup>3</sup>
Totaal :	773 DM per 10 m <sup>3</sup>
	<hr/>
	of ongeveer 78 DM/m <sup>3</sup>

#### 4) Loonkosten :

3 daglonen aan 90 DM	270 DM per 10 m <sup>3</sup>
Totale kosten	1043 DM per 10 m <sup>3</sup>
	<hr/>
Per m <sup>3</sup> dam	104 DM
Per meter galerij	410 DM

### KOSTPRIJS VAN DE DAM BESTAANDE UIT HOUTBOKKEN

Voor de pijler in kwestie moest het hout langs de kop aangevoerd worden en had men dagelijks 340

340 pièces de traverses de chemin de fer de 10 cm d'épaisseur et 1,25 m de longueur pour édifier deux piles.

Pour le transport des bois, 4 hommes étaient occupés pendant un poste et de plus la descente du bois dans la taille donnait lieu à un arrêt du rabot de 60 à 100 minutes.

1) Location du treuil et transport en voie de tête	95 DM/jour
2) Coût des matériaux :	
340 traverses à 176 DM par m <sup>3</sup>	600 DM
3) Salaires :	
pour le transport	
4 h à 90 DM	360 DM
pour la mise en place	
3 h à 90 DM	270 DM
	<hr/>
	1325 DM/jour
	<hr/>
Epi en bois par m <sup>3</sup>	132 DM
par m de galerie	522 DM

Dans ce calcul, il n'est pas tenu compte de tous les avantages indirects et de l'arrêt du rabot en taille pendant plus d'une heure.

#### GENERALITES SUR LA MINE ALSTADEN

La mine Alstaden est située au sud du Bassin de la Ruhr dans la région d'Oberhausen. Elle exploite un gisement anthraciteux situé à la base du Houiller. La production journalière est de 1.500 tonnes et le rendement fond s'élève à 3,8 tonnes par homme-poste.

La mine occupe 400 personnes.

La production est actuellement assurée par 2 tailles dont une marche à 2 postes et l'autre à 1 poste seulement.

La taille dans la veine « Sarnbänksgen » a 170 m de longueur et 1,70 à 2,20 m d'ouverture.

La pente est de 20 à 45°. La taille est équipée d'un rabot-ancre et la tête de taille d'un rabot auxiliaire du type « Hugo ».

La vitesse du rabot est de 0,4 m/s et celle du convoyeur blindé de 0,93 ou 0,36 m/s.

La taille est soutenue par des étaçons hydrauliques individuels et des bèles articulées de 1,25 m.

La production journalière est de 800 tonnes nettes pour un avancement de 2,50 m. Le rendement du quartier est de 8,8 t par homme-poste.

gers, met een dikte van 10 cm en een lengte van 1,25 m, voor het bouwen van twee bokken.

Voor het vervoeren van het hout waren vier mannen vereist gedurende een gehele dienst, en bovendien veroorzaakte het aflaten van het hout door de pijler het stilleggen van de schAAF gedurende 60 tot 100 minuten.

1) Afschrijving van de lier en vervoer in kopgalerij :	95 DM/dag
2) Prijs van het materiaal :	
340 dwarsliggers tegen 176 DM/m <sup>3</sup>	600 DM
3) Lonen :	
voor het vervoeren,	
4 man tegen 90 DM	360 DM
voor het bouwen,	
3 man tegen 90 DM	270 DM
	<hr/>
	1325 DM/dag
	<hr/>
Houtbokkendam per m <sup>3</sup>	132 DM
per meter galerij	522 DM

In deze berekening wordt geen rekening gehouden met al de onrechtstreekse voordelen en met het feit dat de schAAF in de pijler gedurende meer dan een uur wordt stilgelegd.

#### ALGEMEENHEDEN OVER DE MIJN ALSTADEN

De mijn van Alstaden ligt in het zuiden van het Ruhrbekken in de streek van Oberhausen. Er wordt een antracietachtige afzetting ontgonnen die deel uitmaakt van de basis van het carboon. De produktie bedraagt 1.500 ton per dag en het ondergronds effect 3,8 ton per mandienst.

Er werken 400 personen in de mijn.

De produktie wordt momenteel geleverd door twee pijlers waarvan de ene werkt op twee diensten en de andere slechts op één dienst.

De pijler in de laag « Sarnbänksgen » heeft een lengte van 170 m en een opening van 1,70 tot 2,20 m.

De helling bedraagt 20 tot 45°; de pijler is uitgerust met een ankerschAAF en aan de pijlerkop werkt een hulpschAAF van het type « Hugo ».

De schAAfsnelheid bedraagt 0,4 m/s en de snelheid van de pantsertransporteur 0,93 of 0,36 m/s.

De pijlerondersteuning bestaat uit individuele hydraulische stijlen en gelede kappen van 1,25 m.

De produktie bedraagt 800 ton per dag netto voor een vooruitgang van 2,50 m. In de werkplaats bedraagt het effect 8,8 t per mandienst,