

Gestion des voies (*)

De galerij in de mijnbouw (*)

P. STASSEN,

Directeur à l'INIEX
Directeur bij het NIEB

RESUME

La vie d'une mine est largement conditionnée, aussi bien par l'état des voies de l'ossature principale que par celui des voies de chantiers. Il importe donc de mettre tout en œuvre pour conserver un réseau de galeries bien adapté aux nécessités des moyens de transport utilisés et à la concentration de la production dans un nombre très réduit de chantiers à forte production.

Cependant, le choix du soutènement n'est pas seul en cause ; le positionnement de la voie, le moment où on la creuse (avant ou après le passage de la taille) et le planning d'exploitation ont une influence beaucoup plus grande sur la tenue ultérieure de la galerie que le revêtement lui-même.

Pour agir en connaissance de cause dans ce que l'on appelle la gestion des voies, c'est-à-dire dans l'ensemble des actions qui visent à maintenir le réseau de galeries dans le meilleur état possible, il importe d'avoir continuellement présents à l'esprit les divers phénomènes qui se passent autour d'une longue taille en activité aussi bien en avant, en bordure, qu'au-dessus et qu'en dessous.

En outre, deux facteurs importants doivent encore être pris en considération dans la gestion des voies, ce sont : la profondeur et la nature des bancs qui encadrent la veine à exploiter, c'est-à-dire ses épontes.

SAMENVATTING

Het uitzicht van een mijn wordt in grote mate bepaald zowel door de staat van het hoofdgangennet als door de staat van de ontginningsgaleries. Het komt er dus op aan alles in het werk te stellen om een netwerk van gangen te behouden dat beantwoordt aan de noodwendigheden van het aangewende vervoermiddel aan de eisen gesteld door de concentratie van de produktie in een zeer klein aantal pijlers met hoge produktie.

Toch is de keuze van de ondersteuning niet het enige probleem ; de ligging van de galerij, het ogenblik waarop ze aangelegd wordt (voor of na het voorbijkomen van de pijler) en de ontginningsplanning hebben op de gedragingen van de galerij een veel grotere invloed dan de ondersteuning zelf.

Om met kennis van zaken op te treden voor wat het probleem van de galeries aangaat, dit wil zeggen het geheel van handelingen die tot doel hebben het galerijennet te behouden in de best mogelijke staat, mag men geen enkel der verschijnselen ook maar één ogenblik uit het oog verliezen, die zich afspelen rondom een lange pijler in bedrijf, zowel voor als langs, onder als boven deze pijler.

Bovendien moet rekening gehouden worden met twee belangrijke factoren inzake de galeries : de diepte, en de aard van de gesteentebanken die de galeries omgeven, dit wil zeggen het nevengeesteente.

Na aan deze beginselen te hebben herinnerd, geeft de nota een overzicht van de verschillende posities die een

(*) Conférence présentée aux Journées d'Information « Pressions de terrains et soutènement dans les mines » organisées par la Commission des Communautés Européennes à Luxembourg, les 13 et 14 novembre 1969.

(*) Voordracht gehouden op de Informatiedag « Gesteentedruk en ondersteuning in de Mijnen », georganiseerd door de Commissie der Europese Gemeenschappen te Luxemburg op 13 en 14 november 1969.

Après le rappel de ces principes, la note passe en revue les différentes positions que peut occuper une voie de chantier par rapport au front de taille, l'influence nuisible des stots de charbon abandonnés dans la couche en exploitation ou dans les veines voisines, ainsi que celle des failles.

En ce qui concerne l'ossature de la mine, il importe d'établir une stratégie de débouillement telle que les boueux principaux soient creusés en zone détendue après exploitation des veines de charbon. Certains de ces principes sont également applicables à l'exploitation « couche par couche » et il est opportun de pénétrer dans le gisement par des tailles de traçages qui assurent une exploitation totale de la veine plutôt que d'abandonner des piliers de charbon pour protéger les voies de pénétration.

Au moment de l'élaboration de nouveaux projets d'exploitation, l'observance des règles énoncées dans le rapport est de nature à éviter la plupart des dégradations aux voies de chantiers, dégradations qui pendant trop longtemps ont été considérées comme inéluctables.

INHALTSANGABE

Die Lebensdauer einer Grube hängt weitgehend vom Zustand ihres Streckennetzes ab, und zwar nicht nur der Haupt-, sondern auch der Abbaustrecken. Daher ist es von äußerster Wichtigkeit, das Streckennetz in einem Zustand zu erhalten, wie ihn die eingesetzten Fördermittel und die Konzentration der Förderung auf eine möglichst geringe Zahl von Betriebspunkten mit hoher Förderleistung erfordern.

Hierbei geht es nicht nur um die Wahl des richtigen Ausbaus. Einen viel größeren Einfluß auf das weitere Verhalten der Strecken haben ihre Lage, der Zeitpunkt ihrer Auffahrung (vor oder nach Durchgang des Strebs) und der Zuschnitt der Abbaufelder.

Voraussetzung für eine sachgemäße Streckenführung und Erhaltung des Streckennetzes in bestmöglichem Zustand ist die Kenntnis und Berücksichtigung der verschiedenen Vorgänge um einen laufenden Streb, im Abbauvorfeld und an den Strebenden sowie im Hangenden und Liegenden. Zwei weitere wichtige Einflußgrößen sind die Abbauteufe und die Art des Nebengesteins.

Nach einer kurzen Zusammenfassung dieser Leitgedanken erläutert der Verfasser, welche Lage eine Abbaustrecke zur Strebfront einnehmen kann und welcher nachteiliger Einfluß von den im gleichen, in einem hangenden oder liegenden Flöz stehenden gelassenen Restpfeilern und von Störungen ausgeht.

Bei der Anlage des Hauptstreckennetzes der Grube und der Führung des Abbaus ist darauf zu achten, daß

galerij kan innemen ten opzichte van het pijlerfront, van de schadelijke invloed van een in de laag achtergelaten kolenbeen, en dit zowel voor de laag die ontgonnen wordt als voor de naburige lagen, en tenslotte van de invloed van de storingen.

Wat het mijnskelet betreft moet er een tactiek voor het ontkolen ontworpen worden, die zo is uitgestippeld dat de hoofsteengangen worden gelegd in ontspannen gesteente, waar de kolenlagen reeds voorzien ontgonnen werden. Sommige van deze beginselen kunnen ook toegepast worden op de ontginning « laag per laag » en het verdient aanbeveling in de afzetting door te dringen door middel van een voorbereidende pijler die de volledige ontginning van de laag mogelijk maakt zonder dat kolenstroken moeten opgeofferd worden voor de bescherming van de toegangen.

Op het ogenblik dat nieuwe ontginningsprojecten worden op touw gezet is het in acht nemen van de in dit verslag uiteengezette regels van aard om de meeste gevallen van schade aan de ontginningsgalerijen te voorkomen, schade die gedurende vele jaren als onvermijdelijk beschouwd werd.

SUMMARY

The life of a mine is largely conditioned by the state of both the main roads and the working place roads. It is therefore important to do all that is possible to maintain a network of galleries well adapted to the requirements of the haulage systems in use and to the concentration of production in a very small number of working places with a high output.

However, it is not only the choice of a support that is involved; the siting of the road, the time at which it is driven (before or after the passing of the face) and the general working plan all have a much greater effect on the ultimate behaviour of the gallery than does the lining itself.

In order to act effectively in what is known as the management of the roads, that is to say the series of actions which aim at maintaining the network of galleries in the best possible condition, it is necessary constantly to bear in mind the various phenomena that occur around a long face in activity, ahead, at the edge, above and below.

In addition, two important factors must be considered in the management of roads; these are the depth and nature of the beds surrounding the seam.

After a reminder of these principles, the report reviews the various positions that a working place road may occupy in relation to the coal face, the harmful influence of the pillars of coal abandoned in the seam being worked or in adjacent seams, and likewise the influence of faults.

With regard to the general plan of the mine, it is important to establish an extraction strategy such that

die Haupttrichtstrecken in einer Zone aufgefahren werden, die sich nach dem Abbau entspannt hat. Diese Grundsätze gelten zum Teil auch dann, wenn man die einzelnen Flöze nacheinander abbaut, wobei es sich empfiehlt, die Lagerstätte durch vorweggenommene Streben aufzuschließen, die einen vollkommenen Abbau gewährleisten, statt Koblenpfeiler zum Schutz der Aufschlußstrecken stehen zu lassen. Durch Beobachtung der in dem Aufsatz dargelegten Grundsätze bei der Ausarbeitung der Abbaupläne lassen sich Schäden in den Abbaustrecken, die lange als unvermeidlich galten, zum größten Teil unterbinden.

the main stonedrifts are driven in a relaxed zone after the working of the coal seams. Some of these principles may also be applied to the « seam by seam » working method and it is expedient to penetrate the strata by development heading faces which ensure a total extraction of the seam rather than abandoning pillars of coal adjacent to the roads « to protect » them.

When new working plans are being drawn up, the observance of the rules set forth in the report helps to eliminate in the working places most of those deteriorations which, for far too long have been considered unavoidable.

AVANT-PROPOS

Cet exposé résume brièvement et synthétise les résultats des travaux de recherche et des expériences acquises en la matière dans les divers pays miniers de la Communauté.

Le lecteur qui désire approfondir l'une ou l'autre notion évoquée dans le texte consultera avec profit la liste des études reprises dans la bibliographie qui figure à la fin de cette note.

O. INTRODUCTION

La tendance actuelle, qui vise à concentrer la production d'un siège dans un nombre très réduit de chantiers à forte production, exige plus que jamais que les voies d'accès à ces chantiers conservent une section convenable pendant toute la durée de l'exploitation, tant aux points de vue du transport des produits et du matériel que de la ventilation et de la circulation du personnel.

Pendant des décennies, on s'est efforcé d'atteindre cet objectif en imaginant les formes de soutènement les plus variées, mais cette très grande diversité nous incite précisément à croire que ces efforts sont, en général, restés vains. On a voulu parfois remédier à la faiblesse du soutènement en augmentant sa densité, c'est-à-dire en augmentant le nombre de cadres par mètre. En Belgique, dans les cas les plus difficiles, on a placé les cadres à 33 cm d'axe en axe, c'est-à-dire à peu près jointifs.

Cette disposition, si elle évite l'écoulement des roches fracturées entre les cadres, réduit à peine la convergence verticale qui est d'ailleurs inélucltable au voisinage d'une zone exploitée. Si les cadres sont proches les uns des autres, ils peuvent mieux s'opposer aux mouvements latéraux, ce qui peut apporter une amélioration de la section de la voie, par une réduction de la convergence latérale.

VOORWOORD

In deze uiteenzetting wordt een korte synthese gegeven van het resultaat van opzoekingen en ervaringen opgedaan in de verschillende mijnbouwlanden van de Gemeenschap.

Degene die over het een of ander begrip dat in de tekst wordt aangehaald meer wil weten kan de lijst van studies raadplegen die opgenomen is in de bibliografie op het einde van deze nota.

O. INLEIDING

Met de huidige strekking om de produktie van een zetel te concentreren in een zeer klein aantal werkplaatsen met hoge produktie vergt meer dan ooit dat de toegangsgalerijen van deze werkplaatsen gedurende heel de ontginning behoorlijk toegankelijk blijven, en dit zowel uit oogpunt vervoer van produkten en materiaal als uit oogpunt luchtverversing en personeelverkeer.

Gedurende t'entallen jaren heeft men dit doel nagestreefd met de meest verscheiden vormen van ondersteuning maar juist deze verscheidenheid brengt ons tot het vermoeden dat de inspanningen in het algemeen vruchteloos geweest zijn. Men heeft op zeker ogenblik getracht de ontoereikendheid van de ondersteuning te keer te gaan door een verhoging van de dichtheid, dit wil zeggen van het aantal ramen per meter. In België heeft men in de moeilijkste gevallen de ramen geplaatst op een asafstand van 33 cm, dus zowat tegen elkaar.

Alhoewel dergelijke opstelling ieder gevaar voor steenval tussen de ramen uitschakelt, wordt de verticale convergentie, die ten andere onvermijdelijk is in de omtrek van een ontgonnen zone, er nauwelijks door verminderd. Wanneer de ramen dicht bij elkaar staan kunnen ze beter weerstand bieden aan de zijdelingse grondbewegingen; dit kan de sectie van de galerij ten goede komen, dank zij een vermindering van de zijdelingse convergentie. Er werd ook aangeraden ramen

On a aussi préconisé l'emploi de cadres en profil lourd, jusqu'à 36 kg/m, mais cette solution n'a pas apporté non plus les résultats escomptés.

Le positionnement de la voie, le moment où on la creuse (avant ou après le passage de la taille) et le planning d'exploitation ont une influence beaucoup plus grande sur la tenue ultérieure de la galerie que le revêtement lui-même.

Cependant, dans les cas très difficiles, quand les roches sont tendres et fluantes, malgré un choix judicieux de ces paramètres, il faudra encore adopter un soutènement qui évite de faire subir aux roches des efforts anormaux et qui permette aux bancs du toit de la galerie de s'affaisser en bloc, symétriquement, en même temps que les terrains adjacents, tout en gardant leur compacité originelle.

Au cours de ces dernières années, des résultats encourageants ont été obtenus en renforçant les bancs de roche par boulonnage. Ce moyen vise à créer en profondeur des conditions plus favorables et plus proches de celles des gisements qui ont été gratifiés par la nature de bancs de roche solides et puissants. La portance d'un toit boulonné est améliorée de 10 à 13 t par m².

Pour agir en connaissance de cause dans ce que l'on appelle la gestion des voies, c'est-à-dire dans l'ensemble des actions qui visent à maintenir le réseau de galeries dans le meilleur état possible, il importe d'avoir continuellement présents à l'esprit les divers phénomènes qui se passent autour d'une longue taille en activité aussi bien en avant, en bordure qu'au-dessus et qu'en dessous. Ces phénomènes ont donné lieu à des observations et des études très nombreuses qui ont bien mis en évidence les mouvements de terrains et les variations de contraintes engendrées dans le massif perturbé par l'exploitation. La mise à profit des résultats de ces investigations doit nous aider à positionner plus correctement les voies de chantiers et à établir un planning d'exploitation qui tient compte des réactions inévitables du massif. Il est donc opportun d'aborder le sujet en rappelant brièvement les conclusions importantes des études sur les pressions de terrains autour d'une taille pour étayer les directives qui seront données dans la suite de l'exposé.

Nous pouvons énoncer ces conclusions comme suit :

1. Une onde de fortes contraintes (de quelques mètres à quelques dizaines de mètres de largeur) précède une taille en activité et progresse avec elle. Le supplément de charge peut atteindre 2 à 4 fois la pression normale qui règne à cette profondeur en terrain vierge.
2. Une zone de surcharges élevées s'établit aussi progressivement sur les 3 bords du panneau exploité, latéralement en bordure des voies d'exploitation et à l'arrière en bordure du montage de départ.
3. Les stots abandonnés dans une veine deviennent le siège de surcharges intenses. Des excavations minières situées en bordure ou à l'aplomb de ces stots

in zware profielen te gebruiken, tot 36 kg/m, maar ook dit gaf niet het verhoopte resultaat.

De ligging van de galerij, het ogenblik waarop ze wordt gedreven (voor of achter de pijler) en de ontginningsplanning hebben een veel grotere invloed op het latere behoud van de galerij dan de ondersteuning zelf.

In de zeer moeilijke gevallen echter, met weke en vloeïende gesteenten, volstaat een oordeelkundige keuze van deze parameters niet; hier moet men ook een type van ondersteuning aanwenden waarmee abnormale spanningen in het gesteente vermeden worden en dat de steenbakken van het dak der galerij in blok en symmetrisch laat zakken, gelijktijdig met de nevenliggende gesteenten, en zonder dat ze hun oorspronkelijke samenhang verliezen.

In de loop van de laatste jaren heeft men bemoedigende resultaten bekomen met de versterking der gesteentebakken door middel van ankerbouten. Met deze methode tracht men op een zekere diepte een gunstiger toestand in het leven te roepen, die meer gelijkt op die van gesteenten die van nature sterk en vast zijn. Een verankerd dak ziet zijn draagvermogen vermeerderd met 10 tot 13 ton per m².

Wil men met kennis van zaken optreden in wat genoemd wordt het probleem van de galerij in de mijnbouw, dit wil zeggen het geheel van werkzaamheden die tot doel hebben het galerijennet in de best mogelijke toestand te houden, dan mag men nooit de verschillende verschijnselen uit het oog verliezen die optreden in de omgeving van een actieve lange pijler zowel ervoor als erlangs, erboven en eronder. Deze verschijnselen werden veelvuldig waargenomen en bestudeerd en daarbij is duidelijk gebleken welke terreinbewegingen en spanningsveranderingen optraden in het door de ontginning verstoorte massief. De resultaten van dit onderzoekingswerk moeten ons helpen de ligging der werkplaatsgalerijen beter te kiezen en een ontginningsplanning op te maken die rekening houdt met de onafwendbare reacties van het massief. Daarom willen wij deze uiteenzetting beginnen met een korte herhaling van de belangrijke besluiten volgend uit de studie van de gesteentedruk rondom een pijler en daarop de richtlijnen opbouwen die verder zullen gegeven worden.

Deze besluiten kunen als volgt geformuleerd worden :

1. Een hoge-spanningsgolf (met een breedte van enkele meters tot enkele tientallen meters) loopt voor de actieve pijler op, met dezelfde snelheid. De verhoging van de belasting kan 2 tot 4 maal zoveel bedragen als de belasting die normaal op dezelfde diepte heerst in onaangeroerd gesteente.
2. Er ontstaat eveneens een zone van hoge overbelasting langs de drie boorden van de ontginning, zijdelings langs de ontginningsgalerijen en achteraan langs de vertrekdoortocht.
3. Een achtergebleven kolenbeen wordt een bron van hevige overbelastingen. Uithollingen die zich in de

(aussi bien en dessous qu'au-dessus) peuvent en subir de graves conséquences.

4. Les limites d'anciennes exploitations constituent également des zones surchargées dont il faut tenir compte lors de l'exploitation des couches sus- et sous-jacentes ou même lors de l'exploitation de panneaux voisins dans la même couche.
5. Après le passage d'une taille, l'affaissement des bancs du toit est inéluctable et se poursuit jusqu'à la surface, car le vide énorme créé par l'enlèvement du charbon ne peut être comblé ni par foudroyage ni par remblayage. Tous les ouvrages miniers situés dans le massif perturbé en subiront les effets, tout comme d'ailleurs les voies qui accompagnent la taille.

En outre, deux facteurs importants doivent encore être pris en considération dans la gestion des voies, ce sont :

- la profondeur et
- la nature des bancs qui encadrent la veine à exploiter, c'est-à-dire ses épontes.

La profondeur joue certes un rôle dans la tenue des voies de chantier, mais ce n'est pas le facteur prépondérant; la contrainte due à la pesanteur augmente avec la profondeur des exploitations et, de ce fait, il existe un plus grand nombre de bancs de roche et de veines en bordure des excavations, dont la différence entre les contraintes extrêmes donne un cercle de Mohr tangent à la courbe intrinsèque de la roche. Il en résulte une fracturation plus importante des bancs voisins du vide, qui donne lieu à tous les désordres que nous observons dans certaines galeries (inflexion des bancs de la couronne, soufflage intense du mur, poussée des parois).

Cependant, il existe en Europe occidentale des réseaux de galeries à 1000 et 1200 m de profondeur qui tiennent parfaitement avec un minimum de soutènement. Là généralement, les bancs de roches sont *épais, solides* et en majeure partie constitués de grès et de psammites, les roches sont fortement lapidifiées et ne subissent que des déformations mineures en bordure des galeries. Par contre, il existe à 500 m de profondeur, et parfois moins encore, des galeries très difficiles à tenir, principalement là où on exploite un faisceau de veines rapprochées, encadrées de schistes argileux et de schistes charbonneux très tendres et de bancs minces de grès.

Dans certains gisements, belges surtout, on rencontre des schistes particulièrement sensibles à l'eau et même à l'air chaud et humide. Il existe des schistes argileux qui ne sont pas plus consistants que la terre à modeler et qui se délayent instantanément dans l'eau. La présence de minces filets argileux ou charbonneux entre les bancs de roche favorise encore les glissements relatifs des bancs et leurs déformations. M. Jacobi a bien mis ces phénomènes en évidence dans ses essais sur

nabijheid van dergelijke kolenmassieven bevinden of op dezelfde verticale liggen — zowel erboven als eronder — kunnen daar groot nadeel van ondervinden.

4. Oude ontginningsgrenzen vormen eveneens zones van overbelasting, waarmee moet rekening gehouden worden bij het ontginnen van onder- of bovenliggende lagen of zelfs van naburige panelen in dezelfde laag.
5. Wanneer een pijler voorbijgekomen is treedt er onafwendbaar een verzakking van het dakgesteente op die tot op de bovengrond doorloopt, want de enorme ruimte die door het wegnemen van de kolen ontstaan is kan noch door breukbouw noch door vulbouw worden opgevuld. Al de ondergrondse werken die in het gestoorde massief gelegen zijn zullen er de invloed van ondergaan, evenals ten andere de galerijen die de pijler volgen.

Nog twee andere factoren moeten bij de studie van de galerij in de mijnbouw worden in aanmerking genomen, namelijk :

- de diepte, en
- de aard van het gesteente dat de te ontginnen laag omringt, met andere woorden, het nevengeesteente.

De diepte speelt ongetwijfeld een rol in het behoud van de ontginningsgalerijen maar ze is niet de belangrijkste factor. De belasting die een gevolg is van de zwaartekracht neemt toe met de diepte van de ontginningswerken en bijgevolg neemt het aantal toe van de gesteentebanken en lagen aan de rand van de uithollingen, waarvoor het verschil tussen de uiterste spanningen een cirkel van Mohr geeft die raakt aan de eigen karakteristiek van het gesteente. Dit leidt tot een grotere verbrokkeling van de banken naast de uitholling, die dan weer de oorzaak is van de ontreddering die wij in sommige galerijen opmerken (doorzakken van de kroonbanken, hevig zwellen van de vloer, werking van de wanden).

Toch bestaan er in West-Europa gehele netten van galerijen op een diepte van 1000 en van 1200 m die zeer goed houden met een minimum aan ondersteuning. In het algemeen zijn de gesteentebanken op die plaatsen *dik en stevig* en hoofdzakelijk samengesteld uit zandsteen en psammiet; het massief is vergaande versteend en ondergaat slechts onbelangrijke vervormingen aan de rand van de galerijen. Daarentegen bestaan er ook op een diepte van 500 m en soms minder galerijen die men zeer moeilijk open houdt, vooral wanneer er daar een bundel dicht bij elkaar gelegen lagen ontgonnen wordt, die omringd zijn door zeer zachte kleihoudende schiefer en dunne zandsteenbanken.

In sommige en dan vooral Belgische afzettingen vindt men schiefer die buitengewoon gevoelig is aan water en zelfs aan warme en vochtige lucht. Er bestaat kleiachtige schiefer die niet meer weerstand biedt dan modeleerlei en onmiddellijk uiteenvalt in water. Dunne kleiachtige of steenkoolachtige adertjes tussen de gesteentebanken werken de glijding nog in de hand

modèles réduits en simulant ces filets charbonneux par de minces lits de paraffine.

Dans tous ces gisements, ce sont beaucoup plus la nature des roches et des veines, l'épaisseur des bancs, leur fracturation naturelle, due aux efforts orogéniques et aux déformations tectoniques, que la profondeur, qui guideront dans le choix du type de soutènement des galeries et dans le planning d'exploitation.

Cependant, si dans une mine on ouvre un nouvel étage plus profond ou si l'on exploite un nouveau faisceau de couches, il convient d'être très attentif au comportement des bancs de roche qui entourent les galeries et d'adapter immédiatement le soutènement en conséquence.

Le maintien en profondeur de techniques couramment appliquées dans les étages supérieurs a conduit plusieurs mines à des situations critiques et même à des fermetures. Les chantiers ont été étouffés dans leurs voies d'accès. Celles-ci nécessitaient des travaux d'entretien exorbitants qui absorbaient un personnel considérable et entravaient l'approvisionnement et le déblocage régulier des tailles.

A faible profondeur, quand les roches sont fermes, on peut en quelque sorte les maltraiter, leur faire encaisser des surcharges importantes, sans pour cela éprouver de difficultés dans la tenue des galeries. C'est précisément parce que les choses les plus extravagantes ont parfois réussi, qu'il est difficile de faire admettre certaines règles à ceux qui n'ont jamais été confrontés avec ces problèmes délicats.

Quand les conditions de gisement deviennent plus difficiles ou que la profondeur augmente nettement, toute faute dans le respect des principes est immédiatement payée fort cher, par des frais d'entretien élevés nécessaires pour maintenir dans ces galeries une section compatible avec les fonctions qui lui sont dévolues.

Nous examinerons successivement les voies de chantier puis les bouveaux.

tussen de verschillende banken en veroorzaken nog meer vervomingen. Dhr Jacobi heeft deze verschijnselen duidelijk gemaakt in zijn proeven op schaalmodellen waarbij hij deze koolachtige aders voorstelde door paraffinelagen.

In al deze soorten van afzetting zal men bij de keuze van de ondersteuning der galerijen en de ontginningsplanning veel meer geleid worden door de aard van het gesteente en de lagen, de dikte der banken, de natuurlijke brokkeligheid ervan, die een gevolg is van de bergvorming en van tectonische verschijnselen, dan wel de diepte.

Opent men evenwel in een mijn een diepergelegen verdieping of ontgint men een nieuwe lagenbundel, dan moet men zeer veel aandacht besteden aan de gedragingen van de gesteentebanken rondom de galerijen en dientengevolge de ondersteuning onmiddellijk aanpassen.

Het feit van op grote diepte dezelfde technieken aan te wenden als op hogergelegen verdiepingen heeft verschillende mijnen in moeilijkheden gebracht en zelfs doen verdwijnen. De werkplaatsen verstikten in hun galerijen. De galerijen zelf vergden een buitensporig onderhoud, slorpten veel personeel op en brachten de bevoorrading van de pijler in materialen alsook de afvoer van de produkten in het gedrang.

Op geringe diepte en wanneer men met goede gesteenten te doen heeft kan men ze in zekere zin mishandelen, ze grote overbelastingen opleggen, zonder dat men daardoor moeilijkheden ondervindt voor het behoud der galerijen. Juist omdat sommige ongewone dingen ooit gelukt zijn is het moeilijk diegenen die nooit met deze moeilijke problemen te maken hebben gehad, sommige regels te doen aannemen.

In moeilijker afzetting of wanneer de diepte plots merkkelijk toeneemt, wordt elke afwijking van de basisprincipen onmiddellijk en zeer duur betaald, onder de vorm van onderhoudskosten die men zich moet getroosten om deze galerijen te behouden in een staat die met hun functie overeenstemt.

Wij gaan achtereenvolgens handelen over de ontginningsgalerijen en over de steengangen.

SOMMAIRE

INHOUD

1. *Voies de chantier* (ou voies au charbon).1. *Ontginningsgalerijen* (of galerijen in de laag).

11. Position de la voie par rapport au chantier.

11. Ligging van de galerij ten opzicht van de werkplaats.

111. Traçages préalables en ferme.

111. Voorafgaandelijk drijven in volle grond .

112. Voies creusées en avant de la taille.

112. Voor de pijler gedreven galerijen.

113. Voies utilisées pour une deuxième taille.

113. Galerij die door een tweede pijler gebruikt wordt.

114. Voies creusées après le passage de la taille avec massif de charbon d'un côté.

114. Achter de pijler gedreven galerij, met een kolenmassief aan één kant van de galerij.

115. Voies creusées après le passage de la taille avec main de taille.

115. Achter de pijler gedreven galerij, met simpel.

116. Voies creusées après le passage de la taille avec main de taille et cadres articulés sur piles de bois.

116. Achter de pijler gedreven galerij met simpel en gelede ramen op houtbokken.

117. Voies creusées sans entaillage du toit.

117. Galerijen die gedreven worden buiten het dakgesteente.

12. Influence nuisible des stots.

12. Schadelijke invloed van het kolenbeen.

121. Influence d'un stot abandonné en bordure de la voie.

121. Invloed van een kolenbeen langs de galerij.

122. Influence d'un stot abandonné dans une veine supérieure.

122. Invloed van een kolenbeen in een hogerliggende laag.

13. Influence nuisible des limites d'anciennes exploitations.

13. Schadelijke invloed der oude ontginningsgrenzen.

131. Dans la même veine.

131. In dezelfde laag.

132. Dans des veines voisines.

132. In naburige lagen.

14. Influence des failles.

14. Invloed van de storingen.

141. Voie creusée en bordure d'une faille.

141. Langs een storing gedreven pijler.

142. Voie creusée sous une faille.

142. Onder een storing gedreven pijler.

2. *Bouveaux ou Bowettes* (ou voies au rocher).2. *Steengangen*.

21. Bouveaux de chassage.

21. Richtsteengangen.

22. Bouveaux de recoupe.

22. Dwarssteengangen.

221. Recoupe des couches par le toit.

221. De lagen worden langs boven aangesneden.

222. Recoupe des couches par le mur.

222. De lagen worden langs onder aangesneden.

3. *Exploitation couche par couche*.3. *Ontginning laag per laag*.4. *Conclusions*.4. *Conclusies*.

1. VOIES DE CHANTIER

(ou voies au charbon)

11. Position de la voie par rapport au chantier

111. Traçages préalables en ferme.

Le traçage préalable en ferme (c'est-à-dire avec veine des deux côtés) en vue d'une exploitation rabattante est certes à conseiller quand les conditions le permettent, c'est-à-dire principalement quand les bancs qui encadrent la couche et la couche elle-même sont fermes et solides. Si les galeries peuvent être abandonnées immédiatement après le passage de la taille, le soutènement n'aura à subir qu'une faible convergence lors de la redistribution des sollicitations au moment du creusement, puis la phase convergence en avant de la taille et n'aura plus à absorber les grands affaissements que l'on observe dans les voies après le passage de la taille.

Dans les traçages en ferme, le boulonnage du toit est un auxiliaire précieux qui permet de renforcer et d'armer les bancs de roche. D'un ensemble de bancs minces, les boulons, en les solidarissant, forment une poutre unique capable de se supporter elle-même au-dessus du vide de la voie. L'emploi de boulons à la résine, dont l'ancrage est réparti sur toute la longueur du trou, a donné un nouvel essor à la technique du boulonnage (rappelons que celle-ci avait déjà fait son apparition dans les mines de charbon d'Europe occidentale en 1950-1951, mais qu'à cette époque, les boulons à coin et à coquille d'expansion s'étaient souvent avérés insuffisants pour assurer un bon contrôle du toit). Pour compléter le soutènement, il est souvent utile d'ancrer également les mézières et de les garnir comme le toit par du grillage (fig. 1). On obtient ainsi un soutènement efficace pendant la vie du traçage, mais à l'approche de la taille, il est généralement nécessaire de placer un soutènement de renfort constitué, par exemple, d'étauçons hydrauliques individuels à charge de pose élevée. Cette stratégie de déhouillement *n'est certainement jamais à envisager* quand on constate déjà, pendant le creusement des traçages en ferme, des déformations très importantes des épontes et du soutènement. C'est le cas, par exemple, dans le chantier montré figure 2. On remarque sur la photographie le soulèvement intense des bancs du mur jusque contre le front du traçage et le refoulement, vers l'intérieur de la section, des montants de cadres immédiatement après le creusement.

1. ONTGINNINGSGALERIJEN

(of galerijen in de laag)

11. Ligging van de galerij ten opzichte van de werkplaats

111. Voorafgaandelijk drijven in volle grond.

Het voorafgaandelijk drijven in volle grond (dit wil zeggen met de kolenlaag aan beide zijden) in het vooruitzicht van een terugwaarts gedreven ontginning is ongetwijfeld aan te bevelen in die gevallen waarin de omstandigheden het toelaten, hetgeen hoofdzakelijk hierop neerkomt dat de nevengeesteenten en de laag zelf vast en stevig moeten zijn. Wanneer de galerijen onmiddellijk na het voorbijkomen van de pijler kunnen verlaten worden ondergaat de ondersteuning alleen een zwakke convergentie wanneer de spanningen die op het ogenblik van het drijven bestaan, een nieuw evenwicht zoeken, en vervolgens de convergentiegolf die vóór de pijler op loopt, en wordt ze niet meer onderworpen aan de zware verzakkingen die in de galerijen optreden na het voorbijgaan van de pijler.

In deze voorafgaandelijk in volle grond gedreven galerijen vormt het verankeren van het dak een belangrijk hulpmiddel, waarmee de gesteentebanken kunnen versterkt en gewapend worden. Een groep van dunne banken wordt door de bouten, die ze samenpakt, omgevormd tot één enkele balk die in staat is zichzelf te dragen boven de open ruimte van de galerij. Het gebruik van harsbouten, die over geheel de lengte van het boorgat verankerd zijn, betekende een nieuwe stap vooruit in de ankerboutentechniek (Wij herinneren eraan dat deze techniek in de West-Europese kolonmijnen bekend was sinds 1950-1951, maar de bouten met wig of uitzettingsschelp die men toen gebruikte bleken niet zelden onvoldoende voor een goede dakcontrole). Dikwijls is het goed tot vervollediging van de ondersteuning, ook de wanden te verankeren en evenals het dak van een netwerk te voorzien (fig. 1). Op die manier bekomt men een ondersteuning die voldoening schenkt tijdens de voorbereidende fase; bij het naderen van de pijler is het in het algemeen nodig een versterkende ondersteuning te plaatsen die bij voorbeeld kan bestaan uit individuele hydraulische stijlen met hoge zetlast. Deze manier van ontkolen *moet in geen geval overwogen worden* wanneer men reeds tijdens het voorafgaandelijk drijven van de galerijen zeer sterke vervormingen waarneemt in het nevengeesteente en in de ondersteuning. Dit is bij voorbeeld het geval voor de werkplaats die voorgesteld wordt op figuur 2. Men ziet op de foto hoe de steenbanken uit de vloer zich zeer sterk opheffen en dit tot tegen het front van de galerij, en hoe de stijlen van de ramen onmiddellijk na het drijven reeds naar het midden van de galerij gedrukt worden.

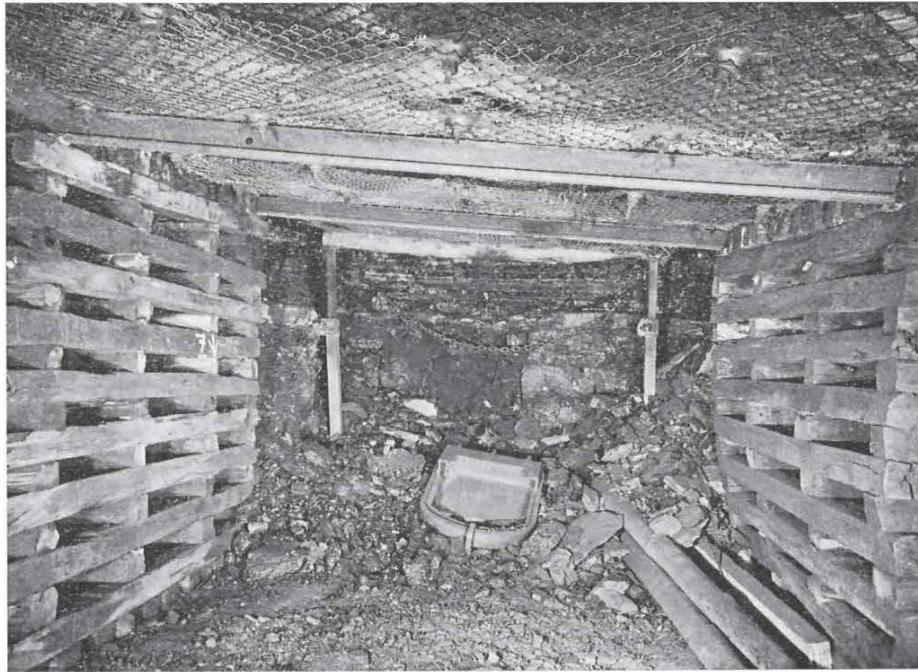


Fig. 1.

Voie boulonnée avec garnissage en treillis.
Galerij met ankerbouten en bekleding met draad.

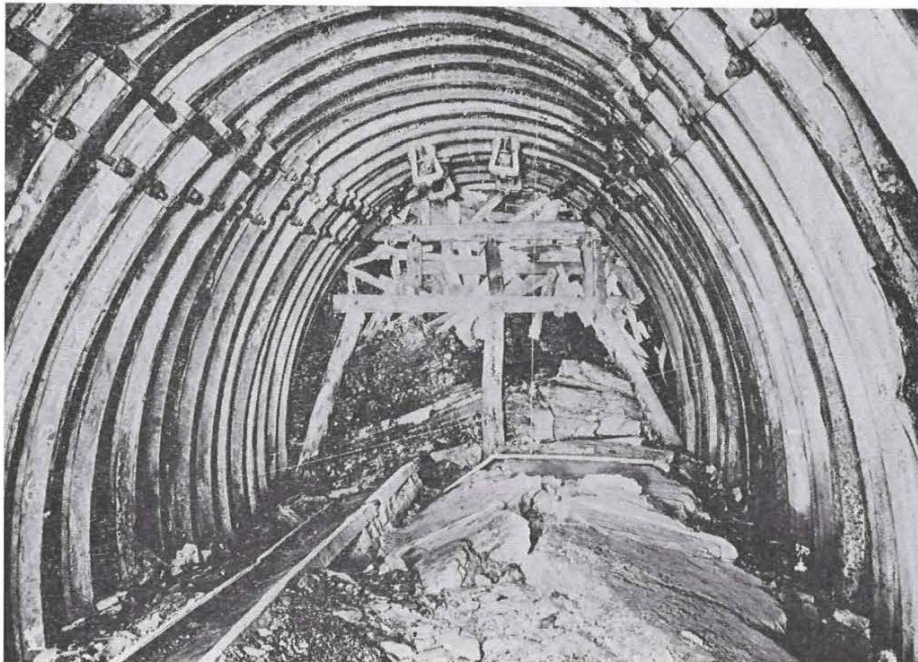


Fig. 2.

Soufflage intense des bancs du mur jusqu'à front du traçage (Charbonnage Eisden - Campine).
Sterk opzwellen van het vloergesteente tot aan het front van de galerij vóór de pijler (Kolenmijn van Eisden - Kempen).

112. Voies creusées en avant de la taille.

Dans une voie creusée en avant d'une taille, les bancs de roche mis à nu autour de l'excavation ont à subir l'influence de l'onde de contraintes élevées qui précède cette taille, alors qu'ils sont mis en état de moindre résistance. En effet, la portance du soutènement placé à front de la voie est bien inférieure à celle du massif en place. Ces bancs sont beaucoup plus fracturés que s'ils avaient eu l'occasion de franchir cette zone en triple étreinte. Cette fracturation importante leur fait perdre toute cohésion. Là aussi le boulonnage peut avoir une efficacité très nette, mais il faut essayer, dans la mesure du possible, de placer les boulons assez loin en avant de la taille.

Un soutènement ordinaire, placé au contact des bancs non renforcés, subira une première déformation en avant et au passage de la taille. C'est ce qui explique que, dans les cas les plus malheureux, on doit déjà procéder à un recarrage et à un renforcement du soutènement avant le passage de la taille (fig. 3).

Mais alors qu'en exploitation rabattante le soutènement peut, à ce moment, être repris ou abandonné, il doit dans ce cas, au contraire, continuer à se dérober pour absorber la convergence inéluctable qui se produit toujours après le passage d'une taille. Après ce passage, la pression supplémentaire de bordure s'établit progressivement sur le massif de charbon le long de la galerie.

112. Voor de pijler gedreven galerijen.

Wordt een galerij voor de pijler gedreven dan ondergaan de gesteentebanken rondom de uitholling de invloed van de geconcentreerde spanningsgolf die deze pijler voorafgaat en dat op een ogenblik waarop hun weerstand verzwakt is. Het draagvermogen van de aan het front geplaatste ondersteuning is immers heel wat lager dan dat van het natuurlijk massief. Deze gesteentebanken zijn veel meer gebroken dan wanneer ze deze zone van driedubbele spanningen hadden kunnen achter zich laten. Door deze verbrokkeling die omvangrijk is verliezen ze elke samenhang. Ook daar kan het gebruik van ankerbouten duidelijk nuttig zijn, maar men moet zoveel mogelijk trachten de bouten tamelijk ver voor de pijler te plaatsen.

Een gewone ondersteuning die onder niet versterkte banken wordt geplaatst ondergaat een eerste vervorming bij het naderen en bij het voorbijgaan van de pijler. Dat legt uit waarom men in de minst gunstige gevallen reeds moet gaan versterken en nabreken voor de pijler voorbijgekomen is (fig. 3).

Bij terugkerende ontginning kan de ondersteuning op hetzelfde ogenblik worden teruggewonnen of in de steek gelaten, in het ander geval echter moet ze nog verder het hoofd bieden aan de onvermijdelijke convergentie die altijd na het voorbijkomen van een pijler optreedt. Eens de pijler voorbij, verdeelt de bijkomende randdruk zich geleidelijk over het kolenmassief langs



Fig. 3.

Voie dont le soutènement est déjà fortement déformé en avant de la taille sous l'effet de l'onde de contraintes qui précède cette taille (on remarque au centre de la photo, à gauche, la jonction taille-voie) (Charbonnage du Centre - Hainaut).

Galerij waarvan de ondersteuning reeds vóór de pijler sterk vervormd werd door de spanningsgolf die vóór deze pijler op loopt (men ziet midden op de foto, links, de verbinding tussen pijler en galerij) (Charbonnage du Centre - Henegouwen).

Elle finit par atteindre une valeur à peu près égale à celle qui précède la taille, mais elle s'établit plus lentement. Cette pression provoque des fractures obliques à la stratification, ce qui facilite le fluage du charbon et des roches vers la voie. Le charbon entraîne avec lui le toit et le mur déjà ameublis par l'eau utilisée lors du forage pendant le creusement et ceux-ci ont tendance à former un pli. Quel que soit le soutènement employé, tous ces éléments provoquent des déformations importantes de la galerie qui réduisent souvent la section utile dans des proportions inadmissibles.

Dans une telle voie, les bancs de roche reposent d'un côté sur le remblai qui s'affaisse et de l'autre sur le massif en place. En plus de l'inflexion longitudinale (suivant l'axe de la galerie), les bancs subissent une inflexion transversale vers le remblai. Cette double inflexion, bien visible sur la figure 4a, gauchit les bancs et les fracture en tout petits blocs qui se meuvent les uns par rapport aux autres. Les bancs perdent leur portance et pèsent de tout leur poids sur le soutènement.

Dans certains cas, on peut avoir un véritable cisaillage des bancs de roche au droit du massif en place et retrouver les bancs de roche en forme de pli en V très aigu, comme on peut le voir sur la figure 5.

de galerie. Tenslotte atteint ze zowat dezelfde waarde als die die de pijler voorafgaat maar ze komt langzamer tot stand. Deze drukking geeft aanleiding tot scheuren die schuin staan op de gelaagdheid, en hierdoor wordt het afglijden van kolen en stenen in de richting van de galerij bevorderd. De kolen trekken het dak en de vloer, die reeds tijdens het boren door het spoelwater zijn aangetast, mee, en deze gesteenten hebben de neiging om een plooi te vormen. Welke ondersteuning men ook gebruikt, al deze elementen veroorzaken ernstige vervormingen in de galerij waardoor de nuttige sectie sterker vermindert dan kan toegelaten worden.

In dergelijke galerij rusten de steenbanken aan de ene kant op de verzakkende vulling en aan de andere kant op het oorspronkelijk massief. Buiten de langsdoorbuiging (volgens de as van de galerij) ondergaan deze banken een dwarsdoorbuiging in de richting van de vulling. Deze dubbele doorbuiging, die men duidelijk ziet op figuur 4a, misvormt de gesteentebanken en breekt ze af tot kleine stukjes die zich ten opzichte van elkander verplaatsen. De banken verliezen hun samenhang en drukken met heel hun gewicht op de ondersteuning.

In sommige gevallen staat men voor een werkelijke afschuiving van het gesteente ter hoogte van het achtergebleven massief, terwijl de steenbanken een scherpe V gaan vormen zoals men ziet op figuur 5.

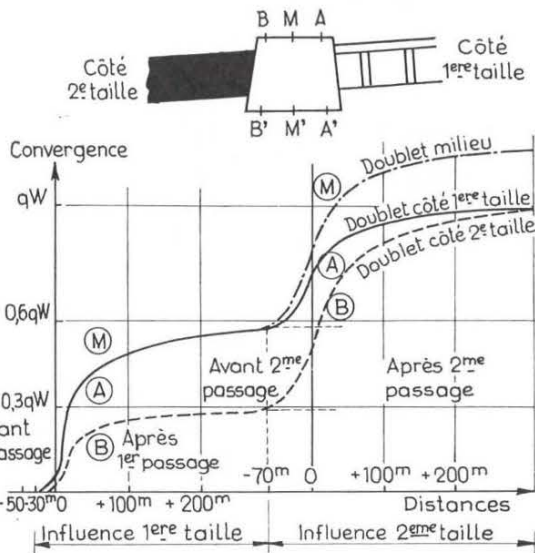


Fig. 4a.

Convergences des doublets d'une station de mesure au passage de deux tailles successives dont les fronts sont décalés de 300 m environ (M. Proust).

Dans la partie gauche de la figure, la courbe montre bien l'inflexion longitudinale des bancs après le passage de la première taille. L'inflexion transversale est mise en évidence par l'écart vertical qui se marque entre les courbes A et B qui correspondent respectivement à la convergence des doublets AA' (côté remblai) et BB' (côté massif). Dans la partie droite de la figure, on distingue nettement l'accroissement de la convergence en avant de la 2e taille, puis l'égalisation des convergences aux deux parements. La con-

vergence au doublet médian s'intensifie, donnant lieu à la formation du pli en V — si souvent observé aux brèches de recarrage.

W = ouverture de la couche.
q = coefficient de remblayage.

Convergentie van de meetpennen van een meetstation bij het voorbijgaan van twee pijlers die op elkaar volgen met een afstand van ongeveer 300 m (M. Proust).

In het linker gedeelte van de figuur ziet men duidelijk hoe de banken in de lengte doorbuigen nadat de eerste pijler voorbijgekomen is. De dwarse doorbuiging wordt verduidelijkt door de verticale afstand tussen de krommen A en B die respectievelijk overeenkomen met de convergentie der meetpennen AA' (kant van de vulling) en BB' (kant van het massief). Rechts op de figuur bemerkt men duidelijk hoe de convergentie toeneemt vóór de tweede pijler, en hoe de convergentie aan beide wanden later gelijk wordt. Bij de middenste meetpennen wordt de convergentie sterker, hetgeen het ontstaan geeft aan de V — plooi die men zo dikwijls ziet in de nabraken.

W = opening van de laag.

q = vulcoëfficient.

Côté 2e taille : Kant van de 2e pijler.

Côté 1re taille : Kant van de 1e pijler.

Convergence : Convergentie.

Avant 1er passage : Vóór het voorbijgaan van de 1ste pijler.

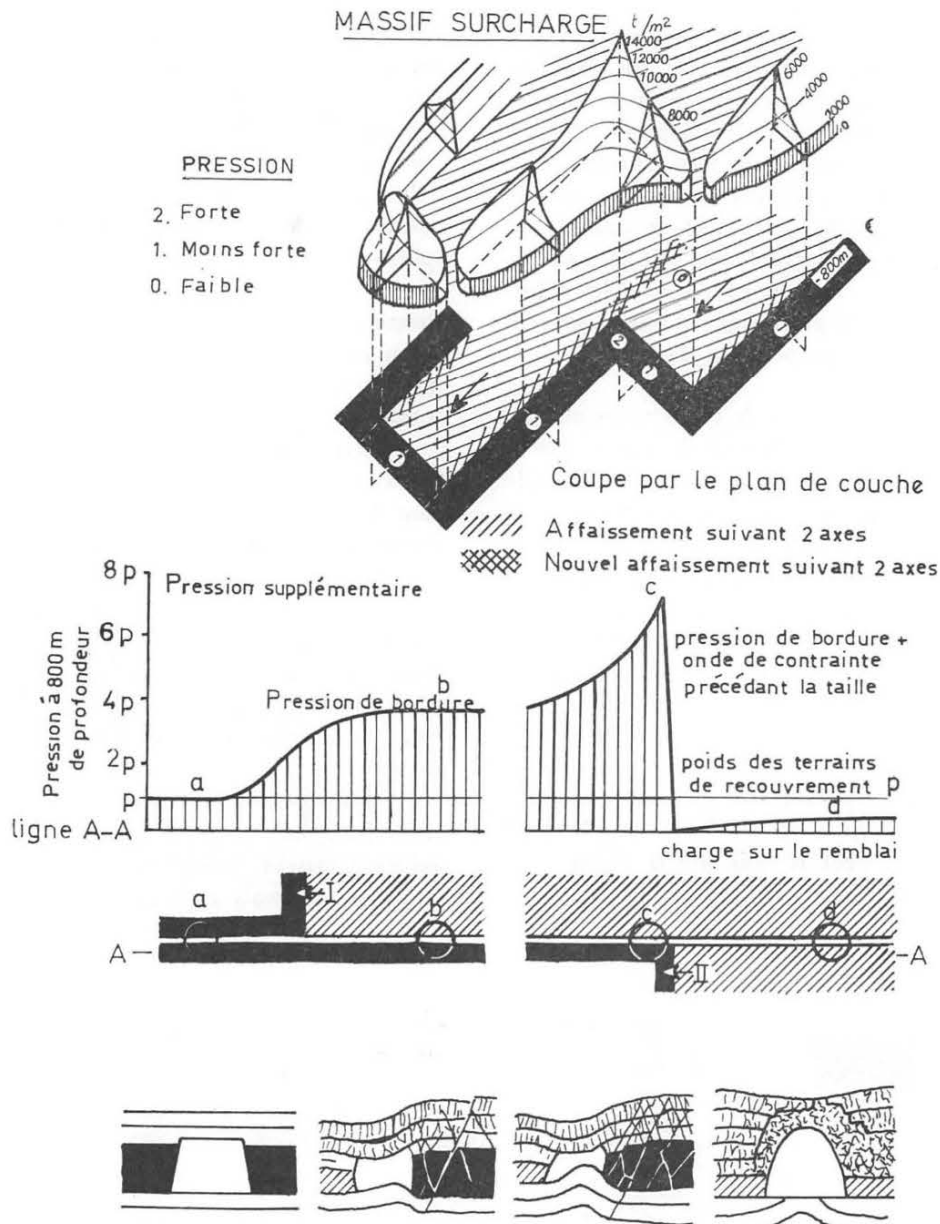
Après 1er passage : Na het voorbijgaan van de eerste pijler.

Avant 2e passage : Vóór het voorbijgaan van de tweede pijler.

Après 2e passage : Na het voorbijgaan van de tweede pijler.

Doublet milieu : Meetpennen uit het midden.

Influence 1re (2e) taille : Invloed van eerste (tweede) pijler.



D'après ces considérations, pour creuser une voie en avant d'une taille, il faudrait, semble-t-il, disposer de conditions de terrains encore plus favorables que pour pratiquer l'exploitation rabattante, tout au moins si les voies sont creusées loin en avant des tailles (50 à 100 m par exemple).

113. Voies utilisées pour une deuxième taille.

Nous venons de voir les difficultés que peut présenter la tenue d'une voie qui doit être maintenue après le passage d'une taille. Si nous voulons encore l'utiliser pour l'exploitation du panneau voisin, nous allons être confrontés avec de sérieuses difficultés. L'onde de hautes contraintes qui précède la deuxième taille s'ajoute encore à la pression de bordure créée par la première

Als men het zo beschouwt krijgt men de indruk dat men voor het voordrijven van de galerijen nog een beter gesteente nodig heeft dan voor de terugwaartse ontginning, ten minste wanneer de galerijen op grote afstand van de pijler gedreven worden (50 tot 100 m bvb).

113. Galerij die door een tweede pijler gebruikt wordt.

Wij hebben zoëven gezien met welke moeilijkheden men af te rekenen krijgt als men een galerij moet open houden na het voorbijgaan van een pijler. Als we die galerij nog willen gebruiken voor de ontginning van een naburig paneel stuiten we op ernstige moeilijkheden. De hoge-druk golf die de tweede pijler voorafgaat voegt zich bij de randdrukkingen veroorzaakt door de

Fig. 4b.

Répartition des charges en avant des fronts de taille et en bordure. Cette figure met bien en évidence l'évolution de la pression aux abords d'une voie destinée à desservir deux tailles qui se succèdent (M. Jacobi).

- a : L'onde des contraintes qui précède la première taille commence à faire sentir ses effets. Les bancs de roche sont encore intacts.
- b : La pression de bordure agit sur le massif, le fracture et fait fluer les roches vers la voie. L'affaissement des bancs a lieu d'un seul côté, mais suivant deux axes (affaissement longitudinal et transversal).
- c : Le massif situé dans l'angle entre la voie et la taille est soumis à une surcharge intense (pression de bordure + onde de contraintes précédant la 2e taille). Le soufflage du mur et le fluage du charbon s'intensifient et risquent de compromettre le passage vers la 1re taille.
- d : La pression en d est très faible. Les bancs de roche ont subi un 2d affaissement unilatéral, mais à nouveau autour de deux axes. Les bancs de roche après ce traitement sont complètement broyés sur plusieurs mètres au-dessus et à côté de la voie. Le soutènement nouvellement placé peut à nouveau se déformer simplement sous le poids des roches broyées (les bancs ont perdu toute cohésion).

Verdeling van de belasting vóór het pijlerfront en aan de rand. Deze figuur duidt de evolutie aan van de randdruk in een galerij die moet dienen voor twee opeenvolgende pijlers (M. Jacobi).

- a : De drukgolf die de eerste pijler voorafgaat begint zich te doen gevoelen. De gesteentebanken zijn nog onveranderd.
- b : De randdruk werkt in op het massief, breekt het en doet het gesteente in de richting van de galerij vloeien. De gesteenten zakken langs één zijde maar volgens twee assen (evenwijdige en dwarse verzakking).
- c : Het massief gelegen in de hoek tussen de galerij en de pijler is onderhevig aan een intense overbelasting (randdruk en drukgolf die de 2e pijler voorafgaat). Het zwellen van de vloer en het vloeien van de kolen nemen toe en brengen de doorgang naar de 1e pijler in gevaar.
- d : De druk in d is zeer gering. De gesteentebanken hebben een tweede zijdelingse verzakkingmeegemaakt maar wederom rond twee assen. Na dit verdragen te hebben zijn de gesteentebanken volledig gebroken over een afstand van verschillende meters boven en langs de galerij. De nieuw geplaatste ondersteuning kan opnieuw vervormd worden enkel door het gewicht van de gebroken rotsen (de banken hebben elke cohesie verloren).

Massif surchargé : Overbelast massief.
 Pression ... : Sterke, minder sterke, zwakke druk.
 Coupe ... : Doorsnede door het laagvlak.
 Affaissement ... : Verzakking volgens twee assen.
 Nouvel ... : Nieuwe verzakking volgens twee assen.
 Pression à 800 m de profondeur : Druk op een diepte van 800 m.

Pression supplémentaire : Bijkomende druk.
 Pression de bordure : Randdruk.
 Onde de contrainte précédant la taille : Druk golf die de pijler voorafgaat.
 Poids ... : Gewicht van de dekgesteenten.
 Charge sur le remblai : Belasting van de vulling.



Fig. 5.

Le massif de charbon est situé à droite sur la photographie. Les bancs de roche se sont cisailés au droit du massif en place juste à l'aplomb du montant aval du cadre. La pente originelle des bancs était de 7° de gauche à droite. Het kolenmassief ligt rechts op de foto. De gesteentebanken zijn doorgesneden ter hoogte van het vaste massief juist op de bovenstijl van het raam. Oorspronkelijk hadden de banken een helling van 7° naar rechts afwaarts.

taille. Le massif de charbon, situé dans cet angle, sera soumis à une pression intense (fig. 4b). Les effets de cette pression refouleront encore davantage le charbon et les roches vers le vide de la voie. L'accès vers la première taille pourrait être compromis et, sans un travail d'entretien intense, on pourrait même arriver à une fermeture totale de la voie en avant de la deuxième taille (fig. 6). Ce phénomène de l'intensification des mouvements est bien visible sur la figure 4a où il s'amorce déjà à 70 m en avant du front de la deuxième taille.

Après le passage de la deuxième taille, la pression tombe brusquement à une valeur très faible (fig. 4b). L'affaissement s'égalise aux deux parements. Les bancs de roche, déjà très fracturés, le sont encore davantage par ce nouveau gauchissement.

Les bancs sont coupés en petits morceaux sur plusieurs mètres d'épaisseur, ils ont perdu toute portance. Tous ces débris de roche pèsent sur le soutènement et le déforment. Il se produit souvent une inflexion au centre de la voie, bien visible sur la figure 4a. Après le passage de la deuxième taille, le doublet médian

eerste pijler. Het kolenmassief dat zich onder deze hoek bevindt ondergaat een hevige drukking (fig. 4b). Het gevolg van deze drukking is dat kolen en stenen nog meer naar de ledige ruimte van de galerij gedreven worden. De toegang tot de eerste pijler zou kunnen gevaar lopen en zonder een intens onderhoud zou de galerij vóór de tweede pijler totaal kunnen dicht gaan (fig. 6). Deze hevige bewegingen zijn goed zichtbaar op figuur 4a waar ze reeds 70 m voor het front van de tweede pijler beginnen.

Na de doorgang van de tweede pijler valt de drukking plots terug tot een zeer kleine waarde (fig. 4b). Er komt een evenwicht tussen de verzakkingen langs beide zijden. Het gesteente dat reeds erg verbrokken is ondergaat door deze tweede vervorming nog een verdere afbraak.

De banken worden tot kleine stukjes verbrijzeld over een dikte van verschillende meters, ze hebben nu elke samenhang verloren. Al deze brokstukken drukken op de ondersteuning die haar vorm verliest. Vaak komt er in het centrum van de galerij een doorbuiging tot stand zoals men duidelijk ziet op figuur 4a. Nadat de

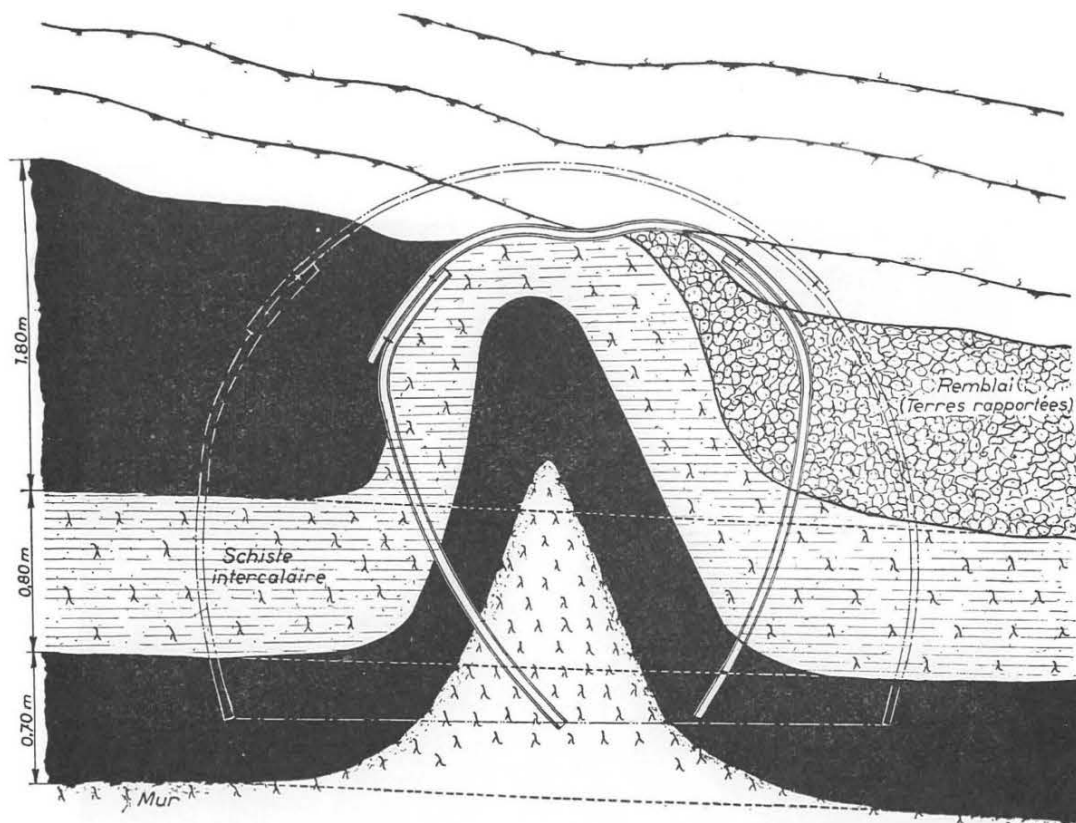


Fig. 6.

Fluage des roches dans une galerie utilisée pour une 2^e taille (Bassin de Campine). L'onde de contraintes qui précède la 2^e taille a provoqué un fluage intense des bancs du mur. Ceux-ci ont même atteint la couronne de la galerie et l'ont renfermée. Des phénomènes analogues ont été observés en l'absence de charbon dans le mur, car il y a en Campine des schistes plus tendres et plus fluants que le charbon.

Vloeien van het gesteente in een galerij die voor een tweede pijler gebruikt wordt (Kempens bekken). De drukgolf die de tweede pijler voorafgaat heeft een intens zwellen van de vloer veroorzaakt. De vloerbanken zijn zelfs tot tegen de kroon van de galerij gestenen en hebben deze laatste volledig gesloten. Soortgelijke verschijnselen werden ook zonder kolen in de vloer waargenomen, want in de Kempen zijn bepaalde soorten van schiefer die zachter zijn en meer vloeien dan de steenkolen.

accuse une convergence supérieure aux doublets des parements. Un recarriage ouvert dans cette région trouve en général des bancs de roche réduits en tout petits fragments qui coulent comme de l'eau.

La voie médiane d'une double unité est un cas particulier d'une voie utilisée pour une deuxième taille. Dans ces conditions, il est recommandé que le décalage des fronts reste de l'ordre de 3 à 4 mètres seulement et qu'en aucun cas il n'atteigne la dizaine de mètres. La section de la voie doit être suffisante au creusement et le soutènement doit être suffisamment souple pour absorber sans dégradation un affaissement correspondant à l'ouverture de la veine exploitée (à plus forte raison, si l'on pratique le foudroyage et si l'on n'édifie pas de larges épis de remblais en bordure de la voie). Le soutènement de la galerie ne doit jamais constituer un point dur au milieu du massif qui s'affaisse et qui se pose sur les débris de foudroyage.

La figure 7 montre la destruction du soutènement de la voie médiane d'une double unité, parce que ce soutènement avait été posé sur des piles trop raides, incapables de s'écraser et de s'affaisser. Dès que les traverses de chemin de fer ont été remplacées dans la pile par des bois compressibles, le soutènement a suivi l'affaissement d'ensemble du massif sans dégradation

tweede pijler voorbij is vindt men op de middelste meetpeilen een grotere convergentie dan op die nabij de wanden. Voert men in deze omgeving een nabrak uit dan vindt men meestal gesteentebanken die bestaan uit zeer kleine brokstukken en vloeien als water.

De middengalerij van een tweevleugelige pijler vormt een bijzonder geval van galerij die voor een tweede pijler gebruikt wordt. In dat geval wordt aangeraden de afstand tussen de twee fronten tot zowat 3 tot 4 m te beperken en in geen geval tot 10 m te laten uitgroeien. De galerij moet aan het front een behoorlijke sectie hebben en de ondersteuning moet soepel genoeg zijn om zonder nadelige gevolgen een verzakking op te nemen overeenkomend met de opening van de ontgonnen laag (dit geldt des te meer wanneer men dakbreuk toepast en geen brede steendammen opricht langs de galerij). De galerijondersteuning mag nooit een weerstandbiedend punt vormen in een massief dat verzakt en op het breukveld gaat rusten.

Figuur 7 toont de vernieling van de ondersteuning, in de midden galerij van een tweevleugelige pijler; deze ondersteuning stond op te starre houtbokken die zich niet lieten verpletteren en niet konden zakken. Zodra de spoorwegdwarsliggers in de bokken vervangen werden door samendrukbaar hout, volgde de ondersteuning zonder schade de algemene verzakking van het massief (fig. 8). Na het beëindigen van de werkplaats heeft

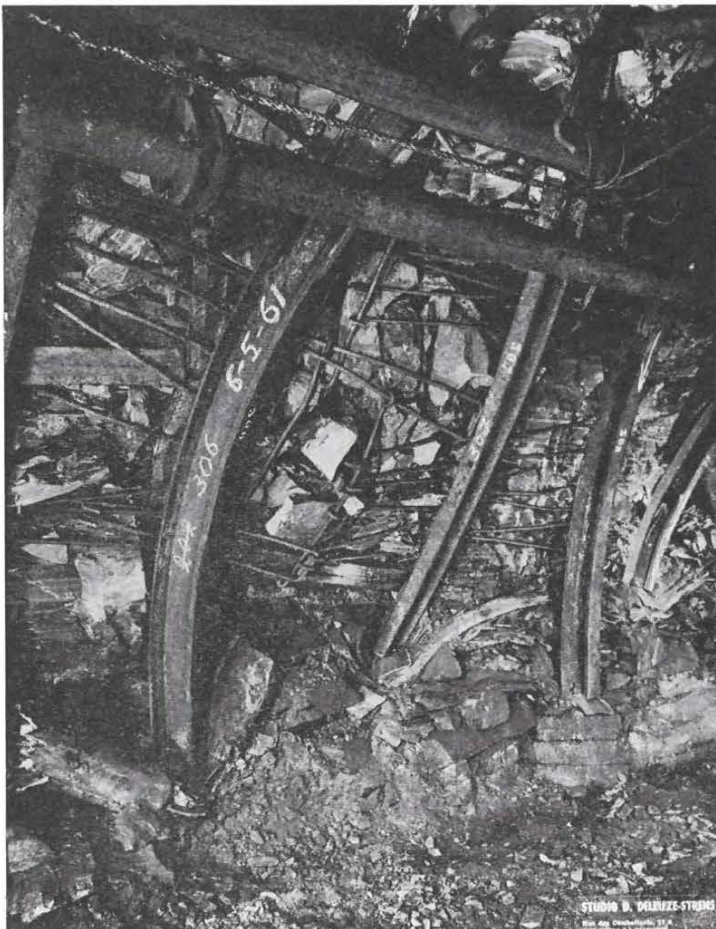


Fig. 7.

Voie médiane d'une double unité. On remarque les déformations importantes subies par les éléments de cadres du fait de la raideur exagérée des piles sur lesquelles ils étaient posés.

Middengalerij van een tweevleugelige pijler. Men ziet aan welke zware vervormingen de raamelementen onderhevig zijn wegens het feit dat ze rusten op te harde bokken.



Fig. 8.

Même voie médiane. Les piles de bois ont été établies avec les bois compressibles et le soutènement a pu s'affaisser en harmonie avec le massif sans subir de surcharges exagérées.

Zelfde middengalerij. De houtbokken werden opgetrokken in samendrukbaar materiaal en de verzakking van de ondersteuning verliep gelijktijdig met die van het massief zonder dat overdreven overbelastingen optraden.

(fig. 8). Après achèvement de l'exploitation, lors de l'enlèvement des cadres au désameublément du chantier, on a pu constater que le toit était descendu en bloc sans aucune distorsion et avait conservé sa compacité originelle (fig. 9).

men bij het ontmantelen en het wegnemen van de ramen kunnen zien dat het dak in blok gezakt was zonder enige misvorming en dat het zijn oorspronkelijke samenhang had behouden (fig. 9).

114. Voies creusées après le passage de la taille avec massif de charbon d'un côté.

Dans ce cas, les bancs de roche au droit de la voie supportent l'onde de contraintes qui précède la taille, alors qu'ils sont encore en triple étreinte, ce qui maintient beaucoup mieux leur cohésion. Ils ne sont alors affectés que de fissures parallèles au front de taille.

On évite également la phase de convergence rapide au passage de la taille et bien visible sur la figure 4a. Cette phase a été bien mise en évidence par les études de M. Schwartz et par tous les chercheurs qui ont étudié ces problèmes.

Alors que des bancs raides de roche peuvent fléchir lentement sans subir trop de dommages grâce à la fissuration préalable et aux « agrippages » qui existent entre les lèvres des cassures, comme l'a très bien montré le professeur Labasse il y a déjà 25 ans (fig. 9bis), la phase des grandes convergences au contraire détruit

114. Achter de pijler gedreven galerij, met een kolenmassief aan één kant van de galerij.

In dat geval worden de banken tegenover de toekomstige galerij onderworpen aan de spanning die de pijler voorafgaat, op een ogenblik dat ze nog aan drie kanten ingesloten zijn, hetgeen hun cohesie ten zeerste ten goede komt. Ze vertonen dan ook enkel spletingen die evenwijdig met het pijlerfront lopen.

Ook de snelle convergentie die gepaard gaat met het voorbijkomen van de pijler en zichtbaar is op figuur 4a wordt vermeden. Men vindt deze fase duidelijk terug in de studie van dhr Schwartz en bij al de zoekers die het probleem hebben bestudeerd.

Terwijl de harde gesteenten zonder al te veel gevaar te lopen langzaam kunnen buigen, dank zij de voorafgaande spleting, zoals professor Labasse reeds 25 jaar geleden zeer duidelijk heeft aangetoond (fig. 9bis), en de inhaking die tussen de lippen van een storing blijft bestaan, betekent de fase van de sterke convergentie integendeel het einde van de inhaking en vergemakke-

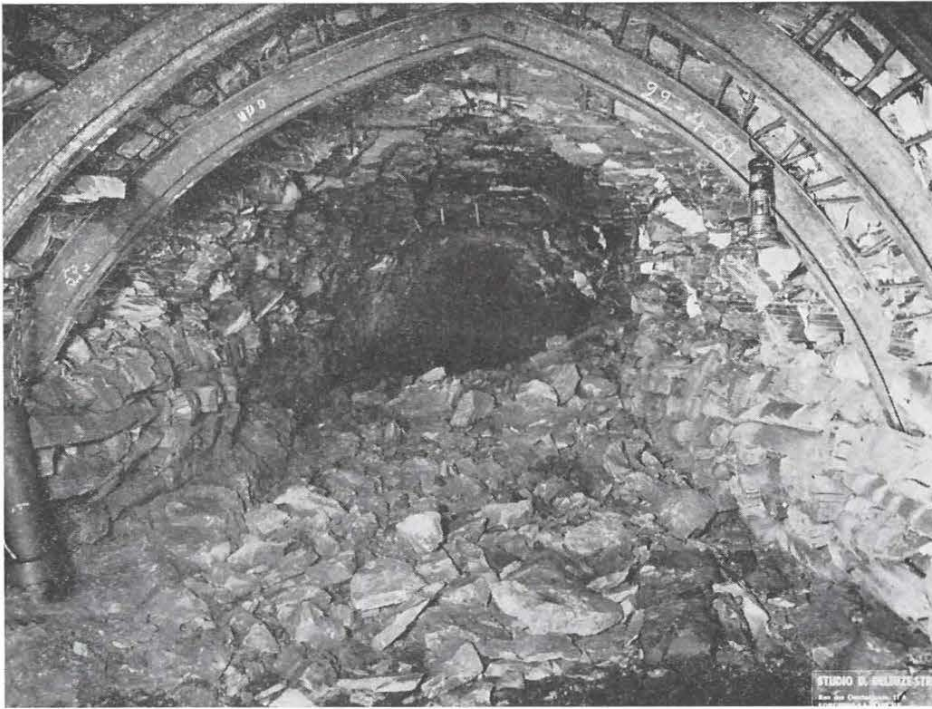


Fig. 9.

Même voie médiane à la reprise des cadres dans le tronçon creusé avec piles de bois compressibles. On remarque encore les broches de bois enfoncées dans le toit et qui ont servi aux mesures. L'enlèvement des cadres ne donne lieu qu'à la chute de quelques pierres. Les bancs du toit sont restés intacts. On constate donc qu'en plaçant un soutènement adéquat, les bancs de roche ont été ménagés et que les éléments de cadres n'ont subi aucune déformation.

Zelfde middengalerij na het recupereren van de ramen in een stuk waar gebruik gemaakt werd van samendrukbare bokken. Men ziet de houten pennen nog die in het dak gedreven werden en voor de metingen dienden. Bij het wegnemen van de ramen vallen er slechts enkele stenen. De dakbanken zijn intact gebleven. Men bemerkt dus dat de dakgesteenten gespaard blijven en de ramen geen enkele vervorming ondergaan wanneer men een aangepaste ondersteuning gebruikt.

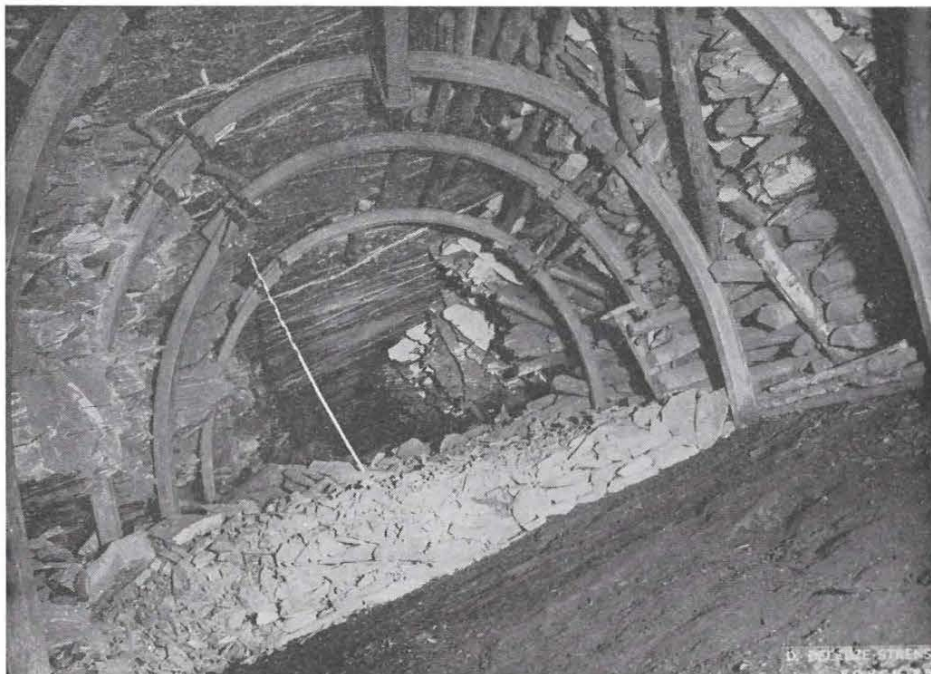


Fig. 9bis.

Cette photographie, prise dans une fausse voie du front vers l'arrière, montre clairement la fissuration intense des bancs du toit en bandes parallèles au front de taille. C'est cette fissuration qui permet à des bancs raides de roche de s'infléchir aisément longitudinalement sans subir de dégradation.

Deze foto werd gemaakt in een blinde galerij, van het front naar achter, een toont duidelijk de intense splinging van het dakgesteente volgens banken die evenwijdig lopen met het pijlerfront. Het is aan deze splinging te danken dat harde gesteentebanken gemakkelijk kunnen doorbuigen in de langsrichting zonder schade op te lopen.

les agrippages et facilite la dislocation des bancs. Nous considérons que les 5 à 6 m derrière la taille constituent la période la plus critique pour le soutènement.

En creusant la voie en arrière des fronts, on abat les bancs de roche les plus disloqués et on place le soutènement après cette phase critique.

On constate donc généralement une amélioration importante de la tenue de la voie. Cependant, si la galerie est directement bordée par un massif de charbon, on n'évite pas l'affaissement dissymétrique dû au tassement du remblai et un certain gauchissement des bancs.

Certains exploitants croient pouvoir s'opposer à l'affaissement côté taille en y plaçant une pile de bois raide (des traverses de chemin de fer, par exemple) ou de poutres en béton armé. Cette façon de faire concentre des charges énormes au parement de la voie côté taille et ne peut apporter une amélioration de la tenue de la voie que si les roches du toit et du mur au droit de la pile sont capables d'encaisser cette forte surcharge sans subir de déformations.

En Provence, où les toits sont raides, on a l'intention de protéger les voies par des piles de bois équarris, serrées énergiquement au toit à l'aide de coussins hydrauliques, afin de maintenir la cassure d'exploitation dans la taille en bordure des piles et de ménager ainsi les voies.

115. Voies creusées après le passage de la taille avec main de taille.

Cette disposition présente déjà tous les avantages de la précédente, mais permet en outre un affaissement symétrique des bancs, pour autant que le soutènement employé ne contrecarre pas cet affaissement par un blocage intempestif et non contrôlé des dispositifs coulissants.

La cassure qui se produit inévitablement en bordure d'un massif exploité est rejetée en dehors du gabarit de la voie. De même, la zone de haute pression qui s'édifie sur le massif est ainsi écartée du parement de la galerie. Pour éviter toute poussée latérale du massif en place, il suffit, dans la main de taille, de laisser un vide entre le terrain et le remblai ou la pile de bois disposée de ce côté.

Les bancs de roche ne subissent plus qu'un affaissement lent et symétrique suivant l'axe de la galerie à mesure de l'écrasement du remblai. Il conserve généralement une bonne compacité qui favorise la tenue de la galerie (fig. 10).

116. Voies creusées après le passage de la taille avec main de taille et cadres articulés sur piles de bois.

Dans ce cas, le dispositif coulissant est constitué par des piles de bois dont on connaît l'écrasement.

lijkt ze de verschuivingen van de gesteentebanken. Naar onze mening vormen de 5 tot 6 m achter de pijler de meest kritieke periode voor de ondersteuning.

Drijft men de galerij achter het front dan worden deze beschadigde banken weggenomen en wordt de ondersteuning na deze kritieke periode geplaast.

In het algemeen is er dus een verbetering in de gedraging van de galerij. Is ze echter aan één kant afgezoomd met kolen, dan kan een assymetrische verzakking en een zekere vervorming van de banken niet voorkomen worden, wegens de zakking van de vulling.

Sommige exploitanten menen de verzakking aan de kant van de pijler te kunnen tegengaan door er een starre houtbok te plaats (bvb spoorwegdwarsligger) of balken in gewapend beton. Hierdoor worden de enorme drukkingen aan de rand van de galerij pijlerkant samengetrokken en wordt het gedrag van de galerij op geen enkele wijze verbeterd tenzij wanneer dak en vloer ter hoogte van de houtbokken in staat zijn deze merkelijke overbelasting zonder vervorming te verdragen.

In de Provence waar het dak hard is wil men de galerijen beschermen met behulp van gezaagde houtbokken die krachtig tegen het dak aangedrukt worden door middel van hydraulische kussens; men wil op die manier de ontginningsbreuk in de pijler houden, aan de rand van de houtbokken, en op die manier de galerij sparen.

115. Achter de pijler gedreven galerij, met simpel.

Deze opstelling biedt niet alleen al de voordelen van de voorgaande maar geeft ook een symmetrische verzakking van de banken, voor zover men een ondersteuning gebruikt waarbij deze verzakking niet wordt tegengewerkt door een ontijdige en ongecontroleerde werking van de meegeevende elementen.

De storing die onvermijdelijk optreedt aan de rand van een ontgonnen massief wordt buiten het gabariet van de galerij gebracht. Bijgevolg wordt ook de hogedrukzone die langs het massief ontstaat van de galerijwand verwijderd. Wil men beletten dat het achtergebleven massief zijdelings drukt, dan moet men enkel in de simpel een open ruimte laten tussen het gesteente en de vulling of de houtbok aan die kant.

De steenbanken ondergaan nog enkel een trage en symmetrische verzakking volgens de as van de galerij, naarmate de vulling opeengedrukt wordt. Gewoonlijk behouden ze hun vastheid, hetgeen de galerij ten goede komt (fig. 10).

116. Achter de pijler gedreven galerij met simpel en gelede ramen op houtbokken.

In dat geval wordt het meegevend element gevormd door houtbokken waarvan men de samendrukbaarheid kent.

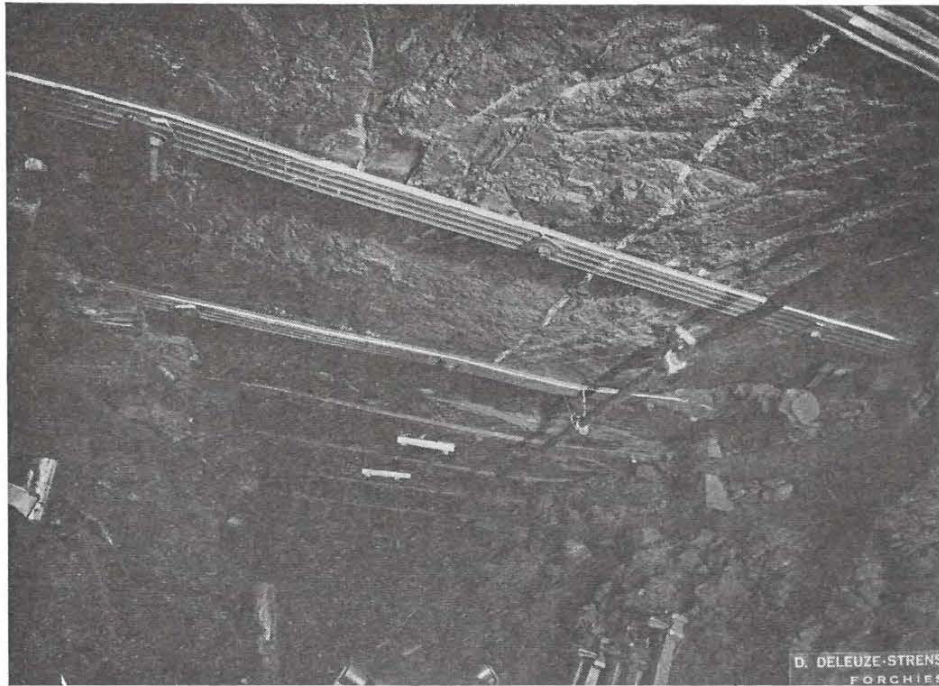


Fig. 10.

Voie avec main de taille et piles de bois compressibles de part et d'autre. Les bancs de toit boulonnés ont pu s'affaisser en bloc et ont conservé une bonne compacité sans inflexion transversale. Cette photo a été prise dans la même galerie que la figure 5.

Galerij met simpel en samendrukbare houtblokken aan weerszijde. De verankerde dakbanken zijn in blok kunnen zakken en bleven goed samenhangend zonder dwarse door buiging. Foto genomen in dezelfde galerij als figuur 5.

Les piles sont édifiées dans toute l'ouverture de la couche ou plus encore et constituées de bois tendres et compressibles, puisque leur mission est de permettre aux cadres de s'affaisser en synchronisme avec les bancs du toit sans intervention du personnel. Grâce à leurs larges bases, les piles répartissent les pressions sur les bancs du mur et évitent l'enfoncement non contrôlé des supports dans la sole, même si elle est constituée de roches tendres (fig. 11 et 12).

De bokken nemen heel de laagopening of nog meer in beslag en bestaan uit zacht en samendrukbaar hout, vermits hun taak erin bestaat de ramen synchroon met het dakgesteente te laten zakken zonder tussenkomst van het personeel. Dank zij hun brede basis verdelen zij de drukking over het vloergesteente en voorkomen ze dat de steunpunten op ongecontroleerde wijze in de vloer dringen, zelfs wanneer deze uit zachte gesteenten bestaat (fig. 11 en 12).

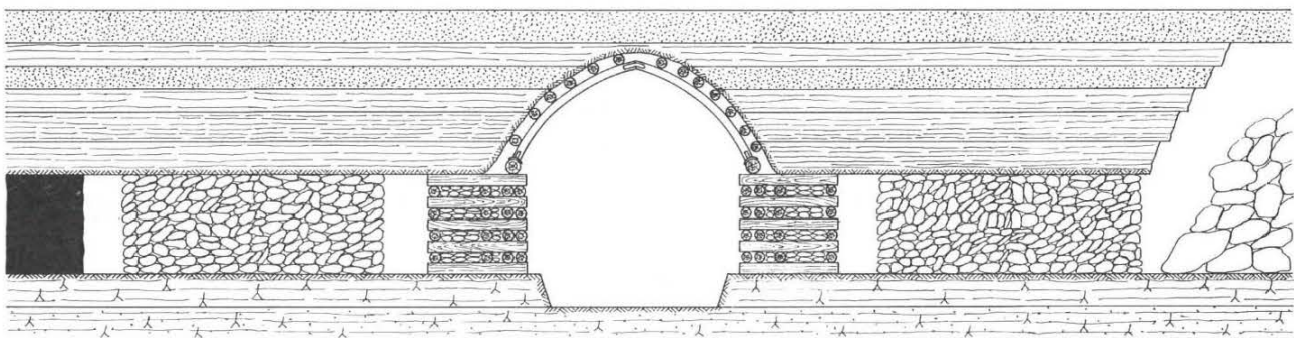


Fig. 11.

Voie creusée après le passage de la taille avec main de taille et revêtue de cadres sur piles de bois. La voie est protégée par de solides murs de remblais qui constituent les culées d'appui de la voûte de décharge à l'aplomb de la voie.

Galerij die gedreven werd na het voorbijkomen van de pijler, met een simpel; bekleding bestaande uit gelede ramen op houtbokken. De galerij wordt beschermd door stevige steendammen die de steunpunten vormen van het ontlastingsgewelf boven de galerij.



Fig. 12.

Photographie prise dans une voie creusée après le passage de la taille avec main de taille revêtue de cadres articulés sur piles de bois. La tenue de la voie était encore impeccable 1 an après son creusement (date de la prise de vue).
Pente de la couche 30°.

Foto genomen in een galerij die na het voorbijkomen van de pijler gedreven werd met een simpel, en bekleed is met gelede ramen op houtbokken. Eén jaar na het drijven was de galerij nog altijd in zeer goede staat (de foto werd op dit ogenblik gemaakt). Helling van de laag: 30°.

Quand on édifiait des épis de remblai en bordure des voies, il était recommandé de bourrer les piles avec des pierres. La présence de bois dans les piles leur assurait une compressibilité supérieure à celle du remblai ou du massif de charbon et, de ce fait, les cadres de la voie ne supportaient que des charges très modérées. Le fait que 80 à 90 % des éléments de cadres étaient récupérés intacts et non déformés lors du désamusement des galeries, prouvait à suffisance que les cadres ne constituaient qu'un filet protecteur.

Si on ne fait pas d'épis de remblai en bordure des voies et qu'on foudroie jusque contre les piles, on constate à nouveau une concentration des charges en bordure de la voie (fig. 13). L'affaissement du toit est nettement supérieur à celui mesuré dans les voies avec épis. Les piles, même constituées de bois tendres, sont

Wanneer men steendammen oprichtte langs de galerijen, werd aangeraden de bokken met stenen te vullen. Dank zij het erin aanwezige hout zijn ze meer samendrukbaar dan de steendammen of de kolenlaag, zodat de galerijramen slechts zeer matig belast worden. Uit het feit dat 80 tot 90 % van de raamelementen bij de ontmanteling van de galerij intact kunnen gerecupereerd worden zonder dat ze vervormingen hebben ondergaan, blijkt voldoende dat deze ramen enkel de rol van een beschermend net vervullen.

Worden er geen steendammen opgericht langs de galerijen en wordt de dakbreuk doorgetrokken tot tegen de bokken, dan komt er langs de galerij opnieuw een belastingsconcentratie (fig. 13). Het dak verzakt merkkelijk meer dan in galerijen met steendammen. Houtbokken, zelfs wanneer ze uit zacht hout opgetrokken

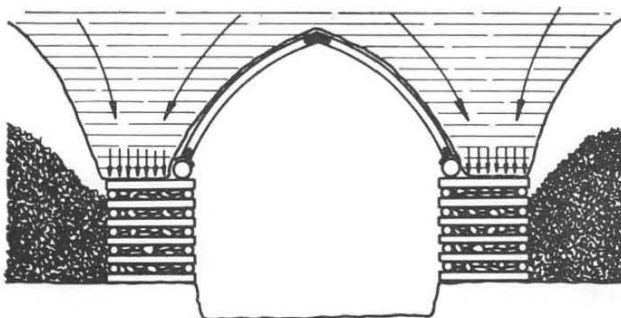


Fig. 13.

Voie en cadres articulés sur piles de bois avec foudroyage jusque contre les piles. Cette façon de faire concentre à nouveau les charges en bordure de la voie.

Galerij bekleed met gelede ramen op houtbokken; de dagbreuk komt tot tegen de bokken. Op die manier wordt de belasting weer geconcentreerd aan de rand van de galerij.

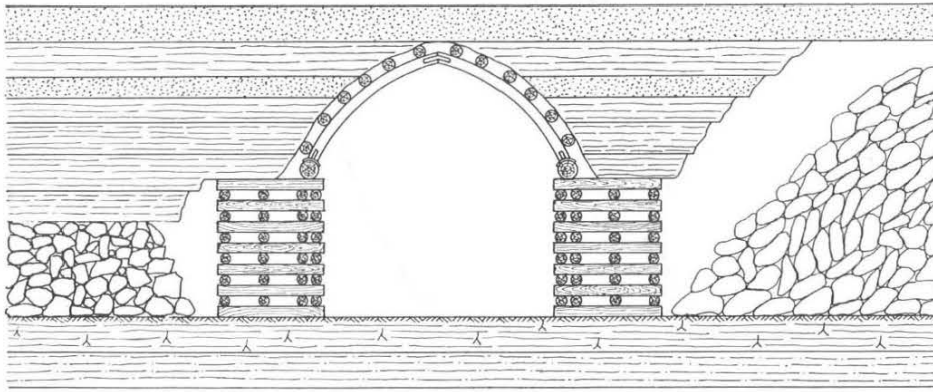


Fig. 14.

Piles de bois non bourrées de pierres et d'une hauteur supérieure à l'ouverture de la couche pour permettre au soutènement un affaissement à peu près identique à celui que les bancs du toit vont subir.

Houtbokken die niet met stenen opgevuld zijn en waarvan de hoogte groter is dan de laagopening; zij geven de ondersteuning de gelegenheid om ongeveer op dezelfde wijze ineen te zakken als het dakgesteente.

moins compressibles que les éboulis de foudroyage. Pour s'adapter à ces nouvelles conditions, il n'est plus recommandé de bourrer les piles avec des pierres et, pour donner à la pile l'élasticité voulue, elle doit avoir une hauteur supérieure à celle de l'ouverture de la veine (fig. 14). Au creusement, la voie aura une hauteur plus grande de façon à admettre une convergence plus grande et conserver quand même une section convenable pendant toute la vie de la taille.

L'emploi de bois raides, telles des traverses de chemin de fer pour édifier les piles sur lesquelles posent les cadres, est à rejeter. Dans ces conditions en effet, les piles ne peuvent plus remplir leur rôle d'éléments coulissants car elles sont à peu près incompressibles (fig. 15).

Une remarque s'impose en ce qui concerne la convergence. Sous ce terme, on comprend généralement le rapprochement des épointes et on ne fait aucune distinction entre l'affaissement du toit et le soulèvement du mur. Nous sommes convaincus cependant que, si l'affaissement du toit est inévitable, le soulèvement du mur peut être réduit en adoptant un soutènement approprié.

C'est ainsi par exemple que, si l'on édifie en bordure de la galerie des piles de bois plus compressibles que les appuis voisins, on rejette les culées latérales d'appuis à forte charge à plus grande distance des parois de la galerie, on réduit la migration des roches vers le vide de la voie et, par conséquent, le soufflage (fig. 16).

117. Voies creusées sans entaille du toit.

Pour faciliter la jonction taille-voie, aussi bien en exploitation chassante qu'en exploitation rabattante, on

zijn, zijn minder samendrukbaar dan de breukstenen. Gezien deze gewijzigde omstandigheden is het niet langer aangeraden de bokken met stenen te vullen en om voldoende elastisch te zijn moeten de bokken hoger zijn dan de laagopening (fig. 14). De galerij heeft bij het drijven een grotere hoogte zodat ze een grotere convergentie kan verdragen en toch een behoorlijke sectie behouden tijdens heel de levensduur van de pijler.

Hard hout zoals spoorwegdwarsliggers kan niet dienen voor het bouwen van de bokken waarop de ramen moeten rusten. Met zulk materiaal kunnen de bokken hun rol van meegevend element niet meer vervullen, omdat ze zowat onsamendrukbaar geworden zijn (fig. 15).

Een opmerking betreffende de convergentie. Door deze uitdrukking bedoelt men in het algemeen de toenadering tussen de nevingesteenten zonder dat een onderscheid wordt gemaakt tussen de verzakking van het dak en het zwellen van de vloer. Wij zijn er evenwel van overtuigd dat, alhoewel de verzakking van het dak onvermijdelijk is, het zwellen van de vloer kan ingedijkt worden door het gebruik van een aangepaste ondersteuning.

Zo kan men bij voorbeeld langs de galerijen houtbokken oprichten die meer samendrukbaar zijn dan die welke vlak tegen de galerij staan; daardoor brengt men de zwaar belaste steunpunten op een groter afstand van de galerijwanden, men vermindert de verschuiving van het gesteente in de richting van de ledige ruimte, men vermindert bijgevolg het zwellen (fig. 16).

117. Galerijen die gedreven worden buiten het dakgesteente.

Zowel bij voorwaartse als bij terugkerende ontginnen tracht men een betere verbinding tussen pijler en galerij

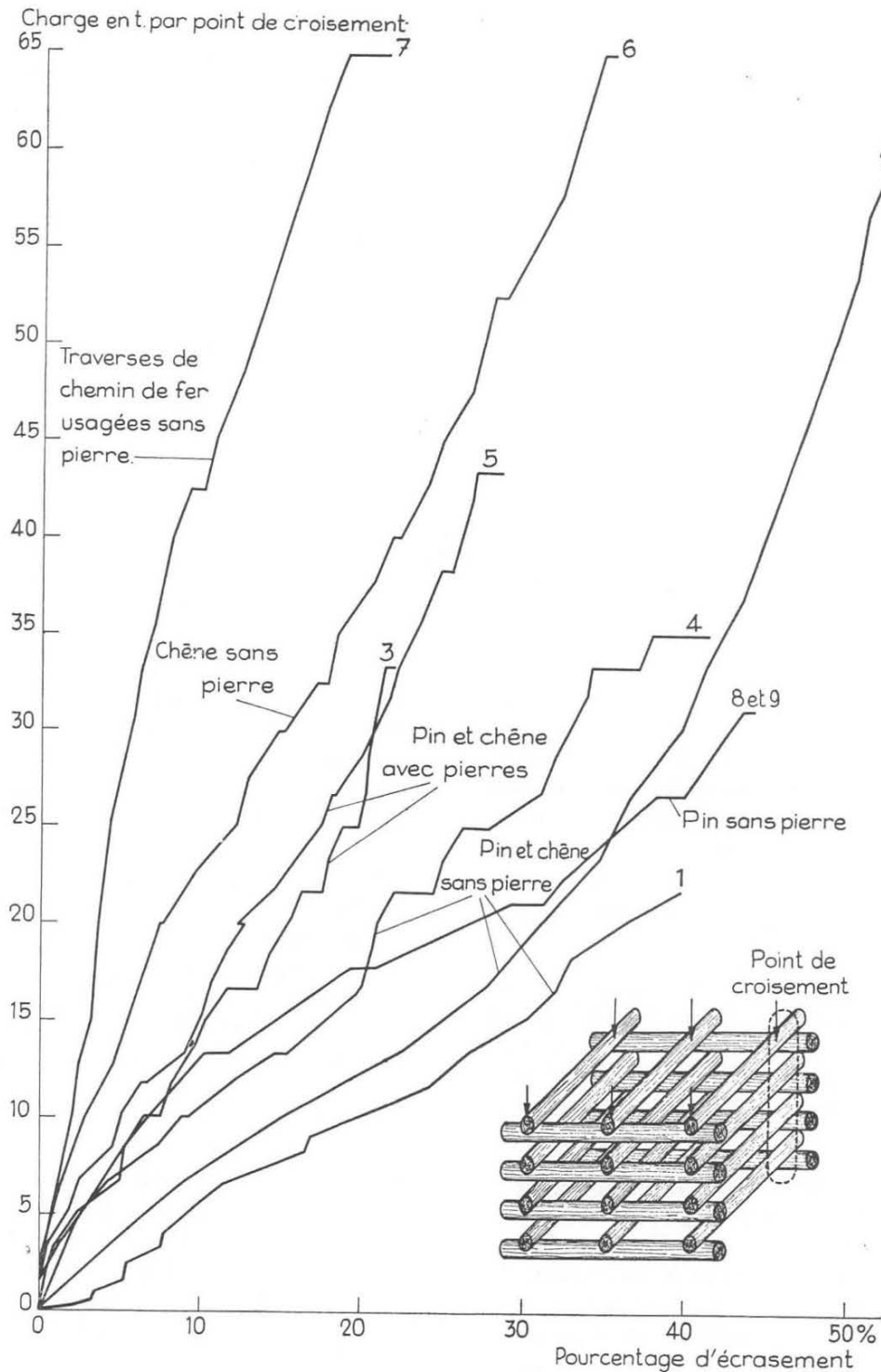


Fig. 15.

Courbes d'écrasement de 9 piles de bois édifiées avec des bois de différentes espèces. L'écrasement des piles est donné en pourcentage de la hauteur initiale. Les charges indiquées sont celles supportées par chacun des points de croisement entre bois des lits successifs. La charge totale supportée par une pile de 1,60 m × 1,10 m avec 6 points de croisement est 6 fois plus grande que celle indiquée sur le graphique.

Verpletteringskrommen van 9 houtbokken die uit hout van verschillende soorten gebouwd zijn. De verplettering van de bok wordt uitgedrukt in procenten van de oorspronkelijk hoogte. De aangegeven belasting is die die opgenomen wordt op elk kruispunt tussen houten van opeenvolgende lagen. De totale belasting die opgenomen wordt door een bok van 1,60 m × 1,10 m met 6 kruispunten bedraagt zes keer het op het diagram vermeld bedrag.

Charge en t ... : Belasting per kruispunt in t.
 Pourcentage ... : Percentage van verplettering.
 Traverses ... : Oude spoorwegdwarsliggers zonder stenen.
 Chêne ... : Eik zonder stenen.

Pin et chêne avec pierres : Den en eik met stenen.
 Pin et chêne sans pierre : Den en eik zonder stenen.
 Pin sans pierres : Den zonder stenen.
 Point de croisement : Kruispunt.

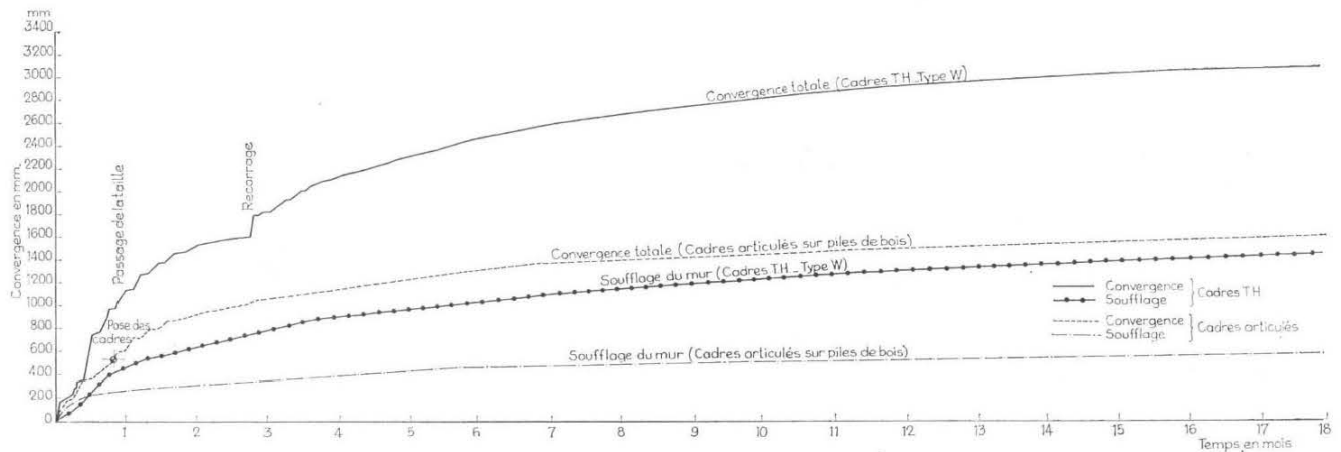


Fig. 16.

Réduction considérable du soufflage du mur dans une voie revêtue d'un soutènement mieux adapté à la nature très tendre des roches de la sole.

Merkelijke vermindering van het zwellen van de vloer in een galerij waarvan de ondersteuning beter aangepast is aan de zeer zachte vloergesteenten.

Convergence en mm : Convergence in mm.
 Temps en mois : Tijd in maanden.
 Pose des cadres : Het plaatsen van de ramen.
 Passage de la taille : Het voorbijkomen van de pijler.
 Convergence totale : Totale convergentie (ramen TH type W).
 Convergence totale (cadres articulés ...) : Totale convergentie (gelede ramen op houtbokken).

Soufflage du mur (cadres TH type W) : Zwellen van de vloer (ramen TH type W).
 Soufflage du mur (cadres articulés sur piles de bois) : Zwellen van de vloer (gelede ramen op houtbokken).
 Convergence } Ramen TH.
 Zwellen }
 Convergence } Gelede ramen.
 Zwellen }

s'efforce de creuser des voies larges de section trapézoïdale ou rectangulaire sans entaillage du toit. Un des grands atouts des exploitations américaines par longues tailles réside dans le fait qu'il est possible de creuser des traçages suffisamment larges pour recevoir les têtes motrices encombrantes des convoyeurs blindés et les machines d'abattage et de supprimer ainsi complètement les niches.

En exploitation rabattante, le non-entaillage du toit permet de prolonger le soutènement de la taille jusque dans la voie sans aucun risque d'éboulement à la jonction taille-voie, comme cela arrive si souvent là où le toit est découpé. Ici encore, le boulonnage est un adjuvant sérieux à la réalisation de ce type de voie.

En exploitation chassante, on peut creuser une voie très large en avant de la taille, puis placer des piles de bois à l'arrière dans une partie du vide pour garder finalement une largeur compatible avec les besoins de la taille et placer un soutènement de renfort capable de contrôler l'affaissement inéluctable qui se produira après le passage de la taille.

te bekomen door brede galerijen te drijven met trapezoidale of rechthoekige sectie die uit het dak blijft. Een der grote troeven van de Amerikaanse ontginningen met lange pijler is de mogelijkheid om op voorhand voldoende brede galerijen aan te leggen voor de omvangrijke aandrijfkoppen van de pantsertransporteurs en de winmachines, zodat de nissen volledig worden afgeschaft.

Bij terugkerende ontginning kan men, indien de galerij uit het dak gebleven is, de pijlerondersteuning tot in de galerij doortrekken, zodat elk risico voor instorting aan de verbinding pijler-galerij vermeden wordt, terwijl deze instortingen zo dikwijls voorkomen daar waar de galerij in het dak gedreven werd. Ook bij dit type van galerij betekent het verankeren van het gesteente een belangrijk hulpmiddel.

In het geval van een heengaande ontginning kan men voor de pijler een voldoende brede galerij drijven, en dan meer naar achter houtbokken plaatsen in een bepaald gedeelte van de open ruimte, zodat uiteindelijk een breedte overblijft die voldoende is voor de noodwendigheden van de pijler; men kan eveneens een bijkomende ondersteuning aanbrengen voor het onder controle houden van de verzakkingen die na het voorbijkomen van de pijler onvermijdelijk optreden.

12. Influence nuisible des stots

121. Influence d'un stot abandonné en bordure de la voie.

La présence d'un stot de charbon de 5 à 10 m de largeur, abandonné entre une ancienne exploitation et la nouvelle, est tout à fait nuisible à la bonne tenue de la galerie.

Le stot de charbon constitue la culée latérale d'appui en bordure des deux zones exploitées et devient le siège de contraintes verticales intenses. Ces contraintes écrasent le pilier et provoquent un fluage latéral important du charbon vers le vide de la nouvelle voie. On observe généralement dans ces galeries une déformation en S de tous les montants de cadres situés en bordure du stot. La figure 17 schématise ce genre de déformation et la photographie 18 illustre un cas vécu. Même les cadres articulés sur piles de bois ne sont pas à l'abri de ces poussées latérales et plusieurs exemples vécus en Campine en sont un témoignage. Dans un cas de ce genre, un bas-toit, constitué d'un empilage de bancs minces de schiste de 2 m d'épaisseur, et le charbon du stot ont flué latéralement et poussé dans la voie aussi bien les piles de bois que les branches de cadres situées du côté du stot.

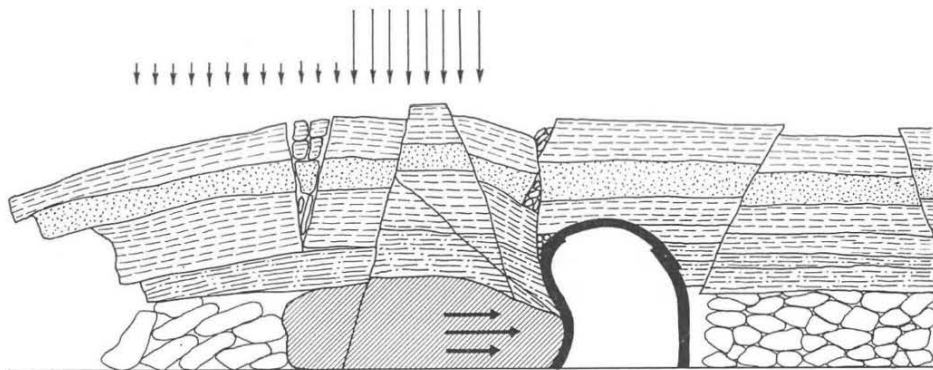


Fig. 17.

Représentation schématique de l'influence nuisible d'un stot de charbon abandonné entre deux exploitations dans la même couche.

Schematische voorstelling van de schadelijke invloed van een achtergebleven kolenbeen, tussen twee ontgonnen gebieden gelegen in dezelfde laag.

Pour éviter ces déformations, il faut assurer une exploitation totale de la veine, soit en plaçant la voie de la nouvelle taille directement en bordure des remblais, soit en décalant cette voie de 4 à 5 m vers l'aval et en enlevant le charbon à l'amont à l'aide d'une haute-taille (fig. 19).

Cette exploitation intégrale de la veine permettra un affaissement uniforme de tout le massif, ce qui ramènera l'équilibre dans les terrains surincombants.

Cette façon de faire est la plus intéressante, car elle ménage l'avenir. En effet, l'abandon d'un stot dans une veine risque de donner lieu à des difficultés lors de l'exploitation des veines sous-jacentes.

12. Schadelijke invloed van het kolenbeen

121. Invloed van een kolenbeen langs de galerij.

Een kolenbeen met een breedte van 5 tot 10 m, tussen een oude en een nieuwe ontginning, is absoluut schadelijk voor het behoud van de galerij.

Het kolenbeen vormt het zijdelingse steunpunt langs de twee ontgonnen zones en wordt op die manier de zetel van hoge verticale spanningen. Deze spanningen veroorzaken het uiteenspringen van het kolenmassief dat zich uitgesproken verplaatst in de richting van de ruimte gevormd door de nieuwe galerij. In het algemeen vertonen al de raamstijlen die zich aan de kant van het kolenmassief bevinden in deze galerijen een S-vorm. Figuur 17 geeft een schematisch beeld van deze vervorming en foto 18 geeft een geval uit de werkelijkheid. Zelfs gelede ramen op houtbokken zijn niet veilig voor deze zijdelingse drukkingen hetgeen in talrijke gevallen in de Kempen bewezen werd. In een soortelijk geval is een laag dak, bestaande uit een opeenhoping van dunne schieferlagen met een dikte van 2 m, samen met het kolenbeen zijdelings gaan schuiven en werden zowel de houtbokken als de raamelementen aan de kant van het massief in de galerij gedrukt.

Om dergelijke vervormingen te voorkomen moet men de laag volledig ontginnen, hiertoe kan men de nieuwe galerij vlak tegen de vulling plaatsen, ofwel de nieuwe galerij 4 tot 5 m lager leggen en de kolen die hoger liggen ontginnen door middel van een bovenpijler (fig. 19).

Dergelijke volledige ontginning van de laag leidt tot een gelijkvormige verzakking van geheel het massief en dus tot evenwicht in de bovenliggende gesteenten.

Dit is de beste manier want ze zorgt voor de toekomst. Het achterlaten van een kolenbeen kan immers leiden tot moeilijkheden bij de ontginning van lagergelegen lagen.

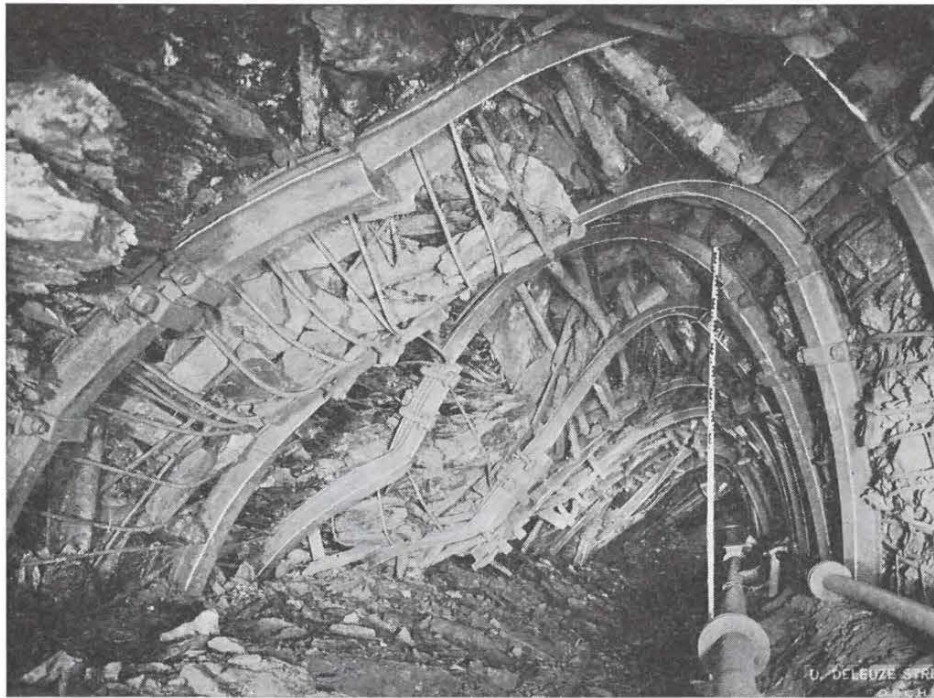


Fig. 18.

Photographie montrant l'influence nuisible d'un stot de charbon abandonné à gauche de la galerie.

Foto tot illustrering van de schadelijke invloed van een kolenbeen dat achtergebleven is aan de linkerkant van de galerij.

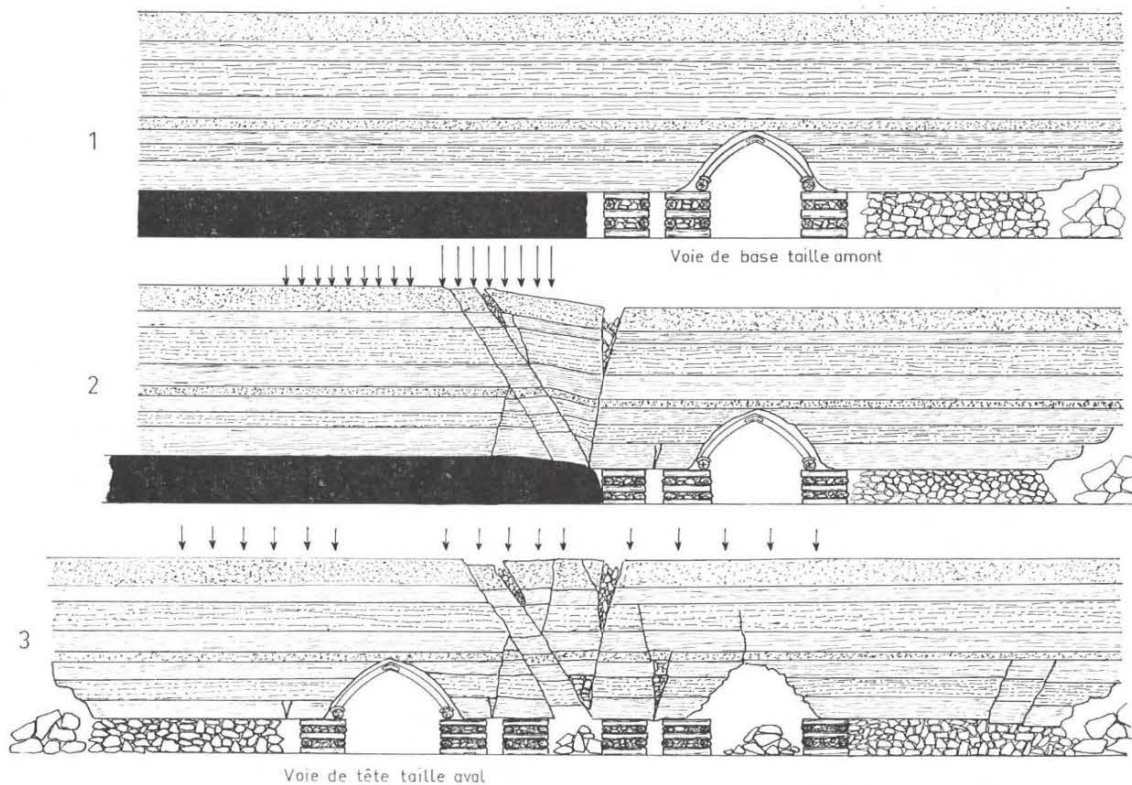


Fig. 19.

Exploitation totale d'une veine sans abandon de stot entre deux panneaux.

Volledige ontginning van een laag, zonder achterlaten van een massief tussen twee panelen.

Voie de base taille amont: Voetgalerij van de bovenste pijler.

Voie de tête taille aval: Koppgalerij van de onderste pijler.

122. Influence d'un stot abandonné dans une veine supérieure.

La tenue d'une voie en veine peut être fortement influencée par la présence d'un stot de charbon abandonné dans une veine supérieure. De nombreux exemples ont été mis en évidence par les études de MM. Schwartz, Chambon et Proust. La figure 20 montre bien que le surcroît de convergence dans la voie en veine A se donne avant et pendant le passage de la taille à l'aplomb du stot.

Les mouvements débutent lorsque la zone d'influence dynamique de la taille rencontre le stot dans la veine sus-jacente; la convergence croît du bord d'entrée au bord de sortie, où elle est alors maximale. Le retour brutal aux conditions normales provoque un gradient important de mouvements qui peut être la cause d'éboulements soudains tant en voie qu'en taille.

Dans le cas d'un stot longitudinal (front de taille parallèle à la plus petite dimension du stot), les effets dus à ce stot sont analogues à ceux indiqués ci-dessus, mais ils affectent un tronçon de voie beaucoup plus important (fig. 21).

Un cas extrême de l'incidence nuisible d'un stot sur des travaux sous-jacents est démontré par l'exemple ci-dessous.

Une zone d'étreinte et un stot de charbon abandonné avaient constitué les culées latérales de plusieurs exploitations dans une veine supérieure (fig. 22).

122. Invloed van een kolenbeen in een hogerliggende laag.

De gedragingen van een galerij in de laag kunnen sterk beïnvloed worden door het bestaan van een achtergelaten kolenbeen in een hogerliggende laag. Talrijke voorbeelden werden aangegeven in de studies van de heren Schwartz, Chambon en Proust. Fig. 20 geeft een duidelijk beeld van het toenemen der convergentie in de galerij in laag A, voor en tijdens het voorbijgaan van de pijler, ter hoogte van het kolenbeen.

De bewegingen nemen een aanvang wanneer de dynamische invloedzone van de pijler in contact treedt met het massief in de hogerliggende laag; de convergentie neemt toe van de intredende tot de uittredende rand, op welk ogenblik ze haar maximum waarde bereikt. De plotse terugkeer tot normale omstandigheden veroorzaakt een belangrijke bewegingsgradiënt waardoor plots instortingen kunnen ontstaan, zowel in de galerij als in de pijler.

In het geval van een evenwijdig massief (het pijlerfront loopt evenwijdig met de kleinste afmeting van het massief) is de invloed van dit massief van dezelfde aard als hierboven aangegeven, maar het is een veel groter gedeelte van de galerij dat eronder lijdt (fig. 21).

Een sprekend voorbeeld van de schadelijke invloed van het kolenbeen op lagergelegen werken wordt door het hiernavolgend voorbeeld gegeven.

Een vernauwingszone en een verlaten kolenbeen hadden verschillende ontginningen in een hogergelegen laag afgebakend (fig. 22).

Toen men ongeveer 15 jaar later een doortocht in ramen aanlegde (fig. 23) in een lagerliggende laag,

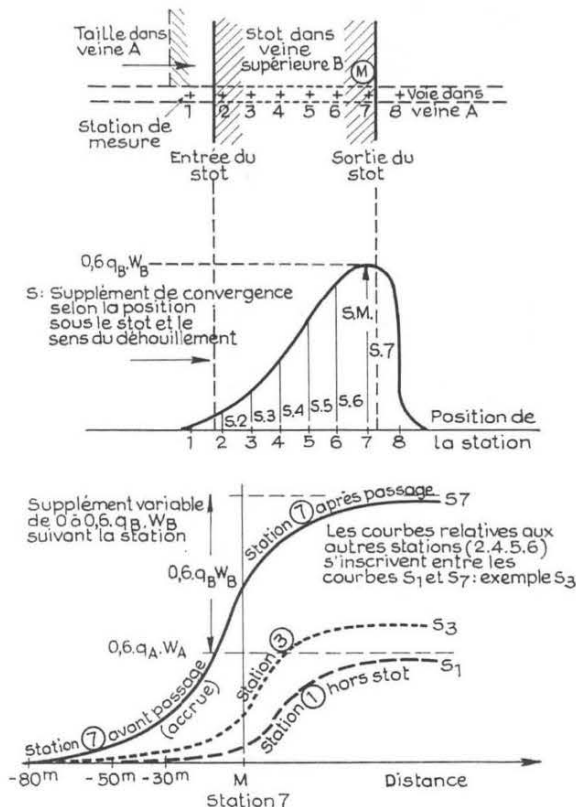


Fig. 20.

Déformations observées dans une voie, dues à un stot abandonné dans une veine supérieure et orienté perpendiculairement à l'axe de la voie (M. Proust).

Vervormingen die in een galerij waargenomen werden en te wijten zijn aan een kolenbeen dat achtergelaten werd in een hogergelegen laag en waarvan de richting loodrecht op die van de galerij stond (M. Proust).

Taille dans veine A: Pijler in laag A.

Station de mesure: Meetstation.

Stot dans veine B: Kolenbeen in laag B.

Voie dans veine A: Galerij in laag A.

Entrée du stot: Begin van het kolenbeen.

Sortie du stot: Einde van het kolenbeen.

Supplément de convergence ...: Bijkomende convergentie afhankelijk van de ligging onder het kolenbeen en de richting waarin ontgonnen wordt.

Position de la station: Ligging van het station.

Supplément variable: Veranderlijk supplement: 0 tot 0,6 q_B W_B volgens het station.

Les courbes relatives ...: De krommen betreffende andere stations (2.4.5.6) liggen tussen de krommen S₁ en S₇; bij voorbeeld S₃.

Meetstation (7) voor het voorbijgaan van de pijler.

Meetstation (7) na het voorbijgaan van de pijler.

Distance: Afstand.

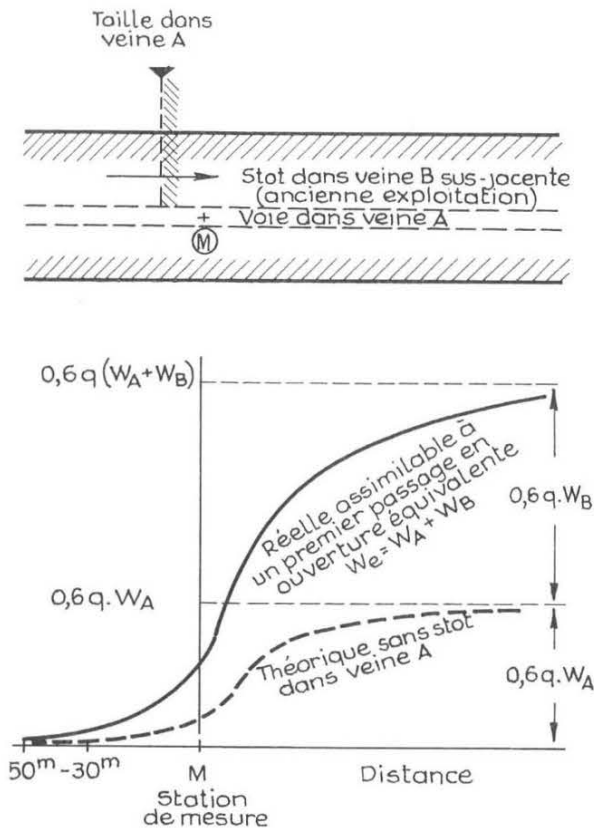


Fig. 21.

Déformations observées dans une voie, dues à un stot abandonné dans une veine supérieure et orienté suivant l'axe de la nouvelle galerie (M. Proust).

Vervormingen die in een galerij waargenomen zijn en te wijten zijn aan een massief in een hogergelegen laag die volgens de as van de nieuwe galerij loopt (M. Proust).

Taille dans veine A: Pijler in laag A.

Stot dans veine B ...: Kolenbeen in laag B er onder (oude ontginning).

Voie dans veine A: Galerij in laag A.

Réelle assimilable ...: Werkelijke kromme, te vergelijken aan hetgeen gebeurt bij een eerste voorbijgaan in een equivalente opening $W_e = W_A + W_B$.

Théorique ...: Theoretische krommen voor de galerij A, zonder kolenbeen.

Station de mesure: Meetstation.

Distance: Afstand.

Lors du creusement d'un montage cadré dans la veine inférieure (fig. 23), environ 15 ans après, on eut à déplorer un écrasement total du montage sur une vingtaine de mètres de longueur à l'aplomb du stot et de l'étreinte. Le soutènement, les tuyauteries et les couloirs oscillants furent écrasés au centre de la voie par un fluage latéral du charbon venant des deux parois (fig. 24). Le phénomène s'est produit brutalement et a été déclenché par un tir de mines. Les surcharges emmagasinées dans le stot de la couche supérieure ont eu pour effet d'écraser la galerie inférieure. Le mouvement a été brusque dans ce cas, du fait de la raideur des roches du stot (zone d'étreinte) et de la raideur de la roche intermédiaire. Le charbon a flué latéralement comme de l'eau.

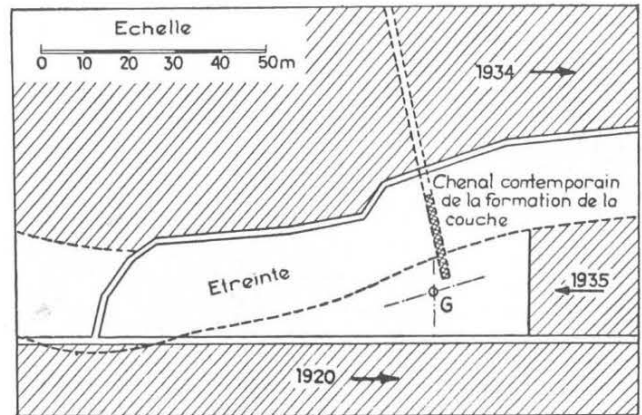


Fig. 22.

Vue en plan montrant l'étreinte et le stot de charbon abandonné dans la veine supérieure, ainsi que le montage dans la couche sous-jacente (M. Langecker).

Plan van de vernauwing en de in de hogergelegen laag achtergelaten kolen en van het drijven van een doortocht in de lagergelegen laag (M. Langecker).

Echelle: Schaal.

Etreinte: Vernauwing.

Chenal ...: Kanaal dat ontstaan is ten tijde dat de laag gevormd werd.

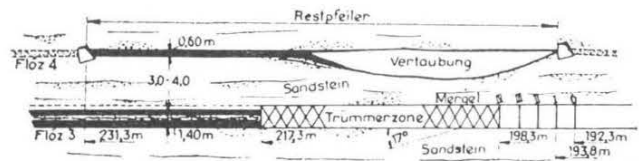


Fig. 23.

Vue en coupe montrant l'étreinte et le stot dans la veine supérieure, ainsi que le montage en creusement dans la veine sous-jacente (M. Langecker).

Doorsnede door de vernauwing en het kolenbeen in de hogergelegen laag, evenals de doortocht in wording in de ondergelegen laag (M. Langecker).

keeg men af te rekenen met de totale ineenstorting van de doortocht over een lengte van twintig meter ter hoogte van het kolenbeen en de vernauwing. Ondersteuning, buisleidingen en schudgoten werden in het midden van de galerij gepletterd door de kolen die uit beide zijwanden kwamen opzetten (fig. 24). Dit verschijnsel trad brutaal op en was het gevolg van een afvuring. De overbelasting opgestapeld in de hogere laag was oorzaak van de verpletterig der galerij in de onderste laag. De beweging trad in dit geval bruusk op wegens het harde dak (vernauwingszone) en de hardheid van het tussenliggende gesteente. De steenkolen vloeiden zijdelings zoals water.

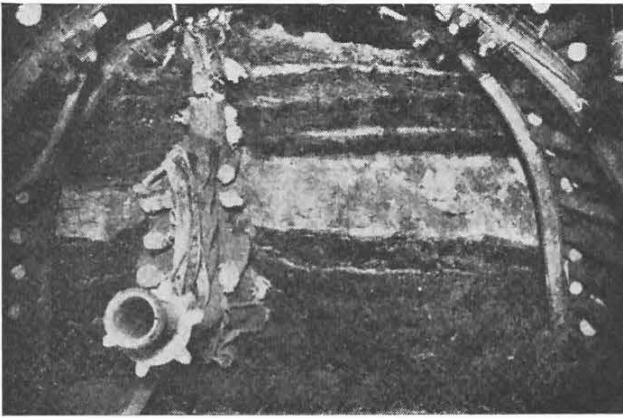


Fig. 24.

Ecrasement total du montage par fluage latéral du charbon lors d'une rupture d'équilibre dans le stot surchargé, provoquée par un tir de mine (M. Langecker).

Totale verplettering van de doortocht door zijdelings vloeien van de kolen bij het verbreken van het evenwicht in een overbelaste kolenpijler, tengevolge van het afvuren van een mijn (M. Langecker).

13. Influence nuisible des limites d'anciennes exploitations

131. Dans la même veine.

Un montage creusé à 5 m d'une ancienne taille s'est approché de la voie de base d'un panneau qui avait progressé plus loin dans le massif (fig. 25). A la rencontre des deux zones surchargées (contraintes en avant de la taille arrêtée + contraintes de bordure), le montage a été complètement écrasé par fluage latéral du charbon (fig. 26).

Il semble, dans ce cas, préférable de refaire un nouveau montage directement en bordure de l'ancienne taille plutôt que de se placer dans la zone nettement surchargée.

132. Dans des veines voisines.

De très nombreuses mesures de convergence faites dans des voies de chantiers ont bien mis en évidence l'influence nuisible des anciennes limites d'exploitation dans les veines voisines. On constate toujours un surcroît de convergence à proximité de ces limites.

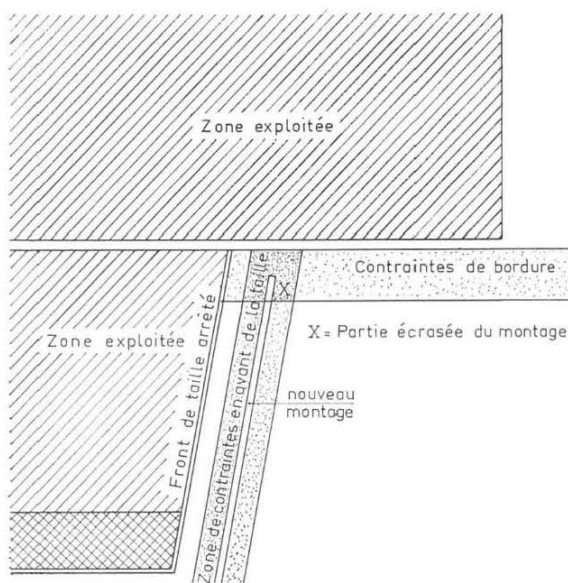


Fig. 25.

Vue schématique montrant les zones surchargées en avant et en bordure d'anciennes exploitations (M. Braüner).

Schematische voorstelling van de overbelaste zones voor en langs oude ontginningen (M. Braüner).

Zone exploitée : Ontgonnen zone.

Contrainte de bordure : Randspanning.

Front de taille arrêté : Front van stilgelegde pijler.

Zone de containte avant ... : Spanningszone vóór de pijler.

Nouveau montage : Nieuwe doortocht.

X : Verpletterd gedeelte van de doortocht.

13. Schadelijke invloed der oude ontginningsgrenzen

131. In dezelfde laag.

Een doortocht gelegen op 5 m van een oud pijlerfront was genaderd tot de voetgalerij van een paneel dat verderin het massief was doorgedrongen (fig. 25). Bij het aansnijden van de twee zones van overbelasting (spanningszone vóór de stilgelegde pijler + randspanningen) ging de doortocht volledig dicht door zijdelings toevloeien van de kolen (fig. 26).

Het schijnt dat het in dat geval beter is de nieuwe doortocht vlak tegen de oude pijler te maken liever dan een duidelijk overbelaste zone op te zoeken.

132. In naburige lagen.

Talrijke in ontginningsgalerijen uitgevoerde convergentiemetingen hebben duidelijk gemaakt welke schadelijke invloed oude ontginningsgrenzen hebben op naburige lagen. Telkens stelt men een stijging van de convergentie vast in de omgeving van deze grenzen.

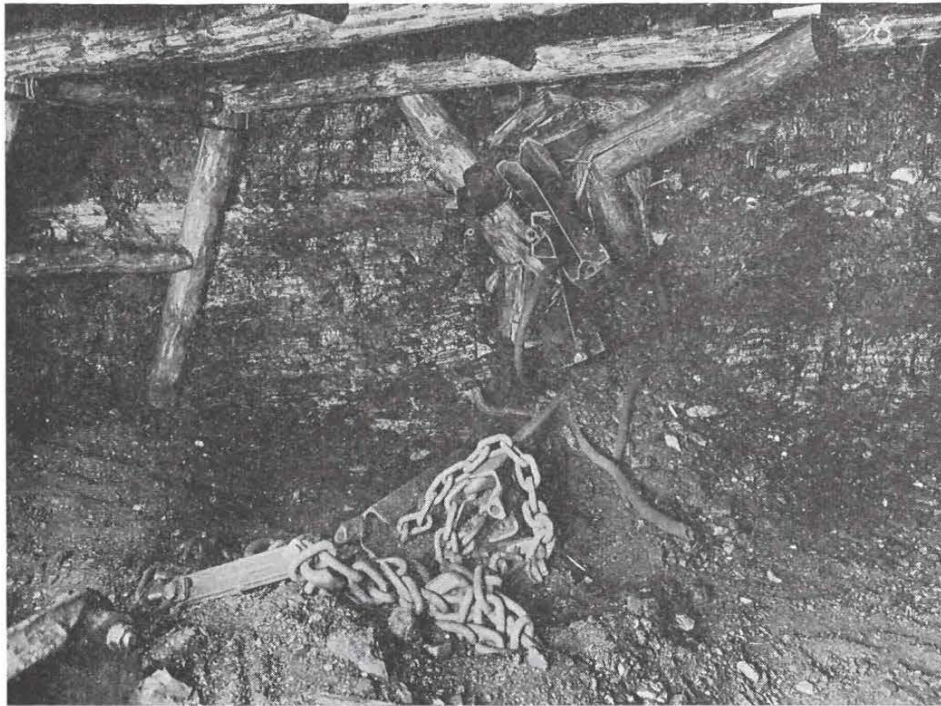


Fig. 26.

Photographie montrant l'écrasement total du montage par fluage latéral du charbon lorsque celui-ci fut entré dans la zone de superposition des deux ondes de surcharge dues aux anciennes exploitations (M. Braüner).

Foto waarop men ziet hoe de doortocht volledig verpletterd werd door zijdelings vloeien van de kolen op het ogenblik dat hij de zone bereikte waar de twee drukgolven, door de oude werken veroorzaakt, elkaar bedekten (M. Braüner).

14. Influence des failles

14. Invloed van de storingen

141. Voie creusée en bordure d'une faille.

Il n'est jamais recommandé de creuser une voie en bordure d'une faille pour diverses raisons. Tout d'abord, les terrains affectés par les mouvements tectoniques sont plus ou moins broyés et fracturés et de plus le plan de faille constitue un plan de décollement naturel. Le noyau de roche compris entre la faille et la voie risque de peser fortement sur le soutènement de la voie et de l'écraser. D'autre part, les failles étant rarement rectilignes, les voies en bordure des failles sont sinueuses et chaque tournant dans la voie constitue un point faible.

Les voies principales doivent être aussi rectilignes que possible et, si on ne désire pas abandonner de charbon, on peut prendre une taquette entre la voie principale et la faille (fig. 27). La longueur de cette taquette variera en fonction des sinuosités de la faille et, grâce à l'existence de machines d'abattage pour front court (telles la Muniko, la Helchteren-Zolder, Eickhoff, Joy, etc...), il est maintenant possible de mécaniser facilement ces courtes tailles accompagnant une longue taille. L'aérage de la taquette peut être assuré si c'est nécessaire par une voie auxiliaire creusée le long de la faille et, si cette voie s'écrase, on l'abandonne à l'arrière et

141. Langs een storing gedreven pijler.

Er zijn verschillende redenen om een galerij nooit langs een storing te leggen. Eerst en vooral zijn door tektonische verschijnselen aangetaste gesteenten altijd min of meer brokkelig en los en bovendien betekent de storing een natuurlijk afscheidingsvlak. De gesteentekern die tussen de storing en de galerij hangt zou wel eens zwaar op de ondersteuning van de galerij kunnen drukken en ze pletten. Anderzijds zijn de storingen zelden rechtlijnig zodat een galerij die een storing volgt bochtig wordt, terwijl elke bocht een zwakke plek betekent.

De voornaamste galerijen moeten zo recht mogelijk zijn, wenst men geen kolen te verliezen, dan kan men een korte pijler nemen tussen de hoofdgalerij en de storing (fig. 27). De lengte van deze korte pijler verandert met de bochten van de storing en dank zij de winmachines voor kort front (zoals de Muniko, de Helchteren-Zolder, Eickhoff, Joy, e.a.) kan men deze kortere pijlers die een lange pijler volgen nu gemakkelijk mechaniseren. Zo nodig kan de korte pijler verlucht worden langs een hulpkamer die de storing volgt, gaat deze galerij dicht, dan verlaat men ze stuk voor

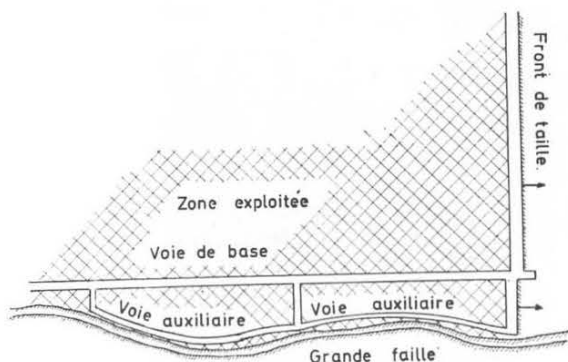


Fig. 27.

Schéma montrant une faille d'allure sinueuse avec voie principale rectiligne et voie auxiliaire pour l'exploitation du charbon situé entre la voie principale et la faille.

Schema van een slingerende storing, met een rechtlijnige hoofdgalery en een hulpgalery voor het ontginnen van de kolen tussen de hoofdgalery en de storing.

Zone exploitée : Ontgonnen zone.

Voie de base : Voetgalery.

Front de taille : Pijlerfront.

Voie auxiliaire : Hulpgalery.

Grande faille : Grote storing.

on établit de distance en distance une nouvelle liaison en maintenant une allée ouverte dans les remblais de la taillette.

142. Voie creusée sous une faille

Ce cas est encore plus défavorable, mais il se présente assez fréquemment lors de l'exploitation d'une première couche située sous une faille de charriage assez plate (telles les failles qui affectent souvent les bassins du Hainaut en Belgique et du Nord de la France).

Dans ce cas, le décollement le long du plan de faille est encore plus à craindre et nous pensons qu'à ce moment il ne faut pas hésiter à adopter dans ces voies un soutènement par cadres articulés sur piles de bois. Ce soutènement est le mieux armé pour affronter cette difficulté supplémentaire avec toutes les conditions de stabilité voulues.

2. BOUVEAUX OU BOWETTES (ou voies au rocher)

Il importe également de positionner correctement les réseaux de bouveaux et de réfléchir mûrement au planing d'exploitation pour mettre ces ouvrages à l'abri des surcharges inutiles, car ils vont constituer l'ossature de la mine pendant plusieurs années.

Il y a lieu de faire une distinction entre les bouveaux de chassage (ou en direction) et les bouveaux de recoupe.

21. Bouveaux de chassage

Quand le gisement est assez régulier, il est préférable de creuser ces bouveaux dans des stampes constituées de bancs fermes et solides, gréseux de préférence. Si le grès cause certaines difficultés lors du creusement et ralentit l'avancement, il formera par la suite une puissante gaine de protection autour du bouveau.

Dans les gisements faiblement inclinés, si une veine de charbon se trouve à proximité du bouveau, il y a lieu d'en déhouiller un large panneau (150 m par exem-

stuk, en men maakt een nieuwe verbinding door een pand open te laten in de vulling van de korte pijler.

142. Onder een storing gedreven pijler.

Dit geval is nog erger en het komt tamelijk dikwijls voornamelijk bij het ontginnen van een eerste laag die gelegen is onder een vrij vlakke overschuiving (zoals er veel voorkomen in de bekkens van Henegouwen in België, en in Noord Frankrijk).

In dat geval is afscheiding langs het storingsvlak nog meer te vrezen en naar onze mening moet men in deze galeries zonder aarzelen een ondersteuning met gelede ramen op houtbokken aanbrengen. Het is de ondersteuning die het best geschikt is om weerstand te bieden aan deze bijkomende moeilijkheid, zonder dat aan de stabiliteit geraakt wordt.

2. STEENGANGEN

Het is eveneens van belang de ligging van de steengangennetten nauwkeurig te bepalen en grondig na te denken over de ontginningsplanning, zodat deze werken gevrijwaard worden van onnodige belasting; ze zullen immers gedurende verschillende jaren het skelet van de mijn zijn.

Men moet een onderscheid maken tussen de richtsteengangen en de dwarssteengangen.

21. Richtsteengangen

Wanneer de afzetting nogal regelmatig is, verdient het aanbeveling deze steengangen te drijven in steriele zones bestaande uit vaste en stevige banken, bij voorkeur van zandsteenachtige aard. Weliswaar veroorzaakt de zandsteen enkele moeilijkheden tijdens het drijven en vertraagt hij de vooruitgang, maar later vormt hij een stevige veiligheidsgordel rondom de steengang.

Wanneer er in weinig hellende afzettingen een kolenlaag op korte afstand van de steengang ligt, moet deze ontgonnen worden over een breed paneel (bij voorbeeld

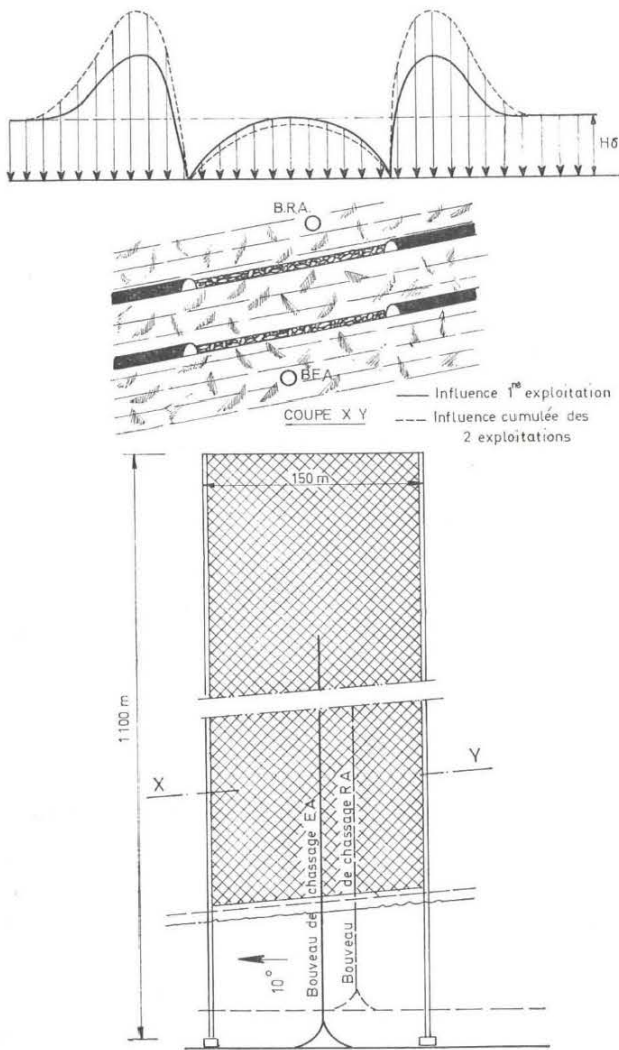


Fig. 28.

Bouveau de chassage. Tailles de détente exploitées dans les deux veines avant le creusement des deux bouveaux. Les bouveaux sont situés dans des zones où le régime des pressions ne sera plus perturbé par le démarrage des exploitations voisines.

Richtsteengang. Ontlastingspijlers die in de twee lagen ontgonnen worden vooraleer de steengang wordt aangelegd. De steengangen komen in zones waar het drukregime niet meer wordt verstoord door het aanzetten van naburige ontginningen.

- Influence 1re exploitation: Invloed van de eerste ontginning.
- Influence cumulée: Samengebundelde invloed van de twee ontginningen.
- Bouveau de chassage EA: Luchtintrekkende richtsteengang.
- Bouveau de chassage RA: Luchtkeerrichtsteengang.

ple) avant d'entreprendre le creusement du bouveau (fig. 28).

Celui-ci sera donc creusé dans une zone entièrement détendue et l'exploitation des panneaux amont et aval n'aura plus aucune incidence sur lui. Son revêtement ne subira aucun dommage.

S'il y a plusieurs veines entre les deux étages, il y a intérêt à les déhouiller toutes à l'aplomb des bouveaux avant de les creuser.

Si on ne prend pas cette précaution, et si on abandonne des stots de charbon même de 100 à 150 m de largeur pour soi-disant protéger les bouveaux, ceux-ci deviendront le siège de surcharges intenses. Celles-ci seront d'autant plus fortes que le nombre de couches sus- ou sous-jacentes est grand et que le nombre de tailles prises dans les différentes couches de part et d'autre du stot sera élevé.

Il arrivera un moment où les charges deviendront telles que les bouveaux seront complètement écrasés. Les massifs abandonnés ou stots sont donc assimilables aux

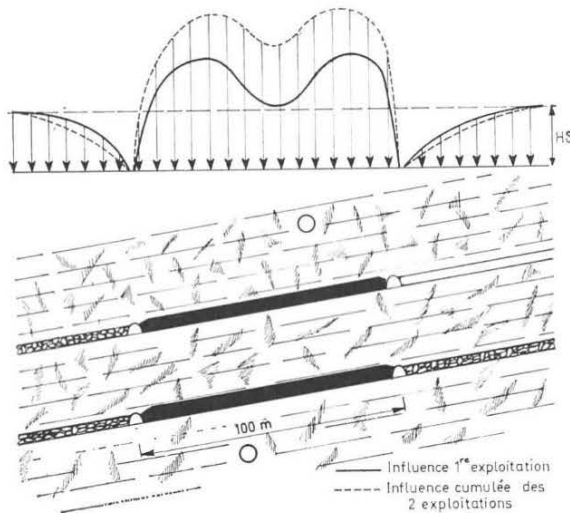
150 m) vooraleer met het drijven van de steengang een aanvang wordt gemaakt (fig. 28).

Bijgevolg wordt deze laatste gedreven in een volledig ontspannen zone en heeft de ontginning van de hogeren de lagergelegen panelen op hem geen invloed meer. Zijn bekleding wordt niet beschadigd.

Wanneer er tussen twee verdiepingen verschillende lagen liggen heeft men er voordeel bij ze alle te ontginnen ter hoogte van de steengangen vooraleer deze gedreven worden.

Neemt men deze voorzorg niet en laat men kolenmassieven ter plaatse, zelfs over een breedte van 100 tot 150 m, zo gezegd om de steengangen te beschermen, dan worden deze massieven een haard van intense overbelastingen. Deze overbelastingen zijn des te groter naarmate er onder en boven meer lagen zijn en er in de verschillende lagen links en rechts van het massief meer pijlers worden ontgonnen.

Op zeker ogenblik wordt deze belasting zo groot dat de steengangen volledig verpletterd worden. Een achtergelaten massief of kolenbeen kan dus vergeleken worden met de pijlers van een brug. Het is zeer gevaar-



piles d'un pont. Il est dangereux de creuser des galeries dans ou en dessous de ces piliers (fig. 29).

22. Bouveaux de recoupe

221. Recoupe des couches par le toit.

Si à la recoupe d'une couche on a suffisamment d'avance avec les travaux préparatoires, il est préférable d'arrêter le creusement du bouveau et de déhouiller dans cette couche, par une taille montante, un panneau de 150 à 200 m de largeur et sur une relevée de 600 à 700 m par exemple. Un tel schéma d'exploitation est représenté à la figure 30. Après déhouillement de ce panneau, le creusement des bouveaux d'entrée d'air et de retour d'air sera repris. Les burquins découpant le gisement en panneaux de 200 à 250 m seront aussi creusés en terrains détendus et ne seront plus affectés par le départ des exploitations chassantes dans les deux directions. Les voies d'accès des tailles au pendage seront creusées à partir des burquins, à travers les vieux travaux recomprimés. Ce schéma d'exploitation protège complètement l'ossature principale de la mine de toute dégradation ultérieure.

222. Recoupe des couches par le mur.

Si la pente des couches n'est pas forte (10 à 12° par exemple), on peut pratiquer le déhouillement comme dans le cas précédent. Le panneau de détente à l'aplomb des bouveaux est alors enlevé par taille descendante à partir de la recoupe au niveau de l'étage de retour d'air.

Si la pente est trop forte pour exploiter par taille descendante, ou si l'on n'a pas eu l'occasion de déhouiller les couches avant le creusement des bouveaux de

Fig. 29.

Bouveau de chasse. Les bouveaux ont été creusés avant toute exploitation. Les stots de 100 m de largeur, abandonnés dans les deux veines en vue de protéger les bouveaux, ont contribué à leur écrasement total. Les travaux d'entretien se sont poursuivis dix ans pour ramener l'équilibre dans le massif.

Richtsteengang. De steengangen werden voor iedere ontginning gedreven. De kolenmassieven van 100 m breedte die in elk der twee lagen werden ter plaatse gelaten met het doel de steengangen te beschermen, werden een oorzaak van volledige vernieling. Men heeft gedurende tien jaar nabraakwerken moeten uitvoeren om het evenwicht in het massief te herstellen.

Influence 1^{re} exploitation : Invloed van de eerste ontginning.

Influence cumulée des ... : Samengebundelde invloed van de twee ontginningen.

lijk galerijen te drijven in of onder deze pijlers (fig. 29).

22. Dwarsteengangen

221. De lagen worden langs boven aangesneden.

Wanneer de voorbereidende werken op het ogenblik dat een laag aangesneden wordt ver genoeg vooruit zijn, is het best het drijven van de steengang stop te zetten en in deze laag door middel van een klimmende pijler een paneel te ontginnen over een breedte van 150 tot 200 m en dat over een afstand van bij voorbeeld 600 tot 700 m. Soortgelijk ontginningsschema wordt voorgesteld in figuur 30. Na het ontginnen van dit paneel wordt het drijven van de luchttrekkende en de luchtkeersteengang hervat. Ook de blinde schachten die de afzetting verdelen in panelen van 200 tot 250 m zullen aangelegd worden in ontspannen gesteente en niet meer te lijden hebben van het vertrek der ontginningen die volgens de laagrichting naar beide zijden zullen gedreven worden. De toegangswegen tot de pijlers die volgens de helling liggen, zullen gedreven worden van uit de blinde schachten, dwars door de inmiddels samengedrukte oude werken. Door dit ontginningsschema wordt het bijzonderste gedeelte van het skelet der mijn tegen latere beschadiging doelmatig beschermd.

222. De lagen worden langs onder aangesneden.

Wanneer de lagen slechts zwak hellen (10 tot 12° bij voorbeeld) kan men ze ontginnen zoals in het voorgaande geval. Het ontlastingspaneel ter hoogte van de steengangen wordt dan ontgonnen door middel van een pijler die daalt van het punt af waar de laag wordt aangesneden door de luchtkeersteengang.

Is de helling te steil voor een dalende pijler of heeft men de gelegenheid niet om de lagen te ontginnen vooraleer de dwarsteengang aangelegd wordt, dan moet

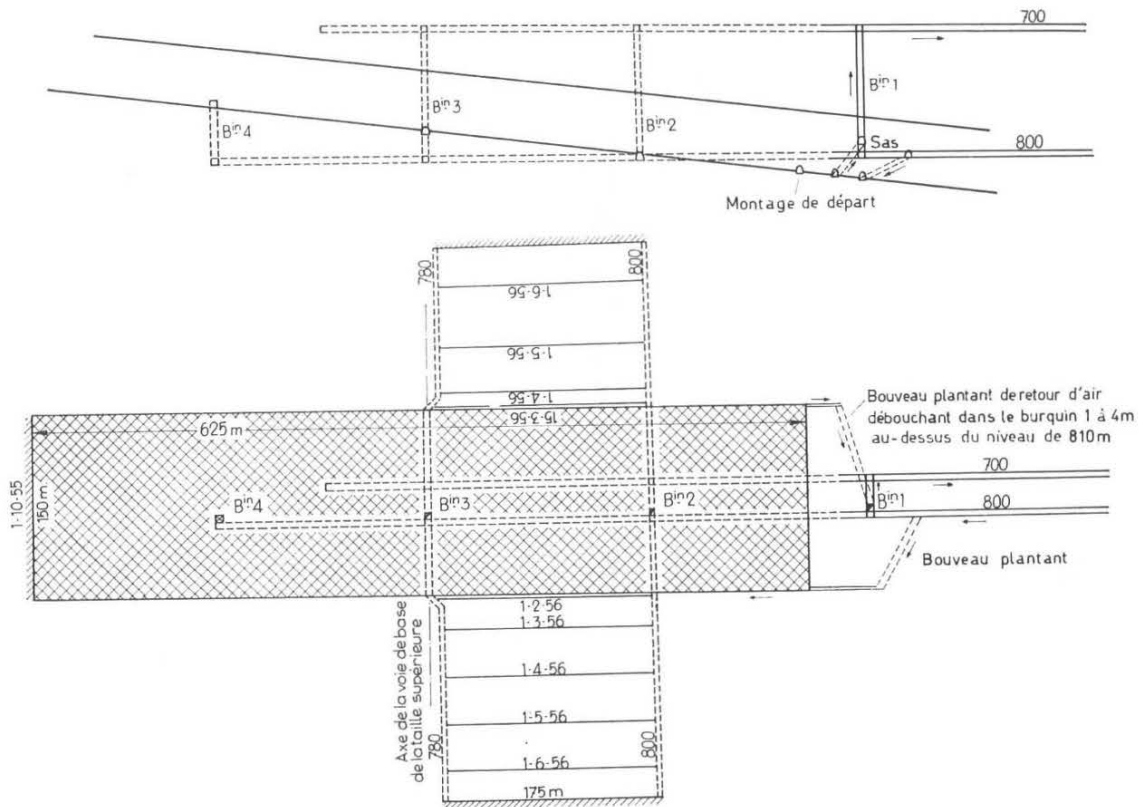


Fig. 30.

Bouveau de recoupe (recoupe de la couche par le toit). Exploitation par tailles montantes d'un panneau de 150 m de largeur dans les deux couches avant le creusement des bouveaux et des burquins. Ensuite, exploitation des veines par tailles au pendage.

Dwarsteengang (de laag wordt aangesneden langs het dak). Ontginning door middel van een klimmende pijler van een paneel met een breedte van 150 m in de twee lagen, vooraleer de steengangen en blinde schachten aangelegd worden. Vervolgens worden de pijlers met hellend front ontgonnen.

Bouveau plantant : Hellende steengang.

Bouveau plantant de retour ... : Hellende luchtkeersteengang die 1 tot 4 m boven het peil van 810 m in de blinde schacht uitgeeft.

Axe ... : As der voetgalerij van de bovenste pijler.

recoupe, il importe d'adopter un planning d'exploitation bien adapté aux circonstances et de ne pas laisser de stot à l'aplomb des bouveaux. Si on désire exploiter un panneau entre deux burquins et que la taille doit chasser à droite par exemple (fig. 31), il y a lieu de creuser le montage de départ de cette taille à une trentaine de mètres à gauche du bouveau à protéger. De cette façon, la taille passe à l'aplomb du bouveau, alors qu'elle est encore dans sa période de démarrage. L'onde de contraintes qui précède une taille active est à peine naissante et elle n'aura aucune action nuisible sur les ouvrages à protéger. Si ceux-ci sont situés au-dessus de la taille, ils subiront certes l'affaissement en bloc sans détériorations graves au soutènement. Si on veut réduire l'affaissement, il suffira de remblayer la taille pneumatiquement ou par terres rapportées sur une distance de 60 à 70 m par exemple (30 m de part et d'autre).

Il faut absolument éviter tout autre mode de déhoulement.

men een ontginningsschema toepassen dat aan de omstandigheden is aangepast en ter hoogte van de steengangen geen kolenbeen laten zitten. Wenst men een paneel te ontginnen tussen twee blinde schachten en moet de pijler bij voorbeeld naar rechts lopen, dan moet men de doortocht van de aan te zetten pijler op een dertigtal meter links van de te beschermen steengang leggen. Op die manier loopt de pijler aan de steengang voorbij wanneer hij nog in de aanzetperiode is. De spanningsgolf die de pijler voorafgaat is nog in wording en zal geen enkele nadelige invloed hebben op de te beschermen werken. Liggen deze laatste boven de pijler dan zullen ze ongetwijfeld in blok zakken zonder dat aan de bekleding ernstige schade wordt aangebracht. Wil men de verzakking beperken dan moet men enkel de pijler opvullen met blaasvulling of aangevoerde stenen over een afstand van bijvoorbeeld 60 tot 70 m (30 meter aan weerszijden). Elke andere ontginningmethode moet absoluut vermeden worden.

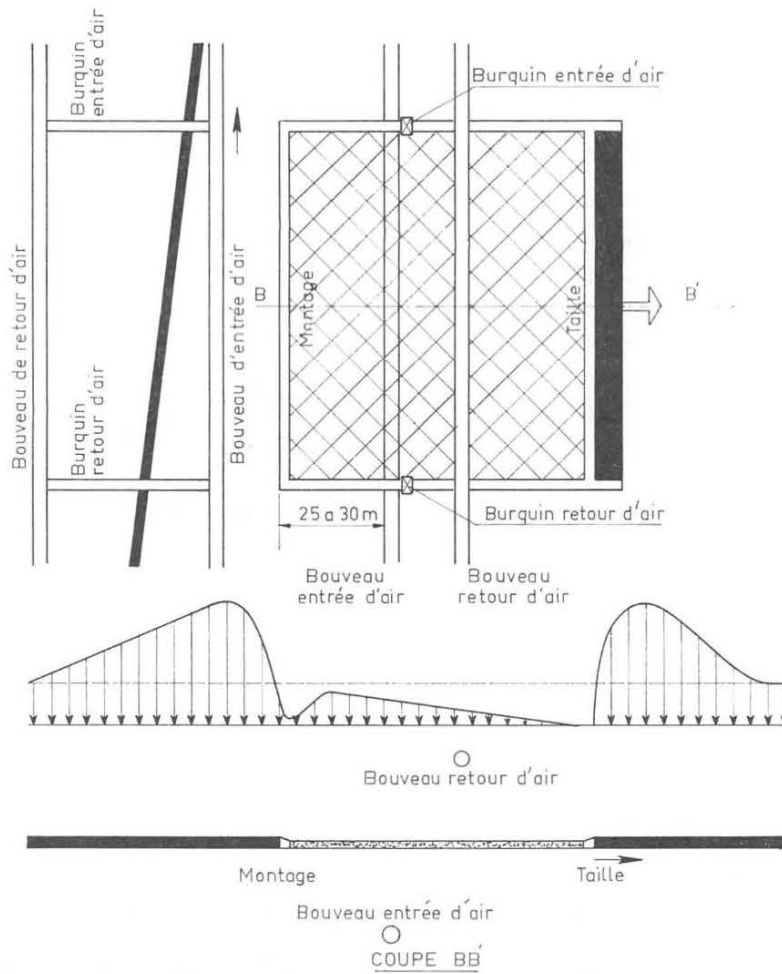


Fig. 31.

Bouveau de recoupe creusé avant exploitation.
 Planning d'exploitation correct de la couche pour réduire au minimum les dégâts dans les bouveaux situés au-dessus et en dessous.

Voor de ontginning gedreven dwarssteengang.
 De ontginning van de laag is correct gepland zodat de schade in onder- en bovengelige steengangen tot een minimum wordt beperkt.

- Bouveau entrée d'air: Luchtintrekkende steengang.
- Bouveau retour d'air: Luchtkeerstegang.
- Burquin entrée d'air: Luchtintrekkende blinde schacht.
- Burquin retour d'air: Luchtkeer blinde schacht.
- Montage: Doortocht.
- Taille: Pijler.
- Coupe BB': Doorsnede BB'.

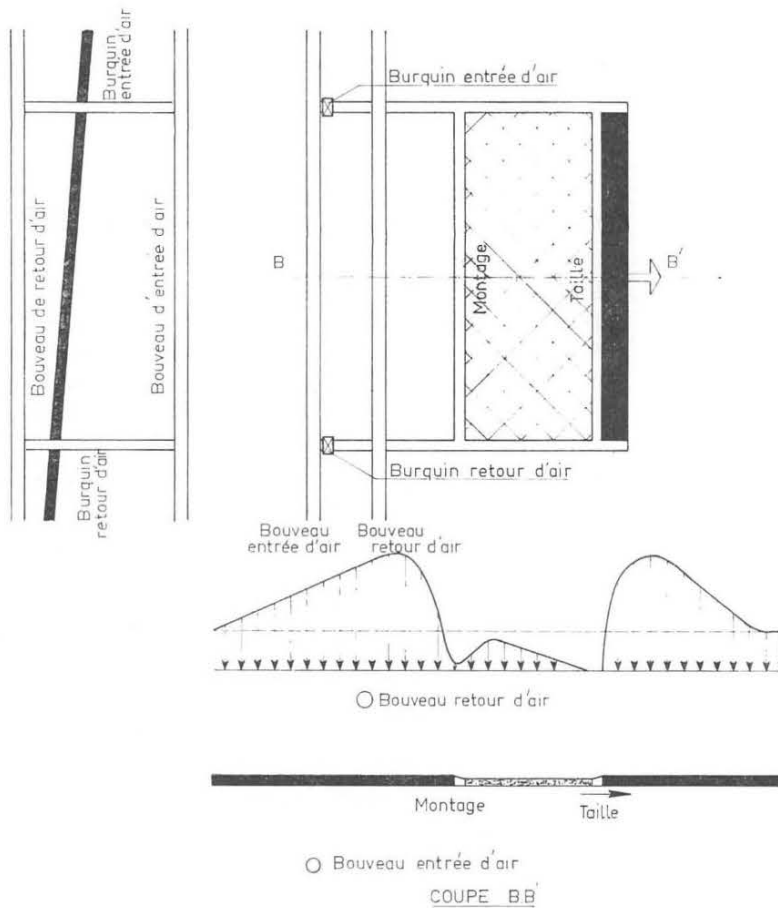


Fig. 32.

Schéma d'exploitation incorrect. Les deux bouveaux sont pendant des mois ou des années à l'aplomb de la culée de départ de la taille.

Niet-correct ontginningsschema: Beide steengangen liggen gedurende maanden of jaren ter hoogte van de zone van geconcentreerde belasting te wijten aan het vertrek van de pijler.

1. Ne pas creuser le montage à droite des bouveaux pour partir à droite, car dans ce cas, la surcharge arrière agira totalement sur le bouveau et ce, pendant toute la vie du chantier (fig. 32).
2. Ne pas approcher d'un bouveau en ayant démarré la taille loin de lui (fig. 33). En effet, si la taille a démarré entre 150 et 200 m à gauche du bouveau pour passer ensuite à droite, l'onde de contraintes qui précède la taille a déjà atteint sa valeur maximale avant le passage à l'aplomb du bouveau. Les terrains du toit et du mur vont être fortement sollicités et on doit s'attendre, dans les bouveaux, à un fluage latéral important, ainsi qu'à un soulèvement des bancs avant le passage de la taille. Après le passage, le bouveau, s'il est au-dessus, subira encore l'affaissement total. Ces ruptures d'équilibre ont créé en Campine des situations très dangereuses et il faut absolument les éviter.

1. De doortocht niet rechts van de steengang leggen, als men naar rechts wil aanzetten, want de overbelasting achter het front zal met volle kracht voelbaar zijn in de steengang en dit zal duren zolang de werkplaats in bedrijf is (fig. 32).
2. Niet tot de steengang naderen wanneer de pijler op grote afstand vertrokken is (fig. 33). Wanneer de pijler immers 150 tot 200 m links van de steengang vertrokken is om dan naar rechts verder te lopen, heeft de spanningsgolf die de pijler voorafgaat haar volle omvang bereikt vooraleer ze ter hoogte van de steengang gekomen is. Het dak- en vloergesteente wordt aan sterke spanningen onderworpen en men mag zich in deze steengangen aan een sterke zijdelingse grondverplaatsing verwachten, evenals aan het opheffen van de gesteentebanken voordat de pijler voorbijkomt. Eenmaal de pijler voorbij ondergaat de steengang, als hij hoger ligt, nog eens de volledige verzakking. Dergelijke verstoring van het evenwicht heeft in de Kempen geleid tot zeer gevaarlijke toestanden en moet absoluut vermeden worden.

Il ne faut jamais oublier que l'influence perturbatrice d'une taille en mouvement est assimilable à

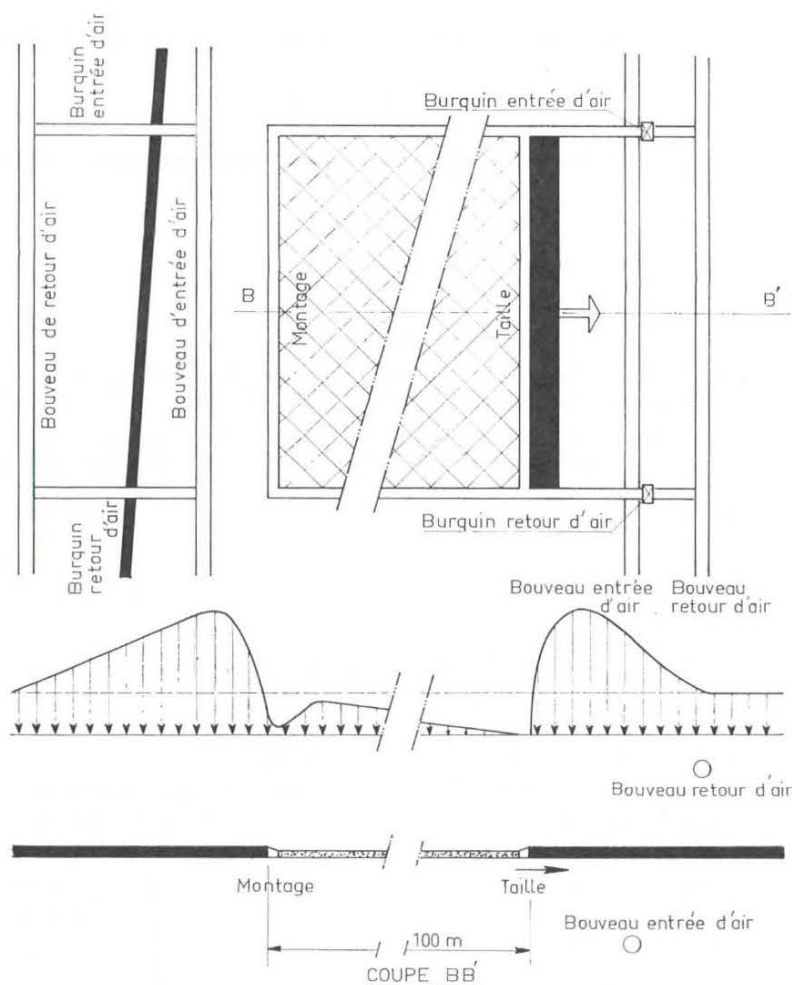


Fig. 33.

Schéma d'exploitation incorrect. Les deux bouveaux vont être soumis à l'onde de contraintes dynamiques qui précède la taille.

Niet-correct ontginningsschema: beide steengangen zullen de invloed ondergaan van de drukgolf die de pijler voorafgaat.

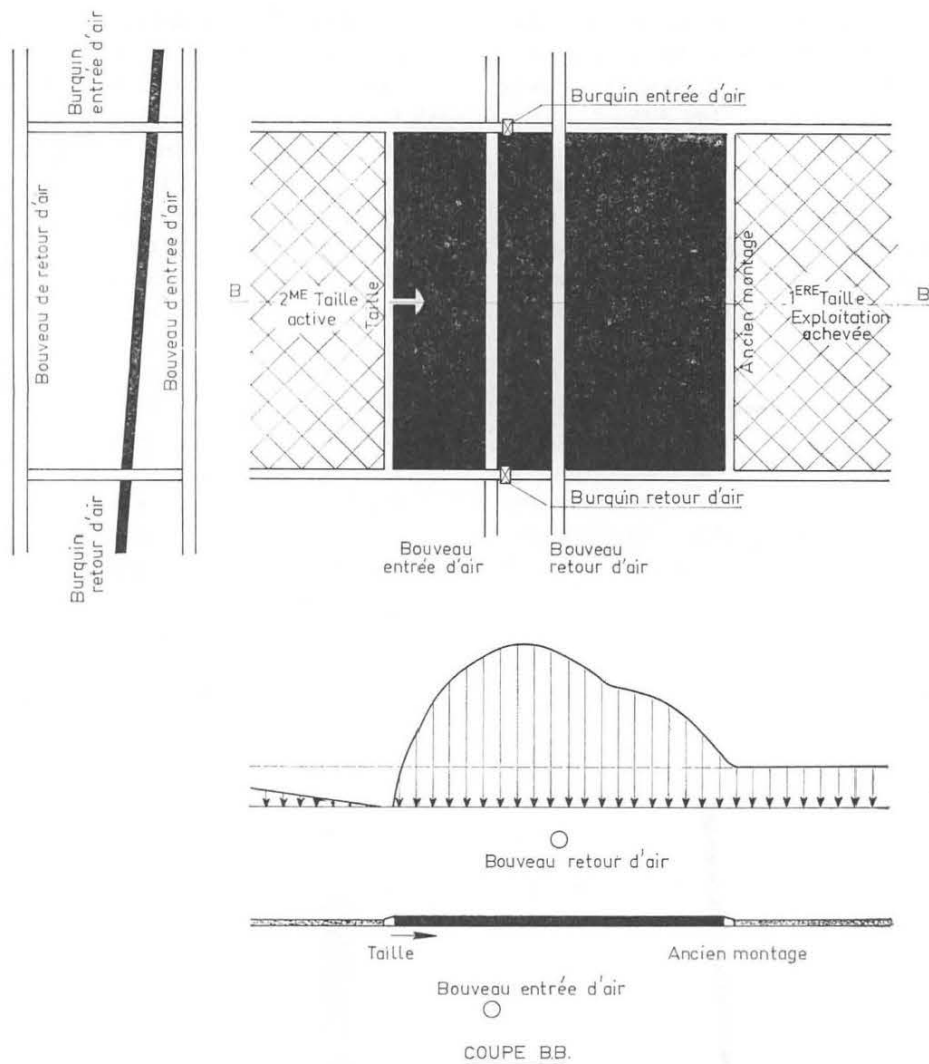


Fig. 34.

Schéma d'exploitation incorrect. Les deux bouveaux vont être soumis à l'onde de contraintes dynamiques qui précède la taille et qui va venir se surimposer à la culée de départ de l'autre taille.

Niet-correct ontginningschema: de twee steengangen zullen de invloed ondergaan van de drukgolf die de pijler voorafgaat en die zich gaat voegen bij de concentratie van belasting veroorzaakt door het vertrek van de andere pijler.

Ancien montage : Vroegere doortocht.

celle d'un rouleau compresseur qui écrase tout sur son passage.

3. Le 4^{ème} cas, qui consiste à démarrer un premier chantier à droite du bouveau, puis à exploiter le panneau de gauche à l'aide d'une taille qui a démarré loin à gauche, est encore plus nuisible (fig. 34). Dans ce cas, le pilier temporaire sera complètement écrasé sous l'effet conjugué des contraintes des deux exploitations concentrées sur lui et les ouvrages situés au-dessus et au-dessous de ce pilier sont soumis à une destruction inévitable.

Men mag nooit vergeten dat de storende invloed van een pijler in beweging te vergelijken is met die van een stoomwals die alles op haar weg verplettert.

3. In het 4^{de} geval wordt een eerste werkplaats aangezet aan de rechterkant van de steengang en vervolgens wordt de linkerkant ontgonnen door middel van een pijler die op grote afstand vertrokken is; dit geval is nog slechter (fig. 34). In dat geval zal het voorlopig kolenbeen volledig verpletterd worden door de samengebundelde invloed van de spanningen die door de twee ontginningen erop worden losgelaten; de werken die onder of boven dit kolenbeen gelegen zijn worden onherroepelijk vernield.

3. EXPLOITATION COUCHE PAR COUCHE

Les principes développés ci-dessus trouvent aussi des applications qui présentent une certaine analogie dans les gisements où l'on pratique l'exploitation « couche par couche ». Trop souvent dans ce genre d'exploitation, largement répandu en Grande-Bretagne, on pénètre dans la veine en creusant deux traçages parallèles, l'un d'entrée d'air et l'autre de retour d'air.

Les tailles chassantes sont alors démarrées de part et d'autre des traçages en abandonnant des stots ou piliers de protection de 50 yards et même de 80 yards (fig. 35). Très vite après le démarrage, les contraintes s'élèvent sur les stots et les traçages principaux, ainsi que les tronçons des voies d'accès aux tailles chassantes creusé dans ces stots, s'écrasent et nécessitent des travaux d'entretien très coûteux.

Dans ces conditions, il nous paraît beaucoup plus économique de faire une exploitation intégrale de la veine. A cet effet, il conviendrait de prendre une taille de traçage de 200 à 250 mètres de front avançant avec 4 galeries dont deux médianes, et deux en bordure (fig. 36). Les galeries de bordure serviront plus tard de montages de départ aux tailles chassantes, tandis que les voies médianes resteront ouvertes comme voies principales d'entrée et de retour d'air.

4. CONCLUSIONS

Les ingénieurs chargés d'élaborer les projets d'exploitation, c'est-à-dire :

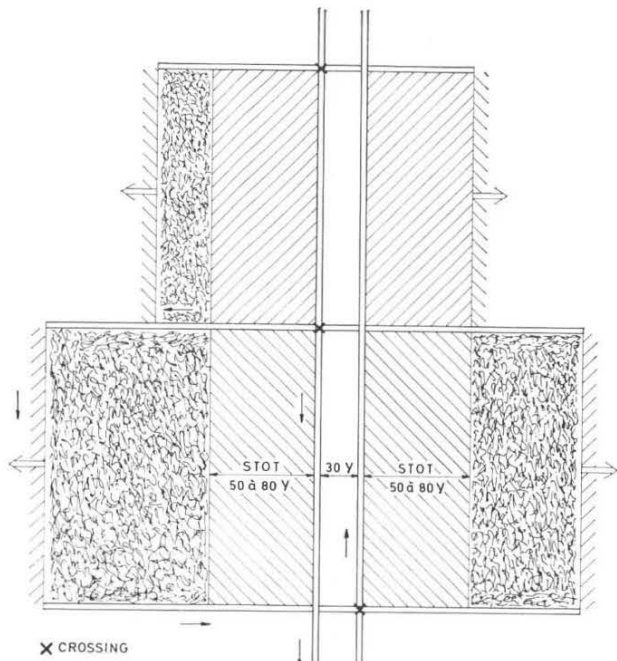


Fig. 35.

Exploitation couche par couche. Protection des voies de pénétration par stots abandonnés.

Ontginning laag per laag. Ontsluiting van de afzetting door middel van een voorbereidende pijler en volledige ontginning van de laag.

3. ONTGINNING LAAG PER LAAG

De hierboven uiteengezette beginselen kunnen met een zekere analogie toegepast worden in die afzettingen waar de ontginning « laag per laag » gebeurt. Bij deze manier van ontginnen die veel toegepast wordt in Engeland, dringt men alte dikwijls in de laag door middel van twee evenwijdige galerijen, de éne voor de verse lucht en de andere voor de luchtkeer.

De zijwaarts gedreven pijlers vertrekken dan aan weerszijden van bedoelde galerijen, waarbij beschermingsmassieven van 50 of zelfs van 80 yards ter plaatse worden gelaten (fig. 35). Zeer korte tijd na het aanzetten van deze pijlers komen er spanningsconcentraties op deze beschermingsmassieven, en de hoofdgalerijen evenals de toegangsgalerijen van de pijlers, die dwars door de massieven heen lopen, gaan dicht en vergen kostelijke onderhoudswerken.

In dat geval lijkt ons de volledige ontginning van de laag veel economischer. Hiervoor zou men een voorbereidende pijler moeten ontginnen met een front lengte van 200 tot 250 m en met vier galerijen, twee in het midden en één op elke rand (fig. 36). De randgalerijen kunnen later dienen voor aanzetdoortocht van de zijwaarts gedreven pijlers en de centrale galerijen blijven in gebruik als hoofdgalerijen voor verse lucht en luchtkeer.

BESLUITEN

De ingenieurs die de ontginningsontwerpen uitwerken, dit wil zeggen :

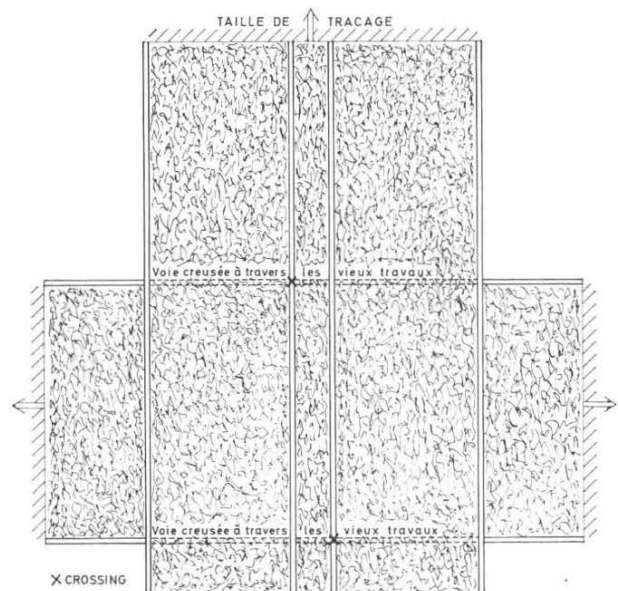


Fig. 36.

Exploitation couche par couche. Pénétration dans le gisement par taille de traçage et exploitation intégrale de la veine.

Ontginning laag per laag. Ontsluiting van de afzetting door middel van een voorbereidende pijler en volledige ontginning van de laag.

— d'implanter l'infrastructure qui conditionne le découpage du gisement;

— de choisir l'ordre de prise des couches et des tailles;

— de positionner les voies par rapport aux tailles

portent une lourde responsabilité dans l'incidence que les mouvements et pressions de terrains qui accompagneront inévitablement ces exploitations pourront avoir sur l'ensemble du réseau de galeries de la mine.

Une taille mal placée, un stot de charbon abandonné à une mauvaise place, peuvent avoir des répercussions importantes non seulement sur le chantier en exploitation, mais aussi et surtout sur les chantiers voisins et sur le réseau principal des galeries de la mine. Des déformations graves peuvent être occasionnées au soutènement des voies et celui-ci pourra subir l'action d'une pression accrue pendant plusieurs années entraînant des recarriages nombreux, surtout s'il s'agit d'un nouveau principal par exemple.

Au moment de l'élaboration de nouveaux projets d'exploitation, l'observance des règles énoncées ci-dessus est de nature à éviter la plupart des dégradations des voies, dégradations que pendant trop longtemps on a considérées comme inéluctables. Nous engageons aussi les ingénieurs chargés de ces travaux à étudier attentivement les plans des exploitations antérieures et à en tenir compte lors de l'implantation de nouvelles tailles.

Quand l'exploitation est conduite en respectant les principes qui ont été développés dans cette note pour le découpage du gisement, le planning d'exploitation et le choix des soutènements, on arrive à maintenir des galeries de section convenable pendant toute la vie des quartiers et des étages sans frais d'entretien élevés.

Un massif bien découpé, une roche bien traitée, deviennent les alliés du mineur et peuvent lui éviter bien des déboires.

— de infrastructuur inplanten waardoor de afzetting ingedeeld wordt;

— bepalen in welke volgorde lagen en pijlers ontgonnen worden;

— de ligging van de galerijen bepalen ten opzichte van de pijlers

dragen een grote verantwoordelijkheid ten overstaan van de gesteentebeweging en -druk die onvermijdelijk met de ontginning gepaard gaan, op het geheel van het gangennet der mijn.

Een slecht geplaatste pijler, een kolenbeen dat op een ongunstige plaats werd achtergelaten, kunnen een belangrijke weerslag hebben niet alleen op de werkplaats in ontginning, maar ook en vooral op de naburige werkplaatsen en het hoofdgangennet der mijn. De bekleding der gangen kan ernstig beschadigd worden en gedurende verschillende jaren onderhevig zijn aan zware druk die onophoudelijk nabreken noodzakelijk maakt, vooral wanneer het bij voorbeeld gaat om een hoofdstoegang.

Worden de hierboven vermelde regels in acht genomen bij het uitwerken van de nieuwe bedrijfsontwerpen, dan kan de verslechtering van de galerijen, die men te lang als onvermijdelijk beschouwd heeft, daardoor in de meeste gevallen voorkomen worden. Wij raden de ingenieurs die met deze taak belast zijn eveneens aan de plans van vroegere werken aandachtig te bestuderen en er bij het inplanten van nieuwe pijlers rekening mee te houden.

Worden de in deze nota ontwikkelde principes bij het leiden van de ontginning geëerbiedigd, inzake verdeling van de afzetting, ontginningsplanning en keuze van de ondersteuning, dan slaagt men erin de galerijen zonder hoge onderhoudskosten toch op een behoorlijke sectie te houden zolang de werkplaats en de verdieping duurt.

Een massief dat goed versneden werd en een gesteente dat goed behandeld wordt worden de bondgenoot van de mijnwerker en behoeden hem voor veel ontgouchelingen.

BIBLIOGRAPHIE

N. APPERT.

Etude des déformations des voies soumises à l'influence des deux tailles qu'elles desservent.

Thèse de Dr. Ingénieur, présentée à la Faculté des Sciences de Nancy, 1967, 110 p., 79 fig.

J. BAETHMANN.

Abbaueinwirkungen auf Flözstrecken und Wege zu ihrer Beherrschung. Ergebnisse von Modelluntersuchungen.

Verlag Glückauf, Essen, 1967, 115 p., 118 fig.

G. BRÄUNER.

Ein Gebirgsschlag unter bemerkenswerten Umständen.

Glückauf, 1966, janvier, p. 8/11, 6 fig.

F.P. BRUENS et F.J.M. de REEPER.

Le contrôle du terrain autour des voies d'accès en taille. Conférence Internationale sur les Pressions de Terrains, New York, 4-8 mai 1964, 11 p., 9 fig.

C. CHAMBON.

Mécanique des terrains houillers dans le cas de déformations planes.

Etudes du Laboratoire de Mouvements de Terrains de Nancy, 1967, 279 p., 97 fig.

C. CHAMBON.

Influence de la position et de la méthode d'exploitation sur la tenue des voies.

Revue de l'Industrie Minière, 1968, novembre, p. 832/836, 4 fig.

- G. EVERLING.
Model tests on the co-action of rock pressures and road supports in gateroads.
The Mining Engineer, 1963, mai, p. 621/623.
- O. JACOBI et G. EVERLING.
Etudes sur modèles réduits de l'action de différents types de soutènement de voies.
Conférence Internationale sur les Pressions de Terrains, Paris, 16-20 mai 1960, 14 p., 15 fig.
- O. JACOBI.
Die Zunahme der Ausbrüche im Strebhangenden beim Unterbauen von Abbaukanten und bei Randeinfluss durch benachbarten Abbau.
Glückauf, 101 (1965), S. 564/68. *Int. Journ. Rock. Mech. Min. Sci.* 3 (1966), S. 221/30.
- O. JACOBI.
Die gebirgsmechanisch günstige Führung von Abbau-strecken.
Glückauf, 1967, 21 décembre, p. 1302/1309, 11 fig.
- H. JAHNS.
Der Einfluss des Ausbauwiderstandes auf die Querschnittsverminderung von Strecken.
Glückauf, 1962, 5 décembre, p. 1461/1470, 18 fig.
- H. LABASSE.
La mécanique des bancs détendus.
Revue Universelle des Mines, juillet 1952.
Les propriétés mécaniques des bancs.
Revue de l'Industrie Minérale, février 1957.
- H. LABASSE.
Les pressions de terrains dans les mines de houille. Le contrôle du toit.
Annales des Mines de Belgique, juin 1963, p. 685 à 738.
- H. LABASSE.
Les pressions de terrains dans les mines de houille. Les galeries de chantiers.
Annales des Mines de Belgique, janvier 1967, p. 55 à 65.
- F. LANGECKER.
Contribution à la question des coups de toit.
Conférence Internationale sur les Pressions de Terrains et le Soutènement dans les Chantiers d'Exploitation, Liège, 24-28 avril 1951. Communication G 6, p. 473/475, 6 fig.
- A. PROUST.
La gestion des voies par détermination de leur position optimale, stratégie de l'exploitation, organisation de leur entretien.
Cinquième Congrès International Minier, Moscou, juillet 1967. Communication A 6, 12 p., 11 fig.
- R. RAFFOUX.
Etude des déformations dans les voies soumises à l'influence de la première taille qu'elles desservent.
Thèse soutenue le 24 octobre 1967 devant la Faculté des Sciences de Nancy.
- B. SCHWARTZ.
Prévision des mouvements dans les voies.
Conférence Internationale sur les Pressions de Terrains, Paris, 16-20 mai 1960. Communication E 3, 11 p., 9 fig.
- B. SCHWARTZ.
Etude des mouvements des épontes dans les exploitations minières.
Revue de l'Industrie Minérale, 1960, mai, p. 460/492, 46 fig. et 1960, juin, p. 493/516, 20 fig.
- B. SCHWARTZ, C. CHAMBON, J. DECOMPS et F. VIALLET.
Prévision des convergences dans les voies influencées par les tailles qu'elles desservent.
Revue de l'Industrie Minérale, 1962, septembre, p. 621/654, 36 fig.
- B. SCHWARTZ et C. CHAMBON.
Un problème de pression de terrains dans les exploitations houillères : la gestion des voies.
Revue de l'Industrie Minérale, 1963, septembre, p. 706/722.
- B. SCHWARTZ et C. CHAMBON.
Influence du soutènement sur la tenue des voies de tailles.
Conférence Internationale sur les Pressions de Terrains, New York, 4-8 mai 1964, 12 p., 10 fig.
- P. STASSEN.
L'amélioration de la productivité dans les exploitations par longues tailles.
Quatrième Congrès International Minier, Londres, juillet 1965. Communication A 8, 9 p., 9 fig.
- P. STASSEN.
Choice of heading methods and types of supports.
Texte présenté à la 3ème Conférence, organisée en commun par le N.C.B. Central Engineering Establishment et le C.U.M.M. Mining Engineering.
Colliery Guardian, 1966, 18 novembre, p. 653/658, 21 fig. et 25 novembre, p. 685/688, 5 fig.
- P. STASSEN et A. HAUSMAN.
La qualité des épontes et le soutènement dans les chantiers des mines de houille.
Journées d'Etudes Internationales sur les Pressions de Terrains, Essen, 17 et 18 octobre 1956, 18 p., 8 fig.
- P. STASSEN et R. LIEGEOIS.
Comportement variable d'une roche en voie de chantier suivant le mode de creusement et de soutènement.
Conférence Internationale sur les Pressions de Terrains, Paris, 16-20 mai 1960, 16 p., 20 fig.
- P. STASSEN et R. LIEGEOIS.
Cadres articulés sur piles de bois.
Bulletin Technique « Mines » Inchar, n° 111, 1er novembre 1966, 41 p., 51 fig.
- P. STASSEN et J. VENTER.
Les pressions et les mouvements de terrains tendres.
Congrès International sur les Pressions de Terrains, organisé à Leipzig en octobre 1958 par la Deutsche Akademie der Wissenschaften zu Berlin Sektion für Bergbau.
Volume du Congrès de Leipzig, 1958, p. 131/143, 10 fig.
Annales des Mines de Belgique, 1960, janvier, p. 24/31, 10 fig.