

Conclusions

P. STASSEN,

Directeur des Recherches à Inchar.

SAMENVATTING

Tot besluit van deze studiedag kan, nog meer dan in 1954, bevestigd worden dat op het huidig oogenblik methodes bestaan voor de ondersteuning van de ontginningsgalerijen die toelaten zelfs bij zacht en moeilijk te beheersen nevangesteenten, galerijen uit te voeren die zonder nabraken in goede staat blijven tot het einde van de werkplaats, zowel in vlakke als in halfsteile lagen.

Deze langsgalerijen, bekleed met gelede bogen op houtstapels, laten toe pannelen te nemen tot 1.000 m lengte, zonder bijkomende kosten. Inderdaad wanneer de terreinen tot rust zijn gekomen op ongeveer 200 m achter het pijlerfront en de ondersteuningselementen hebben geen vervormingen ondergaan, dan bestaat er geen aanleiding meer latere vervormingen te zien optreden, tenzij de galerij zou betrokken worden in de invlodszone van een andere ontginning.

Hetzelfde kan niet gezegd worden van de ramen die rechtstreeks op de vloer van de galerij steunen. Inderdaad, het gesteente kan verweren wegens de aanwezigheid van water of onder de invloed van warme, vochtige lucht. Het draagvermogen kan aldus sterk verminderen, hetgeen het indringen van de stijlen in de muur veroorzaakt, met sterke vermindering van de sectie. Aldus kunnen nabraken zich nog lange tijd na de doorgang van de pijler opdringen.

De keuze van de ondersteuning en de delvingswijze van een ontginningswijze moeten aangepast zijn aan de aard van het omringend gesteente, zowel van de muur als van het dak. Indien het gesteente van goede hoedanigheid is, kan men het meestal belangrijke plaatselijke of toevallige overbelastingen doen ondergaan zonder enige moeilijkheden te ondervinden.

In die omstandigheden geven bijna alle ondersteuningswijzen voldoening en de goedkoopste zal dan de voorkeur hebben. Men moet er nochtans wel van doordrongen zijn dat het de hoedanigheid van het gesteente is dat de goede uitslag verzekert en niet de ondersteuning.

In afzettingen met zachte nevangesteenten en in diepe ontginningen moet de delvings- en ondersteuningswijze afgestemd zijn op de volgende principes :

1) Men moet vermijden de galerijen te delven vóór het pijlerfront, in een zone waar zich sterke belastingen voordoen.

Zonder twijfel ondergaan alle gesteenten, vóór de pijler, een vervorming en een fracturatie door deze drukconcentraties en de daaruit volgende bewegingen. De drievoudige inklemming van het massief verhindert nochtans dat ernstige moeilijkheden zich zouden voordoen.

Wanneer er echter een uitsnijding wordt uitgevoerd, zijn de moeilijkheden onvermijdelijk in alle gevallen waar het gesteente een onvoldoende weerstand vertoont tegenover de drukconcentraties. Vaak stelt men ook een afschuivingsbreuk vast in de daklagen, aan de rand van het onaangetaste massief.

2) Men moet vermijden het gesteente abnormale belastingen te doen ondergaan en het terrein toelaten in zijn geheel te zakken, samen met de omringende lagen, met behoud van hun samenhang ; men verkrijgt aldus een stevige natuurlijke dakplaat. Men moet bijgevolg de onvermijdelijke randbreuken, die zich langs het ontgonnen paneel voordoen, buiten de sectie van de galerij doen ontstaan.

3) Indien de muur te zach is, moet men de onbeheersbare indringing van de stijlen in de muur beletten. Dit veroorzaakt inderdaad de zakking, en bijgevolg de buiging en de fracturatie van de dakplaat. Anderzijds verliest de muur door de indringing alle cohesie en begint te kwellen. Een te starre ondersteuning kan ook nadelig zijn, door een gelijkmatige zetting van het hangende te beletten en het te beschadigen door indringing van de ondersteuning.

De opvulling en het aanbrengen van houtstapels met steenvulling langs de galerijwanden verzekeren een gelijkmatige drukverdeling en beantwoorden aan de gestelde vereisten voor wat betreft het behoud van de samenhang van dak en muur.

4) De onvermijdbare zakking van het hangende moet langzaam genoeg gebeuren om de longitudinale buiging van de dakplaat gering te houden en aldus de samenhang van de dakplaat te bewaren zowel in de langsrichting als in de dwarsrichting.

De zorg die aan de uitvoering van de steendammen en aan de houtstapels besteed wordt is dus even eens in dit opzicht een noodzakelijk element om de houding van het dak te verzekeren.

Het door buiging, afschuiving of indringing mishandelde gesteente is de vijand van de mijnwerker. Het drukt op de ongelukkige ondersteuning, licht ze op, duwt ze weg en vernielt ze.

Een goed beheerst gesteente is de bondgenoot van de mijnwerker. Het stelt gans zijn weerstandsvermogen beschikbaar om een natuurlijke en stevige ondersteuning van de ontginningsgalerijen te verzekeren.

Aan ons behoort het de keuze te doen.

En conclusion des travaux de cette Journée, nous pouvons affirmer avec encore plus de fermeté et d'assurance qu'en 1954, que nous disposons maintenant de techniques et de procédés qui permettent de conduire des voies de chantier sans recarrage, même en gisement à épontes molles et difficiles aussi bien en plateure qu'en semi-dressant.

Ces voies de chassage en cadres articulés sur piles de bois peuvent s'avancer dans le panneau à plus de 1.000 m de leur point de départ sans occasionner de frais supplémentaires car, quand les terrains sont plus ou moins stabilisés à 200 m en arrière du front de taille et que les éléments de cadres n'ont subi aucune déformation, il n'y a plus de risques de les voir se déformer par après. Il n'en est pas de même avec les cadres qui prennent appui sur le mur de la galerie. En effet, la roche peut s'altérer en présence d'eau ou sous l'action de l'air chaud et humide ; sa portance peut diminuer fortement, ce qui entraîne une pénétration des montants dans le mur avec réduction de section et conduit à un recarrage parfois longtemps après le passage de la taille.

Piles de bois.

Les piles de bois jouent un rôle capital dans cette technique de soutènement des voies de chantier. Il importe donc de les édifier avec le plus grand soin.

La pile doit être compressible.

M. Rousseau a rappelé qu'au Charbonnage de Beeringen, on utilisait des bois ronds dont on a enlevé une dosse pour assurer une bonne stabilité au montage de la pile. On emploie généralement 80 % d'épicéas et 20 % de divers (chêne, traverse de chemin de fer), car le bois doit pouvoir s'écraser facilement pour permettre au cadre de s'affaisser en synchronisme avec les bancs du toit. Une pile édifiée uniquement en traverses de chemin de fer est trop rigide, elle concentre les charges sur les cadres et les piles, ce qui peut entraîner le déboîtement des piles ou la déformation des branches du cadre. Il ne

faut pas laisser d'étauçon de bois dans les piles. Lors de l'affaissement du toit, ceux-ci se cassent, forment genoux dans les piles et les disloquent.

La pile doit être stable et pour cela il faut employer des bois suffisamment longs. Perpendiculairement à l'axe de la galerie, ils auront entre 1 m et 1,50 m minimum suivant l'ouverture de la veine.

Parallèlement à l'axe de la galerie, il y a intérêt à employer les plus longs bois possible pour solidariser plusieurs cadres et former un bloc compact. Ces bois doivent avoir une longueur égale à un multiple de l'intervalle entre les cadres.



Fig. 1. — Vue latérale d'une pile de bois bourrée de pierres. On remarque également le vide laissé entre les piles et le massif pour éviter les poussées latérales.

Les points de croisement entre les lits de bois doivent être maintenus sur une même verticale et chaque pied de cadre doit se placer à l'aplomb d'une file verticale de bois.

Le premier lit de bois est toujours disposé perpendiculairement à l'axe de la voie, de cette façon, si le mur s'écaille, la pile ne s'affaisse pas.

Les piles doivent être édifiées dans toute l'ouverture de la couche et les longrines doivent être placées au niveau du toit. Les longrines doivent avoir un diamètre suffisant pour remplir complètement le sabot d'assemblage du cadre. Le cadre articulé ainsi posé sur les longrines est placé entièrement dans les roches du toit et peut s'affaisser en harmonie avec lui (fig. 2).

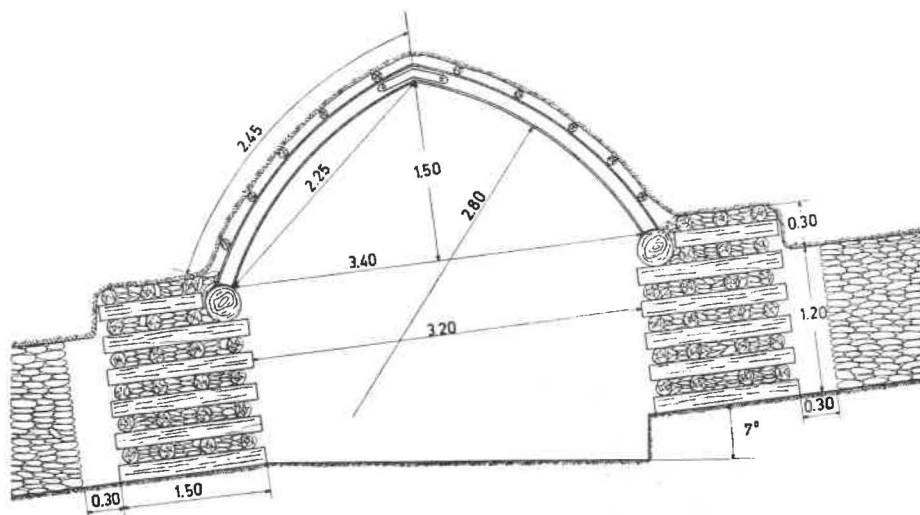


Fig. 2. — Les piles de bois sont édifiées dans toute l'ouverture de la couche. Les longrines sont posées au niveau du toit pour donner à la pile l'élasticité suffisante.

Le dernier lit est aussi formé d'une série de bois perpendiculaires à l'axe de la voie pour donner un bon appui à la grosse longrine qui supporte les cadres.

La pile doit être bourrée de pierres et nous conseillons de la remplir au moment de son édification. Le travail en est ainsi fortement facilité et la stabilité de la pile est toujours bonne (fig. 1). Les bois ne doivent pas être jointifs dans la pile mais, quand les pressions sont fortes, il est bon de ne pas laisser de vides entre les piles consécutives, surtout si l'on travaille avec des bois courts. En édifiant les piles l'une contre l'autre, les bois des 2 piles consécutives s'enchevêtrent et les piles ainsi solidarisées offrent une meilleure résistance aux poussées latérales éventuelles.

Si on laisse un intervalle entre 2 piles (pour économiser du bois par exemple), il faut absolument le bourrer très soigneusement de pierres. Sans cette précaution, les bois sont expulsés vers le vide, les branches des cadres basculent et tombent dans les vides, le soutènement perd toute son efficacité.

Il faut laisser un vide de 0,30 à 0,50 m entre les piles et le massif (fig. 1), ainsi qu'entre les piles et le remblai. Ce vide est utile pour éviter que, lors de l'écrasement de la pile et du remblai, celle-ci ne subisse des poussées latérales et ne flue vers la galerie.

Ce soutènement résiste particulièrement bien aux poussées latérales grâce aux frottements intenses du remblai et des piles de bois sur les épontes.

Il faut proscrire la pose des cadres à mi-hauteur des piles, c'est-à-dire à mi-hauteur de l'ouverture de la veine. En effet, dans ce cas, la compressibilité de la pile est inférieure au tassement des remblais et le cadre ne s'affaisse plus en harmonie avec le toit.

Du fait du manque d'élasticité, le cadre est rapidement surchargé et déformé. A la limite, le cadre serait rigide, ce qui est un non-sens dans une voie de chantier où une convergence est inéluctable.

En plaçant les cadres au-dessus des piles, l'ouverture de la galerie sera d'autant plus grande que l'ouverture de la couche est grande. Ceci est d'ailleurs justifié puisqu'on doit s'attendre à un tassement plus important quand l'ouverture est grande. Il est préférable d'avoir une grande section au creusement et de ne plus recarrer à l'arrière que de s'exposer à des travaux d'entretien onéreux.

On doit être bien convaincu du rôle primordial joué par les piles de bois dans le soutènement des voies. Il y a donc lieu d'y apporter un soin tout particulier car le succès de la technique en dépend.

Cadres.

On choisira pour les cadres de préférence une forme en ogive car c'est celle qui se rapproche le plus de la cavité naturelle d'éboulement. Le terrain subsistant de part et d'autre de l'excavation est stabilisé et transmet la charge du toit vers le mur, à la manière des arcs brisés dans une cathédrale gothique.

Quand les terrains sont mous et fluants, il faut proscrire la pratique qui consiste à foudroyer de part et d'autre des piles. Ce foudroyage entraîne une concentration importante des charges sur les deux petites culées de roche à l'aplomb des piles (fig. 3). Sous l'effet de ces charges, les bancs du toit peuvent être complètement pulvérisés et la stabilité du soutènement compromise. Si la tenue de la galerie reste bonne malgré ce traitement, c'est que les roches du toit sont solides et de bonne composition.

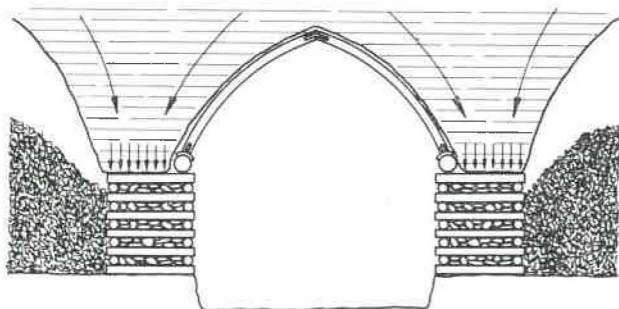


Fig. 3. — La pratique qui consiste à foudroyer immédiatement derrière les piles entraîne une concentration de charges sur les piles et sur les cadres.

En effet, les murs de remblais latéraux sont, avec les piles, les supports effectifs de la voie. Si le remblai est bien fait, l'affaissement des bancs du toit sera au maximum égal à 50 % de l'ouverture de la veine. Si l'on foudroie de part et d'autre, l'affaissement peut atteindre 90 % à 100 % de l'ouverture de la veine. Dans ce cas, on concentre les charges sur les cadres et sur les piles en bordure de la galerie, car alors les piles forment des points durs entre deux zones foudroyées.

Quand on édifie de solides murs de remblai de part et d'autre de la voie et que les piles sont construites avec le soin voulu, le cadre ne supporte que de faibles charges et ne constitue plus qu'un filet protecteur. On peut alors utiliser de vieux rails et il n'est en aucun cas nécessaire de passer à l'emploi de cadres coûteux en aciers spéciaux, comme cela avait été recommandé à la suite de certaines études faites dans la Ruhr.

Indice et coût d'entretien des voies de chantier.

Les indices par 100 tonnes de « l'entretien des voies de chantier » des sièges de Beeringen, Roton Farciennes, n° 4 et 17 de Monceau-Fontaine dont il a été question au cours de cette Journée, sont tous compris entre 1 et 2. C'est-à-dire qu'ils se situent en dessous de la moyenne des sièges qui exploitent à moins de 300 m de profondeur. (Voir à ce sujet le tableau I présenté dans l'introduction). C'est là une performance qui mérite d'être signalée quand on connaît la mauvaise qualité des épontes de ces gisements.

Le diagramme (fig. 4) donne la moyenne de ces chiffres pour l'ensemble du bassin de la Ruhr au cours des dernières années. Cette moyenne se situe

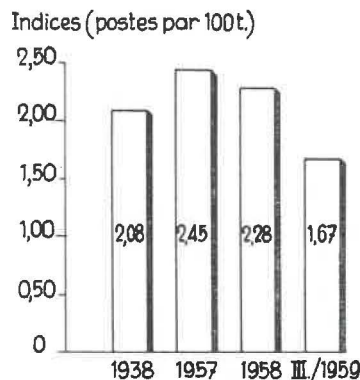


Fig. 4. — Indices (nombre de postes par 100 t) de l'entretien des voies de chantiers dans le bassin de la Ruhr. Extrait d'un exposé de M. Anderheggen présenté à la 10^e session de Technique minière de la C.E.C.A., Essen, octobre 1959.

à 1,67 h/100 tonnes pour le 3^{me} trimestre de 1959, tandis que l'indice de Beeringen n'est que de 1,38, comme l'a signalé M. Rousseau.

Cet indice se situe à plus de 2 points en dessous de la moyenne d'un grand nombre de mines belges. Cela représente donc, pour une mine de 7.000 t/jour, une économie de 140 personnes par jour, soit plus de 60.000 F par jour en salaires et charges sociales seulement et 15 millions par an.

Le problème en vaut la peine et mérite donc une attention toute spéciale.

Certaines mines hésitent parfois à adopter la technique des cadres articulés sur piles de bois en objectant qu'elle est plus chère que celle du cadre coulissant. Les cadres constitués de vieux rails sont beaucoup moins coûteux que les profilés ; il y a certes la consommation de bois de piles qui n'est pas négligeable. Cependant, avant de choisir un type de soutènement, il y a lieu de bien peser tous les avantages et inconvénients des uns et des autres, non seulement pendant la vie du chantier, mais aussi à la reprise lors du désameublement du quartier.

A ce sujet, la belle étude très documentée que M. Rousseau a développée ce matin mérite un examen très approfondi car les chiffres cités sont établis à partir d'une pratique datant de longues années ; ils fournissent donc une base solide d'appréciation.

Dans tous les cas, là où les soutènements classiques ne donnent plus satisfaction malgré tout le soin qu'on y apporte, il ne faut pas hésiter à adopter les cadres articulés sur piles de bois. Le bilan sera toujours positif. Les comparaisons de coûts faites par MM. Dieu et Delhaye le montrent clairement.

Parfois on fait état également de la qualification indispensable que doit avoir le personnel pour pla-

cer correctement les cadres sur piles de bois. Si cette remarque est vraie pour la pose du cadre Moll original avec sa longrine centrale en couronne qui doit solidariser 3 ou 4 cadres, elle ne s'applique plus au cadre du type « La Louvière Bouvy » avec son éclisse d'assemblage en couronne. M. Delhaye a d'ailleurs rappelé avec quelle facilité et quelle rapidité l'équipe qui travaillait avec les cadres Toussaint a assimilé la technique des cadres articulés

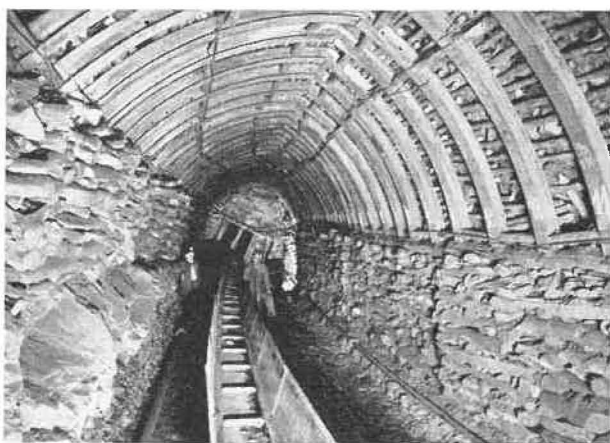


Fig. 5. — Photographie prise au début du tronçon C. On remarque bien les cadres 11 et suivants. Le bel aspect du soutènement témoigne de la facilité d'adaptation du personnel à cette nouvelle technique.

sur piles de bois. Les photographies prises tout au début du tronçon (fig. 5) témoignent de la belle exécution du travail dès la pose des premiers cadres.

Enseignements des mesures.

Les mesures précises et fréquentes faites à de nombreux doublets font ressortir une série d'idées assez intéressantes.

1) La vie de la taille se fait sentir avec une rapidité déconcertante dans un volume énorme de roche. On constate en effet que tout poste d'abatage en taille entraîne immédiatement un regain de convergence très visible et très caractéristique sur tous les doublets depuis le front de la voie jusqu'à 40 m en arrière de la taille. Il est bien certain que, si la voie avait été creusée à plus de 12 m en avant de la taille, on aurait perçu des mouvements beaucoup plus loin de ce côté là également. Il est curieux de constater comment une perturbation causée par l'enlèvement d'une allée de charbon au front de taille se transmet rapidement à grande distance dans le massif. Un nouvel état d'équilibre se rétablit aussi rapidement dès qu'un jour de repos intervient. Ces constatations s'observent aussi bien dans les mesures de convergence des doublets de broches que dans les mesures de charges reprises par le soutènement (Voir fig. 10 et 41 du texte de M. Liégeois).

La charge sur les éléments de cadres est restée absolument stationnaire pendant la quinzaine des congés payés et a repris aussitôt après.

On peut dire que, pendant les périodes d'activité de la taille, tout le massif de roche vit. Dès que l'abatage reprend, il se met immédiatement en mouvement à la recherche d'un nouvel état d'équilibre ; les bancs s'affaissent, se décollent, se déplacent et glissent ou fluent mais, dès que l'activité cesse en taille, le massif se calme rapidement et s'endort jusqu'à la période d'activité suivante.

Ces remarques ne sont toutefois valables, semble-t-il, que quand les stampes qui encadrent la couche sont constituées d'un empilage de bancs de schiste tendre, là où il n'y a pas de coups de charge périodiques.

2) Les mesures mettent bien en évidence le comportement différent des bancs du toit dans le cas d'une exploitation symétrique (prise d'une basse-taille) ou dissymétrique (existence du massif en place d'un côté de la voie).

Dans le cas d'une exploitation symétrique, les convergences de tous les doublets sont égales. Dans ce cas, tous les rapports de convergence d'un doublet à un autre d'une même section doivent se confondre avec la bissectrice de l'angle droit (voir fig. 25, tronçon D, rapport M. Liégeois).

Dans le cas de l'exploitation dissymétrique, les convergences sont très différentes d'un doublet à l'autre, les droites des différents rapports forment un éventail largement ouvert, ce qui indique des affaissements très différents d'une paroi à l'autre. Les points d'inflexion dans les droites indiquent une modification brusque des rapports de convergence. Tout cela se traduit par des flexions importantes des bancs qui entraînent une destruction profonde des roches (voir fig. 25, tronçons A et B).

3) Les mesures montrent également que, dans la zone à exploitation dissymétrique, on n'arrive jamais à un état d'équilibre. Avant un recarrage, on constate d'abord un accroissement de la convergence, puis celle-ci semble suivre à nouveau la même loi qu'avant le recarrage (voir fig. 24 du texte de M. Liégeois). Les bancs du toit sont profondément disloqués, ils ont perdu toute cohésion et sont incapables de participer au soutènement. Au contraire, la masse des roches fracturées pèse fortement sur les cadres nouvellement placés et suffit à les déformer à nouveau.

4) Soufflage du mur.

Les mesures de mouvements absolus montrent qu'avec des soutènements à faible surface d'appui concentrés en bordure de la voie, le soufflage du mur est intense. Dans les 2 premiers tronçons A et B, le soufflage intervient pour 62 % dans la conver-

gence totale. Dans le dernier tronçon D, il n'intervient plus que pour 15 % dont une grande partie a déjà lieu dans les 10 m avec soutènement provisoire. Il cesse à peu près totalement dès l'enlèvement de ce soutènement, ce qui montre bien l'incidence sur ce phénomène du transfert des charges au sol par des appuis à petite base.

Dans les cadres articulés sur piles de bois, on peut dire que le soufflage du mur est insignifiant et qu'il n'y aura pas de rabasnage.

5) *Contrôle du serrage des étriers.*

Dans des terrains aussi tendres que ceux de la veine Grosse Fosse au siège n° 17 de Monceau-Fontaine, le contrôle du serrage des étriers, si souvent recommandé, ne conduit à aucun résultat tangible. Il nécessite un personnel très nombreux et n'apporte en définitive aucune amélioration à la tenue de la galerie. Un contrôle très strict, effectué pendant plusieurs mois avec des clefs dynamométriques, n'a eu aucun effet décelable sur la tenue de la voie.

Choix du soutènement.

Le choix du soutènement et le mode de creusement d'une voie de chantier doivent être adaptés à la qualité des roches qui encadrent la couche, aussi bien le toit que le mur. Quand les roches sont de bonne qualité, on peut souvent se permettre de leur faire subir des surcharges accidentelles et des sollicitations supplémentaires importantes sans constater le moindre désordre.

Dans ce cas, presque tous les soutènements donnent satisfaction et le meilleur sera le plus économique, mais il faut bien se persuader alors que ce n'est pas le soutènement qui donne à la galerie sa belle tenue mais la qualité de la roche.

Dans les gisements constitués de roches tendres et dans les exploitations à grande profondeur, le mode de creusement et de soutènement des voies de chantier doit s'inspirer des grandes règles ci-après :

1) Il faut éviter de creuser les voies en avant de la taille, zone surchargée.

Il se produit sans doute, pour toutes les roches qui se trouvent en avant de la taille, une déformation et une fracturation causées par cette surcharge et par les mouvements corrélatifs, mais la triple étrointe fournie par le massif en place constitue un appui qui évite les désordres graves.

Par contre, s'il y a excavation, les désordres sont inévitables dans tous les cas où la roche de paroi a une résistance inférieure à la surcharge. On observe aussi souvent une rupture par cisaillement des bancs du toit en bordure du massif en place.

2) Il faut éviter de faire subir aux roches des efforts anormaux et permettre au terrain du toit de

s'affaisser en bloc en même temps que les terrains adjacents, en gardant leur compacité. On obtient ainsi un puissant linteau naturel. Il faut en conséquence rejeter, en dehors du gabarit de la voie, la cassure qui naît inévitablement en bordure d'un panneau exploité.

3) Si les roches du mur sont tendres, il faut éviter l'enfoncement non contrôlé des supports du soutènement. Ceci provoque en effet l'aspiration, et partant la flexion et la fracturation des roches du toit. D'autre part, le mur poinçonné perd toute cohésion et gonfle. Un soutènement trop dur peut aussi causer de graves désordres en s'opposant à un affaissement uniforme du toit et en le détruisant par poinçonnage. Le remblai et les piles de bois bourrées de remblai au parement de la voie répondent à ces ob-

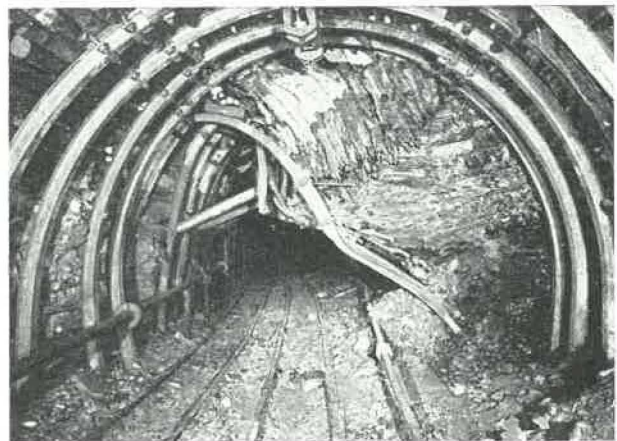


Fig. 6. — Brèche de recarrage à 50 m du pied de taille dans la voie en veine Grosse Fosse à 903 m de profondeur. Dans ce tronçon, la voie était creusée 12 m en avant de la taille. Le massif de charbon est tangent à la paroi droite et les bancs de roche ont perdu toute cohésion au-dessus du vide de la voie.



Fig. 7. — Photographie prise dans la même voie, mais dans ce tronçon (C) le front de la voie a été aligné sur le front de la taille. Le revêtement définitif a été placé à 6 m en arrière de la taille. On a pris une basse-taille de 2 m de profondeur et les cadres ont été placés sur de solides piles de bois bourrées de pierres. Vue de la voie 6 mois après le passage de la taille.

jectifs de protection du toit et du mur dans les cas difficiles.

4) L'affaissement inéluctable du toit doit être lent de façon que la flexion longitudinale inéluctable soit faible et que la roche du toit conserve son intégrité, aussi bien dans le sens longitudinal que dans le sens transversal. Le soin apporté à la confection du remblai et des piles bourrées de remblai est donc un élément de la bonne tenue du toit.

La roche mal traitée par flexion, cisaillement, poinçonnage est l'ennemie du mineur. Elle pèse sur son pauvre soutènement artificiel, le soulève, le bouscule et le détruit (fig. 6).

La roche bien traitée est l'alliée du mineur, elle lui apporte toute sa résistance pour constituer le soutènement naturel et puissant des voies de chantier (fig. 7).

Il nous appartient de choisir.
