

# **Creusement et soutènement de la voie de base d'un chantier à veine pentée (25 à 30°) aux sièges n° 10 et n° 17 des Charbonnages de Monceau-Fontaine**

M. FRANCE,  
Directeur des Travaux

par

M. DELHAYE,  
Ingénieur Divisionnaire

## **Exposé introductif**

M. FRANCE

### **SAMENVATTING**

*In de lagen met gemiddelde helling ( $> 25^\circ$ ) bestond geen welbepaalde ondersteuningswijze die de goede instandhouding van de galerijen verzekerde.*

*Dit probleem heeft des te meer belang naarmate men zich bevindt voor lagen van gemiddelde opening, op grotere diepten en naarmate de lengte van de ontginningsgalerijen van een werkplaats met grote productie stijgt.*

*Deze hoge producties kunnen slechts met voldoende bedrijfszekerheid afgevoerd worden indien de vervoergalerij in goede staat blijft. Anderzijds mogen de delvings- en onderhoudskosten ten slotte geen te grote last betekenen voor de werkplaats.*

*Ten einde een oplossing te vinden voor dit probleem werden sinds enige jaren verschillende proeven uitgevoerd steeds in de laag « Grosse Fosse », maar op verschillende diepten.*

*De proeven uitgevoerd met Toussaint-ramen van 21 en 29 kg/m in de bedrijfszetel n° 10 van de kolenmijnen van Monceau-Fontaine, op de diepte van 730 m, worden eerst onderzocht en besproken.*

*Vervolgens wordt een bondig overzicht gegeven van de systematische proeven, uitgevoerd onder de leiding van het Nationaal Instituut voor de Steenkolennijverheid, in de bedrijfszetel n° 17 van dezelfde vennootschap, eerst met Toussaint-ramen van 21 kg/m, vervolgens met gelede ramen op houtstapels.*

*Uit al deze proefnemingen blijkt dat de ondersteuning van de ontginningsgalerijen in lagen van gemiddelde helling, door middel van gelede ramen op houtstapels, het meest doelmatig is. Alleen deze methode laat toe de definitieve bekleding van de galerij bij de delving te behouden.*

*Verscheidene andere voordelen, zowel op economisch als op technisch gebied, die uit de toepassing van deze methode volgen, worden vervolgens opgesomd.*

### **RESUME**

*Dans les gisements pentés ( $> 25^\circ$ ), il n'existe pas de méthode de soutènement bien définie, permettant d'assurer la bonne conservation des galeries de chantier.*

*Ce problème revêt d'autant plus d'importance que l'on se trouve en moyenne ouverture à grande profondeur et qu'il s'agit de déhouiller de longs panneaux avec chantiers à forte production. Ces productions élevées ne peuvent être assurées que dans des voies de roulage bien conservées ; d'autre part, les frais de creusement et d'entretien ne peuvent, malgré tout, constituer une trop lourde charge pour le chantier.*

En vue de rechercher une solution à ce problème, divers essais, échelonnés sur plusieurs années, sont tentés dans la même couche « Grosse Fosse », mais à des niveaux différents.

Les essais réalisés avec cadres Toussaint à 21 et 29 kg/m au siège n° 10 des Charbonnages de Monceau-Fontaine, à la profondeur de 730 m, sont d'abord passés en revue, et les résultats obtenus commentés.

Puis, un bref aperçu est donné des essais systématiques entrepris sous la conduite d'Inchar, au siège n° 17 de la même Société, en utilisant des cadres Toussaint à 21 kg/m, puis des cadres articulés sur piles de bois.

De toutes ces expériences, il apparaît que le soutènement des voies en veine pentée par cadres articulés sur piles de bois est le plus efficace ; lui seul permet la réalisation d'un soutènement définitif au creusement, se conservant bien par la suite.

Divers autres avantages, tant au point de vue économique qu'au point de vue exploitation, retirés par l'emploi de cette méthode de soutènement, sont ensuite énumérés, et viennent prôner à leur tour l'emploi du cadre articulé.

Cette communication a trait au creusement et au soutènement de la voie de base d'un chantier à veine pentée aux Charbonnages de Monceau-Fontaine.

Le texte ci-après a pour but de :

- situer le lieu de l'expérience ;
- en donner les principales caractéristiques ;
- exposer les motifs qui ont présidé au choix de la méthode de travail adoptée.

M. Delhaye fera ensuite un exposé technique et économique de la question.

## 1. LIEUX DE L'EXPERIENCE

Cette expérience débute en 1958 au siège n° 10 des Charbonnages de Monceau-Fontaine. Elle se

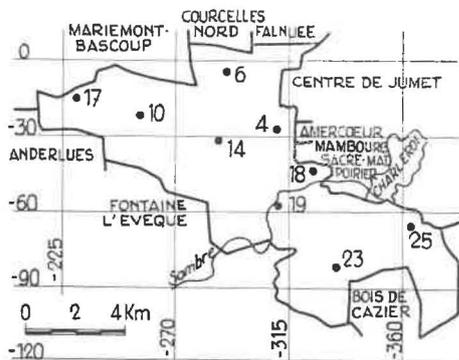


Fig. 1. — Plan de la concession de la S.A. des Charbonnages de Monceau-Fontaine. Position respective des sièges n° 10 et 17.

situe tout d'abord dans la couche dénommée Grosse Fosse ; à l'arrêt du n° 10 fin 1958, l'expérience se poursuit au siège voisin, le n° 17, qui, à son tour, démarre un chantier dans la même couche.

Sur la figure 1 sont indiquées les positions respectives des puits du n° 17 à Piéton et du n° 10 à Forchies. Le n° 17 se trouve à l'extrémité ouest de la concession de Monceau-Fontaine à 2,60 km du n° 10.

Les exploitations du n° 10 et du n° 17 se sont développées entièrement dans le massif du Poirier. Grosse Fosse en est une des couches les plus riches, tout au moins en profondeur. Elle se retrouve sous le nom de 10 Paumes dans la plupart des sièges de notre Charbonnage exploitant le même massif.

Dans l'échelle stratigraphique, Grosse Fosse se situe dans la zone de Genck, à la base de l'assise de Charleroi ; elle précède 5 Paumes ou Gros Pierre, encore appelée Stenaye ou Veine au Gros, suivant les bassins.

Grosse Fosse a fait l'objet d'un début d'exploitation au n° 10, tandis qu'elle a été largement exploitée au n° 17 (fig. 2).

Au n° 10, un chantier avait été ouvert en 1956, entre les niveaux de 730 et de 650, puis arrêté fin 1958.

Au n° 17, nous avons toujours un chantier actif entre les niveaux de 903 et de 803.

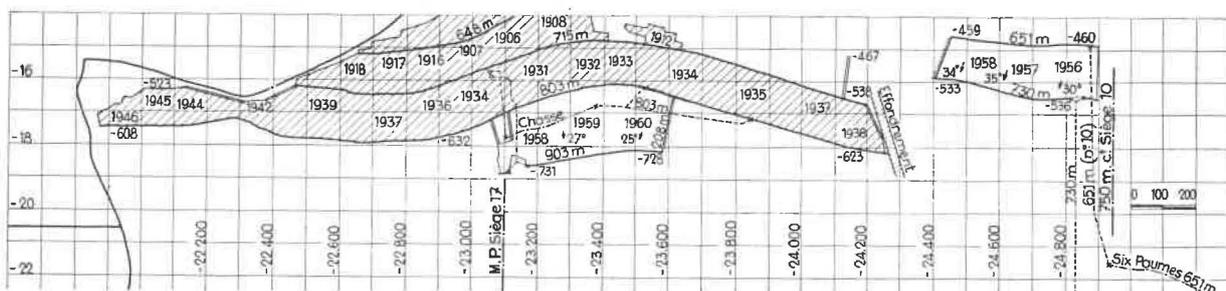


Fig. 2. — Vue en plan des exploitations dans la couche Grosse Fosse aux sièges n° 10 et 17 de la S.A. des Charbonnages de Monceau-Fontaine.

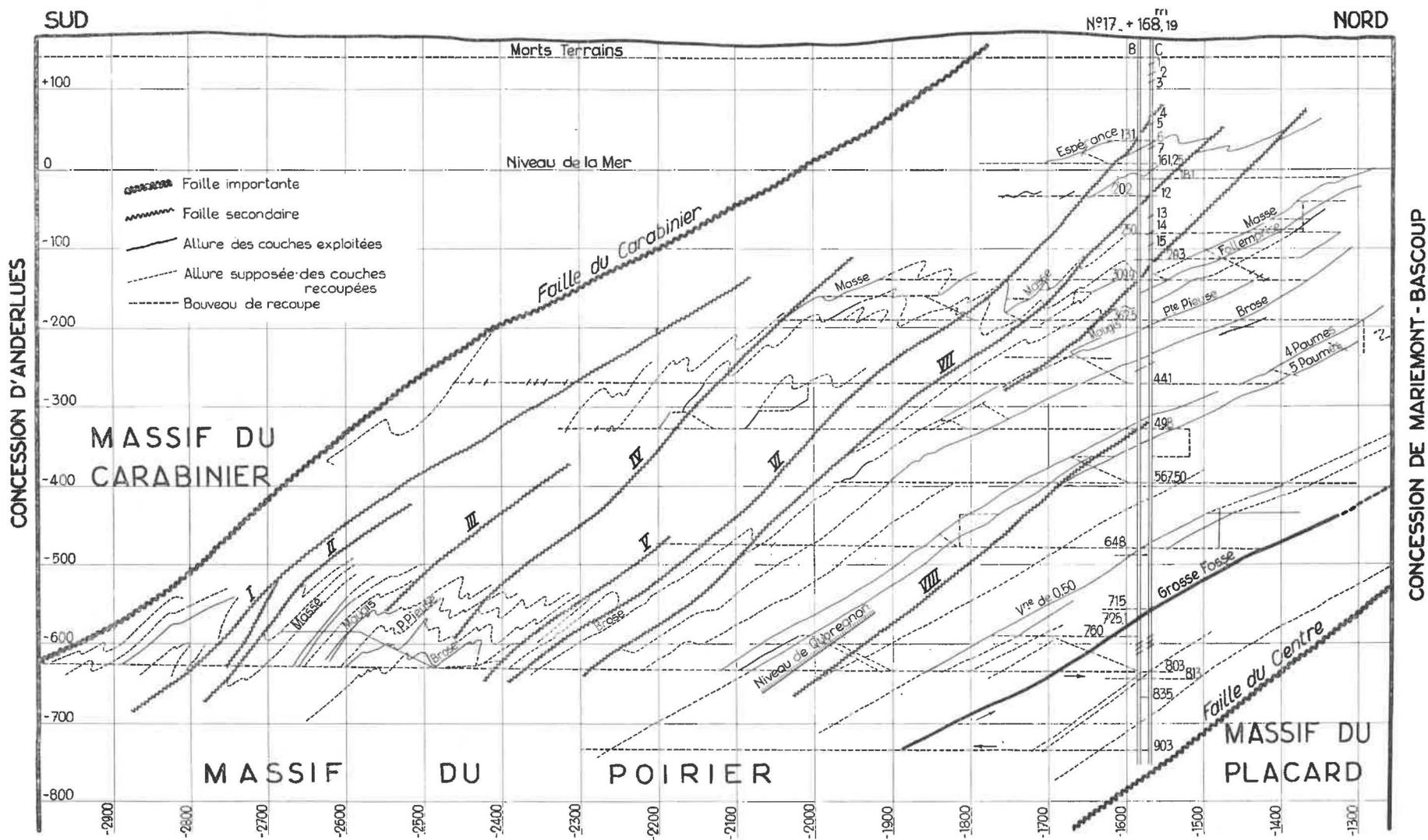


Fig. 3. — Coupe méridienne de la concession de la S.A. des Charbonnages de Monceau-Fontaine passant par le puits n° 17. Situation des puits, de la couche Grosse Fosse et des failles du Centre et du Carabinier délimitant le massif du Poirier.

Un effondrement sépare les exploitations du n° 10 et du n° 17, à peu près à mi-distance entre ces 2 sièges.

La coupe verticale (fig. 3) passant par la méridienne des puits du n° 17 montre une couche assez régulière, fortement inclinée. Sa pente moyenne est de 27°.

## 2. CARACTERISTIQUES DE LA COUCHE

La couche Grosse Fosse est formée généralement de deux sillons gailleux, quasi jointifs, d'une puissance totale de 0,90 m à 1,20 m.

Si l'on examine la portion de l'échelle stratigraphique des terrains encadrant la couche Grosse Fosse à l'étage de 903 du n° 17, on constate la présence d'un veinât au toit ainsi qu'au mur de la couche (fig. 4).

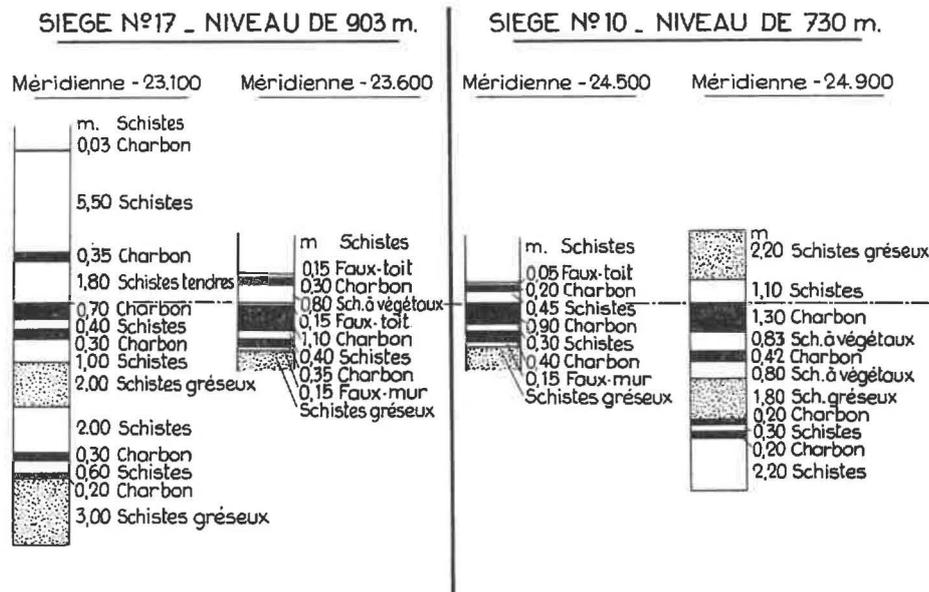


Fig. 4. — Composition de la couche Grosse Fosse aux méridiennes 23100, 23600, 24500 et 24900.

Ces veinîats, généralement de 0,30 m de puissance, peuvent s'annuler ou se rapprocher de la veine proprement dite, jusqu'à se confondre avec elle. C'est le cas au n° 10.

Au fur et à mesure que l'on s'éloigne dans le toit et dans le mur, les terrains encaissants se durcissent et des éléments gréseux apparaissent dans la roche.

Enfin, signalons l'existence d'un veinîat plus profondément dans le mur.

Les veinîats sont abandonnés ou exploités en même temps que la couche Grosse Fosse proprement dite, suivant qu'ils s'en éloignent ou s'en rapprochent.

Généralement au n° 17, ils ne sont pas exploités, sauf toutefois au pied de taille, où la laie du mur est prise sur quelques mètres. Au n° 10, c'est l'inverse, on prend entièrement le complexe.

## 3. CHOIX D'UNE METHODE DE SOUTÈNEMENT

Les conditions géologiques, ainsi que la profondeur de l'exploitation, ont naturellement leur répercussion sur le comportement des voies de chantier.

Etant donné la nature plus compacte des éponges et la profondeur moindre au n° 10, on pouvait espérer une meilleure tenue de la voie dans Grosse Fosse.

Cependant, dans un cas comme dans l'autre, il était évident que les sollicitations exercées sur le soutènement par les poussées, tant latérales que verticales, seraient d'autant plus intenses et plus désastreuses, que celui-ci y est mal adapté.

Dans les gisements en plateaux, faiblement inclinés, le problème du revêtement des voies de chantier avait été résolu à la satisfaction générale, par l'emploi de cadres articulés sur piles de bois, avec

bossement en arrière des fronts. Ce faisant, on appliquait les principes de base maintes fois énoncés à ce sujet par M. Stassen, notamment en 1957.

M. Stassen, déjà à cette époque, énonçait le principe suivant : « Dans les voies de chantier, le soutènement ne peut et ne doit pas s'opposer à l'affaissement général du massif. Il doit, au contraire, le suivre sans offrir une résistance exagérée, qui concentrerait les pressions et les cassures autour de la galerie ». Autrement dit, il ne faut pas résister aux forces en jeu, mais se les allier.

### 31. Au siège n° 10.

Dans les veines pentées, on en était toujours en 1958 aux tâtonnements. A cette époque, un cas estimé difficile se présentait au n° 10 à la mise en ex-

exploitation du chantier Grosse Fosse couchant entre les niveaux de 730 et de 650 (fig. 2).

Il s'agissait d'un chantier à forte production (300 t), desservi par une voie de niveau où circulaient des locotracteurs de 60 ch remorquant des rames de wagonnets de 950 litres.

La longueur à chasser était importante : 1.000 m moyennant traversée de l'effondrement séparant les exploitations du n° 10 et du n° 17.

On parlait, d'autre part, plein d'appréhension. L'exploitation de Grosse Fosse, à l'étage de 803 au n° 17, avait laissé un fâcheux souvenir ; sa voie avait particulièrement mauvaise réputation, et se distinguait par un soufflage très intense avec toutes les conséquences que cela entraîne.

Si nous reprenons le plan des exploitations dans cette couche à l'étage de 803 du n° 17 (fig. 2), on voit que, vers le couchant, la déclivité de la voie de roulage a été en moyenne de 20 mm/m. Vers le levant, la difficulté a été tournée par établissement d'un nouveau chassant parallèle à la voie de chantier, avec renouvellement des méridiennes tous les 400 m.

Deux solutions s'offraient à nous, si nous ne voulions pas étrangler le chantier par sa voie :

- soit maintenir à tout prix en parfait état la voie de roulage ;
- soit établir un nouveau de renouvellement de méridiennes dans une stampe réputée bonne.

On choisit la 1<sup>re</sup> solution. Quelle en était la raison ?

Après avoir amorcé le creusement de la voie de base du chantier à la section des cintres Toussaint type W, les faits suivants furent observés :

1°) Il n'y avait guère de déformation des cadres après recarrage systématique à l'arrière du front de taille, mais simplement poinçonnage de la roche, accompagné du soufflage de l'air de la galerie (fig. 5). Ces manifestations se calment au fur et à mesure de l'éloignement de la taille et il semble qu'à environ 120 m du front de taille les terrains soient

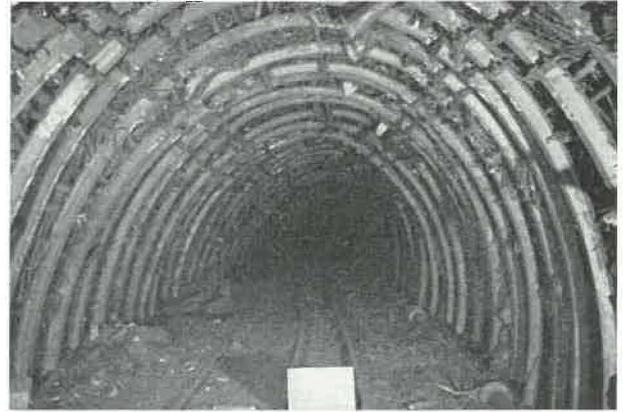


Fig. 5. — Siège n° 10 — Aspect de la voie de base de Grosse Fosse couchant au niveau de 730, deux ans après l'arrêt du chantier. La vue est prise vers les fronts à 155 m du front de taille, soit à 315 m de l'entrée de la voie.

plus ou moins stabilisés. J'ai dit « il semble », car en fait, l'avenir nous apprendra que la section continue à se refermer à un rythme plus ou moins rapide, suivant la plasticité des terrains; la profondeur et également l'éloignement du front de taille.

Voici quelques explications à ce sujet.

Examinons, tout d'abord, les vues en plan et de profil des 240 premiers mètres de la voie de base

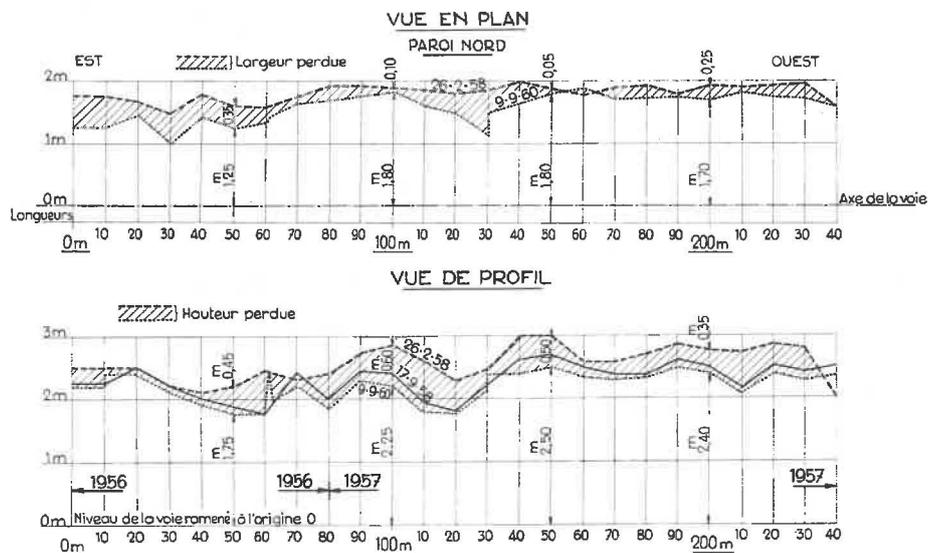


Fig. 6. — Siège n° 10 — Vues en plan et de profil des 240 premiers mètres de la voie de base du chantier Grosse Fosse couchant au niveau de 730 m entre les méridiennes 24860 et 24620. Les variations de la section de la galerie, en hauteur et en largeur, sont

- données à trois dates différentes :
- le 26-2-58 : 6 mois avant l'arrêt du chantier ;
  - le 17-9-58 : à l'arrêt du chantier ;
  - le 9-9-60 : 2 ans après l'arrêt du chantier.

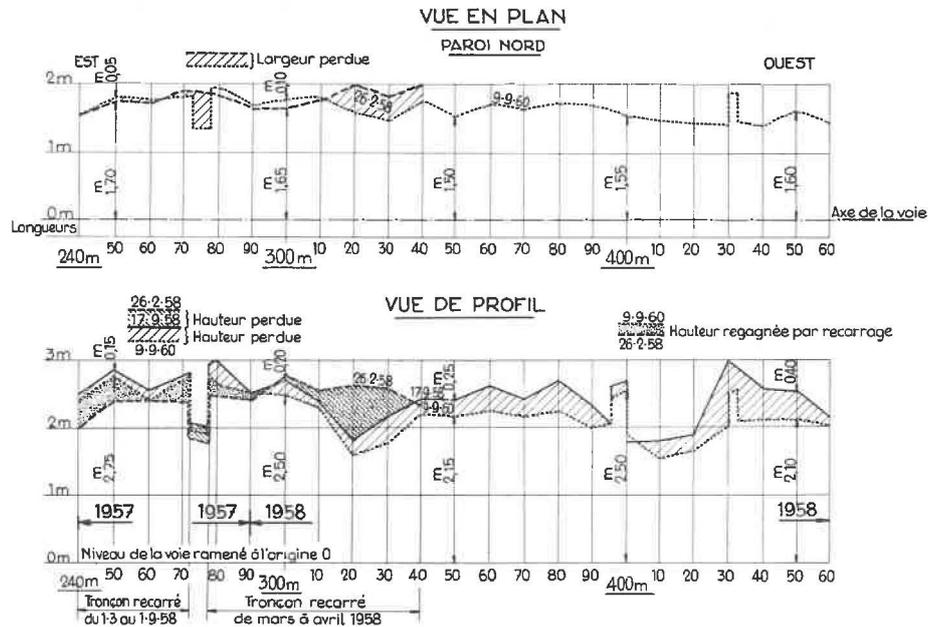


Fig. 7. — Siège n° 10 — Vues en plan et de profil des 220 derniers mètres de la voie de base du chantier Grosse Fosse couchant au niveau de 730 entre les méridiennes 24620 et 24400. Les variations de la section de la galerie, en hauteur et en largeur, sont données à trois dates différentes :

- le 26-2-58 : 6 mois avant l'arrêt du chantier ;
- le 17-9-58 : à l'arrêt du chantier ;
- le 9-9-60 : 2 ans après l'arrêt du chantier.

de Grosse Fosse couchant du n° 10 (fig. 5). Au bas de cette planche, est figuré le profil de la voie à différentes époques, en supposant l'aire de voie ramenée au niveau de l'origine.

En traits interrompus est représentée la hauteur libre de la galerie au début des essais, c'est-à-dire le 26 février 1958. A cette date, tout le tronçon considéré avait déjà été recarré.

En traits continus est représentée la hauteur libre immédiatement après l'arrêt du chantier le 17 septembre 1958.

En traits pointillés enfin, la même hauteur 2 ans après l'arrêt du chantier, c'est-à-dire le 9 septembre 1960.

On constate que la réduction de section est surtout prononcée pendant les 6 derniers mois d'activité du chantier. La zone en question n'était donc qu'imparfaitement stabilisée ; cela peut s'expliquer par le retour à un état d'équilibre de cette zone recarrée en 1957. Le recarrage, ainsi que le démontre M. Liégeois dans son étude du comportement de la voie Grosse Fosse au n° 17, a pour conséquence de remettre les terrains en mouvement. Par contre, pendant les 2 années d'inactivité du chantier qui suivent son arrêt, les manifestations sont relativement faibles, malgré la ventilation fortement réduite et intermittente du chantier.

La figure 7 donne les variations de section dans les 220 derniers mètres creusés de la même voie, pendant la période d'inactivité. Elles sont plus prononcées, du fait que ce tronçon recherche encore son équilibre au moment de l'arrêt du chantier.

2°) La section après recarrage reste convenable, moyennant rabasnages répétés aussi longtemps que la section recarrée n'a pas atteint la zone dite stabilisée (fig. 5 et 8).



Fig. 8. — Siège n° 10 — Vue d'une brèche de recarrage dans la voie de Grosse Fosse couchant au niveau de 730 m, 2 ans après l'arrêt du chantier. La vue est prise vers les fronts à 187 m du front de taille, soit à 273 m de l'entrée de la voie. On remarque très bien la cassure en V caractéristique qui s'est dessinée à la paroi de la galerie (à gauche sur la photo).

3°) La pente moyenne reste acceptable et ne dépasse 7 mm/m.

4°) Les frais d'entretien, de recarrage et de rabasnage sont relativement peu élevés pour un chantier de cette importance ; ils se situent aux environs

de 5.000 F/m, ce qui est nettement inférieur au prix du creusement d'un bouveau de renouvellement de méridiennes, qui lui est de l'ordre de 8.000 F/m.

Il était donc possible, du moins nous le pensions à l'époque, de tenir la voie moyennant recarrage systématique de la galerie, à l'arrière du front de taille, et moyennant une certaine discipline.

Mais, puisqu'il en était ainsi, ne pouvait-on aller plus loin ? Ne pouvait-on éviter ce recarrage systématique en plaçant à front de voie un soutènement définitif plus résistant ?

Des essais furent entrepris dans ce sens, mais échouèrent complètement. Le recarrage à l'arrière fut toujours nécessaire :

- malgré le rapprochement des cintres à front ou leur doublage systématique derrière le point de chargement (fig. 9) ;



Fig. 9. — Siège n° 10 — Aspect de la voie de Grosse Fosse à 8 m du pied de taille. On remarque que les cintres Toussaint à 21 kg/m fortement rapprochés — intercadre 0,50 m — fluent nettement vers la taille, côté paroi nord (à droite sur la photo), tandis qu'une cassure s'amorcera à paroi sud et déterminera une forte poussée des terrains.



Fig. 10. — Siège n° 10 — Aspect de la voie de Grosse Fosse couchant au niveau de 730 m, à hauteur d'une brèche de recarrage située à 57 m du front de taille, soit à 403 m de l'entrée de la voie. La vue est prise vers les fronts, 2 ans après l'arrêt du chantier, dans un tronçon qui avait été, à l'origine, revêtu de cadres Toussaint à 29 kg/m.

- malgré l'emploi de cadres lourds type 29 kg/m (fig. 10) ;
- malgré le soin mis au placement des cintres et à la confection des remblais au pied de taille.

**32. Au siège n° 17.**

Forts de cette expérience, nous nous proposons, à la mise en exploitation de Grosse Fosse fin 1958, d'opérer de la même façon au siège n° 17, c'est-à-dire recarrer systématiquement à l'arrière du front de taille. Il nous fallut bientôt déchanter, et envisager le creusement d'un bouveau chassant. Il ne faisait pas de doute que la stampe de Grosse Fosse au n° 10 était plus consistante que celle située dans le champ d'exploitation du n° 17 au couchant de l'effondrement.

C'est alors qu'Inichar contacta notre charbonnage pour entreprendre des essais systématiques et contrôlés du soutènement en voie d'une taille pentée. La taille Grosse Fosse au n° 17 répondait aux desiderata demandés. Ce fut la chance du n° 17 ainsi que vous pourrez en juger, mais aussi celle d'Inichar, qui trouvait d'emblée un atelier idéal pour réaliser des essais et des études systématiques. Il s'agissait en effet :

- d'une taille pentée à grande profondeur et à forte production, desservie par wagonnets ;
- dans une couche de moyenne ouverture, encadrée de terrains tendres.

D'autre part, les longueurs à chasser très importantes, puisqu'elles pouvaient dépasser 1.200 m, autorisaient tous les essais et permettraient de tirer des conclusions à longue échéance.

Disons rapidement que les essais de soutènement en cadres Toussaint 21 kg/m type W entrepris sous le contrôle d'Inichar échouèrent, comme il était à prévoir, et que progressivement, les essais s'orientèrent vers le soutènement par cadres articulés sur piles de bois. Plusieurs facteurs y contribuèrent :

1°) La bonne tenue de la fausse-voie coupée 12 m en amont du pied de taille, fausse-voie où les principes fondamentaux énoncés pour assurer la bonne tenue d'une voie sont quasi appliqués naturellement.

2°) Les résultats spectaculaires obtenus par l'emploi de cadres articulés sur piles de bois pour les revêtements des voies de chantier en plateaux faiblement inclinés.

3°) Les résultats obtenus au Charbonnage de Roton-Farciennes, qui le premier étendit l'application des cadres articulés sur piles de bois aux voies de base des tailles pentées.

Comme vous pourrez en juger, ce fut la réussite complète à tous points de vue :

- réussite au point de vue tenue de la galerie de base du chantier ;
- réussite au point de vue desserte du chantier ;
- réussite au point de vue économique.

A ce dernier point de vue, et toute considération mise à part, la solution adoptée présente beaucoup d'intérêt pour les raisons suivantes :

1°) Les frais de transport sont notablement réduits : un tiers du personnel en moins.

2°) Le déblocage du chantier est assuré régulièrement dans de bonnes conditions. Il est maintenant naturel de charger 1.100 wagonnets/poste, alors que précédemment, le chargement de 800 wagonnets/poste constituait une prouesse.

3°) Les frais d'entretien voie tombent à zéro, pour une section mieux conservée et une pente mieux respectée (antérieurement, on maintenait péniblement une pente moyenne de 10 mm/m, actuellement on maintient, sans guère de difficulté, une pente de 2 mm/m).

4°) La sujétion de creuser un nouveau de renouvellement de méridiennes à grande section disparaît

automatiquement, ce qui évite de devoir distraire une équipe de bouveleurs d'autres tâches.

5°) En fin d'exploitation, on disposera d'une galerie en bon état, qui pourra éventuellement servir de galerie de liaison entre le n° 10 et le n° 17.

6°) Les frais de désameublement seront réduits, car les éléments de soutènement se retrouveront probablement intacts en fin d'exploitation.

En conclusion, on peut dire que le soutènement par cadres articulés sur piles de bois a sauvé le n° 17, et a contribué dans une large mesure à maintenir le rendement de ce siège à un niveau supérieur à 2.000 kg.

Il me plaît encore, avant de terminer et de passer la parole à M. Delhay, de remercier Inichar, et spécialement MM. Stassen et Liégeois, pour nous avoir orientés vers cette nouvelle technique, et pour l'aide efficace qu'ils nous ont apportée à sa réalisation.

## Exposé technique et économique

M. DELHAYE

### SAMENVATTING

*In de bedrijfszetel n° 17 van de kolenmijnen van Monceau-Fontaine, breiden de ontginningen zich uit op grote diepte in lagen met gemiddelde helling. De hoofdlagen zijn meestal omringd door zachte bladerige terreinen, met tussenlassingen van banken waarvan de dikte en de petrologische samenstelling veranderlijk zijn.*

*De belastingen op de ondersteuning der ontginningsgalerijen zijn in die voorwaarden zeer aanzienlijk en het behoud van normale vervoerbanen vereist kostelijke onderhoudswerken wegens de belangrijke bewegingen van de galerijvloer.*

*De ontginning van de laag « Grosse Fosse » (25 à 30° helling) op de diepte van 903 m, waarvan het paneel zich minstens over 1.250 m uitstrekt, vereiste de uitvoering van een ontginningsgalerij van grote lengte.*

*Het doel dat nagestreefd werd, was het behoud te verzekeren van een ruime galerijsectie tijdens de ganse duur van de werkplaats, zonder nabraken, en van een voldoende stevige galerijvloer om, zonder nadiepingen, een stabiele basis voor het spoor te vormen.*

*1) De ondersteuning met Toussaint-Heintzmann ramen, type W, werd toegepast bij de delving van de voetgalerij over 320 m lengte.*

*De galerijuitsnijding geschiedde op 12 m vóór het pijlerfront, zonder blinde pijler, wegens de moeilijkheden gevormd door de helling van de laag. De opvulling aan de pijlervoet werd verzekerd door een valse galerij, uitgesneden op 12 m boven de voetgalerij, die de uitvoering van een massieve steendam van 10 m breedte mogelijk maakte.*

*Na de beperking van de onderlinge afstand der ramen op maximum 0,60 m, werden de proeven uitgevoerd onder toezicht van Inichar.*

*Ze hadden betrekking op :*

- a) de plaatsing van voetblokken onder de ramen ;*
- b) de versterking van de ramen door Engelse bouw.*

Deze proeven gaven geen voldoening. De nabrak van de galerij bleef noodzakelijk 50 à 60 m achter het front en de aanzienlijke opzwellung van de galerijvloer bracht de stabiliteit van het spoor in gevaar.

De galerij werd op haar ganse lengte nagebroken en herbekleed met ramen van hetzelfde type, op 0,60 m afstand geplaatst; zekere delen moesten zelfs tweemaal nagebroken worden. Zelfs na deze herstelingswerken bleven de bewegingen voortduren en de sectie bleef onstabiel.

2) Daarentegen werd vastgesteld dat de valse galerijen, die na korte tijd werden geroofd, op grote afstand open bleven, daar de daklagen de zetting van de vulling weerszijden van de galerij volgen.

3) Men past hetzelfde principe toe op de voetgalerij door twee samendrukbare steunen met brede basis te vormen door middel van houtstapels en steenvulling: de ene langs de bovenzijde in de opening van de laag, die tevens tot steun voor de opvulling dient, de andere langs de onderzijde aangebracht in een nis gedolven op het peil van de galerijvloer.

De definitieve uitsnijding geschiedt achter het front en wordt ondersteund door gelede ramen die op deze samendrukbare steunen rusten. Op deze wijze werd deze ondersteuningswijze aangepast aan de lagen van gemiddelde helling.

De afvoer aan de voet van de pijler wordt verzekerd door een laadpantser.

De stabiliteit van de galerij sinds de toepassing van deze ondersteuningswijze is merkwaardig. De sectie blijft gelijkvormig met zichzelf en volgt de zetting van de steunen. De bewegingen van de galerijvloer zijn beperkt, hetgeen het instandhouden van de sporen zeer ten goede komt.

Het resultaat is een verzekerde regelmatige werking van de werkplaats met een gevoelige verhoging van het rendement, dat van 2.800 op 3.100 kg stijgt.

De vergelijking van de kostprijzen per meter galerij valt zeer in het voordeel van de nieuwe methode uit, daar de herhaalde nabraken en nadielingen de kostprijs van de T.H.-bekleding sterk verhogen. Het verschil situeert zich minstens rond 1.200 F/m.

In het geval van ontginningsgalerijen van grote lengte en lange duur, in lagen van gemiddelde helling en zacht nevengesteente levert de bekleding met gelede ramen op houtstapels onmiskenbare voordelen op aan de ontginner.

## RESUME

Au siège n° 17 des Charbonnages de Monceau-Fontaine, les exploitations se développent actuellement à grande profondeur en gisement penté. Les couches maitresses sont généralement encadrées de terrains tendres ou feuilletés, avec alternance de bancs d'épaisseur et de nature pétrologique variables.

La sollicitation du soutènement des voies de chantier est particulièrement importante dans ces conditions et le maintien de voies de roulage normales entraîne des travaux d'entretien onéreux par suite de l'importance des mouvements de l'aire de voie.

A la profondeur de 903 m, la mise en exploitation de la couche « Grosse Fosse » (25 à 30° de pente), dont le champ d'exploitation est prévu au moins jusque 1.250 m Lt, impliquait l'établissement d'une voie de chantier à long développement.

Le but poursuivi a été le maintien, sans recarrage durant toute la vie du chantier, d'une galerie de roulage en veine à grande section et permettant, sans rabasnage, l'établissement d'une voie de roulage stable.

1) Le soutènement en cadres Toussaint-Heintzmann type W a été appliqué au creusement de la voie de base sur 320 m de longueur.

La voie était creusée 12 m en avant du front de taille, sans basse-taille par suite de difficulté inhérente au pendage de la couche. Le remblayage du pied de taille était assuré par fausse-voie cadrée, située 12 m en amont de la galerie de base, permettant ainsi la confection d'un remblai massif de 10 m préservant la voie. Après limitation de l'entredistance des cadres, posés sans semelles, à un maximum de 0,60 m, des essais contrôlés par Inchar ont été poursuivis; ils portaient:

- a) sur la pose des cadres sur semelles en claveaux;
- b) sur le renforcement par boisage anglé.

Les essais sont restés infructueux: le recarrage de la voie est resté inéluctable entre 50 et 60 m en arrière des fronts et les mouvements importants de l'aire de voie rendaient précaire la stabilité du raillage.

La voie a été recarrée sur toute sa longueur en cadres du même type à 0,60 m d'entredistance et certaines parties l'ont été deux fois. Même après recarrage, les mouvements continuent et la section reste instable.

2) Or, dans le même temps, on constatait que les fausses-voies cadrées, désameublées à l'arrière, tenaient parfaitement sur de longues distances, la dalle de toit suivant le tassement du remblai d'aval et d'amont.

3) On applique les mêmes principes à la voie de base en réalisant 2 supports compressibles à large base, constitués de piles de bois remblayées : l'une à l'amont dans l'ouverture de couche et servant d'appui au remblai ; l'autre à l'aval dans une niche creusée de niveau en bordure de voie.

La mise à section définitive de la voie s'achève par placement, en arrière du front, d'un cadre articulé posé sur ces supports. On adaptait, en fait, le cadre articulé aux couches pentées. La desserte en voie est assurée par panzer de chargement.

La tenue de la voie depuis l'application du cadre articulé est remarquable par sa stabilité. La section reste semblable à elle-même et suit le tassement des supports. Les mouvements de l'aire de voie sont très réduits, avantage prépondérant pour les voies de roulage.

Il en résulte pour le chantier une régularité de marche parfaite et une nette augmentation du rendement de 2.800 à 3.100 kg.

Les prix de revient comparés par mètre de galerie sont en faveur de la nouvelle méthode, les remises en état grevant fortement le prix de revient de la galerie en cadres Toussaint. La différence se chiffre, au minimum, à 1.200 F/m.

Dans le cas de voies de niveau en veine à long développement et de longue durée, en couche pentée et épointes tendres, le cadre articulé sur piles de bois est l'allié du mineur.

## 1. — CARACTERISTIQUES DU CHANTIER

Le chantier dont il est question est ouvert entre les niveaux de 903 m et 803 m dans « Grosse Fosse », une des couches du gisement exploité au siège n° 17 dans le massif du Poirier à la base de l'assise de Charleroi.

Aux niveaux de 903 m et de 803 m, nous la recoupons sous la forme d'un complexe de composition moyenne variable (fig. 1). La comparaison des coupes stratigraphiques fait apparaître la grande variabilité du complexe par le jeu du rapproche-

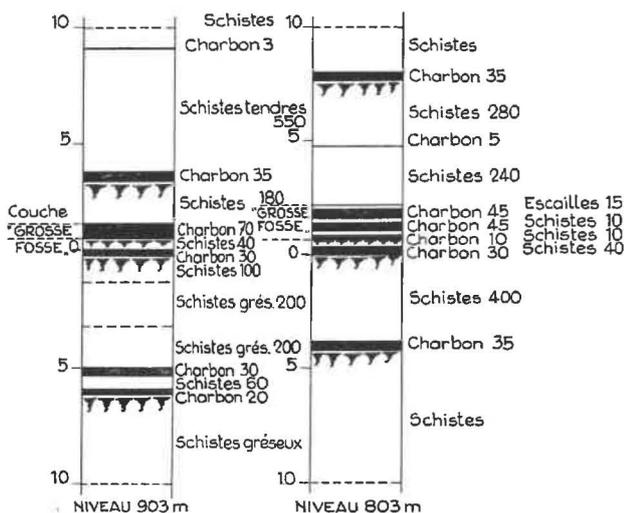


Fig. 1. — Coupe stratigraphique des terrains aux niveaux de 903 et 803 m.



Fig. 2. — Coupe stratigraphique au voisinage de la couche.

ment et de l'éloignement des laies du toit et du mur.

Dans l'exploitation qui nous occupe, la laie principale, seule exploitée, varie de 1,20 m à 0,90 m (fig. 2) et la laie du toit s'est rapprochée progressivement à 0,80 m de stampe (après un maximum de 4 m).

Le bas-toit de la couche est un schiste tendre, de fissuration facile, à végétaux et filets charbonneux. Le mur est un schiste grossier à radicelles, intercalaire avec la laie sous-jacente. Sous la laie du mur, après un banc de schiste tendre de 10 cm se situe un schiste gréseux plus dur.

L'exploitation a démarré à partir du montage creusé dans la méridienne des puits. La taille Levant seule est en exploitation. La longueur initiale de 230 m s'est réduite à 210 m par relevage à 350 m Lt. La pente moyenne oscille entre 25° et 32°. L'ouverture moyenne est de 1,15 m - puissance utile 1 m (fig. 3).

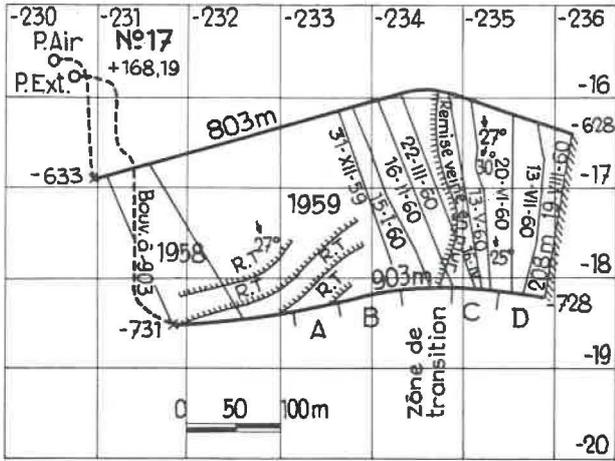


Fig. 3. — Plan du chantier de Grosse-Fosse 903 m - 803 m.

Le soutènement en taille est réalisé en majeure partie par bèles métalliques articulées Van Wersch de 1,25 m de longueur (entredistance 0,60 m) et étaçons Gerlach (fig. 4). Dans la partie inférieure, le soutènement classique chassant a été maintenu sur 25 m pour permettre le remblayage par fausses-voies.

L'évacuation des produits en taille se fait par convoyeurs blindés P.F.OO démontables, la qualité du toit ne permet pas le ripage.

Le contrôle du toit est assuré :

- a) Par foudroyage dans la partie métallisée avec piles de renforcement.
- b) En pied de taille : le remblayage est réalisé par creusement de 2 fausses-voies, respectivement à 12 m et 25 m en amont de la voie de base. Elles sont creusées uniquement dans le toit de la couche et en arrière du front de taille et le soutènement en est assuré par 5 cadres Toussaint Heintzmann A placés à 1,20 m de distance. Ils sont régulièrement enlevés

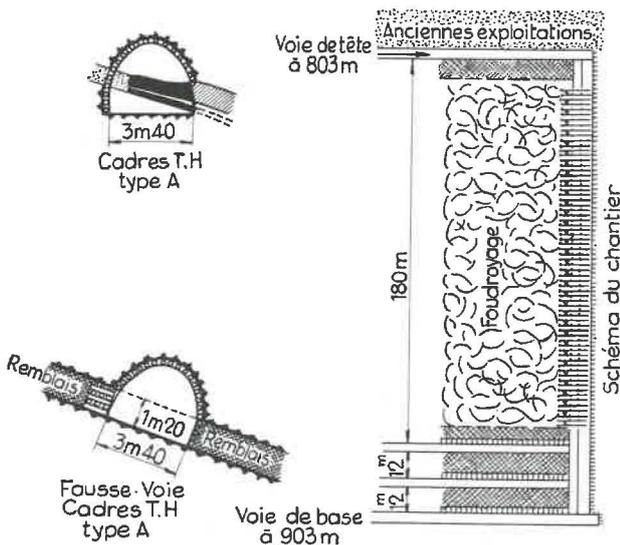


Fig. 4. — Schéma du chantier Grosse-Fosse Levant à 903 m.

en arrière et replacés à l'avant au fur et à mesure de la progression de la taille. Ces fausses-voies permettent la confection d'épis de remblai de 10 m qui s'appuient sur une pile de bois remblayée pour éviter le fluage des terres (fig. 5). Cette pratique de remblayage du pied de taille est d'application constante au siège dans toutes les exploitations, pour la préservation de la voie de base.

La taille a d'ailleurs été démarrée avec remblayage complet par faux-piliers pour éviter au maximum la destruction des bouveaux d'entrée et de retour d'air.

La métallisation a été effectuée après 40 m de chassage.

L'abattage s'effectue au poste I avec achèvement, nettoyage et changement des installations au poste II.

Le contrôle du toit est réalisé au poste III.

L'évacuation en voie se fait par locos Diesel et wagonnets de 575 litres.

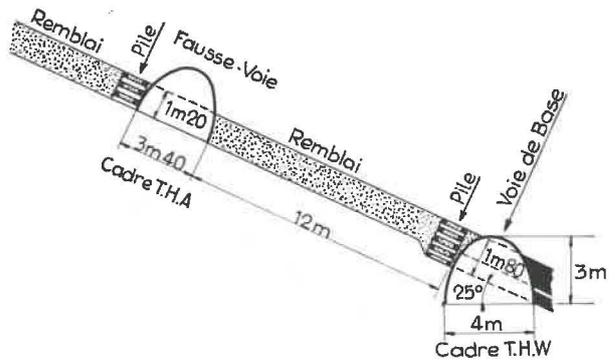


Fig. 5. — Coupe du pied de taille avec fausse-voie cadré et mur de remblai.

L'avancement moyen journalier du chantier a été :  
 en 1959 : 1,12 m/jour pour une production de 400 t.  
 Rendement chantier 2.800 kg.  
 en 1960 : 1,32 m/jour pour une production de 430 t.  
 Soit 1.270 wagonnets de 340 kg net, avec un rendement chantier de 3.100 kg.

La voie de tête est creusée en bordure de l'ancienne voie de base écrasée des exploitations supérieures de l'étage 715 m - 803 m (datant de 1930). Le revêtement est constitué de cadres Toussaint type A placés tous les 60 cm. Le remblayage se fait en aval sur 6 à 9 m de largeur (fig. 4).

La tenue générale de la voie est restée bonne : le coulisement des cadres s'est effectué normalement sur 20 cm, les montants ont ensuite poinçonné le mur sur 25 cm. Aucun entretien important n'a été effectué jusqu'à présent dans cette voie.

## 2. — CREUSEMENT ET SOUTÈNEMENT DE LA VOIE DE BASE

Etant donné l'importance du panneau à exploiter jusqu'à 1.250 m Lt (limite conventionnelle du siège) et de son extension possible au-delà de cette

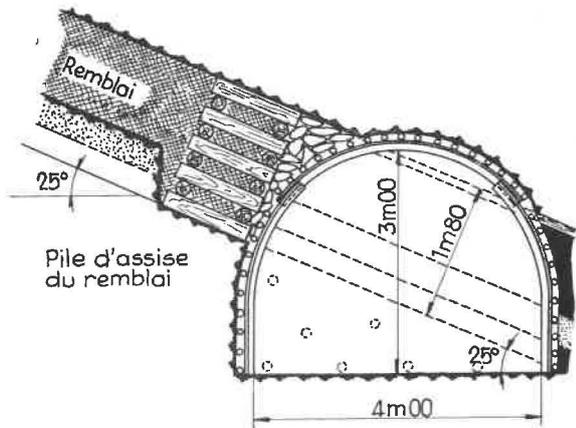


Fig. 6. — Coupe de la voie de base en cadres Toussaint-Heintzmann W et mur de remblai à l'amont.

limite, la question de la tenue de la voie de base présentait un intérêt primordial.

Différentes techniques ont été appliquées au creusement et au soutènement de la voie de base.

**21. Creusement en cadres Toussaint-Heintzmann type W.**

**210. Généralités (fig. 6).**

- Creusement : 12 m en avant du front de taille.
  - Ouverture de couche : 1,80 m y compris l'intercalaire et la laie de mur.
  - Pente moyenne de couche : 26°.
  - Mur et toit sont entaillés : 1,50 m de mur, 0,70 m de toit.
  - Foration de 7 mines en mur.
  - Attelée : à 2 postes : 1 ouvrier plus 1 manoeuvre par poste.
  - Avancement moyen : 1,20 m/jour.
  - Desserte de la taille : s'effectuait d'une manière classique ; le chargement à la taille a lieu directement en wagonnets (fig. 7).
- Double voie jusqu'à front avec taque de ripage des wagonnets vides.  
 Un treuil de ravançage des vides est disposé à front.  
 Un refouleur pneumatique assure l'avancement des wagonnets pleins.
- Le débit maximum réalisé a été de 800 wagonnets/poste pour un personnel occupé au chargement de 7 hommes.

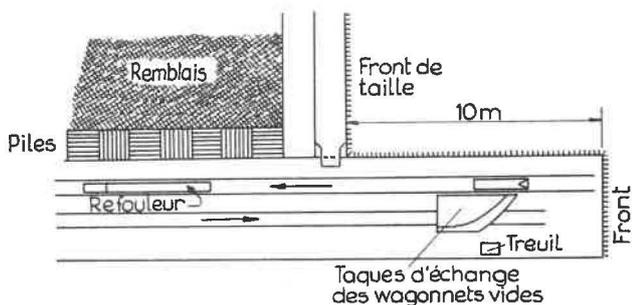


Fig. 7. — Creusement en cadres Toussaint-Heintzmann W. Schéma de l'installation de chargement.

**211. Evolution de la tenue de voie (fig. 8).**

2111. Etat de la voie jusqu'à 160 m de son origine.

Au début de l'exploitation, les premiers essais ont porté sur l'entredistance des cadres pour l'obtention de la densité de soutènement adéquate permettant au soutènement rétractile utilisé, d'opposer à la poussée des terrains une résistance judicieusement proportionnelle jusqu'à l'établissement d'un état d'équilibre relativement stable.

Distance de l'origine de la galerie	Longueur du tronçon	Nature de l'essai au creusement	Distance du recarrage à front	Etat de la voie au recarrage N ← o → S
0	100m	m Cadres 1,20 1,00 0,80	25m	
100m	60m	m Cadres 0,60 sans semelles	40m	
160m	55m	Tronçon A Cadres 0,60 sur claveaux.	60m	
215m	85m	Tronçon B Cadres 0,60 Boisage anglé + claveaux	60m	
Total	300m			

Fig. 8. — Etat de la galerie avant recarrage (en pointillé : la section initiale en cadre W).

L'écartement initial de 1,20 m a dû rapidement être réduit :

- 1) le coulisement est nul et le cadre flue vers la taille ;
- 2) la déformation se marque dès avant le passage de la taille, dans la partie en ferme ;
- 3) par suite de la très rapide déformation, on est obligé de recarrer immédiatement en arrière dans une zone de terrains non stabilisés et rendant aléatoire le 1<sup>er</sup> recarrage.

L'écartement fut ramené successivement à 1 m, puis 0,80 m, sans résultats tangibles pour la tenue de la voie.

Avec un écartement maximum de 0,60 m, la section reste suffisante pour permettre le recarrage systématique de la voie en arrière du front dans une zone plus stabilisée. Une première amélioration était ainsi obtenue : celle de l'efficacité du recarrage.

A 100 m de l'origine de la galerie, les essais ont porté dès lors sur l'amélioration des conditions de travail du cadre coulissant. Les cadres ont été posés sans semelle sur le mur gréseux sous-jacent.

- Longueur de voie revêtue de cette manière : 60 m - cadres reconformés.

Résultats :

- Poinçonnage important du mur par les montants.
- Coulissement faible à l'amont, normal à l'aval.
- Réduction de section par enfoncement du cadre.

A partir de ce moment, les mesures devinrent systématiques, la voie étant divisée en un certain nombre de tronçons A, B, C, D.

*Tronçon A - Pose des cadres sur claveaux en béton à 80 kg.*

- Longueur du tronçon : 55 m - cadres neufs.

Résultats :

- Réduction du poinçonnage.
- Coulissement faible par coincement de la couronne.
- Réduction de section par déformation à l'aval.

*Tronçon B - Pose des cadres sur claveaux et renforcement par boisage anglé.*

- Longueur du tronçon : 85 m - cadres neufs.
- Epaulement des cadres par passes de 3 m de longueur.

Résultats :

- Identiques à ceux obtenus dans le cas précédent, avec déformations retardées dans le temps et redressement du boisage anglé à l'aval qui encombre la section.

**212. Comportement général du soutènement placé au creusement.**

L'amplification de la déformation vers l'arrière se marque au fur et à mesure de l'avancement du front de taille (fig. 9, 10, 11 et 12).



Fig. 9. — Creusement en ferme de la voie de base.

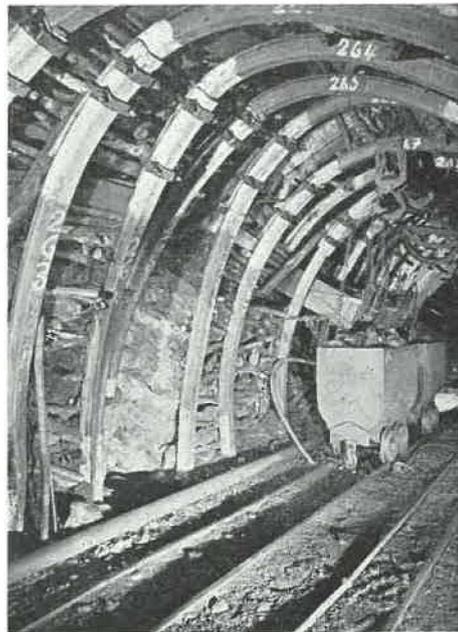


Fig. 10. — Vue du point de chargement : 12 m en arrière du front. Amorce de la déformation.

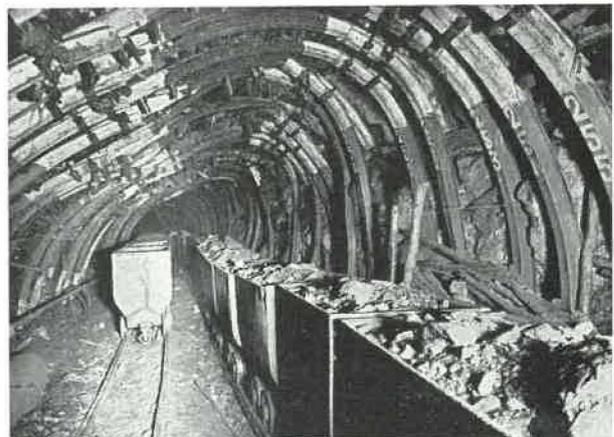


Fig. 11. — Photo de la voie 25 m en arrière du front. Accentuation de la déformation.



Fig. 12. — Vue de la galerie 50 m en arrière des fronts. Voie déformée avant recarrage.



Fig. 13. — Vue du recarrage dans la voie revêtue de cadres Toussaint-Heintzmann placés sans semelle sur la roche.

### 213. Recarrage de la voie et rabasnage.

Les différentes techniques appliquées à la pose des cadres Toussaint n'ont pas permis de supprimer le recarrage en arrière. Elles ont permis tout au plus de le retarder plus encore et de permettre de l'entreprendre dans des zones où les mouvements de terrain s'atténuent, tout en conservant à front une section suffisante pour la desserte, en double voie, de la taille.

Le recarrage systématique a été effectué entre 40 et 60 m en arrière des fronts en cadres Toussaint W (fig. 13).

- Entredistance des cadres : 0,60 m.
- Personnel : 1 ouvrier plus 1 manoeuvre par brèche.
- 2 brèches de recarrage étaient activées au poste III.
- Avancement : 1,20 m/jour pour 4 personnes.

Les cadres placés au recarrage sont des cadres reconformés.

Le soufflage de la voie, favorisé par le poinçonnage du mur, a été très marqué. Une pente légère-



Fig. 14. — Photo de la galerie renforcée par boisage anglé avec brèche de rabasnage en cours.

ment descendante de 4 à 5 mm/m devait être maintenue à front pour pallier le foisonnement rapide de la sole en arrière du creusement.

Des rabasnages de 30 cm en moyenne étaient périodiquement réalisés sur des tronçons de voie (fig. 14).

Une pente uniforme de 7 mm/m a été difficilement réalisée.

### 214. Tenue de la galerie après recarrage (fig. 15).

Sur la longueur de 100 m où des essais de variation sur l'écartement optimum des cadres avaient été réalisés, la section s'est fortement réduite, même après recarrage. Cela est dû au fait que ces remis-

Distance de l'origine de la galerie	Longueur du tronçon	Nature de l'essai au creusement	Temps écoulé depuis le recarrage	Etat actuel après recarrage N ← O → S
0	100 m	Cadres $\begin{matrix} 1,20 \\ 1,00 \\ 0,80 \end{matrix}$ m	15 mois	
100 m	60 m	Cadres 0,60 m	12 mois	
160 m	55 m	Tronçon A Cadres 0,50 m	9 mois	
215 m	65 m	Tronçon B Cadres 0,50 m	5 mois	
	20 m	Cadres 0,50 m	3 mois	

Fig. 15. — Etat de la galerie après recarrage (en pointillé : la section initiale du cadre W).

à section ont été effectuées dans des zones où les mouvements de terrain restaient importants. Sur 30 m, après un premier recarrage en cadres Toussaint A, un second recarrage en cadres Toussaint W est en cours.

Dans les autres tronçons, on remarque la progression dans la stabilisation des mouvements de terrain.

Dans les 60 m suivants, on a constaté une réduction de section initiale : coulissement normal, poinçonnage et soufflage importants.

- Le soufflage a été résorbé par rabasnages.
- Les mouvements de terrain sont en voie de stabilisation.

Enfin dans les tronçons de mesures A et B, les constatations sont les suivantes :

*Tronçon A* : réduction de section initiale : coulissement normal, soufflage moins accentué.

- La roche du toit a été moins dégradée au départ.
- Le mur a été moins percé par pose des montants sur claveaux.

*Tronçon B* : réduction de section initiale : coulissement encore faible, le poinçonnage et le soufflage s'amorcent.

- Les travaux de rabasnage y ont été les moins importants, ce qui apparaît dans le calcul du prix de revient.
- Dans la partie voisine des fronts, les mouvements sont ralentis.

*Dans l'ensemble :*

- Les mouvements sont en régression, mais restent continus.
- Les déformations sont réduites, mais demeurent progressives.
- Le soufflage est ralenti, mais ininterrompu.
- La section reste instable (fig. 16).

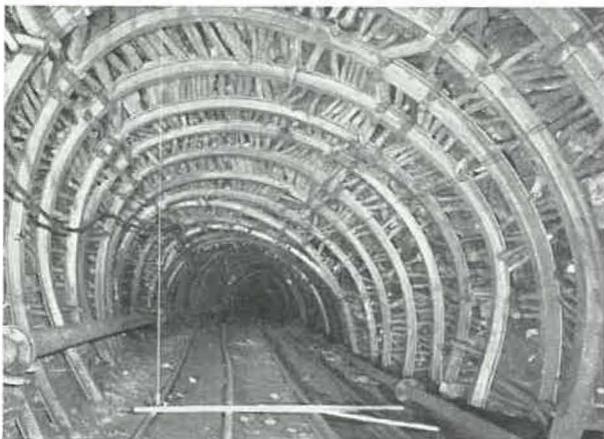


Fig. 16. — Voie en cours de déformation après un premier recarrage.

### 215. Résultats.

L'application soigneusement contrôlée des cadres coulissants T.H. dans cette voie montre que :

- 1) Ce soutènement, placé en avant de la taille au creusement, sans basse-taille, se solde par la nécessité de recarrer inéluctablement en arrière.
- 2) L'efficacité du recarrage ne peut être évidemment assurée que s'il est effectué dans une zone de terrains suffisamment stabilisée.

Ceci implique, en avant de la brèche de recarrage jusqu'au front de la taille, une longueur de 50 à 60 m de voie où le soutènement initial est déjà fortement déformé et qui accompagne le front au fur

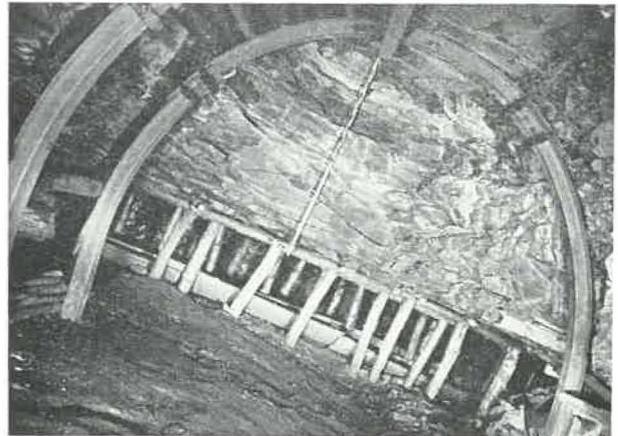


Fig. 17. — Fausse-voie cadrée. Vue vers la taille.

et à mesure de sa progression et où le soufflage important rend la stabilité du raillage très précaire.

Cette situation crée de graves inconvénients pour la desserte aisée d'un chantier à forte production, desservi par wagonnets de faible capacité.

Le problème de l'établissement d'un soutènement assurant une tenue de voie sans recarrage et à grande section durant toute l'exploitation n'était pas résolu.

### 22. Comportement de la fausse-voie cadrée de remblayage.

Le comportement des terrains dans la fausse-voie cadrée servant au remblayage du pied de taille nous a permis d'envisager une technique différente par l'adaptation aux couches pentées de la méthode des cadres articulés sur piles de bois (fig. 17).

Dans cette fausse-voie, creusée en toit en arrière du front, encadrée par des remblais à l'amont et à l'aval, les cadres sont régulièrement récupérés et réutilisés au fur et à mesure de l'avancement.

La fausse-voie dénudée à l'arrière et délivrée de tout soutènement, se maintient sur de longues dis-



Fig. 18. — Fausse-voie cadrée. Vue vers l'arrière montrant la dalle de toit.

tances (de 70 à 100 m). La poutre de toit pose sur le remblai et suit le tassement progressif de celui-ci (fig. 18).

Elle ne se dégrade que très loin en arrière en voûte naturelle. Le resserrement des parois est progressif. La hauteur de la fausse-voie de 2,60 m au départ se réduit à 1,70 m à 40 m en arrière par descente de la dalle de toit. Le soufflage du mur est peu important.

### 23. Cadres articulés sur piles de bois.

#### 231. Principes.

Le comportement naturel et sans entraves des terrains dans la fausse-voie constituait un enseignement important pour la méthode à mettre en œuvre à la voie de base. Il fallait y créer les mêmes conditions de détente normale des terrains et maintenir intacte la poutre de toit qui, seule, tenait la voie après affaissement.

Parallèlement à ce qui était réalisé dans la fausse-voie, les règles à appliquer apparaissaient comme les suivantes :

- a) desserrage normal de couche à front et soutènement provisoire ;
- b) réalisation d'appuis symétriques compressibles à large base en amont et en aval ;
- c) creusement de la voie en arrière du front de taille.

Le soutènement ne devait plus jouer que le rôle de garnissage et suivre en parfaite coordination les mouvements de la poutre du toit. Ces principes avaient trouvé leur consécration dans les couches en plateure par l'application du soutènement en cadres articulés sur piles de bois.

Il était donc normal d'essayer l'adaptation de cette méthode aux couches pentées.

a) Le creusement en arrière du front de taille impliquait la desserte par engin indépendant de chargement : un panzer répartiteur était l'outil idéal.

b) Le premier support compressible constitué par les remblais et la pile de bois existait à l'amont ; à l'aval se trouvait le massif en ferme.

La prise d'une basse-taille en veine pour la réalisation du second appui à large base se heurtait aux difficultés inhérentes au pendage de la couche.

On y pallia par creusement, partie en veine partie en toit, en bordure de la voie, d'une niche d'aval pour l'édification d'une pile. On réalisait ainsi le second appui compressible pour le linteau du toit.

c) Le cadre articulé posant sur les piles constituait le garnissage idéal devant suivre le tassement de la pile en harmonie et sans entretien ni contrôle, et épousant par un déversement contrôlé la forme de la voûte naturelle, favorable à l'absorption de surcharge éventuelle de la poussée principale.

#### 232. Desserte en voie (fig. 19).

*En amont* : est placé le panzer OO électrifié de 25 kW, avec rampe suspendue et estacade pour le chargement dans le sens longitudinal des wagons sur la voie des pleins (fig. 20).

*En aval* : la voie des vides avec treuil ravanceur. Un aiguillage automatique assure le rebroussement des wagonnets vides sous l'estacade.

Un refouleur pneumatique en amont de l'estacade procède à l'avancement quasi continu du train des wagonnets vides qui défilent sous la station de chargement. Il est commandé du point de chargement. Le panzer a une longueur minimum de 40 m pour disposer, en amont de l'aiguillage, d'un cul-

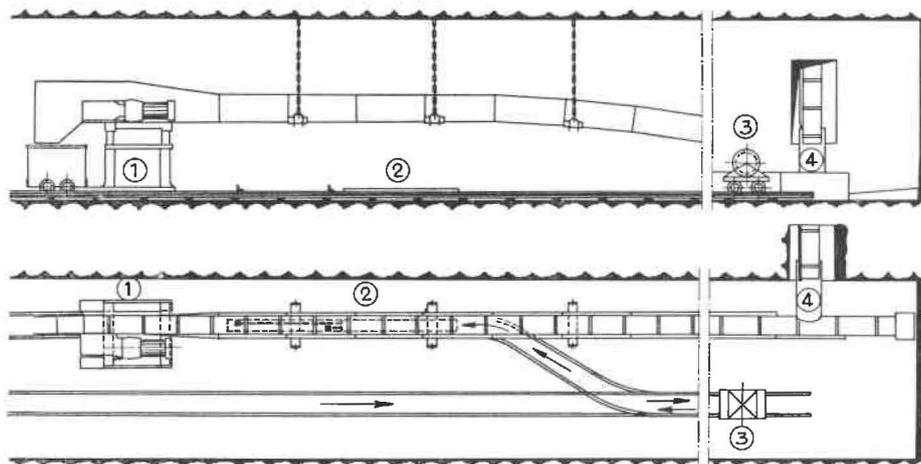


Fig. 19. — Station de chargement déplaçable (schéma).

1. Estacade de chargement.
2. Refouleur.
3. Treuil ravanceur.
4. Déversement convoyeur de taille.

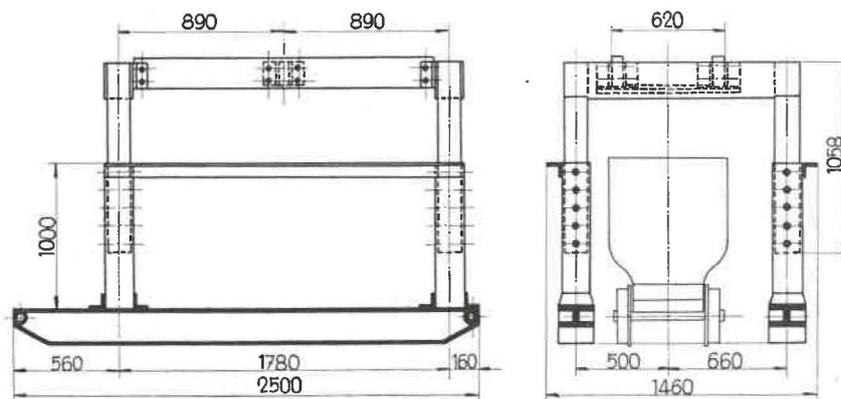


Fig. 20. — Plan de l'estacade de chargement pour wagonnets de 570 litres.

de-sac suffisant pour le groupe de wagonnets vides. Sa longueur maximum est de 75 m en rapport avec la puissance installée.

Le panzer est allongé journallement. L'installation de chargement est avancée périodiquement : le panzer est ramené à sa dimension initiale et on allonge la voie des pleins. Le panzer de taille déverse sur le panzer de voie.

L'installation donne entière satisfaction avec des débits moyens de 180 wagonnets/heure — 1.100 wagonnets/poste — avec des pointes chronométrées de 300 wagonnets/heure (fig. 21 et 22).

Elle occupe 3 personnes au poste I d'abatage.

**233. Creusement de l'avant-voie et de la niche** (fig. 23).

*Creusement de l'avant-voie.*

Il consiste en fait en un avant-coupage par deserrage du charbon.

Le creusement se fait à 2 m en ferme sur la taille.

On procède à l'enlèvement de la couche, y compris l'intercalaire et la laie du mur, et d'une partie de faux-toit schisteux.

L'ouverture totale est de 1,80 m à 2 m.



Fig. 21. — Photo du point de chargement.



Fig. 22. — Photo prise au cours du chargement.

Le soutènement est chassant avec bèles métalliques de 3 m constituées par des profilés Toussaint-Heintzmann, renforcés par plaques soudées pour former poutre caisson. Les bèles sont supportées par 3 étançons métalliques Gerlach et sont distantes de 60 cm. Un étançon de renfort est placé ultérieurement sous la brèche en toit.

Le personnel au creusement comporte 1 ouvrier plus 1 manoeuvre au poste I.

L'avancement est de 1,20 m/poste.

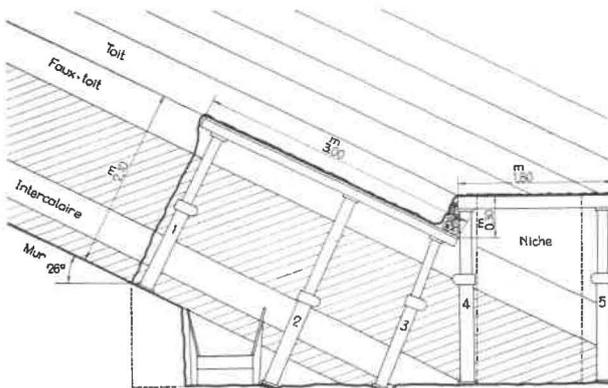


Fig. 23. — Creusement de l'avant-voie et de la niche d'aval.

### Creusement de la niche.

La niche est creusée partie en veine, partie en toit.

Sa largeur est de 1,80 m de manière à laisser, après édification de la pile, un espace libre de 40 cm jusqu'au massif en ferme pour éviter le fluage direct sur la pile et permettre au banc de toit de se fracturer en cet endroit.

Sa hauteur est de 2 m, 0,30 m plus haut que la bête de voie. Cette hauteur est réglée en principe pour obtenir des hauteurs égales des piles d'aval et d'amont pour l'affaissement symétrique des bancs de toit.

De plus, dans les couches pentées, il faut éviter un déversement trop important du cadre articulé.

Le soutènement est réalisé par bêtes chassantes en bois avec étançons métalliques. Ces étançons sont récupérés au fur et à mesure de l'avancement.

Le personnel au creusement comporte 1 ouvrier plus 1 manœuvre au poste I.

L'avancement est de 1,20 m/poste.

### 234. Supports compressibles (fig. 24).

*En amont* : Au droit de la bête caisson, on édifie une pile de bois dans l'ouverture totale de la couche, y compris l'intercalaire et la laie du mur. La

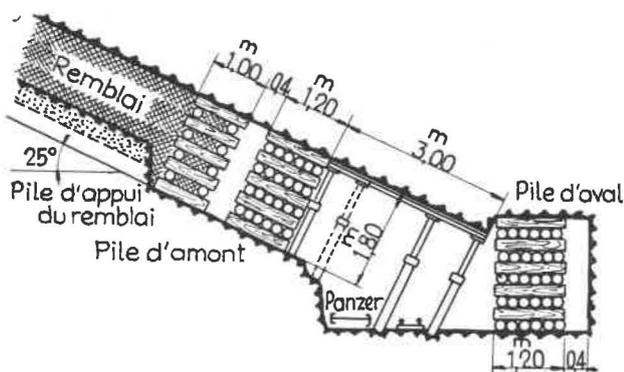


Fig. 24. — Coupe du pied de taille avec soutènement provisoire et piles de soutènement.

N.B. Pile d'aval : le premier lit de bois doit être perpendiculaire à l'axe de la galerie, comme sur la fig. 26.

surface de base est de 1,20 m  $\times$  1,20 m. Une seconde pile, à 0,40 m de la première, maintient le remblai en place et évite le fluage direct sur la pile de soutènement.

Ces piles sont bourrées de pierres et suivent l'avancement du front (fig. 25).

*En aval* : On édifie une pile semblable à celle d'amont. La surface de base est de 1,20  $\times$  1,20 m. On scie les bouts des bêtes du côté du massif en ferme pour éviter la poussée sur la pile (fig. 26).

L'écartement des piles d'amont et d'aval est facilement contrôlé grâce à la présence du caisson du soutènement provisoire.



Fig. 25. — Vue du pied de taille avec pile d'amont.

Personnel à l'édification des piles : 2 ouvriers en 4 heures montent les piles et les bourrent de pierres au poste III où ils disposent de pierres de remblayage et de coupage de voie.

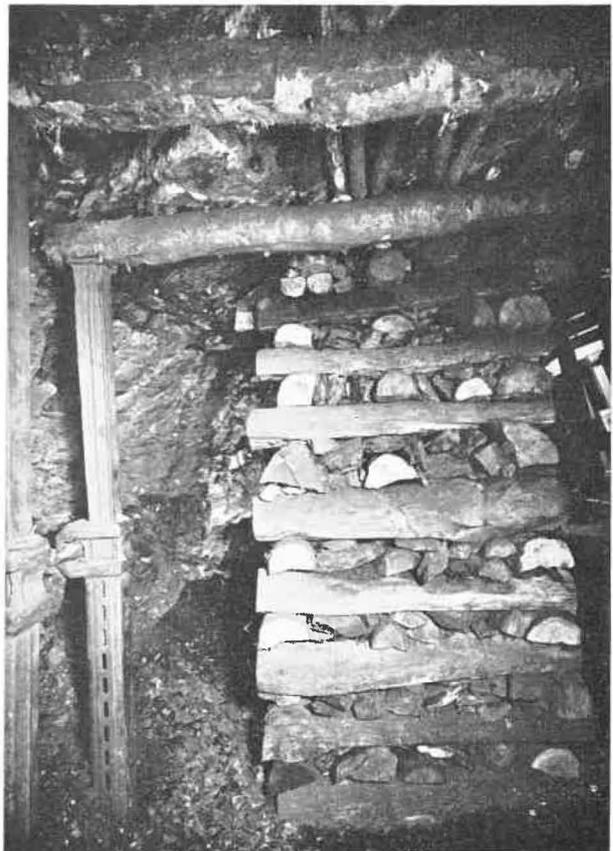


Fig. 26. — Vue arrière de la niche avec pile d'aval.

### 235. Bossement derrière la taille et soutènement définitif (fig. 27).

Le front de bossement est maintenu 5 m en arrière du front de taille. On procède par passes de 1,20 m.

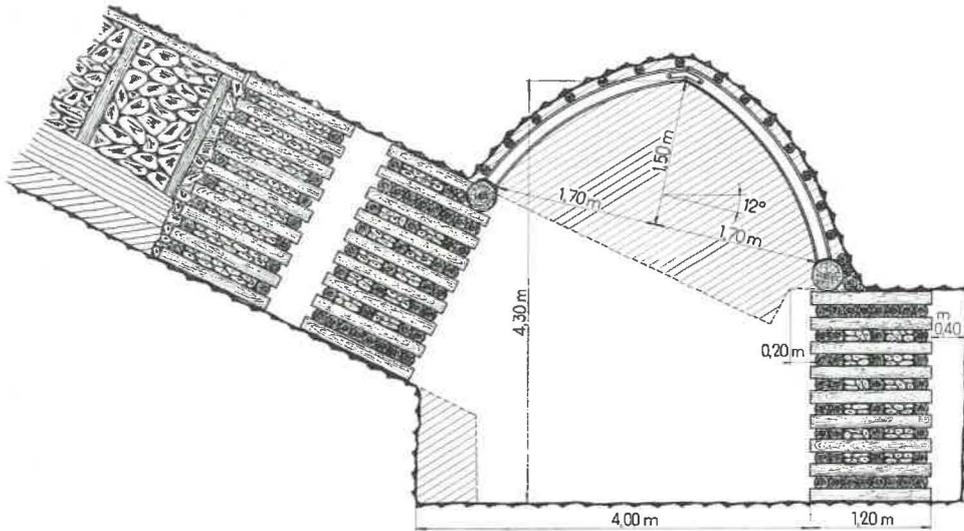


Fig. 27. — Bosseyement en toit et soutènement définitif.

Le bosseyement dans le toit se fait au marteau-piqueur et à l'explosif. Les pierres tombent sur un plancher de protection du panzer, placé sous le soutènement provisoire et formé de madriers posés en amont sur le mur, en aval sur tréteaux.

En ce qui concerne le soutènement, le cadre est constitué de deux montants en rails à 50 kg ou 40 kg/m, reliés par éclisses à l'ogive et munis de sabots à l'extrémité inférieure qui pose, par l'intermédiaire de longrines de 1,20 m, sur les piles de bois.

La distance entre cadres est de 60 cm. La largeur en pied est de 3,40 m. La hauteur de l'ogive est de 1,50 m.

Le déversement du cadre est de 12°, choisi pour rapprocher l'ogive de la voûte naturelle tout en lui assurant une stabilité suffisante.

Personnel : 2 ouvriers plus 1 manœuvre au poste III effectuent le bosseyement et placent les 2 cadres.

Un plancher de travail est posé sur 2 rails « Cora » type Etat, placés en pied des montants et

pouvant coulisser dans des griffes fixées aux cadres. Deux autres rails « Cora », placés longitudinalement à mi-hauteur, supportent les montants à la pose (fig. 28).

Le bosseyement en mur se fait en deux parties.

*A front* : enlèvement d'une brèche de mur de 90 cm, suffisante pour le placement du panzer et son avancement journalier.

*A l'arrière* : achèvement de la brèche de mur laissée à l'amont comme appui du soutènement provisoire.

Cette dernière mise à section s'opère 6 à 10 m en arrière de la brèche de toit, là où la stabilité de la pile est définitivement acquise. La largeur de voie est portée à 4 m.

Personnel : 1 homme au poste III. L'avancement est de 1,20 m/poste.

Le niveau de la voie est facilement surveillé ; la voie pour wagonnets vides est aisément prolongée jusqu'à front dans le soutènement provisoire dans l'intervalle entre les étançons d'aval.

La superficie totale du bosseyement (toit et mur) est de 6,50 m<sup>2</sup>.

La section totale de voie est de 14,50 m<sup>2</sup>.

**236. Résultats obtenus dans la tenue de la voie (fig. 29).**

Le soutènement en cadres articulés sur piles de bois fut d'abord réalisé avec éléments en rails à 50 kg/m sur une longueur de 50 m (88 cadres placés).

Le deuxième tronçon fut revêtu d'éléments en rails à 40 kg/m dans le cadre du programme d'essais pour l'obtention du prix de revient minimum. D'autres essais seront poursuivis sur la base de la variation de l'entredistance des cadres.



Fig. 28. — Photo du creusement de la voie. Soutènement provisoire et soutènement définitif.

Distance de l'origine de la galerie	Longueur du tronçon	Nature de l'essai	Distance en arrière du front	Etat actuel	Temps écoulé depuis creusement
320 m	53 m	Tronçon C Cadres 50 kg/m	100 m		5 1/2 mois
			70 m		4 mois
373 m	47 m	Tronçon D Cadres 40 kg/m	50 m		2 1/2 mois
			30 m		1 1/2 mois

Fig. 29. — Evolution de la galerie en cadres articulés.

La galerie, revêtue sur 100 m de cadres articulés sur piles de bois, a une tenue remarquable. L'affaissement général du massif a provoqué l'écrasement progressif des piles d'appui et le soutènement a suivi harmonieusement le mouvement. La section est restée semblable à elle-même ; la plus faible actuellement est de 3,40 m × 3,40 m.

Le soutènement proprement dit est intact (fig. 30).

Le soufflage est perceptible surtout dans la partie en soutènement provisoire. Le niveau de voie est suivi sans difficulté avec une pente de 2 mm/m.

Aucun entretien n'a été nécessaire jusqu'à présent en partie normale.



Fig. 30. — Photo de la galerie en cadres articulés.

#### 24. Zone de transition (fig. 31).

Le tronçon de raccordement entre le soutènement intégral en cadres Toussaint et le revêtement articulé sur piles de bois a été réalisé sur 6 à 7 m par creusement de la voie en arrière du front de taille, avec pose de cadres Toussaint W encadrés donc par des piles compressibles comme dans le cas du cadre articulé.

La longueur du tronçon est évidemment trop faible pour en tirer des conclusions probantes ; le tronçon est enclavé, donc influencé, entre la partie recarrée en aval et la partie en cadres articulés sur piles de bois. Ce tronçon n'a pas été recarré.

Notons cependant la déformation naissante dans la ligne générale des déformations antérieures, avec léger aplatissement de la couronne résultant de la mise en charge directe du soutènement Toussaint, et le poinçonnage du mur par les montants : le montant d'aval a poinçonné de 80 cm : le montant d'amont de 40 cm (fig. 31).

La hauteur sous la couronne est ramenée à 2,20 m.



Fig. 31. — Cadres 563 à 572 placés après passage de la taille et épaulés par une pile de bois de chaque côté. Photographie du 10 mai, soit 3 mois après la pose.

Comparativement aux résultats antérieurs enregistrés, un meilleur comportement du soutènement T.H., encadré par les piles compressibles à l'amont et à l'aval, peut être attendu dans ces conditions.

Il apparaît cependant moins bien armé pour résister aux efforts dissymétriques enregistrés en couche pentée. De là résultent sa déformation et la difficulté d'obtenir un coulissement normal.

Il semble difficile d'éviter, avec le cadre Toussaint-Heintzmann, une réduction de hauteur trop importante pour la section utile restante et le poinçonnage du mur par les montants, ce qui déclencherait à nouveau le soufflage.

Le cadre articulé, placé sur les piles, laisse subsister, après tassement, une hauteur de galerie largement suffisante et évite d'éveiller le soufflage grâce à ses assises à large base.

**3. — PRIX DE REVIENT  
ET RENDEMENTS COMPARÉS**

Nous établirons le prix de revient, par mètre, de la longueur de galerie creusée à ce jour en séparant chaque type de soutènement.

Il portera donc sur 300 m de voie revêtue de cadres T.H., type W, et sur 100 m de voie en cadres articulés sur piles de bois.

Dans les cadres Toussaint-Heintzmann, nous avons distingué les cadres neufs et les cadres reconformés.

Dans les cadres articulés, les prix « consommations » sont différents suivant que les éléments sont à 50 kg ou 40 kg/m.

**31. Prix de revient  
en cadres Toussaint-Heintzmann.**

**311. Consommations (tableau I).**

Elles sont établies sur la base de :

- prix d'un cadre neuf : 1.456 F
- prix d'un cadre reconformé : 480 F.

Le nombre de cadres neufs placés dans cette galerie a été de 244 sur les deux tronçons A et B en cadres W. Ceux-ci ont été placés à la demande d'Inichar lors des essais pour obtenir des résultats comparables.

Rappelons que tous les cadres ont été placés à écartement de 0,50 m avec un maximum de 0,60 m, sauf au début de la galerie pour les essais de den-

**TABLEAU I.**  
Cadres Toussaint-Heintzmann type W.  
Prix de revient consommation/m de galerie.

**A. Au creusement.**

Désignation	Cadres neufs		Cadres reconformés	
	Prix unitaire	Prix/m de voie	Prix unitaire	Prix/m de voie
Cadres	1.456	2.426,70	480	800
Garnissage	sclimbes bois 1,20 m	2,60	—	—
	poussards	3,00	—	—
	sclimbes métal 1,20 m	11,00	73,30	194,95
Explosifs : détos	8,60	109,90	—	109,90
charbrite/kg	44,40	—	—	—
<b>Total</b>		<b>2.731,55</b>		<b>1.104,85</b>

**B. Au recarrage.**

Désignation	Cadres neufs		Cadres reconformés	
	Prix unitaire	Prix/m de voie	Prix unitaire	Prix/m de voie
Cadres	1.456	2.426,70	480	800
Garnissage	—	194,95	—	194,95
<b>Total</b>		<b>2.621,65</b>		<b>994,95</b>

**C. Prix de revient total des consommations/m de voie.**

Totaux	Cadres neufs		Cadres reconformés	
	Prix unitaire	Prix/m de voie	Prix unitaire	Prix/m de voie
		5.353,20		2.099,80

Supplément : Boisage anglé : 192,15 F/m  
 Claveaux : 33 kg 50 F/m  
 80 kg 100 F/m

sité au creusement. Toute la longueur revêtue en cadres Toussaint a été recarrée en cadres reconformés : 16 m ont été recarrés deux fois.

Il reste 20 m à recarrer dans le premier tronçon (2<sup>e</sup> recarrage).

En chiffres ronds, le prix de revient consommations par m de galerie est de :

- 5.350 F en cadres neufs ;
- 2.100 F en cadres reconformés ;
- 3.726 F en cadres neufs au creusement plus cadres reconformés au recarrage.

Ces prix sont calculés sur la base d'une équidistance de 0,60 m entre cadres.

### 312. Main-d'œuvre (tableau II).

Le creusement de la voie a été payé à 1.200 F/m.

Les rabasnages et entretiens interviennent dans le prix de revient main-d'œuvre pour un total de 1.100 F/m en chiffres ronds. En réalité, ce total n'est que provisoire, les rabasnages ont porté principalement sur les tronçons les plus anciens et, si l'on peut considérer que ces parties sont plus ou moins stabilisées, il n'en est pas de même dans les tronçons plus récents où les rabasnages devront être repris à bref délai. Un total de 1.200 F/m sera certainement atteint.

Le prix de revient global en main-d'œuvre se monte à 6.000 F/m, le poste le plus important étant celui de la remise en état.

TABLEAU II.

Cadres Toussaint-Heintzmann type W.  
Prix de revient main-d'œuvre/m de galerie.

Désignation	Salaires fonctionnels	Salaires Charges comprises 57 %
<i>Creusement</i>	1.612,85	2.532,17
<i>Remise en état</i>		
Recarrage	1.514,53	2.377,81
Rabasnage	486,08	763,14
Entretien	210,90	331,11
	2.211,51	3.472,06
Tot. main-d'œuvre	3.824,36	6 004,23

Prix de revient total/m de galerie.

Désignation	Cadres neufs	Cadres reconformés
Main-d'œuvre	6.004,23	6.004,23
Consommations	5.353,20	2.099,80
Total	11.357,43	8.104,03

### 313. Prix de revient (tableau II).

Le creusement revient à :

- 5.263 F en cadres neufs ;
- 3.637 F en cadres reconformés ;

la remise en état :

- 6.094 F en cadres neufs ;
- 4.467 F en cadres reconformés.

Si on élimine, dans le calcul du prix de revient, le tronçon où des essais de densité ont amené un second recarrage, ce qui pourrait ne pas devoir être le cas pour le reste de la galerie, le prix de base moyen de 1 m de galerie avec cadres à 0,60 m posés sur claveaux s'établit à (tableau IIbis) :

- 11.143 F en cadres neufs
  - 7.890 F en cadres reconformés
  - 9.516 F en cadres neufs au creusement, reconformés au recarrage.
- } avec un recarrage.

TABLEAU IIbis.

Cadres Toussaint-Heintzmann type W.  
Prix de revient normal main-d'œuvre/m de galerie.

Désignation	Salaires fonctionnels	Salaires Charges comprises
<i>Creusement</i>	1.599,10	2.510,58
<i>Remise en état</i>		
Recarrage	1 449,—	2.274,93
Rabasnage	386,65	607,04
Entretien	189,40	297,45
	2.025,05	3.179,42
Tot. main-d'œuvre	3.624,15	5.690,00

Prix de revient normal/m de galerie avec un recarrage.

Désignation	Cadres neufs	Cadres reconformés	Cadres neufs au creusement reconformés au recarrage
Main-d'œuvre	5.690,00	5.690	5.690
Consommations	5.453,00	2.200	3.826,50
Total	11.143,00	7 890	9.516,50

### 32. Prix de revient des cadres articulés sur piles de bois.

#### 321. Consommations.

Les prix sont établis sur cadres neufs (tableau III). Ces prix unitaires sont en chiffres ronds, 1.100 F par cadre à 50 kg/m — 930 F par cadre à 40 kg/m.

Ces prix peuvent varier quelque peu suivant le prix d'achat des rails type Etat de emploi (3,12 F/kg).

**TABLEAU III.**  
Cadres articulés sur piles de bois.  
Prix de revient consommations/m de galerie.

Désignation	Cadres à 50 kg/m		Cadres à 40 kg/m	
	Prix unitaire	Prix par m/galerie	Prix unitaire	Prix par m/galerie
<i>Cadres</i>				
2 éléments/cadre	842,40		673,90	
Façonnage + sabots	242,00		242,00	
4 boulons	15,00		15,00	
	1.099,40	1.852,55	930,90	1.551,55
Longrines	23,00	38,30	23,00	38,30
	1.122,40	1.870,65	953,90	1.589,85
<i>Garnissage</i>				
Sclimbes et rondins 1,20 m	2,60	127,50		127,50
Poussards/0,50 m	2,50	25,00		25,00
Sclimbes métalliques/0,74 m	5,50	55,00		55,00
		207,50		207,50
Bois de piles/m <sup>3</sup>	477,00	1.053,30		1.053,30
<i>Explosifs</i>				
Détos	8,6			
Charbrite	44,40	164,50		164,50
<b>Total consommations</b>		<b>3.295,95</b>		<b>3.015,15</b>

Nous n'avons pas l'expérience de la récupération des cadres articulés, mais l'état actuel de la voie fait présumer une reprise ne nécessitant pas de reconfiguration.

Le prix de revient avec cadres récupérés serait fortement réduit. En bois de pile : prix établi sur la base de 477 F/m<sup>3</sup> — 4 stères sont nécessaires pour 1,20 m de voie.

**322. Main-d'œuvre.**

Ces prix ont été établis dès la mise en application du système en cadres articulés (tableau IV). Ils tiennent donc compte implicitement de l'adaptation, d'ailleurs rapide, du personnel à la nouvelle méthode.

Le prix de l'avant-voie et de la niche a été réduit à l'heure actuelle de 1.200 F/m à 1.000 F/m, le prix du bossement en toit de 900 F à 800 F/m.

L'entretien a porté principalement sur le début de la voie ; il est certain que l'influence des cadres Toussaint se faisait encore sentir.

**323. Prix de revient total.**

La tenue de la voie est identiquement la même, qu'il s'agisse de cadres du type lourd ou du type léger.

Le prix de 7.897 F est donc le prix de base normal actuel.

**TABLEAU IV.**  
Cadres articulés sur piles de bois.  
Prix de revient main-d'œuvre/m de galerie.

Désignation	Salaires fonctionnels	Salaires charges comprises 57 %
Avant-voie et niche	1.459,65	2.291,65
Edification des piles	314,00	493,00
Bossement : Toit	942,13	1.479,15
Mur	201,23	315,90
<b>Total creusement</b>	<b>2.917,01</b>	<b>4.579,70</b>
Rabasnage et entretien	192,66	302,48
<b>Total main-d'œuvre</b>	<b>3.109,67</b>	<b>4.882,18</b>

*Prix de revient total/m de galerie.*

	Cadres à 50 kg/m	Cadres à 40 kg/m
Main-d'œuvre	4.882,18	4.882,18
Consommations	3.295,95	3.015,15
<b>Total</b>	<b>8.178,13</b>	<b>7.897,33</b>

Ce prix pourra encore être réduit s'il s'avère, au cours des essais prochains, que l'entredistance peut être augmentée sans danger pour la tenue de la voie.

### 33. Comparaison des prix de revient

Prix de revient normal du mètre de galerie creusée en cadres Toussaint-Heintzmann neufs :

11.143 F

9.516 F avec cadres neufs au creusement, reconformés au recarrage.

La comparaison avec le prix de revient en cadres articulés neufs à 40 kg/m, soit 7.897,30 F, est nettement favorable à ce dernier. La différence est de 1.630 F en chiffres ronds.

Dans le cas des cadres reconformés, le prix de revient de 1 m de galerie en Toussaint-Heintzmann passe à 7.893 F.

Si l'on admet comme prix d'un cadre articulé récupéré la somme de 200 F, le prix de revient de 1 m de galerie serait de 6.707 F ; soit une différence de 1.200 F/m.

Ce qui laisse une marge bénéficiaire très nette au soutènement en cadres articulés sur piles de bois.

### 34. Rendements comparés du creusement de la galerie suivant les types de soutènement (tableau V).

Au tableau des rendements, la partie de galerie revêtue en cadres articulés marque un léger avantage sur la longueur creusée en cadres Toussaint.

Notons que, dans les deux cas, la main-d'œuvre qualifiée est restée la même : le personnel affecté au creusement en cadres Toussaint est passé au coupage de l'avant-voie et de la niche ; l'équipe de recarreurs en cadres Toussaint est chargée maintenant du bosseyement en cadres articulés ce qui rend plus probants les résultats ci-dessus en n'al-

TABLEAU V.

Rendements au creusement de galerie.  
Cadres Toussaint W.

Désignation	Hommes/poste par m	Rendement par homme/poste
Creusement	4,26	0,24 m
Recarrage	3,93	0,28 m
Rabasnage et entretien	2,22	0,45 m
Total et moyenne	10,41	0,096 m

Cadres articulés sur piles de bois.

Désignation	Hommes/poste par m	Rendement par homme/poste
Avant-voie et niche	4,74	0,21 m
Bosseyement toit et mur	3,11	0,32 m
Édification des piles	1,14	0,88 m
Rabasnage	0,57	1,77 m
Total et moyenne	9,56	0,105 m

fectant pas la qualification ouvrière. Le personnel s'est adapté sans difficulté à la nouvelle méthode : le point clef du système étant la bonne édification des piles dont la hauteur et l'écartement règlent automatiquement la pose du cadre articulé (tableau VI — Tableau général de comparaison).

Notons en terminant que les frais :

d'amortissement de l'installation :	}	495 F/jour
de desserte par panzer en voie :		
d'énergie dépensée :		224 F/jour
de ravançage de l'installation :		140 F/jour
		<hr/> 859 F/jour

sont compensés par le gain de 2 personnes au transport au seul poste I : 860 F/jour.

TABLEAU VI.

Tableau général de comparaison.

Désignation	Toussaint	Articulé
<i>Main-d'œuvre</i>		
Creusement	2.510,58	4.579,70
Remise en état	3.179,42	302,48
Total main-d'œuvre	5.690,00	4.882,18
Consommations	3.826,50	3.015,15
Total	9.516,50	7.897,33
Personnel/m	10,41	9,56

## 4. CONCLUSIONS

L'adaptation du soutènement en cadres articulés sur piles de bois à la voie de base du chantier nous donne entière satisfaction.

On a réussi à maintenir, sans recarrage, une voie de chantier à grande section et, quasi sans rabasnage, une voie de roulage stable et de niveau nul.

L'annulation presque complète des mouvements de l'aire de voie de la galerie offre un avantage prépondérant pour les voies de roulage. Le problème de la desserte aisée, primordiale pour les voies de niveau, trouve ainsi sa solution.

L'incidence directe de l'amélioration de la voie de base sur le rendement a été très nette par l'augmentation du débit, la suppression des aléas et même par l'amélioration du climat de travail et du facteur sécurité.

L'augmentation enregistrée du rendement chantier de 2.800 kg en 1959 à 3.100 kg en 1960 est attribuable en grande partie à ces perfectionnements. Le bilan économique se solde par une réduction très sensible du prix de revient de la galerie.

Le chantier a connu, depuis l'application de la nouvelle méthode, une régularité de marche remarquable par la facilité de desserte qui en est résultée.

Dans le cas précis des voies de niveau en veine à long développement et de longue durée, le bilan économique de toute une exploitation est subordonné à leur stabilité.

L'art du soutènement dans les voies de chantier en veine pentée a trouvé, dans le cadre articulé sur

pires de bois, l'allié nécessaire pour utiliser les forces naturelles et les mettre au service de l'exploitant.

Qu'il nous soit permis, en terminant, de remercier Inichar, et particulièrement MM. Stassen et Liégeois, de l'aide précieuse et éclairée qu'ils nous ont apportée dans l'adaptation et la mise au point de la nouvelle méthode.

## DISCUSSION

### M. France.

Les chiffres cités relatifs au prix de revient « voie » sont surestimés car il y a, en fait, une économie de personnel au transport assez importante : 4 personnes par jour. Si on en tient compte, le prix de revient diminue de 1.000 F par mètre de voie. Les frais d'amortissement du panzer dans la voie sont par contre à déduire, soit 10 F par tonne ou 400 F par mètre de voie. Le bénéfice réel en faveur des cadres articulés est donc de 600 F par mètre de galerie creusé.

### J. Venter.

Tous ces chiffres, en dépit de leur intérêt, sont peu de chose en comparaison de l'avantage qui ré-

sulte pour l'ensemble du chantier de l'existence d'une voie d'accès stable et de grande section. Pourriez-vous chiffrer approximativement le bénéfice par tonne qui en résulte, sans parler de la sécurité et du climat.

### M. France.

Même si le prix de revient de la voie était nettement supérieur, il ne faudrait pas hésiter à employer le cadre articulé car, dans notre cas, il était impossible de travailler sans creuser un bouveau de renouvellement de méridienne ; cette opération nous aurait coûté beaucoup plus cher : 3.000 F par mètre, sans savoir si le bouveau aurait tenu car nous sommes déjà à 900 m de profondeur.