

# La gazéification souterraine dans les divers pays

## RAPPORT D'INICHAR

(Suite)

### SAMENVATTING

#### V. — Experimenten te Bois-la-Dame (Luik) (vervolg) (1)

In het zelfde paneel als voor de eerste proef wordt een nieuwe pijler voorbereid. Het algemeen schema blijft ongewijzigd. De ingeblazen lucht en het gas worden dit maal langs metalen leidingen gevoerd, en de kop- en voetgalerijen zijn met afdammingen gesperd. Het net van de meettoestellen en van de toegangsgalerijen is ook veel meer uitgebreid dan gedurende het eerst experiment. Een fuel brander aan de kop van de pijler dient om het vuur aan te steken (6-11-49).

Van het begin af aan had men te kampen met grote moeilijkheden : ondichtheid van het systeem, uitbreiding van het vuur in de kop- en voetgalerijen, instortingen, en beschadiging van de brander. Het is dan ook nodig geweest verschillende malen in het brandende paneel binnen te dringen en er zeer moeilijke herstellingswerken uit te voeren. Men heeft aldus interessante waarnemingen kunnen verrichten over de gedraging van het gesteente.

Door het blazen van lucht alleen is men er niet in gelukt brandbaar gas te bekomen. Met aan zuurstof aangerijkte lucht (50 %  $O_2$ ) heeft men gas aan 900—1000 cal/m<sup>3</sup> gedurende 8 uur voortgebracht.

Met een zuurstof-stoom mengsel werd 1400 cal/m<sup>3</sup> bereikt. Door periodische stoominjecties met verwarmingstussenperiodes (lucht met 21 % of 50 %  $O_2$ ) werd gas aan 1200 — 1400 cal/m<sup>3</sup> ontwikkeld, doch met beperkt debiet (1/5 van het ingeblazen stoomvolume).

Deze uitslagen blijken echter moeilijk reproduceerbaar te zijn : de natuurlijke wijziging van de fysieke toestand van de pijler speelt een nadelige rol.

In het bijzonder vormt de as- en slakvulling, achter het vuurfront, een poreuze massa waarin een deel van de ingeblazen lucht verloren gaat zonder met de kolen in aanraking te komen, zodat in het gas steeds veel vrije zuurstof overblijft.

Tussen 6-11-49 en 6-9-50 werden ongeveer 900 ton kolen vergast. Het grootste gedeelte van de voortgebrachte warmte ging als voelbare warmte in het gesteente zelf of in het sproeiwater verloren.

#### V. — ESSAIS DE BOIS-LA-DAME (Liège) (suite) (1)

##### SOMMAIRE

##### B. — Chantier n° 2.

##### 1. — Description du chantier.

##### a) Travaux souterrains :

α Schéma général.

β Le panneau.

γ Circuit des gaz.

δ Galeries d'accès et d'observation.

ε Mesures au fond.

##### b) Surface :

α Canalisations.

β Mesures.

##### 2. — Journal de l'essai.

a) Première période active (6-11-49 - 6-12-49).

b) Remise en état du chantier (6-12-49 - 11-5-50).

c) Deuxième période active (11-5-50 - 19-5-50).

d) Travaux de reconnaissance à 100 m (20-5-50 - 31-8-50).

(1) La première partie de ce chapitre (A - Chantier n° 1) a paru dans les A.M.B., livraison de novembre 1951. Le chapitre VI (Essais de Djerada, Maroc) a paru dans la livraison de janvier 1952.

- e) Troisième période active (1-9-50 - 6-9-50).
- f) Extinction et visites (7-9-50 - 31-12-50).

- δ alternances air suroxygéné-vapeur.
- ε oxygène-vapeur.
- d) Evolution du gaz le long du circuit.
- e) Comportement des terrains.

### 3. — Résultats.

- a) Circulation du courant gazeux dans la taille.
- b) Localisation du feu.
- c) Composition du gaz :
  - α marché à l'air.
  - β air suroxygéné.
  - γ alternances air-vapeur.

### 4. — Conclusions.

- a) Allure générale de l'essai.
- b) Développement du feu et comportement des terrains.
- c) Nature et qualité du gaz.
- d) Bilan thermique.

## B. — CHANTIER N° 2.

### 1. — Description du chantier.

- a) Travaux souterrains. (Fig 5 et 8 hors texte)
- α) Schéma général.

Le nouveau chantier est tracé à l'intérieur du panneau ayant servi au premier essai ; le schéma général reste le même : taille de feu inclinée à 35° rabattant entre deux voies de niveau ; courant gazeux descendant la taille et refroidi dans la voie de base au moyen d'atomiseurs.

Pour tenir compte des enseignements fournis par le premier essai, on a toutefois apporté les modifications suivantes :

- 1) Un brûleur à mazout est installé en tête du chantier ; il doit permettre de rétablir le feu en tête de taille, dans le cas où il se serait déplacé vers l'aval.
- 2) L'air et le gaz sont véhiculés jusqu'au chantier non plus dans les galeries elles-mêmes, mais dans des conduites métalliques. Cette disposition doit, d'une part améliorer l'étanchéité, d'autre part réduire le décalage précédemment observé entre les phénomènes survenus dans le chantier et leur détection en surface.
- 3) L'équipement de surface est complété de manière à pouvoir utiliser comme comburant non seulement l'air, mais également l'oxygène et la vapeur.
- 4) Afin de mieux suivre le développement du feu dans le chantier, les appareils de mesures, et en particulier les pyromètres placés dans la couche, ont été multipliés.

On a conservé et développé le réseau des galeries d'accès.

#### β) Le panneau.

Le panneau du chantier 2 a la forme d'un parallélogramme. Il est délimité : d'une part, par la voie au niveau de 100 mètres (9) et une nouvelle voie (21) au niveau de 146 mètres (tracée 8 mètres plus haut que l'ancienne galerie des gaz (28) pour éviter la zone éboulée au-dessus de cette dernière), et, d'autre part, par deux montages inclinés à 35° :

le premier, le montage ouest (14), marque la position de départ de la « taille de feu » rabattante, le second (16), à 50 mètres à l'est du précédent, est remblayé avec du sable ; il sert de coupe-feu et limite la progression de la taille vers l'est.

A la partie supérieure du panneau, sous la voie de 100 mètres, la couche est en étreinte et affectée d'un pli. Pour éviter cet accident, un passage horizontal (7) est creusé sous la zone dérangée. Il est relié à la voie de tête par une série de puisards verticaux qui ont servi de logement aux clapets télécommandés de l'essai I. Ils sont numérotés de 1 à 6, à partir de la tête de taille.

Le passage horizontal (7) est maçonné et voûté en briques (carneau de 0,80 m × 0,80 m) et débouche à la tête de la taille. Au pied du puits n° 5 est aménagée une chambre de combustion cylindrique (8), de 4 m de longueur et 1,50 m de diamètre, contenant le brûleur à mazout et son dispositif d'allumage (éclateurs à 10.000 V allumant un brûleur à gaz de ville servant de veilleuse) (Fig 4).

Jusqu'à la veille de l'allumage, un trou d'homme au pied du puits n° 1 permet l'accès du carneau voûté, de la chambre de combustion et de la tête de taille.

La sole de la voie de tête (9) est bétonnée. Son extrémité est remblayée, de même que les petits puits de communication (sauf les n° 1 et 5).

Le montage de feu (14), creusé et boisé sur 3 m de hauteur, est, comme au premier essai, remblayé partiellement (15) de façon à ne laisser ouvert qu'un passage de 0,50 m de hauteur.

Le soutènement de la galerie de base (21) consiste en bèles métalliques (rails) empothelées dans les épontes et supportant un revêtement en tôles perforées (Fig 5). La sole de la galerie est bétonnée, les parois (épontes de la couche en dressant) sont nues. Sous le coupe-feu (16), une voûte de maçonnerie (23) maintient le sable de remblayage qui a d'ailleurs été légèrement cimenté dans la partie inférieure du montage. Un barrage anti-explosion (24), constitué par un empilement de briques de laitier, est édifié sous la voûte.

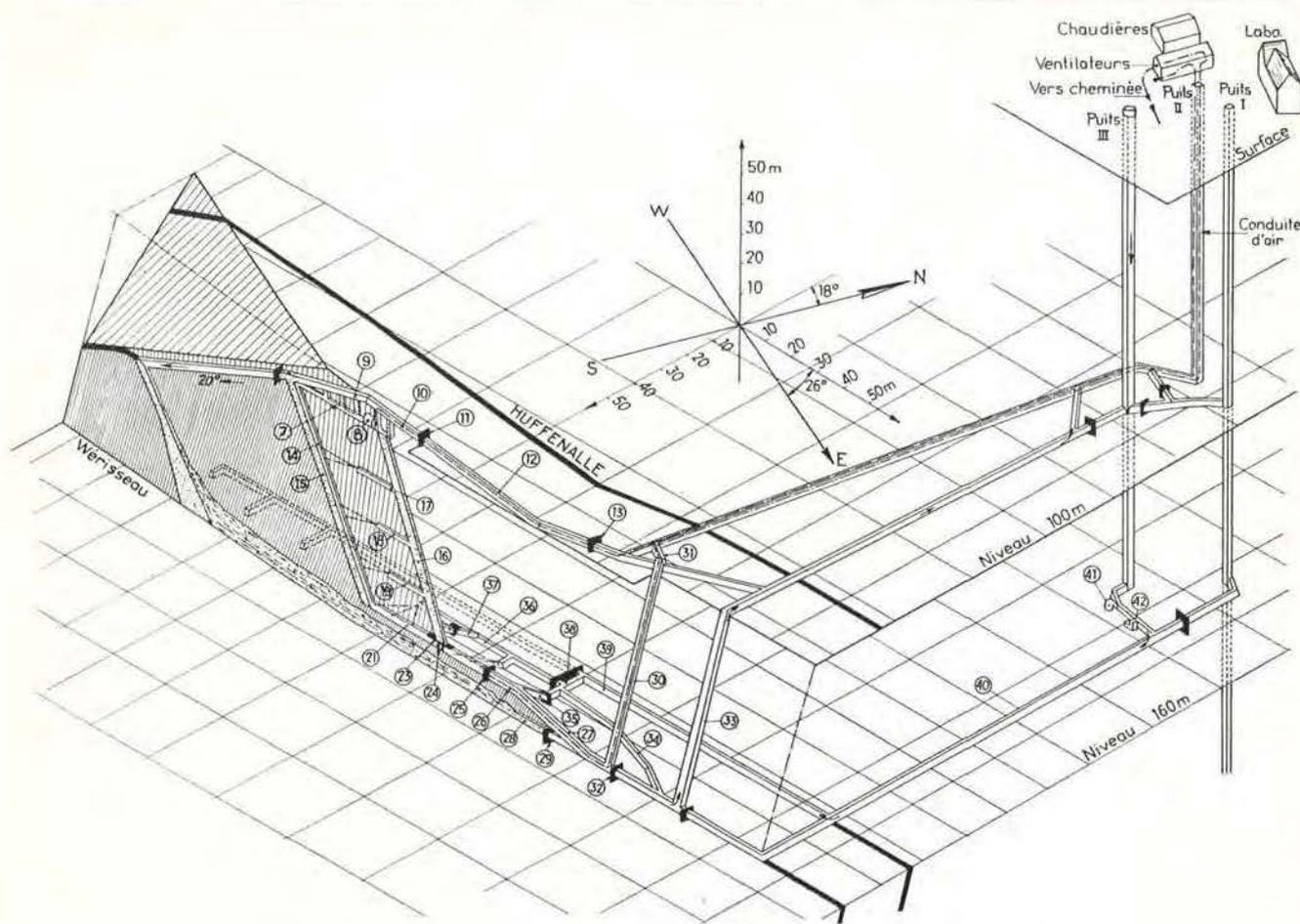


Fig. 5. — Vue perspective du chantier n° 2. — En pointillé : galerie d'observation de l'essai n° 1.  
Sous le chantier : zone brûlée pendant l'essai n° 1.

- |   |   |
|---|---|
| 1 à 6 : Puisards de communication entre la galerie de tête 9 et le passage horizontal 7 (Fig. 8). | 25 : Serrement de sortie.                             |
| 7 : Passage horizontal (carneau maçonné et voûté).  | 26 : Conduite des gaz (600 mm $\varnothing$ ).        |
| 8 : Chambre de combustion (Fig. 4).   | 27 : Plan incliné.                                    |
| 9 : Voie de tête (extrémité).   | 28 : Ancienne voie de base (niveau de 154 m).         |
| 10 : Conduite de comburant (500 mm $\varnothing$ ) calorifugée.                                   | 29 : Serrement.                                       |
| 11 : Serrement d'entrée.  | 30 : Nouveau montage de retour des gaz.               |
| 12 : Voie de tête (sas formé entre les deux sernements).  | 31 : Crossing.  |
| 15 : Nouveau serrement (décembre 1949).   | 32 : Serrement. Purge de la conduite des gaz.         |
| 14 : Montage de feu.  | 33 : Ancien montage de retour des gaz. Retour d'air.  |
| 15 : Remblai de pierres.  | 34 : Communication d'aérage.                          |
| 16 : Montage coupe-feu.   | 35 : Galerie montante. Purge de la galerie de base.   |
| 17-18-19 : Recoupes aux niveaux de 115 m, 125 m et 135 m.   | 36 : Chasse en rocher.                                |
| 20 : Nouvelle taille de feu, creusée sous le puisard n° 4. (Fig. 9)                               | 37 : Galerie montante.                                |
| 21 : Voie de base au niveau de 146 m (Fig. 5).  | 38 : Ancienne recoupe n° 7.                           |
| 22 : Passage creusé vers le pied de taille (avril 1950) (Figure 9).                               | 39 : Voie dans Huffenalle, Central fond.              |
| 23 : Voûte maintenant le sable du coupe-feu.  | 40 : Travers-bancs à 160 m.                           |
| 24 : Barrage anti-explosion (empilement de briques de laitier).                                   | 41 : Ventilateur d'aérage.                            |
|   | 42 : Salle des pompes et tenue d'eau.                 |
|   | Puits I : Circulation du personnel et du matériel.    |
|   | Puits II : Retour d'air et conduites d'air et de gaz. |
|   | Puits III : Entrée d'air.                             |

La galerie de base est équipée de neuf rampes d'atomiseurs, disposées verticalement, et alimentées indépendamment par des trous de sonde. Ces atomiseurs (5 par rampe), plus robustes que ceux

du premier essai, consistent en un ajutage projetant l'eau contre un bouton hémisphérique qui la disperse en pluie fine. Chaque rampe débite normalement 8 m<sup>3</sup>/h sous 10 kg/cm<sup>2</sup>.



Fig. 4. — Chambre de combustion.



Fig. 5. — Galerie de base du chantier.

### γ Circuit des gaz.

A la différence du chantier précédent, celui-ci est équipé de conduites métalliques soudées, l'une pour le transport de l'air de soufflage (10) (conduite de 500 mm  $\phi$  calorifugée à la laine de verre) et l'autre pour le transport du gaz produit (26) (conduite nue de 600 mm  $\phi$ ). Le nouveau chantier est donc fermé par deux serrements établis à 25 m environ en arrière du coupe-feu aux niveaux de 100 m (11) et de 146 m (25) respectivement. Le circuit de gazéification est ainsi rendu complètement indépendant du circuit d'aéragage et des galeries de circulation du personnel.

Les conduites d'air et de gaz sont disposées dans le puits II et dans le travers-bancs occidental de 100 m.

Après avoir traversé le serrement de la voie de 100 m (11), la conduite d'air descend dans le puits n° 5 et aboutit à la « chambre de combustion » (8) et au brûleur à mazout.

Le comburant traverse le carneau maçonné (7), réagit dans la taille, et le gaz formé passe sous les atomiseurs et à travers le barrage anti-explosion (24), puis est collecté au serrement de 146 m (25) dans la conduite de 600 mm (26).

Cette conduite descend par un plan incliné (27) à la cote 154 m, correspondant à l'ancienne galerie de base (28), remonte par un nouveau montage (50), creusé suivant la plus grande pente de la couche, jusqu'au niveau de 100 m, passe en crossing (51) au-dessus de la voie de tête du chantier (prolongée) et regagne le puits II par le travers-bancs occidental où passe déjà la conduite d'air.

Des purges munies de gardes hydrauliques sont installées aux points bas des deux conduites, ainsi qu'au serrement de sortie du chantier.

### δ Galeries d'accès et d'observation.

L'extrémité de l'ancienne galerie d'observation, creusée dans la couche Huffenalle à la cote 154 m, est éboulée. On la ferme par un serrement au droit de la recoupe n° 7 (Fig 2) et on la remplace par une galerie parallèle (56) creusée en rocher à 17 m de la couche Wérisseau et à 8 m en contrebas de la galerie de base du nouveau chantier.

Cette « chasse en rocher » est reliée à la voie de base par des trous de sonde, servant à l'alimentation des atomiseurs et au passage des fils des pyromètres placés dans la voie de base (21) et dans le remblai du montage de feu (15).

De plus, une galerie montante (57), fermée par un serrement, réunit la chasse en rocher au montage coupe-feu. Une autre (55) prolonge la recoupe n° 7 et donne accès à la face arrière du serrement de sortie des gaz. Une communication d'aéragage (54) relie la recoupe n° 7 au pied de l'ancien montage de retour des gaz (53), servant actuellement de retour d'air de ventilation.

A 100 m, la voie de tête du chantier a été prolongée vers l'arrière (direction est) et reliée au travers-bancs oriental.

L'air de ventilation pénètre dans la mine par le puits n° III, prolongé jusqu'à 160 m et libre de tuyauteries, au pied duquel se trouve un ventilateur (41) mettant le réseau de galeries en surpression (150 mm d'eau environ) par rapport au chantier de gazéification, les ventilateurs de celui-ci étant supposés arrêtés.

L'air suit le travers-bancs à 160 m (40), la galerie dans Huffenalle (59), traverse la recoupe n° 7 (58) et aboutit, par la nouvelle communication (54), au pied de l'ancien montage de retour des gaz (53). Parvenu à 100 m, il regagne le puits n° II par le travers-bancs oriental. Un circuit secondaire se branche à la recoupe n° 7 sur le circuit principal : il suit la conduite des gaz et rejoint également le puits II.

La chasse en rocher (56), qui est en cul-de-sac, est condamnée par un serrement. La communication d'aéragage est interdite au personnel, ainsi que toutes les galeries où passe la conduite de gaz.

On écarte ainsi tout danger d'intoxication.

Le puits I est complètement isolé du réseau des galeries par des portes et des sas. Il reste donc accessible en toute éventualité. Il sert au transport du personnel et du matériel et assure le retour d'air des travaux du siège de Wandre, à un niveau inférieur.

### ε Mesures au fond.

Pour obtenir des données plus précises que celles du premier essai, un réseau dense de pyromètres, de prises de gaz et de prises de pressions est établi dans le chantier.

A partir du montage coupe-feu (16), trois petites recoupes horizontales (17—18—19) ont été creusées à travers le panneau, aux niveaux de 115, 125 et 135 m. Elles s'avancent jusqu'à 7 ou 8 mètres du front de la taille et sont prolongées par des trous de sonde débouchant dans celle-ci (Fig 8).

Des couples thermo-électriques sont échelonnés dans ces trous, à intervalles d'un mètre environ, pour suivre l'avancement du feu. Des couples ont également été placés dans le mur géométrique (toit géologique).

A chaque niveau, deux trous sont réservés aux prises de gaz et de pression.

Ils sont munis d'un tuyau formé d'éléments en fer, de 0,50 m de longueur et 25 mm  $\phi$ , raccordés par des manchons en caoutchouc. Ces manchons seront détruits l'un après l'autre lors de l'avancement du front de feu, de façon que le tuyau débouche toujours dans le voisinage immédiat de celui-ci.

Au niveau de 100 m également, des couples thermo-électriques sont disposés sous la sole du carneau (7) et une prise de pression débouche derrière la chambre de combustion.

Les câbles des pyromètres et les tuyaux des prises descendent dans la chasse au rocher par le montage coupe-feu (16), en traversant le serrement de la galerie montante (57).

Dans le remblai (15) de la taille de feu se trouvent également neuf thermocouples reliés à la chasse au rocher, comme ceux de la voie de base, par des câbles passant dans des trous de sonde.

Enfin, des prises de gaz peuvent être prélevées à différents endroits de la voie de base (21) par des tuyaux traversant le serrement de sortie.

\* \* \*

Tous les câbles de pyromètres et tuyaux de prises convergent vers un « Central-Fond » (39) établi dans l'extrémité élargie de la galerie de Huffenalle.

Les prises de gaz aboutissent à trois monos « Triplex » donnant les teneurs en  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2$  et  $\text{CO} + \text{H}_2$  du gaz prélevé.

Les prises de pressions sont reliées à des pressiomètres à cadran ; leurs indications sont transmises électriquement à la surface.

Les câbles des 250 pyromètres sont groupés sur un tableau de répartition. On peut y lire les températures au moyen d'un potentiomètre portatif.

Les indications de 36 thermocouples quelconques peuvent être reportées simultanément à la surface et enregistrées d'une façon continue.

C'est du Central-Fond, occupé en permanence pendant l'essai, que l'on règle le fonctionnement des atomiseurs.

### b) Surface (Fig. 6).

#### a Canalisations.

Les ventilateurs soufflants sont ceux du premier essai ( $5 \times 950 \text{ mm H}_2\text{O} \times 12000 \text{ m}^3/\text{h}$ ). Ils sont montés en série. Le ventilateur aspirant est remplacé par trois nouveaux ventilateurs montés en série également ( $5 \times 450 \text{ mm H}_2\text{O} \times 15000 \text{ m}^3/\text{h}$ ).



Fig. 6. — Installations de surface.

L'installation de chaudières du premier essai n'a pas été modifiée. Un détendeur règle à  $4 \text{ kg/cm}^2$  la pression de la vapeur produite.

L'oxygène est amené au chantier à l'état liquide, dans des réservoirs de 1 à 2  $\text{m}^3$ . Il est entreposé dans un wagon-citerne de 30  $\text{m}^3$ .

L'installation de gazéification de l'oxygène liquide a été modifiée plusieurs fois. Dans la version finale, l'oxygène est gazéifié dans un faisceau de tubes verticaux chauffés à l'eau chaude, puis surchauffé dans un faisceau de tubes horizontaux, chauffés à la vapeur. L'installation est capable d'un débit horaire de 4500  $\text{m}^3$  d'oxygène gazeux à  $80^\circ \text{C}$  (Fig 7).



Fig. 7. — Evaporateur d'oxygène.

Les différents fluides sont introduits séparément, à la tête du puits II, dans la conduite de comburant, où ils se mélangent.

Les vannes permettant le réglage de différents débits sont groupées dans un « Central-Manœuvres » près du puits.

*β Mesures.*

De nombreux diaphragmes permettent la mesure d'une gamme étendue de débits aussi bien pour les gaz sortants que pour les différents fluides envoyés dans la mine.

Les mesures du débit de gaz ont été corrigées en tenant compte du poids spécifique du gaz et de sa température à la sortie de la mine, et en le supposant saturé en vapeur d'eau à cette température. Les chiffres ainsi obtenus ne sont cependant qu'approximatifs car la température au diaphragme même n'était pas connue exactement et le gaz entraînait souvent un brouillard de gouttelettes liquides qui ont pu influencer les mesures. Les débits mesurés ont toujours été réduits en Nm<sup>3</sup> secs.

Les indications des débitmètres et pressiomètres placés au « Central-Manœuvres » sont reportées et enregistrées électriquement au tableau du dispatch, qui centralise en outre les indications des appareils placés au fond et qui porte les analyseurs automatiques Monos.

Ceux-ci ont subi des modifications. Les appareils dosant CO + H<sub>2</sub> et N<sub>2</sub> reçoivent un gaz débarrassé au préalable de CO<sub>2</sub> et O<sub>2</sub> par barbotage dans la potasse et l'hydrosulfite de soude.

Il faut donc corriger leurs indications en fonction des teneurs en CO<sub>2</sub> et O<sub>2</sub>.

Le méthane est dosé par différence.

Enfin, le laboratoire effectue toutes les heures des analyses à l'appareil d'Orsat sur les échantillons prélevés à la sortie de la mine ou au fond,

## 2. — Journal de l'essai.

(Diagramme général)

## a) Première période active (6-11-49 — 6-12-49).

Le chantier est mis à feu le 6 novembre 1949 après de nombreux essais préliminaires.

La manœuvre d'allumage comportait l'envoi, dans la taille, d'un débit de 10.000 m<sup>3</sup>/h d'air chauffé à 1000° par le brûleur à mazout de la tête du chantier. Une addition d'oxygène à l'air de soufflage devait rétablir une teneur de 21 % O<sub>2</sub> dans les gaz de combustion sortant du carneau.

Au préalable, la conduite de comburant (10) et la chambre de combustion (8) sont préchauffées pendant 50 heures jusque vers 100 — 200° par deux brûleurs à gaz de ville brûlant l'un à la surface, l'autre dans la chambre de combustion, dans un débit d'air de 2000 m<sup>3</sup>/h.

Le brûleur à mazout est allumé le 6 novembre, à 16 h 30. Il brûle de 200 à 500 litres/heure, dans un débit d'air porté progressivement de 2000 à

10000 m<sup>3</sup>/h. A 23 h 30, la température du carneau (7) atteint 1200° C et celle des différents points du montage de feu, plusieurs centaines de degrés.

A ce moment, un éboulement massif de la taille fait tomber brusquement le débit d'air de 9700 m<sup>3</sup>/h à 4000 m<sup>3</sup>/h environ, malgré la mise en marche de tous les ventilateurs, appliquant à la mine une différence totale de pression de 4400 mm H<sub>2</sub>O.

Supposant qu'il s'agit d'un éboulement de charbon, situé probablement entre les niveaux de 100 m et de 115 m, on décide de remplacer le débit d'air de 3700 m<sup>3</sup>/h par un mélange d'oxygène et de vapeur capable d'épuiser quatre fois plus de charbon pour un même débit volumétrique.

L'injection d'oxygène commence à 23 h 30 (débit de 1500 m<sup>3</sup>/h environ, fort irrégulier), celle de vapeur à 0 h 50 (1000 m<sup>3</sup>/h) (après arrêt du brûleur à mazout). Les ventilateurs soufflants sont arrêtés à 1 h 40, le 7-11, pour laisser le mélange oxygène-vapeur agir seul. Ce régime est maintenu jusqu'à 9 h. du matin.

Alors que, pendant le préchauffage, le gaz sortant de la mine ne contenait que de l'air et du CO<sub>2</sub>, à partir de minuit au contraire, les composants combustibles apparaissent dans les analyses en quantités croissantes, représentant jusqu'à 40 % du gaz total, dont 20 % de CO et 20 % de H<sub>2</sub>, avec des pouvoirs calorifiques supérieurs de l'ordre de 1500 cal/m<sup>3</sup>. Au moment des diminutions passagères de débit, des quantités importantes de méthane se mêlent au gaz, améliorant sa qualité jusque vers 1600 cal/m<sup>3</sup>. Les analyses accusent cependant la présence de quantités importantes d'oxygène libre (6-10 %) et la teneur en azote ne descend pas en dessous de 20 % (voir diagramme développé IV).

La composition du gaz est du reste très variable, par suite des fortes fluctuations du débit et de la composition du mélange oxygène-vapeur.

A 9 h, le 7 novembre, la provision d'oxygène liquide est épuisée : on met le chantier « en veilleuse ».

Sous une différence de pression de 2.000 mm d'eau ne passent que 2.000 m<sup>3</sup>/h d'air. Le bouchon est donc toujours en place. Le gaz sortant contient de 6 à 9% de combustibles et le pouvoir calorifique atteint 200 à 350 cal/m<sup>3</sup>.

Un nouvel essai est tenté le 8 novembre à 16 h 45. Pendant 10 heures, on envoie dans le chantier de l'air suroxygéné à 30 % (400 m<sup>3</sup>/h O<sub>2</sub> + 5.000 m<sup>3</sup>/h air) et chauffé par le brûleur à gaz du fond.

Le débit et la composition du gaz sont beaucoup plus stables pendant cette période que pendant la première nuit de l'essai.

On obtient 3.000 m<sup>3</sup>/h de gaz de composition moyenne (analyses Orsat du 8-11-49 à 19 h 30 au 9-11-49 à 4 h 30) :

TABLEAU XX

CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	CO	H <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub>	PCS	PCI
10,8	5,4	15,9	10,3	2,3	57,3	955	880

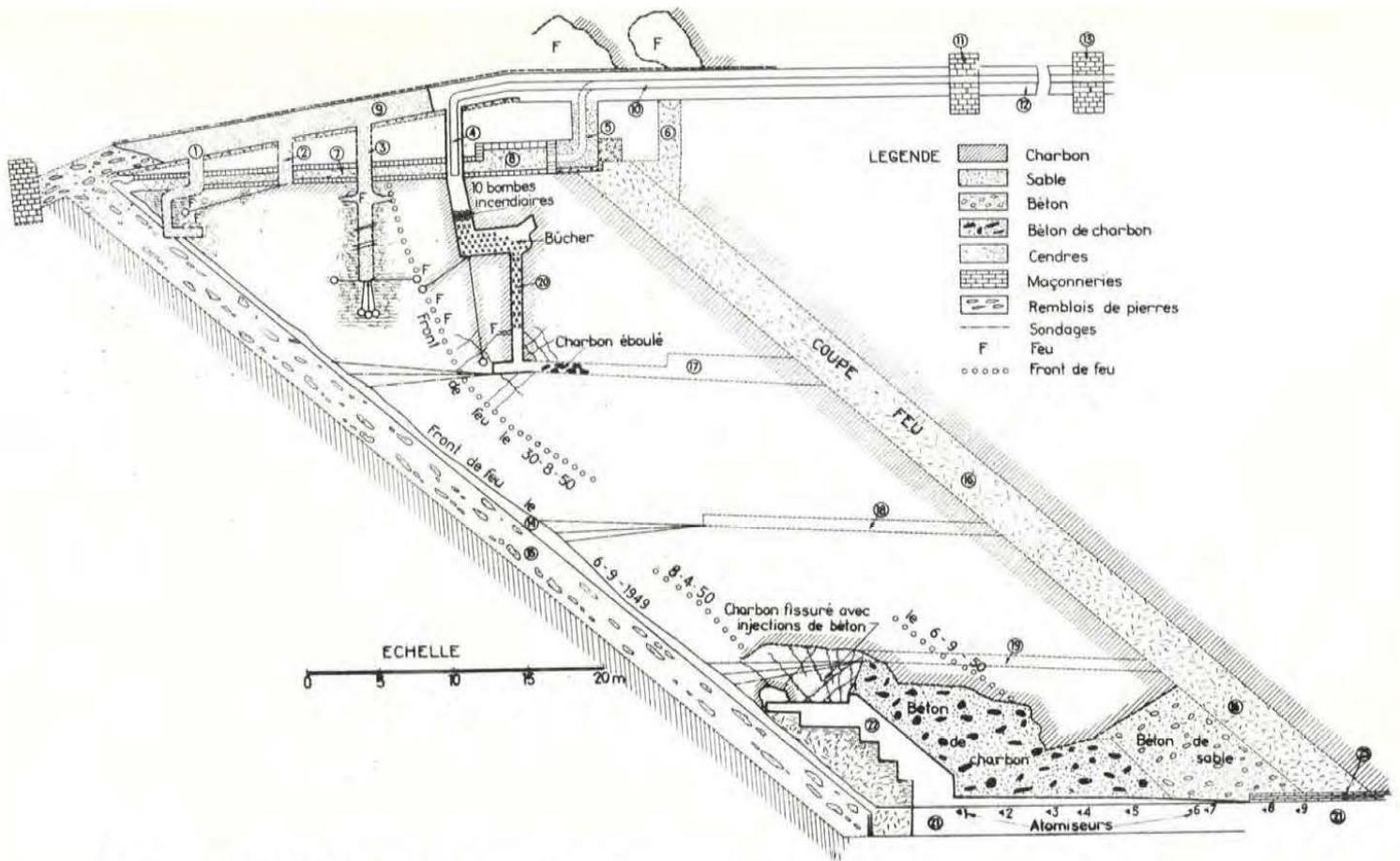
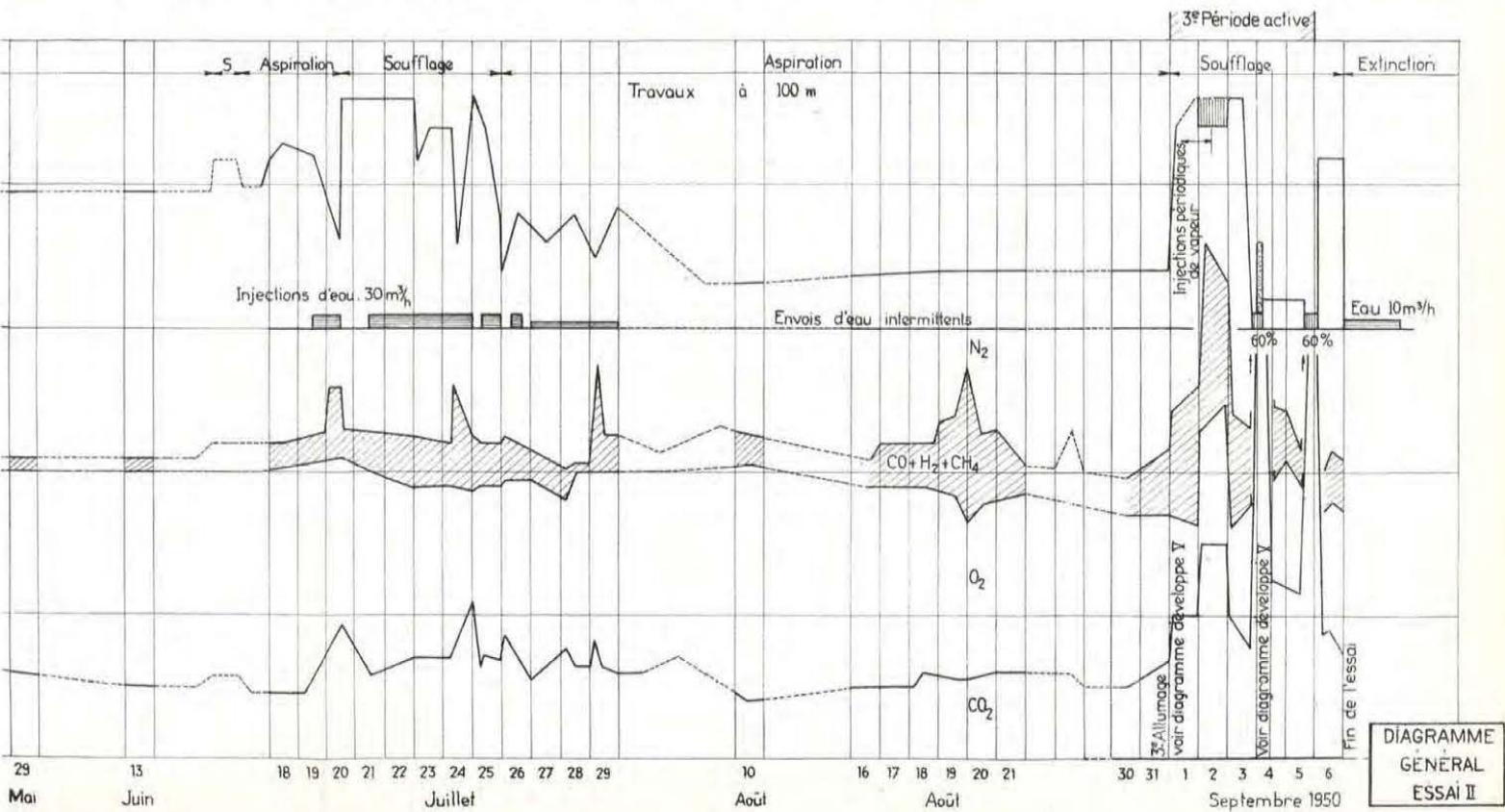


Fig. 9. Travaux exécutés dans le panneau pendant l'essai



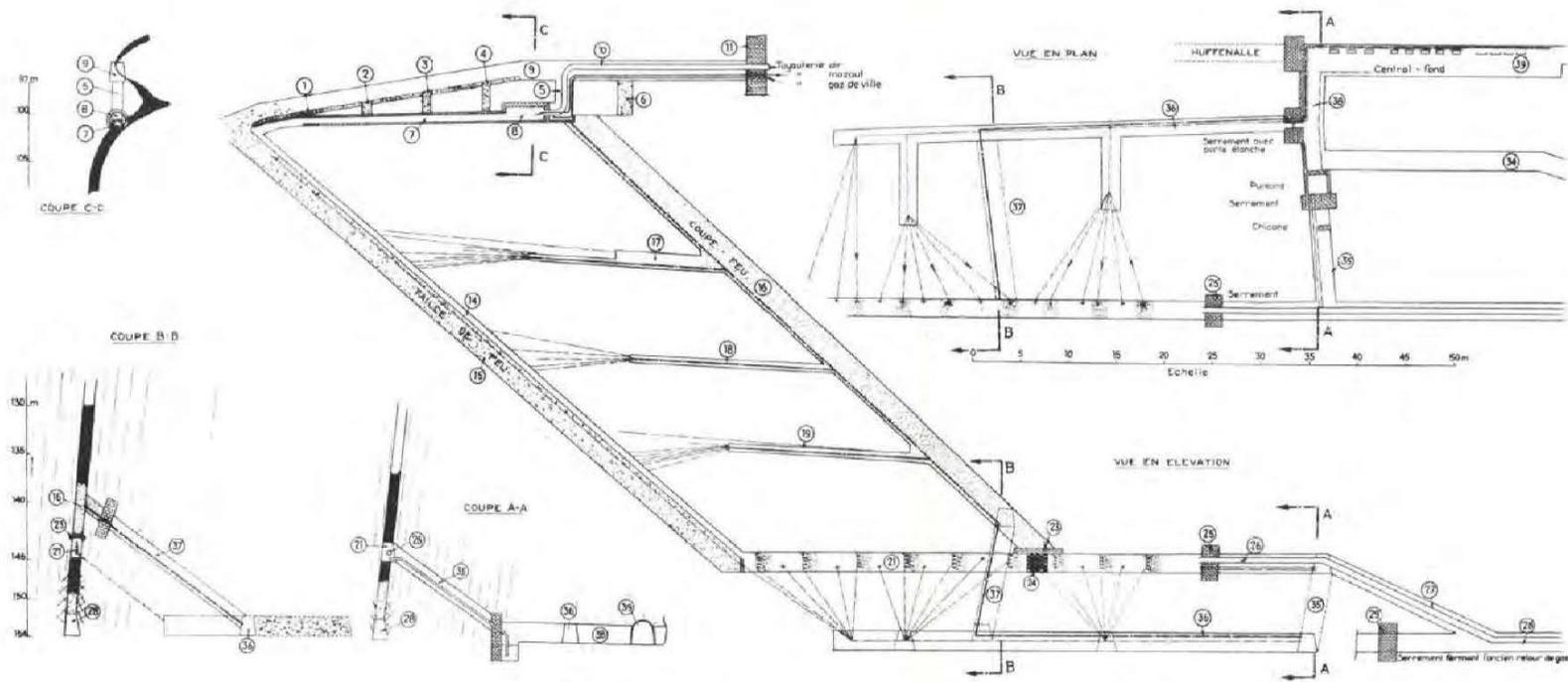
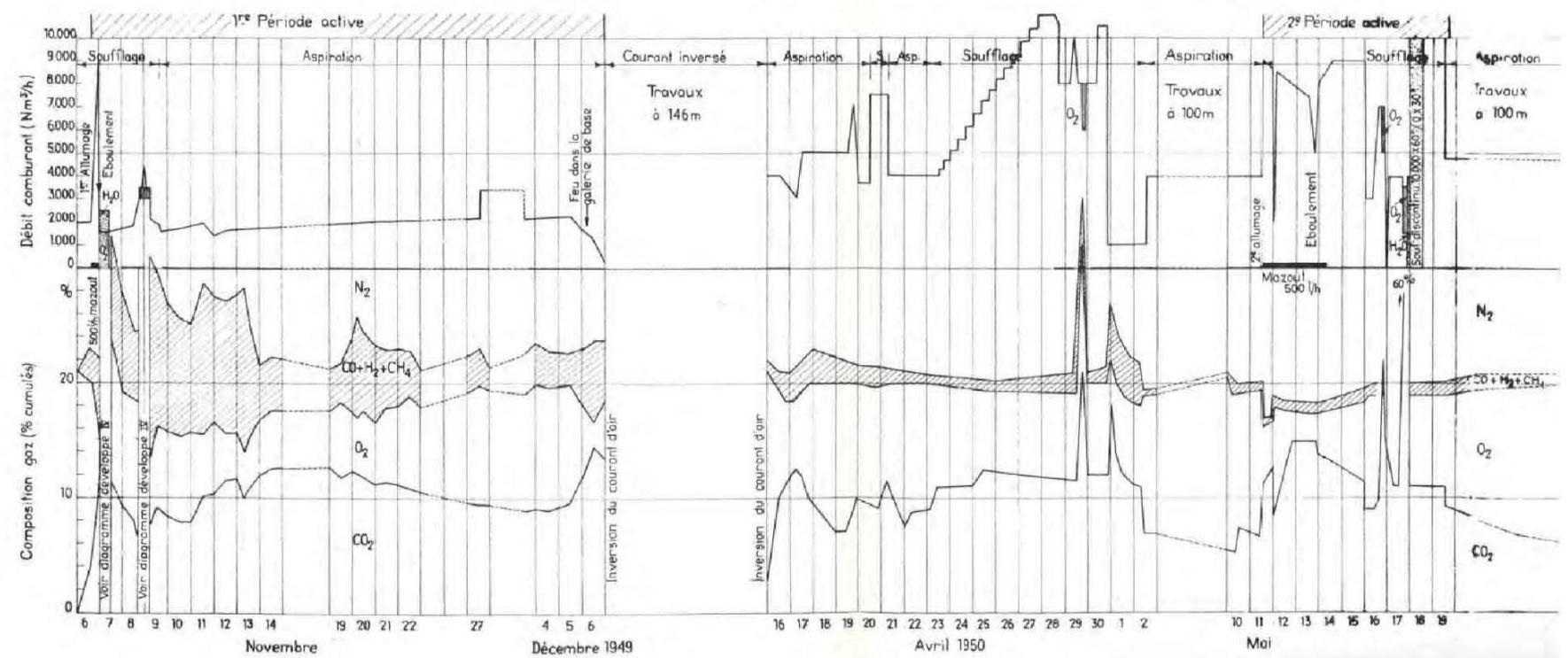


Fig. 2. Schéma du chantier - Réseau de mesures

Pour la signification des repères, voir légende fig. 3



La provision d'oxygène est épuisée le 9 novembre vers 4 h du matin. Le chantier est remis en veilleuse : un ventilateur soufflant (+ 525 mm H<sub>2</sub>O) et trois ventilateurs aspirants (—1450 mm H<sub>2</sub>O) font passer 2000 m<sup>3</sup>/h dans le chantier.

A 12 h, on visite le niveau de 100 m. La galerie de tête du chantier (entre le travers-bancs et le serrement) est pleine de vapeurs et de CO. L'arrêt du ventilateur soufflant dégage la galerie et fait disparaître l'oxyde de carbone. Le serrement de 100 m (11) n'est donc pas étanche.

Des essais répétés montrent que toute marche des ventilateurs soufflants s'accompagne d'un dégage-

ment de CO et que le maintien en pression de la tête de taille risque d'infester les galeries d'accès à 100 m. Aussi s'efforce-t-on de brûler petit à petit le bouchon par la seule action des ventilateurs aspirants (—1400 mm). Par suite de l'inétanchéité du chantier, le débit d'entrée ne représente dans ces conditions qu'une faible fraction du débit de sortie.

Du 9 au 13 novembre, le pouvoir calorifique du gaz recueilli oscille entre 350 et 550 cal/m<sup>3</sup>. La composition moyenne de cette période est donnée au tableau XXI :

TABLEAU XXI

CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	CO	H <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub>	PCS	PCI
9,7	6,0	4,8	5,1	1,4	73,0	430	396

Le 13 novembre, la somme des composants combustibles tombe soudainement et définitivement en-dessous de 5 %. L'élaboration de gaz cesse pratiquement. On n'obtient plus qu'un mélange d'air et de gaz de combustion. La teneur en CO<sub>2</sub> baisse progressivement.

On travaille pendant cette période à rendre étanche le serrement de 100 m (11) par gunitage de sa face extérieure et des parois de la galerie. Le résultat espéré n'étant que très partiellement atteint, on entreprend la construction d'un second serrement (13) à l'entrée de la voie à 100 m : en mettant sous pression le sas (12) formé entre les deux serrements, on peut neutraliser les fuites, même si l'étanchéité des serrements n'est pas parfaite.

Le 6 décembre, le pouvoir calorifique du gaz, qui oscille depuis des semaines aux environs de 120 cal/m<sup>3</sup>, remonte brusquement à 350 cal/m<sup>3</sup>. La diminution rapide de la teneur du gaz en O<sub>2</sub> et la nette augmentation de CO<sub>2</sub>, de CO et surtout de H<sub>2</sub>, indiquent qu'un système de gazéification s'est développé en aval d'une des principales rentrées d'air.

Le feu s'est en effet installé dans la voie de base (21) comme le confirme la montée des pyromètres. L'eau des atomiseurs, projetée sur le charbon incandescent, provoque la formation d'une certaine quantité de gaz à l'eau.

On décide d'ouvrir le chantier pour remettre en état la galerie de 146 m.

#### b) Remise en état du chantier (6-12-49—11-5-50).

L'exécution des travaux de remise en état nécessite l'inversion du courant gazeux : on branche les ventilateurs aspirants sur la conduite d'air.

On constate que la galerie de 146 m est éboulée juste au delà de la voûte (25) supportant le sable du montage coupe-feu (16). Les travaux de relèvement de la galerie commencent aussitôt. Ils durent du 9 novembre 1949 au 14 avril 1950 et sont exécutés dans des conditions extrêmement difficiles.

Le charbon de la tranche comprise entre les niveaux de 135 m et 146 m a subi l'action d'un feu dormant.

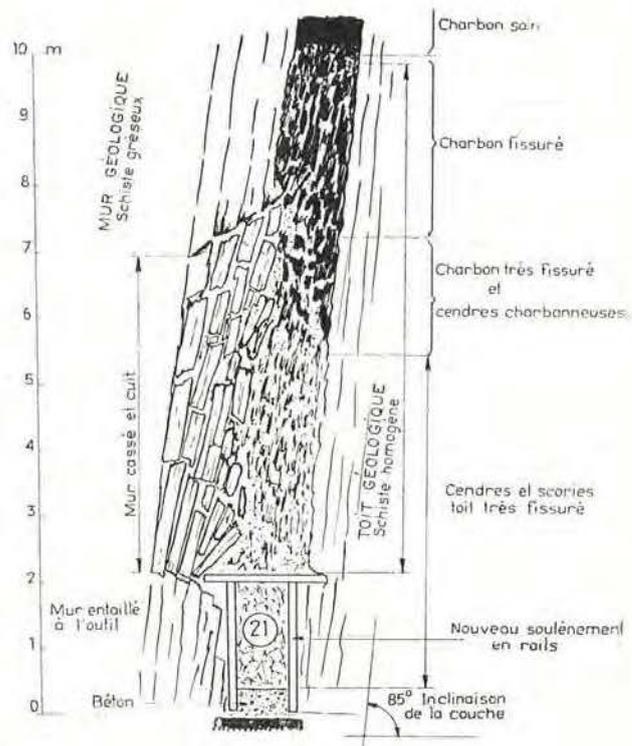


Fig. 10. — Coupe au niveau de 146 m. - Décembre 1949.

La partie inférieure de la tranche est remplie de cendres stériles et d'éboulis des épontes. On trouve ensuite de bas en haut : du charbon éboulé, du charbon en place, mais fissuré, avec des passées de cendres, du charbon inaltéré (Fig. 10). L'allure redressée de la couche et le glissement des éboulis causé par les travaux eux-mêmes ont provoqué le télescopage de ces différentes zones. On ne trouve guère de coke. Le feu chemine dans les fissures du massif en remontant le courant d'air.

Le charbon s'éboule sur une hauteur de plusieurs mètres lors de l'avancement des travaux. Il faut reprendre presque toute la tranche par une petite taille chassante avec gradins droits (22). Le charbon éboulé et les cendres servent à constituer un remblai dont les éléments solidarisés par injection de ciment forment un béton combustible. (Fig. 9 hors texte).

La plupart du temps, après quelques heures de travail, le charbon surplombant les travaux reprend feu : il faut l'arroser au moyen de lances ou évacuer le chantier et étouffer le feu par injection d'azote (1000 à 2000 m<sup>3</sup> chaque nuit, du 18 décembre au 13 février). Le 15 février, le dégagement de chaleur et de CO devenant de plus en plus abondant, on décide de noyer le chantier jusqu'au niveau de 135 m.

L'eau envoyée par les atomiseurs après la fermeture du serrement (25) monte facilement en 12 heures jusqu'à 5 m au-dessus du niveau du sol de la galerie de 146 m : celle-ci est donc étanche. Il est par contre impossible de dépasser un niveau de 5 m 50 (cote 142,50 m) : il y a une fuite dans la partie inférieure de la taille, et, en effet, les eaux reviennent (50 m<sup>3</sup>/h) par la galerie de 154 m (28) (retour des gaz du chantier 1). Cette galerie sera obturée dans la suite par un bouchon de ciment pour neutraliser la fuite.

Après vidange et ventilation du chantier, on reprend le déblaiement. On lutte contre le feu au moyen de lances d'arrosage.

La dernière phase des travaux consiste à creuser, à la partie supérieure du chantier de déblaiement, un petit passage vers le pied de la taille. Le charbon surplombant, assez lissuré, est solidifié par injection de ciment. L'ouvrage atteint l'extrémité de la recoupe au niveau de 135 m (19) et les trous de sonde qui y sont établis ; ces trous de sonde ont probablement favorisé le cheminement du feu.

On peut, au fur et à mesure de l'avancement des travaux, constater l'amélioration progressive du passage de l'air à travers le chantier. On est même obligé de limiter le débit d'air aspiré pour éviter d'activer la combustion.

Les travaux de rétablissement étant achevés au niveau de 146 m, on place dans la galerie et dans le petit passage du pied de taille (22) des tuyaux de 5 m de longueur et 300 mm de  $\phi$ , percés de nombreuses ouvertures et destinés à maintenir ouvert un passage pour les gaz, même en cas d'éboulement de la galerie.

Les atomiseurs sont remplacés. Leur fonctionnement a donné lieu à des ennuis nombreux entre le 6 novembre et le 6 décembre. Au moment de l'allumage du 6 novembre, des quantités importantes de goudron se sont dégagées et ont été entraînées par l'eau des pulvérisateurs. Cette eau circule, partiellement du moins, en circuit fermé : du goudron s'est accumulé dans les conduites d'alimentation avant qu'on ait pu intervenir, provoquant leur obstruction périodique. Les arrêts des atomiseurs dus

à cette cause ne sont sans doute pas étrangers à la propagation du feu dans la galerie de base.

Les nouveaux atomiseurs sont du même modèle que les anciens. Ils sont plus robustes et plus largement dimensionnés. Ils sont moins sujets au bouchage, l'espace libre entre l'ajutage et la tête hémisphérique ayant été augmenté. Ils ne sont plus montés par rampes : sur chaque tuyau d'alimentation, il n'y a plus qu'un pulvérisateur. Ces nouveaux atomiseurs ne causeront plus de difficultés dans la suite.

L'étanchéité du serrement (29) fermant la galerie au niveau de 154 m, est améliorée par des injections de béton, et le nouveau serrement de 100 m (13) est achevé.

Le 15 avril, la disposition des conduites est modifiée de façon à rétablir le circuit de gaz dans le sens normal (entrée d'air à 100 m).

Pendant une semaine, on marche en aspiration (gaz composé de CO<sub>2</sub> + O<sub>2</sub> + N<sub>2</sub>) pour permettre l'achèvement de quelques travaux accessoires et la réalisation d'essais de ventilateurs et d'étanchéité. Ensuite, du 23 au 28 avril, le débit d'air est porté progressivement de 3500 à 11000 m<sup>3</sup>/h, puis maintenu entre 8000 et 11000 m<sup>3</sup>/h jusqu'au 1<sup>er</sup> mai. Cette opération n'a d'autre effet que de faire passer la teneur en CO<sub>2</sub> du gaz de 11 à 13 % et l'O<sub>2</sub> de 9 à 7 %, sans faire apparaître plus de 2 % de combustibles.

Le 29 avril cependant, pour essayer l'installation d'oxygène, on envoie dans la mine, à plusieurs reprises, des débits allant jusqu'à 4000 m<sup>3</sup>/h d'oxygène dans 7500 m<sup>3</sup>/h d'air.

Ces essais durent chaque fois quelques dizaines de minutes ; le gaz produit contient jusqu'à 21 % de CO<sub>2</sub> avec 4 % de CO.

Les pyromètres (dont la plupart sont fort irréguliers) semblent indiquer que la zone la plus chaude se situe vers le niveau de 135 m. Pour obtenir une gazéification satisfaisante, il faudrait faire remonter le feu vers l'amont. Il est donc nécessaire de se rendre compte de l'état où se trouve l'installation d'allumage (8) de la tête du chantier.

La taille est mise en dépression (ventilateurs aspirants seuls en marche), on ouvre les serrements à 100 m et on pénètre (en rouvrant le trou d'homme du puisard n° 1) dans le carneau (7) et la chambre de combustion (8), qui sont pratiquement intacts. Un peu de mortier a fondu cependant à la partie supérieure de la chambre de combustion et a coulé sur les briques en formant une espèce de vernis.

L'installation d'allumage, endommagée par les fortes températures, est remplacée : le brûleur à mazout avait fondu.

À l'extrémité du carneau (7), la tête de taille est accessible : le charbon est brûlé sur 2 à 3 m, le toit est descendu sous forme de grandes dalles, laissant des vides entre les éboulis, ce qui permet au regard de plonger à une distance de 3 à 4 m. On ne voit guère de cendres. Sur le sol (toit géologique de la couche renversée) un peu de charbon a échappé à la combustion. La température est de l'ordre de 40 — 50° (Fig 11).



Fig. 11. — Tête de taille. - Mai 1950.

Le charbon, à la tête du panneau, paraît un peu écrasé, mais nullement cokéfié. Les roches montrent peu de traces de l'action du feu qui n'a sans doute guère séjourné longtemps à cet endroit.

Cependant une ouverture, creusée quelques jours plus tard dans la paroi du carneau à quelques mètres de l'extrémité, découvre du charbon incandescent à 0,70 m de profondeur.

Le feu semble avoir contourné le carneau : au-dessus de celui-ci, la queuevée formée par le plissement de la veine a brûlé, laissant une excavation longue de plusieurs mètres au-dessus de la voûte intacte.

C'est là sans doute l'origine du CO détecté dans la voie de 100 m le 9 novembre : à cause des fortes pressions utilisées pour forcer le passage de la taille, le comburant oxygéné a filtré à travers les maçonneries et les roches vers la galerie de 100 m (9), brûlant le charbon sur son passage. Les gaz formés ont contourné le serrement (11) par les fissures du terrain.

c) *Deuxième période active (11-5-50 — 19-5-50).*

Le chantier est refermé le 9 mai. Les essais de ventilateurs effectués le lendemain montrent que les débits entrée et sortie s'équilibrent approximativement pour un régime de pressions tel que le niveau de 135 m se trouve à peu près à la pression atmosphérique. Il est donc probable que la fuite principale se trouve à ce niveau.

Elle fait probablement communiquer la taille actuelle avec le chantier n° 1. Pour réduire l'importance des pertes se produisant par cette voie, on procède au bétonnage de la galerie de 154 m (28) (voie de base du chantier n° 1) au moyen d'un trou creusé à partir de la tête du plan incliné (27) et aboutissant derrière le serrement (29) qui ferme la galerie de 154 m.

Le chantier est rallumé le 11 mai, à 10 h 30, au moyen d'un débit d'air (non suroxygéné) de 9000 m<sup>3</sup>/h, chauffé par la combustion de 500 l/h de mazout. Ce débit d'air passe dans la taille avec une perte de charge de 2000 mm de H<sub>2</sub>O. Les gaz sortants contiennent 15 % CO<sub>2</sub> et 3 % O<sub>2</sub>. Les

pyromètres du niveau 115 m montent régulièrement jusque vers 750°. Ceux du carneau dépassent 1200°, puis cessent de fonctionner.

Ce régime est maintenu pendant deux jours. Le 13 mai, entre 16 h 30 et 20 h 30, le débit d'air tombe spontanément de 8000 à 4000 m<sup>3</sup>/h, malgré une pression entrée de plus de 3 m d'eau. Il remonte ensuite, vers 22 h 30, par paliers, jusqu'à sa valeur primitive de 8000 m<sup>3</sup>/h.

A 1 h, le 14, la conduite de mazout se rompt et débite à gueule bée jusqu'à 8 h du matin.

Ces incidents correspondent à l'éboulement de la chambre de combustion (8) et à la rupture de la canalisation d'air (10) (voir paragraphe suivant). A partir de ce moment, l'air ne pénètre plus dans la taille par la voie normale, mais passe directement de la voie de tête (9) dans le chantier par les fissures du terrain.

Pendant la journée du 14, le CO<sub>2</sub> diminue au profit de l'O<sub>2</sub> dans le gaz sortant : dans la soirée du 15, ces deux composants représentent chacun 10 % du gaz total.

Après une journée consacrée à des essais divers (ventilateurs, installation d'oxygène) et un préchauffage de la conduite d'air pendant quelques heures (4000 m<sup>3</sup>/h d'air à 200°), ont lieu successivement, le 17 mai, de 18 à 24 h, des essais de courte durée à l'air suroxygéné (2 heures), à la vapeur (1 heure), avec vapeur + oxygène (1/2 heure), à l'air suroxygéné (1 1/2 heure) et à la vapeur (1/2 heure).

Ces manœuvres ne provoquent pas la production de gaz combustibles, mais uniquement l'apparition de fortes quantités de CO<sub>2</sub> (jusqu'à 60 %).

On tente ensuite un essai de soufflage discontinu : de minuit jusqu'à 14 heures se succèdent des phases d'une heure avec débit maximum (10000 m<sup>3</sup>/h d'air froid) et une demi-heure d'arrêt.

La composition du gaz n'évolue guère : 79 % N<sub>2</sub>, 12 % CO<sub>2</sub>, 8 % O<sub>2</sub>. Le début des phases de soufflage chasse du chantier de faibles quantités de CO<sub>2</sub> et de combustibles (au plus 3 %) accumulées pendant les arrêts.

Après des tentatives infructueuses pour localiser les rentrées d'air du circuit, on décide, le 19 mai, de rouvrir les sernements (11-13) pour reconnaître l'état de la galerie de 100 m et de l'installation d'allumage.

d) *Travaux de reconnaissance à 100 m (19-5-50 — 31-8-50) (Fig 9 hors texte).*

Dès que l'abaissement de la température le permet, on entame les travaux de remise en état : le chantier est soumis à l'action des ventilateurs aspirants. La galerie de 100 m est aérée par un courant d'air dérivé sur le circuit de ventilation générale, la conduite de comburant (10), découplée, servant de retour d'air.

Les principales observations recueillies au cours de ces travaux sont les suivantes :

- 1) Un feu s'est déclaré en couronne de la galerie, entre le serrement (11) et le puisard n° 5. La galerie est en partie obstruée par des éboulis

incandescents. Ce feu est défourné et son emplacement bétonné. Le toit de la galerie (9) est consolidé par des injections de ciment.

- 2) La partie de galerie située en aval du puits n° 5 est éboulée ; le puisard est lui-même complètement obstrué par les éboulis. La conduite d'air (10) est fondue et déchirée au droit du puisard, les tôles de revêtement et les cadres de soutènement de la galerie sont déformés par le feu. La galerie est relevée, puis reboisée ; le puisard n° 5 est déblayé.
- 3) La tuyauterie du brûleur et le brûleur sont très altérés par fusion, la chambre de combustion (8) est éboulée et remplie de scories et le carneau (7) est colmaté sur toute sa longueur par une espèce de lave vitreuse et noire renfermant des intercalations solides.

De ces observations, il résulte que l'explication la plus vraisemblable des phénomènes observés au cours de la période d'allumage (15—14 mai) est la suivante :

La température élevée régnant dans la chambre de combustion au moment de l'allumage a entraîné la fusion du béton injecté entre la roche et les parois de la chambre lors de sa construction ; la masse liquide a envahi la chambre et s'est écoulée dans le carneau, entraînant avec elle des morceaux de briques demeurés à l'état solide. Cette obstruction rend compte de l'élévation de pression et de la baisse de débit observées brusquement le 13, entre 16 et 20 h.

Le rétablissement du débit d'air est dû à la rupture de la canalisation d'air, soit sous l'effet de l'éboulement au droit du puisard (5), soit, plus vraisemblablement, sous l'action de l'échauffement provoqué par la combustion du mazout dans le puisard. La rupture de la canalisation de mazout observée ultérieurement est due sans doute à l'éboulement du puisard (5).

Le feu déclaré au toit de la galerie s'explique, ainsi qu'au premier allumage, par le dégagement des fumées très chaudes, oxydantes et sous pression, de la chambre de combustion. Il est même possible qu'il se soit amorcé avant l'éboulement, et ait été lui-même la cause de cet éboulement.

Quel que soit l'ordre chronologique exact des différents phénomènes observés : éboulement, feu, obstruction de la chambre de combustion, ils semblent bien tous résulter de la température trop élevée qui a régné dans la chambre de combustion. Ils ont été aggravés par la présence de charbon au voisinage de celle-ci.

Devant l'importance des dégâts subis par le brûleur et la chambre de combustion, on renonce à les remettre en état. On s'efforce d'abord de rétablir le passage du courant d'air. On débouche les puisards 1, 2, 3, 4. Sous les puisards 1, 3, 4 sont creusées des reconnaissances descendant dans la partie supérieure du panneau et prolongées elles-mêmes par des trous de sonde. (Fig 9).

Les reconnaissances n° 1 et 3 traversent une zone complètement brûlée. (Fig. 12).

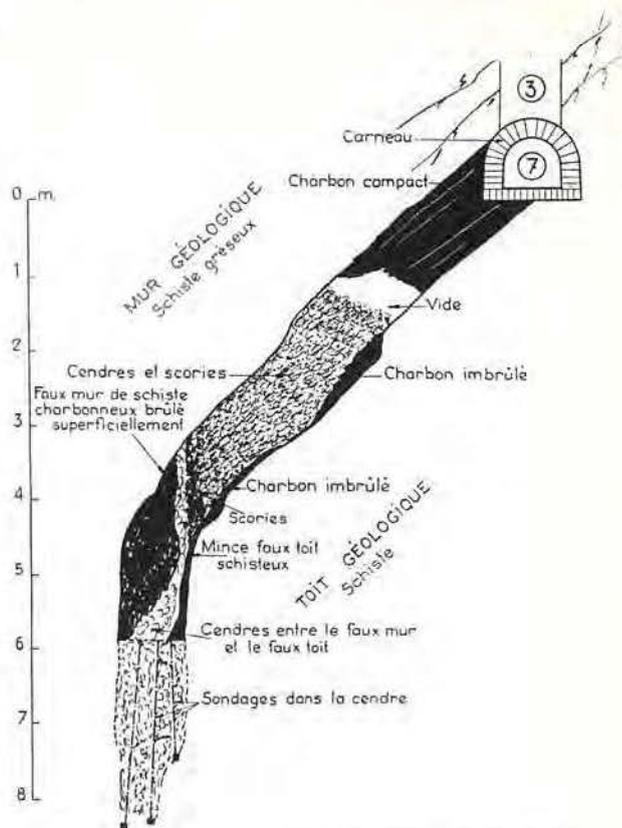


Fig. 12. — Coupe au niveau de 100 m. - Juillet 1950.

Sous le carneau, une tranche de charbon de 1,50 m environ est restée intacte. Plus bas ne subsiste qu'un amoncellement de cendres scorifiées mêlées de débris de schiste cuits, avec des lentilles de charbon non brûlé. De nombreuses crevasses, de quelques millimètres à 20 cm de largeur, traversent la masse. Le feu couve dans les îlots de charbon restés dans la scorie.

La reconnaissance creusée sous le puisard n° 4, prolongée jusqu'à l'extrémité de la recoupe de 115 m (17), reste entièrement en charbon (20), quoique la température élevée indique la proximité du feu qui apparaît souvent dans les trous de sonde et les crevasses.

La teneur en éléments combustibles du gaz aspiré par la base du chantier est négligeable. On attribue ce résultat au fait que le courant gazeux s'éparpille en grande partie dans le remblai de scories poreux, situé en arrière de la zone de feu, sans pénétrer dans le charbon lui-même. Des essais d'embouage de l'arrière-taille sont effectués en vue de remédier à cette situation. Ils sont décrits et discutés au chapitre 5. L'effet de l'embouage demeurant peu sensible, on décide d'utiliser la reconnaissance n° 4 comme nouvelle taille de feu (20). Celle-ci est creusée dans le charbon frais à 3 m en arrière de la position présumée de l'ancien front de feu, et se prolonge, par les fissures du charbon, vers la partie inférieure de l'ancienne taille (14). Cet ouvrage, achevé le 30 août, doit être évacué à la

TABLEAU XXII

Date	Heure	Comburant		Gaz								
		Nature	Débit	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	CO	H <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub>	PCS	PCI	Débit
1 <sup>er</sup> septembre	0 h — 8 h	Air (8 h)	6.500	8,8	7,2	5,7	3,8	1,0	73,5	383	355	5.000
	8 h — 22 h	Alternativement Air (2 h)	6.500	9,2	5,5	5,7	4,4	0,3	74,9	335	311	5.500
		Vapeur (1 h)	5.500	12,2	7,1	9,5	23,2	2,0	46,0	1.185	1.054	1.000
2 septembre	22 h — 14 h	Alternativement 30% O <sub>2</sub> (2 h)	6.400	13,0	8,8	7,2	5,4	0,4	65,2	420	390	5.500
		Vapeur (1 h)	5.500	15,8	8,1	10,5	24,3	4,4	36,9	1.476	1.318	1.000
	14 h — 23 h	30% O <sub>2</sub> (9 h)	6.400	13,5	9,9	4,0	4,2	0,2	68,2	274	255	5.000
5 septembre	23 h — 10 h	Air (11 h)	6.500	8,5	7,9	2,5	2,6	0,2	78,2	180	165	4.500
	10 h — 11 h 30	Vapeur (1 ½ h)	6.000	14,5	6,8	7,9	16,7	4,5	49,6	1.176	1.053	2.000
	15 h — 16 h	Air	4.000	7,5	8,3	1,7	2,0	0	80,5	112	105	3.700
	22 h — 24 h	O <sub>2</sub> avec bourrage de vapeur	800	51,3	17,6	6,1	10,2	3,7	11,1	847	762	800
		O <sub>2</sub> + vapeur	2.000 + 5.500	44,5	19,9	30,6			5,0	1.100	1.000	1.000
4 sept.	8 h	Air	1.000	13,5	6,6	1,6	4,8	0,7	72,8	261	231	800

hâte à cause du feu qui se ranime dans les crevasses. La conduite d'air (10) est raccordée sur l'entrée du puisard n° 4, qui est tubé jusqu'au niveau du carneau (7). L'extrémité de la galerie (9) et les puisards 1, 2, 3 sont remblayés hydrauliquement au sable.

e) *Troisième période active (1<sup>er</sup>—6-9-50).*

L'allumage est réalisé au moyen d'un bûcher entassé dans la taille de feu et amorcé par 10 bombes incendiaires allumées électriquement. Le bûcher est mis à feu le 1<sup>er</sup> septembre, à 0 h 50. Le débit d'air initial de 1.000 m<sup>3</sup>/h est porté progressivement à 6500 m<sup>3</sup>/h vers 2 heures du matin (pression entrée : 3200 mm H<sub>2</sub>O, sortie : 0).

Le chantier fonctionne pendant six jours. Cette période se divise en plusieurs séries d'essais (Tableau XXII) :

*Le 1<sup>er</sup> septembre* : soufflage alternatif d'air (2 heures) et de vapeur (1 heure). On obtient des pouvoirs calorifiques de 350 et 1200 cal/m<sup>3</sup> respectivement. La formation de gaz à l'eau n'est cependant sensible que si le débit de vapeur est suffisant (5000 Nm<sup>3</sup> ou 4000 kg/h).

*Le 2 septembre* : soufflage alternatif d'air sur-oxygéné (50 % O<sub>2</sub>) et de vapeur, donnant 420 et 1500 cal/m<sup>3</sup>.

*Le 5 septembre* : essais avec vapeur et air sur-oxygéné. Les résultats obtenus sont moins favorables que les précédents,

On modifie les tuyauteries de façon à créer dans le sas formé par l'extrémité de la galerie de 100 m (9) un bourrage de vapeur en surpression neutralisant les fuites éventuelles (17 h). On envoie ensuite successivement de l'air, de l'oxygène et de la vapeur dans le chantier. On obtient ainsi un gaz à 50 % de composants combustibles, mais les données manquent sur la fin de la période (analyseurs hors service).

*Le 4 et le 5 septembre* : le chantier reste en veilleuse. Une dernière injection d'oxygène pur le 5, de 17 à 24 h. ne donnera que des fumées à 60 % CO<sub>2</sub> et 35 % O<sub>2</sub>.

*Le 6 septembre* : à 22 heures, les travaux d'extinction débutent par un envoi d'eau de 16 m<sup>3</sup>/h.

Le colmatage du remblai limite la quantité d'eau pénétrant dans la taille et ralentit le refroidissement du chantier.

f) *Visites du chantier après les essais.*

Le 18 octobre, on peut descendre dans le puisard n° 4. Sous le niveau du carneau, il est éboulé et rempli de charbon à moitié brûlé et de cendres. De part et d'autre du puisard, l'affaissement du charbon a laissé un vide sous le carneau. Plus bas, il n'y a plus que des cendres et des scories : tout le charbon est brûlé.

Après la visite de l'étage de 100 m, on inverse le sens du courant d'air pour reconnaître l'état de la galerie de 146 m (début novembre).

Celle-ci est intacte, les atomiseurs sont en parfait état.

Le front de la galerie est couvert par des éboulis (cendres et schistes) en menus morceaux, provenant des gradins du pied de taille (22). La dernière bèle est légèrement déformée par le feu, mais est restée en place.

On ouvre le revêtement à la couronne de la galerie pour constater l'étendue de la zone brûlée. Le béton de charbon, constituant la partie inférieure du panneau, est complètement brûlé jusqu'à une douzaine de mètres en arrière du pied de taille, laissant un massif cohérent de cendres.

A 15 m du front de la galerie est amorcée une petite reconnaissance montant dans le béton de charbon. Elle aboutit presque immédiatement dans des cendres meubles. Les front de charbon semble monter obliquement sous une forte inclinaison.

### 3. — Résultats.

a) *Circulation du courant gazeux dans la taille*

La circulation du courant gazeux a été troublée par trois espèces de phénomènes :

- α L'obstruction de la taille par un éboulement dès le début de l'essai,
- β Le défaut d'étanchéité,
- γ La dérivation du comburant en arrière de la zone de feu.

α *Eboulement initial.*

L'obstruction de la taille, dans la nuit du 6 au 7 novembre 1949, a empêché la mise en régime normale du chantier et en a compromis le fonctionnement régulier.

Les prises de pression placées dans la taille montrent, aussitôt après l'éboulement, que la plus grosse partie de la différence totale de pression appliquée à la mine (4.400 mm H<sub>2</sub>O) se produit entre les niveaux de 100 et 115 m.

Comme le carneau (7) est resté intact (visite du 2 mai à 100 m), l'obstruction provient vraisemblablement d'un éboulement massif de la partie supérieure de la taille, fermant le passage de 0,50 m laissé entre le charbon et le remblai.

Il s'agit probablement d'un éboulement de charbon. Les manœuvres tentées immédiatement après l'incident (7 — 9 novembre) n'ont pas réussi à le percer. Le bouchon a cependant été brûlé peu à peu, ou contourné grâce à la fissuration du massif, pendant les mois suivants. En effet, après les travaux de remise en état à 146 m (fin avril) la résistance du chantier est redevenue normale (Tableau XXIII).

TABLEAU XXIII

Jour	Heure	Pe	Ps	Qa
6-11-49	22 h 30	+ 1.200	— 640	9.000
	24 h 00	+ 3.200	— 1.200	3.800
7-11-49	9 h 30	+ 700	— 900	1.400
9-11-49	9 h 30	+ 720	— 1.400	2.100
25- 4-50	12 h 00	+ 430	— 100	3.800
26- 4-50	20 h 00	+ 2.200	— 300	9.000
28- 4-50	0 h	+ 2.800	— 400	11.000

Il est extrêmement hasardeux d'établir une relation quelconque entre le débit et la dépression totale appliquée au chantier : l'importance des fuites et des rentrées d'air est telle qu'elle fausse dans une mesure importante les chiffres de débit.

Les chiffres obtenus représentent donc le comportement global du chantier, et non pas celui de la taille de feu proprement dite.

Si l'on met la relation débit-pression sous la forme  $Q = h^k$  ( $Q$  en  $m^3/h$ ,  $h$  en  $mm H_2O$ ), on constate que l'exposant  $k$  reste très proche de 0,5. L'écoulement se rapproche donc du type turbulent.

La constante  $A$ , par contre, est très variable : elle vaut 260 le 6 novembre 1949, au moment de l'allumage, et tombe à 67 après l'obstruction initiale.

Lors de la remise en marche du chantier fin avril, elle s'établit à 190 et reste assez proche de cette valeur pendant le deuxième allumage et les mois suivants. Les essais de colmatage hydraulique provoquent plusieurs étranglements de la section. Enfin, au troisième allumage (début septembre 1950), la constante  $A$  vaut 120, ce qui signifie que 6.500  $m^3/h$  environ passent sous une pression de 3.000  $mm H_2O$ .

Les valeurs de  $A$  données ici ne peuvent être comparées avec celles de l'essai I, puisque la valeur de  $k$  n'est plus la même. En effet, pour des pressions analogues, le chantier actuel laisse passer des débits inférieurs à ceux de l'essai I. Sous une pression entrée de 3.000  $mm H_2O$ , passent de 6.500 à 11.000  $m^3/h$  d'air au lieu de 10.000 à 14.000  $m^3/h$ .

#### $\beta$ Défaut d'étanchéité du chantier.

Le chantier présente des fuites très importantes. La plus importante est située certainement à la partie inférieure de la taille (14) et fait communiquer celle-ci avec le chantier de l'essai I et l'ancienne voie de base (28), comme cela a été démontré lors de la tentative de noyage de la base du chantier (13 février).

Elle est telle que, lorsque le chantier est tout entier en dépression (ventilateur aspirant seul en action), le débit d'entrée ne représente qu'une très faible fraction du débit de sortie. On a réduit l'importance de cette fuite :

— d'une part en bétonnant l'ancienne voie de base à 154 m (28), ce qui n'a eu qu'un effet médiocre ;

— d'autre part en réglant les ventilateurs aspirants et soufflants au cours de la 2<sup>me</sup> période active, de telle sorte que la pression soit voisine de la pression atmosphérique vers le niveau 135 m.

Une autre fuite importante s'est manifestée dès le début de l'essai autour du serrement de 100 m (11) ; elle a pu être neutralisée efficacement par la suite, grâce à un nouveau serrement (13) solidarisé avec les terrains encaissants par des injections de ciment.

Au total, les fuites ont perturbé considérablement la marche de l'essai et le trajet des gaz a été très différent de celui que l'on se proposait de réaliser.

L'existence de ces fuites, qui se sont produites principalement à travers le terrain et non à travers les serrements eux-mêmes, semble devoir être attribuée aux facteurs suivants :

- l'existence d'un dérangement tectonique à la tête du chantier ;
- le passage de deux exploitations sous le chantier, quelques mois avant sa mise à feu, et les affaissements de terrain subséquents ;
- la proximité du chantier I, partiellement éboulé et imparfaitement éteint ;
- le délai de plusieurs mois, écoulé entre la préparation du chantier II et sa mise à feu ;
- le creusement dans le massif de recoupes et d'innombrables trous de sonde nécessaires au logement des pyromètres.

Tous ces facteurs ont favorisé la fissuration du terrain dans et autour du panneau de gazéification.

#### $\gamma$ Dérivation du comburant en arrière de la zone de feu.

Lorsque le chantier est totalement ou partiellement en dépression, la teneur en oxygène du gaz, restée élevée pendant presque toute la durée de l'essai, peut s'expliquer par des rentrées d'air. Cependant, même lorsque le chantier est complètement en surpression par rapport à l'atmosphère de la mine, le gaz contient encore de fortes proportions d'oxygène.

Les rentrées d'air ne sont donc pas seules responsables de la dilution du gaz. Celle-ci est due en partie au fait que le comburant réagit incomplètement avec le charbon, par suite de la température relativement basse du chantier et de l'insuffisance du débit : les variations de la teneur en  $O_2$  en fonction du débit en sont une preuve. Mais il subsiste encore de l'oxygène dans le gaz après des périodes prolongées de chauffage, avec les débits les plus intenses réalisés au cours de l'essai et avec les comburants les plus actifs. Il faut donc admettre qu'une partie du comburant traverse le chantier du serrement d'entrée au serrement de sortie sans entrer en contact avec le charbon et parcourt des circuits dérivés. Ce comburant, comme d'ailleurs les rentrées d'air, peut non seulement diluer le gaz, mais encore le brûler partiellement.

D'une part, la zone dérangée, le long de la voie de tête, n'est sans doute pas étanche : le comburant peut pénétrer en ce point dans le chantier n° 1 et rejoindre ensuite le circuit normal par la fuite signalée entre les niveaux de 135 m et 146 m.

D'autre part, le remblai de scorie laissé par la combustion de la couche est sillonné de crevasses, pouvant atteindre une vingtaine de centimètres de largeur, comme l'ont montré les travaux de reconnaissance à 100 m.

Aux mois de juillet et août 1950, plusieurs tentatives sont faites pour colmater ce remblai poreux.

On essaie d'abord d'injecter dans le remblai, par l'extrémité de la galerie de 100 m (9), de l'eau chargée de sable ( $50 \text{ m}^3$  d'eau). Il est impossible

de faire pénétrer ce sable à plus de quelques mètres de profondeur dans la scorie, la partie supérieure s'obstruant trop rapidement. On est même obligé, pour contourner cette obstruction, de creuser un passage sous le puisard n° 1. Dans la suite, on se contente la plupart du temps d'envoyer par ce passage de l'eau pure ou chargée d'argile :  $5100 \text{ m}^3$  sont ainsi injectés du 19 au 25 juillet. On ne peut guère y ajouter plus de  $50 \text{ m}^3$  d'argile, le remblai se colmatant trop rapidement, comme avec l'emploi de sable.

Il faut déverser  $1.500 \text{ m}^3$  d'eau en tête de taille avant de voir revenir ces eaux à 146 m : une partie a dû être évaporée, une autre a été absorbée par le remblai et une autre enfin a sans doute disparu par les fissures du terrain, confirmant la possibilité d'une dérivation du courant gazeux vers l'ancien chantier.

L'effet du remblayage proprement dit paraît très limité. L'injection d'eau est bien suivie d'un accroissement de la teneur en éléments combustibles du gaz. (Par exemple, l'injection massive de  $1.500 \text{ m}^3$  d'eau, le 19 juillet, fait monter brusquement de 2 à 6 % la proportion de combustibles dans le gaz, tandis que le débit tombe de  $5.000 \text{ m}^3/\text{h}$  à  $3.000 \text{ m}^3/\text{h}$  pour une aspiration constante de  $700 \text{ mm H}_2\text{O}$  à la base du chantier). Mais cette modification de la composition du gaz est vraisemblablement due essentiellement à la réaction de l'eau injectée sur le charbon incandescent. L'augmentation de la teneur en  $H_2$  du gaz est en effet beaucoup plus nette que celle de  $CO$ .

TABLEAU XXIV.

	$CO_2$	$O_2$	$CO$	$H_2$	$CH_4$	$N_2$
Avant l'injection d'eau	4	16	1	0,5	0	78,5
Après l'injection d'eau	8,2	12,0	1,7	3,2	0,4	74,5

Le 24 juillet, les combustibles atteignent 7 %, le  $CO_2$  10 % et l' $O_2$  descend à 8,5 %, mais on ne peut obtenir un épuisement plus complet.

L'amélioration du gaz n'est que passagère ; au début de l'injection, la taille est assez chaude pour vaporiser et décomposer une partie de l'eau injectée, puis elle se refroidit et la production de gaz cesse.

Si la présence d'eau rend le remblai temporairement un peu moins perméable aux courants dérivés, le refroidissement de la taille réduit cet avantage à néant.

Enfin l'eau ne réalise pas non plus un colmatage de l'arrière-taille par transport de matière au sein même du remblai : on aurait dû, dans ce cas, observer un effet plus durable après les injections.

#### b) Localisation du feu.

Les indications que fournissent les nombreux pyromètres placés dans la couche sont décevantes.

La plupart d'entre eux n'ont fonctionné que d'une façon tout à fait irrégulière, et l'ordre même dans lequel ils ont « démarré » est trop fantaisiste pour qu'il soit possible d'en tirer une vue d'ensemble cohérente sur le déplacement du feu.

Leur fonctionnement est troublé par de nombreuses causes : phénomènes d'électrolyse dus à l'eau acide de la mine, détérioration de l'isolement des câbles caoutchoutés, cheminement du feu dans les fissures et les trous de sonde, efforts mécaniques dus aux mouvements de terrain etc.

Les fils des couples chromel-alumel ou platine-platine rhodié mesurent 1 m de longueur entre leur soudure et leur jonction avec les conducteurs de cuivre des câbles de raccordement. Ils mesurent donc en fait la différence de température entre une soudure chaude et une soudure froide distantes de 1 m ou, si l'on veut, le gradient de température entre ces points.

Comme les couples sont alignés dans chaque trou de sonde, on peut théoriquement passer, par

intégration graphique, des gradients aux températures.

En fait, la répartition des températures dans le massif n'est pas assez régulière pour rendre satisfaisante cette façon de procéder.

De l'observation des pyromètres, il semble seulement ressortir que, pendant les premières semaines de l'essai, le foyer le plus actif se trouve au niveau de 115 m. Pendant le mois de décembre (incendie dans la galerie de base et marche en aspiration), un foyer semble se développer à 135 m, en face de la rentrée d'air provenant du chantier I. Le niveau de 125 m semble nettement moins actif.

Pendant les mois suivants, seul le niveau d'activité plus ou moins élevé des pyromètres de chaque étage permet de se faire une idée qualitative fort vague de l'intensité du feu aux différents niveaux.

Les pyromètres de 135 m accusent des variations désordonnées quand les travaux de remise en état approchent du pied de taille. Ils subissent probablement l'action des lances d'arrosage.

À la reprise du soufflage (23 avril — 1<sup>er</sup> mai), on constate une recrudescence d'activité des pyromètres de 115 m. Il en est de même lors du deuxième allumage (11 — 17 mai).

Les essais de colmatage hydraulique provoquent à leur tour des variations brusques des pyromètres du niveau 115 m.

Les injections d'eau ont encore un autre effet. La température des gaz sortant de la taille monte passagèrement à chaque injection, par exemple de 50° (valeur normale) à 70 ou 80°. Ce phénomène, à première vue assez paradoxal, indique que l'eau traversant la taille réalise un transport de calories de la zone en ignition à la sortie du chantier :

- soit par vaporisation : les gaz sortant de la taille sont chargés de vapeur d'eau et ne peuvent donc plus évaporer l'eau des atomiseurs qui perdent par conséquent leur efficacité ;
- soit par formation de gaz à l'eau dans les zones chaudes et recombustion de ce gaz, avec dégagement de chaleur sensible, dans la partie aval du chantier.

Lors de la préparation du troisième allumage, on retrouve les câbles des pyromètres de 115 m fortement endommagés par le feu qui a cheminé dans les trous de sonde.

Pendant les longues périodes à faible débit, correspondant aux travaux effectués dans le panneau, on ne peut guère parler d'une « zone de feu », mais plutôt d'une succession de points chauds irrégulièrement distribués. Le feu et les gaz chauds se glissent dans les fissures du charbon et notamment dans les trous de sonde, comme on a pu le constater bien souvent lors des travaux de déblaiement. Dans ces conditions, l'expression « répartition des températures dans le massif » perd sa signification.

Au total, les résultats les plus saillants nous paraissent être :

- l'émiettement de la zone de feu qui est loin de former un tout géométriquement continu ;
- le déplacement du feu vers l'aval lors de la première phase active (novembre 1949) ;
- la remontée à contre-courant du feu dans les fissures du charbon, sous débit d'air réduit, pendant les travaux de remise en état ;
- l'influence des rentrées d'air sur la localisation et la propagation du feu.

Ces résultats confirment les observations recueillies au cours du premier essai.

### c) Composition du gaz.

Seule la marche à l'air a pu être maintenue pendant de longues périodes, encore qu'on n'ait pas toujours été maître du débit, par suite de nombreux incidents relatés dans le journal. Les marches à l'air suroxygéné, à l'oxygène + vapeur d'eau ou à l'air + vapeur ont été expérimentées pendant des périodes relativement courtes à des moments différents de l'essai ; elles n'ont donc pu donner que des indications qualitatives qu'il convient d'interpréter avec prudence.

#### α Marche à l'air.

Des observations recueillies tout au long de l'essai, on peut dégager deux conclusions essentielles :

#### 1) Influence du débit :

- Quel que soit le moment de l'essai considéré, l'accroissement du débit se traduit toujours par une modification de la composition du gaz dans le sens suivant :
- la teneur en CO<sub>2</sub> augmente rapidement et atteint un maximum après deux ou trois jours de débit élevé ; elle décroît ensuite légèrement ;
  - la teneur en oxygène subit des variations analogues, mais en sens inverse ;
  - la somme CO<sub>2</sub> + O<sub>2</sub> demeure relativement constante et, en général, légèrement inférieure à 21 %, ce qui est l'indice d'une combustion partielle des matières volatiles du charbon.

Lorsque le débit est ramené à une valeur plus faible, la teneur en CO<sub>2</sub> décroît progressivement et se stabilise après une ou des semaines à un niveau correspondant à la situation antérieure (avant l'accroissement du débit). La teneur en éléments combustibles, toujours très faible, suit une évolution analogue. (voir diagramme général).

L'influence du débit peut être illustrée par le tableau XXV :

TABLEAU XXV.

Périodes de soufflage		Date	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	CO + H <sub>2</sub> + CH <sub>4</sub>
23-30 avril	avant	23 avril	9	11	2
	pendant	27 avril	13	7	5
	après	10 mai	6	15	1
11-15 mai	avant	10 mai	6	15	1
	pendant	15 mai	15	3	1
	après	13 juin	5	15	1
20-25 juillet	avant	19 juillet	4,5	16	2
	pendant	22 juillet	8	12	4
	après	10 août	4	16	2

Elle résulte sans doute de l'augmentation de la turbulence du courant gazeux et de la température du massif sous les débits élevés, et des modifications dans le régime des rentrées d'air. Ce phénomène est à rapprocher de l'épuisement de l'oxygène, observé pendant les périodes à grand débit de l'essai 1.

Si l'épuisement total n'a pu être obtenu ici, cela tient sans doute non seulement à une température et à un débit insuffisants, mais aussi, et dans une mesure importante, aux rentrées d'air

et aux dérivations du comburant dans l'arrière-taille.

#### 2) Dégradation progressive du gaz.

Des éléments combustibles n'ont été recueillis dans le gaz qu'au début de la première et de la troisième période active, alors que la taille de feu était bordée par un massif de charbon frais et relativement peu fissuré. C'est ainsi que les périodes à faible débit, du 7 au 8 novembre et du 9 au 15 novembre, succédant au premier allumage et au premier essai à l'air suroxygéné, ont donné les résultats suivants :

TABLEAU XXVI.

Périodes	Pe	Ps	Qa	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	CO	H <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub>	PCS	PCI
du 7-11-49 à 12 h 30 au 8-11-49 à 16 h 30	+650	-1000	2.000	7.7	10.5	3.5	2.5	1.0	75.0	277	256
du 9-11-49 à 6 h 30 au 13-11-49 à 18 h 30	0	-450 -1350	1.700	9.8	5.8	4.6	5.2	1.5	73.5	421	384

Par la suite, le gaz se détériore progressivement comme cela ressort du tableau XXVII qui donne les

compositions les plus caractéristiques de cette évolution (moyennes de 12 h) :

TABLEAU XXVII.

	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	CO	H <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub>	PCS	PCI
10-11-49	7.8	7.5	5.0	4.4	0.7	74.6	350	320
12/13-11-49	11.7	3.8	5.6	5.8	0.9	72.2	425	385
20-11-49	11.8	5.8	2.6	3.3	0.9	75.7	260	235
27-11-49	9.4	10.4	1.4	1.4	0.4	77.0	120	110
4-12-49	8.9	10.7	1.5	1.5	0.4	77.1	120	110

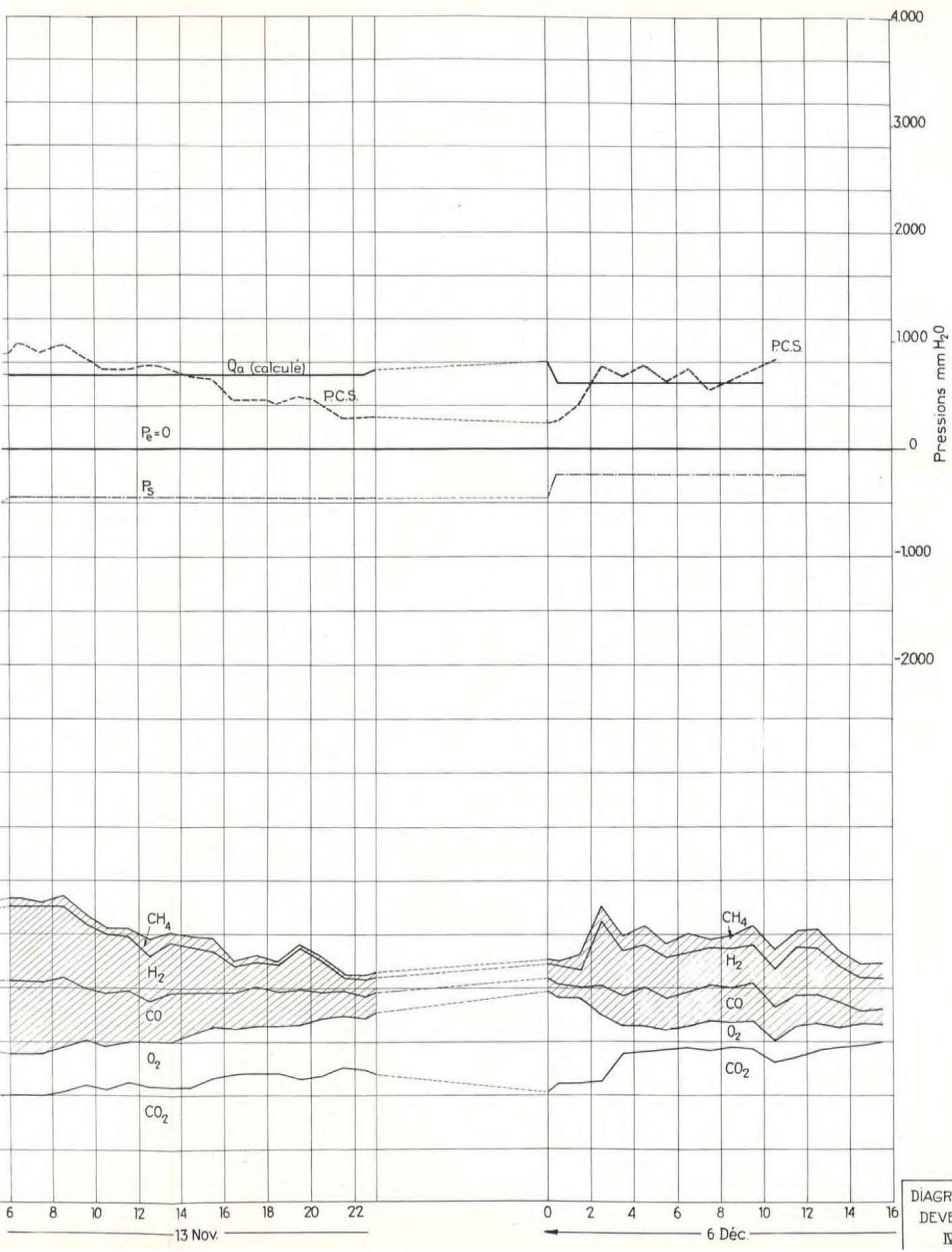
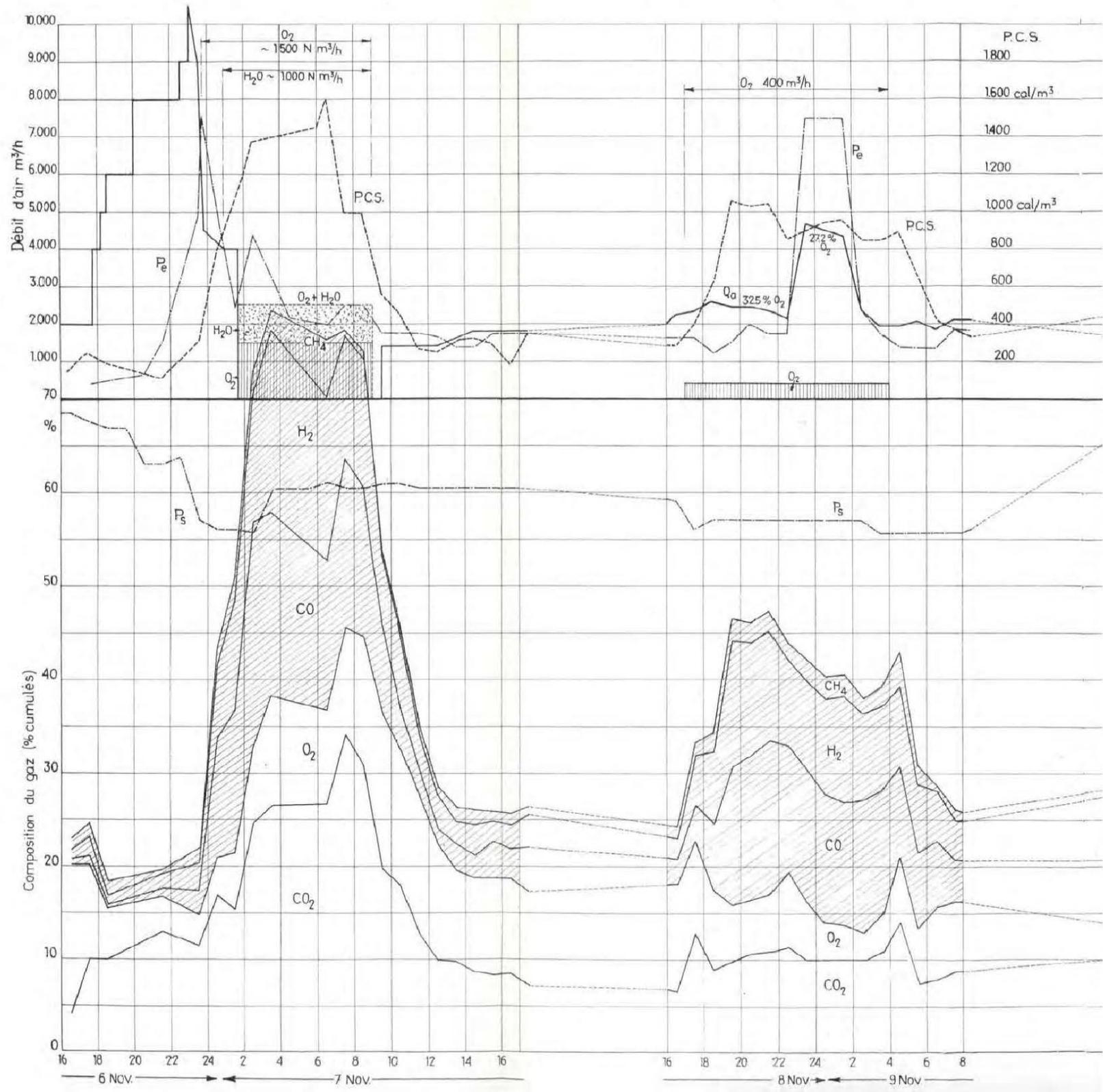


DIAGRAMME  
DEVELOPPÉ  
IV



Les marches à grand débit de la 2<sup>me</sup> période active ont conduit à un gaz ne renfermant à peu près aucun élément combustible. Cela tient, d'une part à ce que la zone de feu s'est alors développée dans un massif préalablement distillé par les essais antérieurs et, d'autre part, à ce que le courant gazeux s'est éparpillé en arrière de la zone de feu, dans les scories résultant de la combustion du charbon, et a pu diluer et même brûler le gaz formé.

### 5) Soufflage discontinu.

L'essai de soufflage pulsatoire tenté le 18 mai 1950 de 0 h à 14 h (10.000 m<sup>3</sup>/h pendant 1 heure, 0 pendant 1/2 heure), ne donne aucun résultat : c'est à peine si une légère pointe (2 ou 3% de composants combustibles) marque, sur les diagrammes des Monos, chaque reprise du soufflage.

Il est vraisemblable que le massif, épuisé par la longue période de régime « en veilleuse » et par les essais des journées précédentes, n'est plus guère en état de distiller des matières volatiles pendant les arrêts du soufflage.

D'autre part, le soufflage discontinu succède à une injection massive de vapeur qui a sans doute notablement refroidi le chantier.

### $\beta$ Air suroxygéné.

Deux essais relativement prolongés ont été effectués.

#### 1. — Essai du 8-9 novembre 1949. (Diagramme IV)

Il succède immédiatement à la période d'allumage du chantier. Dans la nuit du 8 au 9 novembre 1949, on envoie dans la mine 4 m<sup>3</sup> d'oxygène liquide assurant pendant neuf heures un débit horaire moyen de 3.100 Nm<sup>3</sup> de comburant à 50 % d'oxygène et produisant 3.150 Nm<sup>3</sup> de gaz dont le pouvoir calorifique oscille entre 850 et 1.050 cal/m<sup>3</sup>.

Le tableau XXVIII donne les caractéristiques principales de l'essai (on n'a pas inclus, dans le calcul des moyennes, les périodes de mise en régime).

TABLEAU XXVIII

Moyenne		Pression		Comburant		G A Z								
de	à	entrée	sortie	débit	O <sub>2</sub>	débit	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	CO	H <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub>	PCS	PCI
18 h 30	23 h 30	+ 660	— 1300	2400	32.5	3100	10.64	6.42	14.90	11.06	2.20	54.78	996	922
23 h 30	2 h 00	+ 3000	— 1300	4500	27.2	3600	10.00	3.60	13.73	10.20	2.13	60.34	928	859
18 h 30	2 h 00		— 1300	3100	30.0	3270	10.40	5.38	14.50	10.73	2.18	56.81	973	900

Chose remarquable : la suroxygénation de l'air provoque immédiatement une diminution de la teneur en oxygène du gaz ; celle-ci, voisine de 10,3 % pendant la période du 7 au 8 novembre (soufflage 1.800 m<sup>3</sup>/h d'air, dépression à la sortie de 1.000 mm H<sub>2</sub>O) tombe à 5,4 % (en moyenne) pendant l'essai à l'air suroxygéné (dépression à la sortie : 1.300 mm H<sub>2</sub>O).

L'influence des rentrées d'air sur la composition du gaz produit avec l'air suroxygéné reste cependant sensible. En comparant les deux moyen-

nes partielles ci-dessus et en établissant un bilan d'azote au moyen des débits entrée et sortie, on est amené à admettre une rentrée d'air constante de 485 m<sup>3</sup>/h à la sortie du chantier (dépression constante) tandis qu'une fuite de comburant se produit à la tête de taille : 450 m<sup>3</sup>/h sous 660 mm de pression dans le premier cas, 2.050 m<sup>3</sup>/h sous 3.000 mm dans le second cas.

En corrigeant les analyses et les débits sur cette base, on obtient :

TABLEAU XXIX.

Moyenne		Comburant		G A Z								
de	à	Débit	O <sub>2</sub>	Débit	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	CO	H <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub>	PCS	PCI
18 h 30	23 h 30	1950	32.5	2613	12.60	3.70	17.65	13.10	2.61	50.24	1181	1093
23 h 30	2 h 00	2450	27.2	3113	11.54	0.76	15.88	11.78	2.46	57.58	1072	991
18 h 30	2 h 00	2117	30.4	2780	12.20	2.64	17.01	12.60	2.56	52.99	1138	1053

Le calcul du bilan sur la composition moyenne corrigée de 18 h 30 à 2 h 00 donne par Nm<sup>3</sup> de gaz : (voir A, 5, c,  $\gamma$ )

a (comburant) = 0.756 Nm<sup>3</sup>

h (H<sub>2</sub>O réduit) = -0.010 Nm<sup>3</sup>

c (charbon total) = 0.418 kg  
 g (charbon gazéifié) = 0.174 kg  
 k (imbrûlés) = 0.214 kg  
 c/g = 2,4

Le bilan « eau » est presque en équilibre. D'autre part le rapport  $\text{CO}/\text{CO}_2 = 1.4$  ce qui est la meilleure valeur réalisée au cours de tout le fonctionnement du chantier II.

2. — Essai du 2 septembre 1950. (Diagramme V).

Un débit de  $6.400 \text{ m}^3$  d'air à 30 % d'oxygène est soufflé le 2 septembre, de 14 heures 30 à 23

heures. L'essai se place 40 heures après le troisième allumage du chantier et succède à une série d'alternances air-vapeur et air suroxygéné-vapeur.

La composition du gaz est donnée par le tableau XXX :

TABLEAU XXX

	Moyenne de à		Comburant	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	CO	H <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub>	PCS	PCI
1	2-9	16 h - 23 h	30 % O <sub>2</sub>	13,46	9,88	4,00	4,21	0,26	68,19	274	255
2	3-9	1 h - 10 h	21 % O <sub>2</sub>	8,52	7,87	2,55	2,64	0,24	78,20	180	165
3	1,58 × (2)			13,46	12,42	4,00	4,17	0,38	123,20	284	260

Ce gaz diffère de celui recueilli au cours de la période du 8-9 novembre 1949 :

— d'une part par sa teneur en oxygène plus élevée (10 %) ;

— d'autre part par sa teneur en éléments combustibles nettement plus faible.

Les circuits ayant été en surpression, les rentrées d'air n'ont pu jouer aucun rôle. On peut, par contre, invoquer la dérivation du courant gazeux vers l'arrière-taille. On vérifie encore que la sur-oxygénation de l'air a pour effet d'accroître les réactions de combustion et de gazéification. L'effet est toutefois beaucoup moins net qu'au cours de l'essai du 8 novembre.

En multipliant par 1,58 la composition du gaz obtenu immédiatement après par soufflage d'air, on constate qu'elle correspond à peu près à celle du gaz obtenu à l'air suroxygéné, dilué non seulement par une grande quantité d'azote, mais aussi par de l'oxygène.

$\gamma$  Alternances air-vapeur.

1. — Essais du 1<sup>er</sup> septembre (Diagramme V).

Le 1<sup>er</sup> septembre à 0 h 30, le chantier est allumé pour la troisième fois. Le débit d'air est maintenu constant pendant les huit premières heures. Il est ensuite interrompu périodiquement, pendant une heure chaque fois, pour procéder à des injections de vapeur. Les résultats de ces injections sont très nets. Tandis qu'au soufflage d'air correspond un gaz à 5% de CO et 5% d'H<sub>2</sub>, l'injection de vapeur donne 10% CO et 25% H<sub>2</sub>. L'oxygène varie peu tant que la sortie du chantier reste en surpression, tandis que le CO<sub>2</sub> monte de 3 points environ. A la fin de l'injection, quand CO<sub>2</sub> et H<sub>2</sub> commencent à diminuer, du CH<sub>4</sub> vient enrichir la composition du gaz.

Le tableau XXXI donne l'analyse du gaz juste avant et pendant l'injection de vapeur (analyses Mono).

TABLEAU XXXI

Heure	Comburant	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	CO	H <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub>	PCS	PCI
8 h 00	air	9,0	5,5	6,8	4,7	0	74,0	348	326
8 h 30	vapeur	11,0	10,7	9,7	20,4	0,4	47,8	953	852
11 h 00	air	9,3	5,2	5,6	4,4	0	75,5	303	282
12 h 15	vapeur	13,0	6,1	8,1	22,6	4,0	46,2	1314	1167
20 h 00	air	9,3	5,9	4,7	4,2	0,8	75,1	346	318
20 h 15	vapeur	12,5	4,5	10,8	26,5	1,5	44,2	1280	1135

L'analyse de 8 h 30 accuse une teneur anormale en O<sub>2</sub>, celle de 12 h 15, beaucoup de CH<sub>4</sub>. Les injections de 15 h et 17 h ( $2000 \text{ m}^3/\text{h}$ ) ne donnent aucun résultat. L'analyse de 20 h 15 semble donc la plus représentative.

En lui appliquant le calcul du bilan, on trouve :

$$\begin{aligned} a \text{ (air)} &= 0,557 \text{ Nm}^3 \\ h \text{ (H}_2\text{O réduit)} &= + 0,206 \text{ Nm}^3 \\ c \text{ (charbon total)} &= 0,198 \text{ kg} \\ k \text{ (imbrûlés)} &= 0,049 \text{ kg} \\ g \text{ (charbon gazéifié)} &= 0,142 \text{ kg} \\ c/g &= 1,4 \end{aligned}$$

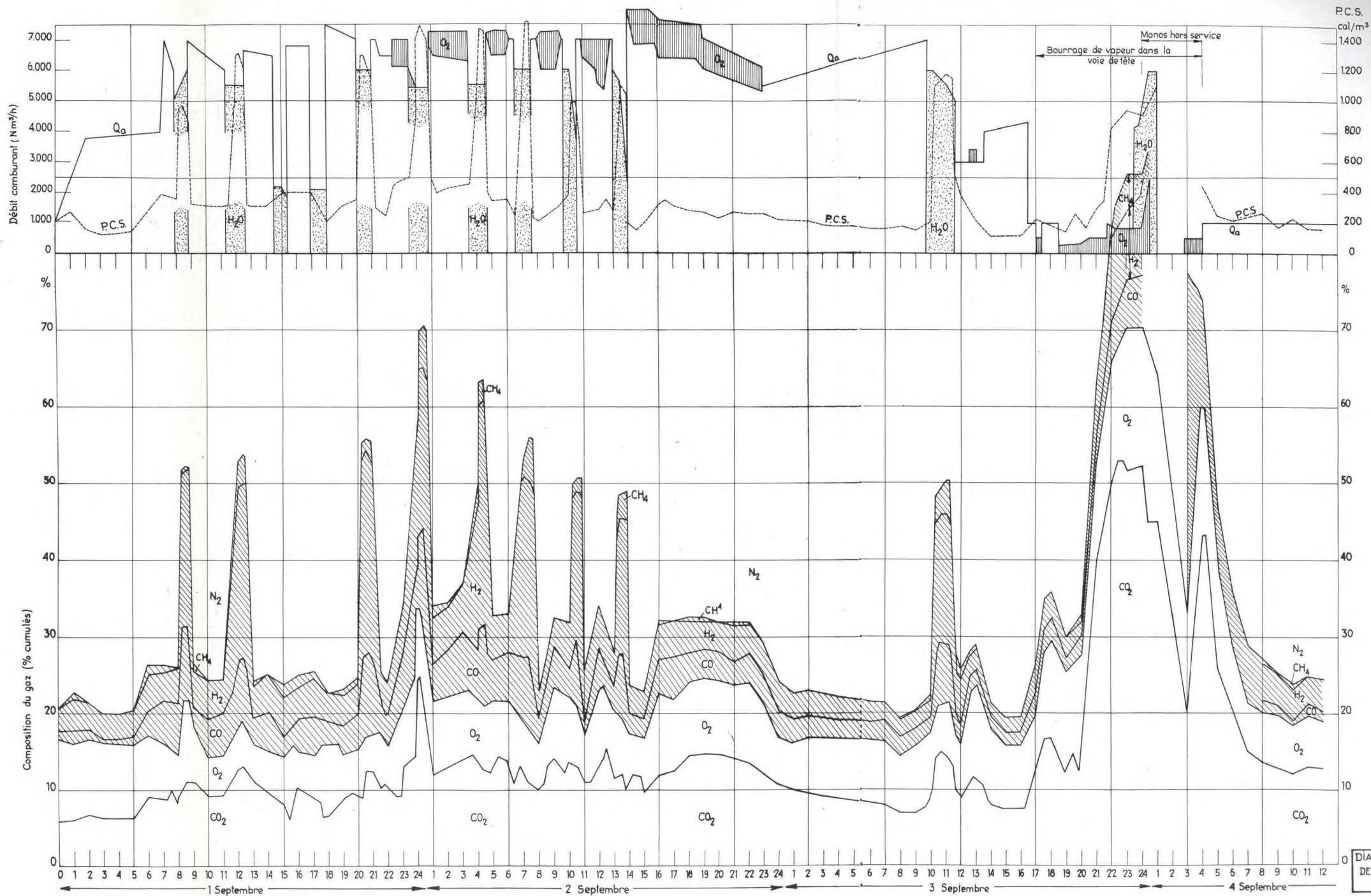


DIAGRAMME  
DEVELOPPÉ  
V

La réaction du gaz à l'eau est ici bien nette : l'hydrogène ainsi produit représente 20,6 % du gaz total.

La quantité d'imbrûlés est faible. Le calcul du bilan thermique indique que la chaleur cédée par le massif pendant les réactions endothermiques équivaut à peu près à la chaleur sensible du gaz. La chaleur potentielle du charbon gazéifié se retrouve intégralement dans le pouvoir calorifique du gaz.

Le débit de gaz est cependant de loin inférieur à celui de la vapeur injectée. Le gaz recueilli après l'injection de 6.000 Nm<sup>3</sup> de vapeur représente moins de 1.000 Nm<sup>3</sup> correspondant à 200 Nm<sup>3</sup> de H<sub>2</sub>O décomposé. Il est donc évident que seule une faible partie de la vapeur injectée entre en réaction.

L'envoi de quantités réduites de vapeur (2.000 m<sup>3</sup>/h) ne donne aucun résultat (ceci est peut-être l'explication de l'échec des injections de vapeur de l'essai I). Le débit de gaz correspondant est inappréciable. De plus, la sortie du chantier se

trouve en dépression et les rentrées d'air viennent diluer le gaz.

En résumé, pendant la journée du 1<sup>er</sup> septembre, on alterne des débits d'air de 6.500 m<sup>3</sup>/h (2 heures) et des débits de vapeur de 5.500 m<sup>3</sup>/h (1 heure) donnant respectivement 5.500 m<sup>3</sup>/h de gaz à 300 cal/m<sup>3</sup>, et 500 à 1.500 m<sup>3</sup>/h de gaz à 1.200 cal/m<sup>3</sup>.

## 2. — Essais du 3 septembre (Diagramme V).

Le 3 septembre enfin, une injection de vapeur plus prolongée (6.000 m<sup>3</sup>/h pendant 2 heures) succède à une période de 10 heures de soufflage à l'air.

La teneur du gaz en combustibles passe de 5 à 30 % et le PCS de 213 à 1.176 cal/m<sup>3</sup>, mais le gaz contient 4,5 % CH<sub>4</sub>, de sorte que, au point de vue gazéification proprement dite, ce résultat est moins favorable que les précédents. Par contre, le débit de gaz obtenu est plus stable : il reste supérieur à 1.200 m<sup>3</sup>/h.

TABLEAU XXXII.

3-9-50	Comburant	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	CO	H <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub>	PCS	PCI
10 h 00	air	9,2	8,5	1,8	2,1	1,0	77,4	213	196
11 h 00	vapeur	14,5	6,8	7,9	16,7	4,5	49,6	1176	1053

## δ Air suroxygéné-vapeur.

### 1. — Essai du 17 mai.

Un premier essai « air-suroxygéné-vapeur » se place le 17 mai, après le second allumage : injections alternatives d'air à 60% O<sub>2</sub> (2 heures) et de vapeur (1 heure).

L'état de la tête du chantier (colmatage du carneau), les lacunes des analyses et l'influence des rentrées d'air ne permettent guère de formuler des conclusions précises. Il n'y a pratiquement pas eu d'élaboration de composants combustibles, même au moment des injections de vapeur.

### 2. — Essai du 2 septembre (Diagramme V).

Des alternances « air-suroxygéné-vapeur » font suite aux alternances « air-vapeur » du 1<sup>er</sup> septembre 1950.

Les phénomènes observés restent tout à fait analogues : le gaz obtenu par soufflage d'air à 30 % O<sub>2</sub> est cependant nettement meilleur qu'avec l'air normal. Il contient 15 % de composants combustibles au lieu de 10 %. Mais la teneur en CO<sub>2</sub> et O<sub>2</sub> augmente également. Le gaz produit pendant les injections de vapeur accuse 40 % de composants combustibles et atteint 1.500 cal/m<sup>3</sup>, mais son débit décroît rapidement. On peut comparer le tableau XXXIII avec le tableau XXXI.

TABLEAU XXXIII.

Heure	Comburant	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	CO	H <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub>	PCS	PCI
23 h 00	30 % O <sub>2</sub>	12,0	8,8	7,5	5,1	1,0	65,6	476	443
0 h 15	vapeur	23,5	9,2	11,5	20,8	5,3	29,7	1485	1335
3 h 00	30 % O <sub>2</sub>	14,0	9,0	7,7	6,2	0,1	63,0	431	400
4 h 15	vapeur	12,7	8,5	10,7	29,1	2,7	36,5	1467	1302
6 h 00	30 % O <sub>2</sub>	13,0	8,7	6,5	4,9	0	66,9	345	322
7 h 15	vapeur	11,0	7,0	9,5	23,0	5,5	44,0	1513	1348
10 h 00	30 % O <sub>2</sub>	13,5	8,6	3,7	6,2	0,8	67,2	377	339
10 h 20	vapeur	13,0	8,0	8,5	19,8	1,4	49,3	993	885
12 h 00	30 % O <sub>2</sub>	13,4	9,9	5,4	3,8	0	67,5	279	261
13 h 30	vapeur	12,0	7,5	8,4	17,7	3,3	51,1	1108	991

Pendant l'injection de 0 h 15, le débit d'oxygène n'a été complètement supprimé qu'une demi-heure après l'arrêt de l'air et l'injection de vapeur, ce qui explique la teneur élevée du gaz en  $\text{CO}_2$ .

Le pourcentage moyen de l' $\text{O}_2$  dans le comburant soufflé à 6 h, 10 h et 12 h est de 50% environ, mais a varié au cours de la période de soufflage. A 5 h, par contre, la composition du comburant est restée constante. L'analyse la plus représentative est donc celle de 4 h 30. Le calcul du bilan pour cette composition de gaz donne :

$$\begin{aligned} a &= 0,528 \text{ Nm}^3 \\ h &= + 0,202 \text{ Nm}^3 \\ c &= 0,519 \text{ kg} \\ k &= 0,153 \text{ kg} \\ g &= 0,144 \text{ kg} \\ c/g &= 2,2 \end{aligned}$$

Ces chiffres sont assez analogues à ceux de l'analyse de 20 h 15, le 1<sup>er</sup> septembre.

#### ε Oxygène et vapeur.

Des mélanges d'oxygène et de vapeur ont été envoyés dans le chantier dans la nuit du 6 au 7 novembre 1949 et pendant celles du 5 au 4 et du 6 au 7 septembre 1950. Ces manœuvres ont été effectuées dans les circonstances fort troublées corres-

pondant d'une part à la mise en route de l'essai et à l'obstruction initiale de la taille, d'autre part aux dernières heures de fonctionnement du chantier, dont la condition physique et l'étanchéité devenaient de plus en plus incertaines. Occasionnellement des mélanges d'oxygène et de vapeur ont passé dans la mine, lors du passage du soufflage à l'air suroxygéné à une injection de vapeur par exemple (17 mai 1950).

#### 1. — Essai du 7 novembre. (Diagramme V).

Pendant la nuit du 6 au 7 novembre (23 h 40 — 9 h 00) le débit d'oxygène est extrêmement irrégulier par suite de déficiences du gazéificateur. Le débit de vapeur est maintenu, autant que possible, voisin de 60 % du débit d'oxygène.

A cause de l'obstruction de la taille, une pression de 1.000 à 2.000 mm  $\text{H}_2\text{O}$  est appliquée à l'entrée, et une aspiration de -900 à -1.400 mm à la sortie. Des fuites de comburant et des rentrées d'air importantes se produisent donc vraisemblablement. La teneur du gaz en azote reste supérieure à 20 %.

Si l'on s'en tient, pour éliminer l'influence de l'air remplissant le chantier avant l'envoi d'oxygène, à la période comprise entre 2 h 00 et 9 h 00, la composition du gaz indiquée par les analyses Orsat, varie entre les limites suivantes :

TABLEAU XXXIV.

	$\text{CO}_2$	$\text{O}_2$	CO	$\text{H}_2$	$\text{CH}_4$	$\text{N}_2$	PCS	PCI
Min.	24,7	8,2	16,0	12,2	0,8	20,6	980	920
Max.	34,2	13,6	25,9	19,4	6,2	27,2	1600	1480
Moy.	28,64	11,0	18,90	15,26	2,46	23,74	1270	1190
Corr.	40,23	8,45	26,48	21,39	3,45	—	1780	1645

Le chiffre de 6,2 %  $\text{CH}_4$  correspond à un moment où le débit est tombé à zéro. Normalement, la teneur en  $\text{CH}_4$  oscille entre 0,5 et 2,5 % et le PCS entre 1.000 et 1.400 cal/ $\text{m}^3$ .

On obtient la dernière ligne du tableau si l'on corrige l'analyse moyenne en admettant que tout l'azote provient de rentrées à la sortie du chantier.

A un gaz de cette composition correspondrait la gazéification intégrale de  $g = 0,408$  kg de charbon par  $\text{Nm}^3$ . Cette quantité de charbon contient l'équivalent de 0,185  $\text{Nm}^3$  d'hydrogène représentant 5,45%  $\text{CH}_4$  + 11,4%  $\text{H}_2$  dans le gaz. Il n'est cependant pas possible d'établir un bilan d'azote, ni, par conséquent, de déterminer dans quelle mesure le reste de l'hydrogène (soit 10% du gaz total) provient de la décomposition de la vapeur d'eau ou de la distillation des matières volatiles des parties incomplètement gazéifiées de la couche de charbon.

#### 2. — Essai du 5 septembre. (Diagramme V).

Le 5 septembre, de 18 h 30 à 23 h 30, un débit de 500 à 800  $\text{m}^3/\text{h}$  d'oxygène pur est envoyé dans le chantier (par le puisard n° 4).

Pour neutraliser les fuites en tête de taille, on envoie simultanément de la vapeur dans la galerie de 100 m. La présence de ce « bourrage » empêche l'oxygène et les gaz formés de refluer vers les serremments. En revanche, une quantité de vapeur impossible à déterminer pénètre dans le chantier avec l'oxygène.

Le gaz produit ( $\pm 500 \text{ m}^3/\text{h}$ ) contient 52 %  $\text{CO}_2$ , 18 %  $\text{O}_2$  et 20 % de combustibles. A 23 h 30, on injecte 5.500  $\text{m}^3/\text{h}$  de vapeur par la tuyauterie de comburant.

A minuit, on porte le débit d' $\text{O}_2$  à 2.000  $\text{m}^3/\text{h}$ . A 0 h 30 l'oxygène est arrêté et 5.500  $\text{m}^3/\text{h}$  de vapeur passent dans le chantier. La somme  $\text{CO} + \text{H}_2 + \text{CH}_4$  atteint 50 % à 1 heure, mais, à ce

moment, les analyseurs Mono se dérèglent, et jusqu'à 4 h, on ne peut plus suivre l'évolution des composants combustibles du gaz.

Le  $\text{CO}_2$  et l' $\text{O}_2$  du gaz suivent une évolution parallèle à celle du débit d'oxygène soufflé : diminution rapide à 1 h (interruption du débit), augmentation à 3 h ( $500 \text{ m}^3/\text{h O}_2$ ).

À 4 heures, le débit d'air est rétabli ( $1.000 \text{ m}^3/\text{h}$ ). Les Monos, remis en marche, indiquent un gaz à 13,4 % de combustibles, tombant rapidement à 5%.

Une dernière injection d'oxygène pur a lieu dans la nuit du 5 au 6 septembre, de 17 h à 4 h. La teneur du gaz en combustibles passe initialement de 2 à 7 %, puis retombe à 0 tandis que le  $\text{CO}_2$  atteint 62 % et l'oxygène 35 %.

L'emploi d'oxygène pur s'est fait dans des conditions trop troublées pour qu'on puisse en tirer des résultats quantitatifs.

Pour autant que la variété des états thermique et physique de la taille permette une comparaison, il semble être proportionnellement moins favorable que celui d'air suroxygéné.

L'envoi de vapeur en mélange avec l'oxygène donne des résultats relativement moins intéressants que l'injection alternative de vapeur et de comburant oxygéné. On trouve beaucoup de  $\text{CO}_2$  et d' $\text{O}_2$  dans le gaz et on n'observe pas la pointe élevée de la teneur en  $\text{H}_2$  qui caractérise les injections de vapeur. Il est probable que l' $\text{H}_2$  produit est brûlé par l'oxygène en excès.

\* \* \*

Il est difficile de se faire une idée précise sur l'influence de la nature du comburant, pour les raisons suivantes :

1) les différents essais ont tous été très courts, et on ne peut guère considérer qu'un état de régime ait été établi. Les essais à l'air montrent, en effet, que le délai d'établissement d'un régime permanent (ou pseudo-permanent) est généralement de quelques jours ou semaines. Il est vraisemblable qu'il en serait de même pour une marche à l'air suroxygéné, à l'oxygène ou à la vapeur.

2) Les différents essais ont été effectués alors que le chantier se trouvait dans des conditions physiques différentes. Or, les marches à l'air ont montré que l'évolution de l'état du chantier a une influence très marquée ; elle se caractérise par une détérioration progressive du gaz, due vraisemblablement à la disparition des matières volatiles, au développement des fuites de gaz, des rentrées d'air et des dérivations du courant gazeux dans l'arrière-taille et peut-être également au dépôt de cendres sur la surface du charbon. Cette évolution a masqué, en grande partie, l'influence de la nature du comburant.

Ainsi par exemple :

Le mélange oxygène-vapeur, qui donne un gaz à  $1.500 \text{ cal}/\text{m}^3$  le 7 novembre 1949, ne produit plus que  $1.000 \text{ cal}/\text{m}^3$  environ dans la soirée du 3 septembre 1950 et des gaz de fumées dans la nuit du

5 au 6. Le 17 mai également, on n'obtient que des fumées à 60 %  $\text{CO}_2$ .

L'air suroxygéné à 30 % donne  $1.000 \text{ cal}/\text{m}^3$  le 9 novembre 1949,  $420 \text{ cal}/\text{m}^3$  le 1<sup>er</sup> septembre 1950 et  $285 \text{ cal}/\text{m}^3$  le 2 septembre.

La teneur en hydrogène du gaz produit par les injections de vapeur, après soufflage d'air, passe de 26,5 % le 1<sup>er</sup> septembre à 16,7 % le 3 ; et après soufflage d'air à 30 %  $\text{O}_2$ , elle passe de 29,1 % à 17,7 % entre 0 h et 13 h 30, le 2 septembre.

Les phénomènes observés lors des différents essais semblent donc peu reproductibles ; on ne peut comparer les résultats obtenus à des époques trop différentes. L'état physique et thermique du chantier et son évolution antérieure peuvent modifier du tout au tout les conditions dans lesquelles s'effectue la gazéification.

#### d) Evolution du gaz le long du circuit.

Les prises de gaz établies aux niveaux intermédiaires de 115-125 et 135 m n'ont pas donné tous les résultats qu'on en attendait : la cause en est sans doute analogue à celle de l'échec des pyromètres : dislocation des tuyaux par les mouvements de terrain, cheminement du feu dans les sondages, inétanchéité des manchons de caoutchouc. Par ailleurs, les Monos triplex branchés sur les prises intermédiaires ont fonctionné d'une manière intermittente. Les principaux résultats enregistrés peuvent se résumer comme suit :

Pendant le mois de décembre 1949 (travaux à 146 m), la teneur en  $\text{CO}_2$  du gaz prélevé à la prise de 135 m oscille journalièrement entre 3 et 15 % ; ceci correspond à l'arrêt des ventilateurs et l'injection d'azote chaque nuit pour refroidir le chantier ( $\text{CO}_2 = 3 \%$ ), et à l'aspiration nécessaire pour ventiler l'ouvrage pendant la journée ( $\text{CO}_2 = 15 \%$ ).

Pendant la période de soufflage intense de la fin du mois d'avril et pendant les essais à l'air suroxygéné du 17 mai, on recueille à 125 m du gaz contenant 15 %  $\text{H}_2$  et 15 %  $\text{CO}$ , alors que le gaz sortant du chantier ne contient que des composants inertes.

Le 8 juillet, lors du premier envoi d'eau à la tête du chantier, on obtient, à la prise de 115 m, du gaz à l'eau à 28 %  $\text{CO}_2$ , 4 %  $\text{CO}$  et 22 %  $\text{H}_2$ . La composition du gaz recueilli à la surface n'accuse aucune variation ( $\text{CO} + \text{H}_2 + \text{CH}_4 < 2 \%$ ).

Pendant les essais à l'air suroxygéné et à la vapeur du 1<sup>er</sup> et du 2 septembre 1950, le gaz recueilli aux prises de 115, 125 et 135 m oscille entre les limites ci-dessous sans aucune relation avec le rythme des injections de vapeur et les variations du gaz à la sortie :

$\text{CO}_2$	:	5 - 10
$\text{H}_2$	:	10 - 20
$\text{CO}$	:	0 - 20
$\text{CO} + \text{H}_2$	:	20 - 40.

Un régime discontinu semble cependant favoriser l'élaboration d'un gaz relativement riche aux niveaux intermédiaires.

Au total il paraît impossible d'établir une corrélation entre la composition du gaz prélevé aux prises intermédiaires et celle du gaz sortant du chantier. On peut seulement constater que, pendant les phases actives de l'essai, les prises donnaient généralement un gaz plus riche que le produit final. Peut-être ce gaz est-il brûlé en aval par le comburant dérivé le long des circuits parasites. Mais il est également très possible que ce gaz soit le résultat d'une distillation du charbon voisin de la prise, ou même d'une gazéification très localisée et engendrée par la circulation du faible courant gazeux aspiré par la prise à travers un massif de charbon fissuré.

Ces phénomènes sont d'autant plus intenses que le chantier est plus chaud. Les observations faites ne permettent donc guère de conclure sur l'évolution de la composition de l'ensemble du courant gazeux le long du trajet dans le chantier.

#### e) Comportement des terrains.

Les travaux de remise en état et de reconnaissance exécutés dans le panneau du chantier II ont permis de recueillir de nombreuses observations sur la manière dont le feu attaque la couche de charbon et sur le comportement des terrains.

#### α Attaque de la couche.

Remarquons tout d'abord que l'action du feu sur la veine elle-même est essentiellement différente, selon que le débit d'air est élevé (essais de soufflage) ou faible (mise en veilleuse du chantier). Les travaux exécutés dans le panneau avec une ventilation réduite au minimum nécessaire ont permis d'observer « sur le vif » le comportement du chantier en veilleuse.

Dans ce cas (aéragé naturel, ou aspiration de 100 à 200 mm de H<sub>2</sub>O, avec un débit inférieur à 2.000 m<sup>3</sup>/h), le feu chemine dans la couche d'une manière capricieuse. Il attaque de préférence les portions les plus hétérogènes (intercalations schisteuses) ou les plus riches en fusain du charbon, et suit en général la partie supérieure (mur géologique) de la veine.

Sa propagation est favorisée par l'exfoliation et le gonflement du schiste charbonneux des intercalations. Il chemine dans les fissures et les trous de sonde, remontant le courant d'air, ainsi qu'on l'a vu maintes fois aussi bien au niveau de 146 m (janvier-avril 1950) qu'à celui de 100 m (mai-août 1950).

Sur son passage il laisse des trainées de cendres pulvérulentes à côté de laies de charbon intactes. Celles-ci ne sont guère cokéifiées : la température est insuffisante pour exercer son influence à une distance supérieure à quelques centimètres.

On ne peut dans ces conditions assigner une limite précise à la zone brûlée.

Le passage d'air en débit important, par contre, réalise une combustion à peu près complète de la couche : celle-ci, est remplacée par un résidu poreux constitué de cendres, de scories fondues, et

de fragments cuits des épontes. De nombreuses crevasses traversent ce remblai perméable à l'air et court-circuitent le front de charbon (travaux à 100 m, mai-août 1950). Le remblai est également perméable à l'eau, mais si l'eau est chargée de sable ou d'argile, il se colmate rapidement : le sable et l'argile ne sont guère transportés à plus de quelques mètres de distance.

Parfois des lentilles de charbon restent incluses dans le remblai, principalement sur le mur géométrique (toit géologique). Des îlots en feu peuvent ainsi se maintenir en arrière du front : les sondages exécutés au niveau de 100 m en juillet et août 1950 en ont souvent recoupés (Fig 9 hors texte - Fig 12).

Les parties de la couche en plateure semblent brûler moins facilement que les autres.

Comme pendant l'essai I, le feu manifeste, sous fort débit, une nette tendance à s'étendre dans le sens du courant d'air et à envahir la galerie de base du chantier.

#### β Comportement des épontes.

L'analyse chimique des épontes de la couche Wérisseau (Tableau II) indique que les roches du mur géologique sont légèrement plus réfractaires que celles du toit (températures de fusion et d'affaissement plus élevées de 100° environ). Elles se sont cependant moins bien comportées au feu.

A 146 m (avril 1950) le mur géologique a éclaté en plaques parallèles à la stratification, tandis que le toit de schiste homogène est resté cohérent. Les roches n'ont pas fondu, mais, dans la partie inférieure du panneau, elles ont pris par cuisson une teinte rouge brique. (Fig 10).

L'influence du feu, visible surtout dans les 5 m inférieurs, s'est marquée jusqu'à un ou deux mètres de profondeur dans le mur de la couche.

La stampe de 15 m, comprise entre la galerie des atomiseurs et la chasse au rocher, est restée parfaitement étanche.

Le mauvais comportement du mur géologique est dû en partie à son hétérogénéité : la roche (schiste gréseux) éclate sous l'action de la chaleur. Le toit (schiste homogène) cuit en bloc et se déforme moins. Sa conductibilité thermique étant plus grande, les différences de température y sont moins accentuées.

Une des raisons du comportement différent du toit et du mur peut être le fait que le feu a cheminé plus volontiers le long du toit géométrique, surtout pendant les périodes de veilleuse.

A la tête de taille également, le mur géologique (toit géométrique de la couche en plateure renversée) s'est affaissé en grandes dalles (début mai 1950). (Fig 11).

Autour de la voie de tête et du carneau, la roche a pris, par cuisson, une teinte rouge brique.

On ne trouve de roche fondue (scorie) (mai-août 1950) que dans la partie supérieure de la taille, dans le remplissage laissé par la combustion de la veine et autour de la chambre de combustion. La

température a donc sans doute atteint 1.400 à 1.500° C en ces endroits.

La scorie contient cependant de nombreux débris des épontes qui ne sont que cuits et pas fondus. Elle est d'autre part crevassée et poreuse. Dans les conditions de fonctionnement de Bois-la-Dame (courtes périodes de soufflage intense séparées par de longues périodes d'attente, couche en dressant) on ne peut donc guère compter sur la fusion des roches pour colmater l'espace brûlé.

Dans la partie inférieure de la taille (visites postérieures au 3<sup>me</sup> allumage), les cendres sont restées meubles ou compactes, sans fondre. Les épontes, renforcées par des injections de béton pendant les travaux de remise en état sont restées intactes.

Des débris menus de schiste cuit encombrant la galerie de base.

#### 4. — Conclusions.

##### a) *Allure générale de l'essai.*

La marche de l'essai a été fortement troublée par plusieurs incidents dont les principaux sont les suivants :

- 1) un éboulement très important quelques heures après le début de l'essai, ayant provoqué l'obstruction quasi totale du passage ouvert au courant gazeux ;
- 2) la destruction après chacun des deux premiers allumages, du brûleur placé en tête de taille, rendant impossible son utilisation ultérieure pour ramener le feu en tête de taille, comme il avait été prévu ;
- 3) la mise en communication du chantier avec celui du premier essai, entraînant des rentrées d'air importantes. Celles-ci ont été aggravées par le défaut d'étanchéité des serremments, par la fissuration des terrains préalable à l'essai, et due en partie au passage d'une exploitation à l'aplomb du chantier, en enfin par l'obstruction de la taille.
- 4) le développement d'un feu dans la voie de tête après chacun des deux premiers allumages, ainsi que dans la voie de base, un mois après le premier allumage.

Le premier incident paraît inévitable ; ses conséquences n'ont d'ailleurs été graves que par suite du défaut d'étanchéité du chantier.

Les trois autres incidents pourraient, par contre, être évités dans un essai ultérieur par un emploi plus prudent du brûleur, et par une disposition différente du chantier, évitant la proximité des vieux travaux et tout contact entre le brûleur et la veine.

Les difficultés auxquelles on s'est heurté ont d'ailleurs, d'une façon générale, permis de mettre au point ou de perfectionner certaines techniques qui pourront trouver leur emploi au cours d'expériences ultérieures, notamment la réalisation de serremments étanches et la poursuite de travaux miniers dans un chantier en combustion.

##### b) *Développement du feu et comportement des terrains.*

Le panneau compris entre les niveaux de 100 et 146 m et les deux montages inclinés à 35° contenait 1.500 tonnes de charbon net. D'après la composition et le débit du gaz sortant du chantier, 900 tonnes environ ont été intégralement gazéifiées entre le 6 novembre 1949 et le 6 septembre 1950.

Les pyromètres, insuffisamment protégés, n'ont pas fourni d'indications très précises. Par contre, de nombreuses observations ont été recueillies au cours des travaux effectués dans le chantier lui-même entre les diverses périodes actives de l'essai.

*Sous faible débit d'air*, le feu chemine le long des trous de sonde et des fissures et, de préférence, dans la partie supérieure de la veine. Les limites de la zone de feu sont alors très imprécises. Le feu tend à remonter le courant d'air.

*Sous fort débit*, au contraire, la totalité de la couche est consommée, ne laissant derrière elle qu'un amas de cendres, scories et débris d'épontes ; son remblai est poreux, sillonné de fissures et de crevasses, et perméable à l'air et à l'eau ; il peut donner lieu à une dérivation du courant gazeux en arrière de la zone de feu. On n'a guère trouvé de coke au cours des travaux de reconnaissance du chantier. Sous fort débit, le feu a tendance à fuir vers l'aval. Comme au cours du premier essai, il a envahi la galerie de base, malgré la présence des atomiseurs. Le renforcement et la simplification de ceux-ci a permis de protéger efficacement la galerie pendant les dernières phases de l'essai.

Les tentatives faites pour le colmatage du remblai n'ont que très partiellement réussi : les matériaux utilisés dans ce but (argile ou sable) se déposent dans les premiers mètres, empêchant le colmatage des zones plus éloignées.

Le toit géologique de la couche (mur géométrique), formé de schiste homogène, cuit sous l'action de la chaleur sans perdre sa continuité. Le mur, par contre, gréseux et hétérogène, éclate et se détache en grandes plaques.

##### c) *Nature et qualité du gaz*

###### 1) *Marche à l'air.*

Un gaz ayant un pouvoir calorifique peu supérieur à 400 calories n'a été obtenu par soufflage d'air que pendant quelques jours, vers le début de la première période active (9-13 novembre) alors que le débit était très réduit. Pendant les autres périodes, la teneur en éléments combustibles a été extrêmement faible et l'oxygène de l'air n'a jamais été complètement épuisé, même pendant les périodes à débit élevé.

Ce résultat, en apparence contradictoire avec celui du premier essai, s'explique de la manière suivante : les deux facteurs essentiels déterminant la composition du gaz paraissent être :

- d'une part le débit d'air soufflé ; les réactions sont d'autant plus actives (teneur en oxygène de la zone de feu plus faible et teneur en éléments com-

bustibles plus élevée) que le débit est plus grand ;

— d'autre part l'état du chantier ; toutes choses demeurant égales, la qualité du gaz baisse lorsque se prolonge l'essai, par suite de la dérivation d'une fraction du courant gazeux en arrière de la zone de feu, à travers les remblais, et par suite de la réduction du rapport du charbon distillé au charbon gazéifié.

Les périodes à grand débit de l'essai 2 ont été réalisées dans un chantier déjà altéré par les essais précédents ; c'est pourquoi elles ont conduit à un gaz plus médiocre que celui recueilli pendant certaines périodes à faible débit (aux dépens d'un charbon encore frais), et franchement moins bon que celui recueilli au cours du premier essai, où l'on a pu réaliser des débits élevés dans un chantier non préalablement distillé.

## 2) Marche avec divers comburants.

L'utilisation d'air suroxygéné à 30 % a donné au début de l'essai, du gaz à 900-1.000 cal/m<sup>3</sup> pendant 8 heures. Au troisième allumage, le même comburant a donné des résultats beaucoup moins favorables : 250 à 475 cal/m<sup>3</sup>.

L'emploi d'un mélange oxygène-vapeur a produit, au premier allumage, du gaz à 1.400 cal/m<sup>3</sup>.

Le même comburant a encore donné, après le troisième allumage, du gaz à 30 % de combustibles (1.000 cal/m<sup>3</sup> environ).

L'injection de vapeur, alternée avec un réchauffage du chantier par soufflage d'air ou d'air suroxygéné, donne du gaz à 1.200 - 1.400 cal/m<sup>3</sup>. Malheureusement, le débit de ce gaz est assez faible (1.000 m<sup>3</sup>/h) comparativement aux quantités de vapeur injectées (6.000 m<sup>3</sup>/h), et il décroît rapidement. Il s'agit bien, cependant, de gaz à l'eau, et non de gaz de distillation, comme au premier essai.

Les divers essais ont été de courte durée et ont été effectués alors que le chantier se trouvait dans des conditions physiques et thermiques différentes. Ils sont donc peu comparables entre eux, et il n'est pas possible d'en tirer de conclusion générale.

## d) Bilan thermique.

Les données recueillies, l'importance des rentrées d'air et la courte durée des régimes réalisés ne permettent guère d'établir un bilan thermique un tant soit peu précis.

La combustion de la plus grosse part du charbon, consommée pendant les périodes de « veilleuse », a servi uniquement à échauffer le massif et à vaporiser l'eau des atomiseurs.

## ERRATA.

### Essais de Bois-la-Dame.

#### A. — Chantier n<sup>o</sup> 1.

(AMB, novembre 1951)

p 745, par. 2-b, 4<sup>me</sup> alinéa — lire : huitième journée au lieu de : sixième journée.

p. 750, par. 5—c—γ, 1<sup>er</sup> alinéa — lire : k kg de carbone imbrûlé au lieu de : k kg de charbon brûlé.

N. B. — Voir les remarques concernant la signification de « k » au 2<sup>me</sup> alinéa de ce paragraphe, et dans l'Introduction générale (AMB, janvier 1951, p. 41, Remarque 3).

Rappelons ici que k est une grandeur conventionnelle. Dans un gazogène à charbon ordinaire fonctionnant en régime invariable, k représenterait approximativement le carbone imbrûlé entraîné par les cendres. Ici, par contre, k représente essentiellement le charbon dégazé en avant de la zone

de feu ; ce poste ne constitue nullement une perte définitive. La valeur de « k » est d'ailleurs surfaite par suite de la migration du grisou dans la couche ou les épontes, et de la dissolution partielle du CO<sub>2</sub> dans l'eau des atomiseurs. Par contre, le charbon isolé éventuellement dans les cendres de l'arrière-taille sans avoir perdu ses matières volatiles n'apparaît pas au bilan.

On ne peut donc donner ici au paramètre « k » ni d'ailleurs à « c » (charbon total) aucune signification physique précise. L'appellation « imbrûlés » est purement conventionnelle.

p. 752, Débits élevés, par 3) — lire : Le 13 à 8 heures au lieu de : Le 25 à 8 heures.

p. 754, Soufflage discontinu, 1<sup>er</sup> alinéa — lire : entre le 5 et le 11 mars au lieu de : entre le 6 et le 11 mars.