MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE ET DU TRAVAIL

ADMINISTRATION DES MINES

ANNALES DES MINES

DE BELGIQUE

[622.05]

ANNÉE 1912

TOME XVII

SERVICE GÉOLOGIQUE DE BELGIQUE
BIBLIOTHÈQUE

BRUXELLES
IMPRIMERIE L. NARCISSE
4, rue du Presbytère, 4
1912

p. 37/o
ay

Annales des Mines de Belgique

COMITÉ DIRECTEUR

MM. L. Dejardin, Directeur général des Mines, à Bruxelles, *Président*.
J. Libert, Inspecteur général des Mines, à Liége, *Vice-Président*.
J. Jacquet, Inspecteur général des mines, à Mons.
J.-B. Beaupain, Ingénieur en chef, Directeur des Mines, à Liége.
O. Ledouble, Ingénieur en chef, Directeur des mines, à Charleroi.
L. Demaret, Ingénieur en chef, Directeur des mines, à Mons.
V. Firket, Ingénieur principal des mines, à Liége.
V. Watteyne, Inspecteur général des Mines, à Bruxelles, *Secrétaire*.
Ch. Goossens, Directeur à l'Administration centrale, à Bruxelles, *Secrétaire-adj.*

La collaboration aux *Annales des Mines de Belgique* est accessible à toutes les personnes compétentes.

Les mémoires ne peuvent être insérés qu'après approbation du Comité Directeur.

En décidant l'insertion d'un mémoire, le Comité n'assume aucune responsabilité des opinions ou des appréciations émises par l'auteur.

Les *Annales* paraissent en 4 livraisons respectivement dans les mois de Janvier, Avril, Juillet et Octobre de chaque année.

Abonnement { pour la Belgique fr. 10-00 par an.
pour l'Étranger : fr. 12-50 par an.

LES ABONNEMENTS SE PAIENT PAR ANTICIPATION.

Pour tout ce qui regarde les abonnements, les annonces et l'administration en général, s'adresser à M. L. Narcisse, éditeur, rue du Presbytère, 4, Ixelles-Bruxelles.

Pour tout ce qui concerne la rédaction s'adresser au Secrétaire du Comité Directeur, rue Lambermont, 2, à Bruxelles.

MÉMOIRES

LES

AFFAISSEMENTS DU SOL

PRODUITS PAR

L'EXPLOITATION HOUILLÈRE

PAR

Léon THIRIART

Ingénieur honoraire des mines

Directeur gérant

de la Société anonyme des Charbonnages de Patience et Beaujonc

AVANT-PROPOS

Comme on le verra au cours de la note suivante, l'idée nous était venue qu'il était possible de compléter la théorie de la « loi de la tangente », en recherchant théoriquement le tracé de la « la ligne de cassure secondaire » dont M. Hause parle dans ses publications.

Une autre question, plus importante, nous avait paru ne pas toujours recevoir la solution qui semblait adéquate aux faits. C'est celle de la durée de l'influence des travaux miniers sur les propriétés de la surface. Il n'était possible d'assigner à celle-ci une valeur à peu près exacte qu'en suivant la vie d'un grand nombre d'immeubles pendant une période de plusieurs années. On verra les conclusions que nous avons tirées de notre travail sur ce point.

Le lecteur nous saura gré d'avoir résumé, aussi brièvement que possible, les différentes publications sur la

matière. Il aura ainsi à sa disposition un ensemble dont il n'est pas toujours facile de se procurer les éléments.

Il est bien évident que la théorie de la ligne de cassure due aux travaux miniers doit céder le pas à l'examen des faits et que le moyen le plus sûr pour fixer la responsabilité des travaux miniers qu'on incrimine, sera toujours de rechercher s'il existe une certaine corrélation entre l'âge de ces travaux et la date d'apparition des dégradations à la surface.

Tracé de la ligne de cassure dans le terrain houiller

1. *Observation de Toilliez (1838).* — En 1838, Toilliez eut à rechercher la cause des dégradations affectant une maison située sur la concession de Houssu mais très près de l'esponte commune avec celle de Sars-Longchamps, située en amont pendage.

Par un amontement en ferme dans la couche Huit-Paumes supérieure à la couche Six-Paumes, il reconnut, dans les terrains de la première, des fissures correspondant aux normales de pied de l'exploitation faite dans la seconde.

2. *Théorie de Gonot (1858)* (1). — En 1858, Gonot, à l'occasion de dégradations survenues aux maisons situées le long du quai de Fragnée, à Liége, érigea en théorie l'observation de Toilliez.

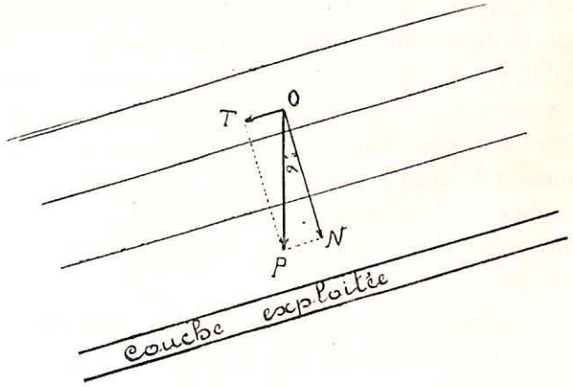


Fig. 1.

Il suppose un banc incliné d'un angle α sur l'horizon et représente par O P *le poids des roches homogènes qui*

(1) *Des affaissements du sol produits par l'exploitation houillère*, par Gustave Dumont (1871). — Réponse de l'Union des Charbonnages, Mines et Usines, au mémoire précédent (1875).

recouvrent la partie exploitée et dont les composantes normale et parallèle à la stratification, sont :

$$\begin{cases} O\,N = O\,P \cos \alpha. \\ O\,T = O\,P \sin \alpha. \end{cases}$$

La composante O T ne produira aucun effet; elle est détruite à l'aval pendage par la résistance de la roche sous laquelle il n'y a pas eu d'exploitation. La composante O N provoquera la rupture des bancs supérieurs suivant leur plus petite dimension, c'est-à-dire normalement à la stratification et les fera descendre parallèlement à eux-mêmes.

3. *Théorie de Von Sparre (1867)* (1). — Von Sparre fit les objections suivantes à la théorie de Gonot :

1° On ne peut admettre que tous les bancs du toit compris entre les verticales passant par les extrémités de la partie exploitée, pèseront complètement sur celui qui se trouve immédiatement au-dessus de la couche.

En effet, la cohésion entre les différents bancs étant très petite, le premier effet du déhouillement sera de provoquer dans le banc le plus bas une flexion qui le détachera du banc immédiatement supérieur et il faudra alors le considérer comme un banc isolé soumis à l'action de son propre poids qui pourra en amener la rupture dans les sections dangereuses.

2° La condition d'homogénéité qu'on doit s'imposer forcément pour examiner les conditions théoriques de sollicitation d'une poutre encastrée, n'existe pas en réalité. Les différents bancs sont affectés de lignes de moindre résistance qui pourront modifier la direction que la théorie assigne aux lignes de cassure dans cette partie. Ce reproche peut donc être adressé à toutes les théories.

(1) Les mêmes mémoires que pour la théorie de Gonot.

4. Lorsqu'il s'agit d'une poutre horizontale soumise à l'action d'une force uniformément répartie, Von Sparre conclut que la rupture se produit *simultanément* aux sections d'encastrement et au milieu de la pièce. C'est une erreur. Le phénomène ne se produit de cette manière que dans le cas d'une poutre encastrée à ses deux extrémités et soumise à l'action d'une force agissant en son milieu.

5. Dans le cas d'une poutre d'épaisseur h, de largeur unité, de longueur l, de densité δ et inclinée d'un angle α avec l'horizon, la charge uniformément répartie par unité de longueur est $p = h\,\delta$.

Les sections dangereuses se trouvent aux sections d'encastrement où le moment de flexion est en valeur absolue : $m = \frac{pl^2 \cos \alpha}{12}$. Au milieu de la pièce, le moment de flexion est $M_m = \frac{pl^2 \cos \alpha}{24}$.

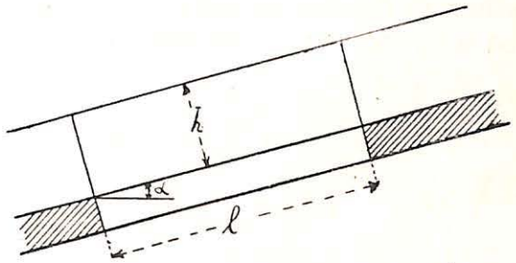


Fig. 2.

La formule générale des poutres soumises à flexion étant

$$\frac{M}{R} = \frac{I}{v} \qquad \text{dans laquelle}$$

M = moment de flexion = $\frac{pl^2 \cos \alpha}{12}$.

R = résistance de la roche à la flexion.

$\frac{I}{v}$ = module de flexion = $\frac{h^2}{6}$.

En remplaçant il viendra :

$$\frac{p l^2 \cos \alpha}{12\,\mathrm{R}} = \frac{h^2}{6} \quad \text{et comme } p = h\,\delta, \text{ on aura}$$

$$l^2 = \frac{2\,\mathrm{R}\,h}{\delta \cos \alpha} \qquad (1)$$

$$h = \frac{\delta\, l^2 \cos \alpha}{2\,\mathrm{R}} \qquad (2)$$

La formule (1) fait connaître le porte à faux l nécessaire pour produire la rupture d'un banc de roche d'épaisseur h, de densité δ, de résistance R et d'inclinaison α. La formule (2) donne l'épaisseur h d'un banc de roche à partir de laquelle la rupture se produira sous un porte à faux de longueur l.

6. Von Sparre fit lui-même les objections suivantes à sa théorie :

1° On ne tient aucun compte de la composante parallèle à l'inclinaison de la pièce qui engendre une compression vers le bas et une traction sur la section d'amont.

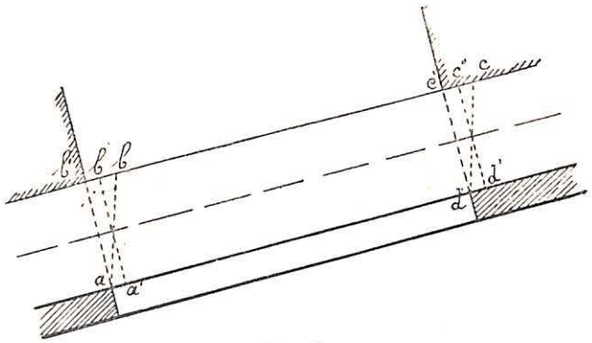


Fig. 3.

2° Lorsque les couches sont inclinées, la force qui tend à produire l'affaissement est le poids de la partie $a\,b\,c\,d$ et non celui de $a\,b'\,c'\,d$. Ils ont bien même valeur, mais les éléments ne sont pas répartis de la même manière, cir-

constance qui suffit à déplacer la position des joints de rupture qui seront suivant $a'\,b''$ et $d'\,c''$. Cette propriété indiquée par Von Sparre fut démontrée par M. Dwelshauwers-Dery. La cassure d'aval se produira en gradins renversés tandis que celle d'amont se dessinera en gradins droits et la direction de la ligne de cassure sera comprise entre la verticale et la normale à la couche.

7. *Théorie de Gustave Dumont (1871)* (1). — Gustave Dumont n'admet pas non plus que le banc immédiatement supérieur à la couche déhouillée est soumis à l'action du poids des bancs surincombants. Comme Von Sparre, il examine les conditions de sollicitation d'un banc soumis à l'action de son propre poids. Il montre d'abord que la rupture d'une poutre *reposant* sur deux appuis de niveau, se fait en son milieu.

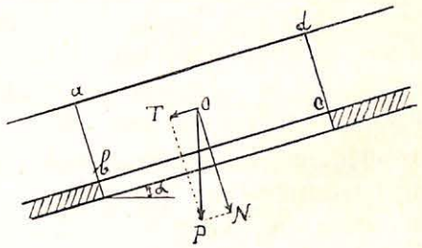


Fig. 4.

Si, au contraire, dit-il, elle est encastrée par ses extrémités, il admet comme Von Sparre que la flexion produira *simultanément* trois ruptures, l'une en son milieu et les deux autres auprès des points d'appui et toutes trois dans des sections perpendiculaires au plan de la poutre. S'il s'agit d'une poutre inclinée, il s'écarte des idées de Von Sparre et il décompose le poids total O P du banc en deux composantes : $\mathrm{O\,T} = \mathrm{OP} \sin \alpha$ et $\mathrm{O\,N} = \mathrm{O\,P} \cos \alpha$.

(1) Les mêmes mémoires que pour la théorie de Gonot.

La composante O T tend à écraser le banc, la composante O N tend à le rompre par flexion. La résistance à l'écrasement étant notablement plus grande que celle à la rupture, c'est la rupture qui se produira d'abord et elle aura lieu normalement à la stratification qui est la ligne suivant laquelle le banc présente le moins de résistance. Les bancs supérieurs se rompront de même.

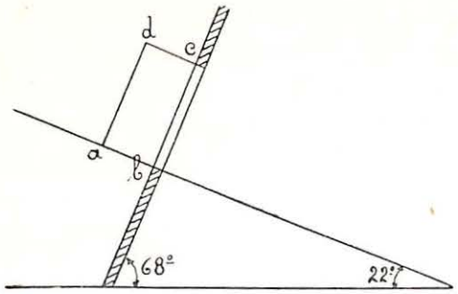


Fig. 5.

La condition d'équilibre strict entre O N et le frottement produit par O T dans le joint de rupture, a lieu, suivant lui, lorsque le joint de rupture *a b* fait un angle de 22° avec l'horizontale, ce qui correspond à une inclinaison $\alpha = 68°$ pour la stratification.

Pour déterminer cet angle de 22°, Dumont place un morceau de schiste ou de grès sur un morceau de même nature qu'il incline jusqu'au moment où le frottement est vaincu. De ce qui précède, Dumont déduit la « loi » de la normale qu'il formule comme il suit :

Lorsque des couches de schiste, de grès ou de houille ont moins de 68° d'inclinaison, les cassures qui se produisent à la suite de l'exploitation jusque la surface, sont représentées par des plans normaux à leur inclinaison, passant par les points d'appui sur lesquels elles reposent et qui ne sont autres que la couche vierge qui se trouve à l'aval et à l'amont pendages.

Aux points correspondant aux vifs-thiers, les cassures prennent une direction sensiblement perpendiculaire à celles ci-dessus. Lorsque les couches seront en dressant, le glissement se fera suivant les joints de stratification par suite de leur peu d'adhérence entre eux, surtout lorsque le sol a déja été remué par d'autres exploitations.

8. Les objections suivantes furent faites à la théorie de Dumont.

1° La méthode employée pour déterminer l'angle de 22° est critiquable. En effet, lorsque la rupture d'une roche se produit, le joint de rupture n'est jamais poli comme dans l'expérience de Dumont. Il est, au contraire, rugueux et on conçoit que le frottement qui fait équilibre à la composante O N ne se produira que lorsque la pente du joint *a b* sera notablement supérieure à 22° ce qui correspond à des couches ayant moins de 68° de pente. D'autre part, la détermination de l'angle de frottement a fait l'objet de recherches d'expérimentateurs habiles et Dumont aurait dû se référer à leurs travaux.

Avec Von Dechen, on admet généralement que le frottement ne sera vaincu que lorsque le joint *a b* aura une pente de 40°, ce qui correspond à une inclinaison de 50° pour la couche, pente au-delà de laquelle la loi de la normale ne serait plus appliquable.

2° Dumont ne tient aucun compte des observations de Von Sparre au sujet de l'encastrement d'une couche inclinée.

3° La loi dite de la normale est une analyse incomplète des éléments du problème.

En effet, du moment qu'on admet une limite de pente à son application, on reconnaît que l'inclinaison des roches exerce une influence sur la direction de leur affaissement. Il est inadmissible que l'angle du plan de fracture avec celui de la couche reste constant jusqu'à un certain maximum au-delà duquel il décroîtrait pour devenir nul

lorsque les couches ont une inclinaison de 90°. Il est naturel, au contraire, de croire que cet angle est une fonction de l'angle de pente de la couche. Suivant M. Timmerhans, on doit considérer non seulement la composante O N, qui tend à produire la rupture des roches par flexion, mais aussi la composante O T qui, d'après un principe théorique posé par Coulomb et vérifié expérimentalement, agirait pour les briser suivant un plan faisant un angle de 45° avec le plan de fracture par flexion.

Coulomb plaçait verticalement un prisme sur sa base et le soumettait à un effort de compression. Avant de s'écraser, il se rompait sous un angle de 45° avec l'horizontale.

Il résulte de là que, sous l'action combinée de O N et O T, la rupture devrait se faire suivant une ligne intermédiaire entre les deux directions indiquées suivant l'importance de O N et O T.

Vicat ayant repris la question, réfuta la théorie de Coulomb et les conclusions de Vicat furent à leur tour attaquées par l'Académie des Sciences.

Il ne peut être question d'appliquer aux affaissements miniers les essais de Coulomb et de Vicat, parce que, dans toute théorie des conséquences des exploitations en dressant, on néglige une cause générale de rupture qui se révèle sur la roche en place : c'est le foisonnement. Il est la conséquence du vide créé et se manifeste quelle que soit la pente du gisement. Il met en jeu des pressions énormes qu'on ne saurait reproduire artificiellement et qui sont bien supérieures au poids.

9. *Théorie de M. Banneux.— Loi de la tangente* (1).—

(1) La théorie de la loi de la tangente étant inédite, son auteur, M. Ph. Banneux, Directeur gérant des Charbonnages du Horloz, a bien voulu nous la communiquer et nous a autorisé à la publier. Il en est de même de certaines considérations qui sont relatées en différents points de ce Mémoire et notamment au paragraphe relatif à la propagation de la ligne de cassure dans les terrains de recouvrement.

La loi dite de la normale n'est qu'un cas particulier d'une loi générale : *la loi de la tangente*. Celle-ci s'établit d'une façon rigoureuse dans l'hypothèse de terrains homogènes. Nous verrons que la loi de la normale n'est applicable que dans le cas particulier de strates horizontales et rien que dans ce cas.

Pour résoudre le problème des affaissements, étudions les conditions de sollicitation et de résistance d'un solide prismatique homogène, encastré par ses extrémités et soumis à l'action de la pesanteur ou plus généralement à une action, uniformément répartie, d'intensité p par unité de longueur.

La pièce est supposée inclinée sous un angle α, et tous les points qui pèsent vers le vide sont délimités par les sections verticales passant par les points d'appui B et B' de l'encastrement. On choisira pour origine le point d'intersection A de l'axe neutre A A' (axe des abscisses) avec la verticale du point d'appui B de l'encastrement. L'axe des ordonnées sera la perpendiculaire A Y à A A'.

La poutre est en équilibre sous l'action des forces extérieures et des réactions de tous genres produites aux encastrements.

Désignons par R la composante normale à A A' à l'encastrement d'aval et par m l'axe du couple dû à l'encastrement au point A.

R est la partie de la réaction qui a seule une influence sur le moment fléchissant, la composante de cette réaction suivant A A' étant sans effet ; m, notation qui renferme son signe, est perpendiculaire au plan de flexion ou plan de symétrie dans lequel agissent les forces extérieures, R' et m', les quantités analogues à R et m, mais relatives à l'encastrement d'amont A'.

La poutre de longueur A A' $= l$, de largeur égale à

l'unité pourra être considérée comme libre si on la soumet à l'action des forces R et R', des couples m et m' et de la résultante verticale $p\,l$ appliquée au milieu M de A A'.

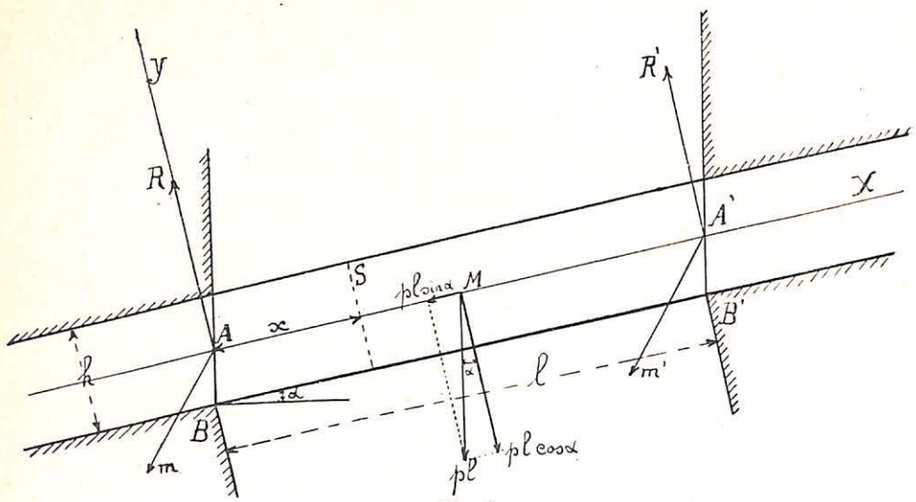


Fig. 6.

A une distance A S $= x$, traçons dans la poutre une section normale à l'axe A A'. Le moment fléchissant qui sollicite la face normale d'aval de la partie S A' sera :

$$M = R\,x - p\,x \cos\alpha \frac{x}{2} + m = R\,x + m - \frac{p\,x^2 \cos\alpha}{2}$$

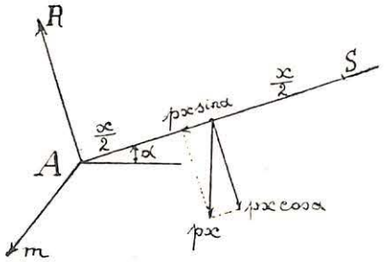


Fig. 7.

Pour déterminer R et m, écrivons l'équation différentielle de l'élastique de flexion rapportée aux axes A X, A Y. Elle est :

$$\frac{d^2 y}{d x^2} = \frac{M}{E\,I}.$$

M étant le moment de flexion dans la section S ;
E le coefficient d'élasticité ;
I le moment d'inertie de la section S.
On a :

$$\frac{d^2 y}{d x^2} = \frac{1}{E\,I}\left(R\,x + m - \frac{p\,x^2 \cos\alpha}{2}\right)$$

$$\frac{d y}{d x} = \frac{1}{E\,I}\left(\frac{R\,x^2}{2} + m\,x - \frac{p\,x^3 \cos\alpha}{6}\right)$$

$$y = \frac{1}{2\,E\,I}\left(\frac{R\,x^3}{3} + m\,x^2 - \frac{p\,x^4 \cos\alpha}{12}\right)$$

Aux encastrements, la tangente à l'élastique est parallèle à A X. En conséquence pour $x = l$, on a $y = o$ et $\frac{dy}{dx} = o$ d'où :

$$\frac{R\,l}{2} + m - \frac{p\,l^2 \cos\alpha}{6} = o$$

$$\frac{R\,l}{3} + m - \frac{p\,l^2 \cos\alpha}{12} = o.$$

De ces équations simultanées, on tire :

$$R = \frac{p\,l \cos\alpha}{2}$$

$$m = -\frac{p\,l^2 \cos\alpha}{12}$$

Remplaçant R et m par leurs valeurs dans M, on trouvera après réductions :

$$M = \frac{p \cos\alpha}{12}\left[6\,x\,(l - x) - l^2\right]$$

10. *Valeur maxima de* M. — M est maximum lorsque x n'est pas nul en même temps que le produit $x\,(l - x)$ dont la somme des facteurs est constante et égale à l. Ce maximum a lieu pour :

$$x = l - x \qquad\qquad x = \frac{l}{2}.$$

Ce moment maximum que nous désignons par M_m est :

$$M_m = \frac{p\,l^2 \cos\alpha}{24}$$

M_m étant positif dans la section médiane de la poutre, les fibres supérieures de celles-ci seront comprimées et les fibres inférieures allongées.

11. *Moment aux encastrements.* — Faisons $x = l$ dans la valeur de M, on aura :

$$m' = -\frac{p\,l^2 \cos\alpha}{12} = m$$

ce qui signifie qu'à l'encastrement A', les fibres supérieures sont allongées et les fibres inférieures comprimées et qu'à l'encastrement A les fibres supérieures de la face d'aval de AA' sont allongées et les fibres inférieures comprimées.

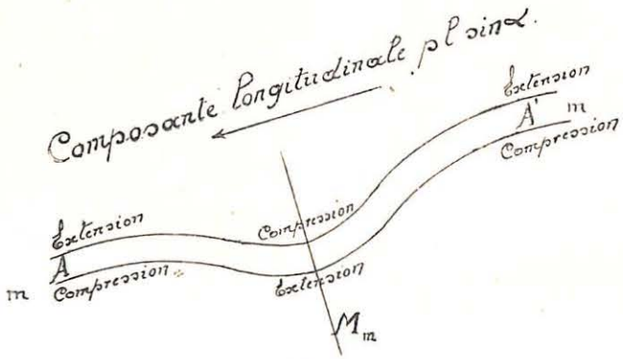


Fig. 8.

Ces différentes déductions sont figurées dans la figure 8.

12. *Valeur de* R. — De la relation évidente

$$R + R' = p\,l \cos\alpha$$

on conclut

$$R' = pl\cos\alpha - R = pl\cos\alpha - \frac{1}{2}\,p\,l\cos\alpha = \frac{1}{2}\,pl\cos\alpha = R$$

13. *Conclusion.* — Des calculs qui précèdent, on conclut que le moment fléchissant est plus grand dans les sections normales à A A' passant par A et A'. Il y est le double de celui au milieu de la pièce.

Ces sections aux encastrements constituent par conséquent les sections dangereuses ou de plus facile rupture et c'est là que la pièce se rompra d'abord. L'effet de la simple flexion en admettant la même résistance spécifique à l'extension et à la compression, produira la rupture simultanément aux encastrements et à la fois dans les fibres supérieures et inférieures.

14. *De l'influence de la composante longitudinale* $p\,l \sin\alpha$. — 1° A l'encastrement d'aval A, cette composante a pour effet de comprimer toutes les fibres déjà mises en œuvre par la flexion. Il en résulte que les fibres supérieures allongées en seront soulagées et que les fibres inférieures comprimées seront d'autant plus compromises.

2° A l'encastrement d'amont A', cette composante a pour effet d'allonger toutes les fibres. Les supérieures seront donc plus fortement sollicitées que par la flexion seule; les inférieures le seront moins.

L'intervention de la composante longitudinale aura donc pour effet dans les hypothèses indiquées, de faire commencer la rupture par le bas dans la section d'aval et par le haut dans la section d'amont.

15. *De l'influence de l'effort tranchant.* — L'effort tranchant provoque une action de cisaillement suivant

chaque section. Son influence qui est négligeable est cependant favorable à la production des ruptures telles qu'elles viennent d'être exposées.

16. *De l'influence de la pente.* — Le moment de rupture à l'encastrement est, en valeur absolue :

$$m = \frac{p\, l^2 \cos \alpha}{12}$$

m tend vers zéro quand α tend vers $\frac{\pi}{2}$ et il se présentera un angle α pour lequel le moment m sera insuffisant pour produire seul la rupture.

17. *Détermination de la tension de la fibre la plus fatiguée aux encastrements.* — La tension K, de la fibre la plus fatiguée due à la flexion seule est donnée par :

$$\frac{m}{K_1} = \frac{I}{v}$$

I moment d'inertie de la section par rapport à un axe passant par son centre de gravité et normal au plan de flexion ;

v distance de la fibre la plus fatiguée à la fibre neutre ;

m moment de flexion à l'encastrement.

Désignons par h l'épaisseur du banc soumis à la flexion. Le moment d'inertie de la section de hauteur h et de largeur unité sera $\frac{h^3}{12}$. On a $v = \frac{h}{2}$ d'où en remplaçant

$$\frac{\frac{p\, l^2 \cos \alpha}{12}}{K_1} = \frac{\frac{h^3}{12}}{\frac{h}{2}}$$

$$K_1 = \frac{p\, l^2 \cos \alpha}{2\, h^2}$$

La tension K_2 par unité de surface due à la composante longitudinale $p\, l \sin \alpha$ est :

$$K_2 = \frac{p\, l \sin \alpha}{h}$$

Au total :

$$K = K_1 + K_2 = \frac{p\, l}{h} \left(\sin \alpha + \frac{l \cos \alpha}{2\, h} \right)$$

Comme on a $p = h\, \delta$, δ étant la densité des roches du banc, il viendra

$$K = \frac{\delta\, l}{2\, h} (2\, h \sin \alpha + l \cos \alpha)$$

Il y aura rupture du banc si l'on a $K \geqslant N$, N étant la résistance spécifique de rupture à l'extension ou à la compression du banc. (On prendra la plus petite de ces deux valeurs.) On en déduit :

$$\frac{\delta\, l}{2\, h} (2\, h \sin \alpha + l \cos \alpha) \geqslant N$$

$$l^2 + 2\, h\, l \operatorname{tg} \alpha - \frac{2\, N\, h}{\delta \cos \alpha} \geqslant o$$

Les racines de ce trinôme égalé à zéro, sont :

$$l = -h \operatorname{tg} \alpha \pm \sqrt{h^2 \operatorname{tg}^2 \alpha + \frac{2\, N\, h}{\delta \cos \alpha}}$$

La quantité sous le signe radical donnera son signe aux racines. Il en résulte qu'une sera positive et l'autre négative.

Comme l doit toujours être positif, le trinôme sera toujours plus grand que zéro pour toute valeur de l plus grande que la racine positive.

$$l > -h \operatorname{tg} \alpha + \sqrt{h^2 \operatorname{tg}^2 \alpha + \frac{2\, N\, h}{\delta \cos \alpha}}$$

Il y aura donc rupture d'un banc de hauteur h, de densité δ et d'inclinaison α lorsque l sera plus grand que la valeur indiquée. On pourra alors former le tableau suivant donnant les valeurs de l correspondantes à différentes épaisseurs h sous des angles variables α.

On fera N = 45,000 kg par mètre carré et δ = 2,500 kg au mètre cube, d'où :

$$l > -h \operatorname{tg} \alpha + \sqrt{h^2 \operatorname{tg}^2 \alpha + \frac{360\, h}{\cos \alpha}}$$

	α=10°	20°	30°	40°	45°	50°	60°	70°	80°	85°
h = 1m	19 00	19.20	19.80	20.90	21.60	22.50	25.20	29.80	40.20	53.90
2m	26.70	27.00	27.70	29.00	30.00	31.20	34.60	43.50	54.00	70.90
3m	32 60	32 80	33.60	35.10	36.20	37.60	41.60	48.60	63.60	82.20
4m	37.60	37.70	38.50	40.10	41.20	42.80	47.20	54.80	71.20	90.70
5m	41.90	42.00	42.80	44.40	45.70	47.30	52.00	60.10	77.30	97.50
6m	45.80	45.80	46.60	48.30	49.60	51.30	56.20	64.70	82.60	103.00
7m	49.40	49.30	50.10	51.80	53.10	54.82	59.90	68.70	87.20	107.90
8m	52.70	52,50	53.20	55,00	56.30	58.10	62.00	72.40	91.20	112.00
9m	55.80	55.60	56.20	57.90	59.30	61.10	64.90	75.70	94 70	115.70
10m	58.70	58.40	59.00	60.60	62.00	63.90	69.30	78.70	98.00	118.90

18. *Corollaire.* — Lorsque l'on exploite une partie de couche A B en laissant en place le charbon en aval de A et en amont de B, on peut considérer les bancs supérieurs à la couche comme encastrés aux deux extrémités et la rupture se produit comme nous l'avons indiqué.

Si l'on exploite ensuite la partie A C, les bancs supérieurs sont encore encastrés à l'aval mais il n'en est plus

de même à l'amont où la cassure en A produite par l'exploitation antérieure de A B doit faire considérer les bancs supérieurs à A C comme libres à l'extrémité à l'endroit de A.

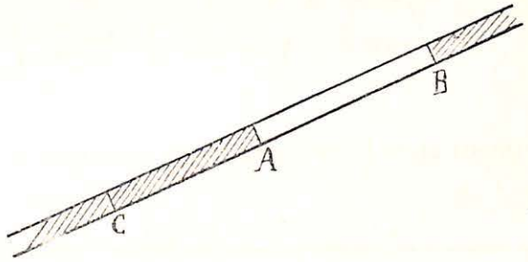


Fig. 9.

Le moment maximum se trouve encore à l'encastrement. Sa valeur absolue est $\frac{p\, l^2 \cos \alpha}{2}$ et la tension par unité de surface dans la fibre la plus fatiguée sera, en tenant compte de la flexion et de l'influence de la composante longitudinale :

$$K = \frac{3\, p\, l^2 \cos \alpha}{h^2} + \frac{p\, l \sin \alpha}{h}$$

La rupture exige :

$$\frac{3\, p\, l^2 \cos \alpha}{h^2} + \frac{p\, l \sin \alpha}{h} \geqslant N$$

Les racines du trinôme égalé à zéro, sont :

$$3\, l^2 + h\, l \operatorname{tg} \alpha - \frac{N\, h}{\delta \cos \alpha} = o$$

$$l = \frac{h \operatorname{tg} \alpha \pm \sqrt{h^2 \operatorname{tg}^2 \alpha + 12 \frac{N\, h}{\delta \cos \alpha}}}{6}.$$

On choisit la racine positive et pour qu'il y ait rupture il faut :

$$l > \frac{-h \operatorname{tg} \alpha + \sqrt{h^2 \operatorname{tg}^2 \alpha + \frac{12 N h}{\delta \cos \alpha}}}{6}$$

$$l > \frac{-h \operatorname{tg} \alpha + \sqrt{h^2 \operatorname{tg}^2 \alpha + \frac{2160 h}{\cos \alpha}}}{6}$$

On formera alors le tableau suivant analogue au précédent.

	α=10°	20°	30°	40°	45°	50°	60°	70°	80°	85°
h = 1m	7.80	7.90	8.20	8.70	9.10	9.50	10.70	12.80	17.70	24.40
2m	11.00	11.20	11.70	12.20	12.70	13.30	14.60	17.80	24.50	33.50
3m	13.40	13.70	14.10	14.90	15.30	16.10	18.10	21.60	29.50	40.10
4m	15.50	15.70	16.30	17 10	17.80	18.60	20.80	24.70	33.60	43.50
5m	17.40	17.50	18.10	19.10	19.80	20.80	23.10	27.40	37.10	49.90
6m	19.00	19.20	19.80	20.90	21.70	22.50	25.10	29.80	40.20	53.90
7m	20.50	20.70	21.40	22.40	23.30	24.20	27.20	32.00	43.00	57.30
8m	21.90	22.10	22.80	24.00	24.80	25.80	28.80	34.00	45.60	60.50
9m	23.10	23.50	24.10	25.30	26.20	27.30	30.30	35.60	47.90	63.40
10m	24.40	24.90	25.40	26.60	27.50	28 60	31.90	37.60	50.00	66.10

19. *De la propagation des affaissements et du tracé de la ligne de cassure.* — Après la rupture du premier banc suivant $S_1 S_1$, s'effectuera celle du second suivant $S_2 S_2$; ensuite celle du troisième suivant $S_3 S_3$ et ainsi de suite.

Rapportons le système des points supérieurs de chacun

de ces couples à deux axes dont l'un est O X suivant l'inclinaison de la stratification et l'autre O Y perpendiculaire à O X.

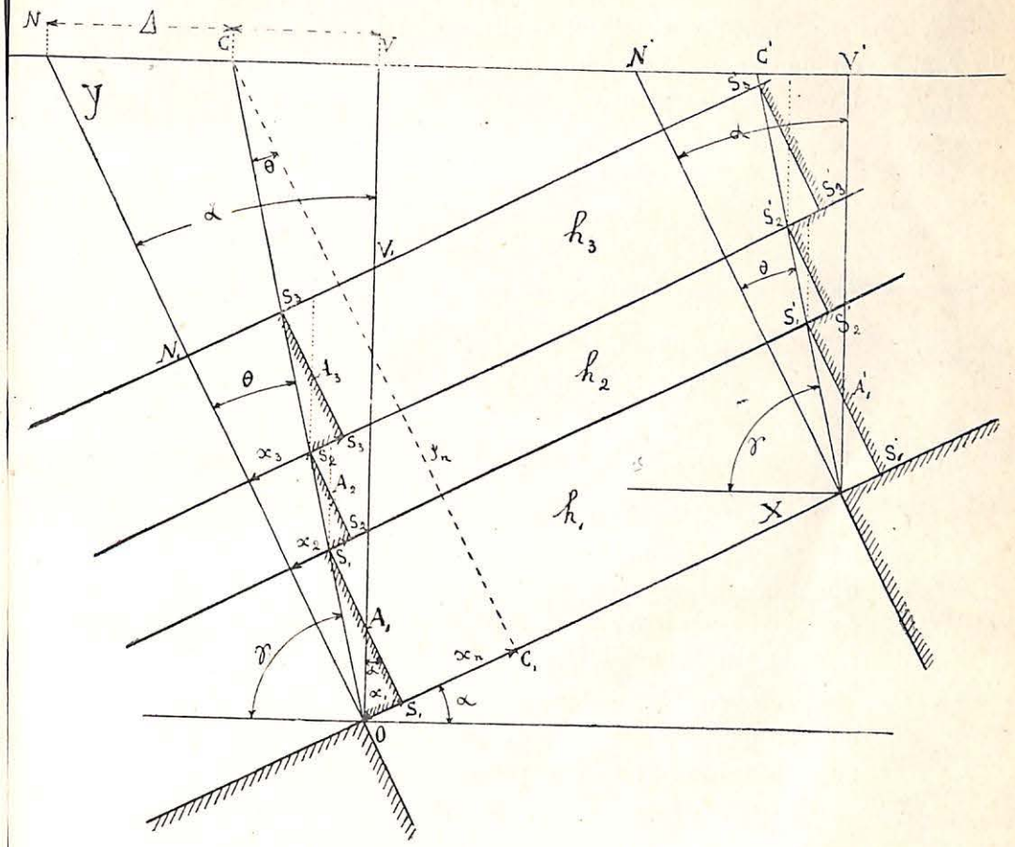


Fig. 10.

Désignons par h_1 h_2 h_3... les épaisseurs des bancs. Les abscisses des points successifs S_1 S_2 S_3... seront :

$$x_1 = \tfrac{1}{2} h_1 \operatorname{tg} \alpha$$
$$x_2 = x_1 + \tfrac{1}{2} h_2 \operatorname{tg} \alpha$$
$$x_3 = x_2 + \tfrac{1}{2} h_3 \operatorname{tg} \alpha$$
$$\cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot$$
$$x_n = x_{n-1} + \tfrac{1}{2} h_n \operatorname{tg} \alpha$$

Ajoutant membre à membre et faisant la réduction des termes semblables

$$x_n = \tfrac{1}{2} \operatorname{tg} \alpha \, \Sigma_1^n h$$

x_n étant l'abscisse du point C projection de l'intersection du plan de cassure et du plan horizontal sur le plan Y O X. L'ordonnée du point C sera :

$$y_n = \Sigma_1^n h \qquad \text{d'où}$$

$$x_n = \tfrac{1}{2} y_n \operatorname{tg} \alpha$$

$$y_n = 2 x_n \operatorname{cotg} \alpha$$

$$\frac{y_n}{x_n} = 2 \operatorname{cotg} \alpha$$

Dans le triangle C C_1 O on a

$$y_n = x_n \operatorname{tg} C O C_1 = x_n \operatorname{cotg} \theta \qquad \text{d'où}$$

$$\operatorname{cotg} \theta = 2 \operatorname{cotg} \alpha$$

$$\operatorname{tg} \theta = \tfrac{1}{2} \operatorname{tg} \alpha$$

Telle est la loi de la tangente : La déviation en coupe normale de la ligne suivant laquelle se propage la cassure due à une exploitation en terrains homogènes est égale à la moitié de la pente des terrains rompus.

tg θ s'appelle déviation ; tg α est la pente.

Corollaire I. — Pour $\alpha = o$, tg $\alpha = o$ et tg $\theta = o$. Il en résulte que pour des terrains horizontaux, la normale au banc est la ligne de cassure.

Corollaire II. — La ligne de cassure se fait entre la verticale O V et la bissectrice de l'angle N O V. En effet :

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{1}{2} \operatorname{tg} \alpha = \frac{\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}}{1 - \operatorname{tg}^2 \frac{\alpha}{2}} > \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \qquad \text{d'où}$$

$$\theta > \frac{\alpha}{2}.$$

20. *Détermination graphique de l'angle* θ. — Si l'on considère O N_1 et O V_1 comme les côtés d'un parallélo-

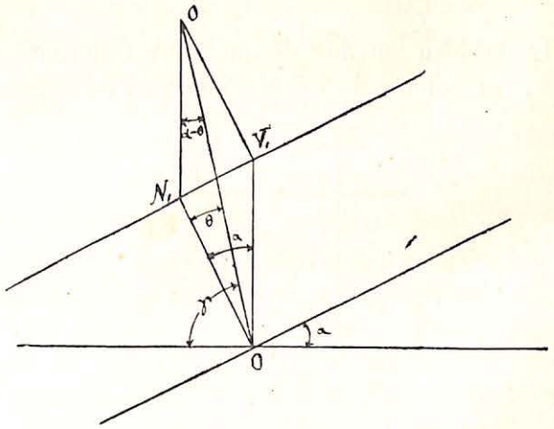


Fig. 11.

gramme O N_1 O V_1 et si l'on trace la diagonale OO', le triangle O N_1 O donne :

$$\frac{O N_1}{O' N_1} = \frac{\sin(\alpha - \theta)}{\sin \theta}$$

mais O' N_1 = O V_1 et O N_1 = O V_1 cos α, et la proportion devient :

$$\frac{O V_1 \cos \alpha}{O V_1} = \frac{\sin(\alpha - \theta)}{\sin \theta}$$

$$\sin \theta \cos \alpha = \sin \alpha \cos \theta - \sin \theta \cos \alpha$$

$$2 \sin \theta \cos \alpha = \sin \alpha \cos \theta$$

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{1}{2} \operatorname{tg} \alpha.$$

Pour avoir la direction de la ligne de cassure, il suffit donc de construire le parallélogramme O N_1 O' V_1 et de tracer la diagonale OO'.

21. L'angle γ que forme la ligne de cassure avec l'horizontale est :

$$\gamma = \frac{\pi}{2} - \left(\alpha - \theta\right) = \frac{\pi}{2} + \theta - \alpha.$$

22. Le tableau suivant donne pour différentes inclinaisons α, les valeurs de θ et γ à un quart de degré près.

α	θ	γ
0	0	90
10	5	85
20	10 ¼	80 ¼
30	16	76
40	22 ¾	72 ¾
50	30 ¾	70 ¾
60	41	71
70	54	74
80	70 ½	81 ½
90	90	90

23. *Déviation à la surface du sol.* — L'erreur que l'on commet dans le tracé de la ligne de cassure en adoptant la règle de la normale est C N = N V — C V.

Posons O V = H.

$$N\,V = H \operatorname{tg} \alpha$$

$$C\,V = H \operatorname{tg} (\alpha - \theta)$$

$$C\,N = H \left[\operatorname{tg} \alpha - \operatorname{tg} (\alpha - \theta)\right] = H \left[\operatorname{tg} \alpha - \frac{\operatorname{tg} \alpha - \operatorname{tg} \theta}{1 + \operatorname{tg} \alpha \operatorname{tg} \theta}\right]$$

mais $\operatorname{tg} \theta = \frac{1}{2} \operatorname{tg} \alpha$, d'où :

$$C\,N = H \left(\operatorname{tg} \alpha - \frac{\operatorname{tg} \alpha - \frac{1}{2} \operatorname{tg} \alpha}{1 + \frac{1}{2} \operatorname{tg}^2 \alpha}\right) = H \frac{\operatorname{tg} \alpha}{1 + \cos^2 \alpha}.$$

24. *Théorie de M. Hause (1885 et 1907)* (1). — M. Hause estime que la ligne de cassure est comprise entre la verticale et la normale à la couche.

En aval pendage et pour certaines inclinaisons, si elle était normale à la couche, elle pourrait faire avec l'horizontale extérieure un angle plus petit que l'angle du talus naturel des roches. En amont pendage, la cassure suivant la normale à la couche est impossible parce que le plan de cassure surplomberait le vide et ne pourrait se maintenir.

Suivant cet auteur, la ligne de cassure qu'il trace d'après la loi $\operatorname{tg} \theta = \frac{1}{2} \operatorname{tg} \alpha$ serait dénommée « ligne de cassure principale ». Il y en aurait une autre appelée « ligne de cassure secondaire » se propageant à l'extérieur de la première pour agrandir la zône influencée. Elle est due à l'action de la pesanteur et à la poussée au vide des roches sur les parois libres des cassures principales. On conçoit que la cassure secondaire ne puisse se produire suivant le talus naturel des roches, sauf dans le cas d'exploitation à ciel ouvert.

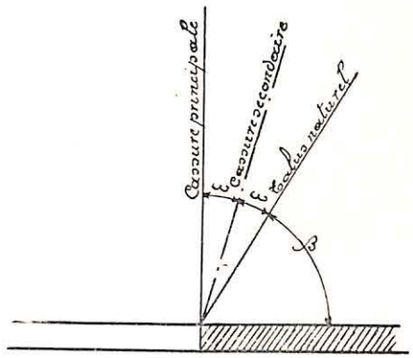


Fig. 12.

Pour des couches horizontales, la cassure principale sera verticale et la cassure secondaire sera suivant la bissectrice du complément de l'angle β que fait le talus naturel des roches avec l'horizon.

Remarquons que dans ce cas la direc-

(1) Annuaire des Mines et Minières du Royaume de Saxe. Année 1885. — *Zeitschrift für das Berg-Hütten und Salinen-Wesen.* Année 1907.

tion de la cassure secondaire est celle qui limite le prisme de poussée maxima tel, qu'il est défini dans la théorie de la poussée des terres.

Pour des couches horizontales, M. Hause pose :

$$\beta + \omega = 70^\circ \qquad \beta + 2\,\omega = 90^\circ$$

$$\omega = 20^\circ \qquad \beta = 50^\circ$$

Lorsque les couches sont inclinées on peut admettre, dit M. Hause, que l'angle des deux cassures reste constant et égal à 20° tel qu'il a été calculé ci-dessus ; mais comme on peut objecter que cette valeur est trop élevée pour certaines inclinaisons, il fait varier, comme il va être indiqué, l'angle des deux cassures.

Les angles de la cassure secondaire avec l'horizontale extérieure déterminés dans les deux hypothèses prévues sont consignés dans le tableau suivant :

α	Angle de la cassure principale d'aval pendage avec l'horizontale extérieure ou $\frac{\pi}{2} - (\alpha - \theta)$	Angle de la cassure secondaire avec l'horizontale extérieure			
		Aval pendage		Amont pendage	
		1re hypothèse	2me hypothèse	1re hypothèse	2me hypothèse
0	90	90 — 20 = 70	90 — 20 = 70	180—90 —20=70	180—90 —20=70
10	85	85 — 20 = 65	85 — 18 = 67	180—85 —20=75	180—85 —18=77
20	80 ¼	80 ¼ — 20 = 60 ¼	80 ¼ — 16 = 64 ¼	180—80 ¼ —20=79 ¾	180—80 ¼ —16=83 ¾
30	76	76 — 20 = 56	76 — 14 = 62	180—76 —20=84	180—76 —14=90
40	72 ¾	72 ¾ — 20 = 52 ¾	72 ¾ — 12 = 60 ¾	180—72 ¾ —20=87 ¼	180—72 ¾ —12=95 ¼
50	70 ¾	70 ¾ — 20 = 50 ¾	70 ¾ — 10 = 60 ¾	180—70 ¾ —20=89 ¼	180—70 ¾ —10=99 ¼
60	71	71 — 20 = 51	71 — 10 = 61	180—71 —20=89	180—71 —10=99
70	74	74 — 20 = 54	74 — 13 = 61	180—74 —20=86	180—74 —13=93
80	81 ½	81 ½ — 20 = 61 ½	81 ½ — 16 = 65 ½	180—81 ½ —20=78 ½	180—81 ½ —16=82 ½
90	90	90 — 20 = 70	90 — 20 = 70	180—90 —20=70	180—90 —20=70

Remarque. — A l'aval pendage (1re hypothèse) pour des angles α de 40, 50, 60 et 70°, la ligne de cassure secondaire coïnciderait presque avec celle du talus naturel des roches.

A l'amont pendage (seconde hypothèse) pour des valeurs de α de 30, 40, 50, 60 et 70°, la ligne de cassure secondaire serait surplombante.

25. *Recherche directe de la direction de la ligne de cassure secondaire.* — Si l'on admet les idées de M. Hause, nous pensons qu'il est plus rationnel de rechercher directement la direction de la cassure secondaire par la théorie de la poussée des terres, sur un mur dont la paroi du côté des terres serait représentée par la cassure principale A B (fig. 13).

L'inclinaison des bancs avec l'horizontale A C est α et le massif des roches est limité vers le haut par une surface B H que nous supposons horizontale. Il en résulte que le « mur de soutènement » est soumis à l'action des roches comprises entre les plans A D et B H et il faut rechercher la direction B K qui donne la poussée maxima de ce massif que nous supposons de longueur unité. L'angle du talus naturel des roches par rapport à la direction A D est β et il reste constant quel que soit α.

Désignons par Q le poids du prisme de poussée maxima B A K. La composante normale à A B de la réaction de cette poussée est P et la composante suivant A B est P tg β. Suivant A K on aurait de même N et N tg β.

Le prisme A B K étant en équilibre sous l'action de Q, P, P tg β, N et N tg β, la somme des projections de ces forces suivant deux axes coordonnés A C, A G, sera égale à zéro.

26. 1er Cas. — La ligne de cassure principale est tracée à l'amont pendage de la partie déhouillée.

Désignons par ω l'angle B A K. On a :

$$P \operatorname{tg} \beta \cos(\alpha - \theta) + P \sin(\alpha - \theta) + N \sin(\omega - \alpha + \theta) + N \operatorname{tg} \beta \cos(\omega - \alpha + \theta) - Q = o$$

$$P \cos(\alpha - \theta) - P \operatorname{tg} \beta \sin(\alpha - \theta) - N \cos(\omega - \alpha + \theta) + N \operatorname{tg} \beta \sin(\omega - \alpha + \theta) = o.$$

Si on pose P tg $\beta = o$, nous obtiendrons une poussée un peu supérieure qui augmentera par conséquent le prisme de poussée et partant l'angle ω.

Les équations précédentes se réduiront alors à :

$$P \sin(\alpha - \theta) + N \sin(\omega + \theta - \alpha) + N \operatorname{tg} \beta \cos(\omega + \theta - \alpha) - Q = o \quad (3)$$

$$P \cos(\alpha - \theta) - N \cos(\omega + \theta - \alpha) + N \operatorname{tg} \beta \sin(\omega + \theta - \alpha) = o \quad (4)$$

De (4) on tire :

$$N = P \frac{\cos \beta \cos(\alpha - \theta)}{\cos(\omega + \theta + \beta - \alpha)}$$

Remplaçant N par cette valeur dans (3), il vient :

$$P \sin(\alpha - \theta) + P \frac{\cos \beta \cos(\alpha - \theta)}{\cos(\omega + \theta + \beta - \alpha)} \times \frac{\sin(\omega + \theta + \beta - \alpha)}{\cos \beta} = Q \quad \text{ou}$$

$$P \left[\sin(\alpha - \theta) + \cos(\alpha - \theta) \operatorname{tg}(\omega + \theta + \beta - \alpha\right] = Q$$

mais $\quad Q = \frac{\delta H^2}{2} \left[\operatorname{tg}(\alpha - \theta) + \operatorname{tg}(\omega + \theta - \alpha \right]$ d'où

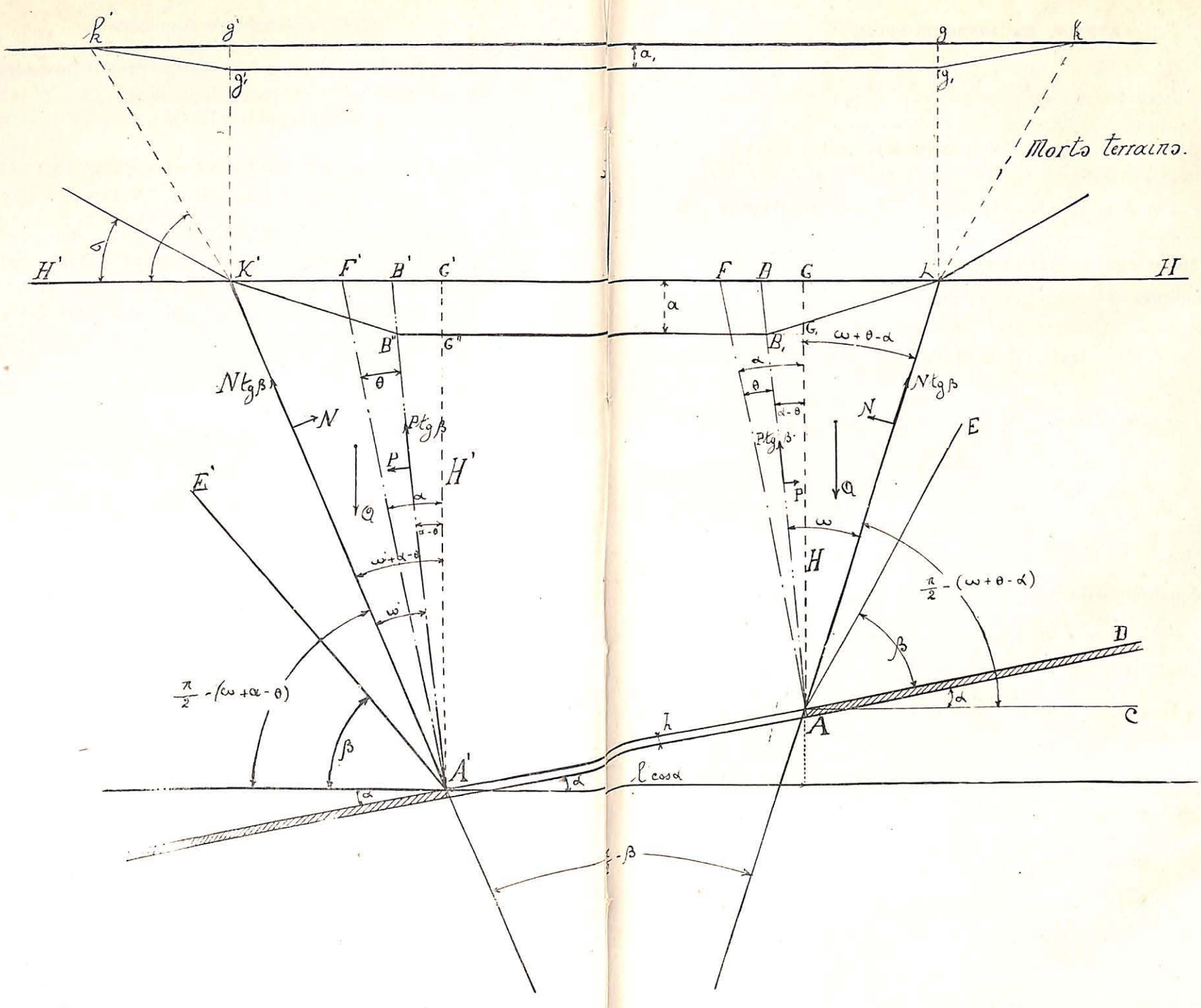
δ étant la densité des roches et H = A G.

$$P = \frac{\delta H^2}{2} \left[\frac{\operatorname{tg}(\alpha - \theta) + \operatorname{tg}(\omega + \theta - \alpha)}{\sin(\alpha - \theta) + \cos(\alpha - \theta) \operatorname{tg}(\omega + \theta + \beta - \alpha)} \right]$$

expression qui peut être mise sous la forme :

$$P = \frac{\delta H^2}{2} \times \frac{\operatorname{tg}(\alpha - \theta) + [1 - \operatorname{tg} \beta \operatorname{tg}(\alpha - \theta)] \operatorname{tg}(\omega + \theta - \alpha) - \operatorname{tg} \beta \operatorname{tg}^2(\omega + \theta - \alpha)}{\sin(\alpha - \theta) + \operatorname{tg} \beta \cos(\alpha - \theta) + [\cos(\alpha - \theta) - \operatorname{tg} \beta \sin(\alpha - \theta)] \operatorname{tg}(\omega + \theta - \alpha)}$$

$$= \frac{\delta H^2}{2} \times \frac{A + B \operatorname{tg}(\omega + \theta - \alpha) - C \operatorname{tg}^2(\omega + \theta - \alpha)}{A' + B' \operatorname{tg}(\omega + \theta - \alpha)} \quad \text{en posant}$$


Morto terraino.
H'
K'
F'
B'
G'
H
F
B
G
K
N tg β
N
P tg β
P
Q
E'
E
ω + θ - α
ω + α - θ
π/2 - (ω + α - θ)
π/2 - (ω + θ - α)
β
A'
A
D
C
h
l cos α
α

$$A = \operatorname{tg}(\alpha - \theta) \qquad B = 1 - \operatorname{tg}\beta \operatorname{tg}(\alpha - \theta) = \frac{\cos(\beta + \alpha - \theta)}{\cos\beta \cos(\alpha - \theta)}$$

$$C = \operatorname{tg}\beta \qquad A' = \sin(\alpha - \theta) + \operatorname{tg}\beta \cos(\alpha - \theta) = \frac{\sin(\beta + \alpha - \theta)}{\cos\beta}$$

$$B' = \cos(\alpha - \theta) - \operatorname{tg}\beta \sin(\alpha - \theta) = \frac{\cos(\beta + \alpha - \theta)}{\cos\beta} = B \cos(\alpha - \theta)$$

L'angle ω qui rend la valeur de P maxima est donné par la condition $\frac{dP}{d\omega} = o$; ce qui conduit à l'égalité

$$\operatorname{tg}^2(\omega + \theta - \alpha) + 2\frac{A'}{B'}\operatorname{tg}(\omega + \theta - \alpha) + \frac{AB' - A'B}{B'C} = o \qquad (5)$$

$$\frac{A'}{B'} = \operatorname{tg}(\beta + \alpha - \theta) \qquad \frac{A}{C} = \frac{\operatorname{tg}(\alpha - \theta)}{\operatorname{tg}\beta}.$$

$$\frac{A'B}{B'C} = \frac{\sin(\beta + \alpha - \theta)}{\sin\beta \cos(\alpha - \theta)}$$

$$\frac{AB' - A'B}{B'C} = \frac{\operatorname{tg}(\alpha - \theta)}{\operatorname{tg}\beta} - \frac{\sin(\beta + \alpha - \theta)}{\sin\beta \cos(\alpha - \theta)} = -1$$

L'équation (5) devient :

$$\operatorname{tg}^2(\omega + \theta - \alpha) + 2\operatorname{tg}(\beta + \alpha - \theta)\operatorname{tg}(\omega + \theta - \alpha) - 1 = o$$

dont les racines sont :

$$\operatorname{tg}(\omega + \theta - \alpha) = -\operatorname{tg}(\beta + \alpha - \theta) \pm \sqrt{\operatorname{tg}^2(\beta + \alpha - \theta) + 1}$$
$$= -\operatorname{tg}(\beta + \alpha - \theta) \pm \operatorname{séc}(\beta + \alpha - \theta).$$

L'angle $\omega + \theta - \alpha$ ne pouvant être négatif, le signe $-$ qui précède le radical devra être écarté. On aura :

$$\operatorname{tg}(\omega + \theta - \alpha) = \frac{1 - \sin(\beta + \alpha - \theta)}{\cos(\beta + \alpha - \theta)} \qquad (6)$$

d'où l'on tire la valeur de ω qui rend la valeur de P maxima.

Au lieu de calculer ω, on calcule $\omega + \theta - \alpha$, qui n'en diffère que par une constante, pour chaque valeur de α auxquelles correspondent des valeurs déterminées de θ que nous avons calculées précédemment par la relation $\operatorname{tg}\theta = \frac{1}{2}\operatorname{tg}\alpha$. L'angle de la ligne de cassure secondaire avec l'horizontale extérieure sera donc $\frac{\pi}{2} - (\omega + \theta - \alpha)$.

27. 2e Cas. — La ligne de cassure principale est tracée à l'aval pendage de la partie déhouillée.

On aura les équations simultanées :

$$P \sin(\alpha - \theta) - N \sin(\omega' + \alpha - \theta) - N \operatorname{tg}\beta \cos(\omega' + \alpha - \theta) + Q = o$$
$$P \cos(\alpha - \theta) + N \operatorname{tg}\beta \sin(\omega' + \alpha - \theta) - N \cos(\omega' + \alpha - \theta) = o$$

d'où l'on tire :

$$N = P\frac{\cos\beta \cos(\alpha - \theta)}{\cos(\omega' + \alpha + \beta - \theta)}$$

$$P = \frac{-Q}{\sin(\alpha - \theta) - \cos(\alpha - \theta)\operatorname{tg}(\omega' + \alpha + \beta - \theta)}$$

$$Q = -\frac{\delta H'^2}{2}\left[\operatorname{tg}(\alpha - \theta) - \operatorname{tg}(\omega' + \alpha - \theta)\right]$$

$$P = \frac{\delta H'^2}{2} \times \frac{\operatorname{tg}(\alpha - \theta) - \operatorname{tg}(\omega' + \alpha - \theta)}{\sin(\alpha - \theta) - \cos(\alpha - \theta)\operatorname{tg}(\omega' + \alpha + \beta - \theta)}$$

$$= \frac{\delta H'^2}{2} \times \frac{\operatorname{tg}(\alpha - \theta) - [1 + \operatorname{tg}(\alpha - \theta)\operatorname{tg}\beta]\operatorname{tg}(\omega' + \alpha - \theta) + \operatorname{tg}\beta \operatorname{tg}^2(\omega' + \alpha - \theta)}{\sin(\alpha - \theta) - \operatorname{tg}\beta \cos(\alpha - \theta) - [\cos(\alpha - \theta) + \sin(\alpha - \theta)\operatorname{tg}\beta]\operatorname{tg}(\omega' + \alpha - \theta)}$$

$$= \frac{\delta H'^2}{2} \times \frac{A - B\operatorname{tg}(\omega' + \alpha - \theta) + C\operatorname{tg}^2(\omega' + \alpha - \theta)}{A' - B'\operatorname{tg}(\omega' + \alpha - \theta)}$$

en posant :

$$A = \operatorname{tg}(\alpha - \theta). \qquad B = 1 + \operatorname{tg}\beta \operatorname{tg}(\alpha - \theta) = \frac{\cos(\beta + \theta - \alpha)}{\cos\beta \cos(\alpha - \theta)}. \qquad C = \operatorname{tg}\beta.$$

$$A' = \sin(\alpha - \theta) - \operatorname{tg}\beta \cos(\alpha - \theta) = -\frac{\sin(\beta + \theta - \alpha)}{\cos\beta}$$

$$B' = \cos(\alpha - \theta) + \operatorname{tg}\beta \sin(\alpha - \theta) = \frac{\cos(\beta + \theta - \alpha)}{\cos\beta}$$

L'équation de condition $\frac{d\,P}{d\,\omega} = o$ se réduit à :

$$\mathrm{tg}^2(\omega' + \alpha - \theta) - 2\frac{A'}{B'}\,\mathrm{tg}(\omega' + \alpha - \theta) + \frac{A'\,B}{B'\,C} - \frac{A}{C} = o.$$

$$\frac{A'}{B'} = -\,\mathrm{tg}(\beta + \theta - \alpha)$$

$$\frac{A'\,B}{B'\,C} - \frac{A}{C} = -\frac{\sin(\beta + \theta - \alpha)}{\sin\beta\cos(\alpha - \theta)} - \frac{\mathrm{tg}(\alpha - \theta)}{\mathrm{tg}\,\beta} = -1$$

$$\mathrm{tg}^2(\omega' + \alpha - \theta) + 2\,\mathrm{tg}(\beta + \theta - \alpha)\,\mathrm{tg}(\omega' + \alpha - \theta) - 1 = o$$

$$\mathrm{tg}(\omega' + \alpha - \theta) = \frac{1 - \sin(\beta + \theta - \alpha)}{\cos(\beta + \theta - \alpha)}.$$

L'angle de la ligne de cassure secondaire avec l'horizontale extérieure sera à l'aval pendage $\frac{\pi}{2} - (\omega' + \alpha - \theta)$.

28. *Valeur de* β. — Suivant M. Hause $\beta = 50°$.

Comme nous le verrons ci-après, $\beta_1 = 60°$ d'après l'Inspection des mines de Dortmund, qui admet que pour les terrains horizontaux la ligne de cassure secondaire fait un angle de 75° avec l'horizontale extérieure.

29. Le tableau suivant renseigne les valeurs de $\frac{\pi}{2} - (\omega + \theta - \alpha)$ et $\frac{\pi}{2} - (\omega' + \alpha - \theta)$ correspondantes à différentes inclinaisons α et pour des valeurs de β égales à 50° et 60°.

α	$\beta = 50°$		$\beta_1 = 60°$	
	Amont pendage	Aval pendage	Amont pendage	Aval pendage
	$\frac{\pi}{2} - (\omega + \Theta - \alpha)$	$\frac{\pi}{2} - (\omega' + \alpha - \Theta)$	$\frac{\pi}{2} - (\omega_1 + \Theta - \alpha)$	$\frac{\pi}{2} - (\omega'_1 + \Theta - \alpha)$
0	70	70	75	75
10	72 ½	67 ½	77 ½	72 ½
20	74 ¾	65 ¼	79 ¾	70 ¼
30	77	63	82	68
40	78 ¾	61 ¼	83 ¾	66 ¼
50	79 ¾	60 ¼	84 ¾	65 ¼
60	79 ½	60 ½	84 ½	65 ½
70	78	62	83	67
80	74 ¾	65 ¼	79 ¾	70 ¼
90	70	70	75	75

30. Si on examine les chiffres de ce tableau, on constate :

1° Que la somme des nombres des deux premières et des deux dernières colonnes est constante et égale à $\pi - \left(\frac{\pi}{2} - \beta\right)$ ou $\pi - \left(\frac{\pi}{2} - \beta_1\right)$.

2° Que les nombres de la 3e et de la 4e colonne sont ceux de la 1re et de la 2e colonne auxquels on a ajouté $\frac{\beta_1 - \beta}{2}$.

31. Ces propriétés peuvent être démontrées directement :

1re propriété. — L'angle des deux cassures secondaires est :

$$\varepsilon = (\omega + \theta - \alpha) + (\omega' + \alpha - \theta)$$

$$\operatorname{tg} \varepsilon = \frac{\operatorname{tg}(\omega + \theta - \alpha) + \operatorname{tg}(\omega' + \alpha - \theta)}{1 - \operatorname{tg}(\omega + \theta - \alpha)\operatorname{tg}(\omega' + \alpha - \theta)}$$

$$= \frac{\dfrac{1 - \sin(\beta + \alpha - \theta)}{\cos(\beta + \alpha - \theta)} + \dfrac{1 - \sin(\beta + \theta - \alpha)}{\cos(\beta + \theta - \alpha)}}{1 - \dfrac{[1 - \sin(\beta + \alpha - \theta)][1 - \sin(\beta + \theta - \alpha)]}{\cos(\beta + \alpha - \theta)\cos(\beta + \theta - \alpha)}}$$

$$= \frac{\cos(\beta+\theta-\alpha) + \cos(\beta+\alpha-\theta) - \sin(\beta+\alpha-\theta)\cos(\beta+\theta-\alpha) - \sin(\beta+\theta-\alpha)\cos(\beta+\alpha-\theta)}{\sin(\beta+\theta-\alpha) + \sin(\beta+\alpha-\theta) - 1 + \cos(\beta+\alpha-\theta)\cos(\beta+\theta-\alpha) - \sin(\beta+\alpha-\theta)\sin(\beta+\theta-\alpha)}$$

$$= \frac{\cos(\beta + \theta - \alpha) + \cos(\beta + \alpha - \theta) - \sin 2\beta}{\sin(\beta+\theta-\alpha) + \sin(\beta+\alpha-\theta) - 1 + \cos 2\beta} = \frac{2\cos\beta\cos(\theta - \alpha) - 2\sin\beta\cos\beta}{2\sin\beta\cos(\alpha - \theta) - 2\sin^2\beta}$$

$$= \frac{\cos\beta\,[\cos(\theta - \alpha) - \sin\beta]}{\sin\beta\,[\cos(\theta - \alpha) - \sin\beta]} = \operatorname{cotg}\beta$$

Il résulte de là que ε et β sont complémentaires d'où

$$\varepsilon + \beta = \frac{\pi}{2} \qquad \varepsilon = \frac{\pi}{2} - \beta \qquad \text{et}$$

$$\frac{\pi}{2} - \left(\omega + \theta - \alpha\right) + \frac{\pi}{2} - \left(\omega' + \alpha - \theta\right) = \pi - \varepsilon = \frac{\pi}{2} + \beta$$

2e propriété. — On doit avoir :

$$\varepsilon' = \frac{\pi}{2} - (\omega_1 + \theta - \alpha) - \left[\frac{\pi}{2} - (\omega + \theta - \alpha\right] = (\omega + \theta - \alpha) - (\omega_1 + \theta - \alpha) = \text{const.}$$

$$\operatorname{tg}\varepsilon' = \frac{\operatorname{tg}(\omega+\theta-\alpha) - \operatorname{tg}(\omega_1+\theta-\alpha)}{1 + \operatorname{tg}(\omega+\theta-\alpha)\operatorname{tg}(\omega_1+\theta-\alpha)} = \frac{\dfrac{1-\sin(\beta+\alpha-\theta)}{\cos(\beta+\alpha-\theta)} - \dfrac{1-\sin(\beta_1+\alpha-\theta)}{\cos(\beta_1+\alpha-\theta)}}{1 + \dfrac{[1-\sin(\beta+\alpha-\theta)][1-\sin(\beta_1+\alpha-\theta)]}{\cos(\beta+\alpha-\theta)\cos(\beta_1+\alpha-\theta)}}$$

$$= \frac{\cos(\beta_1+\alpha-\theta) - \cos(\beta+\alpha-\theta) + \sin(\beta_1+\alpha-\theta)\cos(\beta+\alpha-\theta) - \sin(\beta+\alpha-\theta)\cos(\beta_1+\alpha-\theta)}{1 - \sin(\beta_1+\alpha-\theta) - \sin(\beta+\alpha-\theta) + \cos(\beta_1+\alpha-\theta)\cos(\beta+\alpha-\theta) + \sin(\beta_1+\alpha-\theta)\sin(\beta+\alpha-\theta)}.$$

$$= \frac{2\sin\left(\dfrac{\beta+\beta_1}{2} + \alpha - \theta\right)\sin\dfrac{\beta-\beta_1}{2} + 2\sin\dfrac{\beta_1-\beta}{2}\cos\dfrac{\beta_1-\beta}{2}}{-2\sin\left(\dfrac{\beta+\beta_1}{2} + \alpha - \theta\right)\cos\dfrac{\beta-\beta_1}{2} + 2\cos^2\dfrac{\beta_1-\beta}{2}}$$

$$= \frac{\sin\dfrac{\beta_1-\beta}{2}}{\cos\dfrac{\beta_1-\beta}{2}} \times \frac{\cos\dfrac{\beta_1-\beta}{2} - \sin\left(\dfrac{\beta+\beta_1}{2} + \alpha - \theta\right)}{\cos\dfrac{\beta_1-\beta}{2} - \sin\left(\dfrac{\beta+\beta_1}{2} + \alpha - \theta\right)} = \operatorname{tg}\frac{\beta_1-\beta}{2}$$

d'où $$\varepsilon' = \frac{\beta_1 - \beta}{2}$$

32. Remarque. — Dans son mémoire (1), M. Sainte-Claire Deville expose « qu'il a procédé à des vérifications » précises de la loi de la normale. Ces vérifications ont été » faites au fond dans des bowettes des étages supérieurs » de deux fosses et dans une bowette inférieure au-dessous » de laquelle plusieurs veines ont été exploitées en vallée. » L'exploitation des différentes couches a produit dans » toutes ces bowettes des affaissements. En discutant les » chiffres fournis par des nivellements faits avant l'exploi- » tation et ceux que donnent des opérations ultérieures, » faites ordinairement d'année en année, on peut fixer dans » chaque bowette le point où s'arrête l'action de l'exploi- » tation. Dans les trois bowettes étudiées, ce point concor- » dait rigoureusement avec celui que fournissait le tracé » de la normale à la plus élevée des veines exploitées. » Les épaisseurs des terrains houillers dans lesquels la véri- » fication a été opérée atteignent 80 mètres, l'inclinaison » varie de 30 à 40°. »

Le lecteur sait ce qu'il doit penser de la règle de la normale qualifiée abusivement de loi.

Si on se reporte au tableau des valeurs de $\frac{\pi}{2} - (\omega' + \alpha - \theta)$ dans le cas de $\beta = 50°$, on verra que l'angle de la ligne de cassure secondaire avec l'horizontale extérieure est 63° pour une inclinaison de 30° et que dans ce cas particulier, la ligne de cassure secondaire et le plan de la couche forment pour ainsi dire un angle droit,

(1) Bulletin de l'Industrie minérale, 4e série, t. VI, 2e liv., 1907, p. 423.

L'observation de M. Sainte-Claire Deville confirme donc aussi la règle que nous avons exposée.

33. *Diagramme de la valeur de l'angle que fait la ligne de cassure secondaire avec l'horizontale extérieure.* — Au moyen des deux fonctions :

$$\operatorname{tg}(\omega + \theta - \alpha) = \frac{1 - \sin(\beta + \alpha - \theta)}{\cos(\beta + \alpha - \theta)}$$

$$\operatorname{tg}(\omega' + \alpha - \theta) = \frac{1 - \sin(\beta + \theta - \alpha)}{\cos(\beta + \theta - \alpha)}$$

on peut tracer des abaques donnant les valeurs de

$$\frac{\pi}{2} - (\omega + \theta - \alpha) \quad \text{et} \quad \frac{\pi}{2} - (\omega' + \alpha - \theta)$$

Le tracé d'une seule de ces abaques suffit, si l'on tient compte de la relation démontrée précédemment :

$$\varepsilon + \beta = \frac{\pi}{2}.$$

Le maximum de $\frac{\pi}{2} - (\omega + \theta - \alpha)$ correspond au minimum de $(\omega + \theta - \alpha)$ qui lui-même correspond au minimum de $\operatorname{tg}(\omega + \theta - \alpha)$.

Cherchons ce minimum donné par la relation

$$\frac{d \operatorname{tg}(\omega + \theta - \alpha)}{d\alpha} = o \qquad \text{ou}$$

$$\frac{d(\beta + \alpha - \theta)}{d\alpha}\left[\sin(\beta + \alpha - \theta) - \sin^2(\beta + \alpha - \theta) - \cos^2(\beta + \alpha - \theta)\right] = o$$

$$\frac{d(\beta + \alpha - \theta)}{d\alpha}\left[\sin(\beta + \alpha - \theta) - 1\right] = o.$$

Une première solution est donnée par

$$\sin(\beta + \alpha - \theta) - 1 = o$$

$$\beta + \alpha - \theta = \frac{\pi}{2}$$

$$\alpha - \theta = \frac{\pi}{2} - \beta.$$

$$\operatorname{tg}(\alpha - \theta) = \operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{2} - \beta\right) = \operatorname{cotg}\beta = \frac{\operatorname{tg}\alpha - \operatorname{tg}\theta}{1 + \operatorname{tg}\alpha \operatorname{tg}\theta}$$

mais $\operatorname{tg}\theta = \frac{1}{2}\operatorname{tg}\alpha$. Remplaçant il vient :

$$\operatorname{cotg}\beta \operatorname{tg}^2\alpha - \operatorname{tg}\alpha + 2\operatorname{cotg}\beta = o$$

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{1 \pm \sqrt{1 - 8\operatorname{cotg}^2\beta}}{2\operatorname{cotg}\beta}$$

Pour que $\operatorname{tg}\alpha$ soit réel, il faut

$$1 - 8\operatorname{cotg}^2\beta \geqslant o$$

$$\operatorname{cotg}\beta < \sqrt{\frac{1}{8}} \quad \text{ou} < 0{,}3535$$

$$\text{ou } \beta < 19^\circ\, 30'$$

or $\beta = 50^\circ$; cette solution doit donc être rejetée.

Une seconde solution est :

$$\frac{d(\beta + \alpha - \theta)}{d\alpha} = o \qquad \text{ou} \qquad 1 - \frac{d\theta}{d\alpha} = o.$$

De $\operatorname{tg}\theta = \frac{1}{2}\operatorname{tg}\alpha$, on déduit

$$\frac{d\theta}{\cos^2\theta} = \frac{1}{2}\frac{d\alpha}{\cos^2\alpha} \qquad \frac{d\theta}{d\alpha} = \frac{1}{2}\frac{\cos^2\theta}{\cos^2\alpha}$$

et l'équation devient

$$1 - \frac{1}{2}\frac{\cos^2\theta}{\cos^2\alpha} = o. \qquad \cos^2\theta = 2\cos^2\alpha$$

Remplaçons $\cos\theta$ et $\cos\alpha$ par leurs valeurs en fonction de tg

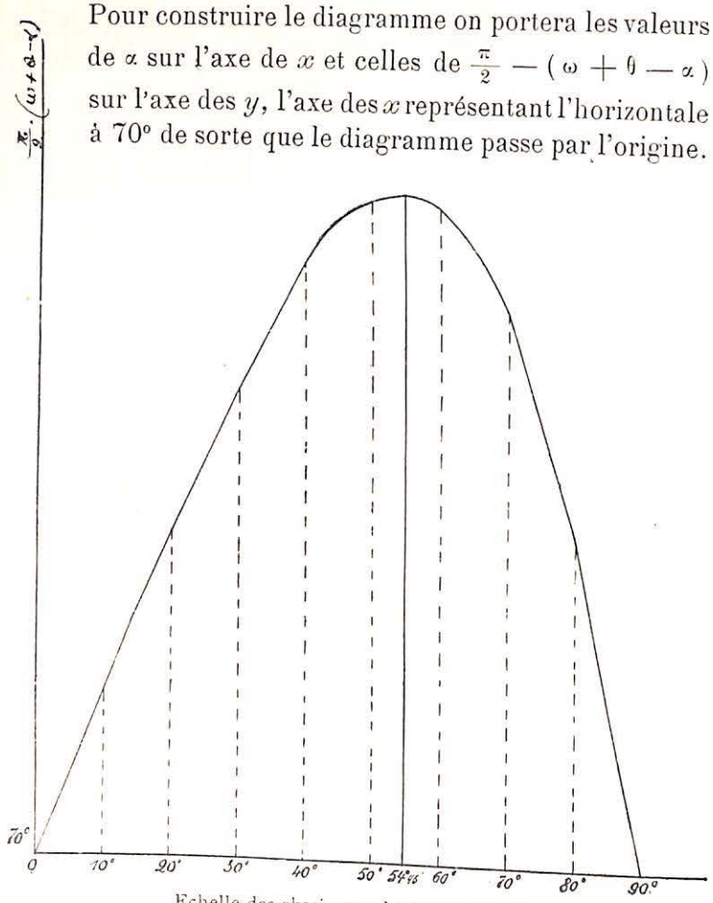
$$\frac{1}{1 + \operatorname{tg}^2\theta} = \frac{2}{1 + \operatorname{tg}^2\alpha}.$$

$$1 + \operatorname{tg}^2\alpha = 2\left(1 + \frac{1}{4}\operatorname{tg}^2\alpha\right)$$

$$\operatorname{tg}^2\alpha = 2 \qquad \operatorname{tg}\alpha = 1{,}4142 \qquad \alpha = 54^\circ\, 45'$$

quelle que soit la valeur de β.

Pour construire le diagramme on portera les valeurs de α sur l'axe de x et celles de $\frac{\pi}{2} - (\omega + \theta - \alpha)$ sur l'axe des y, l'axe des x représentant l'horizontale à 70° de sorte que le diagramme passe par l'origine.



Echelle des abscisses : 1 m/m par degré
— ordonnées : 10 m/m par degré

Fig. 14.

L'angle que fait la ligne de cassure secondaire d'aval pendage avec l'horizontale extérieure, est donnée par la relation :

$$\frac{\pi}{2} - (\omega' + \alpha - \theta) = \frac{\pi}{2} - (\omega + \theta - \alpha) - \left[\frac{\pi}{2} - \beta\right].$$

Tracé de la ligne de cassure dans les terrains de recouvrement.

34. Pour Dumont, lorsque les roches du terrain houiller sont recouvertes de terrains de formation plus moderne qui se présentent généralement en strates horizontales ou à peu près et qui sont composés de bancs de marne, de craie ou de grès, la ligne de cassure au travers de ces bancs se propage suivant la normale à la stratification, à moins qu'il n'existe des circonstances perturbatrices.

Si les terrains de recouvrement sont composés de terrains « meubles » tels qu'argile, sable et limon, la ligne de cassure, à raison de la mobilité des éléments constitutifs et de leur degré d'humidité, se propagera suivant une ligne qui fait un angle de 30 à 58° avec l'horizontale et qui n'est autre que le plan du talus naturel. S'il s'agit de sables boulants, la ligne de cassure se rapproche de l'horizontale.

35. On oppose les objections suivantes aux idées de Dumont :

1° Il est impossible de ranger le limon et les argiles dans les terrains meubles, car ils se maintiennent parfaitement en escarpements abrupts.

2° L'angle du talus naturel serait compris entre 30 et 58°. Le premier de ces chiffres se rapporte au sable fin et sec, qui est le plus mobile, tandis que le second s'applique à la terre la plus dense et la plus compacte dont on aurait détruit la cohésion en la piochant, opération qui lui ferait perdre une qualité qu'elle possède éminemment dans la nature.

3° La ligne de cassure pour les terrains de recouvrement se tracera comme celle dans le terrain houiller, car le caractère dérivant de la mobilité relative des éléments d'une assise pas plus que la résistance plus ou moins réduite des bancs successifs ne sont de nature à modifier sa direction.

En effet, supposons que la première assise A de terrain de recouvrement ait cédé à l'action de la pesanteur et

qu'elle ait comblé le vide qui se trouvait sous elle. Le vide V auquel elle a donné lieu sera rempli par une descente du toit B ou un éboulement des parois *a b*, *a' b'*

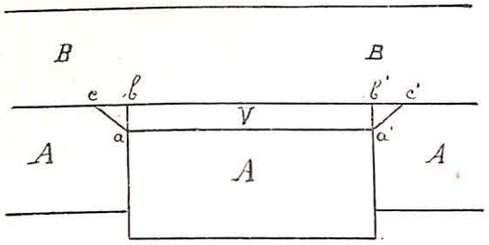


Fig. 15.

suivant les plans *a c*, *a' c'*. L'action de la pesanteur qui agit verticalement sur les éléments du toit B n'est pas contrariée mais sa composante parallèle à *a c*, *a' c'* l'est au contraire par la résistance à la cohésion dans les plans de rupture *a c*, *a' c'* et ensuite par la résistance due au frottement dans ces mêmes plans.

Dans le cas où le vide V sera rempli par l'affaissement du toit B, la ligne de cassure se propagera normalement à la stratification qui est horizontale.

Le second cas se produira si l'assise A ou toute autre est beaucoup plus meuble que les terrains encaissants et le banc B qui lui est supérieur succombera à son tour en se rompant normalement dans l'aplomb des parois du vide accidentellement agrandi de *a a'* à *c c'*.

Si l'on admettait le tracé de la ligne de cassure dans les morts-terrains suivant une règle uniforme, celà reviendrait à dire que toutes les assises qui recouvrent le houiller sont identiques dans la manière de se comporter au point de vue de la résistance et alors il n'y aurait pas de banc plus meuble compris entre des bancs plus résistants. Ces divers bancs étant tous identiques entre eux, il est évident que les cassures ne pourraient être que normales aux strates, c'est-à-dire verticales.

4° La cassure suivant l'angle de talus naturel est inadmissible. En effet, les conditions d'équilibre d'un massif de terre encaissé dans son propre gisement sont essentiellement différentes de celles d'un massif à l'air libre dont la face complètement dégagée, laisse toute liberté au glissement des terres sollicitées à se mouvoir pour prendre une inclinaison finale définie par l'angle de talus naturel qui a trait à la terre remuée et abandonnée à elle-même sous l'action de la gravité et des intempéries aériennes.

Dire que dans le sein de la terre la ligne de cassure s'incline suivant l'angle de talus naturel est tout aussi irrationnel que de considérer que les cassures dans le terrain houiller, doivent se propager sous le même angle que celui que forment les débris de ce terrain houiller avec l'horizontale. Cette déduction serait contraire à la loi dite de la normale, et cependant c'est le raisonnement de Dumont qui en est l'auteur.

5° Il résulte de ce que nous avons vu antérieurement que dans les terrains de recouvrement horizontaux, la ligne de cassure principale serait verticale et la ligne de cassure secondaire serait dirigée suivant la bissectrice du complément de l'angle du talus naturel.

36. Ces considérations théoriques sont confirmées par l'expérience du sablier. Pendant que le sable s'écoule d'un compartiment dans l'autre, la surface primitivement horizontale se creuse au centre, verticalement au-dessus du conduit de communication. Ce qui se passe dans les affaissements miniers est identique, les dimensions du conduit seules étant différentes.

37. Les observations abondent pour démontrer que la ligne de cassure dans les morts-terrains est verticale ou en diffère très peu.

1° Von Dechen, dans son mémoire de 1869, (1) rapporte

(1) Revue Universelle des Mines. 14e année, t. XXVIII, 2e liv. 1870, p. 215.

que dans un puits traversant les terrains quaternaire et crétacé sur une hauteur de 17 mètres, on a suivi une lézarde ayant une inclinaison de 71° avec l'horizon.

2° La réponse de l'Union des Charbonnages (1) au mémoire de Dumont signale des faits du même genre.

3° L'exploitation d'une certaine couche relativement puissante sous une formation moderne de 40 à 50 mètres de puissance et à peu de distance de celle-ci, provoqua sur plusieurs centaines de mètres de longueur à la surface, des cassures verticales directement au-dessus des parties fermes abandonnées.

4° Les nombreux ingénieurs qui se sont occupés de dégradations à la surface savent que les cassures reconnues dans les fouilles ou dans des puits traversant les morts-terrains, sont ou verticales ou sensiblement verticales et présentent même parfois une inclinaison vers l'intérieur au lieu de vers l'extérieur.

5° M. Jicinski (2) adopte la verticalité pour la ligne de cassure dans la formation tertiaire et l'Inspection des Mines du District de Dortmund (3) la trace à 70° tant à l'aval qu'à l'amont pendage.

38. De tout ce qui précède, il résulte que nulle part on ne constate des cassures traversant les morts-terrains suivant des lignes faisant un angle de 45° avec l'horizontale, comme l'admettent généralement certains experts. Que tracer ces lignes de cette manière constitue un procédé commode mais irrationnel et que cette valeur de 45° ne s'est établie qu'en prenant une moyenne arithmétique entre les angles limites de 30 et 58° donnés par Dumont.

(1) Page 119.

(2) M. Jicinski, Directeur des mines de Rossitz (Autriche). Renseignements fournis par M. Riback, ingénieur des mines, à Marish-Ostrau.

(3) Annales des Mines allemandes 1897. — Cours d'exploitation des mines de M. Habets, t. II, p. 186.

Cassures latérales dues aux travaux miniers.

39. Nous pouvons résumer comme il suit les renseignements donnés sur ce point.

Dumont et Jicinski disent qu'à l'extrémité en direction, les lignes de cassures sont sensiblement perpendiculaires à celles provenant d'amont et aval pendages. Elles correspondent au plan vertical mené par le vif-thier.

Suivant la théorie que nous avons exposée, la ligne de cassure secondaire menée à l'extrémité de chaque ligne de niveau ferait dans le terrain houiller un angle de 20° avec la verticale ; en ce point et dans les morts-terrains, elle serait déviée suivant la bissectrice du complément de l'angle du talus naturel des morts-terrains traversés.

Influence du contournement des couches et des failles sur la direction de la ligne de cassure.

40. La direction de la ligne de cassure sera modifiée lorsque l'inclinaison de la stratification variera et elle se tracera toujours en appliquant les règles connues à la nouvelle pente.

Quant aux failles, qui constituent des lignes de plus facile glissement, suivant lesquelles le mouvement d'affaissement pourra se propager d'abord, elles ne peuvent constituer une limite infranchissable à l'ensemble des actions dues aux travaux miniers. Quand les terrains de la faille auront cédé à l'influence sollicitante, c'est-à-dire quand l'affaissement aura passé d'une paroi à l'autre, les roches qui s'appuient sur la faille qui vient à se dérober, fléchiront, glisseront ou se rompront à leur tour. Le plus généralement, l'existence d'une faille a pour effet d'aggraver les dégats, en déviant parfois les lignes de cassure sans les arrêter d'une façon absolue, quelle que soit l'inclinaison des bancs qu'elle avait tout d'abord à soutenir.

41. Il existe des règles empiriques pour la détermination de la direction des lignes de cassure.

Nous en citerons quelques-unes.

42. *Règle de l'Inspection des Mines du district de Dortmund.* — En 1897, l'Inspection des Mines du district de Dortmund fait connaître une règle empirique pour le tracé des lignes de cassure. Elle est basée sur l'expérience pour les gisements et les terrains du bassin de la Rûhr (fig. 16, 17 et 18). Elle est résumée comme suit :

1° En amont pendage de la partie déhouillée, la ligne de cassure fait un angle constant de 75° avec l'horizontale extérieure, quelle que soit la pente de la couche ;

2° En aval pendage, la ligne de cassure fait avec l'horizontale extérieure un angle de 75°, lorsque la pente de la couche est inférieure à 15°. Elle est normale à la couche

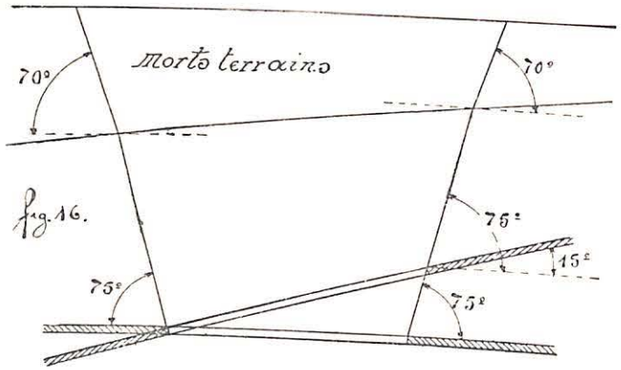


Fig. 16.

lorsque la pente de celle-ci est comprise entre 15° et 35°. Elle fait un angle constant de 55° avec l'horizontale extérieure lorsque la pente de la couche est supérieure à 35° ;

3° La ligne de cassure à l'extrémité des travaux en direction fait un angle constant de 75° avec l'horizontale extérieure ;

4° La marne crayeuse des morts-terrains de la Rhûr se casse suivant un angle de 70° environ dans toutes les directions. Les sables boulants s'affaissent suivant des

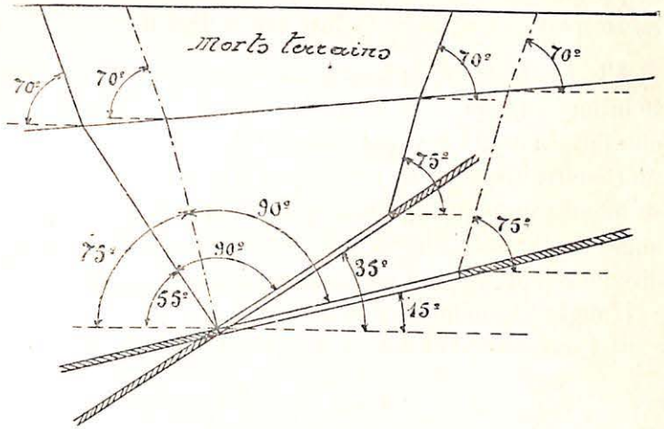


Fig. 17.

angles plus petits, généralement 30 à 40°, variables cependant avec la nature des couches et leur teneur en eau ;

5° Les intersections des plans de cassure, conduits par le périmètre de la partie déhouillée, avec la surface du sol, sont raccordés par des quarts d'ellipse ou de circonférences.

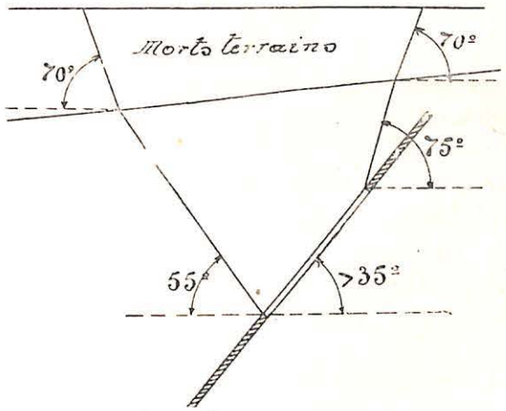


Fig. 18.

En 1904, cette règle fut modifiée et l'angle de 75° fut remplacé par un angle de 70°.

Dans le Nord et le Pas de Calais, il existe des règles empiriques du même genre qui sont signalées dans le mémoire déjà cité de M. Sainte-Claire Deville.

43. *Règle de M. Jicinski.*— La ligne de cassure dans le houiller est comprise entre la normale et la verticale et elle fait un angle r avec l'horizontale extérieure. Dans les morts-terrains, elle se prolonge suivant la verticale et ne se modifie que dans la partie où elle affleure en faisant un angle de 12° avec l'horizontale extérieure. A l'extrémité en direction la ligne de cassure est verticale.

L'angle r se détermine comme suit :

a) Pour une inclinaison α variant de 0 à 45°, on a :

$$r = \frac{\pi}{2} - \frac{\alpha}{2}$$

b) Pour une inclinaison α variant de 45 à 90°, on a :

$$r_1 = \frac{\pi}{4} + \frac{\alpha}{2}$$

On aura donc : $\alpha = o \qquad r = \frac{\pi}{2}$

$\alpha = \frac{\pi}{2} \qquad r_1 = \frac{\pi}{2}$

$\alpha = 45° \qquad r = r_1 = 67° \frac{1}{2}$

44. *Règle appliquée dans les houillères anglaises* (1).— Les règles suivantes, dues à M. O' Donahue, ne sont appliquées que pour les couches ayant moins de 2 mètres de puissance.

a) *Couche horizontale.* Les lignes de cassure font un angle de 5 à 8° avec la verticale et comme mesure de précaution, l'auteur augmente $a\,b$ de la longueur $b\,c$ qui varie de 5 à 10 % de $a\,b$.

(1) *Revue universelle des Mines*, t. XVIII, 2e liv. 1907, p. 212.

$$ab = \text{H tg } 8°$$

$$bc = \frac{ab}{10} = \frac{\text{H}}{10} \text{ tg } 8°$$

$$ac = 1{,}1 \text{ H tg } 8°$$

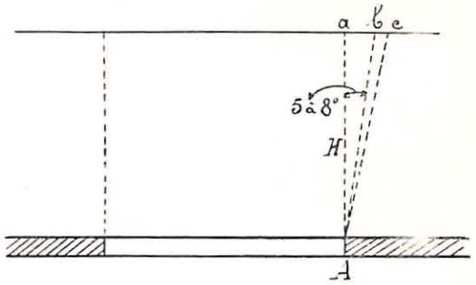


Fig. 19.

Calculons l'angle a A c.

$$a\,c = \text{H tg } a\text{ A } c \qquad \text{d'où}$$

$\text{tg } a\text{ A } c = 1{,}1 \text{ tg } 8° \qquad \text{Angle } a\text{ A } c = 8°\,45'$

b) Couche inclinée. A l'amont pendage, l'angle β que fait la ligne de cassure avec la verticale est égal à 8°, moins 1/3 de l'angle de pente α que fait la couche avec l'horizontale.

$$\beta = 8° - \frac{\alpha}{3}$$

pour $\alpha = o \qquad \beta = 8°$

β sera nul pour :

$$8° - \frac{\alpha}{3} = o \qquad \text{ou } \alpha = 24°$$

et la ligne de cassure est alors suivant la verticale.

Comme ci-dessus on augmente $a\,b$ de $b\,c = \frac{ab}{10}$.

Pour $\alpha = 10°$, on a $a\,b = \text{H tg}\left(8° - \frac{10°}{3}\right) = \text{H tg } 5°\,40'$

$b\,c = \frac{ab}{10} = \frac{\text{H}}{10} \text{ tg } 5°\,40$; $ac = 1{,}1 \text{ H tg } 5°\,40' = \text{H tg } a\text{ A } c$;

angle a A $c = 6°\,15'$.

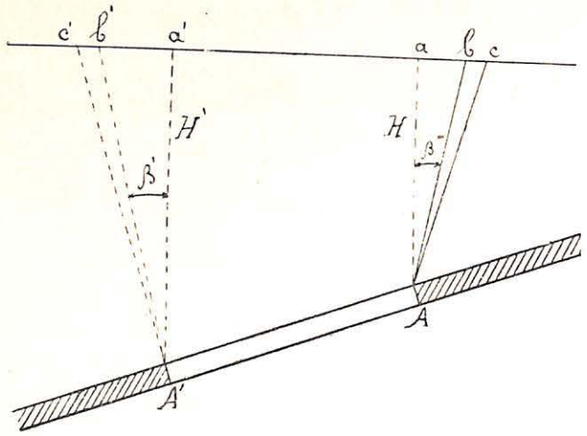


Fig. 20.

Pour $\alpha = 20°$ on aurait : angle a A $c = 1° 30'$.

Lorsque l'angle α est plus grand que 24°, la ligne de cassure reste verticale.

A l'aval pendage, l'angle β' que fait la ligne de cassure avec la verticale est égale à 8° plus 2/3 de l'angle de pente α que fait la couche avec l'horizontale.

$$\beta' = 8° + \frac{2\alpha}{3}$$

β' sera égal à α, c'est-à-dire que la ligne de cassure sera normale à la couche, lorsque

$$\beta' = \alpha = 8° + \frac{2\alpha}{3} \quad \text{ou} \quad \alpha = 24°.$$

Pour α plus grand que 24°, la direction de la ligne de cassure reste constante et fait un angle de 24° avec la verticale.

Comme ci-dessus on augmente $a'\,b'$ de $b'\,c' = \frac{a'\,b'}{10}$.

Pour $\alpha = 10°$, Angle a' A' $c' = 16° 10'$.
$\alpha = 20°$, — a' A' $c' = 23° 20'$.
$\alpha = 24°$, — a' A' $c' = 26° 05$.

45. Nous pouvons résumer dans les tableaux suivants, l'angle que fait la ligne de cassure secondaire avec l'horizontale extérieure pour les différentes règles qui ont été indiquées.

Angle de pente	Règle de M. Hause		Règle de la tangente complétée	Règle allemande		Règle de Jicinski	Règle anglaise
	1re hypothèse	2me hypothèse		1re hypothèse	2me hypothèse		
Aval pendage							
0	70	70	70	75	70	90	81 ¼
10	65	67	67 ½	75	70	85	73 ¾
20	60 ¼	64 ¼	65 ¼	70	70	80	66 ¾
30	56	62	63	60	60	75	64
40	52 ¾	60 ¾	61 ¼	55	55	70	64
50	50 ¾	60 ¾	60 ¼	55	55	70	64
60	51	61	60 ½	55	55	75	64
70	54	61	62	55	55	80	64
80	61 ½	65 ½	65 ¼	55	55	85	64
90	70	70	70	55	55	90	64
Amont pendage							
0	70	70	70	75	70	90	81 ¼
10	75	77	72 ½	75	70	85	83 ¾
20	79 ¾	83 ¾	74 ¾	75	70	80	88 ½
30	84	90	77	75	70	75	90
40	87 ¼	95 ¼	78 ¾	75	70	70	90
50	89 ¼	99 ¼	79 ¾	75	70	70	90
60	89	99	79 ½	75	70	75	90
70	86	93	78	75	70	80	90
80	78 ½	82 ¼	74 ¾	75	70	85	90
90	70	70	70	75	70	90	90

Amplitude de l'affaissement du sol.

46. Nous supposons d'abord que la formation houillère n'est pas recouverte de morts-terrains et que la surface du sol est horizontale (fig. 13). La couche est remblayée et après tassement, le remblai occupera la hauteur $h - x$, h étant la puissance de la couche exploitée.

Le volume de roche dont la section verticale est K'A'A K B B' s'éboulera pour combler le vide provoqué par le déhouillement réduit du volume occupé par le remblai et il restera un vide K' B'' B_1 K B B' qui représente la partie affaissée.

Désignons par l la longueur de la partie déhouillée mesurée suivant la pente de la couche et α son inclinaison, a sera l'amplitude de l'affaissement, c'est-à-dire la distance des droites K' K et B'' B, que nous supposons parallèles.

On a l'égalité :

$$K'A'AKBB' \times \lambda = x\,l + K'A'AKB_1B''$$

λ étant un coefficient tenant compte du foisonnement des roches lorsqu'elles se brisent et du tassement de celles-ci sous l'action du poids des morceaux les plus élevés.

Mais on a :

$$K'A'AKB_1B'' = K'A'AKBB' - K'B''B_1KBB'$$

et en remplaçant dans l'égalité ci-dessus, il vient

$$K'B''B_1KBB' = x\,l - (\lambda - 1)\,K'A'AKBB'$$

Evaluons K' B'' B_1 K B B' et K' A' A K B B'.

$$K'B''B_1KBB' = \frac{a}{2}\,(K'K + B''B_1)$$

$$K'K = K'G' + G'G + GK$$
$$= H'\,\mathrm{tg}\,(\omega' + \alpha - \theta) + l\cos\alpha + H\,\mathrm{tg}\,(\omega + \theta - \alpha)$$

H et H' étant les profondeurs des points A et A'.

$$B''B_1 = B''G_1 - B_1G_1 = B''G'' + G''G_1 - B_1G_1$$
$$= (H' - a)\,\mathrm{tg}\,(\alpha - \theta) + l\cos\alpha - (H - a)\,\mathrm{tg}\,(\alpha - \theta)$$
$$= (H' - H)\,\mathrm{tg}\,(\alpha - \theta) + l\cos\alpha$$

d'où

$$K'B''B_1KBB' = \frac{a}{2}\Big[H'\,\mathrm{tg}\,(\omega' + \alpha - \theta) + H\,\mathrm{tg}\,(\omega + \theta - \alpha) + (H' - H)\,\mathrm{tg}\,(\alpha - \theta) + 2l\cos\alpha\Big]$$

En laissant cette valeur sous cette forme, nous pourrons calculer assez rapidement le second membre, car le tableau donné précédemment fait connaître $\omega' + \alpha - \theta$ et $\omega + \theta - \alpha$.

$$K'A'AKBB' = K'A'G' + G'A'AG + GAK$$
$$= \frac{1}{2}\Big[H'^2\,\mathrm{tg}\,(\omega' + \alpha - \theta) + H^2\,\mathrm{tg}\,(\omega + \theta - \alpha) + (H + H')\,l\cos\alpha\Big]$$

Remplaçant dans la première égalité, on tire la valeur de a.

$$a = \frac{2\,x\,l - (\lambda - 1)\,[H'^2\,\mathrm{tg}\,(\omega' + \alpha - \theta) + H^2\,\mathrm{tg}\,(\omega + \theta - \alpha) + (H + H')\,l\cos\alpha]}{H'\,\mathrm{tg}\,(\omega' + \alpha - \theta) + H\,\mathrm{tg}\,(\omega + \theta - \alpha) + (H' - H)\,\mathrm{tg}\,(\alpha - \theta) + 2\,l\cos\alpha}$$

Si la couche n'est pas remblayée, on fera $x = h$ dans cette formule.

En second lieu, supposons que la formation houillère soit recouverte de morts-terrains homogènes et horizontaux dont l'angle de talus naturel est σ.

La ligne de cassure se produira suivant K' k' de manière que

$$\text{angle } H'K'k' = \sigma + \frac{\frac{\pi}{2} - \sigma}{2} = \frac{\frac{\pi}{2} + \sigma}{2}.$$

On aura l'égalité

$$k'K'Kkgg' \times \lambda' + K'A'AKBB' \times \lambda = x\,l + k'K'A'AKkgg'_1k'$$
$$= x\,l + k'K'Kkgg' - k'g'_1g_1kgg' + K'A'AKBB'$$
$$k'g'_1g_1kgg' = x\,l - (\lambda - 1)\,K'A'AKBB' - (\lambda' - 1)\,k'K'Kkgg'$$

$$a_1\,(k'k + g'_1g_1) = 2\,x\,l - (\lambda - 1)\,[H'^2\,\mathrm{tg}\,(\omega' + \alpha - \theta) + H^2\,\mathrm{tg}\,(\omega + \theta - \alpha) + (H + H')\,l\cos\alpha] - (\lambda' - 1)\,(k'k + K'K)\,H''$$

$$a_1 = \frac{x\,l - \frac{\lambda - 1}{2}\Big[H'^2\,\mathrm{tg}\,(\omega' + \alpha - \theta) + H^2\,\mathrm{tg}\,(\omega + \theta - \alpha) + (H + H')\,l\cos\alpha\Big]}{H''\,\mathrm{tg}\,\frac{\frac{\pi}{2} - \sigma}{2} + H'\,\mathrm{tg}\,(\omega' + \alpha - \theta) + l\cos\alpha + H\,\mathrm{tg}\,(\omega + \theta - \alpha)} - H''\,(\lambda' - 1)$$

H'' étant la puissance des morts-terrains, H et H' la profondeur des points A et A' sous ceux-ci.

Pour que l'affaissement soit nul, il faut avoir dans le premier cas :

$$2\,x\,l = (\lambda - 1)\,[H'^2 \operatorname{tg}(\omega' + \alpha - \theta) + H^2 \operatorname{tg}(\omega + \theta - \alpha) + (H + H')\,l \cos\alpha\,]$$

d'où l'on tire H si l'on remplace H' par $H + l \sin\alpha$.

47. D'après M. Jicinski, les roches du terrain houiller s'éboulent dans l'excavation produite par le déhouillement jusqu'à ce qu'elle soit comblée, en produisant une augmentation de volume qu'on peut évaluer à 1 % en moyenne ; de sorte que l'abattage d'une couche d'un mètre de puissance provoquera l'éboulement des roches du toit sur 100 mètres de hauteur. Au-dessus de cette hauteur, le toit restera intact et il n'y aura pas d'affaissement à la surface. Quant aux morts-terrains, ils s'éboulent sans foisonner.

Lorsque les tailles sont remblayées par le procédé ordinaire, on admet qu'après tassement, le remblai occupe les six dixièmes de la hauteur de la couche exploitée. Les affaissements dus aux dressants ont la forme d'un trou, tandis que ceux provenant des plateures ont celle d'une cuvette.

Représentons par

a, l'amplitude moyenne de l'affaissement à la surface ;
H, la profondeur de la tranche exploitée ;
h, la puissance de la couche exploitée.

Dans les exploitations sans remblai, on aura

$$1{,}01\,H = H - a + h$$

$$a = h - \frac{H}{100}$$

et dans les exploitations avec remblai

$$1{,}01\,H = H - a + 0{,}4\,h$$

$$a = 0{,}4\,h - \frac{H}{100}$$

en admettant que les lignes de cassure se propagent suivant la verticale aux confins de la tranche exploitée.

Lorsque plusieurs couches sont exploitées, h doit être remplacé par la somme des puissances des couches exploitées et H sera la profondeur moyenne de la couche la plus basse.

A l'aide de ces formules, on peut déterminer la profondeur à laquelle on peut exploiter sans produire de dégradations à la surface ; il suffit de faire $a = o$ et on a :

$$H = 100\,h \qquad H = 40\,h$$

suivant qu'il s'agit d'une couche remblayée ou non.

48. Dumont suppose que le toit C D rejoigne le mur. L'affaissement a = H L s'il n'y a pas de foisonnement. On aura :

$$\text{surface } K\,H\,E\,G = \text{surface } A\,C\,D\,B$$

$$K\,H \,.\, H\,L = A\,C \,.\, C\,D$$

$$K\,H = \frac{C\,D}{\cos\alpha}$$

$$\frac{C\,D}{\cos\alpha}\,H\,L = A\,C \,.\, C\,D$$

$$H\,L = a = A\,C \cos\alpha = h \cos\alpha$$

donc a est proportionnel à h et à $\cos\alpha$.

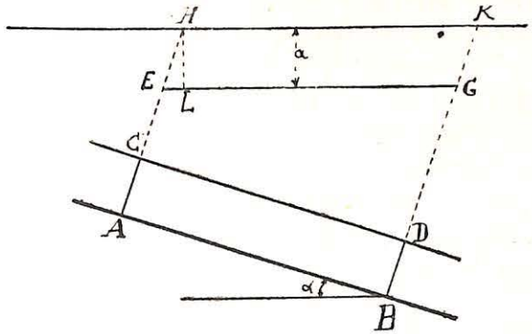


Fig. 21.

Si α grandit, a diminue. De $K\,H = \frac{C\,D}{\cos\alpha}$ si C D=const.

et si α grandit, il en sera de même de K H ou longueur de la zône influencée.

49. En Westphalie la formule suivante est appliquée

$$a = K\,h \cos \alpha$$

C'est celle de Dumont affectée d'un coefficient K variable avec α et la présence ou l'absence de remblai.

Avec remblai : K =	0,4	0,3	0,25
pour α variant de	0 à 10°	10 à 35°	plus grand que 35°

Sans remblai K peut atteindre 0,8.

Remarque. — Il existe des renseignements intéressants sur la compressibilité des remblais dans le mémoire de Fayol (1) et dans celui de M. Lafitte, ingénieur en Chef des Mines de Lens (2).

Temps après lequel les travaux miniers font sentir leur influence à la surface et durée de cette influence.

50. En Belgique, les vides produits par l'enlèvement du charbon sont comblés plus ou moins complètement par des déblais provenant des bancs de stériles intercalés entre les différentes laies de la veine, du coupage et du recarrage des voies, des travaux en roche ou amenés de la surface par un moyen quelconque.

Le poids des terrains stratifiés du toit de l'excavation agit alors et gagne la liaison des bancs suivant les joints de stratification. Ces bancs fléchissent, se brisent ensuite et l'affaissement se propage vers le haut aussi longtemps que le vide provenant de l'exploitation et ceux créés par la dislocation des roches supérieures ne sont pas entièrement remplis et tassés jusqu'à refus par l'action du poids des matériaux éboulés.

(1) Bulletin de la Société de l'Industrie minérale, t. XIV, 4e liv., 1885.
(2) Publications du Congrès des mines de Liége, année 1905.

Ce phénomène que nous limitons d'abord entre les cassures principales se transmet jusqu'au sol où il provoque un affaissement maximum que nous supposons constant dans toute la région influencée.

Les zones comprises entre les cassures principales et secondaires s'ébouleront à leur tour et l'affaissement sera nul au point où les cassures secondaires arrivent à la surface.

On conçoit qu'en réalité, tous ces phénomènes se produisent simultanément.

51. Les effets de l'exploitation sur les constructions de la surface sont différents suivant qu'elles sont situées sur les bords de la zone influencée ou au milieu de celle-ci. Tandis que les premières sont affectées de dégradations importantes, les secondes descendent régulièrement en subissant des dégats peu importants. Cette circonstance trouve son explication dans ce fait que les terrains s'affaissent pour ainsi dire en masse dans la région comprise entre les cassures principales.

Une deuxième couche vient-elle à être exploitée sous la première, les mêmes phénomènes se reproduiront mais la rapidité de propagation du mouvement de descente qui lui est dû sera accrue, les terrains supérieurs ayant déjà été disloqués par la première exploitation et ces roches du toit couleront en quelque sorte vers le vide produit lorsque les lignes de cassure les atteindront.

Dans les premiers temps qui suivront l'apparition des dégradations à la surface, le mouvement de descente sera brusque et intense et les dommages les plus importants se manifesteront. Cette période n'aura qu'une durée très limitée.

Dans la suite le mouvement ira en s'atténuant : les débris du houiller s'étant accumulés, s'enchevêtreront ; les arêtes vives se briseront pour remplir les interstices entre les

morceaux qui s'écraseront ensuite sous le poids de ceux qui leur sont supérieurs et le tout arrivera finalement à un état de consistance tel qu'en chaque point la résistance à la compression fera équilibre au poids des roches brisées. Dès lors tout mouvement cessera et le sol aura reconquis sa stabilité primitive. L'affaissement correspondant à cette seconde période sera de très peu d'importance et il sera si lent et si régulier qu'il n'en résultera aucun dommage pour les bâtiments de la surface (1).

52. Il n'est pas possible de fixer *a priori* le temps après lequel les travaux miniers feront sentir leur influence à la surface ainsi que la durée de cette influence.

D'après Dumont, on peut admettre que dans nos régions, il ne faut pas une année pour que cette influence se manifeste et ce délai sera d'autant plus court si les couches supérieures ont été exploitées.

Quant à la durée de l'influence, elle est incertaine. Dans quelques localités, comme dans le Hainaut et à Saarbrück, dit Dumont, on admet qu'elle se continue pendant dix à douze ans. Dans d'autres endroits, on a été jusqu'à prétendre qu'elle se prolongeait pendant vingt ou cinquante ans, mais il pense qu'il y a erreur et que c'est à l'influence d'autres causes qu'il faut attribuer les mouvements qui ont pu se produire si longtemps après la cessation de l'exploitation incriminée.

Dans le district de Marisch-Ostraü (Silésie), M. Jicinski pense que pour la profondeur de 400 mètres la durée de la première période est de trois ans, celle de la deuxième période varie de trois à dix ans.

53. Nous avons recherché si l'on devait encore considérer actuellement les renseignements de Dumont comme

(1) *Zeitschrift*, t. XLV, 4me partie, année 1897.

l'expression de la vérité, car maintes fois nous avons constaté que dans des maisons réparées peu de temps après l'apparition des dégradations, les lézardes ne se rouvraient pas et que des maisons construites peu de temps après le passage des travaux, n'avaient pas à en souffrir.

La méthode adoptée est la suivante :

A l'endroit de chaque immeuble, nous avons fait une coupe normale à la direction des couches. Une seconde coupe, suivant la direction des couches, devint nécessaire lorsqu'il fallut apprécier l'influence en direction des travaux miniers.

Tenant compte :

1° De l'âge des travaux miniers ;

2° De l'époque à laquelle les travaux miniers font sentir leur influence à la surface au moyen des lettres de réclamation formulées à des époques différentes par les propriétaires des immeubles lézardés ;

3° Des dates où les réparations des dégradations ont été exécutées, on peut dans beaucoup de cas, fixer ce délai après lequel les travaux miniers ont cessé leur influence sur les bâtiments de la surface.

Exemple. Une couche A est exploitée sous un immeuble en janvier 1905 ; le propriétaire signale que des dégradations sont apparues au bâtiment dans le courant de décembre 1905. Les réparations sont exécutées en février 1907.

En janvier 1909, on exploite sous le même immeuble une couche B qui fait sentir son influence en novembre 1909.

Que conclure de là ?

1° C'est que la couche A fait sentir son influence 11 mois après son passage sous l'immeuble ;

2° Les réparations sont faites en février 1907 et comme on ne réclame plus avant novembre 1909, il en résulte qu'en février 1907, les travaux miniers de 1905 avaient cessé toute leur influence, soit vingt-six mois après leur passage sous la maison litigieuse.

Qui sait même si cette influence n'était pas éteinte avant février 1907 ?

Ayant procédé de cette manière pour un grand nombre de bâtiments, nous pouvons tirer les conclusions suivantes de l'enquête à laquelle nous nous sommes livré.

1° Les travaux miniers font sentir leur influence un an environ après leur passage sous un immeuble ;

2° La durée de l'influence est très variable mais dans la majorité des cas, elle est inférieure à trois ans.

Remarque. — Il existe d'autres causes qui ont pour effet de produire sur les bâtiments de la surface des dégradations qui sont identiques à celles dues aux travaux miniers.

Il n'entre pas dans le cadre de cette étude de les examiner, mais le lecteur lira avec intérêt sur ce sujet l'ouvrage de Gustave Dumont et la Réponse de l'Union des Charbonnages, Mines et Usines de la province de Liége.

SERVICE DES ACCIDENTS MINIERS ET DU GRISOU

MONOGRAPHIES D'ACCIDENTS

LES

Asphyxies par les gaz des hauts-fourneaux

REVUE ANALYTIQUE ET CRITIQUE

DES

Accidents survenus en Belgique de 1906 à 1911

PAR

Ad. BREYRE,

Ingénieur au Corps des Mines,

Attaché au Service des Accidents miniers et du Grisou, à Bruxelles.

Avant-propos. — But et division du travail. Ses conclusions générales (1)

On ne peut malheureusement pas prétendre à la suppression de *tous* les accidents du travail dans l'industrie en général et notamment dans les industries minière et métallurgique.

Ces manifestations de l'activité humaine portent, en effet, en elles, des dangers qui y sont inhérents, et, quelque effort que l'on fasse pour les écarter, on ne peut toujours les éviter absolument.

(1) Par V. Watteyne, Inspecteur général des mines, Chef du Service des Accidents miniers et du grisou.

Cependant, il est souvent possible, par une étude soignée des causes d'accidents, de trouver les moyens de conjurer ceux-ci, soit en écartant les causes elles-mêmes, soit en les neutralisant en quelque sorte par d'autres mesures appropriées.

C'est pour aider à la recherche de ces moyens que le Service des Accidents miniers et du grisou a entrepris ces monographies où, groupant les accidents par catégories, on peut mieux mettre en lumière leurs causes et entrevoir les dispositions propres à les combattre.

Ces monographies donnent aussi l'occasion de faire connaître à tous les intéressés tels ou tels dispositifs qui ont été imaginés et appliqués dans certaines mines ou certains établissements, qui y ont déjà fait leurs preuves, mais qu'on n'emploie pas ailleurs simplement parce qu'on n'en a pas connaissance.

Maints accidents arrivent ainsi, véritablement par ignorance, faute d'une vulgarisation assez rapide, l'enseignement technique lui-même ne pouvant suivre d'assez près toutes les innovations faites, à des points de vue spéciaux, dans de nombreux établissements, où elles sont dues à l'initiative de leur Direction ou de leur personnel technique.

Il en est ainsi notamment quand quelque transformation d'une certaine importance s'est accomplie dans le travail ou les procédés.

Il est rare que ces transformations n'amènent pas avec elles, à côté de perfectionnements plus ou moins notables, des dangers nouveaux, que l'on reconnaît surtout par la douloureuse expérience d'accidents plus fréquents ou d'une nature nouvelle.

Tel a été le cas pour l'industrie métallurgique à la suite des progrès accomplis dans l'utilisation des gaz des hauts-fourneaux.

Le haut degré de toxicité de l'oxyde de carbone qui constitue l'élément utile de ces gaz et qui, après épuration, en forme les 20 à 30 % du volume, la rapidité avec laquelle ce gaz, même dilué, apporte des désordres graves dans l'organisme humain, font que les manipulations et l'adduction de ces gaz depuis la sortie des hauts-fourneaux jusqu'aux endroits d'utilisation, y compris ces deux points, occasionnent des dangers redoutables pour le personnel.

Et, en fait, ces dangers se sont manifestés, dans ces dernières années, par des asphyxies relativement fréquentes, dont quelques unes ont été particulièrement meurtrières.

Il importait de rechercher, par l'étude de ces accidents, et par l'examen comparé des procédés employés dans les divers établissements, s'il n'était pas possible, par l'emploi raisonné et approprié aux circonstances locales, des meilleurs de ces procédés, de combattre cette cause relativement nouvelle d'accidents et de rendre ceux-ci moins fréquents et moins meurtriers.

Nous avons chargé M. l'Ingénieur Breyre de cette étude.

Mais pour que celle-ci pût donner tout son effet utile, il importait de l'étendre hors du pays, tout au moins dans une région voisine, où l'industrie du fer a reçu un développement considérable et où les mêmes causes ont amené, à diverses reprises, les mêmes effets désastreux, poussant ainsi les industriels à rechercher les meilleurs dispositifs propres à améliorer la situation.

En conséquence, à notre demande et sur la proposition de M. Dejardin, Directeur général des mines, M. Breyre fut chargé par M. le Ministre de l'Industrie et du Travail, de visiter, dans cet ordre d'idées, les principales usines du Grand-Duché de Luxembourg, de la Lorraine et du département de Meurthe-et-Moselle.

Grâce à l'obligeance de MM. les Administrateurs et Directeurs de ces usines, notre collaborateur a pu y recueillir des renseignements d'un haut intérêt, qui groupés avec ceux recueillis dans les usines de notre pays et les résultats de l'étude attentive des accidents survenus dans celles-ci, permettent dès à présent de mettre en lumière certains dispositifs ou procédés, et de donner certaines indications qui sont susceptibles, croyons-nous, de rendre des services à nos industriels et de leur faciliter la lutte contre les dangers redoutables signalés.

Dans le travail qu'on va lire, M. Breyre a, se conformant à la méthode que nous avons indiquée et suivie dès le début des *Etudes sur les Accidents*, faites par nous-même ou sous notre direction, depuis une quinzaine d'années, subdivisé les accidents survenus dans la période quinquennale envisagée (de 1906 à 1911), en diverses catégories, qui sont examinées séparément. Les enseignements qui résultent de cet examen et l'exposé des procédés qui s'y rapportent sont signalés à la suite des résumés des accidents des diverses catégories ; ces résumés eux-mêmes ont été rédigés avec assez de développement pour qu'aucune particularité instructive ne soit omise et que les enseignements donnés par ces pénibles expériences ne soient pas perdus. Les observations judicieuses, présentées, dans les Comités d'arrondissement, par MM. les Ingénieurs des Mines, y sont aussi consignées et donnent à ces résumés un surcroit d'intérêt.

Les accidents ont été divisés en cinq catégories :

La première comprend les asphyxies survenues en plein air, à proximité des appareils produisant ou conduisant les gaz ;

La deuxième s'occupe des accidents survenus dans des galeries ouvertes ;

La troisième signale diverses asphyxies dont ont été victimes des ouvriers occupés aux chaudières alimentées par les gaz ;

La quatrième catégorie comprend des accidents divers qui ne rentraient pas facilement dans les autres catégories ;

La cinquième, de beaucoup la plus importante, au point de vue des enseignements à en tirer et des améliorations à introduire, traite des asphyxies dans les canalisations.

Pour la facilité des lecteurs, nous donnons, dès à présent, quelques indications sommaires sur les conclusions que l'auteur tire de son étude.

Les premières catégories comportent peu d'enseignements *généraux*. La lecture des résumés et des considérations qui les suivent est néanmoins très instructive et est susceptible de suggérer, dans chaque cas en particulier, des mesures destinées à conjurer le retour, au moins d'une partie de ces accidents. Plusieurs d'entre eux sont la conséquence d'imprudences flagrantes ou d'un malheureux concours de circonstances qu'on est pratiquement impuissant à éviter.

Le défaut d'étanchéité de certains joints et des vannes occcasionne des dangers nombreux. M. Breyre étudie à fond cette question à propos de la cinquième catégorie.

Les asphyxies survenues près des gueulards des hauts-fourneaux font désirer l'aménagement de ceux-ci de façon à réaliser autant que possible le chargement automatique, écartant absolument le personnel du point dangereux.

Il est recommandé, lorsque la commande des cloches ou des appareils doit se faire à proximité du gueulard, de placer le préposé à la commande des leviers, dans une cabine dont l'entrée serait opposée au gueulard.

La deuxième catégorie conduit à recommander de faire les prises d'air nécessaires aux moteurs plutôt à l'air libre

que dans les fondations, où des bouffées accidentelles, survenant pendant les arrêts, peuvent vicier l'air et le rendre dangereux pour les personnes qui seraient dans le cas d'y pénétrer.

A propos des accidents de la troisième catégorie, M. Breyre signale un danger spécial inhérent aux chaudières alimentées par les gaz des hauts-fourneaux : c'est le danger d'explosion dû au contact, avec les parois chaudes des chaudières et carneaux, du mélange explosible qui peut se former, lorsque l'afflux de gaz est coupé, par les rentrées d'air dans les conduites. Il signale sommairement quelques mesures propres à éviter ce danger.

Les accidents de la cinquième catégorie sont dûs à la nécessité de pénétrer dans les conduites pour les nettoyages et certaines réparations.

C'est dans les accidents de cette nature surtout que l'art de l'ingénieur peut efficacement intervenir pour les prévenir dans la mesure du possible ; aussi, l'étude y relative a-t-elle été particulièrement développée.

Ainsi qu'il arrive pour la prévention de bien des accidents miniers, c'est, ici aussi, par la superposition de diverses mesures que l'on atteindra le plus haut degré possible de sécurité.

C'est ainsi que M. Breyre pose en principe que pour opérer la visite des tuyauteries avec sécurité, il faut :

1° Isoler convenablement la partie à visiter ;

2° L'assainir par une ventilation rationnelle et s'assurer de l'efficacité de celle-ci avant d'introduire les ouvriers ;

3° Organiser rationnellement le travail et le sauvetage éventuel.

L'auteur traite séparément ces trois points à la lumière des enseignements lui suggérés par les visites des principales usines de Belgique et des régions voisines.

La question difficile des fermetures étanches est étudiée au primo et les industriels y trouveront l'exposé des dispositifs variés dont ils pourront s'inspirer et qu'ils approprieront aux circonstances particulières de leurs installations.

La ventilation des conduites et les moyens de s'assurer qu'elle a été efficace font l'objet du secundo.

Mais, ces mesures prises, le travail pouvant encore, malgré tout, présenter quelque danger, il y a lieu de l'organiser de manière à procurer aux ouvriers un secours immédiat et efficace en cas de menace d'asphyxie. Des indications sont données à ce propos sur les meilleurs appareils de sauvetage à employer.

La notice se termine par l'exposé des moyens employés pour opérer mécaniquement le nettoyage des tuyauteries.

Ce serait évidemment la meilleure solution du problème, si ces moyens étaient toujours réalisables et d'un emploi pratique.

Il ne faut pas désespérer de l'avenir, l'ingéniosité de nos Ingénieurs pouvant accomplir bien des progrès dans ce sens.

En attendant, nous pensons que les métallurgistes retireront quelque profit de la lecture du travail qui va suivre et dont nous venons d'esquisser le but, la division et le canevas des conclusions principales. Il en résultera, pensons-nous, un accroissement de sécurité pour les ouvriers occupés dans ces établissements, et les alarmes qu'ont provoquées, à bon droit, les accidents dûs aux méthodes nouvelles, pourront ainsi, dans une certaine mesure, être dissipées.

Bruxelles, janvier 1912.

V. Watteyne.

I

Introduction. — Classification des accidents étudiés.

Durant ces dernières années, le danger d'asphyxie par les gaz de hauts-fourneaux s'est révélé plus redoutable et les cas se sont montrés plus fréquents. Il y a là, en partie, un effet de l'utilisation des gaz dans les moteurs : cette utilisation exige une épuration soignée, comportant nécessairement un réseau complexe d'appareils et de canalisations ; jadis le gaz, après passage dans une ou plusieurs caisses à poussières, pénétrait immédiatement aux Cowper, tout voisins des fourneaux, et aux chaudières placées le plus près possible ; actuellement, si l'épuration primaire, suffisante pour le gaz de chauffage (Cowper et chaudières), est restée groupée, autant que possible, contre le fourneau, il a fallu généralement disposer l'épuration secondaire à proximité de la salle des moteurs à gaz ; et si même il n'en est pas ainsi, il reste presque toujours la canalisation vers la salle des moteurs à gaz ; celle-ci est, en effet, le plus souvent écartée des abords trop encombrés des fourneaux. Le réseau des tuyauteries s'est donc fortement étendu ; par contre, comme nous le verrons plus loin, la fréquence des nettoyages n'est pas la même dans les différents tronçons.

L'épuration a elle-même augmenté la toxicité du gaz de haut-fourneau : en le refroidissant, elle augmente la densité et par conséquent le poids d'éléments toxiques contenu dans un même volume ; de plus, le lavage par l'eau retient une certaine quantité d'acide carbonique, d'où relèvement du pourcentage en oxyde de carbone. Ce dernier facteur

suffit à produire une différence appréciable dans la composition centésimale des gaz, comme le montre l'exemple ci-dessous pris dans une des plus importantes usines belges.

	Gaz du gueulard	GAZ ÉPURÉ PRIMAIRE après le Zschocke	GAZ ÉPURÉ PRIMAIRE après le ventilateur	Gaz totalement épuré après les Theisen
Les o/o sont indiqués en volume.				
CO_2 . .	10.25	8.90	8.80	7.90
O . .	0.85	1.12	1.34	1.50
Co . .	20.50	21.35	21.30	21.90

Disons toutefois que dans d'autres usines, on ne constate pas une différence aussi grande entre le gaz épuré et le gaz brut.

Le gaz de haut-fourneau n'a pas du reste besoin de cette aggravation pour être éminemment dangereux ; si l'on songe que le gaz d'éclairage, déjà cause de tant d'accidents, ne contient que de 4.5 à 9 % d'oxyde de carbone, alors que le gaz de haut-fourneau en renferme de 20 à 30 %, on comprend la rapidité de l'intoxication, surtout si l'on note qu'il suffit de l'absorption de 1.1 litre de CO pour saturer l'hémoglobine du sang d'un adulte ; l'énorme proportion d'oxyde de carbone contenu dans le gaz de hauts-fourneaux explique la possibilité de trouver la mort dans un espace ouvert, en plein air, à proximité de ces gaz; et de fait, on verra, par plusieurs des accidents que nous allons rapporter, que ce cas s'est produit plus d'une fois.

Un fait reste constant, c'est que généralement le gaz brut dégage des fumées et prévient de l'asphyxie ; il laisse le temps de se sauver aux ouvriers, qui ressentent un malaise préalable à l'asphyxie ; le gaz épuré, froid, ne dégage aucune fumée, est par conséquent invisible ; les ouvriers y tombent sans qu'ils aient eu le temps de s'apercevoir du danger qu'ils couraient.

Quelques accidents plus importants, survenus en 1909 et 1910, ont amené le Service des Accidents miniers et du Grisou à étudier de près cette cause de morts d'homme et à rechercher des moyens préventifs.

Chargé de cette étude, nous avons, en vue de la mener à bonne fin, visité non seulement les principales usines du pays, mais aussi celles des pays voisins. Nous ferons connaître, au cours de notre travail, les enseignements résultant de ces visites.

—

La classification qui nous a paru la plus opportune est celle basée sur l'endroit, la partie de l'usine, où l'accident s'est produit. C'est ainsi que nous distinguons les asphyxies survenues :

I. En plein air (6 accidents, 6 tués) ;
II. Dans des galeries ouvertes (2 accidents, 2 tués) ;
III. Aux massifs de chaudières alimentées par des gaz de hauts-fourneaux (2 accidents, 2 tués);
IV. Dans des circonstances diverses (2 accidents, 3 tués);
V. Dans les canalisations (3 accidents, 6 tués et 1 blessé).

II

Ire Catégorie.

Asphyxies en plein air.

(6 accidents : 6 tués)

N° 1. — *Société John Cockerill à Seraing. — 11 novembre 1908, 16 heures. — 1 tué. — P. V. Ing. Brien.*

Asphyxie par l'oxyde de carbone se dégageant de la maçonnerie d'un haut-fourneau.

Résumé des circonstances de l'accident.

La cuve d'un haut-fourneau étant assez fortement corrodée, on la recouvrait extérieurement d'une chemise en maçonnerie, de 40 centimètres d'épaisseur. Les ouvriers occupés à cette besogne n'avaient nullement été incommodés pendant les travaux préparatoires (montage d'une nouvelle marâtre m_2, des échafaudages, enlèvement des tôles du second balcon, etc.) (fig. 1) ; mais il n'en fut pas de même pour le travail de maçonnerie proprement dit, des gaz s'échappant par les fissures de l'ancien revêtement. La veille de l'accident et le jour précédent, deux ouvriers et un surveillant avaient été intoxiqués ; on suspendit la soufflerie pendant le travail de maçonnerie proprement dit ; celui-ci avait été arrêté à 12 1/2 heures et la soufflerie remise en marche ; dans l'après-midi, on put remettre une partie des tôles du second balcon ; le manœuvre B... et le maçon L... avaient reçu mission d'évacuer les briques restées sur l'échafaudage, à l'aide d'un baquet que l'on descendait par un petit treuil. Vers 16 1/2 heures, la besogne terminée, et malgré l'ordre du surveillant transmis par L..., B... resta sur l'échafaudage, probablement dans la crainte de recevoir une nouvelle besogne avant la fin de la journée qui, règlementairement, ne devait sonner qu'à 17 1/2 heures. A

17 h. 10, un autre ouvrier, dépêché une seconde fois par le surveillant, monta vers l'échafaudage, mais, voyant B... sur l'escalier en train de descendre, il rebroussa chemin et plus personne ne s'occupa de B...

Le lendemain matin, le cadavre de B... fut trouvé sur l'échafaudage, couché sur le ventre, à un endroit où les tôles du second

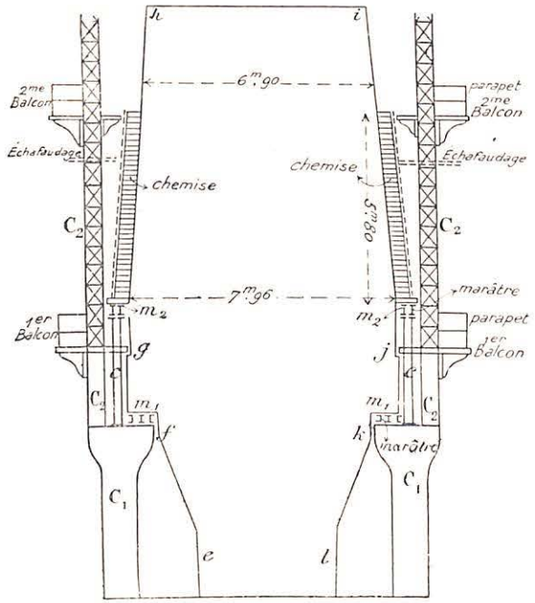


Fig. 1.

e, f, g, h, i, j, k, l, profil extérieur du fourneau avant le travail en cours.

balcon (voir croquis) avaient été replacées l'après-midi, circonstance qui aura facilité l'accumulation de gaz en cet endroit.

—

Les attributions du personnel surveillant la réparation n'étaient pas bien nettement délimitées. Le Comité a rappelé que des travaux dangereux de cette espèce devaient être soumis à une surveillance active et continue ; il convient d'organiser dans les usines un contrôle permettant de s'assurer si les ouvriers ont quitté l'établissement après la fin de leur journée.

N° 2. — *Usines de la Providence, à Marchienne. — 19 février 1909, 1 heure. — 1 tué. — P. V. Ing. L. Hardy.*

Ouvrier asphyxié en stationnant près de la valve d'admission de gaz d'un Cowper.

Résumé des circonstances de l'accident.

Un ouvrier, stationnant, sans y être appelé par ses fonctions, au pied d'un appareil Cowper (voir fig. 2), en D, à 2 mètres de la caisse d'admission des gaz, fut pris d'asphyxie et tomba couché sur le sol. Il ne s'est écoulé que 7 minutes entre le moment où l'ouvrier s'est

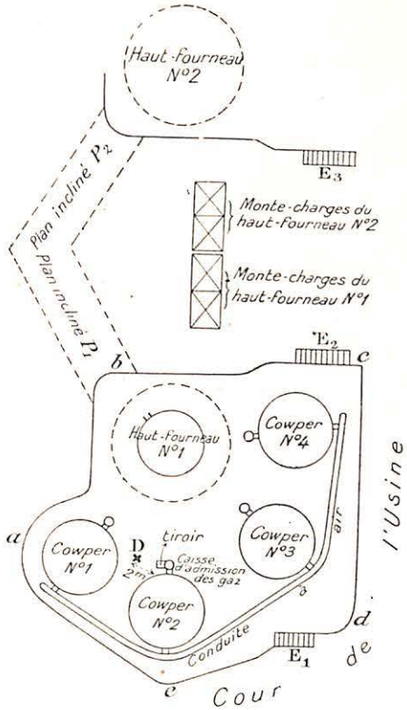


Fig. 2. — Plan des lieux de l'accident.

rendu à cet endroit et celui où son corps fut découvert. Il ne put être rappelé à la vie.

Le croquis 2 montre la disposition du massif du fourneau et des

Détails de la caisse d'admission des gaz au Cowper.

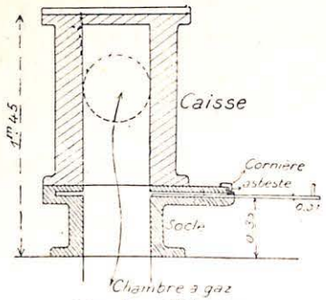


Fig. 3. — Élévation.

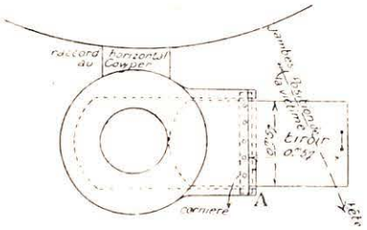


Fig. 4. — Plan.

Cowper, surélevé de 2m30 par rapport à la cour de l'usine.

Les croquis 3 et 4 donnent le détail de la caisse d'admission des gaz ; un tiroir horizontal, formé d'une tôle de 10m/m, glisse dans un joint rendu plus ou moins étanche à l'aide d'une bande d'asbeste ; le tiroir était ouvert dans la position d'admission du gaz au Cowper et laissait filtrer, malgré le bourrage, une légère quantité de gaz, visible le jour à cause de sa teinte bleuâtre. La nuit, cette fuite n'est pas visible.

L'accès du massif était interdit aux ouvriers non appelés par leur service et des affiches signalaient le danger.

—

N° 3. — *Usines métallurgiques de Sambre-et-Moselle, à Montigny-sur-Sambre. — 5 avril 1909, entre 3 et 6 heures. — 1 tué. — P. V. Ing. A. Hardy.*

Asphyxie dans un passage à ciel ouvert.

Résumé des circonstances de l'accident.

Un ouvrier a été retrouvé asphyxié dans un passage à ciel ouvert existant entre la halle de coulée et la salle des machines d'épuration des gaz ; il s'était accroupi, en V (voir fig. 5 et 6), pour satisfaire un besoin naturel, au pied d'un poteau métallique. Un clapet *c* (fig. 7) d'un appareil épurateur E_1, situé à 15 mètres au nord (voir fig. 5) avait été laissé ouvert et le vent, soufflant du nord, avait chassé vers le couloir des bouffées de gaz s'échappant par ce clapet.

L'asphyxie a dû être très rapide : l'ouvrier avait quitté sa besogne, à la halle de coulée, vers 3 heures ; un surveillant, passant quelques instants après, se mit à sa recherche, traversa le couloir du nord au sud sans remarquer rien d'anormal : il est probable que l'ouvrier avait déjà succombé à l'asphyxie, sans quoi il eût vraisemblablement interpelé le surveillant qu'il devait supposer être à sa recherche ; celui-ci ne le remarqua pas et après avoir cherché vainement, croyant que l'ouvrier s'était caché, lui marqua une demi-journée d'absence. L'ouvrier fut retrouvé à 6 heures du matin par un ajusteur passant en P.

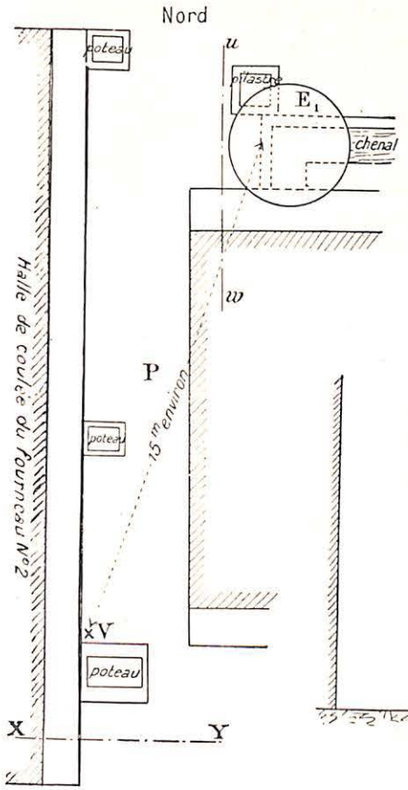


Fig. 5.
Disposition des lieux (en plan)

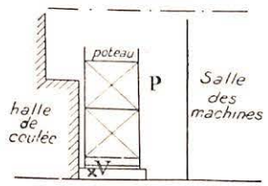


Fig. 6.
Coupe verticale par *XY*.

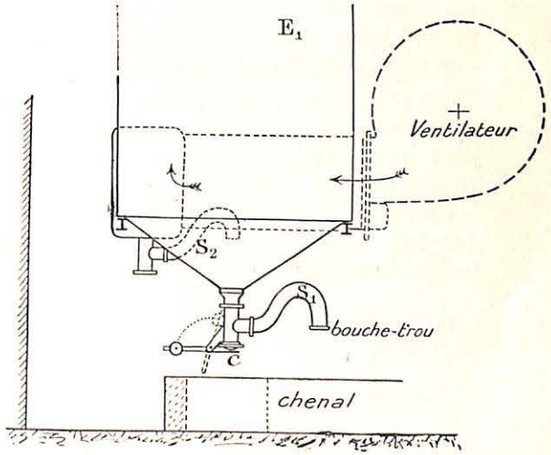


Fig. 7. — Coupe *uw* (agrandie)

Le clapet laissé ouvert servait à la vidange des boues d'un appareil Zschocke ; il était à contrepoids, mais l'amplitude de levée de celui ci étant supérieure à 90°, l'appareil pouvait être maintenu ouvert (voir croquis 7). L'appareil E_1 ne fonctionnait pas la nuit et était isolé des autres ; mais les vannes n'étaient sans doute pas complètement étanches.

Il existe des cabinets d'aisance à la division des hauts fourneaux.

N° 4. — *Société anonyme des Aciéries d'Angleur, usine de Sclessin (Tilleur). — 21 janvier 1910, 5 1/2 heures. — 1 tué. — P. V. Ing. A. Hallet.*

Ouvrier asphyxié sur une taque recouvrant un canal souterrain de gaz.

Résumé des circonstances de l'accident.

Un ouvrier a été retrouvé asphyxié, couché sur une taque fermant une ouverture du canal souterrain amenant le gaz des hauts-fourneaux aux appareils Cowper. Cet ouvrier, qui avait été vu quelque temps auparavant endormi dans une baraque voisine, sera sans doute venu s'étendre sur cette taque pour se réchauffer. Une légère fuite, ayant l'importance de la fumée dégagée par une pipe de tabac, existait en un point de la circonférence de la taque, dont le joint était à l'amiante. La pression des gaz dans le canal est de 10 centimètres d'eau environ.

Les gaz du haut-fourneau sortent à une température de 125° du gueulard. Ils avaient, à l'endroit où la victime s'est étendue, une température de 100° environ.

N° 5. — *Société anonyme d'Espérance-Longdoz, usine de Seraing. — 2 juillet 1910, 2 1/2 heures. — 1 tué. — P. V. Ing. Brien.*

Asphyxie au gueulard du fourneau.

Résumé des circonstances de l'accident.

Le haut-fourneau n° 1 avait été remis à feu, dans les conditions normales, l'avant-veille de l'accident ; on avait bientôt constaté que le joint de la double cloche du gueulard n'était pas étanche et laissait échapper du gaz, malgré une légère amélioration observée après qu'on eût redescendu quelque peu la cloche B, mal réglée (voir croquis 8). Dans la nuit du deuxième au troisième jour, l'ouvrier chargé de la manœuvre de la double cloche, actionnant le volant des appareils placé à la plateforme du gueulard, fut intoxiqué par l'oxyde de carbone, que le vent soufflait vers lui. Deux compagnons, occupés également au gueulard, mais qui s'étaient mis à l'abri, trouvant que la manœuvre durait longtemps, vinrent voir ce qui se passait et furent pris d'asphyxie en voulant porter secours à leur camarade. Le chargeur d'un fourneau voisin, voyant la fumée se dégager depuis un quart d'heure d'une façon anormale au fourneau

n° 1 dont les deux cloches étaient abaissées, donna l'alarme vers 2 1/2 h. du matin ; on se porta immédiatement au secours des victimes au gueulard, où les gaz continuaient à s'échapper en abondance ; un des sauveteurs fut lui-même intoxiqué; on arrêta la soufflerie, puis, dès qu'on eut ouvert le clapet de purge placé au-dessus du fourneau, à la partie supérieure de la prise de gaz, le dégagement de gaz toxique cessa.

Les ouvriers atteints d'asphyxie furent tous rappelés à la vie à l'exception du premier (manœuvrant la cloche), pour lequel tous les soins furent inutiles.

On pouvait actionner les cloches d'une cabine placée à 3 mètres sous le gueulard, mais on n'avait encore fait ces manœuvres que du

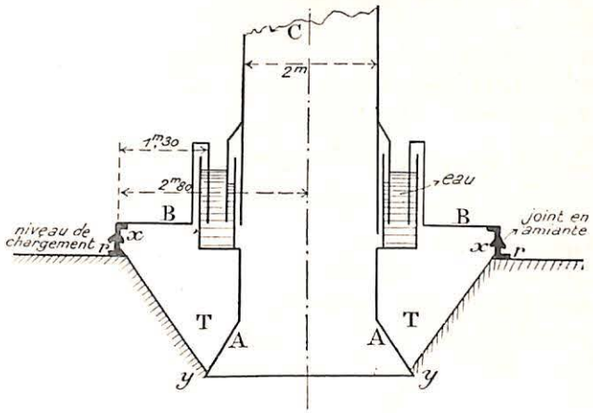


Fig. 8. — Schéma du dispositif de chargement.

plancher de chargement où l'on peut plus facilement observer le mouvement.

Après l'accident, on remarqua que la pression des gaz était plus forte que d'ordinaire (14 centimètres d'eau au lieu de 4 centimètres) par suite de l'encrassement d'une toile d'un épurateur Bian. Cette augmentation de pression se traduisait par un effort de 1,760 kilog. tendant à soulever la double cloche B pendant que A était ouvert, donc augmentant la fuite du joint x en diminuant d'autant la pression sur celui-ci. Il est probable qu'au moment de l'accident, la charge s'était ancrée dans la trémie T, empêchant le relèvement de la cloche A.

Il est à remarquer qu'au moment de la mise à feu d'un haut-fourneau les gaz dégagés sont plus riches en oxyde de carbone ; le jour de l'accident ils avaient la teneur suivante :

	VOLUME	POIDS
CO_2	8.8 %	13.4 %
CO	27.6	26.7

—

Au Comité d'accident, on a préconisé, pour soustraire les ouvriers aux émanations du gueulard pendant la manœuvre des cloches, de placer les appareils de commande dans une cabine vitrée dont la porte serait du côté opposé au gueulard.

N° 6. — *Usines de la Providence (division de Dampremy). — 29 octobre 1911 vers 19 3/4 heures. — 1 tué, 2 blessés. — P. V. Ing. Dandois.*

Asphyxie au gueulard d'un fourneau.

Résumé des circonstances de l'accident.

Le jour de l'accident, un dimanche, diverses réparations avaient été effectuées au fourneau, dont on avait arrêté la soufflerie depuis 6 heures du matin jusque 7 heures du soir. Trois chargeurs du fourneau, qui avaient été occupés aux réparations, avaient quitté l'usine dans l'après-midi et devaient revenir à 18 heures.

Comme ils n'étaient pas rentrés à cette heure, le contremaître désigna deux autres ouvriers pour les remplacer ; la soufflerie n'étant pas encore remise en marche, ces ouvriers ne prirent pas de suite leur besogne ; un d'entre eux monta vers 18 h. 45 au gueulard pour introduire une charge dans le fourneau, puis redescendit, laissant les cloches dans la position indiquée au croquis 9.

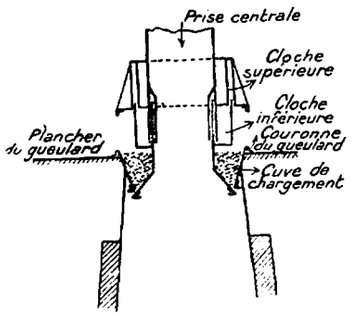


Fig. 9. — Coupe indiquant l'appareil de chargement du fourneau.

Vers 19 heures, les trois chargeurs titulaires, accompagnés

d'un jeune manœuvre, se présentèrent ivres à l'usine et, malgré l'interdiction d'un surveillant, montèrent au gueulard. Le surveillant entendit d'abord le bruit d'une berline sur le plancher de chargement, puis, ne percevant plus de bruit, il monta au gueulard avec les deux chargeurs remplaçant les titulaires. Ils trouvèrent deux ouvriers inanimés étendus (voir fig. 10) en D et en V, un troisième, le jeune manœuvre, étant agenouillé près de V et pleurant à chaudes

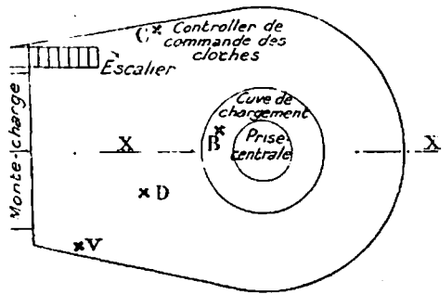


Fig. 10. — Vue en plan de la plate-forme du gueulard.

larmes. Ils ne virent pas le quatrième ouvrier et supposèrent qu'il était descendu ; ils descendirent les trois autres par le monte-charges ; on pratiqua la respiration artificielle sur les deux victimes que l'on ramena aisément à la vie ; vers 19 3/4 heures, l'un des chargeurs aperçut en B, dans la cuve de chargement du fourneau, le corps du quatrième ouvrier, déjà carbonisé en partie. La température, dans la cuve, est de 80 à 90°, mais de temps en temps on aperçoit des flammes provenant du gaz s'échappant du haut-fourneau.

—

Cet accident montre la facilité avec laquelle des ouvriers pris de boisson sont sujets à l'asphyxie. Les sauveteurs n'ont ressenti aucun malaise et aucune circonstance anormale n'augmentait le faible dégagement qui se produit toujours au gueulard.

III

Les accidents qu'on vient de lire sont généralement dûs à l'imprudence d'ouvriers stationnant, sans y être appelés par leur service, à des endroits dangereux ; il est impos-

sible dans leur construction actuelle, de maintenir étanches certaines vannes, aux alentours des Cowper notamment ; les accidents du 19 février 1909, 5 avril 1909 et 21 janvier 1910 sont des exemples de la rapidité de l'intoxication.

Ce danger de l'asphyxie en plein air ne peut être complètement supprimé; quoi que l'on fasse, il existera toujours des endroits dangereux aux alentours du fourneau ; les fuites de gaz se marquent bien en plein jour par une fumée bleuâtre, invisible de nuit. La question des vannes sera examinée, d'une façon générale, dans la Vme catégorie.

L'accident n° 5, survenu au gueulard, et qui faillit faire plusieurs victimes, appelle l'attention sur le danger des manœuvres au gueulard. Nous ne parlerons pas de l'accident n° 6, dû uniquement à l'imprudence des victimes, en état d'ivresse.

Les fourneaux tout-à-fait modernes, où tout personnel est supprimé au gueulard, grâce au chargement automatique, évitent radicalement ce danger d'asphyxie ; dans les fourneaux à simple cloche, la pratique d'allumer le gaz au moment de l'ouverture de la cloche diminue naturellement les chances d'asphyxie au moment le plus dangereux ; entre deux manœuvres, on jette sur le joint de la cloche du menu humide, assurant l'étanchéité à peu près complète.

Généralement, quand la manœuvre des cloches se fait sur la plate forme du gueulard, l'ouvrier chargé de cette manœuvre est protégé, par un écran, de l'afflux de fumées, au moment de l'ouverture ; une précaution à observer est d'avoir un double accès à la plate-forme du gueulard pour pouvoir l'atteindre en sécurité, quelle que soit la direction où chasse le vent.

La meilleure disposition serait de faire effectuer la commande des appareils dans une cabine dont l'entrée serait du côté opposé au gueulard.

IV

IIme Catégorie

Asphyxies dans des galeries ouvertes

(2 accidents : 2 tués)

N° 7. — *Usines de la Providence, à Marchienne. — 3 janvier 1906, 17 heures. — 1 tué. — P V. Ing. Renier.*

Ouvrier asphyxié dans la galerie évacuant les eaux de décharge d'un Bian.

Résumé des circonstances de l'accident.

Un ouvrier avait pénétré, pour satisfaire un besoin naturel, dans une galerie de quelques mètres, ouverte à ses deux extrémités, où se déchargeait l'eau tiède et boueuse d'un appareil d'épuration Bian. Quelques instants après, le ventilateur du Bian s'arrêta par suite

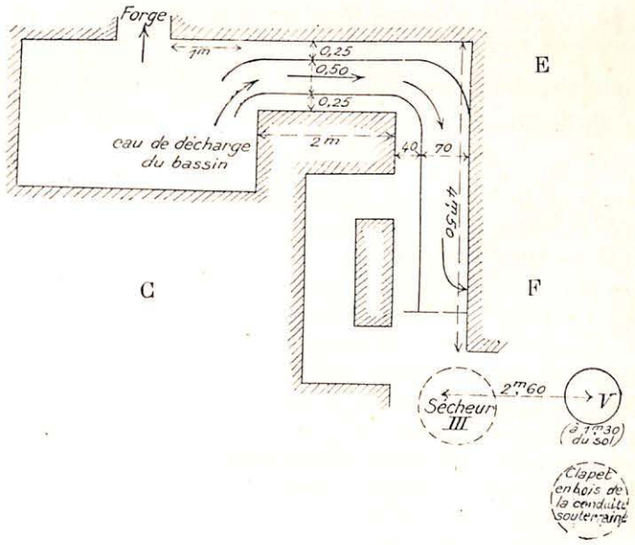


Fig. 11 — Vue en plan de la situation des lieux (la victime était dans la galerie EF).

d'un court-circuit et les clapets — notamment le clapet V, indiqué aux croquis 11 et 12 — de la canalisation s'ouvrirent, lâchant une

grande quantité de gaz dans l'atmosphère à proximité de la galerie. H... fut retrouvé asphyxié quelques minutes plus tard.

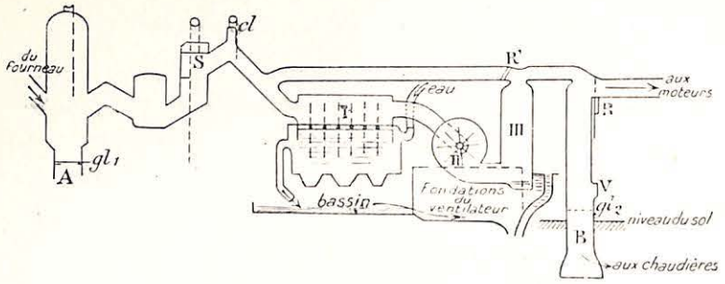


Fig. 12. — Coupe schématique approximative suivant CF.

La galerie avait quelques mètres de longueur et passait sous les fondations de l'appareil (voir croquis 11 et 12).

N° 8. -- *Société d'Ougrée-Marihaye, à Ougrée, 12 août 1906, 6 heures. — 1 tué. — P. V. Ing. A. Hallet.*

Asphyxie dans les fondations d'un moteur à gaz de haut-fourneau.

Résumé des circonstances de l'accident.

Le sous-sol du moteur est conditionné comme l'indique la coupe verticale ci-contre (fig. 13): la galerie G débouche à l'air libre par une ouverture de 1m70 de hauteur sur 1m37 de largeur; elle renferme le collecteur des gaz, la tuyauterie branchée pour alimenter le moteur et le tuyau de prise d'air de ce moteur ; les deux tuyauteries d'air et de gaz arrivent côte à côte à la soupape de mélange M (voir fig. 13); le tuyau d'air a une vanne V' qui sert au réglage et reste constamment ouverte ; le tuyau de gaz porte une vanne V, que l'on ferme quand on veut arrêter le moteur.

Pour cette opération, suivant les recommandations du constructeur (Ehrard et Schmer, de Sarrebruck), on ferme d'abord la vanne à gaz V, on interrompt le courant d'allumage, puis on ferme la vanne principale située à l'extérieur du bâtiment sur le collecteur du gaz. Le mélange gazeux restant dans le cylindre est évacué à l'air libre par un robinet dit de purge.

Le jour de l'accident — un dimanche — le moteur devait être arrêté pour subir quelques réparations; à 5 heures 50, le machiniste

de service opéra, comme il est dit ci-dessus, l'arrêt du moteur. A 6 heures, le machiniste H. . arriva à l'usine, une heure trop tôt, par suite d'une erreur de sa part, et pénétra, pour se déshabiller, dans le sous-sol, comme il en avait l'habitude. A 6 3/4 heures, le second machiniste devant se rendre dans le sous-sol pour y prendre une clef, aperçut H.. couché sur l'échelle E'' : il se sentit lui-même incommodé et dut appeler à l'aide pour enlever le corps de H... qui avait cessé de vivre.

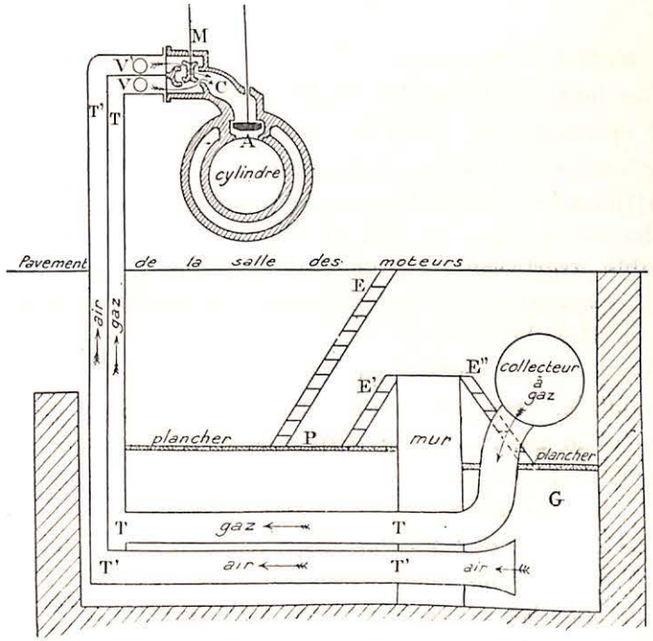


Fig. 13. — Schéma de la disposition du sous-sol de la salle des moteurs.

Au dire de plusieurs témoins, à chaque arrêt du moteur, une bouffée de mélange gazeux contenu dans la chapelle C sortait par le tuyau à air T' et rendait dangereux l'accès des galeries de fondation. C'est probablement ce qui s'est produit.

Pendant la marche du moteur, l'aspiration d'air par T' assurait une ventilation énergique du sous-sol dont l'accès n'offrait alors aucun danger.

—

Au Comité d'arrondissement, on a critiqué la prise d'air à l'intérieur des fondations, au lieu de l'opérer à l'air libre : de cette manière, la bouffée que les ouvriers avaient déjà remarquée n'aurait offert aucun danger (1).

La composition du gaz était la suivante :

CO_2 . . .	7
CO	29
O	1/4 à 1/2
N et H_2O . .	63.75

V

Ces deux accidents sont survenus dans des circonstances fort spéciales. Le premier est le résultat d'une de ces imprudences difficiles à concevoir, car la galerie où l'ouvrier a péri était d'un accès malaisé et les boues de décharge du Bian répandent toujours une odeur désagréable avertissant suffisamment du danger ; le second s'est produit dans des circonstances très spéciales ; la leçon qui en découle est qu'il ne faut, dans les tuyauteries du sous-sol des moteurs à gaz, ménager aucune ouverture susceptible, dans des circonstances imprévues, de donner issue à du gaz ; la prise d'air nécessaire aux moteurs, notamment, doit se faire à l'extérieur des bâtiments.

A cette occasion, nous signalerons aussi que lorsque l'on installe dans les salles d'épuration ou des moteurs, des brûleurs pour être renseigné, par l'examen de la flamme, sur la pureté du gaz, il faut avoir soin de disposer ces brûleurs dans une cage vitrée avec hotte d'aspiration, pour écarter de la salle le gaz dégagé ; deux accidents survenus à l'étranger dans des conditions identiques doivent appeler l'attention sur ce point : dans les deux cas, un ouvrier, probablement endormi dans la salle dont il avait la surveillance, a été asphyxié par le mince filet de gaz

(1) Depuis l'accident, on a reporté à l'extérieur la prise d'air nécessaire au moteur.

qui a continué à s'échapper après que le brûleur s'était éteint par suite d'un à-coup de pression ou autre cause fortuite. Il faut donc adapter à ces brûleurs un dispositif qui assure l'allumage constant et mieux encore une hotte évacuant le gaz à hauteur suffisante à l'air libre.

VI

IIIme Catégorie

Asphyxies aux massifs des chaudières alimentées par des gaz de hauts-fourneaux.

(2 accidents : 2 tués)

Comme on le verra par la lecture de ces deux accidents, il eût été possible de n'en pas faire une catégorie spéciale; le premier aurait pu rentrer dans la IIe (asphyxie dans un espace ouvert), le deuxième est en somme un accident dans les canalisations des gaz, dont font partie les tubes-foyers des chaudières.

Mais nous avons cru plus utile de les grouper pour attirer l'attention sur les massifs de chaudières alimentées aux gaz.

N° 9. — *Société John Cockerill, à Seraing. — 13 décembre 1907, 1 heure. — 1 tué. — P. V. Ing. Brien.*

Asphyxie par le gaz alimentant les chaudières.

Résumé des circonstances de l'accident.

Une batterie de chaudières alimentées par du gaz de haut-fourneau, à 25 % de CO, est longée sur la devanture par une conduite, à fermeture hydraulique, appelée improprement *laveur*, *L*, par les ouvriers, représentée au schéma ci-dessus (fig. 14) et d'où partent les tuyaux vers les foyers de chaque chaudière. Le joint hydraulique a pour but d'évacuer les gaz en cas d'explosion ou d'à-coups de pression. Quand l'eau affleure à l'extérieur, la différence des niveaux est de 20 centimètres (fig. 15) ; en temps normal, la pression est de 8 à 12 centimètres. L'alimentation d'eau se faisait d'une façon discontinue, par des robinets que les chauffeurs devaient ouvrir en temps utile. Une toiture existe au-dessus des chaudières (fig. 16,

en coupe), mais la ventilation est très active grâce aux ouvertures nombreuses qui existent dans les murs du bâtiment.

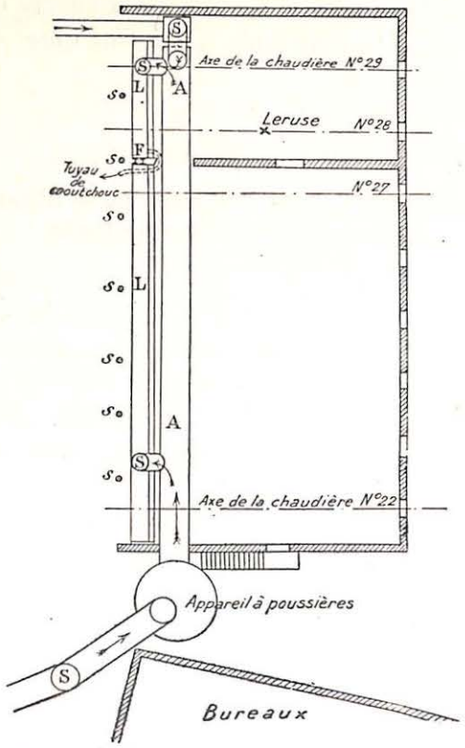


Fig. 14. — Vue en plan du massif des chaudières.

Vers minuit, un chauffeur ayant senti une odeur âcre, monta sur le massif des chaudières et s'aperçut qu'il n'y avait plus assez d'eau dans le joint hydraulique des chaudières 28 et 29, installées après les autres et dont le laveur, pour ce motif, ne communiquait pas avec celui du reste de la batterie ; l'ouvrier ouvrit les deux robinets de remplissage et, pour hâter celui-ci, il se fit aider par un camarade pour amener un autre tuyau en caoutchouc, servant au nettoyage, à déverser également de l'eau dans le canal. Il ne reparla plus à ce camarade. Le chauffeur observa que la pression du gaz pro-

jetait l'eau au fur et à mesure qu'elle s'accumulait dans la rigole. Après une heure d'infructueux essais, il se rendit au haut-fourneau pour demander au chef-fondeur de diminuer la pression des gaz, ce que celui-ci fit en fermant partiellement une vanne. L'opération de remplissage se poursuivit plus régulièrement, mais sans réussite ; à 1 1/2 heure, l'ouvrier, qui montait fréquemment sur le massif, se

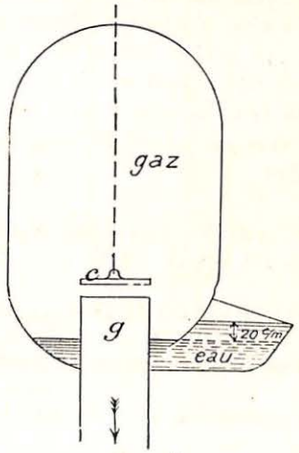


Fig. 15. — Coupe du laveur *L*.

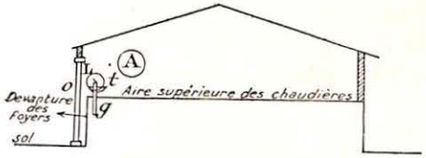


Fig. 16. — Coupe transversale du massif.

sentant indisposé, se décida à prévenir l'ingénieur de service. L'alarme fut donnée, on ferma complètement l'arrivée des gaz et l'on retrouva sur l'aire supérieure de la chaudière 28 (fig. 14 en plan) à 5 ou 6 mètres du laveur, le cadavre de l'ouvrier Leruse qui avait aidé à placer le tuyau en caoutchouc.

Le chef de service n'avait pas adopté l'alimentation continue, parce que l'évaporation étant faible (l'eau a 30 à 35°), il préférait se fier à la vigilance du chauffeur que de compter exclusivement sur

l'alimentation d'un robinet sujet à se boucher, l'eau n'étant pas toujours propre.

—

Au Comité d'arrondissement, on a critiqué l'absence d'une alimentation continue du joint, avec trop plein, dispositif qui oppose une contrepression constante aux gaz. Avec le système discontinu employé, dès que le niveau baisse au point de ne plus faire équilibre à la pression des gaz, le restant de l'eau est projeté. Pour remettre les choses en état, il faut absolument arrêter la venue des gaz et reverser toute l'eau nécessaire, sans quoi la pression refoule constamment l'eau sans que le niveau de celle-ci puisse atteindre la hauteur d'équilibre.

N° 10. — *Usines métallurgiques du Hainaut, à Couillet. — 16 février 1911, 15 1/4 heures. — 1 tué. — P.-V. Ing. Velings.*

Ouvrier asphyxié pendant le nettoyage d'une chaudière.

Résumé des circonstances de l'accident.

Un ouvrier a été retrouvé à l'état de cadavre dans un des tubes-foyers d'une chaudière en nettoyage. Les rapports des médecins-légistes qui ont fait l'autopsie et du chimiste qui a fait l'analyse du sang de la victime ont conclu catégoriquement à l'asphyxie par l'oxyde de carbone.

La chaudière faisait partie d'une batterie de 14 générateurs à chauffage mixte, c'est-à-dire qu'au dessus du foyer à charbon vient déboucher un tuyau de 35 centimètres de diamètre, amenant les gaz des hauts-fourneaux (voir fig. 17). Une vanne à glissière *c*, lutée à l'argile, isolait le tube-foyer de la conduite à gaz. De plus, on avait enlevé la maçonnerie de deux ouvertures de $0^m62 \times 0^m51$ placées à l'arrière du générateur, ce qui mettait les carneaux en communication avec l'extérieur et créait un courant d'air dans les tubes-foyers dont les portes étaient ouvertes. Enfin le registre partiellement ouvert dans le carneau collecteur inférieur permettait une certaine aspiration de la cheminée.

Vers 14 3/4 heures, l'ouvrier V... s'était introduit dans le tube-foyer de droite de la chaudière tandis qu'un compagnon travaillait dans celui de gauche ; vers 15 heures, V... a encore répondu à un contremaître qui venait vérifier l'étanchéité du lutage de la vanne ;

à 15 1/4 heures, l'ouvrier de gauche ayant terminé sa besogne, passa par l'arrière dans le foyer de droite et trouva V... à l'état de cadavre. Il ne se sentit aucunement incommodé, pas plus que le contremaître qui retira le corps de la victime.

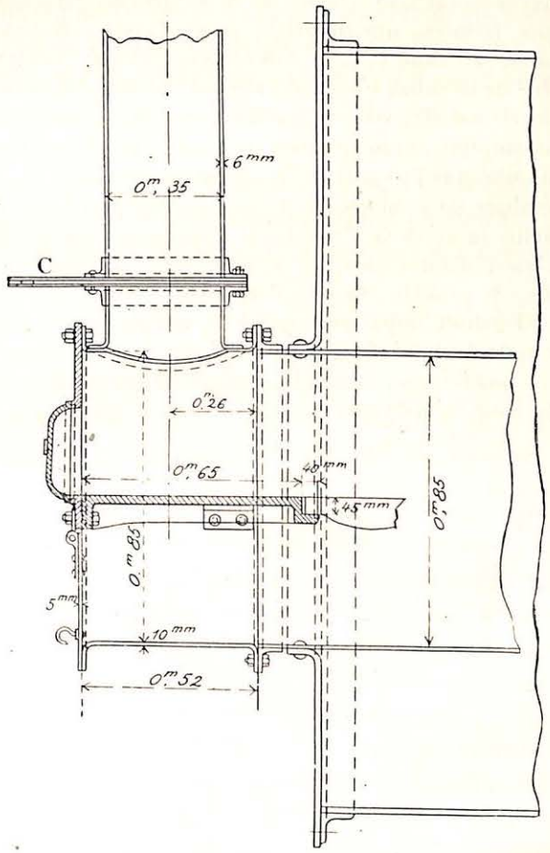


Fig. 17. — Schéma de l'amenée du gaz aux foyers des chaudières.

Les témoins ont tous affirmé que la vanne, fréquemment visitée, était restée étanche, que le lutage était resté intact et qu'aucune modification n'avait été apportée aux lieux après l'accident.

M. l'Ingénieur Velings a procédé dans ces conditions au jaugeage

de l'appel d'air qui se faisait par le tube foyer de droite et a trouvé 920 litres par seconde (sans ouvrier dans le tube : avec cette résistance supplémentaire, le volume ne serait plus le même, bien entendu). Une prise d'essai de l'air circulant dans le tube n'a décélé aucune trace d'oxyde de carbone ; toutes les ouvertures des carneaux ayant été ensuite fermées, une nouvelle prise d'essai, effectuée après 10 minutes, a donné 0,02 % d'oxyde de carbone, montrant que l'étanchéité de la vanne n'était pas absolue. La pression des gaz dans la tuyauterie est d'environ 15 centimètres d'eau. Lorsqu'une fuite un peu importante se produit dans le lutage d'argile, on l'aperçoit aisément, ainsi que l'a constaté l'ingénieur verbalisant.

Les résultats de l'autopsie sont trop catégoriques pour que l'on puisse mettre la mort de l'ouvrier V..., sur le compte d'une cause pathologique ; d'autre part, les déclarations recueillies, supposées véridiques, ne permettent guère d'expliquer la présence d'oxyde de carbone à l'endroit largement ventilé où travaillait la victime. Cet accident reste douteux et l'hypothèse la plus vraisemblable — contredite par les témoins — serait la chute du lutage d'argile amenant une importante fuite de gaz.

VII

La conclusion du premier accident a été donnée à la séance du comité d'arrondissement; les joints hydrauliques doivent être à alimentation continue, avec trop-plein, pour donner toute sécurité. En plus de cette alimentation continue à faible débit, il est naturellement désirable d'avoir un moyen plus rapide de remplissage (robinet à fort débit, etc...) pour le cas de surpression ou d'explosion faisant sauter le joint.

Le second accident montre qu'il n'est pas possible d'obtenir l'étanchéité voulue par un seul joint ; nous reviendrons plus loin sur ce point dans la Ve catégorie ; dès à présent, notons que, pour la visite des chaudières, il faut, ou bien deux dispositifs de fermeture en série, ou mieux encore peut-être, il faut ménager une partie amovible ou *nez* amenant le gaz à la chambre de combustion; on enlève cette partie lors des nettoyages. Ce nez amovible peut, par

exemple, être combiné comme les valves Burgess appliquées aux Cowper, avec manœuvre très aisée par crémaillère, disposition que nous avons vue notamment dans le Grand-Duché.

Evidemment, les deux accidents relatés ne font pas connaître tous les dangers inhérents aux chaudières alimentées par les gaz des hauts-fourneaux : un danger bien caractérisé est notamment la formation de mélanges explosibles au cas où, l'afflux de gaz étant coupé, la conduite reste ouverte aux chaudières ; il se produit des rentrées d'air dans les conduites : lors de la remise du courant de gaz, le mélange explosible arrivant au contact des parois chaudes fait explosion. C'est pourquoi, dans les usines bien installées, on adopte diverses mesures pour éviter ce danger : parfois c'est la lecture d'un manomètre à eau qui prévient le chauffeur de la suppression du gaz : il ferme alors la vanne des chaudières ; d'autres fois, des signaux donnés par des lampes électriques aux verres de diverses couleurs préviennent les chauffeurs de ce que telle ou telle manœuvre se fait au fourneau, etc.

VIII

IVme Catégorie

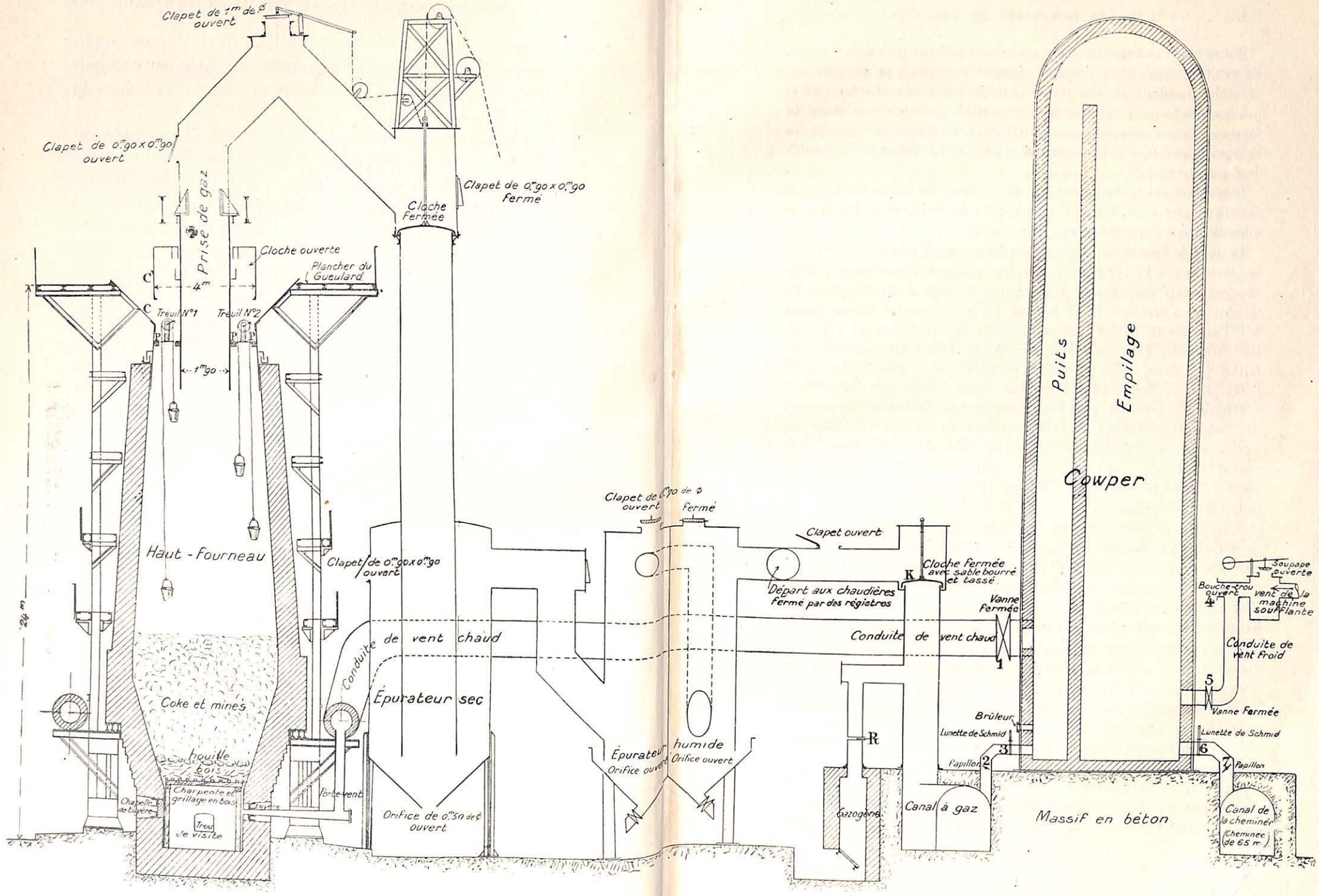
Divers.

N° 11. — *Hauts-fourneaux du sud de Châtelineau, à Châtelineau. — 6 juillet 1909, 15 heures. — 2 tués. — P. V. Ing. Ch. Gillet.*

Ouvriers asphyxiés dans un haut-fourneau en remplissage.

Résumé des circonstances de l'accident.

On remplissait, en vue de sa mise à feu, un haut-fourneau nouvellement construit ; on avait séché plusieurs jours auparavant, à l'aide de braseros au coke, la maçonnerie du creuset, puis le grillage en bois destiné à supporter les charges de bois, houille, coke et mines.


Clapet de 1m de ø ouvert
Clapet de 0m90 x 0m90 ouvert
Prise de gaz
Cloche fermée
Clapet de 0m90 x 0m90 fermé
Cloche ouverte
Plancher du Gueulard
4m
Treuil N°1
Treuil N°2
1m90
Haut-Fourneau
Clapet de 0m90 x 0m90 ouvert
Conduite de vent chaud
Coke et mines
houille
bois
Charpente et grillage en bois
Trou de visite
Chapelle de Laitier
Tuyère
Forte-vent
Épurateur sec
Orifice de 0m50 de ø ouvert
Clapet de 0m90 de ø ouvert
Fermé
Épurateur humide
Orifice ouvert
Orifice ouvert
Clapet ouvert
Départ aux chaudières fermé par des régistres
Cloche fermée avec sable bourré et tassé
Vanne fermée
Conduite de vent chaud
Gazogène
Canal à gaz
Brûleur
Lunette de Schmid
Papillon
Puits
Empilage
Cowper
Massif en béton
Soupape ouverte
Bouche-trou ouvert
vent de la machine soufflante
Conduite de vent froid
Vanne fermée
Lunette de Schmid
Papillon
Canal de la cheminée (Cheminée de 65 m)

Après avoir remonté la cloche annulaire de fermeture du gueulard, on avait installé, dans l'espace régnant autour de la prise de gaz centrale, un plancher circulaire muni de deux ouvertures pour le passage des baquets de deux treuils installés pour le remplissage du fourneau ; deux ouvriers descendaient dans celui-ci et étalaient les charges descendues par les treuils (voir fig. 18 donnant l'ensemble de l'installation).

L'avant-veille de l'accident, on avait fermé les trous de coulée et de visite pratiqués dans le creuset ; le haut-fourneau ne communiquait plus à l'air libre que par le haut.

Le jour de l'accident, le fourneau était rempli jusqu'à $10^{m}50$ sous le plancher ; à 14 1/2 heures, un des deux ouvriers occupés à cette besogne avait été envoyé à un autre travail, et l'atmosphère ne laissait pas à désirer ; à 15 heures, les ouvriers des treuils ayant hélé l'ouvrier D... resté seul au fond, ne reçurent aucune réponse. Un camarade, N..., se fit descendre au treuil et, comme il ne faisait pas assez clair au fond, demanda l'aide d'un autre pour l'éclairer ; on descendit un crasset allumé, mais par deux fois il s'éteignit en arrivant près des charges ; un troisième ouvrier se fit descendre et essaya en vain d'allumer un crasset, les allumettes s'éteignant dans l'atmosphère chargée d'acide carbonique ; peu après, le premier sauveteur N...., qui avait fait de vains efforts pour relever D... inanimé s'affaissa et le troisième ouvrier se fit remonter précipitamment.

A la suite de cette tentative, on renonça au sauvetage immédiat ; on démolit la fermeture (en maçonnerie d'une demi-brique) du trou de visite du creuset ; une buée bleutée s'échappa ; on put pénétrer de suite dans le creuset et l'on constata qu'aucun échauffement ne s'était produit ; l'aérage naturel ainsi créé évacua en 10 minutes la nappe d'acide carbonique qui existait près des charges, et dont les ouvriers restés au gueulard purent suivre l'ascension en constatant que les lampes allumées qu'ils descendaient s'éteignaient de plus en plus près du plancher supérieur.

On retira bientôt les deux victimes qui ne purent être rappelées à la vie.

Les tuyaux porte-vent étaient placés, mais, d'après les témoignages reçus à l'enquête, toutes les vannes d'admission étaient fermées.

Des essais effectués sur le coke et sur la houille ont montré qu'il n'était pas possible d'attribuer le gaz asphyxiant à un dégagement de la charge même du fourneau ; il paraît difficile d'admettre que

ce gaz provienne de la viciation de l'atmosphère par les lampes et la respiration des ouvriers (1).

Les ouvriers occupés depuis le 3 juillet au remplissage du fourneau n'avaient été aucunement incommodés, mais ils déclarent que la ventilation était faible : les fumées des lampes *nageaient* au-dessus des charges et semblaient s'évacuer difficilement.

Le gaz devait donc provenir de l'extérieur, des Cowper ; ceux-ci étaient, depuis quelques jours, en chauffage à l'aide d'une batterie de gazogènes à vent soufflé ; au moment de l'accident, la soufflerie était arrêtée ; deux des trois appareils Cowper étaient isolés des gazogènes ; le troisième était en communication d'une part avec ceux-ci, d'autre part, avec la cheminée d'appel.

---

(1) Cette cause de viciation devait être notable néanmoins, et pour s'en rendre compte il suffit de faire le petit calcul suivant ; la fermeture des orifices du creuset avait été effectuée le 4 juillet à 9 heures, soit 54 heures avant l'accident. Si l'on compte qu'un homme expire 60 litres d'acide carbonique par heure et qu'une lampe produit 11 litres dans le même laps de temps, on voit que deux ouvriers et quatre lampes d'éclairage, celles-ci ayant brûlé 20 heures environ, ont produit pendant ce temps : $120 \times 54 + 44 \times 20 = 7{,}360$ litres de CO_2. A l'endroit où les charges étaient arrêtées au moment de l'accident, le diamètre était d'environ $5^{m}30$, ce qui représente 22 mètres carrés de surface. L'acide carbonique produit par les lampes et la respiration des ouvriers, en supposant qu'il se soit accumulé dans le fourneau, pouvait donc créer une nappe de $\frac{7.360}{22} = 0^{m}335$ de hauteur. Evidemment nous avons supposé absence complète de ventilation, ce qui n'est pas le cas, puisque le mouvement des charges et des hommes créait un certain renouvellement d'air ; mais ce calcul montre que la viciation par la respiration pouvait être très forte et créer une atmosphère asphyxiante, puisqu'il suffit de 8 % de CO_2 dans l'air pour atteindre ce résultat. D'ailleurs les constatations qui ont été faites lors de l'accident ont montré que l'acide carbonique formait la majeure partie du gaz asphyxiant ; néanmoins les docteurs ayant conclu manifestement que l'oxyde de carbone avait joué un rôle également, on ne peut admettre que la viciation de l'air par la respiration et les gaz ait été la seule cause de l'accident. L'oxyde de carbone ne peut être dû qu'à des gaz incomplètement brûlés venant du Cowper.

Des gaz venant des Cowper ne pouvaient pénétrer dans le fourneau par le dessus, par la tuyauterie à gaz du fourneau, car outre diverses cloches obstruant le passage, les appareils épurateurs branchés sur cette tuyauterie étaient largement ouverts.

Reste donc un refoulement des gaz par la conduite de vent chaud, dont la vanne était fermée ; la conduite n'est isolée du fourneau que par une vanne placée contre le Cowper, vanne non *étanche* : en effet, l'ingénieur verbalisant a constaté que, la soufflerie des gazogènes étant en marche, il passe dans chaque tuyère, malgré la fermeture de la vanne des Cowper, un courant d'air de 28 litres par seconde, allant du fourneau vers les Cowper.

Le courant qui a amené les gaz est précisément un courant opposé; mais il faut remarquer qu'une fausse manœuvre de vanne, par exemple la fermeture du papillon vers la cheminée, pouvait provoquer un reflux de gaz vers le fourneau. Du reste, l'arrêt de la soufflerie des gazogènes tendait à supprimer le courant vers la cheminée, voire même à le renverser, car le fourneau lui-même est une cheminée à grande section.

Certains témoins ont affirmé que les huit regards des tuyaux porte-vent — trous de 2 à 3 centimètres de diamètre — étaient restés ouverts ; ces orifices auraient été insuffisants pour évacuer le gaz au fur et à mesure de son débit vers le creuset.

Quant à la machine soufflante du fourneau, d'après les témoignages reçus, elle n'était pas reliée aux Cowper et n'a donc pu jouer aucun rôle.

N° 12. — *Usines de la Providence, à Marchienne. — 10 mai 1906, 3 1/2 heures. — 1 blessé. — P. V. Ing. L. Hardy.*

Machiniste pris d'asphyxie dans la salle des soufflantes.

Résumé des circonstances de l'accident.

Un machiniste de la soufflerie des hauts-fourneaux a été trouvé assis sans connaissance sur un banc et la tête renversée entre un réservoir à vapeur et le mur de la salle de machine. Les brûlures reçues entraînèrent la perte de l'œil droit. Cet ouvrier avait subi un commencement d'asphyxie par l'oxyde de carbone ; une canalisation souterraine de gaz épurés de haut-fourneaux munie de clapets de sûreté au ras du sol passait à 2m50 à l'Est du seuil de la salle de machine et présentait une fuite d'où provenait vraisemblablement le gaz asphyxiant.

La salle de machine a 8 mètres de longueur sur 6 mètres de largeur et 20 mètres de hauteur ; le sol est surélevé de 1m50 par rapport au niveau général de l'usine. La porte Est et les ouvraux des fenêtres étaient restés constamment ouverts et la machine avait tourné sans discontinuer.

Des machinistes avaient déjà été incommodés quand le vent soufflait du Nord ou du Nord-Est.

IX

Ces deux accidents sont assez spéciaux ; le second n'étonne plus après les cas, vus plus haut, d'asphyxie en plein air. Quant au premier, il confirme à nouveau l'insuffisance d'une vanne pour isoler un milieu où se trouve du gaz. Il n'y a aucun motif de placer les tuyaux porte-vent avant la fin du remplissage du fourneau, cette opération ne prenant guère de temps et les essais de la soufflerie pouvant se faire sans que les buses ne soient placées dans les tuyères. Il est élémentaire, du reste, de ne pas obstruer complètement le bas du fourneau pour ne pas supprimer toute ventilation de la cuve. Si même on craint, comme on pourrait l'objecter, l'allumage par malveillance, — ce qu'une surveillance appropriée rendrait impossible, — il y a toujours moyen d'empêcher l'allumage sans couper l'air (treillis métallique, par exemple).

X

Vme Catégorie.

Asphyxies dans les canalisations.

(3 accidents : 6 tués, 1 blessé)

Cette catégorie est, sans contredit, celle qui appelle le plus l'attention et qu'il faut voir disparaître à tout prix. Pour discuter utilement les mesures préventives, il est nécessaire de lire d'abord l'exposé des accidents, qui va suivre :

N° 13. — *Usines métallurgiques de Sambre-et-Moselle, à Montignies-sur-Sambre. — 28 avril 1909, 15 1/2 heures. — 2 tués. — P. V. Ing. A. Hardy.*

Ouvriers asphyxiés en procédant à une réparation.

Résumé des circonstances de l'accident.

Les gaz de chacun des fourneaux n°s 1 et 2 débouchent, par l'intermédiaire d'une cloche (q_1 q_2 croquis 19) dans une caisse à poussières (C_1 C_2), puis, traversant une seconde cloche (K_1 K_2), se rendent à une caisse à poussières centrale P, d'où ils sont distribués à deux laveurs

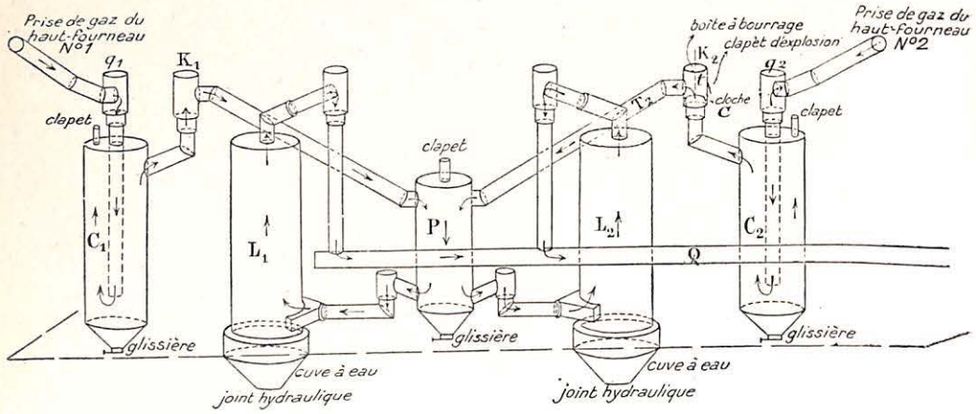


Fig. 19. — Vue schématique perspective des appareils.

Zschocke L_1 et L_2 ; de là ils sont aspirés par un ventilateur à travers le collecteur Q pour passer à une autre batterie d'épuration.

C'est à la cloche K_2 que l'accident s'est produit ; la tige de suspension du clapet obturateur s'étant faussée, il s'agissait de la remplacer ; à cet effet, on ouvrit tous les clapets de purge situés au-dessus des fourneaux et des caisses à poussières C_1 C_2 et P ; on ferma les cloches K_1 K_2, Q_1 Q_2 ; on arrêta la soufflerie, on ouvrit les doubles cloches de chargement de chaque fourneau pour faciliter l'évacuation des gaz à l'air, sauf la cloche inférieure du fourneau n° 1; on ouvrit les glissières fermant les trous de vidange des caisses à poussières C_1 C_2 P.

Les deux ventilateurs aspirant en série les gaz du collecteur Q

fonctionnèrent au moins 10 minutes après ces manœuvres (1), jusqu'à ce que les moteurs, — alimentés par les gaz de hauts-fourneaux, — s'arrêtèrent.

La cloche K_2 est représentée à part au croquis 20 ; on y a accès par des échelles et elle est entourée d'une plate forme p_1 ; elle est munie d'un clapet d'explosion O, qui sert en même temps de trou d'homme

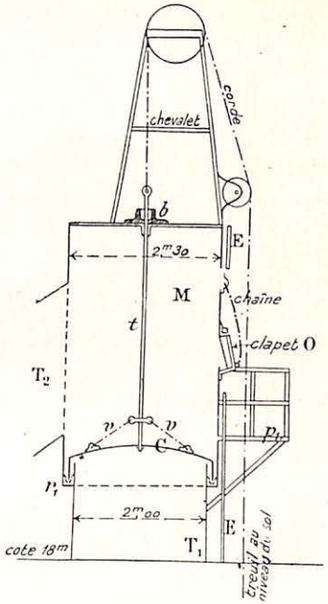


Fig. 20. — Détails de la cloche K_2 où s'est produit l'accident.

et qui fut maintenu ouvert ; déjà pour reconnaître la réparation, le bourrage *b* de la tige de manœuvre avait été déboulonné, on avait glissé un madrier sur champ sous la boîte à bourrage soulevée, pour faciliter l'évacuation du gaz de la chambre M. Après trois quarts d'heure d'attente, le gaz s'échappait encore et rendait impossible

(1) Remarquons que la marche du ventilateur était sans utilité pour assainir la cloche K_2, car l'aspiration se faisait par l'orifice le plus proche resté ouvert, c'est-à-dire par les ouvertures de P. Cette erreur a été commise plus d'une fois, comme nous le verrons plus loin.

l'accès de la cloche. On fit ouvrir la cloche inférieure du fourneau n° 1 dans le but d'accentuer l'évacuation dans l'atmosphère des gaz de ce fourneau, et on décida de faire remettre en marche un ventilateur avec les gaz des fours à coke.

Pendant que cette dernière manœuvre s'opérait, un ouvrier de l'équipe chargée de la réparation aspira à l'orifice O et comme il lui sembla que l'air était respirable, il s'attacha une ceinture sous les bras et descendit dans la cloche ; il resta debout quelques instants puis s'affaissa ; le chef d'équipe qui tenait la corde de la ceinture, en se penchant pour retirer l'ouvrier L ..., tomba inanimé dans cette position ; quatre autres ouvriers qui arrivèrent successivement furent pris d'asphyxie après avoir réussi à retirer le chef d'équipe. Comme on ne pouvait parvenir à retirer le corps de la première victime sans pénétrer dans la cloche, un ouvrier M... commit l'imprudence d'y descendre sans ceinture et ne tarda pas à s'affaisser. La première victime fut bientôt retirée ; finalement, un ouvrier dispos, malgré les multiples asphyxies dont il venait d'être témoin, se fit descendre à l'aide d'une corde, réussit à nouer une ceinture autour du corps de la deuxième victime et remonta rapidement ; le corps de l'ouvrier fut aussitot ramené à l'air libre. Entretemps l'alarme était donnée ; la respiration artificielle pratiquée sur tous les ouvriers ramenèrent à la vie tous les sauveteurs qui n'avaient pas pénétré dans la cloche, mais tous les soins (insufflation d'oxygène, respiration artificielle, etc...) furent inutiles pour le premier ouvrier L... et son camarade M... qui s'était porté imprudemment à son secours.

—

La composition du gaz était CO : 24 ; CO_2 : 12 ; N : 60 ; H : 2 ; gaz hydrocarbonés : 2 ; cyanures : traces. — Densité : 1 kilog 300 par mètre cube à 15° et 760 m/m. — Pression statique : 5 à 6 cm. d'eau. — Température : 90° C au gueulard, 20° à la sortie du collecteur. — 52.000^{m3}/heure en marche normale des hauts-fourneaux.

M. Pepin, Ingénieur en chef du 5me arrondissement, proposait de modifier la construction des cloches Q_1 et Q_2 de façon à pouvoir y opérer un joint hydraulique en cas de réparations ; il suggérait l'emploi d'appareils à vent soufflé qui pourraient s'alimenter à une conduite fixe d'air comprimé et préconisait des trous d'homme largement proportionnés pour permettre l'entrée et la sortie aisée des ouvriers.

Le dossier de cet accident, vu son intérêt, a été communiqué aux comités des arrondissements miniers possédant des usines métallurgiques ; plusieurs comités ont préconisé les joints hydrauliques, les seuls sur l'étanchéité desquels on puisse compter. Mais, ainsi que l'a fait remarquer M. l'Ingénieur André Hallet, au comité du 8e arrondissement, semblable joint serait parfois pratiquement impossible à cause de la température des gaz atteignant et dépassant 100° C ; de plus, les gaz du haut-fourneau entraînant jusqu'à 7 et 10 grammes de poussières par mètre cube, ces poussières auraient vite fait de transformer en boues l'eau du joint (1).

On a critiqué, avec raison, la position du trou d'homme qui devait se trouver au bas de la cloche pour évacuer de suite les gaz qui viendraient à filtrer par le clapet non étanche et pour permettre de retirer facilement un ouvrier en cas d'asphyxie, car c'est la hauteur du trou d'homme qui empêchait de sauver les victimes sans pénétrer dans la cloche (2).

On a critiqué également l'absence d'un large clapet d'évacuation à la partie supérieure de la cloche, dispositif qui existe dans certaines usines.

M. l'Ingénieur A. Hallet a signalé qu'à une usine de son district, lors d'une réparation, on a soin d'enlever d'abord les poussières du joint pour les remplacer par du sable, projeté à profusion par le trou d'homme et donnant une étanchéité certaine ; cette façon de procéder évite au surplus les émanations délétères des poussières, qui restent fumantes un certain temps.

Tous les Comités ont émis l'avis que des appareils respiratoires à vent soufflé et des appareils à respiration artificielle rendraient service dans les usines à hauts-fourneaux. M. l'Ingénieur en chef Julin et M. l'Inspecteur général Libert font même remarquer que ces appareils sont implicitement obligatoires en vertu de l'article 19 de l'arrêté royal du 30 mars 1905 (3).

---

(1) Il y a un autre inconvénient, plus grave : la formation de concrétions. Nous en parlerons plus loin.

(2) Depuis lors, un trou d'homme a été ménagé au niveau inférieur, près de la cloche obturatrice.

(3) Cet article est ainsi conçu :

» *Travaux dans les endroits susceptibles de contenir des gaz dangereux.* — Art. 19. Il est interdit de laisser pénétrer les travailleurs dans les puits, citernes, réservoirs et autres endroits analogues avant

N° 14. — *Société anonyme d'Ougrée-Marihaye, à Ougrée. — 7 novembre 1909, 13 heures. — 1 tué. — P. V. Ing. A. Repriels.*

Asphyxie dans une tuyauterie en nettoyage.

Résumé des circonstances de l'accident.

Une tuyauterie de 1,200 mètres de longueur en tôles rivées, de 1m40 de diamètre, relie la division des hauts-fourneaux aux aciéries où le gaz actionne divers moteurs ; cette conduite, dont l'axe est à 6m20 au dessus du sol, se recourbe en siphons à la traversée de quelques rues, comme l'indique le croquis ci-contre, fig. 21.

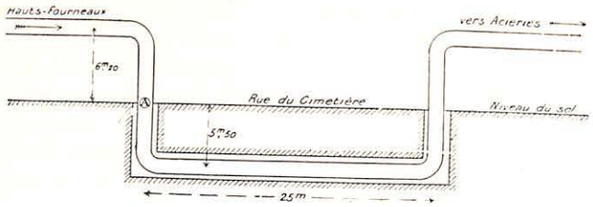


Fig. 21. — Siphon au passage d'une rue.

Il s'agissait d'effectuer une visite et quelques réparations à la conduite. A cet effet, on avait fermé vers 6 heures 1/2, les vannes à glissière amenant le gaz de la division des hauts-fourneaux ; on avait ouvert les soupapes placées à l'extrémité de la conduite, aux aciéries, pour laisser évacuer l'excès de pression dans la tuyauterie. On avait ensuite fait fonctionner pendant 40 minutes un ventilateur

---

de s'être assuré qu'il n'y existe pas de gaz asphyxiants, délétères ou inflammables.

» En cas d'existence de pareils gaz, il faudra préalablement assainir l'atmosphère et s'assurer de la disparition du danger.

» De plus, les ouvriers occupés dans les dits endroits seront activement surveillés et relayés aussi souvent que les circonstances l'exigeront.

» Ils porteront autour du corps, à la ceinture ou sous les aisselles, une corde de sûreté communiquant avec l'extérieur et permettant de les retirer en cas de nécessité.

» Le matériel et le personnel nécessaires pour opérer éventuellement le sauvetage devront se trouver à proximité des travaux et pendant toute la durée de ceux-ci. »

chassant de l'air dans la conduite ; ce ventilateur débite au minimum 40,000 mètres cubes par heure, ce qui fait que le volume de la conduite peut être renouvelé en moins de 3 minutes. Deux ouvriers qui ont travaillé de 8 heures à midi, à l'extrémité de la tuyauterie, vers les aciéries, n'ont été aucunement incommodés.

Vers 12 1/2 heures, trois ouvriers arrivèrent au siphon représenté au croquis pour le visiter ; ils étaient porteurs d'outils divers, de lampes de mineurs, d'une échelle de corde, de cordes et d'un ventilateur électrique ; après avoir ouvert le trou d'homme A, un ouvrier — la victime — malgré l'avis contraire de ses compagnons qui croyaient percevoir une odeur de gaz, descendit muni d'une lampe, par l'échelle de corde, sans ventilateur et sans se faire attacher. Quand il fut de quelques instants dans la conduite, il se sentit incommodé, revint vers l'échelle avec sa lampe toujours allumée et voulut se faire remonter : ses deux compagnons se mirent à hisser l'échelle, mais la victime lâcha prise alors qu'elle était à 2 mètres de l'orifice et retomba dans le siphon. Elle ne fut retirée qu'après 1 1/2 heure : elle avait la face couverte de boues et ne put être rappelée à la vie. Pendant le sauvetage, deux personnes étrangères au personnel de l'usine voulurent pénétrer dans la conduite et furent prises d'asphyxie, mais elles purent être rappelées à la vie.

Il y avait 20 centimètres de boues dans le syphon ; un contremaître de l'usine attribue l'accident aux gaz dissous et occlus dans ces boues, et qui auraient été dégagés quand la victime a remué ces boues en marchant.

—

La composition du gaz est la suivante : CO_2 : 8 % ; CO : 30 % ; Az : 57 % ; H : 5 % ; densité : 1,27.

M. l'Ingénieur en chef Beaupain, se basant sur le peu de solubilité dans l'eau des éléments formant le gaz de haut-fourneau, attribue peu d'importance à l'explication du contre-maître ; il croit que la densité assez forte des gaz suffit à expliquer la persistance de ces gaz dans la partie basse du siphon après une ventilation plus ou moins prolongée. Il regrette que l'on n'ait pas maintenu la ventilation pendant le travail des ouvriers, ce qui ne se faisait pas parce que le courant insufflé par le ventilateur électrique à vitesse constante avait une vitesse de 7m20 par seconde, insupportable pour les ouvriers occupés dans la conduite. M. l'Ingénieur en chef fait observer avec

raison que, sans agir sur la vitesse du ventilateur, il y a d'autres moyens de régler le débit et la vitesse d'un courant d'air.

—

Il est probable que l'ouvrier a simplement été indisposé par l'odeur des boues, mais qu'en lâchant prise, il sera tombé de l'échelle, la face dans les boues, ce qui aura déterminé l'asphyxie. Il n'y a pas eu d'autopsie et le certificat médical, très laconique, porte simplement : *Mort par asphyxie*, sans faire aucune mention d'intoxication par l'oxyde de carbone.

N° 15. — *Usines de la Providence. — 20 novembre 1910, 14 1/2 heures. — 3 tués et 1 blessé. — P. V. Ing. Dandois.*

Asphyxie dans une tuyauterie en nettoyage.

Résumé des circonstances de l'accident.

L'usine comprend trois hauts-fourneaux, n°s 1, 2 et 3, groupés comme l'indique le croquis 22 ; les gaz de chacun subissent une première épuration dans des batteries distinctes de Zschocke, au sortir desquels ils peuvent, soit être envoyés au canal souterrain alimentant les Cowper et des chaudières, soit être recueillis dans un collecteur P, d'où les gaz passent à une seconde épuration par appareils Theisen ; à la sortie de ceux-ci, les gaz passent par des sécheurs D et E et gagnent le collecteur général G d'où ils sont distribués aux moteurs à gaz.

Il s'agissait d'effectuer quelques réparations et nettoyages aux tuyauteries, pendant un arrêt de la centrale des moteurs à gaz ; on avait donc isolé les fourneaux du collecteur P par la fermeture des vannes dites des moteurs placées à l'extrémité des batteries de première épuration de chaque fourneau ; les gaz avaient été dirigés vers les Cowper et les chaudières par une série d'opérations que nous ne décrirons que pour le fourneau III, celui dans la tuyauterie duquel s'est produit l'accident. On peut suivre au croquis 23 ci-dessous les diverses manœuvres :

1° Fermeture de la vanne des moteurs V_2 ;

2° Fermeture des vannes admettant les gaz aux Cowper et des vannes à gaz des chaudières ;

3° Ouverture des clapets de purge situés à chacune des extrémités du canal souterrain, ce qui permet aux gaz de s'échapper à l'air ;

4° Ouverture de la cloche du gueulard ;

5° Arrêt de la soufflerie ;

6° Fermeture de la vanne V_1 au bas du tuyau de descente ;

7° Ouverture de la glissière *e* située au-dessus de cette vanne ;

8° Ouverture du clapet de purge des appareils Zschocke ;

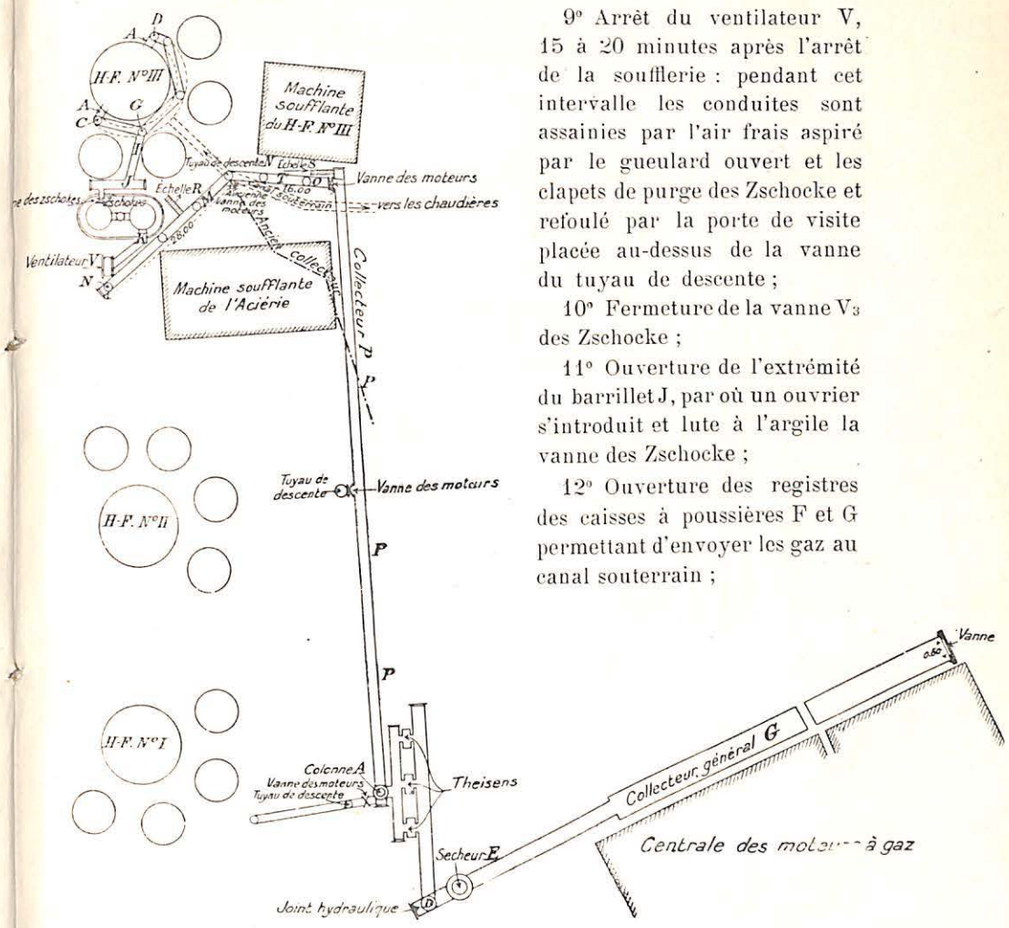


Fig. 22. — Schéma en plan de l'installation générale.

9° Arrêt du ventilateur V, 15 à 20 minutes après l'arrêt de la soufflerie : pendant cet intervalle les conduites sont assainies par l'air frais aspiré par le gueulard ouvert et les clapets de purge des Zschocke et refoulé par la porte de visite placée au-dessus de la vanne du tuyau de descente ;

10° Fermeture de la vanne V_3 des Zschocke ;

11° Ouverture de l'extrémité du barrillet J, par où un ouvrier s'introduit et lute à l'argile la vanne des Zschocke ;

12° Ouverture des registres des caisses à poussières F et G permettant d'envoyer les gaz au canal souterrain ;

13° Fermeture de la cloche du gueulard ;

14° Remise en marche de la soufflerie.

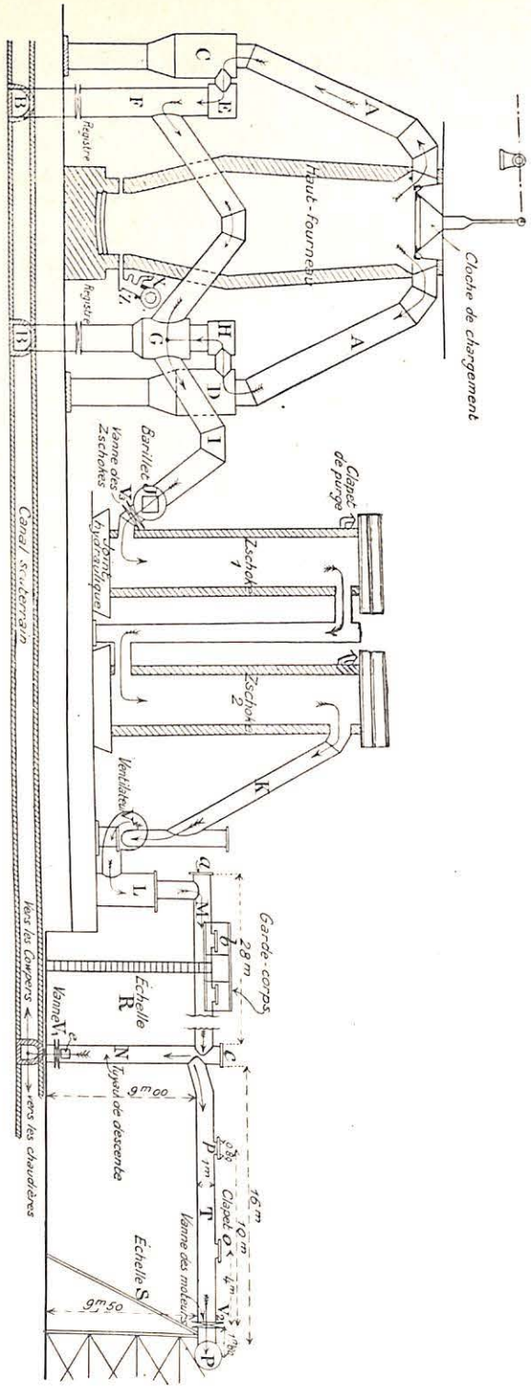


Fig. 23. — Schéma, en élévation, des installations du fourneau n° 3.

A 11 1/4 heures, toutes ces opérations étaient terminées.

Entretemps, on avait déjà procédé aux opérations nécessaires pour l'arrêt des moteurs à gaz. Au moment de la fermeture de la vanne des moteurs du fourneau n° 3, un moteur à gaz fonctionnait encore et s'arrêta de lui-même 2 à 3 minutes après fermeture de cette vanne ; on a ouvert aussitôt la vanne placée à l'extrémité du collecteur général G (croquis 22) et les clapets de purge des colonnes A, D et E (croquis 22) ; le seul appareil Theyssen encore en marche a continué à tourner pendant 7 minutes (par sa force vive) après l'arrêt du dernier moteur à gaz. En tournant, cet appareil aspirait de l'air par la colonne A et le refoulait par les clapets ouverts en D, E et G.

A la tuyauterie du n° 3 (croquis 23), on a ouvert les clapets *b*, *o*, et retiré les registres *a* et *c*. Un ouvrier a pénétré dans les Zschocke et nettoyé notamment l'embouchure de la tuyauterie K ; après divers travaux au collecteur général G et au fourneau n° 1, l'entrepreneur chargé des travaux de nettoyage des conduites arriva avec son équipe au n° 3 ; il monta à la conduite T, constata qu'il n'y avait pas de gaz et permit à ses hommes de travailler ; le chef gazier de l'usine l'a vu ouvrir à ce moment la vanne V_2 des moteurs et, sur son observation qu'il n'avait pas à toucher aux vannes, l'entrepreneur répondit qu'il devait ouvrir cette vanne pour la nettoyer ; trois ouvriers travaillèrent quelques minutes dans la colonne T sans être incommodés, mais l'un d'eux ayant vu une légère buée sortir par le clapet *b*, ils sont sortis tous les trois. On vérifia l'étanchéité de la vanne des Zshockes, qui ne laissait pas à désirer ; 20 minutes après, comme on ne voyait plus de fumée, le chef d'équipe permit de reprendre le travail ; un ouvrier entra dans la conduite et s'affaissa aussitôt ; l'entrepreneur, en voulant le retirer, s'affaissa de même ; deux ouvriers, accourus au secours de leurs camarades, se penchèrent à l'orifice du clapet *o* et pris d'asphyxie, tombèrent à la renverse ; l'un d'eux tomba sur le sol et se fractura le crâne ; l'autre fut retenu par ses vêtements à une patte soutenant autrefois un garde-corps et resta suspendu dans le vide : on put le secourir et le ramener à la vie.

Le sauvetage fut vite organisé, mais on ne put ranimer aucune des trois victimes. On trouva la vanne des moteurs V_2 ouverte.

—

L'explication de l'accident donnée par M. l'Ingénieur en chef Ledouble paraît bien plausible : aucune rentrée de gaz venant du

fourneau n'était possible ; du reste, on venait de vérifier l'étanchéité de la vanne des Zschockes et ceux-ci avaient leurs clapets largement ouverts ; l'oxyde de carbone qui a provoqué l'asphyxie provient incontestablement du collecteur P, dont l'entrepreneur avait ouvert la vanne. Ce collecteur n'avait été assaini, après l'arrêt du dernier moteur, que par la marche du dernier Theyssen aspirant pendant quelques minutes ; mais cette action devait être précaire puisqu'elle se faisait sur un tuyau de 40 mètres de longueur, fermé à son extrémité par la vanne des moteurs V_2 et ne possédant aucun clapet ouvert pour faciliter la formation d'un courant : l'assainissement ne pouvait se produire que par la succion de l'air aspiré par l'ouverture A, à l'autre extrémité de la conduite.

Ces conditions sont peu favorables à une ventilation efficace. Rien d'étonnant dès lors que des gaz toxiques soient restés dans le tronçon P ; après l'ouverture de la vanne des moteurs, un courant pouvait s'établir entre les orifices de la colonne A et le trou d'homme *o* de la conduite T et ramener du gaz dans celle-ci : c'est ce qui s'est produit.

M. l'Ingénieur Dandois a procédé à une série d'expériences reproduisant exactement les circonstances de l'accident ; pour déterminer l'action de la rotation du Theyssen sur le collecteur P, un trou fut foré près de la vanne des moteurs et un manomètre à eau y fut installé ; la vanne des moteurs étant fermée, le manomètre a marqué une dépression de 25 à 30 millimètres d'eau ; mais il ne faut nullement conclure à l'existence d'un courant ventilateur dans la conduite, du fait de cette dépression ; donnons une comparaison : dans une conduite d'eau verticale fermée à sa base, on constatera la pression due à la hauteur d'eau, sans qu'il y ait de courant d'eau dans le tube ; la force électromotrice d'une pile existe aussi bien quand le circuit est ouvert, mais cette force ne peut produire de courant que si l'on ferme le circuit. La dépression constatée est simplement la dépression créée en A par le Theisen aspirant en court-circuit ; tout le collecteur P doit se mettre au même taux de dépression en expulsant une certaine quantité de fluide. Le mouvement du fluide dans ce collecteur cesse dès que l'équilibre est atteint suivant la loi de Mariotte : $PV = P'V'$; or $P = 10^m33$, $P' = 10^m33 - 0.03 = 10^m30$.

$$V' - V = \left(\frac{P}{P'} - 1\right) V = 0.003\ V$$

On voit donc que cette dépression provoque simplement une augmentation de volume de 0.3 %, c'est-à-dire une expulsion de 0.3 % du gaz contenu dans le collecteur P. L'action est donc insignifiante.

Pour se rendre compte de la vraisemblance de l'hypothèse que des gaz seraient occlus dans les boues des conduites, deux litres de boues prises dans la conduite T ont été placés avec une souris sous la cloche d'une machine pneumatique dans laquelle on a fait un vide partiel ; retirée après un séjour d'une demi-heure sous la cloche, la souris paraissait sans vie ; elle s'est ranimée au bout de deux heures environ (ce qui exclut l'hypothèse de la présence d'oxyde de carbone) (1).

Les circonstances de l'accident ont été reproduites scrupuleusement ; une souris placée dans la conduite T, à 50 centimètres de la vanne des moteurs, est restée en vie, après ouverture de celle-ci, pendant 15 minutes, temps de l'expérience.

Remarquons que la ventilation de la partie T de la conduite n'a pu se faire non plus que par l'ouverture du clapet *o* : le courant du ventilateur V s'échappait entièrement par le registre du tuyau de descente, sans créer autre chose qu'une certaine succion sur la partie T (2).

La composition normale des gaz à cette usine était : 22 à 24 % de CO ; 12 % CO_2 ; 60 % N ; 2 % H, un peu de gaz hydrocarbonés et des traces de cyanure.

Poids à 15° et sous 760 millimètres de pression : 1 kil. 300 par mètre cube ;

Température : au gueulard, 80 à 90° ; dans les conduites, au-delà du ventilateur, 20°.

Le Comité du 4e arrondissement, frappé de la fréquence et de la gravité des accidents causés par les gaz de hauts-fourneaux, a préconisé l'emploi d'un moyen mécanique permettant le nettoyage des conduites sans qu'aucun ouvrier doive pénétrer dans la tuyauterie.

Il a renouvelé les vœux déjà formulés antérieurement, à savoir qu'au cas où la présence d'hommes dans la conduite est nécessaire, chaque ouvrier soit pourvu d'un appareil respiratoire à vent soufflé et que, de plus, des appareils à respiration artificielle soient tenus prêts à fonctionner, à proximité de l'endroit du travail.

---

(1) Voir plus loin des expériences faites sur les poussières et les boues en vue de déterminer si de l'oxyde de carbone y est occlus.

(2) Il eut été bien plus logique de faire marcher le ventilateur en laissant seulement un clapet ouvert à chacune des extrémités de toute la conduite : de la sorte, on eut été certain d'obtenir un courant balayant toute la masse de gaz. C'est toujours la même erreur, déjà signalée plusieurs fois.

XI

Etude des accidents survenus pendant les visites de tuyauteries.

GÉNÉRALITÉS : MARCHE GÉNÉRALE DE L'ÉPURATION ; DIVERSES PARTIES DE LA TUYAUTERIE ; FRÉQUENCE DES NETTOYAGES. — La généralisation de l'épuration des gaz de hauts-fourneaux, nous l'avons déjà dit, a entraîné une garnde extension du réseau des tuyauteries; autrefois, le gaz au sortir des bouteilles d'épuration à sec disposées contre le fourneau, gagnait généralement un canal souterrain, parfois en partie une tuyauterie aérienne le distribuant aux Cowper et aux chaudières.

A présent, le gaz, après avoir déposé les poussières les plus volumineuses dans les bouteilles au sortir du fourneau, passe par une épuration primaire ramenant sa teneur en poussières de 5 à 6 grammes à $0^{gr}5$ environ par mètre cube : une partie de ce gaz est employé au chauffage des Cowper et des batteries de chaudières (car, presque partout, on a conservé une certaine réserve de force motrice vapeur), tandis que le restant est envoyé à l'épuration secondaire, d'où il sort avec une teneur de $0^{gr}005$ à $0^{gr}02$ pour être conduit aux moteurs à gaz de la centrale.

D'après la marche des fourneaux, la température au gueulard varie, dans notre pays, de 80 à 150° ; la première épuration consiste d'abord en un refroidissement destiné à condenser la majeure partie de la vapeur d'eau (1) ; ce refroidissement se fait dans des scrubbers dont le type le plus commun est le Zschocke, grand réservoir vertical, muni de claies en bois, où le gaz, admis par la base, circule en sens inverse d'une pluie d'eau versée à la partie supérieure ; un autre type d'appareil est le Bian, appareil cylindrique à moitié rempli d'eau, où le gaz se refroidit au contact de toiles métalliques circulaires, fixées sur l'arbre de rotation, et dont la surface humide se renouvelle constamment, grâce au mouvement de l'axe. Au sortir de ces refroidisseurs, le gaz passe dans des ventilateurs centrifuges où l'on injecte une certaine quantité d'eau : cette eau donne aux poussières la masse qui leur manque et les projette, par la force centrifuge, contre les parois, où elles ruissellent.

(1) On parle beaucoup en ce moment d'un nouveau procédé d'épuration à sec des gaz de hauts-fourneaux, dû à M. Müller, Directeur de la Halberger Hütte. Ce procédé, essayé à Dudelange, où il semble donner toute satisfaction, sépare les poussières par filtration dans des appareils rappelant le principe des filtres à manches à secousses en usage dans les meuneries. Le procédé réduit considérablement l'encombrement des installations d'épuration, mais il ne simplifie guère les tuyauteries. Tout au plus pourra-t-il réduire, si les espérances que donnent les essais se réalisent en grand, la fréquence des nettoyages des conduites en donnant d'emblée des gaz épurés à un très haut degré.

Le gaz épuré primaire est distribué aux Cowper et aux chaudières d'une part, à la seconde épuration d'autre part, avec une teneur de $0^{gr}3$ à $0^{gr}5$ par mètre cube.

L'épuration secondaire se fait le plus souvent à l'aide d'appareils Theisen : tambour légèrement conique, muni de palettes, tournant à grande vitesse (400 tours par minute), et autour duquel les gaz sont entraînés : il y a des changements continuels de direction, que les gaz subissent plus facilement que les poussières, projetées par la force centrifuge et enlevées par l'eau introduite dans l'appareil.

D'autres usines emploient exclusivement des ventilateurs humides à injection d'eau, dont deux batteries peuvent être disposées en série.

De toute façon, le gaz épuré passe par des séparateurs pour se débarrasser de la plus grande partie de l'eau avant de gagner les tuyauteries vers les moteurs de la centrale.

On voit que les conduites par où circule le gaz se trouvent dans des conditions différentes par rapport aux nettoyages : la partie comprise entre le fourneau et les bouteilles ou pots à pousières véhicule un gaz chaud et fortement chargé de poussières : mais on évite les nettoyages en donnant à

cette tuyauterie une forte inclinaison, qui rassemble les poussières déposées à la partie inférieure des bouteilles ou épurateurs secs. Cette inclinaison se donne aisément, puisque l'on dispose de la hauteur des fourneaux.

La partie des canalisations comprise entre les bouteilles et l'épuration primaire renferme encore un gaz sale, qui exige généralement un nettoyage trimestriel ; il y a avantage à réduire cette partie le plus possible, mais on ne dispose pas toujours, surtout dans les anciennes usines, de l'emplacement voulu à proximité des fourneaux ; du reste l'avantage d'une épuration centrale pour le gaz de tous les appareils est tel, que, forcément, cette tuyauterie est développée, puisqu'elle longe tout le massif des fourneaux.

Les conduites de gaz épuré primaire ne nécessitent guère qu'une visite semestrielle ou parfois annuelle ; enfin la partie contenant le gaz épuré au deuxième degré pour les moteurs ne demande de nettoyage qu'après 1, 2 ou même 3 ans de fonctionnement.

Comment assurer la sécurité de cette opération dangereuse qui consiste à faire entrer des ouvriers dans une tuyauterie où a circulé un gaz éminemment toxique et où gisent des poussières ou des boues dont l'odeur indispose incontestablement ?

Une solution pourrait se présenter à l'esprit, c'est d'installer les tuyauteries à gaz en double, pour procéder en toute sécurité au nettoyage d'une canalisation pendant le fonctionnement de l'autre. En fait cela existe pour certains tronçons dans quelques usines. Mais il est déjà si difficile de ménager toutes les tuyauteries nécessaires dans une usine, que le procédé, outre son coût exagéré, ne mérite d'être mentionné que pour des cas très particuliers.

Pour opérer la visite des tuyauteries avec sécurité, il faut :

1° Isoler convenablement la partie à visiter ;

2° L'assainir par une ventilation rationnelle et s'assurer de l'efficacité de celle-ci avant d'introduire les ouvriers ;

3° Organiser méthodiquement le travail et le sauvetage éventuel.

Ce sont ces trois points que nous allons développer (1).

Dans un quatrième paragraphe, nous parlerons des essais de nettoyage mécanique des conduites.

A) Isolement des tuyauteries. — Le point qu'il importe d'assurer en premier lieu est le parfait isolement du fourneau par rapport à la tuyauterie à visiter ; généralement les nettoyages généraux se font en arrêtant tous les fourneaux : on ouvre les divers clapets d'explosion, on suspend les souffleries, généralement on laisse le gueulard ouvert ; de cette manière, il y a peu de chance que du gaz s'échappe du fourneau vers les tuyauteries, étant donné qu'il trouverait plusieurs écoulements faciles avant de les atteindre ; mais on ne peut se contenter de cette sécurité *morale* : il faut une sécurité physique résultant d'une fermeture étanche ; cette fermeture étanche est encore plus nécessaire lorsque l'on fait le nettoyage sans arrêt des fourneaux, les gaz étant dérivés directement vers les Cowper.

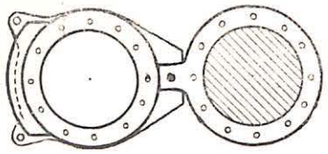
Cette fermeture étanche n'est pas facile à réaliser ; les vannes à glissières ni les papillons ne peuvent jamais être considérées comme hermétiques : ces vannes laissent toujours filtrer une certaine quantité de gaz ; il en est de même des cloches dont le bord prend dans une rigole de poussières, parce que ces poussières sont durcies par places et empêchent la soupape de pénétrer ; il y a cependant moyen de combiner ces fermetures de façon à augmenter leur sécurité,

(1) Les notes qui vont suivre sont les enseignements suggérés par les visites des principales usines de Belgique, du Grand-Duché de Luxembourg et de Lorraine ; nous nous plaisons à exprimer ici tous nos remercîments à MM. les Directeurs et Ingénieurs des établissements visités pour l'aimable accueil reçu auprès d'eux et pour les explications compétentes qu'ils nous ont prodiguées.

comme nous le verrons plus loin ; les seules fermetures sur l'étanchéité desquelles on puisse compter sont les joints hydrauliques, et nous examinerons spécialement les cas de leur application.

Il existe aussi d'autres systèmes qui donnent une sécurité suffisante :

Joints pleins. — Dans une des principales usines belges (Ougrée), il est de règle de ne jamais laisser pénétrer des ouvriers dans une conduite sans que celle-ci ne soit isolée, en amont et en aval, ou parfois, quand la chose est suffisante, à l'un de ces deux points seulement, par deux joints pleins de manière à éviter toute rentrée de gaz extérieur : ces joints pleins consistent en une tôle pleine, serrée par boulons avec interposition d'un joint entre les brides des deux parties désassemblées. Dans les parties nouvelles des tuyauteries, ce système a été rendu plus pratique par l'emploi, aux différents points où l'isolement doit pouvoir se faire, de lunettes *Schmidt*, semblables à celles employées parfois aux appareils Cowper : la lunette comprend un cercle plein, placé à 180° d'un cercle évidé : celui-ci, en temps normal, assure la continuité de la conduite et est serré entre boulons. L'appareil est porté par un siège à deux flasques en acier coulé, représenté schématiquement aux croquis 24 et 25 et intercalé dans la tuyauterie.



Coupe en élévation.

Coupe en plan.

Fig. 24. et 52. — Lunettes pouvant former joint plein pour isoler une partie de tuyauterie.

Pour isoler la partie de tuyauterie, on déboulonne, on fait tourner le disque de 180° de façon à amener la tôle

pleine (fig. 24 et 25), entre les deux bouts de tuyauteries et l'on reboulonne : en quelques minutes l'opération est finie.

Remarquons que ce genre de joint d'isolement présente sur le joint hydraulique l'avantage de résister à une surpression accidentelle supérieure à la hauteur d'eau. Il empêche toute fausse manœuvre ou malveillance pendant le travail, vu le temps nécessaire pour modifier la position du disque.

Dans une autre usine belge (Angleur), nous avons vu un autre dispositif : on ne considère jamais comme étanche une vanne seule : on en dispose toujours deux à la suite l'une de l'autre, soit deux glissières, soit une cloche et une glissière; entre les deux, par une ouverture qu'on laisse

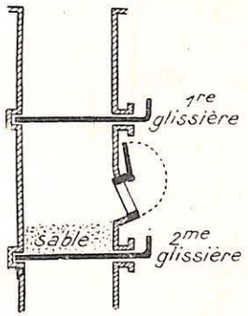


Fig. 26. — Dispositif de double fermeture avec ouverture intermédiaire.

ouverte pendant toute l'opération de nettoyage, on introduit du sable ou de l'eau.

Dans une importante usine du Grand-Duché (ancienne usine d'Esch de la Gelsenkirchener A. G.), le même principe est admis : les ouvriers ne peuvent pénétrer dans les conduites que s'ils sont préservés par deux vannes, entre lesquelles une ouverture ou trou d'homme est maintenue ouverte pendant le nettoyage : de cette façon si un gaz filtre à travers la première fermeture, ce qui n'est possible

que par suite de l'existence d'une certaine *pression*, il trouve à s'échapper à l'atmosphère sans avoir tendance à traverser la seconde vanne, puisqu'il n'a plus de pression. Pour la partie comprise entre les deux vannes, on ne peut

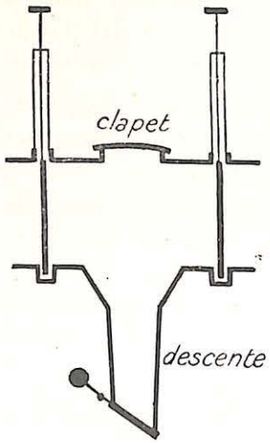


Fig. 27. — Fermeture double
avec dispositif de vidange dans l'intervalle.

obtenir cette sécurité : aussi faut-il réduire cette partie et disposer un moyen de nettoyage mécanique par ringard, comme le montre le schéma ci-contre (fig. 27).

Un autre système, que l'on cherche à généraliser dans une importante usine française, parce qu'il s'adapte mieux aux conditions de l'usine existante, est de réaliser un

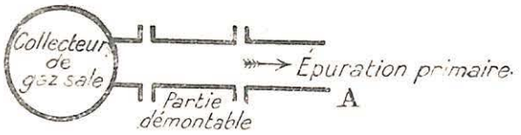


Fig. 28. — Dispositif d'isolement des conduites
par sectionnement avec parties amovibles.

sectionnement des conduites en ménageant, aux endroits où

l'isolement doit pouvoir se faire, des parties courtes démontables : par exemple, entre le collecteur des gaz sales des fourneaux et le branchement qui va à l'épuration primaire, on intercale (fig. 28) un bout de 1 mètre ou $1^{m}50$, boulonné, que l'on enlève pour assurer la sécurité de la visite de la conduite *A*, pendant l'arrêt des fourneaux, tout au moins, car dans une autre hypothèse, il faudrait en plus installer un joint plein au collecteur.

Les **joints hydrauliques**, avons-nous dit plus haut, sont les seuls dispositifs étanches. Ils ne sont pas et ne pourraient pas être d'un emploi général parce qu'ils ne sont pas réalisables partout. Au sortir du gueulard, les gaz ont souvent une température supérieure à 100° : l'eau des joints hydrauliques — supposés à alimentation continue — s'évaporerait : ce ne serait là qu'un inconvénient minime, semble-t-il, si tout le gaz passe à l'épuration primaire, puisque cette évaporation se ferait au détriment de la chaleur du gaz et faciliterait d'autant la fonction des refroidisseurs. Mais le gaz chaud, chargé de poussières, formerait au contact de l'eau une sorte de ciment qui remplirait la rigole du joint. Les joints hydrauliques semblent donc impraticables entre les fourneaux et les refroidisseurs Zschocke ou Bian; il n'en est plus de même au-delà et il y a certains endroits où ils sont particulièrement indiqués. Nous citerons quelques exemples vus dans notre voyage d'étude fait dans les principales usines lorraines et luxembourgeoises.

A la nouvelle usine Adolf-Emile, à Esch, chaque fourneau peut être isolé du voisin par une fermeture représentée schématiquement ci-contre (fig. 29) : en temps normal le gaz passe de *A* en *B* en s'infléchissant sous la tôle de séparation; ponr isoler les deux parties *A* et *B*, il suffit de remplir d'eau la partie inférieure : la hauteur

d'un mètre d'eau assure une fermeture absolument étanche et de toute sécurité. Ces fermetures sont donc intercalées entre le fourneau et le collecteur de gaz sale.

A Dommeldange, une fermeture semblable est utilisée à

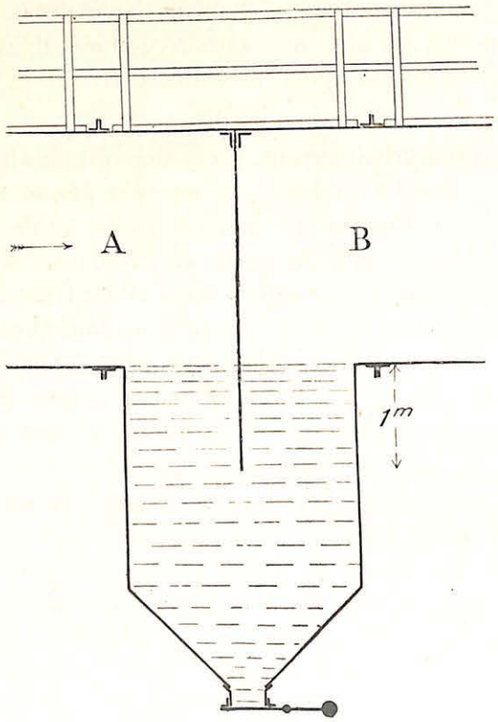


Fig. 29. — Dispositif de fermeture hydraulique entre deux fourneaux voisins (*Gelsenkirchener A. G.*)

l'entrée du gaz dans les moteurs; elle devrait se généraliser dans toutes les usines pour permettre la visite des organes des moteurs en toute sécurité.

A Hayange (usines de Wendel), on utilise un autre mode

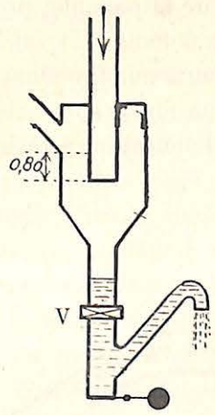


Fig. 30. — Type de fermeture hydraulique (Usines de Wendel à Hayange). — Le schéma représente l'appareil pendant le passage normal des gaz, la vanne V étant ouverte.

de construction, plus facile à réaliser (fig. 30) : le tuyau amenant le gaz aux ventilateurs des Zschocke débouche dans un réservoir cylindrique qui, en temps normal, possède une décharge en siphon : lorsque l'on veut isoler un ventilateur, on ferme la vanne *V* et l'on remplit le bassin de façon à créer un joint hydraulique de 0m80 de hauteur.

Ci-après (fig. 31 et 32) deux autres dispositions de joints de ce genre relevées à l'entrée aux moteurs et aux ventilateurs.

Remarquons la grande hauteur du joint d'eau, 0m80, bien supérieure à la pression normale du gaz : c'est là une condition essentielle de la sécurité de ces dispositifs, car en cas de surpression, il faut que ces joints résistent (1).

Semblables dispositifs sont très faciles à réaliser et doivent être vivement conseillés pour pouvoir visiter en toute sécurité chaque appareil d'épuration ou moteur ; ils sont tout indiqués notamment aux endroits suivants :

1° à l'entrée de chaque moteur;

2° à l'entrée de chaque ventilateur ou Theysen;

(1) Ceci nous amène à signaler que parfois le joint hydraulique ou siphon des appareils épurateurs (Bian, Theisen, refroidisseurs, ventilateurs, etc.) par où se fait la décharge d'eau, n'a pas assez de hauteur, ce qui fait qu'en cas de surpression ces appareils livrent passage à du gaz. Autant que possible il faut que ces joints soient à l'extérieur des bâtiments, de façon à ce que ces afflux accidentels de gaz offrent le minimum de danger. C'est d'ailleurs ce qui se pratique généralement.

3° à l'entrée de chaque chaudière si possible, pour les utiliser lors des visites de carneaux.

4° dans les usines où plusieurs fourneaux fonctionnent, à l'endroit où la tuyauterie venant d'un fourneau se raccorde au collecteur conduisant les gaz à l'épuration primaire ;

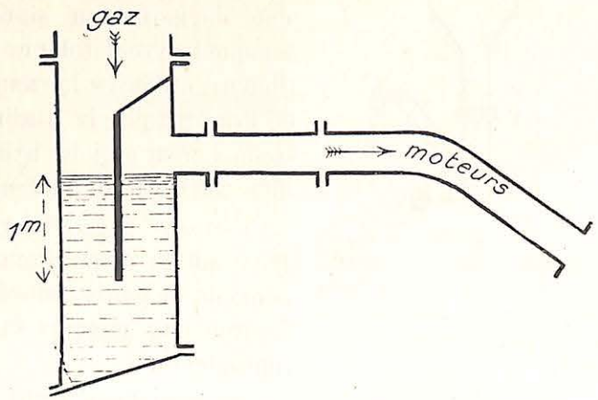


Fig. 31. — Schéma d'une fermeture hydraulique à l'entrée de chaque moteur (Usines de Wendel, à Hayange).

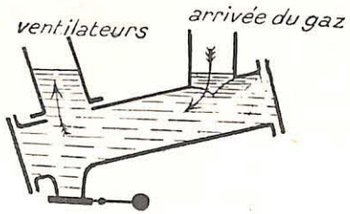


Fig. 32. — Schéma d'une fermeture hydraulique à l'entrée des ventilateurs (Usines de Wendel, à Hayange).

5° de même à l'endroit où le collecteur de gaz sale se branche à l'épuration primaire, de façon à isoler tout le circuit de l'épuration.

Les types de fermeture que nous venons d'énumérer sont plutôt des dispositifs de sécurité, destinés à n'être employés

que pour les visites des canalisations ou appareils au-delà du point d'isolement.

A la vérité, leur manœuvre n'exige guère de temps, puisqu'il suffit d'ouvrir un robinet branché sur une conduite d'eau, pour remplir rapidement l'espace formant joint.

Mais il existe aussi des cloches à joint hydraulique bien combiné. Faisons ici une remarque générale, parfois perdue de vue, sur l'aménagement des cloches : celles-ci devraient toujours être disposées de façon que, lors de la fermeture, le gaz restant dans la tuyauterie — donc, en général, du côté du fourneau — tende à presser la soupape sur son siège et non à la soulever. La disposition des cloches K_1 K_2 (accident n° 13, fig. 19 et 20) est défectueuse à cet égard.

Nous reproduisons ci-contre (figures 33 et 34), un dispositif que nous avons vu dans une usine lorraine (Hayange) et qui était construit par la maison Zschocke de Kaiserslautern ; le joint est à alimentation continue, l'eau arrive par un ajutage tangentiel A (ou parfois par deux ajutages tangentiels) et sort par B. La sortie présente une difficulté, on n'a pas cru pouvoir la prendre directement au niveau supérieur de l'eau, puisque la poussière se dépose au fond de la rigole ; c'est pourquoi on provoque le départ par le fond, avec un branchement en siphon, de manière à maintenir la hauteur d'eau ; ce siphon est interrompu pour que l'on puisse constater en tout temps l'écoulement de l'eau sale ; une vanne spéciale V permet, en mettant les branches du siphon en court-circuit, de créer une chasse d'eau en vidant le joint directement, pour évacuer un dépôt qui se serait formé. L'entrée tangentielle de l'eau crée un déplacement circulaire de la masse d'eau, très favorable à l'entrainement des poussières.

Cet appareil était placé au sortir de l'épuration Zschocke ; à cet endroit le gaz, déjà très propre, ne justifiait pas tant de précautions ; de plus, au sortir des ventila-

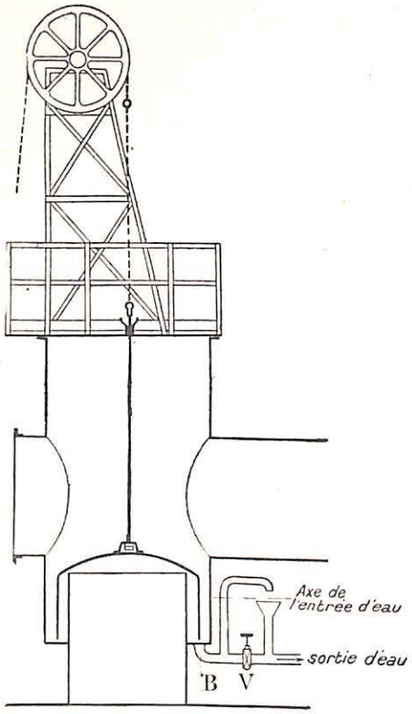


Fig. 33. — Elévation.

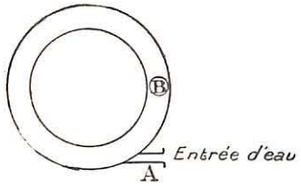


Fig 34. — Vue en plan.
Type de cloche à joint hydraulique construit par la Maison Zschocke (Usines de Wendel à Hayange).

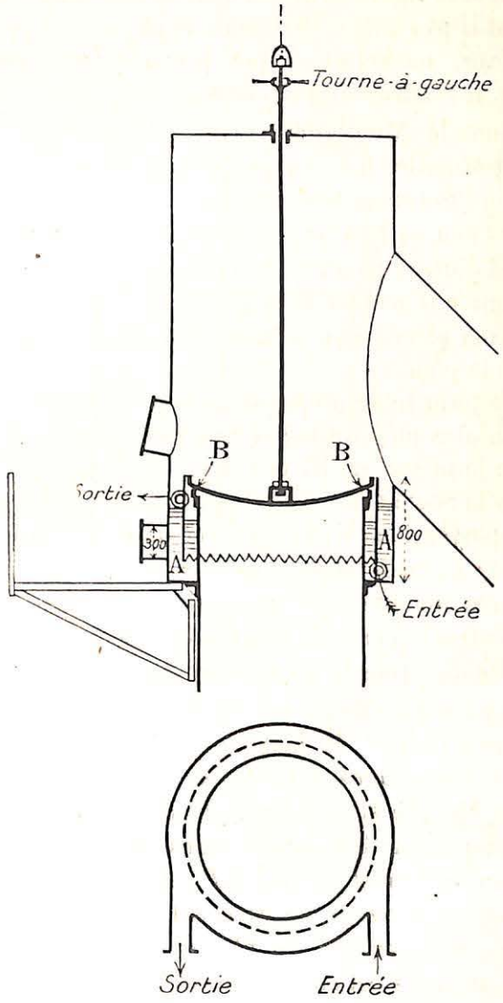


Fig. 34 *bis*. — Cloche à joint hydraulique *A* et à joint métallique rodé *B*.
(Société anonyme de Sambre-et-Moselle.)

teurs, il se condense toujours assez d'eau pour alimenter suffisamment la rigole de la cloche. Aussi ce dispositif ingénieux n'est-il pas utilisé. S'il était applicable à proximité du fourneau, ne serait-ce que pendant les travaux de nettoyage, il rendrait de grands services.

A l'usine de Montignies-sur-Sambre de la Société de Sambre et Moselle, on compte appliquer un système de ce genre au fourneau n° 3 en construction ; seulement la sortie de l'eau se fera par un ajutage tangentiel disposé à 180° de l'ajutage d'entrée, et au niveau supérieur du joint d'eau, comme le montre le schéma (fig 34*bis*). Les deux ajutages sont placés d'un même côté de la soupape, comme le montre le plan.

Outre le joint hydraulique *A*, le type de fermeture comportera en plus un joint métallique rodé en *B* (tout comme le type de joint sec fig. 37 ci-après).

D'après la Société de Sambre et Moselle, cette fermeture peut s'employer dans le gaz sale avec un bon courant d'eau.

En tout cas, les fermetures isolant le fourneau immédiatement près du gueulard ne pourront pas souvent être opérées hydrauliquement, à cause de la température et de la difficulté d'entretenir les appareils en bon état.

Mais il y a moyen de choisir des fermetures bien étudiées de manière à obtenir le maximum d'étanchéité ; à titre d'exemple, voici deux fermetures vues à la Société de Sambre et Moselle et qui offrent de sérieux avantages.

1° Le clapet (fig. 35), ouvert dans la position *A' B'*, se relève pour la fermeture en *A B* ; les deux parties qui viennent en contact sont des parties dressées, la couronne *a* (fig. 36) étant amovible. En plus de cette précaution, la tige de manœuvre est suspendue au câble de commande par l'intermédiaire d'un étrier permettant la rotation du clapet ; on peut donc roder celui-ci sur son siège et éliminer ainsi les poussières agglutinées qui empêcheraient

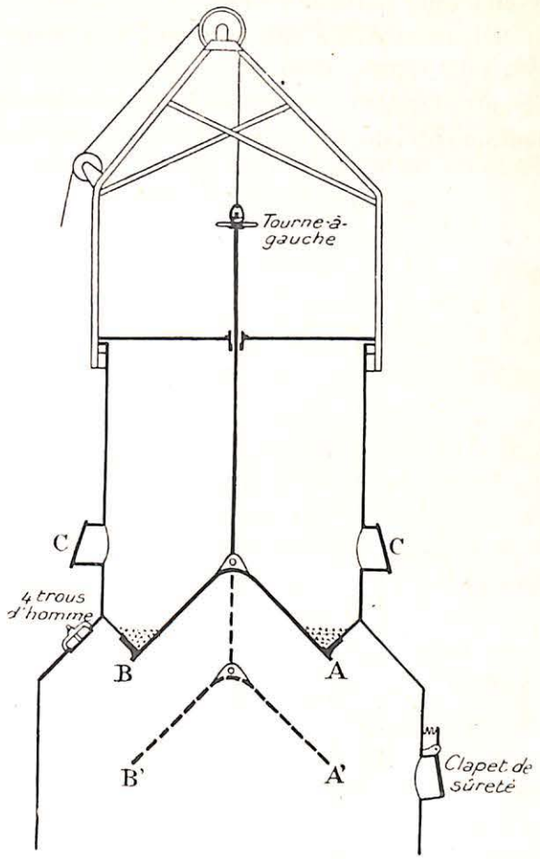


Fig. 35 — Type de fermeture par clapet conique avec parties de contact dressées (Soc. an. de Sambre et Moselle).
CC, orifices pour jeter du sable dans le joint.

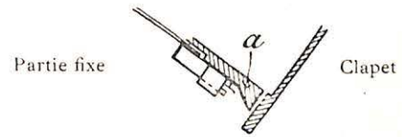


Fig. 36. — Agrandissement du contact du clapet, fig. 35 : la pièce mobile de droite est le bord du clapet ; le contact se prend sur la couronne *a*.

un bon contact des parties en prise, simplement en imprimant au tourne-à-gauche intercalé sur la tige quelques mouvements de rotation dans les deux sens.

2° Une autre fermeture, vue dans la même usine et digne d'une mention spéciale, est celle indiquée schématiquement

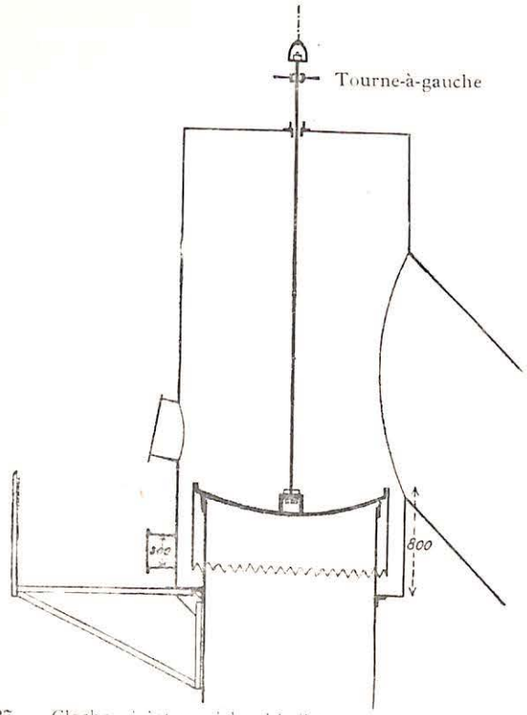


Fig. 37. — Cloche à joint sec, à bord inférieur denté, pouvant préparer son siège par rodage (Soc. an. de Sambre et Moselle).

ci-contre (fig. 37). Le clapet fermant la cloche porte à sa partie inférieure une couronne dentée qui lui permet, au moment de la fermeture, de creuser sa place dans les poussières accumulées dans la rigole ; il suffit pour cela de donner un mouvement de rotation par le tourne-à-gauche inter-

calé sur la tige du clapet ; de plus, à fond de course, le clapet repose sur un cercle dressé, ajusté au bord intérieur de la rigole du joint (voir figure) et on peut le roder sur son siège par un simple mouvement du tourne-à-gauche.

Enfin une ouverture latérale, de 300 m/m, permet d'enlever périodiquement les poussières et éventuellement de jeter du sable pour compléter le joint.

B) Ventilation des conduites avant l'entrée des ouvriers. — Supposons effectuées les diverses opérations qu'exige l'arrêt d'un fourneau et admettons que les parties à visiter soient isolées d'une manière irréprochable, évitant tout afflux de gaz.

Il faut encore assainir la conduite avant d'y laisser pénétrer les ouvriers ; généralement, on se contente d'ouvrir tous les clapets ménagés sur la tuyauterie ; à notre avis, on ne peut absolument pas compter sur l'efficacité de ce système, d'autant plus que le gaz de haut-fourneau est légèrement plus dense que l'air ; un certain assainissement se produira incontestablement, mais d'une façon très irrégulière et n'offrant pas de sécurité.

Il faut absolument créer un courant d'air balayant complètement le gaz contenu dans les canalisations ; mais une précaution essentielle, souvent oubliée — nous en avons vu plusieurs cas en relatant les accidents — est d'avoir soin de refermer tous les clapets intermédiaires qui auraient pu être ouverts pour les manœuvres de l'arrêt du fourneau et de ne laisser ouvert que le premier clapet, immédiatement après la fermeture assurant l'isolement de la tuyauterie, sans quoi le ventilateur aspirera en court-circuit par l'orifice le plus rapproché laissé ouvert et aura peu ou point d'effet sur la partie extrême.

Comment créer ce courant ventilateur ? Assez souvent on laisse tourner les appareils situés à l'extrémité de

l'épuration, ventilateurs ou Theisen commandés par la centrale à gaz, jusqu'à leur arrêt par défaut de gaz ou par amortissement de la force vive. Ce procédé ne paraît pas suffisant.

Il vaudrait incontestablement mieux avoir à l'extrémité de la conduite un ventilateur qui puisse être commandé d'une façon indépendante de la centrale à gaz.

Dans certaines usines, on fait aspirer sur la tuyauterie une des cheminées de l'usine, en laissant la communication avec un Cowper, par exemple.

Une fois la ventilation achevée — et d'après le système employé, elle pourra durer 1/2 heure à 1 heure ou plus — on pourra rouvrir tous les clapets et les laisser ouverts un certain temps avant de laisser pénétrer les ouvriers.

Il serait désirable, avant de laisser pénétrer les ouvriers, d'opérer un contrôle constatant l'absence d'oxyde de carbone ; l'article 19 de l'arrêté royal du 30 mars 1905 le prescrit du reste en son premier alinéa. Ce desideratum n'est pas facile à réaliser, car il faut naturellement une opération simple, facile à exécuter et donnant rapidement des indications.

A ce sujet, un procédé qui nous paraît suffisamment pratique, est celui employé par le Service médical de l'Inspection du Travail de Belgique. Voici comment M. le Dr Glibert, Inspecteur général du Travail, a décrit la méthode au Congrès des maladies professionnelles tenu à Milan en 1906 :

« La méthode employée par le Service médical pour la recherche de l'oxyde de carbone est une variante du procédé de M. John Haldane : elle est basée sur la modification de coloration que subit l'hémoglobine en présence de CO.

» On se sert d'une solution sanguine voisine de 1 % et

variable d'ailleurs avec le sens chromatique de l'observateur. Des expériences sur les différents animaux de laboratoire ont permis de conclure que l'animal de choix est le rat blanc, dont l'hémoglobine normale a une teinte plus brune que l'hémoglobine du cobaye, du lapin et surtout du pigeon (1).

» Pour les expériences qui doivent se faire à l'atelier, on prépare d'avance un certain nombre de fioles de 100 grammes remplies de la solution sanguine (2); sur place on en réserve une pour les comparaisons colorimétriques; on vide successivement les autres à l'endroit précis où l'on veut prélever l'échantillon d'air. On a soin toutefois de laisser dans chacune des fioles 4 à 5 centimètres cubes de solution.

» Après agitation pendant au moins 10 minutes, il suffit de comparer la teinte du liquide en expérience avec la teinte de la solution tenue en réserve : deux éprouvettes de même calibre (3) servent de colorimètre.

» La méthode est très sensible mais elle n'est pas à l'abri de toute critique. En effet, certains gaz, que l'on rencontre assez communément dans l'industrie, agissent pour leur propre compte sur la coloration des solutions sanguines et peuvent, au moins dans les cas où la limite de visibilité est près d'être atteinte, donner lieu à des erreurs d'interprétation, soit en faisant croire à la présence d'oxyde de carbone dans une atmosphère qui n'en contient pas, soit, plus souvent, en dissimulant par la décoloration produite, l'effet de l'oxyde de carbone réellement existant. Parmi les gaz essayés à ce point de vue, les vapeurs nitreuses, les

(1) A défaut de rat blanc, on peut utiliser l'un de ces derniers animaux, surtout pour les essais dans les canalisations à gaz de haut-fourneau.

(2) Celle-ci s'obtient donc en recueillant le sang chaud de l'animal sacrifié, tout en l'agitant vivement pour le défibriner et en diluant ensuite à 100 volumes à l'aide d'eau distillée.

(3) Deux tubes à essai identiques suffisent à cet effet.

dégagements chloreux et sulfureux doivent surtout fixer l'attention.

» Au reste, les inconvénients de la méthode sont compensés par un grand avantage. Il est clair en effet que toute atmosphère capable d'altérer aussi rapidement et d'une manière aussi manifeste l'hémoglobine du sang est une atmosphère nuisible à la santé, quelles que soient les substances qui lui donnent ce caractère.

» De même la question de dosage parait fort secondaire : l'oxyde de carbone est un toxique du sang tellement redoutable qu'il suffit que sa présence soit constatée pour qu'il soit nécessaire de modifier d'urgence les conditions d'aération ou de ventilation. »

Grâce à l'amabilité de M. le Dr Vandermierden, Inspecteur du Travail à l'administration centrale à Bruxelles, nous avons pu, en sa compagnie, essayer la méthode aux usines Cockerill à Seraing, avec la bienveillante autorisation de M. le Directeur général Ad. Greiner (1).

Un premier essai, fait à proximité d'un jet de gaz (prise de gaz d'un manomètre) a donné une réaction très nette, résultat attendu.

Deux essais ont été faits ensuite sur les boues humides des canalisations : on ouvrait la trappe d'un tuyau vertical de vidange, on agitait les boues qui sortaient pendant que l'on déversait lentement le contenu d'une fiole au-dessus de ces boues. Les deux essais ont été négatifs. Les boues humides ne semblent donc pas dégager d'oxyde de carbone dans ces conditions.

Les poussières sèches recueillies dans la seconde bouteille près du fourneau ont de même donné un résultat négatif.

(1) Nous devons ici des remerciments spéciaux, pour leur obligeant concours, à M. Hiertz, Ingénieur en chef du service des hauts-fourneaux, et à son adjoint, M. l'Ingénieur Cousin.

Deux autres essais ont été opérés ensuite sur les poussières déposées dans la première bouteille immédiatement voisine du fourneau. La fiole était vidée lentement au-dessus d'un chenal où s'écoulait le flux de poussières. Les essais ont donné une coloration appréciable. D'après cela, les poussières sèches seraient bien plus capables de retenir physiquement de l'oxyde de carbone que les boues de gaz épuré.

Arrêtons-nous un instant à ces résultats donnés par les boues : ils confirment ce que le simple raisonnement permet déjà de déduire de la composition des gaz de hauts-fourneaux : ceux-ci ne renferment que des produits pratiquement insolubles dans l'eau, à l'exclusion de CO_2 dont la solubilité est appréciable, mais dont le rôle en l'espèce est insignifiant ; les boues ne pourraient donc contenir du gaz que par occlusion physique ou mécanique ; les particules solides qui seraient capables d'absorber du gaz — c'est-à-dire uniquement les poussières de coke — sont entourées et imprégnées d'eau, au point que toute absorption semble difficile dans ces conditions.

La présence de l'eau et les faibles dimensions des particules solides rendent de même peu vraisemblable une occlusion mécanique, retenant du gaz dans les intervalles.

Remarquons que les conditions sont autres pour les poussières sèches et grenues déposées dans les premières bouteilles contre le fourneau et pour lesquelles, par suite de la sécheresse et de la grosseur des grains, peuvent se produire à la fois une absorption physique et un entraînement mécanique.

Quoi qu'il en soit, les poussières et les boues incommodent les ouvriers par leur odeur nauséabonde (1), c'est là

(1) La cause de cette odeur écœurante est, d'après certains, la présence de cyanures ; cette odeur rappelle celle que dégagent, dans nos villes, au moment où on les met à nu, les terrains traversés par des tuyauteries à gaz d'éclairage.

un fait que chaque nettoyage de tuyauteries renouvelle : certains ouvriers se sentant mal doivent quitter le travail, précaution indispensable, car en restant ils courent le risque de tomber la face dans les boues ou poussières et d'être victimes d'une asphyxie comme on le serait par une chute dans un corps liquide ou pulvérulent quelconque; mais les poussières ne paraissent pas pouvoir provoquer, par leur simple présence, d'asphyxie rapide ni d'intoxication par l'oxyde de carbone ; les accidents que certains ont cru pouvoir leur attribuer nous paraissent plutôt dûs à un repassage des gaz par des fermetures non étanches, bien qu'une opinion absolue et catégorique soit à écarter dans l'état actuel des choses.

Les essais faits à la Société Cockerill, qui n'avaient du reste pour but que de fixer les idées, montrent que la méthode exposée plus haut est susceptible de donner des résultats assez pratiques. Tout au moins mérite-t-elle d'être essayée dans les usines métallurgiques ; son emploi n'offre aucune difficulté, d'autant plus que ces établissements possèdent tous un service médical organisé. Le procédé n'exige aucun matériel, aucune analyse et donne des résultats immédiats, puisqu'il suffit d'agiter pendant 10 minutes l'éprouvette essayée.

Il existe de nombreux écrits sur le moyen de décéler l'oxyde de carbone, ce qui prouve la difficulté du problème ; Il faut bien dire que le procédé qui consiste, pour s'assurer de l'inocuité d'une atmosphère, à introduire une cage avec une souris ou un autre petit animal n'est guère pratique et peut donner des mécomptes, car les manifestations rapides et violentes d'intoxication n'apparaissent qu'à des teneurs élevées, supérieures à la limite de salubrité de l'atmosphère.

Le procédé du Docteur Gréhant utilise l'action du CO sur l'hémoglobine ; il consiste à fixer l'oxyde de carbone

par le sang d'un mammifère vivant, à extraire ensuite les gaz d'un volume donné de ce sang et à analyser ces gaz ; ce n'est évidemment qu'un procédé de laboratoire scientifique et non un détecteur industriel. Il en est de même des procédés basés sur la spectroscopie, en usage dans les recherches de médecine légale.

Plusieurs procédés chimiques ont été imaginés, qui tous emploient les propriétés réductrices de CO : de ce chef, ils exigent la suppression préalable des autres gaz réducteurs de l'atmosphère (H_2S, SO_2) ou bien la certitude que ceux-ci manquent, ce qui est à peu près le cas pour le gaz des hauts-fourneaux.

Un de ces procédés fait réagir le gaz à examiner sur l'anhydride iodique : $I_2O_5 + 5\ CO = 5\ CO_2 + I_2$: l'apparition de l'iode mis en liberté, en si petite dose que ce soit, est marquée par la coloration bleue caractéristique de l'empois d'amidon. Cette réaction a même été employée quantitativement en dosant CO_2 (Gautier) ou I_2 (Nicloux).

Le chlorure d'or et le chlorure d'argent sont réduits également par l'oxyde de carbone, l'or donnant un dépôt pourpre, l'argent un dépôt noirâtre.

Le chlorure de palladium donne une réaction plus nette et c'est pourquoi il a été employé par divers expérimentateurs. L'appareil Nowicki, qui emploie cette réaction, semble être un véritable détecteur industriel ; à ce titre nous en donnerons la description, : le dispositif très simple préconisé par M. Romuald Nowicki (1), chef chimiste des charbonnages de Witkowitz (Mährish-Ostrau), consiste en un tube de verre dûment protégé par une armature métallique et muni de deux robinets; on ouvre ces robinets et par l'un d'eux, à l'aide d'une poire en caoutchouc, on rem-

(1) Voir *Oesterreichische Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen*, nº 43 du 28 octobre 1911; la note technique nº 293 du 15 décembre 1911 du Comité central des houillères de France signale cet appareil.

plit l'appareil de l'atmosphère à examiner (1), jusqu'à être certain que l'air remplissant l'appareil ait été expulsé par le second robinet. On ferme alors les deux robinets . le second porte une pince où est fixée la bande de papier humecté de chlorure de palladium : l'oxyde de carbone réagit et noircit la bande d'autant plus rapidement que sa teneur est plus forte. On note donc le temps nécessaire à la réaction.

M. Nowicki donne même une table donnant les teneurs en fonction de la durée de réaction ; nous en extrayons ce qui suit :

% (en volume) de CO	La réaction est visible après :	Le papier est complètement noirci après :
0.01	11 minutes	60 minutes
0.10	1 minute	9 id.
0.25	44 secondes	6 id.
0.75	20 id.	3 id.
1.00	16 id.	2 id.
2.00	15 id.	2 id.

L'appareil, très portatif, peut se mettre en poche : il donne des indications très rapides ; de plus, il est très peu coûteux (2).

Nous avons essayé l'appareil à la Société Cockerill ; des différentes expériences que nous avons effectuées, il résulte que le procédé donne des indications nettes : le papier humecté de chlorure de palladium a une couleur jaune rosé, sur laquelle on voit se former de petites taches grises qui s'étendent bientôt à toute la surface et donnent au papier une teinte grise ou noire suivant la teneur. La température influe beaucoup sur la rapidité de la réaction : c'est ainsi que le même gaz, prélevé d'abord à la prise

(1) Le gaz prélevé de la sorte passe d'abord dans un tube dessiccateur logé dans l'appareil, à l'intérieur du tube principal.

(2) A titre de renseignement, M. Nowicki mentionne que la firme Carl Glatzel de Märish-Ostrau fournit l'appareil en étui, avec réactifs, pour 26.50 couronnes soit fr. 27-85.

d'un manomètre où sa température n'était que de quelques degrés à peine – le thermomètre marquait 4° sous zéro le jour de ces essais — puis à un endroit où il avait 30° environ, a donné dans le premier cas la coloration noire complète en un temps double de celui du second cas.

Il résulte de là que les indications quantitatives citées par M. Nowicki supposent des conditions de température déterminées ; de plus, les temps au bout desquels le papier est complètement noirci sont bien supérieurs à ceux qui résulteraient du tableau donné ci-dessus : c'est ainsi que le gaz, à 30° C., contenant de 20 à 25 % de CO, a demandé 3 à 5 minutes pour noircir la bande de papier (dès la fin de la première minute, la réaction était visible). Cette grande durée provient peut-être de ce que M. Nowicki aurait gradué son appareil avec un mélange gazeux ne contenant que de l'air et du CO pur, tandis que, dans le gaz complexe de haut-fourneau, les autres constituants, CO_2 notamment, pourraient retarder la réaction.

Si l'on voulait donc utiliser quantitativement l'appareil Nowicki, une série d'essais méthodiques seraient nécessaires pour déterminer l'influence des divers facteurs.

Mais ces indications quantitatives sont accessoires, étant donné qu'un endroit contenant de l'oxyde de carbone, en quelque quantité que ce soit, est dangereux : il vaut donc mieux considérer l'appareil comme donnant simplement une indication de danger.

A ce point de vue, les essais opérés ont montré que l'appareil est sensible : la réaction s'est marquée très nette non seulement en plein gaz mais aussi à l'air libre, par exemple à proximité d'une fuite de gaz, près d'un bourrage non étanche, etc...

L'appareil mériterait d'être essayé dans nos usines ; son emploi amènerait sans doute l'un ou l'autre perfectionnement qui adapterait l'appareil aux conditions spéciales dans lesquelles il devrait être utilisé.

C) Organisation du travail. — Après toutes ces précautions, la visite des canalisations se fera dans des conditions satisfaisantes de sécurité; cependant, malgré tout, le travail reste dangereux et exige une surveillance toute spéciale. Une organisation méthodique est nécessaire et la présence d'un agent supérieur, adjoint immédiat de la direction, est désirable pour assurer la coordination du travail et empêcher que de fausses manœuvres aux vannes ne soient commises par l'une ou l'autre équipe.

Il ne faut naturellement pas laisser d'ouvrier isolé dans ce genre de travail ; on peut recommander de munir les ouvriers d'une ceinture de sûreté reliée à une corde tenue par leurs camarades restés à l'extérieur, bien que généralement il soit très difficile d'opérer un sauvetage sans entrer dans la conduite ; un surveillant doit être attaché spécialement à une équipe de 3 ou 4 hommes et, après avoir vérifié personnellement l'absence de danger, se tenir en communication verbale avec les ouvriers entrés dans la conduite ; ceux-ci doivent se relayer à des intervalles très courts. De préférence, il faut choisir les ouvriers connaissant les dangers du gaz et nous trouvons absolument défectueux le système qui consiste à remettre à des entrepreneurs et des ouvriers étrangers le soin de la visite et du nettoyage des tuyauteries. Il faut de même écarter les ouvriers pris d'ivresse et les alcooliques, beaucoup moins résistants à l'action de l'oxyde de carbone.

Il va de soi que toutes les canalisations doivent être surmontées d'une passerelle avec garde-corps, de façon à faciliter les opérations de visite et le sauvetage immédiat; c'est là une précaution primordiale. Les clapets ou trous d'homme doivent être assez rapprochés, de même que les orifices ménagés à la partie inférieure des conduites pour que les ouvriers n'aient pas à accumuler les poussières sur de longues distances avant de pouvoir les évacuer. Une

bonne disposition, vue dans plusieurs usines (fig. 38), place les ouvertures supérieures ou trous d'homme en quinconce avec les *descentes*, une distance de 5 mètres existant entre deux orifices de la même série: on remarquera combien cette disposition facilite le nettoyage de l'extérieur : le nettoyage ne se pratique par l'intérieur que lorsque la plus grande partie des poussières a été poussée vers la décharge par des ringards ou balais. Nous signalerons plus loin comment ce système a été poussé à la limite dans certaines usines.

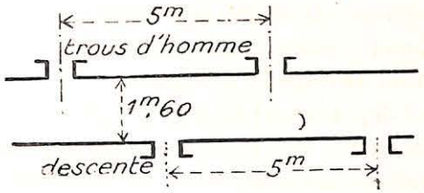


Fig. 38. — Schéma des dispositions en quinconce des trous d'hommes et des descentes ou vidanges.

Les canalisations de gaz devraient toujours être placées de façon à pouvoir facilement recueillir les poussières dans des tuyaux de vidange verticaux, pas trop espacés, sans que des tuyauteries sous-jacentes rendent la chose impossible. Parfois ces tuyaux de vidange sont constitués par les colonnes creuses qui supportent la canalisation aérienne, disposition recommandable. Si deux tuyauteries doivent se placer à peu près dans le même plan vertical, il faut mettre en dessous celle qui véhicule le gaz le plus sale.

Les canaux souterrains, qui étaient la règle autrefois, sont de plus en plus abandonnés; ils avaient peut-être l'avantage d'offrir plus de facilité pour un sauvetage éventuel, tout se passant près du niveau du sol; mais leur étanchéité laisse souvent à désirer et ils offrent d'autres inconvénients, d'entretien et de surveillance difficiles notamment.

Pendant les opérations de la visite des tuyauteries, les appareils de sauvetage doivent être prêts à fonctionner pour porter secours aux ouvriers qui viendraient à être incommodés. En quoi doivent consister ces appareils de sauvetage ? Dans les usines luxembourgeoises et lorraines on a des postes équipés d'appareils respiratoires, constamment tenus en état de fonctionnement. Quelques usines belges sont pourvues d'un outillage semblable, mais souvent réduit à un ou deux appareils.

Il faut naturellement, pour que ces appareils puissent être utiles, qu'une partie du personnel, comprenant des ouvriers de tous les postes, soit exercé à leur usage. Il faut de plus que, lors des visites, ces appareils aient été vérifiés au préalable et déposés tout à proximité de l'endroit où l'on travaille, voire même qu'un ou deux ouvriers se tiennent prêts, l'appareil endossé, de façon qu'ils n'aient plus qu'à mettre le masque ou l'embouchure pour se porter au secours immédiatement.

Mais ces appareils sont assez encombrants pour pénétrer dans les conduites et, à moins que celles-ci ne soient de grande dimension, — par exemple 2 mètres à $2^{m}50$ de diamètre, ainsi qu'on en voit beaucoup dans les grosses usines lorraines — ils sont d'un emploi pénible.

Ils sont précieux, par exemple, — et nous connaissons plusieurs usines où ils ont été employés à cet usage avec succès, — pour effectuer en marche, sans pénétrer dans la conduite, l'une ou l'autre réparation bénigne, telle la réfection d'un joint donnant une fuite de gaz abondante, le lutage d'un clapet non étanche, etc.

Dans certains cas, il sera pratique d'employer les appareils à vent soufflé : le sauveteur, muni d'un casque rudimentaire, reste en communication par un tuyau en caoutchouc avec une pompe installée dans l'air frais et manœuvrée par deux ouvriers. Le sauveteur a souvent plus

de confiance dans ce genre d'appareil, mais l'installation de la pompe et du raccord n'est pas sans présenter des difficultés quand il s'agit de visiter des canalisations aériennes : la pompe foulante doit généralement rester sur le sol et la disposition du raccord flexible amène facilement des obstructions de la conduite à air, malgré la protection du caoutchouc par spirale ou autrement.

Indépendamment des appareils respiratoires, il faut — et ceux-ci sont encore plus indispensables — des appareils à respiration artificielle. Ils sont constitués par une bonbonne d'oxygène comprimé, dont on envoie le contenu (après détente) dans les poumons de la personne victime de l'asphyxie. Dans l'appareil le plus courant, la victime est couchée sur le sol et tandis que l'on provoque le fonctionnement du poumon en écartant et ramenant les bras, un opérateur ouvre et ferme la communication de l'oxygène avec les poumons. Il faut donc que les mouvements des opérateurs soient bien concordants pour faire coïncider l'aspiration par le patient avec l'échappement d'oxygène de l'appareil et c'est en somme un point délicat, surtout dans le désarroi où l'on se trouve après un accident. De plus, les mouvements devraient être plus ou moins lents, proportionnés à la capacité thoracique du patient. C'est à ce double inconvénient que remédie le *Pulmotor*, appareil entièrement automatique dont voici une courte description.

Le *Pulmotor* (1) comprend, outre la bonbonne d'oxygène et le détendeur, un dispositif spécial consistant en un soufflet en cuir B, en forme d'accordéon, dont le mouvement commande l'action des soupapes d'aspiration et d'expiration. Les deux schémas ci-dessous (fig. 39 et 40) extraits d'une brochure de Draeger, font comprendre le fonctionnement.

(1) Fabriqué par la maison Draeger, de Lübeck.

Dans la première position (aspiration), on voit que l'éjecteur S aspire de l'air frais en F ; cet air se mélange à l'oxygène détendu livré par l'injecteur, et est refoulé dans la boîte de distribution L en alimentant, par une faible dérivation le soufflet de gauche, qui se gonfle lentement ; l'air gagne par le flexible d'aller A le masque nasal M placé sur la figure du patient et le poumon P représenté schématiquement : une fois celui-ci rempli, l'excédent d'air vient par le flexible de retour R emplir le soufflet B, qui se

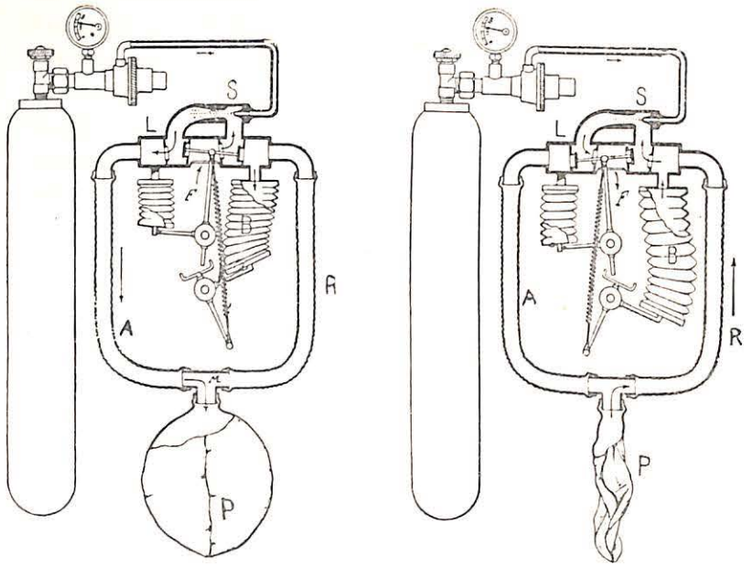


Schéma du Pulmotor.

Fig. 39. — Aspiration. Fig. 40. — Expiration.

gonfle et entraîne dans son mouvement le levier à fourche au point d'en produire l'inversion, comme le montre la deuxième position : le levier a produit la fermeture à gauche de la soupape d'admission et l'ouverture, à droite, de celle d'émission ; on voit que l'éjecteur aspire cette fois

l'air du poumon P et le rejette en F ; le vide produit dégonfle le soufflet B et celui-ci, par son affaissement, produit une nouvelle inversion du levier à fourche mettant les soupapes dans la position d'admission. On voit donc que le mouvement est absolument automatique ; la vitesse est réglée par la capacité des poumons de la victime et sera d'autant plus rapide que cette capacité sera faible.

L'appareil est réglé de façon à réaliser à l'aspiration une pression de 20 centimètres d'eau et à l'expiration une *dépression* de 25 centimètres.

L'appareil du Dr Brat, très bien combiné aussi, envoie au patient de l'oxygène pur ; on règle par une manette les mouvements d'aspiration ou d'expiration, cette manette agit sur les soupapes de l'appareil de façon que l'oxygène soit foulé dans ou aspiré des poumons de la victime. Ces mouvements sont réglés par le sauveteur lui-même.

Dans tous les cas, il faut avoir soin de maintenir la langue de la victime hors de la bouche pour qu'elle ne vienne pas obstruer les canaux de la respiration.

Nous avons dit plus haut que la visite et le nettoyage des tuyauteries devaient être un travail particulièrement organisé ; chaque surveillant doit avoir sa besogne bien clairement indiquée et limitée ; les points à visiter doivent être bien désignés. Il importe donc que l'on sache à l'avance, autant qu'il est possible, l'état des tuyauteries. A ce sujet, nous avons vu, aux usines d'Auboué de la Société anonyme des Hauts-fourneaux et Fonderies de Pont à-Mousson, une organisation qui mérite d'être signalée :

Il existe un plan schématique de l'usine, avec indication des tuyauteries, vannes, etc. Ces tuyauteries sont représentées par des teintes différentes suivant qu'elles véhiculent du gaz sale, du gaz épuré primaire, du gaz épuré secondaire. Dans les usines anciennes, où les tuyauteries s'entre-

croisent en un fouillis parfois inextricable, pourquoi ne réaliserait-on pas cette distinction non pas seulement au schéma, mais dans l'usine, en affectant des teintes de peinture différentes pour les divers circuits? On objectera que le personnel de l'usine, habitué, démêle de suite ces tuyauteries diverses, rien déjà que par les diamètres; en supposant que cela soit vrai pour certains contremaîtres, l'assertion est en tout cas sujette à caution pour les ingénieurs et directeurs qui ont trop d'occupations diverses, et enfin cela ferait gagner du temps à tout le monde (1).

Sur ce schéma, les tronçons sont répérés par des lettres qui renvoient au tableau accompagnant le schéma. Ce tableau donne, pour chaque tronçon, les résultats mensuels des sondages des poussières dans les canalisations : ces sondages se pratiquent d'une manière très simple en laissant descendre une tige métallique dans les orifices placés sur la génératrice supérieure des tuyauteries : on a ainsi la hauteur des poussières; au dessous on indique la dernière date du nettoyage. Le chef de service a ainsi tous les éléments pour apprécier l'opportunité d'un nettoyage partiel ou total.

Nous reproduisons ci-contre, pour fixer les idées, le plan relatif à l'usine d'Auboué (fig. 41), avec les indications du rapport mensuel d'octobre 1911.

(1) Ces lignes étaient déjà écrites lorsqu'a paru dans le *Glückauf* (no 48 du 2 décembre 1911) un article sur l'unification des couleurs des tuyauteries dans les établissements industriels : la question a été jugée d'un intérêt suffisant, en Allemagne, pour constituer une commission dont le rapport vient d'être publié. Elle conclut à réserver une couleur unique, distincte, pour chaque fluide véhiculé dans les tuyauteries d'usine : eau, air comprimé, vapeur, gaz, etc. ; des raies transversales indiquent le degré de compression ou de pureté du fluide. Dans les usines à hauts fourneaux, il suffirait de placer ces signes distinctifs de distance en distance et spécialement aux endroits enchevrétrés, croisements de canalisations, etc.

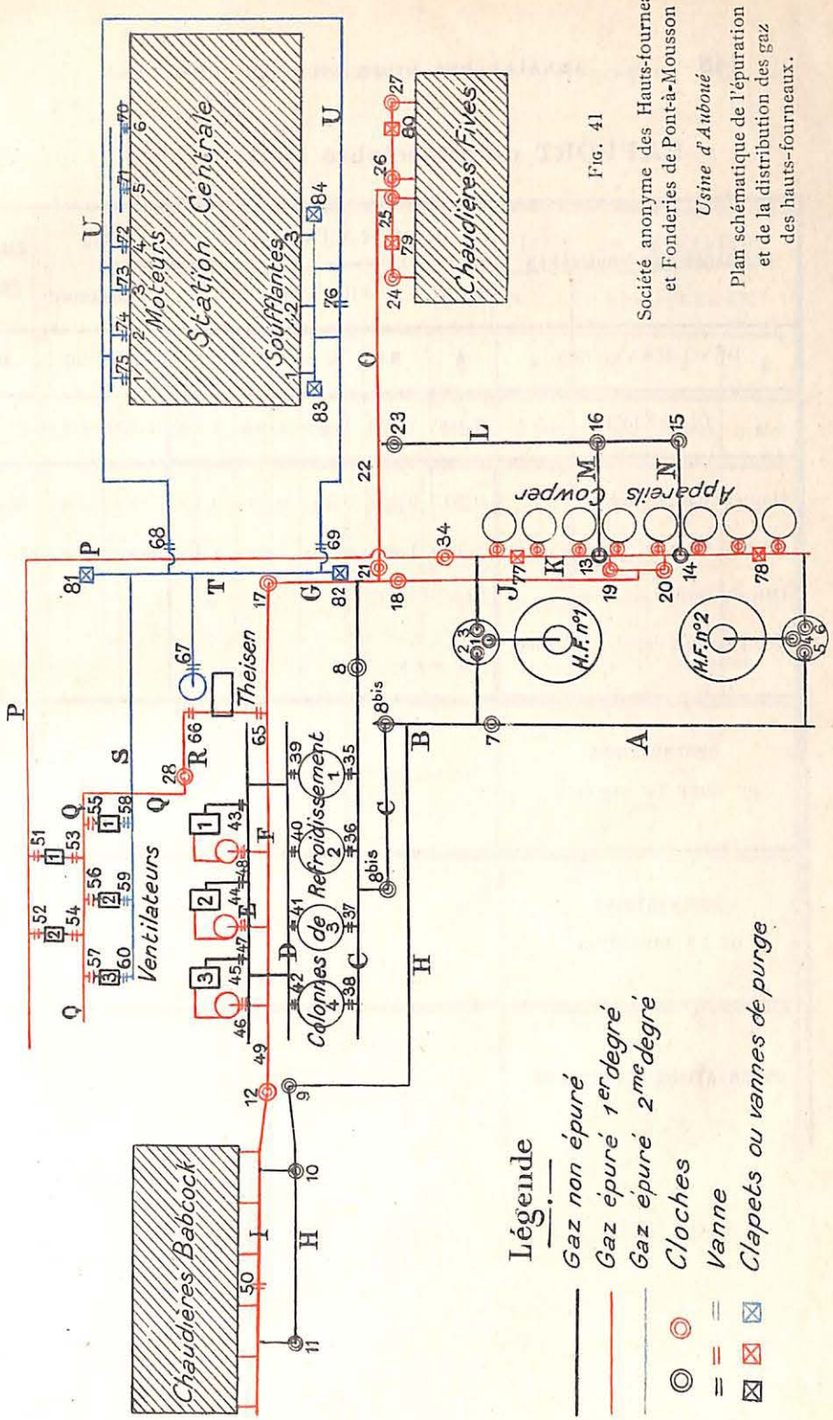


Fig. 41

Société anonyme des Hauts-fourneaux et Fonderies de Pont-à-Mousson

Usine d'Auboué

Plan schématique de l'épuration et de la distribution des gaz des hauts-fourneaux.

RAPPORT du 10 octobre 1911.

SONDAGES DES POUSSIÈRES	ÉPURATION 1er DEGRÉ							CHAUDIÈRES BABCOCK		APPAREILS COWPERS		CHAUDIÈRES FIVES				ÉPURATION 2me DEGRÉ					
	ASPIRATION					Refoulement										ASPIRATION			REFOULEMENT		
DÉNOMINATIONS	A	B	C	D	E	F	G	H		J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
DIAMÈTRES	2.000	2.250	1.800	1.600	1 600	1.600	1.800	1.800 1.200	1.200	1.800	1.500	1 500	1.300	1.300	1.500	1.000	1.000	0.800	0.800	0.800	0.800
Hauteur des poussières . .	0.90	0.75	0.15	0.10	0.45	»	»	»	»	»	0.80	»	»	»	»	0.10	»	»	»	»	»
Hauteur libre	1.10	1.50	1.65	1.50	1.15	»	»	»	»	»	0.70	»	»	»	»	0.90	»	»	»	»	»
Date du dernier nettoyage .	20 août 1911																				
Temps écoulé depuis le dernier nettoyage	50 jours																				
OBSERVATIONS DU CHEF DE SERVICE	Néant (*signé*) MARTEL.																				
OBSERVATIONS DE LA DIRECTION																					
OBSERVATIONS GÉNÉRALES																					

Auboué, le 10 octobre 1911.

D) Nettoyage mécanique des tuyauteries. — La visite et le nettoyage des tuyauteries à gaz constitue toujours, en somme, un travail dangereux ; c'est en même temps une sujétion, car elle nécessite des arrêts des fourneaux qui ne seraient pas peut-être indispensables pour d'autres objets. Aussi la suppression de ces nettoyages a-t-elle été l'objet d'essais divers.

Certaines usines (Angleur, Ougrée, Hayange, usines Legallais, Metz et Cie, à Esch-sur-Alzette, etc.) cherchent à espacer le plus possible les visites en provoquant, dans les tuyauteries, des chasses d'eau sous pression qui enlèvent une bonne partie des pousisères. Le procédé réussit très bien dans les canalisations légèrement inclinées et où le gaz circule humide, parce qu'alors la plus grande partie du dépôt forme des boues que la chasse d'eau véhicule jusqu'à une *descente* ou tuyau vertical de vidange.

Il ne faut pas considérer son efficacité comme absolue, car il se forme parfois dans ces tuyauteries des agglutinations s'accroissant par croûtes successives jusqu'à obstruer la section.

Nous tenons même d'un ingénieur d'une des principales usines lorraines l'échec du procédé généralisé : on s'était dit qu'en faisant passer constamment une certaine hauteur d'eau dans les conduites, l'on éviterait le dépôt des poussières : mais les poussières ne sont pas toujours mouillées par l'eau et une fois qu'une croûte a pu se former au-

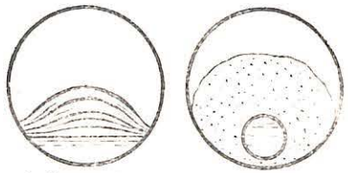


Fig. 42. — Schéma indiquant la possibilité de l'obstruction d'une conduite malgré une circulation d'eau continue.

dessus de la surface du liquide, cette croûte s'augmente par couches successives (fig. 42), formant comme un pont

au-dessus de la partie où circule l'eau et restreignant de plus en plus l'espace réservé aux gaz, comme l'indique le schéma de droite où circule un chenal circulaire d'eau (chenal qui pourrait avoir une autre forme) tout entouré de concrétions. Ce fait prouve que l'action de l'eau n'est efficace que lorsqu'elle agit sous forme de jet pulvérisé ou de pluie entourant les poussières.

A la Donnermarckhütte, on a eu recours à un moyen ingénieux pour enlever les poussières pendant la marche : la conduite est sectionnée en divers tronçons I, II, III, comme l'indique le croquis ; dans chaque tronçon tourne une vis hélicoïde ramenant les poussières aux deux extrémités à des descentes qui les évacuent vers le sol. Le gaz,

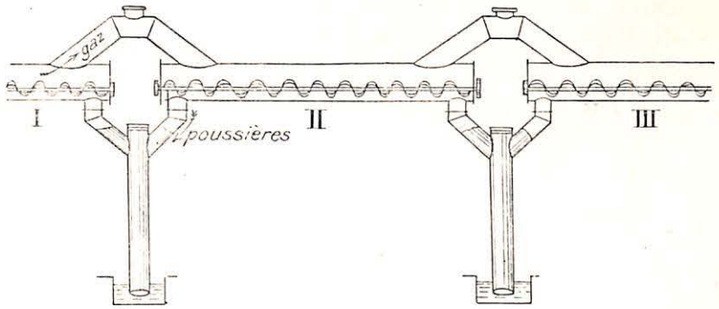


Fig. 43. — Schéma d'un dispositif de nettoyage automatique des conduites essayé à la Donnermarckhütte.

au contraire passe d'un tronçon à l'autre par des parties inclinées avec clapet médian.

Cette solution est naturellement coûteuse ; outre une certaine complication pour la commande des vis hélicoïdes, elle exige de plus grands diamètres de conduite, puisqu'une partie de la section est occupée par l'appareil. Nous avons demandé à la Direction de l'usine de la Donnermarckhütte si la pratique de l'appareil n'avait pas révélé l'un ou l'autre inconvénient. La Société nous a fait savoir que la vis,

installée dans du gaz non épuré, avait été arrêtée par suite de l'insuffisance de la force motrice, prévue trop faible pour la rotation dans les poussières. D'autre part elle est inutilisable dans les boues déposées par les gaz épurés ; quant à l'essayer sur les autres tuyauteries où elle aurait pu s'appliquer, les dépenses auraient été disproportionnées à l'effet à obtenir, ces tuyauteries ayant été prévues précédemment avec un diamètre très fort pour que les nettoyages soient très espacés.

L'essai de la Donnermarckhütte ne permet donc pas de conclusion définitive.

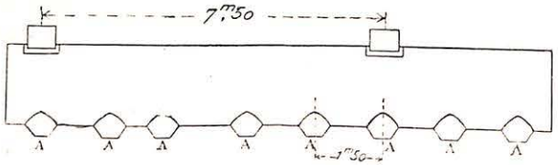


Fig. 44. — Schéma d'une tuyauterie à clapets de vidange rapprochés, pour réaliser le nettoyage automatique de la canalisation. (Usine d'Auboué de la Soc. an. de Pont-à-Mousson).

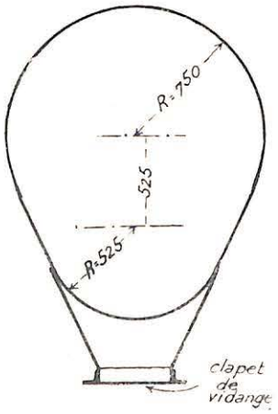


Fig. 45. — Coupe transversale de la tuyauterie représentée schématiquement à la fig. 44.

L'emploi de diamètres largement proportionnés permet évidemment de tolérer un dépôt assez considérable de poussières avant de procéder aux nettoyages, ce qui rend ceux-ci moins fréquents.

D'autres dispositions réalisent à peu près le nettoyage automatique des canalisations : dans un de ces systèmes, on donne à la tuyauterie une section ovoïde (fig. 45), de façon à rassembler vers la génératrice inférieure tout le dépôt de poussières; la conduite porte (fig. 44) une série de clapets de

vidange jointifs ou à peu près, par où l'on vide périodiquement les poussières accumulées dans la conduite. Ces clapets sont disposés en cône (fig. 46), de façon à déverser

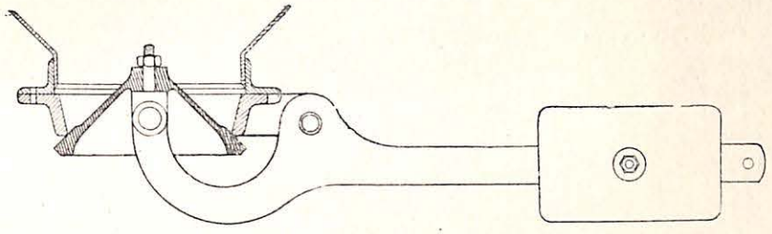


Fig. 46. — Détail des clapets de vidange indiqués schématiquement fig. 44 et 45

les poussières lorsqu'on manœuvre le contrepoids. Nous avons vu ce dispositif adopté dans les parties nouvelles de la canalisation à l'usine d'Auboué de la Société anonyme de Pont-à-Mousson. Il existe ailleurs déjà.

Un autre système consiste à employer des conduites en zig-zag. C'est le cas vu notamment à l'Adolf-Emile Hütte, de la Gelsenkirchener Bergwerks A. G. à Esch-sur-Alzette, pour la partie des canalisations située entre les fourneaux et l'épuration primaire ; la tuyauterie consiste donc en une succession de parties inclinées très fortement de façon à dessiner en quelque sorte une succession de V alignés les uns à la suite des autres ; les pointes supérieures servent de sièges aux clapets d'explosion, les pointes inférieures sont prolongées par des tuyaux verticaux avec vannes de vidange, pour recueillir les poussières qui glissent le long des deux branches inclinées.

Ce dispositif est naturellement coûteux et encombrant ; la question du coût peut être rapidement contrebalancée par l'économie sur les nettoyages. La place, dans nos centres industriels anciens, fait toujours défaut, mais dans les nouvelles usines l'emploi méthodique des tuyauteries

en zig-zag entre le fourneau et le collecteur d'épuration primaire semble un perfectionnement tout indiqué pour supprimer les nettoyages de ces conduites qui sont la principale source de danger parce qu'ils sont les plus fréquents.

BRUXELLES, janvier 1912.

TABLE DES MATIÈRES

AVANT-PROPOS — But et division du travail. — Ses conclusions générales 65

I. INTRODUCTION. — Classification des accidents étudiés . . . 72

II. ASPHYXIES EN PLEIN AIR 75

III. Remarques relatives à ces accidents 83

IV. ASPHYXIES DANS DES GALERIES OUVERTES 85

V. Remarques relatives à ces accidents 88

VI. ASPHYXIES AUX MASSIFS DE CHAUDIÈRES ALIMENTÉES PAR DES GAZ DE HAUTS-FOURNEAUX 89

VII. Remarques relatives à ces accidents 94

VIII. DIVERS 95

IX. Remarques relatives à ces accidents 101

X. ASPHYXIES DANS LES CANALISATIONS 101

XI. ETUDE DES ACCIDENTS SURVENUS PENDANT LA VISITE DES TUYAUTERIES :

GÉNÉRALITÉS : marche générale de l'épuration, diverses parties de la tuyauterie, fréquence des nettoyages . . . 114

A. ISOLEMENT DES TUYAUTERIES. 117

Dispositifs divers :

Joints pleins 118

Fermetures doubles. 119

Sectionnement des tuyauteries 120

Joints hydrauliques, exemples divers 121

Fermetures bien étudiées au cas où le joint hydraulique n'est pas possible. 128

B. VENTILATION DES CONDUITES AVANT L'ENTRÉE DES OUVRIERS . 131

Moyens de contrôler l'absence d'oxyde de carbone . . 132

Procédé de l'Inspection médicale du travail de Belgique. 132

Essais faits à la Société Cockerill 134

Procédé Nowicki 137

C. Organisation du travail :

Surveillance 140
Disposition des tuyauteries 140
Appareils de sauvetage 142
Appareils de respiration artificielle. Le *Pulmotor* . . 143
Plan schématique des tuyauteries d'une usine . . . 147

D. Essais de nettoyage mécanique des tuyauteries :

Emploi de chasses d'eau sous pression 150
Vis hélicoïde de vidange de la Donnermarckhütte . . 151
Tuyauteries à clapets de vidange jointifs 152
Tuyauteries en zig-zag 153

RAPPORTS ADMINISTRATIFS

EXTRAIT D'UN RAPPORT

DE

M. O. LEDOUBLE

Ingénieur en chef, Directeur du 4me arrondissement des Mines, à Charleroi

SUR LES TRAVAUX DU 1er SEMESTRE 1911

Charbonnage de Bayemont ; Puits Saint-Charles :

Rehaussement du châssis à molettes.

Dans le courant du semestre, la Société anonyme des Charbonnages de Bayemont a fait exécuter au puits Saint-Charles de sa concession de Bayemont, un travail intéressant de rehaussement du châssis à molettes, tout en continuant l'extraction du puits.

Le peu d'emplacement dont on disposait, ne permettait pas le remplacement du châssis sans arrêter l'extraction. M. l'Ingénieur **Dessalles** me fournit au sujet de ce travail, les renseignements suivants, complétés par les deux feuilles de croquis que je joins au présent rapport.

« A la suite de la loi sur la limitation du travail dans les mines, et pour maintenir son extraction, la Direction du Charbonnage de Bayemont décida de substituer aux cages à 6 étages du puits Saint-Charles, des cages à 9 étages et d'établir à la surface, un troisième niveau de recette ; mais la hauteur du châssis à molettes était trop faible pour réaliser, sans inconvénient, ce remplacement et observer, en même temps, les prescriptions de l'arrêté royal du 10 décembre 1910 relatives aux taquets de sûreté et aux guides rapprochés. En outre, la Direction se proposait d'augmenter le diamètre des molettes, dans le but d'améliorer la conservation des câbles.

» Ces projets nécessitaient une transformation du chevalement ; la Direction eût l'idée de surhausser le châssis existant ; elle examina les fers qui le constituaient, ils étaient bien conservés et de dimensions suffisantes pour résister aux nouveaux efforts ; de plus, la construction se prêtait à la modification.

» D'une façon générale, il s'agissait de prolonger, vers le dessus, les montants ; de construire un nouveau plan de poussards, ayant même base que l'ancien, aboutissant à la partie supérieure des

montants prolongés et s'appuyant sur les anciens poussards par un système triangulé.

» La Société anonyme des Ateliers de Construction et Chaudronneries de et à Viesville, fit l'étude du projet et se chargea de l'exécution ; elle s'est basée sur un effort de 120,000 kilogrammes.

La hauteur de l'ancien châssis était de 19m680 jusque l'axe des molettes (voir plan d'ensemble ci-après) ; le plan des montants était constitué comme suit :

Ecartement des montants	à la base : 6m960 au sommet : 3m920
Montant : caissons (voir fig. 1 et 2)	2 âmes : 590m/m × 8m/m 2 semelles : 350m/m × 8m/m 4 cornières : 70 × 70 × 8m/m

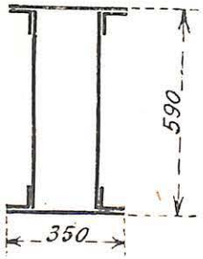


Fig. 1

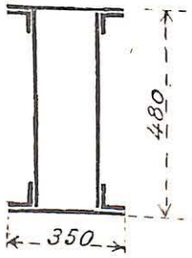


Fig. 2

il comprenait 3 panneaux dont les entretoises et les diagonales étaient des I ; le plan des poussards avait les mêmes écartements à la base et au sommet ; les poussards sont des caissons :

2 âmes : 480m/m × 8m/m ;
2 semelles : 350m/m × 8m/m ;
4 cornières : 70m/m × 70m/m × 8m/m.

les poussards sont entretoisés entre eux au moyen de I, de même que les poussards avec les montants.

» La hauteur du châssis actuel jusque l'axe des molettes est de 24m330 ; le surhaussement est donc de 4m650 ; le plan des montants a été surhaussé de 4m630, au moyen de deux poutres en caisson composées de :

2 âmes de 625m/m × 8m/m ;
4 cornières de 70m/m × 70m/m × 8m/m,

et placées dans le prolongement des anciennes poutres ; pour assurer la liaison entre les montants et leurs prolongements, on s'est servi d'un caison *F'* formé des mêmes éléments que celui des prolongements ; ce caisson, couvre-joint, étant relié aux parties anciennes et nouvelles des montants par des semelles de 700 × 10m/m (fig. 3 et 4)

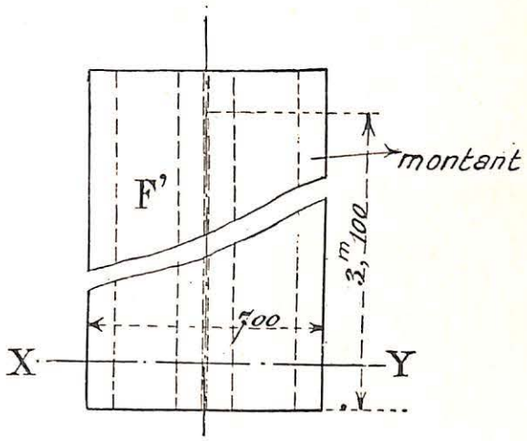


Fig. 3

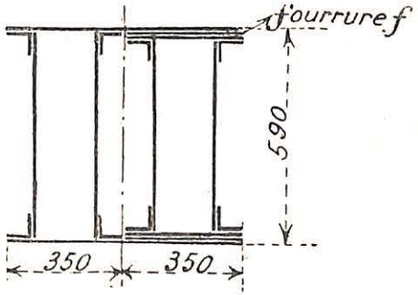


Fig. 4. — Coupe par *XY*

la section des anciens montants n'ayant pas la même hauteur que les nouveaux caissons, des fourrures *f* ont dû être employées ; à 2m508 du sommet de ce plan les montants sont reliés par un caisson *F* (fig. 5) ; pour consolidercette partie de la construction, à la base

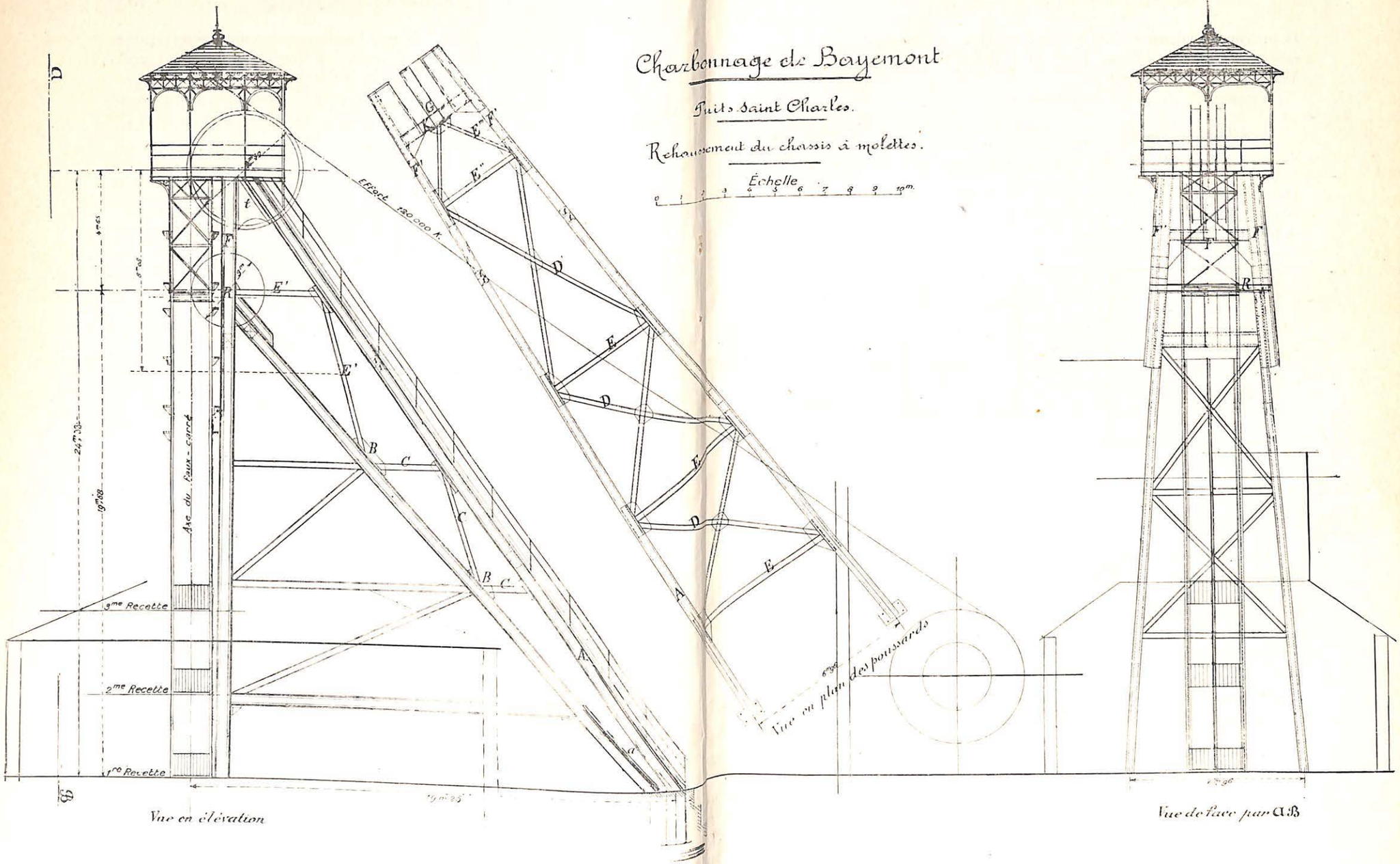
Charbonnage de Bayemont

Puits Saint Charles.

Rehaussement du chassis à molettes.

Échelle

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10m.



du surhaussement, on a réuni les deux montants par une poutre en caisson *R*, composée de deux] de 300 × 100 × 10$^{m/m}$, réunis par une semelle de 848 × 8$^{m/m}$.

» Le nouveau plan des poussards comprend :

2 caissons analogues aux anciens
- 2 âmes : 480 × 8$^{m/m}$;
- 2 semelles : 350 × 8$^{m/m}$;
- 4 cornières : 70 × 70 × 8$^{m/m}$;

4 panneaux avec entretoises en][et diagonales en [et à 2^{m}250 du sommet; un caisson *K* (fig. 6) ; il est réuni à l'ancien par des poutres en treillis.

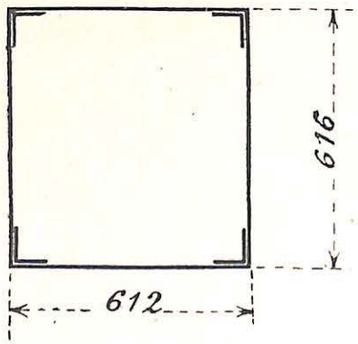


Fig. 5

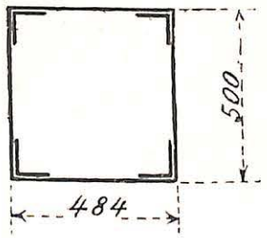


Fig. 6

» Les molettes en fonte de 3 mètres de diamètre ont été remplacées par des molettes en acier de 4^{m}500.

» Tels sont les principaux éléments de la construction.

» Le montage commencé le 1er mars et fini le 13 mars, a été fait sans interrompre l'extraction ; on a profité d'un jour de chômage pour placer le câble sur les nouvelles molettes ; les divers travaux qu'il comporte ont été exécutés dans l'ordre suivant (voir plan) :

» Placement des tôles d'assemblage *a* pour réunir le pied des anciens poussards aux poussards nouveaux *A*.

» Montage des deux parties de poussards jusqu'en *1/1*.

» Placement des goussets *B* sur les anciens poussards, goussets devant recevoir les contreventements *C*.

» Liaison des deux tronçons des nouveaux poussards par les traverses *E* et les croisillons *D*.

» Démontage d'une partie du plancher du châssis à molettes ancien pour y placer les parties des montants.

» Placement des plaques, des âmes et des couvre-joints pour former les caissons des nouveaux montants.

» Liaison des deux prolongements des montants par un caisson *F* en tôle et cornières.

» Placement des tôles d'angles *t* destinées à la liaison des montants aux poussards.

» Mise en place des deux derniers tronçons des poussards.

» Placement des contreventements *E'*, traverses *E''*, le caisson *l* réunissant les poussards, les contreventements *E'''* et le croisillon *D'*.

» Placement du caisson *G* devant servir d'assise à deux paliers de molettes.

» Placement de l'escalier donnant accès au plancher des molettes et au serrage.

» Montage du plancher des molettes et des garde-corps.

» Montage du belvédère et des poutrelles formant tréteau pour la manœuvre des molettes nouvelles, placement des poutrelles et paliers pour les poulies de secours.

» Surhaussement de l'avant carré.

» Montage des nouvelles molettes de 4^{m}50 de diamètre.

» Démontage des anciennes molettes de 3 mètres de diamètre, du serrage et des taquets de sûreté.

» Placement du caisson de liaison *R* des deux montants au niveau des anciennes molettes.

» Remontage du serrage et taquets de sûreté.

» Placement des cages nouvelles à 9 chariots. Déplacement des câbles et leur replacement sur les nouvelles molettes ».

EXTRAIT D'UN RAPPORT

DE

M. G. BOCHKOLTZ

Ingénieur en chef, Directeur du 6me arrondissement des Mines, à Namur

SUR LES TRAVAUX DU 1er SEMESTRE 1911.

Charbonnage de Floriffoux : Pont en béton armé.

Un ouvrage en béton armé, sur lequel M. l'Ingénieur **Jadoul** me donne les renseignements suivants, réunit le siège à la gare de Floreffe et au quai de chargement à la Sambre. Il comprend trois parties principales (voir les reproductions photographiques ci-contre) :

» 1° Un pont supérieur de 330 mètres de longueur, établi à 15 mètres de hauteur, calculé pour deux rangées parallèles de wagonnets de 1,000 kilogrammes chacun ;

» 2° Un pont inférieur de 180 mètres de longueur servant de route et calculé pour le passage de chariots de 20,000 kilogrammes;

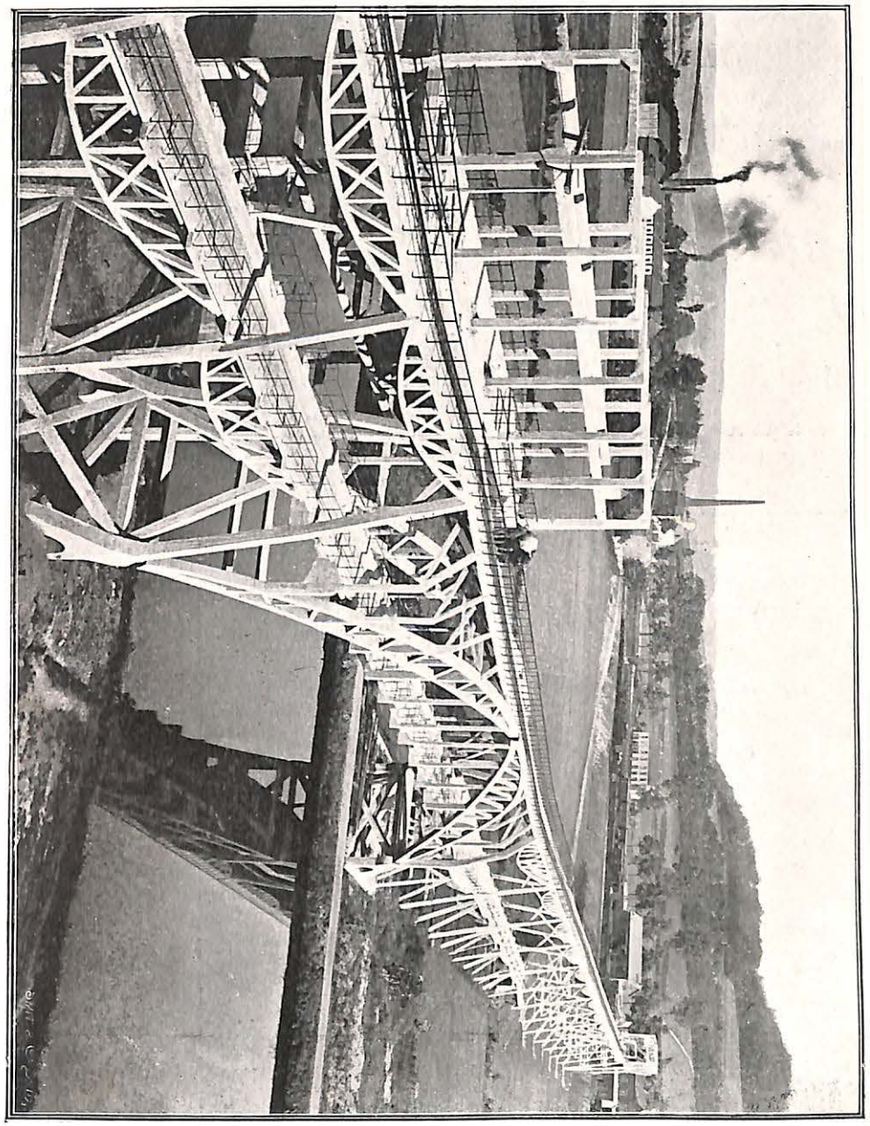
» 3° Un tunnel de 160 mètres en prolongement du tablier supérieur.

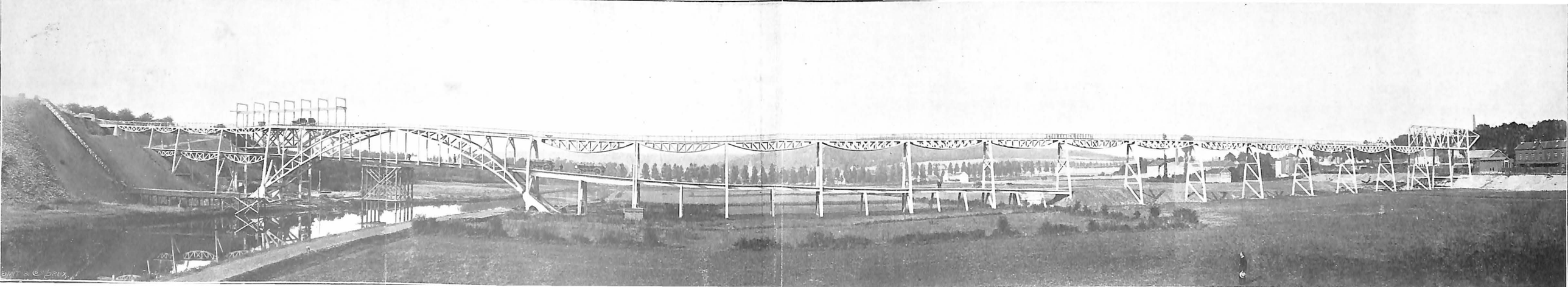
» Les deux tabliers superposés à 6 mètres l'un de l'autre sont supportés au-dessus de la Sambre par une arche de 53 mètres de portée formée de deux arcs à articulation en acier à la clef et aux naissances.

» Sous charge statique de 220 tonnes, les arcs ont subi une flèche élastique de 14 millimètres. Sous charge statique de 110 tonnes augmentée d'une charge roulante de 16 tonnes, cette flèche n'a été que de 8m/m 1/2, alors que le cahier des charges de la construction admettait 53 millimètres.

» Les travées du pont supérieur ont l'aspect de charpentes métalliques. Elles ont des longueurs de 12, 15 et 18 mètres, furent construites sur le sol et montées en place à l'aide de chèvres et de cabestan.

» Les arcs de l'arche se dilatent librement. Certains jours de grande chaleur on a constaté un relèvement de 14 millimètres à la clef. Pour permettre la dilatation longitudinale, le pont a été divisé en deux parties laissant entre elles un intervalle de 100 millimètres





au moment de la construction et qui a varié depuis de 75 à 110 millimètres. On prévoit que sous l'effet de la température, la variation de la clef de l'arche pourra atteindre 40 millimètres et la dilatation longitudinale du pont 150 millimètres.

» Ce travail, exécuté par M. Tournay, ingénieur à Floreffe, a été commencé le 1er septembre 1910 et terminé le 1er juillet 1911 ».

Charbonnage de Malonne : Sondage.

Le sondage entrepris à proximité de la galerie de la Gueule du Loup a atteint à la profondeur de 280m30 une couche charbonneuse de 0m74 que la Direction croit être la veine Sablon. Les carottes qui en proviennent sont constituées d'un mélange de charbon friable, de schiste en menus morceaux et de grains de charbon.

Le sondage n'a traversé que du terrain houiller. Il a rencontré aux profondeurs de 30m20, 50m40 et 95m45 des traces de veine. De cette dernière profondeur jusqu'à 105 mètres, les bancs étaient inclinés d'environ 20 degrés. De 105 à 108 mètres, le trépan a traversé une espèce de crochon, puis de 108 à 193 mètres des terrains en dressant. A 193 mètres et à 271m90, on a rencontré de nouvelles traces de veine gisant en plateure, dont l'inclinaison peut être estimée à 22 degrés, d'après la carotte provenant de la cote — 278.50.

EXTRAIT D'UN RAPPORT

DE

M. V. LECHAT

Ingénieur en chef Directeur du 7me arrondissement des mines, à Liége

SUR LES TRAVAUX DU 1er SEMESTRE 1911

Charbonnages des Kessales. — Transport mécanique.

La Société anonyme des Charbonnages des Kessales vient de relier ses sièges Kessales et Bon Buveur par un nouveau transport mécanique que M. l'Ingénieur **Massin** me décrit en ces termes :

« Le transport mécanique qui relie les sièges Kessales et Bon Buveur a été mis en service ; la distance séparant ces sièges est de 525 mètres ; la différence de niveau entre les orifices des deux puits est de 8 mètres. La ligne est formée d'une première partie de niveau sur estacade de 55 mètres de longueur dans la paire des Kessales, d'une deuxième partie de 285 mètres de longueur montant à 4 % sur le terril des Kessales, d'une troisième partie de niveau sur estacade de 145 mètres de longueur comprenant deux alignements droits faisant entre eux un angle de 117°, et d'une quatrième partie de niveau de 40 mètres de longueur sur le terre-plein de la recette du puits Bon-Buveur.

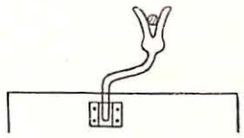
» Ce trainage a été construit pour le transport de schistes et de charbon d'un siège à l'autre ; les schistes des Kessales sont transportés à Bon-Buveur, déversés dans les trémies du transport aérien et de là conduits au terril ; certains charbons de Bon-Buveur sont amenés au lavoir des Kessales.

» Le rendement horaire est de 55 wagonnets de 5 hectolitres ; la vitesse de marche est de 0m60 par seconde ; les wagonnets se suivent à intervalle de 65 secondes, correspondant à une distance de 39 mètres.

» L'installation exécutée par la maison Ad. Bleichert et Cie, de Leipzig-Gohlis, est commandée par un moteur électrique triphasé de

20 H. P. sous 220 volts ; la puissance nécessaire est de 10 H. P. seulement ponr le débit prévu. La traction se fait par câble flottant que le moteur entraîne par courroie et engrenage conique. Le câble tracteur est tendu au moyen d'un poids fixé à une poulie montée sur un charriot et pouvant se mouvoir suivant les variations de charge de la ligne.

» A la courbe raccordant les alignements droits qui font entre eux l'angle de 117°, le passage du câble tracteur se fait sur huit rouleaux cylindriques de 0m500 de diamètre et disposés suivant un arc de cercle. Les wagonnets sont entrainés par des fourches mobiles autour d'un axe excentré tournant dans un œillet fixé à la caisse de la berlaine. Sous l'effet de la traction, la fourche prend une position oblique par rapport à l'axe de la berlaine et le coïncement du câble suffit à l'entraînement.



» Les wagonnets sont accrochés et décrochés automatiquement ; aux stations de commande et de retour se trouvent un appareil d'accrochage et un appareil de décrochage automatique.

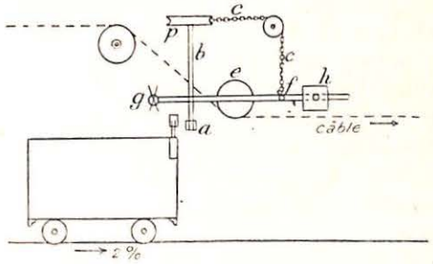


Fig. 1. — Vue en élévation.

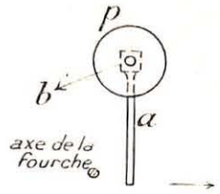


Fig. 2. — Vue en plan du levier *a*.

» Pour s'accrocher, la fourche du wagonnet, qui dévalle sur une pente de 2 %, vient buter par son axe vertical monté dans l'œillet de la caisse contre le levier *a* (fig. 2) ; celui-ci entraîné fait tourner l'axe *b* sur lequel il est calé (fig. 1 et 2) et qui porte la poulie *p* sur laquelle s'enroule une chaînette *c*. La poulie *e* sur laquelle passe

le câble de traction est montée sur une fourche f pouvant osciller le autour d'un axe fixe g ; sur la fourche est placé un contrepoids réglable h ; la chaînette c est attachée à la fourche ; l'entraînement de la chaînette par le mouvement du levier a a donc pour effet de soulever la poulie e et aussi le câble ; la fourche peut alors passer sous cette poulie et va se placer sous le câble ; elle est pour cela guidée par deux guides appropriés qui la maintiennent dans la position voulue. Au moment où la tige de la fourche quitte le

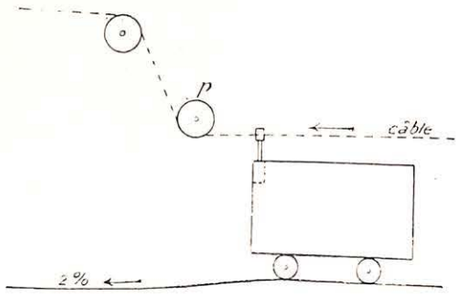


Fig. 3.

levier a, le contrepoids h fait retomber la poulie e et applique le câble dans la fourche ; celle-ci quittant alors les guides peut se placer dans une position oblique sous l'effet d'entraînement du câble et coïncer celui-ci.

» Pour le décrochage, une poulie p placée un peu plus haut que la fourche du wagonnet tire le câble vers le haut et le dégage de la fourche au moment où le wagonnet va s'engager sur une pente à 2 % (fig. 3). »

Machine d'extraction électrique.

La même Société a installé récemment à son siège Bon-Buveur une machine d'extraction électrique prévue pour extraire 60 berlaines à l'heure, d'une profondeur de 330 mètres ; les câbles, qui sont en acier, s'enroulent sur deux tambours cylindriques de 2m60 de diamètre où ils se placent en spires jointives. La machine est munie de deux freins, l'un servant à la manœuvre ordinaire, l'autre constituant un appareil de secours. M. l'Ingénieur **Massin** me donne de ces freins, la description suivante :

PREMIER FREIN (frein ordinaire de manœuvre).

» Il est représenté aux figures 1 et 2 ci-après.

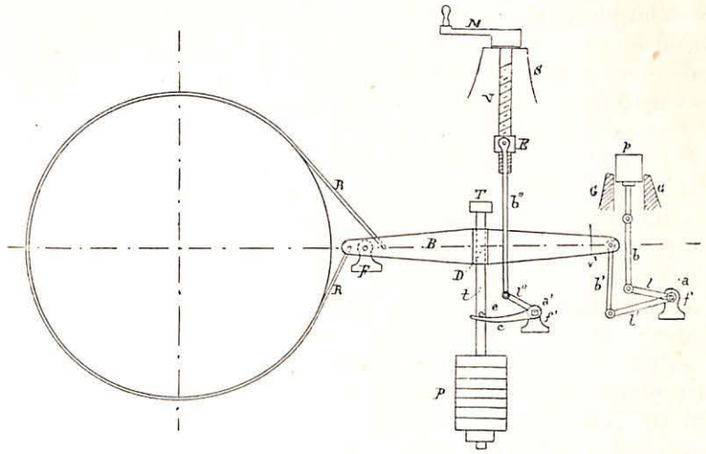


Fig. 1. — Vue en élévation.

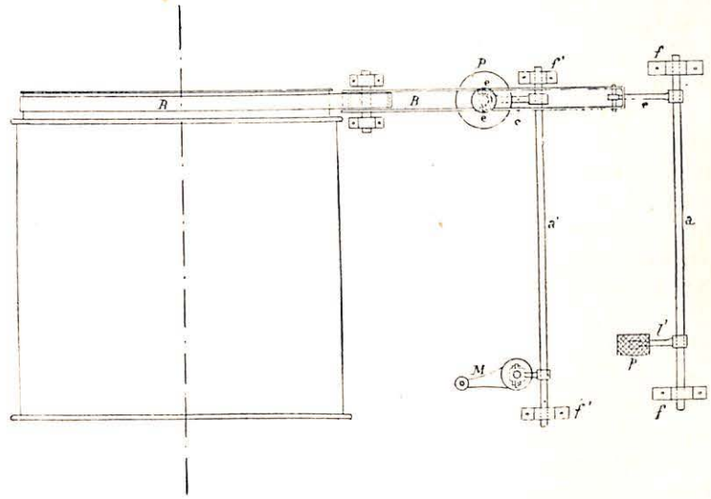


Fig. 2. — Vue en plan.

» L'action de freinage s'exerce par une bande d'acier R embrassant une poulie accolée à l'un des tambours de la machine d'extraction ; le serrage de la bande est produit par un balancier B qui pivote autour d'un axe fixe F. Le balancier présente vers le milieu de sa longueur, une douille D dans laquelle peut coulisser librement une tige t portant un contrepoids P ; la tige t présente une tête T qui permet de suspendre éventuellement le contrepoids du balancier en vue de freiner. Le contrepoids est normalement maintenu relevé par un levier c qui soutient la tige t par un ergot e ; le levier c est calé sur un axe a', tournant dans les supports f', et se meut sous l'action d'une manivelle l'', calée sur le même axe a' et qui est entraînée par une bielle b'' reliée à un écrou E qui se déplace le long d'une vis V tournant librement dans le support S sous l'action d'une manivelle M.

» Cela étant, le serrage du frein peut être produit de deux façons :

» Dans la première, qui est le mode ordinaire de freinage pour les manœuvres, le machiniste appuie du pied sur la pédale p (v. fig. 1) qui par l'intermédiaire de la bielle b et de la manivelle l fait tourner l'axe a sur lequel est calé une seconde manivelle l' qui entraine ainsi la bielle b' reliée à l'extrémité du balancier B. Celui-ci pivote dans le sens de la flèche 1 et provoque le serrage du frein. Un contrepoids (non figuré aux croquis) fait équilibre aux divers organes mus par la pédale p et produit le desserrage du frein quand le machiniste cesse d'appuyer sur la pédale.

» Dans ce mode, c'est donc la pesée exercée sur la pédale par le machiniste qui provoque le serrage : on dispose d'ailleurs d'un bras de levier considérable pour multiplier l'effort à la jante.

» Dans la seconde façon de freiner, qui ne s'emploie que lorsqu'il faut maintenir le frein fermé pendant un certain temps, on fait tourner la manivelle M de façon à descendre le contrepoids P qui vient alors se suspendre au balancier B et produire ainsi le serrage.

Deuxième frein (frein de secours et de sécurité) (fig. 3, 4 et 5).

» Le frein proprement dit est identique au précédent et est placé sur le second tambour de la machine d'extraction. Mais ici le contrepoids P est directement suspendu au balancier B et tend toujours à produire le serrage qui, ici, ne peut être réalisé que par ce contrepoids.

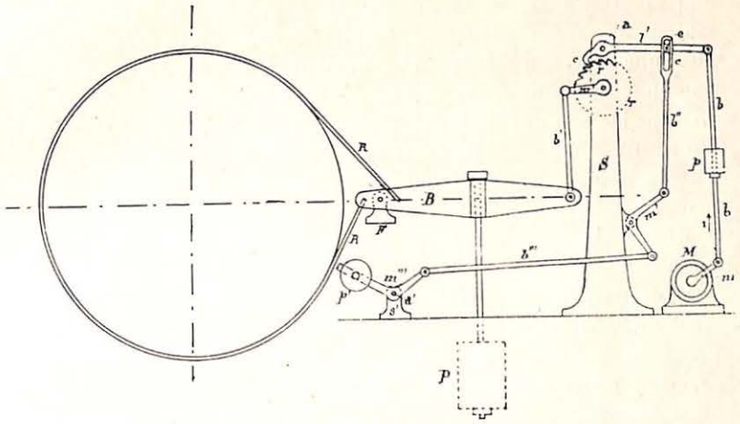


Fig. 3. — Vue en élévation.

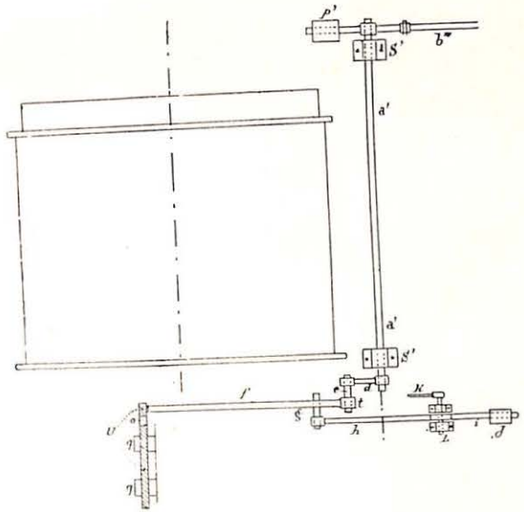


Fig. 4. — Vue en plan des appareils de commande du frein.

» Comme le frein est de secours et doit rester ouvert pendant le service normal, un dispositif spécial maintient le balancier relevé malgré l'action du contrepoids P. Ce dispositif (fig. 3) comprend une bielle b' reliée d'une part à l'extrémité du balancier et d'autre part à

une manivelle m'' calée sur l'axe d'une roue à rochets r qui est maintenue par un cliquet c, pivotant autour d'un axe a, supporté ainsi que la roue à rochets par le support S. Le cliquet se prolonge par un levier l qui est relié à une bielle b sur laquelle est fixé un contrepoids p et qui est raccordée à une manivelle m calée sur l'axe d'un petit moteur électrique M qui, constamment relié à la ligne d'arrivée du courant, développe un couple qui a pour effet de pousser la bielle b dans le sens de la flèche 1 contre l'action du contrepoids p, et de maintenir ainsi le cliquet c engagé dans la roue à rochets.

» Le courant venant à manquer dans la ligne (donc aussi à la machine d'extraction) le couple du moteur M cesse, le contrepoids p tirant sur la bielle b provoque le déclanchement du cliquet, ce qui permet au contrepoids P d'agir et de fermer le frein. C'est le premier mode d'action de ce frein, soit donc par suite du manque subit de courant à la machine.

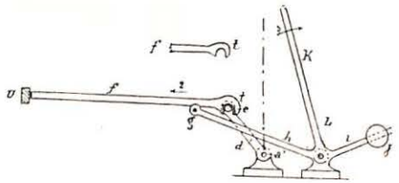


Fig. 5. — Vue en élévation des appareils de commande.

» Son action peut encore être provoquée par deux autres causes (qui seront étudiées plus loin), et qui ont pour effet de libérer un contrepoids p' (fig. 3); ce contrepoids (qui est normalement maintenu relevé ainsi qu'on va le voir) fait alors basculer le levier m''' calé sur l'axe a'; la bielle b''' entrainée fait pivoter un autre levier coudé m' qui entraîne lui-même une bielle b'' terminée par une coulisse fermée c qui attire par l'ergot e le levier l du cliquet c (N. B. La coulisse c est nécessaire, au lieu d'une simple articulation, pour permettre le mode d'action du frein par le moteur M sans que le mode actuel ait à intervenir).

» L'action du contrepoids p' est suffisante pour produire, malgré le couple antagoniste du moteur M, le mouvement du levier l et ainsi du cliquet, ce qui permet au contrepoids P d'entraîner le balancier ; du reste dès que celui-ci se met en mouvement il

déclanche lui-même un petit interrupteur (non figuré aux croquis) qui coupe le courant du moteur M.

» Voyons maintenant les deux causes qui produisent l'action du contrepoids p' pour fermer le frein ; les figures 4 et 5 représentent les appareils qui commandent le mouvement p'. L'axe a' se prolonge le long du tambour de la machine d'extraction ; sur cet axe est calée une manivelle d dont le bouton e est saisi par la tête t (ouverte d'un côté pour permettre le soulèvement et lâcher ainsi éventuellement la manivelle) d'une bielle f dont l'extrémité vient buter sur une tige U qui, comme on le verra plus loin, peut coulisser dans les supports q de façon à, suivant le sens du mouvement, se dérober devant la bielle f ou lui présenter une ouverture o dont elle est percée et permettre ainsi dans l'un ou l'autre cas le mouvement de f; mais normalement la tige U est placée de façon à arrêter la bielle f.

» Le contrepoids p' qui tend à pousser la bielle f dans le sens de la flèche 2 est ainsi maintenu levé par la butée de f sur U.

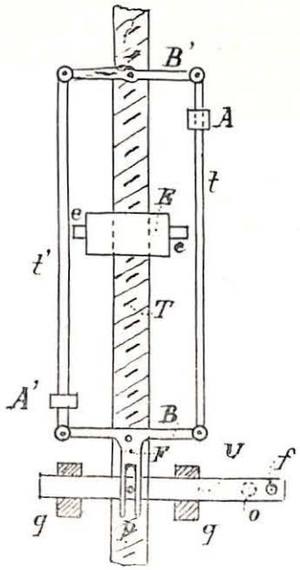


Fig. 6. — Vue en élévation de l'appareil indicateur de la hauteur des cages qui actionne la tige de butée U de la figure 4,

» Cela étant, le serrage du frein par l'action de p' peut être provoqué en premier lieu par l'évite-molettes, représenté figure 6.

» L'écrou *E* qui se déplace le long de la tige filetée *T* et qui constitue l'appareil représentatif de la marche des cages, porte deux ergots *e* ; si la cage vient à dépasser de trop le niveau de la recette, l'un des ergots vient buter l'un ou l'autre des écrous *A*, *A'* (suivant le sens de rotation des tambours), ce qui a pour effet de faire basculer le levier à trois branches *B* ; la branche en fourche *F* de ce levier entraîne par le bouton *p* la tige *U* dont il a été question plus haut. Cette tige suivant le sens du mouvement, se dérobe devant la bielle *f* ou lui présente l'ouverture *o* dans laquelle *f* peut passer (fig. 4 et 6). La bielle *f* n'étant alors en tout cas plus retenue permet au contrepoids *p'* de basculer et de mettre le frein en mouvement.

» En second lieu, l'action du contrepoids *p'* peut être provoquée par le machiniste lui-même. Pour cela ce dernier dispose d'un levier *K* équilibré par un contrepoids *j*. En tirant sur le levier *K* dans le sens de la flèche 3 (fig. 5) le machiniste provoque la rotation de la manivelle *h* calée sur le même axe *L* que *K* ; le bouton *g* de cette manivelle *h* (bouton qui au repos passe sous la bielle de butée *f*) soulève alors cette bielle *f* dont la tête *t* retenait la manivelle *d* ; celle-ci étant libre, le contrepoids *p'* n'est plus retenu et peut provoquer le freinage.

» Tels sont les différents freins dont est munie la machine d'extraction.

» Dans le cas d'une charge négative, la descente du personnel se fait sur frein (1er frein décrit). Dans le cas où le frein viendrait à être mis hors de service, le machiniste peut faire intervenir le second frein de la façon qui vient d'être décrite, ce qui arrête d'abord les cages. Alors au moyen d'une manivelle qui s'adapte sur l'axe de la roue à rochet *r* on peut soulever le contrepoids *P* pour réduire le serrage et achever la translation.

» Mais il est à remarquer que ce mode de freinage ne peut être utilisé pratiquement pendant le service normal, car la manivelle placée sur la roue à rochet ne se trouve pas à portée du machiniste quand celui-ci est aux leviers de commande du moteur et que cette manœuvre ne lui permettrait pas d'ailleurs d'avoir en même temps la main à ses commandes.

» Il reste encore à signaler, à un autre point de vue, que le moteur d'extraction est muni d'un régulateur qui, dans le cas où la vitesse de la cage viendrait à dépasser la vitesse maxima permise, fait fonctionner un interrupteur qui coupe le courant au moteur *M*, ce qui met en mouvement le second frein et arrête la marche des cages. »

EXTRAIT D'UN RAPPORT

DE

M. J. JULIN

Ingénieur en chef, Directeur du 8me arrondissement des Mines, à Liége

SUR LES TRAVAUX DU 1er SÉMESTRE 1911

Charbonnages d'Abhooz et Bonne-Foi-Hareng ; Siège d'Abhooz : Sondage de Chertal.

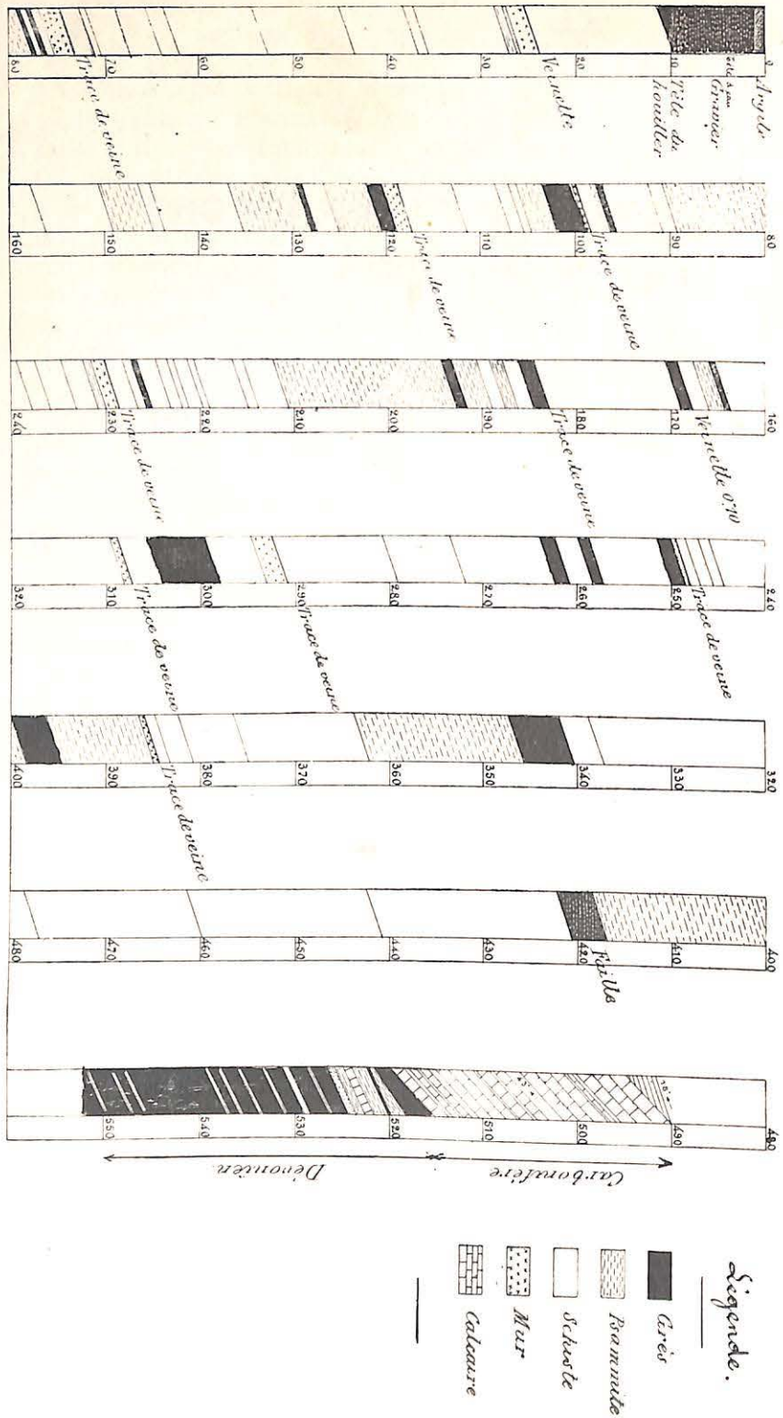
Le travail le plus intéressant effectué en ces derniers temps par la Société anonyme des Charbonnages d'Abhooz et Bonne-Foi-Hareng, est un sondage de reconnaissance entrepris dans la concession de Chertal réunie à son domaine minier par arrêté royal du 13 juillet 1893.

La plus grande partie de ce territoire concédé, c'est-à-dire celle située au Nord-Est du champ actuel d'exploitation du Siège d'Abhooz, n'ayant fait l'objet, jusqu'à présent, d'aucune recherche ni exploration quelconque, il était non seulement intéressant, mais surtout nécesaire, en vue de l'orientation des dispositions à prendre pour sa mise à fruit, d'être fixé aussi exactement que possible sur les conditions de son gisement.

Le sondage en question fut donc placé vers le centre de la concession dont il s'agit, soit à 1,243m42 au Nord et 1,407m55 à l'Est du puits d'Abhooz ; son orifice se trouvant à 57m30 au-dessus du niveau de la mer.

Commencé le 12 avril 1910, il mesurait 510 mètres le 31 décembre de la même année, et il fut arrêté, le 21 janvier dernier, à la profondeur totale de 550 mètres.

Voici la coupe du dit sondage :



Cette coupe s'analyse sommairement comme suit :

Le terrain houiller a été rencontré à la profondeur de 10 mètres et s'est maintenu, sur toute l'épaisseur traversée, en plateures peu inclinées affectées, vers la profondeur de 420 mètres, par une faille de faible inclinaison.

Deux veinettes ont été recoupées, l'une à la profondeur de 24 mètres, l'autre à 167^{m}50.

Des traces de veine ont été rencontrées à 73^{m}50, 98^{m}50, 117^{m}50, 183, 229, 248, 291 mètres, 307^{m}50 et 384 mètres.

Le calcaire carbonifère a été atteint à 492 mètres et le dévonien vers 515^{m}50.

Charbonnages de l'Espérance et Bonne-Fortune ; Siège St-Nicolas : Remblayage par l'eau.

La Société anonyme des Charbonnages de l'Espérance et Bonne-Fortune a commencé, dans un chantier de la couche Pawon, à l'étage de 185 mètres, de son siège Saint-Nicolas, des essais de remblayage par l'eau, essais au sujet desquels M. l'Ingénieur **Delrée** a rédigé la note suivante :

I. — Généralités.

« L'importance croissante des dépenses de toutes natures qu'entraîne la réparation des dommages produits à la surface par ses travaux houillers, a conduit la Société anonyme des Charbonnages de l'Espérance et Bonne-Fortune à rechercher les moyens de réduire les dommages en question. C'est dans ce but que des essais de remblayage hydraulique ont été entrepris au Siège Saint-Nicolas.

» Jusqu'à présent le procédé est appliqué uniquement à une taille chassante de 80 mètres de longueur dans la couche Pawon, à l'étage de 185 mètres. Cette couche a une ouverture variant de 0^{m}50 à 0^{m}70 et ne donne pas de pierres ; elle est très faiblement inclinée et même parfois tout-à-fait horizontale ; les terrains encaissants sont très solides. Le transport du charbon dans cette taille est organisé au moyen de couloirs oscillants mûs par l'air comprimé et dont le débit est largement suffisant pour permettre un avancement quotidien du front de taille de 1 mètre, qui est la largeur d'une hève.

» Les diverses expériences de remblayage hydraulique tentées en ces dernières années ont mis en évidence les deux circonstances suivantes d'ordre opposé. Le procédé de remblayage hydraulique

devenait plus économique et plus avantageux à mesure que la surface de taille à remblayer augmentait. Mais, d'autre part, la longueur de la taille était limitée assez étroitement par les difficultés du boutage, le bris du charbon et l'interruption de l'abatage pendant le boutage; quant à la largeur de l'aire à remblayer, elle était déterminée par la résistance du toit et limitée par la portée latérale relativement réduite du jet de boue. L'emploi des couloirs oscillants rendant possible l'avancement rapide d'un très long front de taille et la bonne qualité du toit de la couche Pawon étant connue, on se trouvait donc dans des conditions favorables à l'emploi du remblayage hydraulique, et l'essai en a été tout-à-fait concluant.

» L'application du procédé de remblayage hydraulique au Siège Saint-Nicolas se caractérise par la simplicité et la réduction au minimum des installations nouvelles, tant à la surface qu'au fond.

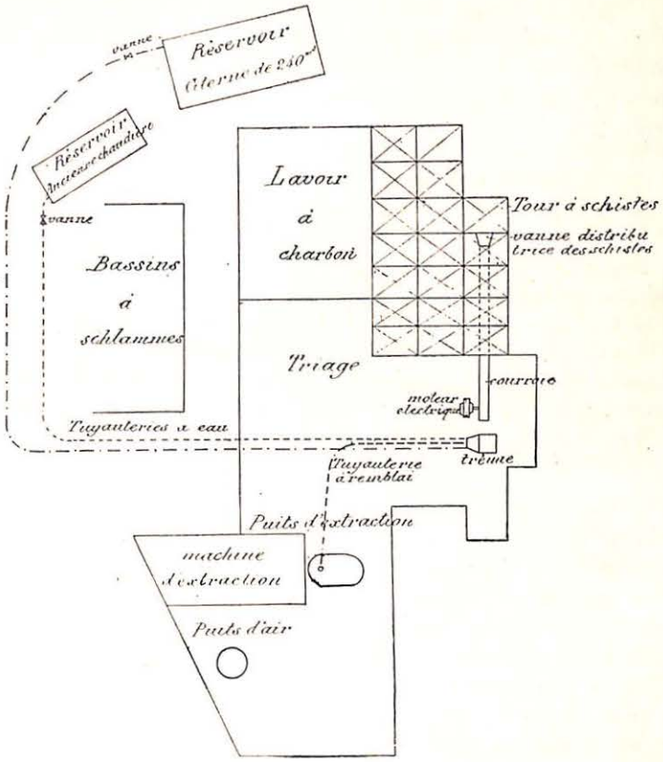
II. — Installations de surface.

» Les installations de surface (voir croquis I ci-après) se subdivisent comme suit :

» *a*) La tour aux schistes du lavoir fournit les matériaux de remblai ; ce sont des schistes de 0 à 60 millimètres de dimension maximum, les morceaux de 60 millimètres étant d'ailleurs rares. La tour en charpente métallique et maçonnerie de briques a une section de 4 mètres sur 3 mètres, sa hauteur est de 10 mètres et sa base se trouve à 4 mètres au-dessus du niveau du sol ; sa contenance utile est d'environ 100 mètres cubes de schistes. La tour est pourvue à sa partie inférieure sur une de ses faces d'une vanne d'ouverture réglable qui permet d'obtenir un débit de schiste parfaitement continu et de l'importance voulue.

» *b*) Au sortir de la vanne, les schistes tombent sur une courroie en balata disposée au niveau de 4 mètres et qui est mise en mouvement à la vitesse de 1m70 par seconde au moyen d'un moteur électrique de 3 chevaux avec transmission par vis sans fin. Cette courroie sert pendant le jour à la recomposition des tout-venants. A l'extrémité de la courroie il existe dans le plancher une ouverture de 1 mètre de largeur sur 2 mètres de longueur, qui est fermée pendant le travail habituel du triage, mais qui pendant la période de remblayage donne passage à un couloir à bec en tôle. Les schistes sont donc transportés sur la courroie depuis la tour et viennent tomber sur cette pièce amovible qui les déverse dans la trémie où se fait le mélange avec l'eau.

» *c*) La trémie se développe sous le sol, au niveau duquel elle mesure environ 1m50 sur 1m50. Elle est maçonnée et garnie intérieurement d'une tôle de 3 millimètres. A la base elle a environ 0m70 × 0m70 de côté. La trémie est pourvue de deux grilles, l'une au niveau du sol et l'autre à la partie inférieure, l'écartement des



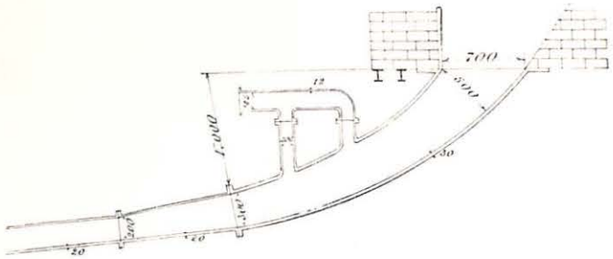
Croquis I. — Dispositions générales du siège.

barreaux est de 60 millimètres. Pendant le jour, l'ouverture de cette trémie est recouverte d'une forte tôle et ne gène en rien la circulation du personnel et des wagons.

» *d*) La trémie se continue par une pièce courbe en fonte pourvue de deux ajutages pour l'arrivée de l'eau, puis par une pièce tronconique en fonte également. Cette dernière est reliée à une conduite

en fonte de 0m200 de diamètre intérieur, inclinée de 0m07 par mètre et disposée dans une galerie existante. La conduite est raccordée à celle règnant dans le puits (diamètre intérieur 0m147) par une courbe en fonte dont les diamètres aux extrémités sont 0m200 et 0m150.

» *e*) Une conduite en tôle d'acier de 0m147 de diamètre amène à la partie supérieure de la trémie sous la première grille, les eaux d'une ancienne chaudière dans laquelle la pompe souterraine d'exhaure refoule directement. Cette conduite, munie d'une vanne, est terminée par une pièce spéciale pour répartir, en tous les points de la trémie, l'eau qui arrive sous une hauteur de charge de 3 mètres environ.



Croquis II. — Pièce de fonte terminant la trémie de mélange, montrant les deux ajutages d'arrivée d'eau (les vannes de manœuvre ne sont pas indiquées).

» *f*) Une seconde conduite semblable est raccordée à la pièce de fonte dont il a été question au littera *d* ; elle alimente en eau les deux ajutages sur chacun desquels il y a une vanne. L'eau est fournie par une citerne de 240 mètres cubes dans laquelle se déversent les eaux d'exhaure après s'être partiellement décantées dans la chaudière ci dessus. La venue d'eau de mélange dans les schistes est fractionnée en vue de réaliser un mélange homogène. Sur une partie de leur parcours, les deux conduites en tôle d'acier sont logées dans une galerie souterraine où elles restent accessibles et ne créent aucun obstacle aux divers services du charbonnage ; plus loin elles s'étendent derrière les bassins à schlammes où elles n'entravent pas la circulation.

III. — Installations du fond.

» Dans les travaux souterrains, les choses sont organisées de la manière ci-après.

» *a*) Le mélange d'eau et de schistes descend à l'étage de 185 mètres dans une tuyauterie en acier soudé de 6 millimètres

d'épaisseur et de 0m147 de diamètre intérieur disposée dans un compartiment, jusqu'à ce moment inutilisé, du puits d'extraction. La tuyauterie se compose d'éléments de 5 mètres de longueur assemblés par emboitement.

» *b*) Au niveau de 185 mètres, la conduite se prolonge dans une galerie horizontale sur 400 mètres environ. Ces tuyaux, analogues aux précédents, mesurent 0m145 de diamètre intérieur, 7 millimètres d'épaisseur et 4, 3 ou 2 mètres de longueur ; ils sont assemblés par collets et boulons avec joints en caoutchouc. On dispose de tuyaux courbés sur un rayon de courbure de 1m50 et réalisant des angles de 90°, 45° et 22° 1/2 ; leur épaisseur est de 6 millimètres ; des « coins » circulaires de dimensions variables permettent d'obtenir tous les changements de direction de la conduite. La conduite est suspendue, de place en place, par des chaînes aux boisages.

» *c*) La taille à remblayer est desservie par une tuyauterie de 0m120 de diamètre et 4 millimètres d'épaisseur branchée sur la conduite principale par un tronçon de 1m50 de longueur et dont les diamètres aux extrémités sont 0m145 et 0m120. Les éléments de la conduite de 0m120 mesurent 4 mètres de longueur ; on dispose également de courbes et coins pour suivre les sinuosités à parcourir. Lorsqu'il s'agira de remblayer plusieurs tailles, chacune sera desservie par une tuyauterie de 0m120 branchée sur la conduite principale. On ne mettra en service qu'un des branchements à la fois.

» *d*) Un câble armé est installé dans le puits et jusqu'à proximité de la taille à remblayer ; un câble flexible de 100 mètres fait suite au câble armé et permet d'installer suffisamment près de l'endroit où l'on remblaye un poste téléphonique avec appel électromagnétique ; le tout est enfermé dans une boite étanche. Ce poste est en communication avec un poste semblable installé à la surface près du moteur électrique actionnant la courroie distributrice.

IV. — Application du procédé et organisation du travail.

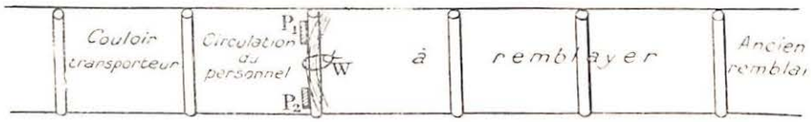
» Afin de rester accessible aux abatteurs, le couloir transporteur ne peut jamais être distant du vif-thier de plus de trois hèves : il doit donc être déplacé tous les deux jours de deux hèves vers le front de taille. D'autre part, afin de profiter des avantages croissants du remblayage hydraulique quand la surface à remblayer augmente, on procède au remblayage seulement lorsque trois hèves sont disponibles à côté du remblai précédent. Comme en outre on réserve une hève pour la circulation du personnel le long du couloir transpor-

teur du côté du remblai, il en résulte que, au moment de commencer le remblayage, il y a sur toute la longueur de la taille un vide dont la longueur varie, de six hèves au minimum à huit hèves au maximum, selon la distance existant entre le front de taille et le couloir. La présence de ce grand vide ne présente d'ailleurs guère de danger à cause de la qualité du terrain, des soins apportés à la construction du boisage et surtout du peu de temps pendant lequel il subsiste. En outre, sauf pendant la confection même du remblai, personne ne doit circuler dans les hèves voisines du remblai précédent. Le front de taille est légèrement oblique par rapport à la ligne de plus grande pente de la couche afin d'éviter toute poussée latérale du remblai sur la file de boisage qui le limite le long de la hève réservée à la circulation du personnel.

» Divers préparatifs sont nécessaires pour la mise en action du remblayage hydraulique.

» Au moyen des pierres du bosseyement de la voie de roulage, on élève le long de celle-ci un remblai ordinaire aussi bien soigné que possible contre lequel se déposera la masse boueuse et qui en laissera seulement passer l'eau. Quant aux pierres de la voie d'aérage, elles servent à construire des murs des deux côtés de la voie.

» Du côté de la taille, la surface à remblayer est limitée par une cloison constituée de la manière suivante. Extérieurement aux hèves à remblayer, deux files de planches d'une dizaine de centimètres de



largeur sont clouées aux étançons, l'une P_1 au voisinage du toit et l'autre P_2 près du mur de la couche. Du côté du remblai on étale contre ces planches un garnissage de veloutes que l'on fixe au moyen de wâtes W attachées aux étançons par des ligatures en fil de fer. De cette façon, après égouttage du remblai, on peut enlever aisément les planches pour s'en resservir à nouveau. Si l'on disposait de pierres en quantité suffisante, on s'en servirait pour construire un mur sur toute la longueur de la taille au lieu de recourir à la cloison en veloutes.

» Malgré le filtrage réalisé par le mur de pierres existant le long de la voie de roulage, l'eau entraîne une assez grande quantité de

boues ; afin d'éviter qu'elles envahissent toute la voie de roulage, on y élève à quelques mètres en aval du remblai en cours d'exécution un barrage en planches. Les boues sont retenues et ensuite aisément enlevées.

» La conduite de 0^m120 de diamètre destinée à amener le mélange de schiste et d'eau doit être établie jusqu'à quelques mètres du pied de la taille. De même le poste téléphonique raccordé au câble armé placé à demeure par l'intermédiaire du câble flexible doit être installé à proximité de l'endroit où l'on remblaye.

» Afin d'obtenir un remblayage compact jusqu'au toit de la couche, et à cause de la très faible pente de celle-ci, il est impossible de procéder au remblayage par reprises de plus de 4 mètres (longueur d'un élément de tuyauterie) : il faut donc enlever le dernier élément de tuyauterie chaque fois que le remblai a avancé de 4 mètres. Cette manœuvre devant s'exécuter au moment précis et exigeant l'arrêt de la venue des matériaux, la nécessité du téléphone apparait clairement attendu que cette venue est commandée à la surface. Toutefois, en vue d'accélérer les manœuvres, on ne se sert pas couramment de la conversation téléphonique, on utilise plutôt un système de sonneries correspondant aux diverses opérations à effectuer. Ainsi un coup de la sonnerie d'appel signifie que les deux surveillants postés à la surface et au fond veulent converser : ils se renseignent si tout est prêt avant de commencer le remblayage; supposons donc tout en ordre de marche. Le surveillant du fond F sonne deux fois; celui de la surface S fait ouvrir les vannes de venue d'eau et le débit est bientôt réglé à la valeur déterminée expérimentalement comme étant la meilleure. Grâce à cette chasse d'eau, les schistes seront entraînés dès le début avec une grande vitesse et on évitera l'obstruction de la conduite.

» Une fois le régime établi, soit au bout de deux minutes, F sonne de nouveau deux coups; S fait ouvrir la vanne distributrice des schistes qui, en 3 ou 4 minutes, vont remblayer un espace de 3 mètres de largeur × 4 mètres de longueur ; F sonne trois coups pour commander à S d'arrêter l'arrivée des schistes. On laisse couler l'eau encore deux minutes pour parfaire le tassement du remblai et pour entraîner les derniers éléments solides qui pourraient encore se trouver dans la conduite et y provoquer des risques d'obstruction et puis F sonne de nouveau trois coups pour signaler à S d'arrêter la venue d'eau. Le personnel du fond enlève un élément de tuyauterie de 4 mètres; puis les mêmes manœuvres recommencent commandées

par les mêmes sonneries. En quelques heures, le remblayage de 80 mètres sur 3 mètres est terminé.

» Le personnel nécessaire se répartit comme suit :

» 1° Au fond : 1 homme à l'extrémité de la conduite; 1 surveillant au poste téléphonique; 1 homme préposé au maintien en place et à la réparation du barrage dans la taille; 2 gamins pour enlever les tuyaux à mesure de l'avancement.

» 2° A la surface : 1 homme au distributeur de schistes; 1 surveillant au poste téléphonique et à l'interrupteur du moteur de la courroie; 2 hommes à la trémie pour la manœuvre des trois vannes.

V. — PRIX DE REVIENT.

» On peut établir approximativement comme suit le prix du remblayage d'un volume de 80 mètres (longueur de la taille) × 3 mètres (largeur de 3 hèves) × 0m60 (ouverture moyenne de la couche) = 144 mètres cubes correspondant à 185 tonnes de charbon.

A la surface :	4 hommes travaillant	5 heures à	fr. 0-75	= 15 fr.
Au fond :	5 » »	5 »	» 1-00	= 25 »
Préparation du barrage en veloutes ;	6 journées à		» 5-00	= 30 »
Montage des tuyaux dans la taille :	3 »		» 5-00	= 15 »
				85 fr.

soit environ fr. 0-45 à la tonne de charbon.

» Dans le prix ci-dessus n'est pas compris l'amortissement de l'installation, pas plus que les frais supplémentaires d'exhaure, la consommation de wates, veloutes et planches et la dépense de force motrice. Tant qu'on n'utilisera pour le remblayage que les schistes tendres du lavoir, l'installation ne souffrira guère d'usure et la durée des tuyauteries sera très longue; dès qu'on emploiera des matériaux durs, le remplacement des tuyaux usés entraînera une assez forte dépense. Remarquons que la très faible inclinaison de la couche forçant à procéder par courtes reprises, entraîne un supplément de main d'œuvre pour le démontage et le remontage des tuyaux et une énorme dépense d'eau, en effet, la quantité d'eau qui s'écoule avant et après chaque reprise serait réduite de 1/2 ou des 2/3 si la pente de la couche permettait de remblayer 8 ou 12 mètres de longueur de taille à la fois au lieu de 4.

» D'autre part, le remblayage hydraulique supprime la mise à terris des schistes, il rend inutiles les bosseyements intermédiaires qui autrement étaient indispensables pour se procurer des matériaux

de remblai dans la couche Pawon, et principalement la perfection du remblai aura une influence favorable sur la production des dégâts de surface lorsque le système sera généralisé. En outre la disparition des voies intermédiaires et la compacité des remblais amélioreront l'aérage des chantiers. »

LE BASSIN HOUILLER

DU NORD DE LA BELGIQUE

MÉMOIRES, NOTES ET DOCUMENTS

La situation au Ier janvier 1912 (1)

Extrait du rapport de M. V. LECHAT

Ingénieur en chef, Directeur du 7me arrondissement des mines à Liége.

L'arrêté royal du 6 novembre 1911 (2), en instituant la concession de Houthaelen a porté à neuf le nombre des mines de la Campine. Quant aux autres charbonnages, on poursuit très activement la préparation de leurs sièges d'exploitation et on peut prévoir que d'ici à quelques semaines on commencera le creusement proprement dit des puits.

M. l'Ingénieur principal **Firket** m'expose en ces termes l'état d'avancement de chacun d'eux au 31 décembre dernier.

N° 1. **Concession André Dumont sous Asch. Siège de Waterschei, à Genck.** — a) *Fonçage des puits.* Au 31 décembre 1911, les 34 sondages du puits n° 1, destinés à la congélation des morts-terrains jusqu'à 380 mètres, étaient achevés. On avait foré, de plus, au même puits, un trou central et sept sondages supplémentaires, dont la nécessité a été démontrée par les résultats des mesures de déviation. Un dernier sondage reste à terminer et on espère pouvoir commencer la congélation très prochainement.

(1) Voir la situation au 1er juillet 1911, *Annales des Mines de Belgique*, t. XVI, 4e liv., pp. 969 et suivantes.

(2) Voir plus loin le texte de cet arrêté.

Au puits n° 2, la cimentation des morts-terrains par passes successives entre 340 mètres et 490 mètres a été poursuivie et terminée pour deux sondages; un troisième a été cimenté entre 340 mètres et 430 mètres et un quatrième entre 340 mètres et 400 mètres; trois nouveaux sondages, destinés à la cimentation, sont en cours d'exécution.

Jusqu'à ce jour, il a été utilement introduit dans les terrains du puits n° 2, 230 tonnes de ciment sous des pressions comprises entre 12 et 30 atmosphères, au moyen de laits de ciment d'une teneur de 10 à 15 %.

b) *Centrale électrique.* Les derniers enduits calorifuges ont été posés sur les conduites des machines frigorifiques et on a fait fonctionner, à titre d'essai, les génératrices de la centrale. En décembre, on a commencé la préparation des saumures.

c) *Bâtiments et outillage.* Des bâtiments provisoires ont été édifiés entre les tours de fonçage et de part et d'autre de ces tours; ils abriteront des magasins ainsi que des treuils destinés à l'enlèvement des déblais et à la descente des pièces de cuvelage.

Le montage de ces treuils est commencé.

d) A la fin du semestre, le *personnel* du charbonnage était de 90 ouvriers et celui de l'entrepreneur de fonçage de 120.

N° 2. **Concession Charbonnière des Liégeois en Campine. Siège de Zwartberg. à Genck.** — a) *Fonçage des puits.* L'entreprise du creusement des puits a été confiée à la *Gewerkschaft Deutscherkaiser*, de Hamborn qui vient de commencer les fondations en béton des deux tours de fonçage.

Les essais de cimentation n'ayant pas donné toute satisfaction, on a prévu la congélation de tous les morts-terrains jusqu'au houiller.

b) *Centrale électrique.* Deux turbo-alternateurs Brown-Boveri, de 1,250 kw. chacun, ont été montés, ainsi que leurs tuyauteries, leurs condenseurs, les pompes de circulation et les tableaux de distribution.

D'autre part, l'installation des générateurs de vapeur a été complétée par le montage de la chaine à godets et du transporteur assurant leur alimentation en charbon.

c) *Services accessoires.* Un bâtiment en bois a été aménagé en vue de l'établissement d'une infirmerie provisoire. On construit à l'entrée de la paire deux maisons qui serviront de loges de concierge.

d) *Personnel ouvrier.* Pendant le dernier semestre, le personnel moyen occupé, a été de 22 ouvriers.

N° 3. **Concessions de Helchteren et de Zolder.** — N'ayant pu acquérir à l'amiable tous les terrains dont elle a besoin pour la création de son premier siège, au hameau de Voort, commune de Zolder, et pour l'établissement d'une voie ferrée entre ce siège et la station de Houthaelen, la Société concessionnaire vient d'introduire une demande en occupation de ces terrains.

Elle sollicite, en outre, la réunion en une seule de ses deux concessions charbonnières.

N° 4. **Concession de Genck-Sutendael. Siège de Winterslag, à Genck.** — a) *Fonçage des puits.* Le nombre total des sondages de congélation du puits n° 1 a été porté à 51, dont 34 primaires et 17 supplémentaires. Tous sont munis de tubes congélateurs jusqu'à des profondeurs comprises entre 423 et 430 mètres, à l'exception d'un seul, qui pénètre dans la zone de creusement du puits à 280 mètres et qui n'est tubé que jusqu'à cette profondeur.

Après une période d'essai et de réglage d'environ un mois, les installations électriques et les machines frigorifiques ont été mises en marche définitivement le 27 novembre. Depuis cette date, le liquide froid circule dans les tubes du puits n° 1 ; au 31 décembre, la température de ce liquide était de — 10°5 au départ et de — 8°2 au retour ; à la même époque, les terrains superficiels étaient congelés dans un rayon de 0^{m}80 autour des sondages.

Le treuil d'extraction des déblais et celui du plancher mobile sont installés ; on poursuit l'aménagement de la tour en vue du commencement des travaux de creusement, prévu pour la fin de février.

Au puits n° 2, 13 sondages ont été forés jusqu'à 428 mètres ; 10 d'entre eux sont déjà pourvus de leurs tubes de congélation ; on a de plus construit le bâtiment des treuils.

b) *Travaux divers.* Un dépôt d'explosifs construit par la Société de Ressaix a été mis à la disposition des entrepreneurs du fonçage.

c) *Personnel ouvrier.* Le personnel du charbonnage, non compris celui des entrepreneurs reste de 35 ouvriers, dont 20 pour les services généraux et une quinzaine pour les terrassements, le nivellement de la cour et les travaux divers.

N° 5. **Concession de Beeringen-Coursel. Siège de Kleine-Heide, à Coursel.** — a) *Fonçage des puits.* Puits n° 1. Ainsi qu'il a été dit déjà, les sondages de contrôle de la cimentation ont permis de fixer à 488 mètres la profondeur de la congélation. Les 10 sondages prolongés jusque 625 mètres ont été remplis de ciment jusqu'à la cote de 488 mètres ; tous les trous de sonde creusés précédemment ont été prolongés jusqu'à cette cote ; ils sont tubés en colonne perdue dans la partie comprise sous 330 mètres et sont pourvus de tubes congélateurs dont les joints ont été essayés sous une pression de 50 kilogr.

Le sondage central, approfondi jusque 480 mètres, a été pourvu de deux tubages concentriques isolés par une frette étanche cimentée, établie à 390 mètres, au niveau supérieur du crétacé ; on a ensuite lacéré le tubage du tertiaire suivant des génératrices verticales, en face des différents bancs de sable et d'argile, afin de permettre à l'eau de s'échapper librement lors de la fermeture du mur de glace.

Les machines frigorifiques ont été mises en marche le 22 novembre; à la fin du semestre, les pompes à saumure débitaient par heure, 260 mètres cubes ; la température était de — 8°4 au départ et de — 5°6 au retour.

Puits n° 2. La cimentation, pratiquée par 10 sondages, en deux passes, de 390 à 490 mètres et de 490 à 625 mètres, a permis d'introduire utilement dans les terrains 52 tonnes de ciment, sous une pression allant de 28 à 33 kilogr.

On procède actuellement au remplissage de ces dix sondages jusque 494 mètres, profondeur assignée à la congélation pour le puits n° 2.

Au même puits, on poursuit l'approfondissement des sondages de congélation arrêtés précédemment à 330 mètres ; vingt-sept d'entre eux ont déjà atteint la cote de 494 mètres.

b) *Installations frigorifiques.* On achève le montage de deux nouveaux groupes de compresseurs à ammoniaque, ce qui doublera la puissance de l'installation et lui permettra de donner par heure un million de frigories à la température de — 20° centigrades.

c) *Le personnel* du siège de Kleine-Heide, non compris les ouvriers de l'entrepreneur de sondages, est actuellement de : 7 machinistes, 5 chauffeurs, 39 ouvriers occupés aux travaux d'atelier et de montage et 27 maçons, manœuvres et terrassiers.

N° 6. **Concessions Ste-Barbe et Guillaume Lambert. Siège d'Eysden.** — a) *Fonçage des puits.* Après achèvement du montage de la seconde tour, on a creusé les deux avant-puits au diamètre intérieur de 14^{m}50 ; ces avant-puits, profonds de 7 mètres, ont été pourvus d'un revêtement en briques ordinaires, maçonnées au mortier de ciment.

Il a été prévu, pour chaque puits, 38 sondages de congélation répartis sur une circonférence de 12m25 de diamètre et qui seront poussés jusqu'à environ 500 mètres. Au puits n° 1, quatre trous placés aux extrémités de deux diamètres perpendiculaires sont en cours d'exécution et sont utilisés pour la cimentation des terrains.

Au 31 décembre, ces sondages avaient atteint les profondeurs de 397m, 245m, 490m et 286m50.

Le terrain houiller a été recoupé à 480 mètres ; il est surmonté de sables wealdiens boulants et aquifères.

La cimentation du tuffeau entre 230 et 295 mètres est à peu près terminée aux quatre sondages ; pour les deux premiers, on a procédé à cette opération par passes de 5 mètres ; pour le troisième, les passes étaient de 10 mètres et pour le dernier de 15 mètres ; la pression finale a atteint 21 kilogr. par centimètre carré. Les quantités de ciment introduites dans le tuffeau sont peu importantes ; on a constaté cependant des diminutions appréciables des venues d'eau.

Les craies à silex recoupées entre 295 et 325 mètres absorbent mieux le ciment et paraissent réellement cimentables ; on procède à leur cimentation par passes successives de 5 mètres, sous une pression de 21 kilogr.

b) *Centrale provisoire.* Les deux chaudières déjà mentionnées alimentent deux groupes électrogènes de 135 et 55 chevaux fournissant du courant triphasé sous 120 volts, à 50 périodes, pour l'éclairage des bureaux, des tours et des chantiers ; il existe, en outre, un moteur actionnant une bétonnière.

c) *Machines frigorifiques.* Les fondations en béton armé de ces machines sont commencées ; on a prévu l'installation de six compresseurs doubles de 300,000 frigories chacun.

d) *Centrale définitive.* Cette centrale comprendra quatre batteries de deux chaudières Bailly-Mathot de chacune 348 mètres carrés de surface de chauffe et deux turbo-alternateurs système Brown-Boveri de 2000 KVA. chacun.

Les fondations de la salle de chauffe sont achevées : on monte la charpente métallique de cette salle et on poursuit l'exécution des fondations de la salle des machines. On a édifié en outre une cheminée de 60 mètres de hauteur.

e) *Voies d'accès et de transport.* Le raccordement au chemin de fer vicinal a été prolongé jusqu'à la centrale définitive, et on a posé, un réseau de voies à écartement normal réunissant les puits, la centrale et le débarcadère. Celui-ci est en voie d'achèvement ; le mur de quai est construit ; on procède au dragage du bassin d'accostage et à l'exécution du terre-plein. La chaussée empierrée de 5 mètres de largeur partant de la route de Maestricht à Maeseyck a été prolongée vers le siège sur une longueur de 738m50 avec une direction à peu près Est-Ouest.

f) *Habitations ouvrières.* La cité ouvrière, desservie par des routes empierrées de 8 mètres de largeur, trottoirs compris, compte 50 groupes de deux maisons ; les eaux pluviales et ménagères y seront recueillies par un aqueduc ovoïde en béton de 1m30 sur 0m90.

La société fait creuser un puits à eau potable au lieu dit Vuchterbosch, près du bois de Lanklaer ; un sondage de reconnaissance de 190 millimètres de diamètre et de 30 mètres de profondeur a traversé des sables de couleurs variables très aquifères ; la tête d'eau s'y trouve à la cote de 52m26, soit à environ 4m40 sous la surface du sol.

TABLEAU DES MINES DE HOUILLE DE LA CAMPINE

Situation au 1er Janvier 1912

(Annexe au rapport de M. l'Ingénieur en chef LECHAT.)

NOMS, SITUATION ET ÉTENDUE DES CONCESSIONS	COMMUNES sous lesquelles elles s'étendent	EXPLOITANTS ou Sociétés exploitantes		SIÈGES D'EXTRACTION en préparation		Administrateurs délégués		Directeurs des travaux	
		NOMS	SIÈGE SOCIAL	COMMUNE	LIEU DIT	NOMS	RÉSIDENCE	NOMS	RÉSIDENCE
André Dumont sous-Asch 3,070 hectares	Asch en Campine, Opglabbeck, Niel (Asch), Mechelen-sur-Meuse et Genck-sous Asch.	Société anonyme des Charbonnages André Dumont-sous-Asch.	Bruxelles, 3, Montagne du Parc.	Genck	Waterschei	ANDRÉ DUMONT	Louvain	JOS. VERWILGHEN Ingénieur en chef	Genck
Les Liégeois 4,269 hectares	Asch en Campine, Genck, Guitrode, Houthaelen, Meuwen, Niel (Asch), Opglabbeck et Opoeteren.	Société anonyme pour l'Exploitation de la Concession charbonnière des Liégeois en Campine.	Seraing	Genck	Zwartberg	MARCEL HABETS	Seraing	H. DENIS Ingénieur	Genck
Helchteren 3,240 hectares **Zolder** 3,820 hectares	Coursel, Heusden, Zolder, Houthaelen et Helchteren. Zolder, Heusden, Houthaelen et Zonhoven.	Société anonyme des Charbonnages d'Helchteren-Zolder.	Mariemont	Zolder	Voort	LÉON GUINOTTE	Mariemont	JOS. VAN HOUCHE Ingénieur	Zolder
Genck-Sutendael 3,973 hectares	Genck, Sutendael, Asch-en-Campine, Opgrimby et Mechelen-sur-Meuse.	Société anonyme des Charbonnages de Ressaix, Leval, Péronnes, Sainte-Aldegonde et Genck.	Ressaix	Genck	Winterslag	EVENCE COPPÉE	Bruxelles	A. DUFRANE Directeur des travaux	Genck
Beeringen-Coursel 4,950 hectares	Coursel, Heusden, Lummen, Beeringen, Oostham, Paal, Tessenderloo, Heppen et Beverloo.	Société anonyme des Charbonnages de Beeringen.	Liége	Coursel	Kleine-Heide	PAUL HABETS	Liége	LOUIS SAUVESTRE Directeur technique	Beeringen
Sainte-Barbe 2,170 hectares **Guillaume Lambert** 2,740 hectares	Dilsen, Lanklaer, Eysden, Vucht et Mechelen-sur-Meuse. Rothem, Dilsen, Lanklaer, Stockheim, Meeswyck, Leuth, Eysden, Vucht et Mechelen-sur-Meuse.	Société anonyme des Charbonnages de Limbourg-Meuse.	Bruxelles, place Madou, 7	Eysden	»	L. MERCIER	Mazingarbe Pas-de-Calais	ADOLPHE DEMEURE Directeur	Reckheim
Houthaelen 3,250 hectares	Houthaelen, Zolder, Zonhoven, Hasselt et Genck.	**Concessionnaires** : Société anonyme de Recherches et d'Exploitation Eelen-Asch ; Société civile Dury-Smits et Piette ; Société civile Huwart-Dumont, Baron Léon de Pitteurs de Buddingen et Alex. Doreye.		»	»	»	»	»	»

Mines de houille. — Concession de Houthaelen.

—

Arrêté royal du 6 novembre 1911.

ALBERT, Roi des Belges,

A tous présents et à venir, SALUT.

1° Vu la requête en date du 17 janvier 1902, enregistrée le 20 du même mois sous le n° VI au répertoire particulier de la province de Limbourg, et par laquelle la Nouvelle Société anonyme de Recherches et d'Exploitation, aux droits de laquelle a été substituée la Société anonyme de Recherches et d'Exploitation Eelen-Asch, à Bruxelles, par acte passé devant le notaire De Ro, à Bruxelles, le 15 octobre 1903, sollicite la concession de mines de houille gisant sous les communes de Houthaelen, Zonhoven et Zolder, sur une étendue de deux mille huit cent quatre-vingt-trois hectares septante-huit ares (2,883 h. 78 a.);

2° La requête, en date du 25 juin 1902, enregistrée sous le n° XVI au répertoire particulier de la province de Limbourg, et par laquelle la Société anonyme Limbourgeoise, à Saint-Gilles lez-Bruxelles, aux droits et obligations de laquelle a été substituée la Société civile Dury, Smits et Piette, suivant acte passé devant le notaire Van Haelteren, à Bruxelles, le 21 novembre 1906, sollicite la concession des mines de houille gisant sous les communes de Zonhoven, Hasselt, Genck et Houthaelen, sur une étendue de dix-sept cent et neuf hectares nonante-trois ares (1,709 h. 93 a.);

3° La requête en date du 11 mai 1903, enregistrée, sous le n° XXXVI, au répertoire particulier de la province de Limbourg et par laquelle la Société anonyme des Charbonnages des Propriétaires de Houthaelen, à laquelle a été substituée la Société civile Ed. Huwart-Dumont, baron Léon de Pitteurs de Budingen et Alex. Doreye, en vertu d'un acte passé devant le notaire O. Wauters, à Liége, le 18 octobre 1906, sollicite la concession de mines de houille gisant

sous le territoire de la commune de Houthaelen, d'une étendue primitivement fixée à quatre mille deux cent et soixante-trois hectares vingt et un ares quinze centiares (4,263 h. 21 a. 15 c.) étendue modifiée ultérieurement ensuite d'un accord intervenu, le 6 août 1903, entre la requérante primitive et le consortium Masy, Wittouck et Thorn, demandeurs en concession pour une partie du même territoire;

Vu le plan, à l'échelle de 1 à 10,000, joint en triple expédition à chacune de ces demandes et visé pour vérification par l'ingénieur principal de l'arrondissement minier;

Vu les arrêtés de la Députation permanente du conseil provincial du Limbourg, en date des 31 janvier 1902, 11 juillet 1902 et 29 mai 1903, ordonnant l'affichage et la publication des dites demandes;

Vu les pièces justificatives de l'accomplissement des formalités d'affichage et de publication de ces demandes;

Vu les rapports de l'ingénieur en chef directeur de l'arrondissement minier, en dates des 26 novembre 1902 et 7 décembre 1903, relatifs aux demandes n°s VI et XVI;

Vu les avis de la Députation permanente du conseil provincial du Limbourg, en date des 12 décembre 1902 (demande n° VI) et 11 décembre 1903 (demande n° XVI);

Vu l'avis du Conseil des mines, en date du 18 décembre 1903 (demande n° VI) duquel il résulte que toutes les formalités légales n'ayant pas été exactement accomplies, il échet de renvoyer cette demande devant les autorités compétentes, pour qu'il y soit procédé conformément à la loi;

Vu, ensuite de cet avis, les dépêches, en dates des 11 février 1904 et 9 janvier 1905, par lesquelles le Ministre de l'Industrie et du Travail renvoie au Gouverneur de la province de Limbourg, avec les dossiers, la demande n° VI et également la demande n° XVI, l'instruction ayant aussi été incomplète pour cette dernière;

Vu les arrêtés de la Députation permanente du conseil provincial du Limbourg, en date du 8 avril 1904 (demande n° VI), et 3 février 1905 (demande n° XVI), ordonnant à nouveau l'affichage et la publication des susdites demandes;

Vu les pièces justificatives du renouvellement des formalités d'affichage et de publication;

Vu les rapports de l'ingénieur en chef directeur de l'arrondissement minier, en date des 26 novembre 1902 et 5 décembre 1904

(demande n° VI, 7 décembre 1903 (demande n° XVI) et 17 juin 1904 (demande n° XXXVI);

Vu les avis de la Députation permanente du conseil provincial du Limbourg des 16 décembre 1904 (demande n° VI), 27 octobre 1905 (demande n° XVI) et 15 juillet 1904 (demande n° XXXVI);

Vu l'avis interlocutoire du Conseil des mines, en date du 26 octobre 1906, invitant les sociétés demanderesses à fusionner leurs demandes;

Vu la lettre collective, en date du 5 janvier 1907, par laquelle les dites sociétés déclarent se rendre au vœu du Conseil des mines et fusionner les demandes qu'elles ont formées et sollicitent qu'il leur soit accordé indivisément une seule et même concession de mines de houille, résultant des droits éventuellement acquis par les travaux de recherches effectués par chacune d'elles;

Vu les oppositions formées aux dites demandes : 1° par le consortium Masy, Wittouck et Thorn; 2° par MM. Lecocq, Fougeroux de Campigneulles, baron de Thysebaert et Mme de Crâne; 3° par le baron Goffinet; 4° par la Société de Mariemont; 5° par les conseils communaux de Zonhoven, de Houthaelen et de Genck;

Vu l'avis définitif du Conseil des mines, en date du 11 janvier 1907;

Vu le plan d'ensemble des territoires demandés en concession, versé au dossier par la direction générale des mines et visé par le conseil des mines;

Vu les lois des 21 avril 1810, 2 mai 1837 et 5 juin 1911;

Vu l'acceptation par les sociétés demanderesses des clauses et conditions du cahier des charges proposé par le Conseil des mines;

Considérant que les sociétés requérantes ont, chacune par un sondage exécuté dans le territoire dont la concession est sollicitée, deux de ces sondages ayant au surplus pénétré à grande profondeur dans le terrain houiller, fait reconnaître non seulement l'existence d'un gisement exploitable, mais également l'allure et l'importance de ce gisement dans toute l'étendue de ce territoire;

Considérant que l'opposition du consortium Masy, Wittouck et Thorn, ensuite de l'accord susvisé intervenu le 6 août 1903, entre ce consortium et la Société des charbonnages des Propriétaires de Houthaelen, doit être regardée comme nulle et non avenue;

Considérant qu'il n'y a pas lieu de s'arrêter davantage à l'opposition de MM. Lecocq, Fougeroux de Campigneulles, baron de Thysebaert et Mme de Crâne, ces opposants n'ayant pas introduit de demande en concession;

Considérant que les droits éventuels de la Société de Mariemont et de M. le baron Goffinet ont été réglés par l'octroi de la concession qui leur a été accordée par arrêté royal du 25 octobre 1906;

Considérant, quant aux oppositions formées par les administrations communales de Houthaelen, Zonhoven et Genck, qu'eu égard aux charges considérables que la mise en exploitation du territoire à concéder créera aux demandeurs, il serait inopportun de leur en imposer d'autres;

Considérant qu'eu égard à l'étendue et à la position de la réserve *B* prévue par la loi, une portion importante des territoires sollicités ne peut être concédée;

Considérant que c'est en tenant compte de cette situation des choses qu'ont été fixées les limites adoptées par le Conseil des mines, d'accord avec la Direction générale des mines, et qu'il y a lieu pour le gouvernement de les adopter;

Considérant que les requérants ont justifié à suffisance des facultés techniques et financières requises par la loi;

Considérant qu'il est établi par la production de l'acte de l'état civil, que M. Emile Dury, membre de la Société civile Dury, Smits et Piette, est décédé postérieurement à la date de la convention du 5 janvier 1907, intervenue entre les divers demandeurs; que par acte authentique passé devant le notaire Van Bastelaer, à Waterloo, il a été établi que Mme Hélène Dury, épouse Matthys, a été seule substituée aux droits du défunt; que par convention du 15 avril 1909, la dite dame Hélène Dury a cédé et transporté à M. Léon Bastin, qui accepte, les droits et obligations qui résultaient pour M. Emile Dury, son frère, de sa qualité de membre de la Société civile Dury, Smits et Piette, que ce transfert a été accepté par ses cocontractants, MM. Smits et Piette;

Considérant que toutes les formalités légales ont été accomplies;

Sur la proposition de Notre Ministre de l'Industrie et du Travail,

NOUS AVONS ARRÊTÉ ET ARRÊTONS :

Article premier. — Il est accordé à la Société anonyme de Recherches et d'Exploitation Eelen-Asch, à Bruxelles, à la Société civile Dury, Smits et Piette et à la Société civile Huwart-Dumont, baron Léon de Pitteurs de Budingen et Alex. Doreye, la concession des mines de houille, gisant sous une étendue d'environ trois mille deux cent cinquante hectares des communes de Houthaelen, Zolder Zonhoven, Hasselt et Genck;

Cette concession, qui prend le nom de concession de Houthaelen, est délimitée comme suit, conformément au plan d'ensemble annexé au présent arrêté :

A l'Ouest, par une ligne droite *A B* tirée du point *A*, borne n° 44 de la route de Hasselt à Bois-le-Duc, sur le point *B*, intersection de l'axe de la route de Houthaelen avec l'axe du chemin de fer de Hasselt à Eindhoven, puis par l'axe dudit chemin de fer du point *B* au point *C*, situé à 525 mètres au nord de la borne kilométrique n° 12, distance mesurée en ligne droite, la ligne *ABC* formant la limite de la concession de Zolder;

Au Nord, par une ligne droite, tirée du point *C* sur le point *D*, borne n° 51 de la route de Hasselt à Bois-le-Duc, puis par une ligne droite tirée du point *D* sur le point *E*, intersection du chemin de Houthaelen à Meeuwen avec le chemin de Kelgterhof, la ligne *CDE* formant la partie de la limite Sud de la concession de Helchteren.

A l'Est, par une ligne droite tirée du point *E* sur le point *F*, situé sur l'axe du chemin de Zonhoven à Genck, à 20 mètres à l'Ouest de son intersection avec le chemin de Kelgterhof et prolongée de 1,500 mètres jusqu'au point *G*, la ligne *EG* se confondant avec la partie de la limite occidentale de la réserve *B* fixée par la loi du 5 juin 1911.

Au Sud, par une ligne droite tirée du point *G* sur le point *A*, point de départ.

Cette concession sera soumise aux clauses et conditions suivantes :

CAHIER DES CHARGES.

ARTICLE PREMIER. — Les concessionnaires disposeront et conduiront leurs travaux de manière à ne pas compromettre la sûreté publique, la conservation et la salubrité de la mine, la sûreté et la santé des ouvriers, à ne pas nuire aux habitations ou aux eaux utiles de la surface.

Ils se conformeront, à cet effet, aux lois et règlements sur les mines et aux instructions qui leur seront données par l'autorité compétente.

ART. 2. — Les concessionnaires seront tenus de fournir à l'administration des mines tous les renseignements qu'elle jugera utile de leur réclamer au sujet du plan d'exploitation qu'ils se proposent de suivre, ainsi que des sièges d'extraction et des installations superficielles dont ils projettent l'établissement.

Ils seront tenus également de s'affilier à tous organismes ayant pour but de créer, d'outiller et d'exploiter dans l'intérêt commun, des ports ou rivages affectés au chargement et au transbordement des produits de la mine.

ART. 3. — En vue de la conservation de la mine, les concessionnaires réserveront le long et à l'intérieur des limites de leur concession, des massifs ou espontes de 10 mètres d'épaisseur.

ART. 4. — Les infractions aux dispositions qui précèdent seront poursuivies et jugées conformément aux dispositions des articles 39 et 40 de la loi du 5 juin 1911.

ART. 5. — Dans le délai de un an, à dater de l'acte de concession, les concessionnaires feront placer, suivant les instructions qui leur seront données par les ingénieurs des mines, des bornes sur tous les points de la limite où cette mesure sera jugée nécessaire. Ces bornes seront placées à des distances non supérieures à 500 mètres les unes des autres.

De semblables bornes seront placées sur tout autre point de la surface qui, par suite de circonstances spéciales, devrait être pris comme point de repère.

Cette opération aura lieu en présence de l'ingénieur des mines du ressort, qui en dressera procès-verbal. Des expéditions de ce procès-verbal seront déposées aux archives de la province de Limbourg et de toutes les communes sous lesquelles s'étend la concession.

ART. 6. — Au plus tard dans le délai de cinq ans à dater de l'acte de concession, les concessionnaires adresseront à la Députation permanente de la province de Limbourg, en double expédition, un plan parcellaire de la surface sur lequel seront représentées les limites de leur concession, l'emplacement des bornes et des points de repère, les principales voies de communication, les édifices publics et les travaux d'art importants, la position des puits, des bâtiments et autres constructions intéressant l'exploitation, enfin toutes les habitations et constructions érigées à la surface dans les limites de la concession.

Ce plan sera dressé à l'échelle de 1 millimètre par mètre. Les feuilles des plans des travaux souterrains devront correspondre exactement à celles du plan de surface et porter le même carrelage, les mêmes lettres et les mêmes numéros.

ART. 7. — En cas de refus ou de négligence de la part des concessionnaires, en ce qui concerne l'exécution des deux articles précédents, ils supporteront tous les frais des opérations que, sur le rapport

de l'ingénieur des mines, pourra ordonner la Députation permanente pour leur exécution d'office.

ART. 8. — Les concessionnaires paieront, chaque année, aux propriétaires de la surface, une redevance de 25 centimes par hectare de superficie et une redevance de 2 p. c. du produit net de la mine, ainsi qu'il est dit à l'article 9 de la loi du 2 mai 1837.

Art. 2. — Notre Ministre de l'Industrie et du Travail est chargé de l'exécution du présent arrêté.

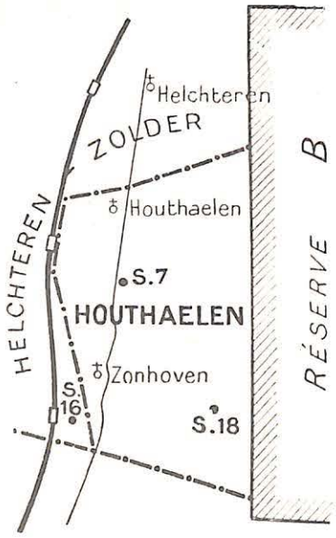
Donné à Ciergnon, le 6 novembre 1911.

ALBERT.

Par le Roi :

Le Ministre de l'Industrie et du Travail,

ARM. HUBERT.



Croquis indiquant la situation de la concession de Houthaelen.

Echelle : 1/160,000e

Voir la carte *Annales des Mines de Belgique*, t. XV, 3me liv., p. 1068.

NOTES DIVERSES

ÉTATS-UNIS

Production de l'acier (1906-1910).

D'après le bulletin du 26 mars 1911 de l'*American Iron and Steel Association*, la production de l'acier (lingots et castings) de 1906 à 1910, aux Etats-Unis, ont été les suivantes ;

	Bessemer. *Tons.*	Open Hearth. *Tons.*	Creuset et autres. *Tons.* (1,016 kil.)	TOTAUX Lingots et Casting. *Tons.*	TOTAUX Casting seulement. *Tons.*
1906	12,275,830	10,980,413	141,893	**23,398,136**	**773,705**
1907	11,667,549	11,549,736	145,309	**23,362,594**	**803,117**
1908	6,116,755	7,836,729	69,763	**14,023,247**	**346,220**
1909	9,330,783	14,493,936	130,302	**23,955,021**	**656,242**
1910	9,412,772	16,504,509	177,638	**26,094,919**	**946,832**

La production de l'acier aux Etats-Unis, en 1910, a été la plus forte qui ait jamais existé. Son tonnage total excède de 2,139,898 *tons* celui de 1909. La proportion de l'acier rapportée à la fonte de fer a atteint 95.6. Un trait à signaler est le grand accroissement de l'acier *Open Hearth*. L'an dernier (1910) ce produit représentait 63 2 % du total, l'acier *Bessemer* n'étant que de 36.1 %.

Production de la fonte de fer pendant un siècle.

Les rapports de l'*American Iron and Steel Association* ont permis d'établir (1) le tableau suivant de la production de la fonte de fer aux Etats-Unis depuis un siècle. Les chiffres expriment des *long tons* (1,016 kilog.).

Ceux antérieurs à 1854 proviennent de relevés faits sur les statistiques de divers états et de différentes agences. Postérieurement à cette date, les chiffres ont été réunis par l'*American Iron and Steel Association*. Les statistiques 1810, 1840 et 1850 sont celles des Census. Elles manquent pour 1820 et 1830; on y a suppléé par des chiffres provenant d'anciens statisticiens.

Antérieurement à 1854, les rapports sont irréguliers.

Le tableau permet de constater que, tout d'abord, l'accroissement a été lent. Il a fallu 17 années pour passer des 800,000 *tons* de 1847, au

(1) Voir *Engineering and Mining Journal*, 24 décembre 1910, p. 1263.

1,000,000 de *tons* de 1864. Après cette date, l'accroissement s'accuse. En 1898, la production excède 11,700,000 *tons* et 7 ans plus tard, en 1905, elle a doublé. La crise de 1908 est bien nettement accusée, par une différence de 10,000,000 *tons* entre 1907 et 1909.

Voici ce tableau :

Production de la fonte de fer (1810-1909).

	Tons (1,016 kil.)		*Tons* (1,016 kil.)		*Tons* (1,016 kil.)
1810	53,908	1863	846,075	1887	6,417,148
1820	20,000	1864	1,014,282	1888	6,489,738
1828	130,000	1865	831,770	1889	7,603,642
1829	142,000	1866	1,205,663	1890	9,202,703
1830	165,000	1867	1,305,023	1891	8,279,870
1831	191,000	1868	1,431,250	1892	9,157,000
1832	200,000	1869	1,711,287	1893	7,124,502
1840	286,903	1870	1,665,179	1894	6,657,388
1842	215,000	1871	1,706,793	1895	9,446,308
1846	765,000	1872	2,548,713	1896	8,623,127
1847	800,000	1873	2,560,963	1897	9,652,680
1848	800,000	1874	2,401,262	1898	11,773,934
1849	650,000	1875	2,023,733	1899	13,620,703
1850	563,755	1876	1,868,961	1900	13,789,242
1852	500,000	1877	2,066,594	1901	15,878,354
1854	657,337	1878	2,301,215	1902	17,821,307
1855	700,159	1879	2,741,853	1903	18,009,252
1856	788,515	1880	3,835,191	1904	16,497,033
1857	712,640	1881	4,144,254	1905	22,992,380
1858	629,548	1882	4,623,323	1906	25,307,191
1859	750,650	1883	4,595,510	1907	25,781,361
1860	821,223	1884	4,097,868	1908	15,936,018
1861	653,164	1885	4,044,526	1909	25,795,471
1862	703,270	1886	5,683,329		

INDE BRITANNIQUE

Sa production minérale.

Voici d'après les *Records of the Geological Survey of India* (1), établis par l'*Officiating Director of the Geological Survey*, la production minérale de l'Inde, en 1908 et en 1909.

La valeur de cette production était pour 1908 de £ (2) 7,861,935

(1) Vol. XL, part. II, 1910.
(2) £ *Livre sterling* = fr. 25.20.

et pour 1909 de £ 7,499,228. Ces chiffres rapprochés font ressortir une réduction, en 1909, de 4.6 %, principalement en charbon. Ce n'est pas qu'il exista en 1909 un ralentissement sérieux de l'activité dans l'exploitation des ressources minérales, mais une spéculation très active durant les années précédentes avait eu pour résultat, en 1908, une production anormale de charbon qui accrut le stock. Le prix du charbon s'en ressentit naturellement. Il tomba de 3 *roupies* 15 *annas*, soit de fr. 6-25 à 3 *roupies* 8 *annas*, soit à fr. 5-40.

	1908		1909	
	Quantité	Valeur £	Quantité	Valeur £
Ambre		364		287
Chromite *tons* (9)	4,745	6,338	9,250	5,767 (1)
Charbon *tons*	12,769,635	3,356,209	11,870,064	2,779,855
Diamant		940		1,089
Etain *cwts* (10)	1,906	11,015	1,672	9,645
Fer (minerais de) *tons*	72,300	15,149 (2)	83,456	16,563 (2)
Graphite *tons*	2,873	14,365	3,132	12,529
Jade (3) *cwts*	3,211	74,402	4,088	84,450
Magnésite *tons*	7,534	2,009 (4)	737	196 (4)
Minerai de manganèse *tons*	674,315	498,269 (5)	642,675	508,483 (5)
Mica *cwts*	53,543	139,513 (6)	32,903	156,199 (6)
Or	567,630	2,177,847	574,816	2,204,866
Pétrole *gallons* (11)	176,646,320	702,009	233,678,087	910,172
Rubis, saphir et spinelle		47,954		58,649
Salpêtre (7) *cwts*	386,199	292,758	404,946	296,838
Sel *tons*	1,368,261	522,904 (8)	1,255,598	453,630 (8)
Valeurs totales		**7,861,935**		**7,499,228**

(1) Non compris la valeur de l'extraction de Mysore qui monte à 4,925 *tons*.
(2) Estimation des valeurs pour les provinces autres que le Bengale.
(3) Exportations de Rangoon en 1907-8 et 1908-9.
(4) Valeurs estimées.
(5) Valeurs des exportations seulement. Non compris les exportations de Mormugao.
(6) Valeurs des exportations seulement.
(7) Exportations.
(8) Prix sans droit.
(9) *Ton* = 1,016 kilogrammes.
(10) *Cwts*, *Hundred Weight* = kilog. 50,797.
(11) *Gallon* = litres 3,785.

ROYAUME-UNI

Production du fer et de l'acier (1909 et 1910).

La *British Iron Trade Association* a publié son rapport pour 1910. Il donne la production du fer et de l'acier dans le Royaume-Uni, pour cette année.

La production de la fonte de fer est la plus forte qui ait été constatée pour une année, mais celle de l'acier est passée au-dessous des productions de 1907 et de 1906.

En *fonte de fer*, le premier semestre de 1910 a produit :

	Long tons (1)	4,993,745
Et le second	»	5,223,000
Ensemble	»	10,216,745

L'augmentation sur l'année précédente est de 552,458 *long tons*, ou de 5.7 %. L'année qui se rapproche le plus, pour le tonnage de l'année considérée est l'année 1906, dont la production a été de 10,149,388 *long tons*.

Voici la décomposition des productions des années 1909 et 1910 :

	1909	1910
Fonderie et forge	4,323,241	4,098,320
Hématite (Bessemer)	3,559,773	3,892,533
Basique	1,449,862	1,875,834
Spiegel et ferro-manganèse . . .	308,719	321,412
Non classés	22,692	28,646
Totaux . . .	9,664,287	10,216,745

La production de l'acier en lingots a été la suivante pour les mêmes années 1909 et 1910 :

	1909		1910	
	Tons	%	*Tons*	%
Bessemer. .	1,733,220	29.5	1,779.115	29.6
Open-Hearth.	4,148,408	70.5	4,231,569	70.4
Totaux .	5,881,628	100.0	6,010,684	100.0

(1) *Long ton* = 1,016 kilogrammes.

L'accroissement totale de 1910 sur 1909 a été de 129,056 *long tons*, ou 2.2 %.

Sur l'ensemble on constate 715,042 *tons* en plus qu'en 1908, mais 512,064 *tons* en moins qu'en 1907.

Voici la division en acier acide et en acier basique pour 1910 :

	Acide	Basique	Totaux
Couvertisseur . . .	1,138,103	641,012	1,779,115
Open-Hearth . . .	2,653,033	1,578,536	4,231,569
Totaux . . .	3,791,136	2,219,548	6,010,684
Totaux 1909 .	3,874,200	2,007,428	5,881,628

En 1910, l'acier basique représente 63.1 % du total et l'acier acide 36.9 %.

ALLEMAGNE

Sa production minérale (1909 et 1910).

D'après les premiers relevés de l'*Office Impérial des Statistiques* (1), voici les tonnages (2) de la production des principaux produits minéraux de l'Allemagne, en 1910, avec en regard les chiffres correspondants de 1909 :

Minerais et Métaux.

I. — *Production des minerais*

	1909	1910
	Tonnes métriques	Tonnes métriques
Minerais d'or et d'argent . .	7,510	6,646
» de cuivre . . .	798,618	925,957
» de plomb	159,853	148,497
» de zinc.	723,566	718,316
» de fer	25,504,464	28,709,654
» de manganèse . .	77,177	80,559
» d'arsenic	6,150	6,151
Pyrites	198,689	215,708
Divers.	10,896	10,801

(1) *Gluckhauf*.

(2) Tonnes métriques, sauf pour l'or et l'argent exprimés en kilogrammes.

Le minerai de cuivre provient principalement du district de Halle, 840,675 tonnes. La Silésie a produit 591,154 tonnes de minerai de zinc. Pour le minerai de fer, l'Alsace-Lorraine est le principal producteur, 16,652,144 tonnes; le Luxembourg en a produit 6,263.391 et Bonn 3,236,788.

II. — *Productions métallurgiques.*

La production métallurgique se décompose comme suit :

Métaux :		1909	1910
Or	kilog.	5,064	4,625
Argent	»	400,562	420,003
Cuivre	tonnes métriques	33,377	37.223
Etain	»	8.995	11,295
Plomb	»	167,918	157,851
Zinc	»	219,766	221,395
Fonte de fer	»	12,512,257	14,227,455
Arsenic	»	2.911	3,066
Soufre	»	1,186	1,272
Divers	»	7,835	9,245
Sous-produits :			
Sulfate de cuivre	t. métriq.	6,211	5,210
» de fer	»	21,839	18,677
Chlorure d'étain	»	3,247	3,291
Acide sulfurique	»	1,413,812	1,572,792
Divers acides	»	10,543	8,294

Les productions qui précèdent comprennent les métaux et bas-produits provenant aussi bien des minerais importés que des minerais exploités en Allemagne.

Celle du plomb contient 3,581 tonnes de litharge. Celle du cuivre, 34,921 tonnes de cuivre raffiné.

Produits non métalliques.

Charbon	t. mét.	148,788,050	152,827.777
Lignite	»	68,657,606	69,473,883
Totaux	»	217,445,656	222,301,660
Graphite	»	6,774	7,415
Asphalte	»	77,537	81,186
Pétrole	»	143,244	145,168
Sel de roche	»	1,369,805	1,424,064
Divers	»	7,042,721	8,312,053

La production de l'acier dans le monde

La production de l'acier dans le monde en 1910 est presque entièrement connue. Il résulte, de la comparaison des chiffres, un accroissement notable en 1910 sur 1909.

La production du monde, en 1909, a été de 53,500,000 tonnes métriques, tandis que les chiffres approximatifs de 1910 montent à 58,000,000 de tonnes métriques, ce qui représente un accroissement de 8.4 %. On l'attribue, d'une part, à des causes spéciales afférentes aux années considérées et, d'autre part, à une cause générale, l'accroissement de l'usage des diverses qualités d'acier et le remplacement de la fonte et du fer brut par l'acier, dans presque tous les travaux de construction. Une plus forte proportion de fonte est ainsi, chaque année, convertie en acier, En outre, presque partout, l'acier prend la place du bois et d'autres matières. Il n'a guère pour rival que le ciment et même, dans les constructions de béton, l'acier a une part considérable.

Les Etats-Unis, l'Allemagne et la Grande-Bretagne produisent ensemble environ 80 % de l'acier. Leurs productions se répartissent comme suit :

	Etats-Unis	Allemagne	Grande-Bretagne
		Tonnes métriques	
Convertisseur :			
Acide	9,563.376	171,108	156,313
Basique		8,030,571	651,268
Open-Hearth :			
Acide	1,231,575	252,148	2,695,482
Basique	15 537,006	5,125,421	1,603,793
Creuset	124,260	83.202	
Electrique, etc.	56,220	36,188	
Totaux	26,512,437	13,698,638	6,106,856
Proportion de l'acier rapporté à la fonte de fer	95.6	92.6	58.8

La production du cuivre dans le monde.

MM. Henry R. Merton and C° de Londres ont estimé, comme suit, les productions du cuivre dans le monde, pendant les années 1909 et 1910, en *long tons* (1,016 kil.) :

PAYS	1909	1910
Etats-Unis	490,280	484,890
Mexique	56,325	58,825
Canada	24,105	25,715
Terre-Neuve	1,380	1,080
Cuba	2,960	3,475
AMÉRIQUE DU NORD	575,050	573,985
Argentine	600	300
Bolivie	2,000	2,500
Chili	35,785	35,235
Pérou	16,000	18,305
AMÉRIQUE DU SUD	54,385	56,340
Autriche	1,615	2,130
Angleterre	435	500
Allemagne	22,455	24,710
Hongrie	4,600	4,955
Italie	2,725	3,220
Norvège	9,080	10,425
Russie	17,750	22,310
Espagne et Portugal	52,185	50,255
Suède	2,000	2,000
Turquie	800	600
EUROPE	113,645	121,105
Japon	47,000	46,000
Afrique	14,945	15,205
Australasie	34,400	40,315
TOTAUX	839,425	852,950

Les chiffres font ressortir un accroissement, en 1910, de 13,525 *tons*, soit 1.6 %, sur 1909 et de 98,770, ou 13.1 %, sur 1908.

Si on rapporte les productions de 1910 à la production totale, on obtient :

	%
Etats-Unis	56.5
Autres Etats de l'Amérique du Nord	10.5
Amérique du Sud	6.6
Europe	14.2
Japon	5.5
Afrique	1.9
Australasie	4.8
Total	100.0

ED. LOZÉ.

BIBLIOGRAPHIE

Agenda Dunod pour 1912 : Mines et Métallurgie, à l'usage des ingénieurs, contrôleurs des mines, maîtres mineurs, maîtres de forges, directeurs et contremaîtres d'usines métallurgiques, etc., par David Levat, ancien élève de l'Ecole Polytechnique, ingénieur civi lides Mines. — H. Dunod et E. Pinat, éditeurs, 47 et 49, quai des Grands-Augustins, Paris, VIe). — Prix : 3 francs.

Il suffit de rappeler que cet agenda est à sa trente-troisième édition pour montrer le succès qui l'a toujours accueilli ; peut-être serait-il désirable, dans la partie *Exploitation des mines*, de le rajeunir dans certains chapitres ; l'électricité y est encore inconnue ; on ne devrait plus y lire des indications comme celle-ci, dans le chapitre de l'épuisement (p. 88) « L'épuisement par machines.... se fera : .... par pompes centrifuges, si la venue d'eau est abondante et la profondeur inférieure à 12 ou 16 mètres » alors qu'il existe actuellement des installations de pompes centrifuges refoulant d'un seul jet à plus de 800 mètres. Ce chapitre semble encore attribuer aux pompes à maitresse-tige une importance que les ingénieurs de la génération actuelle ne lui connaissent plus.

De même, dans l'éclairage des mines, s'étonne-t-on de voir ranger parmi les lampes de sûreté les plus employées (p. 107) la lampe *Davy*, depuis longtemps reléguée dans nos musées.

Plusieurs autres chapitres, la fabrication du coke et la métallurgie du fer notamment, mériteraient d'être mis au courant des derniers progrès (épuration des gaz, leur utilisation à la production de force motrice, grandes centrales, etc.).

De même, on est surpris de ne point voir, dans cet agenda français, à la partie *Réglementation*, le décret du 13 août 1911 portant règlement général sur l'Exploitation des mines, qui était tout indiqué pour prendre place dans l'agenda de 1912.

Ces réserves faites, nous nous plaisons à reconnaître l'utilité de cet agenda d'un format commode, soigneusement édité, qui condense sous un très petit volume une foule de renseignements utiles.

Ad. B.

Agenda de l'Automobile et de l'Aviation 1912 (*Editions techniques*, F. Mussche, 14, rue du Méridien, Bruxelles). — Prix : fr. 3-25.

Il n'est plus permis à un ingénieur d'ignorer aujourd'hui les éléments essentiels de l'automobilisme et de l'aviation. Combien il est pénible, cependant, pour les ingénieurs sortis depuis un certain nombre d'années des écoles techniques et absorbés par leurs occupations professionnelles, de se mettre au courant de ces sujets dans les nombreux ouvrages publiés par des spécialistes et souvent inabordables pour qui désire seulement se faire une idée concrète et simplifiée des moyens de locomotion modernes : l'automobile et l'aéroplane. L'agenda que nous signalons, outre l'utilité incontestable qu'il offre pour ceux qui s'intéressent particulièrement à l'automobilisme et à l'aviation, permet à tous d'acquérir une idée exacte et très claire sur ces matières et de combler ainsi une lacune dans leur éducation technique. Cette instruction se fait sans effort, grâce à la clarté et à la concision de cet opuscule qui renferme en outre des renseignements précieux sur les règlements en vigueur, les formalités de douane, etc. Il signale les événements saillants de 1911, les principaux records de l'aviation pendant cette même année, etc.

Ajoutons que cet agenda, coquettement relié, est soigneusement édité et enrichi de figures et schémas très clairs.

Ad. B.

Agenda de l'Elecfro 1912, édité par *Electro*, revue internationale d'électricité, 14, rue du Méridien, Bruxelles. — Hrix : fr. 3-25.

Voici un agenda très bien ordonné et qui échappe aux critiques que l'on pourrait souvent adresser à ce genre de publications d'être stéréotypées d'une année à l'autre sans tenir compte assez rapidement des innovations apportées dans la branche qu'ils traitent et sans apporter de progrès dans la présentation.

Cet agenda comprend quatre parties : la première renferme les tables usuelles et n'appelle pas d'observations ; dans la seconde, on trouve un rappel des notions théoriques (arithmétique, trigonométrie, mécanique, etc.) qui dispense de chercher dans les manuels

spéciaux lorsqu'une formule échappe ou qu'un point douteux doit être fixé. Nous voudrions voir ajouter à ces renseignements la liste des dérivées et des intégrales des principales fonctions que l'on rencontre dans les théories de l'électrotechnique, addition qui serait particulièrement utile aux étudiants ou ingénieurs se perfectionnant en électricité.

La troisième partie est un memento d'électricité substantiel et complet ; il traite d'une manière assez étendue les moteurs à employer pour la commande des génératrices et signale les applications diverses de l'électricité, en citant des exemples réalisés dans le pays.

La quatrième partie, « renseignements divers », contient les documents pratiques indispensables : soins à donner aux victimes, réglementation de l'emploi de l'électricité en Belgique, etc. ; le livre se termine par des tableaux d'un grand intérêt : une liste des centrales de Belgique, avec leurs principales caractéristiques, soigneusement tenue à jour, la nomenclature des exploitations de tramways électriques belges et une statistique de l'industrie électrique belge.

En terminant, ajoutons que le lecteur trouve, dans le texte, la désignation exacte de firmes belges et étrangères spécialisées dans tel ou tel produit, renseignement bien souvent utile aux ingénieurs. Enfin l'agenda tient à rester *up to date* et c'est ainsi qu'il renferme non seulement les enseignements apportés par l'Exposition de Bruxelles 1910 mais diverses innovations qui ont vu le jour en 1911.

AD. B.

Les Mines à l'Exposition de Charleroi par EM. DIDIER, Directeur de la *Revue noire*, 18, rue Jeanne Maillotte à Lille. — Prix : 1 franc.

Notre confrère de la *Revue noire* a réuni, en une brochure, quelques articles consacrés, à l'occasion de l'Exposition de Charleroi, à l'industrie houillère belge.

En fait, le compte-rendu proprement dit des objets exposés par les firmes charbonnières à Charleroi tient quelques pages.

Mais M. Didier fait précéder celles-ci de données, prises aux meilleures sources et fort intéressantes, sur l'industrie houillère belge.

Après quelques indications générales sur les terrains houillers, il donne le tableau complet, avec, par charbonnage, la production et le nombre d'ouvriers des charbonnages de Belgique.

Puis, viennent des données statistiques sur les prix de revient, les

prix de vente, les rendements, etc., pendant la dernière période décennale.

Un tableau très utile à consulter par les intéressés fait connaître la répartition, par bassin et par charbonnage, des qualités de charbon exploitées en Belgique

Des indications sur les conditions de vente, le fonctionnement des syndicats, les qualités des charbons, des cokes et des briquettes, les débouchés des charbonnages de Belgique, les conditions de transport, etc., avec des comparaisons avec la France, complètent cette petite brochure où l'auteur a trouvé moyen, en une trentaine de pages, de donner quantité de renseignements utiles.

V. W.

Assemblée des mineurs (Bergmannstag)

à Vienne en 1912

A l'iniative du Comité central autrichien des Propriétaires de mines, un comité s'est formé le 5 décembre 1911 et a décidé qu'une assemblée générale des personnes occupées dans l'industrie minière (*Bergmannstag*) aurait lieu dans la seconde moitié de septembre 1912.

Le Comité, qui a son siége, 13, Nibelungengasse, à Vienne, a pour président l'Oberbergrat A. Hüttemann et pour secrétaire le Dr Blauhorn.

CAISSES DE PRÉVOYANCE

EN

FAVEUR DES OUVRIERS MINEURS

EXAMEN

DES

COMPTES DE L'ANNÉE 1910

PAR LA

COMMISSION PERMANENTE (1).

instituée conformément à l'arrêté royal du 17 août 1874
pris en exécution de l'article 4 de la loi du 28 mars 1868
modifié par l'arrêté royal du 24 octobre 1904

CHAPITRE PREMIER

Situation des caisses communes de prévoyance

Ainsi que nous l'avons signalé dans le précédent rapport, seules, les trois caisses communes de prévoyance en faveur

(1) La Commission permanente est actuellement composée comme suit :

MM. Dejardin (L.), Directeur général des Mines, président;
Braconier (F.), vice-président de la Commission administrative de la Caisse de Liége, vice-président;
Beaujean (Ch.), Directeur à la Caisse Générale d'Épargne et de Retraite, membre;
Degueldre (O.), membre de la Commission administrative de la Caisse du Centre, id.;
Laurent, O., vice-président de la Commission administrative de la Caisse du Couchant de Mons;
Maingie (L.), secrétaire de l'Association des Actuaires belges, membre de la Commission des Accidents du Travail, id.;
Thiran, V., président de la Commission administrative de la Caisse de prévoyance de Charleroi;
Wodon (L.), directeur au Ministère de l'Industrie et du Travail, secrétaire-adjoint de la Commission des Accidents du Travail, id.;
Van Raemdonck (Alb.), chef de division au Ministère de l'Industrie et du Travail, membre-secrétaire.

des ouvriers mineurs de la province de Hainaut, à savoir celles du Couchant de Mons, du bassin du Centre et du bassin de Charleroi, continuent, depuis la mise en vigueur de la loi du 24 décembre 1903 sur la réparation des dommages résultant des accidents du travail, à assurer le service de la retraite des vieux ouvriers mineurs, indépendamment de la liquidation des pensions et secours consécutifs à des accidents survenus avant le 1er juillet 1905. Quant aux caisses de prévoyance de la province de Liége, de la province de Namur et de la province de Luxembourg, elles ne subsistent plus que pour la liquidation, au prorata de leur actif, des pensions qui ont été accordées à la suite d'accidents survenus avant la même date.

§ 1

CAISSE DE PRÉVOYANCE DU COUCHANT DE MONS

I. — Caisse des accidents (1)

Pendant l'année 1910, les recettes se sont élevées à à fr. 121,794-23; elles se décomposent comme suit :

Intérêts des fonds placés et primes de remboursement. . . .	fr.	115,618 64
Subside de l'Etat.		5,585 73
Subside de la Province		589 86
Total. .	fr.	121,794 23

Les dépenses pendant le même exercice ont été de fr. 289,404-27, et se subdivisent ainsi qu'il suit :

Pensions et secours	fr.	284,107 93
Frais d'administration		5,296 34
Total .	fr.	289,404 27

(1) La Caisse des accidents ne subsistant plus que pour l'apurement de son actif, les recettes ne comprennent plus que les intérêts des fonds versés et les subsides.

Le tableau ci-après donne le relevé des recettes et des dépenses pour la dernière période quinquennale.

Caisse des accidents.

ANNÉES	Recettes	Dépenses	Excédent des recettes sur les dépenses	Excédent des dépenses sur les recettes
1906. . .	152,122 32	407,156 52	»	255,034 20
1907. . .	142,495 »	370,422 70	»	227,927 70
1908. . .	133,464 38	351,550 44	»	218,086 06
1909. . .	126,254 85	322,561 45	»	196,306 60
1910. . .	121,794 23	289,404 27	»	167,610 04

L'avoir de la Caisse des accidents était au 31 décembre 1909 de fr. 3,061,457-42.

Cet avoir a été réduit à fr. 2,893,847-38 au 31 décembre 1910.

Au 1er janvier 1911, les charges en pensions viagères et temporaires, incombant à la Caisse des accidents, s'élevaient à fr. 276,548-30 à répartir entre 1,710 titulaires.

II. — Caisse de retraite

Les recettes de cette Caisse, pendant l'année 1910, se sont élevées à fr. 396,800-31. Elles se subdivisent comme suit :

Cotisation des affiliés (1 % des salaires)	fr.	349,395 65
Subside de l'Etat		6,726 57
Subside de la Province		710 34
Quote-part dans le subside de la Province accordé à titre d'intervention dans la pension de certaines catégories de vieux ouvriers. .		351 »
Intérêts des capitaux placés		39,616 75
Total. .	fr.	396,800 31

Les dépenses ont atteint fr. 368,647-83 pendant le même exercice; elles se décomposent comme suit:

Pensions de vieux ouvriers	fr.	267,862 21
Pensions de veuves de vieux ouvriers . .		94,407 54
		362,269 75
Frais d'administration		6,378 08
Total des dépenses . . .	fr.	368,647 83

Les recettes ont donc été supérieures aux dépenses de fr. 28,152-48.

Le tableau suivant donne le relevé des recettes et dépenses pendant les cinq dernières années.

Caisse de retraite

ANNÉES	Recettes	Dépenses	Excédent des recettes sur les dépenses
	Fr.	Fr.	Fr.
1906	402,847 24	328,837 03	74,010 21
1907	452,781 26	344,138 75	108,642 51
1908	424,865 23	354,768 55	70,096 68
1909	399,222 71	360,608 15	38,614 56
1910	396,800 31	368,647 83	28,152 48

L'avoir de la Caisse de retraite s'élevait au 31 décembre 1910 à fr. 1,289,437-79.

Au 1er janvier 1911, les pensions de retraite servies aux vieux ouvriers et aux veuves de vieux ouvriers comportaient une charge de fr. 363,063-60 à répartir entre 2,953 personnes; la moyenne par tête était donc de fr. 122-95.

Le nombre des établissements affiliés à cette Caisse s'élève à 15, occupant 29,929 ouvriers.

§ 2.

CAISSE DE PRÉVOYANCE DU CENTRE

La Caisse du Centre, à l'exemple de celle du Couchant de Mons, s'est subdivisée en deux sections, dénommées Caisse des vieillards ou section *A* et Caisse des blessés ou section *B*.

Caisse des vieillards ou section *A*.

Pendant l'année 1910, les recettes de cette section ont été les suivantes :

Retenues sur les salaires (0.70 % des salaires)	fr.	159,365 90
Subventions des exploitants (0.70 % des salaires)		159,365 90
Cotisations des délégués à l'Inspection des mines		123 90
Subsides de l'Etat et de la Province . .		8,215 78
Reliquat du subside provincial en faveur des vieux ouvriers		339 50
Intérêts bonifiés en comptes-courants et plus-value du portefeuille		42,849 44
Total des recettes .	fr.	370,260 42

Les dépenses pendant le même exercice ont été de fr. 388,488-84 et se décomposent comme suit :

Pensions et secours	fr.	385,690 10
Frais d'administration		2,798 74
Total. .	fr.	388,488 84

L'avoir de la Caisse des vieillards était au 1er janvier 1910 de fr. 1,409,397-43. Cet avoir n'est plus que de fr. 1,391,169-01 au 31 décembre 1910.

Au 1er janvier 1911, les charges en pensions viagères et temporaires se montaient à fr. 392,737-20, à répartir entre 1,358 vieux ouvriers pour un montant de fr. 294,175-20, et 1,104 veuves de vieux ouvriers se partageant une somme de 98,562 francs.

Caisse des blessés ou section *B*.

Pendant l'année 1910, les recettes de cette Caisse se sont élevées à fr. 165,504-70.

Ces recettes se décomposent comme suit :

Subsides de l'Etat et de la Province . fr.	4,459 12
Retenues sur les salaires (0.30 % des salaires)	68,299 65
Subventions des exploitants (0.30 % des salaires)	68,299 65
Cotisations des délégués à l'inspection des mines	53 10
Intérêts des capitaux et plus-value du portefeuille	24,693 18
Total . fr.	165,504 70

Les dépenses ont atteint fr. 196,666-71.
Elles se répartissent comme suit :

Pensions et secours . . . . . fr.	194,625 90
Gratifications à des veuves remariées . .	624 »
Frais d'administration	1,416 81
Total . fr.	196,666 71

L'avoir de la Caisse des blessés s'élevait à fr. 827,257-08 au 1er janvier 1910; il a été réduit à fr. 796,095-07 au 31 décembre de la même année.

Parallèlement, les charges qui se montaient à fr. 198,266-40 au 1er janvier 1910 se sont abaissées à fr. 191,174-40 au 1er janvier 1911.

Le tableau ci-après donne le relevé des recettes et dépenses de la Caisse de prévoyance du Centre pendant la dernière période quinquennale.

ANNÉES	Recettes (Sections *A* et *B*)	Dépenses (Sections *A* et *B*)	Avoir au 31 décembre	Charges au 31 décembre
	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.
1906	572,563 54	574,408 »	2,201,549 56	567,867 60
1907 . . .	617,068 46	570,997 95	2,247,620 07	566,612 40
1908 . .	593,468 26	572,562 64	2,268,421 04	574,807 20
1909	543,887 72	575,654 25	2,236,654 51	576,244 80
1910	535,765 12	585,155 55	2,187,264 08	583,911 60

Le nombre des sociétés affiliées à cette caisse est de 7, occupant 17,444 ouvriers.

§ 3.

CAISSE DE PRÉVOYANCE DE CHARLEROI

Pendant l'année 1910, les recettes de cette Caisse se sont élevées à fr. 952,072-59.

Elles se décomposent comme suit :

Subside de l'Etat . . . . . fr.	13,275 80
Subside de la Province.	2,997 20
Cotisation des exploitants à raison de 1.5 % des salaires (1).	814,303 »
Intérêts des fonds placés et bénéfices sur vente de fonds publics	120,054 94
Cotisation de l'Etat pour les délégués à l'inspection des mines	319 50
Subside provincial en faveur des vieux ouvriers (reliquat)	1,122 15
Total . fr.	952,072 59

(1) Jusqu'au 1er juillet 1905, la cotisation représentait 1 ½ % des salaires payés l'année précédente ; à partir de cette date, la cotisation est devenue fixe et représente 1 ½ % de la moyenne des salaires payés pendant les dix dernières années (1895 à 1904 inclus).

Quant aux dépenses, elles ont été les suivantes :

ACCIDENTS (1)

Pensions viagères	fr.	201,199 37
Id. temporaires		16,289 31
Secours		219,971 70
TOTAL	. fr.	437,460 38

VIEILLESSE

Pensions viagères	fr.	237,346 47
Id. temporaires		90 »
Secours		11,740 60
		249,177 07
Frais d'administration		11,104 40
Total des dépenses	fr.	697,741 85

En 1909, celles-ci avaient atteint fr. 747,708-00.

Comparées aux recettes, les dépenses ont laissé en 1910 un excédent s'élevant à fr. 254,330-74 qui, ajouté à l'encaisse au 1er janvier 1910, soit fr. 3,432,761-41, porte l'avoir de l'association au 1er janvier 1911 à fr. 3,687,092-15.

Nous consignons dans le tableau suivant le mouvement des recettes et des dépenses pendant la dernière période quinquennale.

(1) Pensions et secours accordés pour les accidents survenus avant la mise en vigueur de la loi sur la réparation des accidents du travail, c'est-à-dire avant le 1er juillet 1905.

ANNÉES	Recettes	Dépenses	Excédent des recettes sur les dépenses
	Fr.	Fr.	Fr.
1906.	928,718 08	837,940 14	90,777 94
1907.	931,389 35	792,425 27	138,964 08
1908.	1,002,212 54	759,979 09	242,233 45
1909.	938,725 21	747,708 00	191,017 21
1910.	952,072 59	697,741 85	254,330 70

Les charges au 1er janvier 1911 s'élevaient au total à fr. 683,536-75, dont fr. 427,648-20 pour les pensions et secours, suite d'accidents, à répartir entre 2,775 personnes et fr. 255,888-55 pour les pensions de vieillesse à partager entre 2,598 bénéficiaires.

Le nombre des établissements affiliés est de 33, occupant 51,287 ouvriers.

§ 4.

CAISSE DE PRÉVOYANCE DE LIÉGE

(en liquidation)

La Caisse de Liége, dissoute depuis le 1er juillet 1905, ne subsiste plus que pour la liquidation des pensions allouées à la suite d'accidents survenus avant cette date.

La Caisse a été déchargée du service des secours de vieillesse, assumé, depuis ce même jour, par les sociétés charbonnières, qui ont créé une caisse nouvelle appelée « Caisse de secours au profit des ouvriers mineurs ». Cette caisse, qui n'était ni reconnue, ni subsidiée par l'État, a été dissoute à son tour.

Nous résumons ci-dessous les opérations de la Caisse pendant l'exercice 1910.

Recettes

Subsides du Gouvernement et de la Province . . . . . fr.		4,440 40
Intérêts des capitaux placés		87,273 71
Prélèvement de 15 % sur le remboursement des arrérages payés par les affiliés pour compte de la Caisse commune		37,109 80
	fr.	128,823 91

Dépenses.

Pensions et secours. . . . . fr.		264,493 95
Frais d'administration générale. . . .		8,795 95
Commissions de banque		575 70
	fr.	273,865 60
Avoir de la Caisse au 1er janvier 1910 . fr.		2,316,358 97
Excédent des dépenses sur les recettes de l'exercice 1910		145,041 69
Avoir au 1er janvier 1911. . fr.		2,171,317 28

Le tableau ci-après permet de comparer le mouvement financier des cinq dernières années.

ANNÉES	Recettes	Dépenses	Excédent des recettes	Excédent des dépenses	Avoir à la fin de l'année
	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.
1906. . . .	106,610 70	330,328 95	»	223,718 25	2,880,421 86
1907. . . .	104,730 02	316,072 78	»	211,342 76	2,669,079 10
1908. . . .	100,322 72	293,292 07	»	192,969 33	2,476,100 77
1909. . . .	95,798 88	247,540 68	»	151,741 80	2,316,358 97
1910. . .	128,823 91	264,493 95	»	145,041 69	2,171,317 28

Le montant des charges au 1er janvier 1911 s'élevait encore à 263,072 francs à répartir entre 1,546 titulaires de pensions ou secours accordés pour accidents.

§ 5.

CAISSE DE PRÉVOYANCE DE NAMUR

(EN LIQUIDATION)

Recettes.

Les recettes totales de la caisse pendant l'année 1910 se sont élevées à fr. 7,743-81 qui se décomposent comme suit:

Subsides de l'Etat. . . . . fr.		241 90
Subside de la Province		550 »
Intérêts des fonds placés, etc.		6,951 91
TOTAL. . fr.		7,743 81

Dépenses.

Les dépenses totales se sont élevées à la somme de fr. 15,174-67; elles se décomposent comme suit :

Pensions et secours . . . . . fr.		12,052 35
Frais d'administration		1,869 50
Dépenses diverses		1,252 82
TOTAL . fr.		15,174 67

Une subvention extraordinaire a été accordée, comme précédemment, par le Gouvernement au profit des ouvriers pensionnés ayant appartenu à des exploitations aujourd'hui abandonnées et dont les patrons ont disparu.

Le service de cette allocation, dont le montant s'est élevé à 2,163 francs, a été assuré par les soins de la caisse de prévoyance.

Situation de la Caisse.

Au 1er janvier 1910, l'avoir était de . fr.		232,895 70
A ajouter les recettes .		7,743 81
		240,639 51
A déduire les dépenses .		15,174 67
Au 31 décembre 1910, l'avoir était de . fr.		225,464 84

L'avoir de la Caisse a donc diminué, par comparaison avec l'année 1910, de fr. 7,430-06.

Le tableau ci-après donne la comparaison des opérations de la Caisse pendant les cinq dernières années :

ANNÉES	Recettes	Dépenses	Excédent en recettes	Excédent en dépenses	Avoir total à fin d'année
	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.
1906. . .	13,312 70	23,663 15	»	10,350 42	257,468 16
1907. . .	11,621 92	20,510 48	»	8,888 56	248,479 60
1908. . .	8,425 40	16,553 10	»	8,127 70	240,351 90
1909. . .	7,941 20	15,397 40	»	7,456 20	232,895 70
1910. . .	7,743 81	15,174 67	»	7,430 86	225,464 84

§ 6.

CAISSE DE PRÉVOYANCE DU LUXEMBOURG

(EN LIQUIDATION)

Recettes. . . . . fr. 1,090 73
Dépenses . . . . . 3,219 »
Déficit . . . fr. 2,128 27

L'avoir de la Caisse était au 31 décembre 1909 de fr. 37,847-60; au 31 décembre 1910, il n'est plus que de fr. 35,719-33.

Les recettes de l'année 1910 se décomposent comme suit:

Subside de l'Etat . . . . fr. 53 30
Rente sur l'Etat . . . . . 720 »
Arrérages de rentes et intérêts . 317 43
TOTAL . . . fr. 1,090 73

Les dépenses se décomposent comme suit :

Pensions. . . . . fr. 2,655 »
Frais d'administration . . . 415 »
Perte sur vente de titres . . . 149 »
TOTAL . . . fr. 3,219 »

Les charges de la caisse au 1er janvier 1911, en pensions acquises, déduction faite des extinctions de l'année, s'élèvent à 3,025 francs.

CHAPITRE II

§ 1. — PENSIONS ET SECOURS.

Nous avons jugé utile de faire suivre les renseignements concernant le mouvement de chacune des Caisses des tableaux ci-après, dressés dans la même forme que ceux qui se trouvent dans les rapports précédents de notre Commission; il n'est plus possible toutefois d'établir une comparaison avec les exercices antérieurs, en raison des circonstances que nous avons indiquées au début de ce rapport.

Opérations des Caisses de prévoyance en 1910

PENSIONS ET SECOURS DISTRIBUÉS

DÉSIGNATION DES PERSONNES SECOURUES	NOMBRE DE PERSONNES SECOURUES						MONTANT DES PENSIONS ET SECOURS					
	Mons	Charleroi	Centre	Liége	Namur	Luxembourg	Mons	Charleroi	Centre	Liége	Namur	Luxembourg
1° A la suite d'accidents.												
1° *Pensions viagères*												
a) Ouvriers mutilés incapables de travailler.	1,013	428	751	(1)	30	(1)	180,814 31	95,948 40	142,751 80	(1)	2,016 »	(1)
b) Veuves d'ouvriers morts par accident et d'ouvriers mutilés incapables de travailler.	672	522	307	»	66	»	95,123 82	99,779 40	41,020 10	»	3,409 »	»
c) Parents d'ouvriers morts par accident. .	19	5	102	»	5	»	2,779 75	792 »	10,548 »	»	243 »	»
Ensemble . . .	1,704	955	1,160	»	101	»	278,707 80	196,519 80	194,319 90	»	5,668 »	»
2° *Pensions temporaires.*												
d) Enfants d'ouvriers mutilés, de veuves d'ouvriers tués, frères et sœurs d'ouvriers tués.	143	259	6	»	20	»	5,390 05	14,391 40	306 »	»	174 »	»
3° *Secours.*												
e) Ouvriers blessés, parents d'ouvriers tués, dots de veuves se remariant.	»	1,561	»	»	137	»	»	216,737 »	»	»	6,210 »	»
Ensemble . . .	1,847	2,775	1,160	»	258	»	284,107 93	427,648 20	194,625 90	»	12,052 »	»
2° Pour cause de vieillesse ou d'infirmités.												
1° *Pensions viagères* :												
a) Ouvriers vieux et infirmes	1,860	2,442	1,473	»	»	»	267,862 21	244,621 65	288,467 60	»	»	»
b) Veuves d'ouvriers vieux et infirmes . .	1,261	19	1,159	»	»	»	94,407 54	491 40	97,222 50	»	»	»
2° *Pensions temporaires* :												
c) Enfants d'invalides et de veuves d'ouvriers vieux	»	4	6	»	»	»	»	120 »	»	»	»	»
3° *Secours* :												
d) Ouvriers vieux ou infirmes, veuves ou parents d'ouvriers vieux	»	133	»	»	»	»	»	10,655 50	»	»	»	»
Ensemble . . .	3,121	2,598	2,638	»	«	»	362,269 75	255,888 55	385,737 20	»	»	»

(1) Les renseignements concernant la répartition des pensions distribuées par les Caisses de Liége et du Luxembourg n'ont pas été produits.

Répartition des Pensions et Secours.

DÉSIGNATION DES CAISSES	Secours distribués à la suite d'accidents (antérieurs au 1er juillet 1905).			Secours résultant de la vieillesse ou de l'infirmité.		
	Nombre de personnes secourues	Sommes allouées		Nombre de personnes secourues	Sommes allouées	
		Globales	Par tête de personnes secourues		Globales	Par tête de personnes secourues
Mons. . . .	1,847	284,107 93	153 82	3,121	362,269 75	116 07
Charleroi . . .	2,775	427,648 20	154 10	2,598	255,888 55	98 46
Centre	1,160	194,625 90	167 78	2,638	385,737 20	146 22
Liége.	1,603	264,494 »	164 99	(1)	»	»
Namur	258	12,052 »	46 41	«	»	»
Luxembourg .	?	2,655 »	»	»	»	»
Totaux. . .	»	1,185,583 03	»	8,357	1,003,895 50	120 13

Pour la Commission permanente :

Le Chef de Division,
Membre-Secrétaire,
Alb. Van Raemdonck

Le Directeur Général des Mines,
Président,
L. Dejardin.

Bruxelles, novembre 1911.

(1) Les Sociétés charbonnières affiliées à la Caisse de Liége ont pris à leur charge le service des secours de vieillesse.

STATISTIQUE

MINES. — Production semestrielle

2me SEMESTRE 1911

Tonnes de 1000 kilogrammes

PROVINCES		Charbonnages		Ouvriers
		Production brute — Tonnes	Stocks à la fin du semestre — Tonnes	Fond et surface réunis — Nombre
Hainaut	Couchant de Mons .	2,298,770	76,670	32,570
	Centre . .	1,706,830	58,060	20,803
	Charleroi . . .	4,182,190	372,500	47,399
Liége	Liége-Seraing . .	2,426,300	143,460	31,648
	Plateaux de Herve .	574,450	11,920	5,507
Namur		389,630	23,680	4,649
Autres provinces		»	»	»
Le Royaume . .		11,578,170	686,290	142,576
2me semestre 1910		12,098,240	829,300	140,947
En plus pour 1911		»	»	1,629
En moins pour 1911 . . .		520,070	143,010	»

DOCUMENTS ADMINISTRATIFS

Machines à vapeur. — Surveillance.

Arrêté ministériel du 18 octobre 1911.

LE MINISTRE DE L'INDUSTRIE ET DU TRAVAIL,

Vu la loi du 5 juin 1911 modifiant celle du 21 avril 1810 sur les mines et rapportant entre autres les articles 73, 74 et 75 de cette dernière loi relatifs aux fourneaux, forges et usines ;

Vu l'arrêté royal du 28 août 1911, qui place les fourneaux, les forges et les usines métallurgiques sous le régime des établissements dangereux, insalubres ou incommodes, soumis aux dispositions de l'arrêté royal du 29 janvier 1863, et notamment l'article 2 de cet arrêté qui en laisse la surveillance aux ingénieurs des mines ;

Vu l'arrêté ministériel du 20 mars 1901, qui répartit le service de la surveillance des appareils à vapeur, autres que ceux dépendant d'un service de l'Etat, entre les fonctionnaires des Mines et des Ponts et Chaussées ;

Considérant que dans l'intérêt des chefs d'entreprise il convient de conserver aux Ingénieurs des mines la surveillance entière des dits établissements, y compris les appareils à vapeur qui y sont installés,

ARRÊTE :

ARTICLE PREMIER. — Les ingénieurs des mines continueront à exercer leur surveillance sur les appareils à vapeur des établissements régis, antérieurement à la loi du 5 juin 1911, par les articles 73 à 75 de la loi du 21 avril 1810 et classés actuellement parmi les établissements dangereux, insalubres ou incommodes, existants ou qui seraient établis à l'avenir dans les provinces d'Anvers, de Brabant, des deux Flandres et de Limbourg et dont il est fait mention au 2° de l'article 2 de l'arrêté ministériel du 20 mars 1901.

ART. 2. — Les appareils à vapeur placés dans les établissements dont la surveillance est confiée, à titre exceptionnel, à l'Inspection du Travail, par application de l'article 7 de l'arrêté royal du 22 octobre 1895, resteront soumis à la surveillance des fonctionnaires des Ponts et Chaussées.

Expédition du présent arrêté sera adressée, pour information, à MM. les Gouverneurs des provinces, à MM. les Inspecteurs Généraux des Mines, à MM. les Ingénieurs en Chef Directeurs des Arrondissements des Mines et à MM. les Ingénieurs en Chefs Directeurs des Ponts et Chaussées des provinces d'Anvers, de Brabant, des deux Flandres et du Limbourg et à l'Office du Travail.

Bruxelles, le 18 octobre 1911.

Le Ministre de l'Industrie et du Travail,

ARM. HUBERT.

Usines. — Législation. — Modifications à l'arrêté royal du 28 août 1911.

Arrêté royal du 31 janvier 1912.

ALBERT, ROI DES BELGES,

A tous présents et à venir, SALUT.

Vu l'arrêté royal du 28 août 1911, pris en exécution des dispositions de la loi du 5 juin 1911 sur les mines abrogeant les articles 73, 74 et 75 de la loi du 21 avril 1810 ;

Considérant qu'il y a lieu de modifier la nomenclature reprise à l'article 1er du dit arrêté ;

Sur la proposition de Notre Ministre de l'Industrie et du Travail,

NOUS AVONS ARRÊTÉ ET ARRÊTONS :

ARTICLE PREMIER. — Les rubriques qui figurent à l'article 1er de l'arrêté royal du 28 août 1911 sont remplacées par les suivantes :

DÉSIGNATION	CLASSE	INCONVÉNIENTS
1. Minerais et matières assimilables. Hauts-fourneaux pour la fabrication des fontes de fer ; fours divers, convertisseurs, cuves, etc., pour l'extraction et le raffinage des métaux autres que le fer.	1 A	Fumée, émanations métalliques, sulfureuses, arsenicales, etc.
2. Minerais (Fours de calcination). (Pour les installations connexes aux établissements repris sous le n° 1.)	1 B	Fumée abondante, dégagement de gaz nuisibles à la végétation, poussières.
3 Minerais sulfurés et matières assimilables (fours de grillage). (Pour les installations connexes aux établissements repris sous le n° 1.)	1 A	Émanations désagréables, insalubres et nuisibles à la végétation, contamination de la nappe d'eau souterraine.
4. Minerais et matières assimilables (Préparation mécanique des). (Pour les installations connexes aux établissements repris sous le n° 1.)	1 B	Altération de la pureté de l'eau par les matières entraînées. Poussières, bruit et fumée.
5. Métaux bruts et demi-finis, mitrailles et rognures (Travail des). Fabrication du fer et de l'acier ; laminage des divers métaux. (Usines soumises antérieurement au régime de la loi de 1810).	1 B	Fumées, poussières, bruit, et quelquefois émanations métalliques nuisibles.

Art. 2. — Notre Ministre de l'Industrie et du Travail est chargé de l'exécution du présent arrêté.

Donné à Bruxelles, le 31 janvier 1912.

ALBERT.

Par le Roi :

Le Ministre de l'Industrie et du Travail
Arm. Hubert.

STATUTS

DE LA

Caisse de Prévoyance des Charbonnages du Couchant de Mons en faveur des ouvriers mineurs

(Approuvés par arrêté royal du 15 décembre 1911)

ALBERT, Roi des Belges,

A tous présents et à venir, Salut.

Vu la demande formée, sous la date du 1er décembre 1911, au nom de l'Association houillère du Couchant de Mons, tendant à l'approbation des statuts de la Caisse de prévoyance de Mons en faveur des ouvriers mineurs, conformément aux dispositions de l'article 2 de la loi du 28 mars 1868 sur les caisses de prévoyance;

Vu l'avis de la députation permanente du conseil provincial du Hainaut, en date du 9 décembre 1911 ;

Vu les délibérations de la commission permanente des caisses de prévoyance en faveur des ouvriers mineurs, en date du 11 décembre 1911;

Vu la loi du 28 mars 1868 sur les caisses de prévoyance en faveur des ouvriers mineurs;

Vu la loi du 5 juin 1911 sur les pensions de vieillesse en faveur des ouvriers mineurs;

Vu les arrêtés royaux du 28 août et du 1er octobre 1911 relatifs à l'exécution de ces lois;

Sur la proposition de Notre Ministre de l'Industrie et du Travail,

Nous avons arrêté et arrêtons :

Art. 1er. Les statuts de la Caisse de prévoyance de Mons

en faveur des ouvriers mineurs sont approuvés dans leur teneur, ainsi qu'ils sont transcrits ci-joints en annexe.

Cette caisse portera le titre de : « Caisse de prévoyance des charbonnages du Couchant de Mons en faveur des ouvriers mineurs ».

Art. 2. Notre Ministre de l'Industrie et du Travail est chargé de l'exécution du présent arrêté.

Donné à Ostende, le 15 décembre 1911.

ALBERT.

Par le Roi :

Le Ministre de l'Industrie et du Travail,

ARM. HUBERT.

CHAPITRE Ier

Dispositions générales.

ARTICLE PREMIER. — La caisse de prévoyance de Mons en faveur des ouvriers mineurs, est régie par les présents statuts, conformément aux dispositions des lois du 28 mars 1868 et du 5 juin 1911.

Son siège est établi à Mons.

Elle portera le titre de *Caisse de prévoyance des Charbonnages du Couchant de Mons en faveur des ouvriers mineurs.*

ART. 2. — Sont affiliés à la caisse, les exploitants de charbonnages dont la liste figure à l'arrêté royal du 28 août 1911.

L'affiliation d'une exploitation de charbonnage s'étend à toutes les parties de cet établissement, dans la mesure où la loi le décide.

ART. 3. — L'association est établie sans limitation de durée, sous les restrictions prévues par les dispositions légales sur la matière.

Elle prendra cours le 1er janvier 1912.

ART. 3. — L'affiliation d'une exploitation de charbonnage s'étend à toutes les parties de cet établissement, dans la mesure où la loi le décide, y compris les industries connexes qui en dépendent.

ART. 4. — La caisse de prévoyance a pour objet :

1° De servir d'intermédiaire pour l'affiliation à la Caisse générale de Retraite sous la garantie de l'Etat, des ouvriers occupés dans les exploitations charbonnières affiliées ;

2° D'accorder des pensions ou, à titre transitoire, des compléments de pension aux ouvriers ou anciens ouvriers houilleurs, à leurs veuves et orphelins, dans les limites et conditions déterminées ci-après, conformément à la loi du 5 juin 1911 ;

3° D'instituer des œuvres de prévoyance et de secours en faveur des ouvriers houilleurs ou des membres de leurs familles.

ART. 5. — Les ressources de la caisse se composent :

a) D'une cotisation à verser par chaque exploitant;

b) A titre temporaire, d'une contribution de 50 centimes par mois, récupérable, le cas échéant, par voie de retenue sur les salaires, à charge des ouvriers ayant atteint au 1er janvier 1912, l'âge de 30 ans (nés avant le 1er janvier 1882);

c) Des subventions annuelles prévues par l'article 12 de la loi du 10 mai 1900 sur les pensions de vieillesse;

d) Des subsides des pouvoirs publics, des dons, legs et donations d'objets mobiliers.

Le taux de la cotisation annuelle à verser par chaque exploitant ne pourra être inférieur à 1 1/2 % du montant des salaires payés à ses ouvriers pendant l'année, ni supérieur à 2 1/2 % du même chiffre.

CHAPITRE II.

Administration de la Caisse de prévoyance.

SECTION I. — *De la Commission administrative.*

ART. 6. — La caisse de prévoyance est administrée par une commission administrative assistée d'un directeur-secrétaire.

ART. 7. — La commission administrative se compose d'un président, de quatre membres patrons, de quatre membres ouvriers, d'un délégué du Ministre de l'Industrie et du Travail, d'un délégué du Ministre des Finances et d'un délégué de la Députation permanente de la province.

ART. 8. — Le président de la commission administrative et un président suppléant sont nommés pour un terme de six ans, par la commission administrative, sous réserve d'agréation par le Ministre de l'Industrie et du Travail. A défaut de majorité en faveur d'un candidat, la nomination du président et du président suppléant appartiendra au président du tribunal de première instance de Mons.

Le président suppléant remplace le président en cas d'absence ou d'empêchement. Ce remplacement a lieu de plein droit et sans qu'il soit besoin de fournir des justifications aux tiers.

Art. 9. — Les administrateurs patrons sont nommés pour six ans par l'assemblée générale des exploitants affiliés, parmi les directeurs et administrateurs des sociétés charbonnières ou propriétaires de charbonnages affiliés à la Caisse.

Les administrateurs ouvriers sont nommés, pour le même terme, par les membres ouvriers effectifs des sections charbonnières des Conseils de l'industrie et du travail et des Conseils de prud'hommes établis dans le ressort de la Caisse.

Pour être éligibles, les administrateurs ouvriers doivent réunir les conditions requises pour l'éligibilité aux Conseils de l'industrie et du travail et aux Conseils des prud'hommes. Ils doivent, en outre, être occupés dans des charbonnages situés dans le ressort de la Caisse et avoir travaillé pendant dix ans au moins dans une exploitation charbonnière belge.

Sont inéligibles ceux qui, soit directement, soit par personne interposée habitant sous le même toit, soit pour un tiers, exercent la profession de cabaretier ou de commerçant.

Le mandat cesse de plein droit dès que les conditions d'éligibilité viennent à prendre fin.

Le renouvellement des mandats se fait par moitié tous les trois ans. Les administrateurs sortants sont rééligibles.

Pour la première fois, le sort règlera l'ordre des sorties.

Art. 10. — La commission administrative nomme le directeur-secrétaire et les autres membres du personnel et fixe les conditions de leur engagement.

Elle arrête les règlements nécessaires à l'exécution des présents statuts.

Art. 11. — La commission prononce sur toute demande de pension.

Art. 12. — Les ouvriers et tous intéressés peuvent se pourvoir contre les décisions de la commission devant le juge de paix dans le ressort duquel se trouve la caisse de prévoyance.

Art. 13. — Les actions en justice, tant en demandant qu'en défendant, sont exercées poursuites et diligences du directeur.

Art. 14. — La commission administrative est assistée d'un directeur qui remplira les fonctions de secrétaire de la commission.

Le directeur concourt avec le président ou, éventuellement, le président suppléant, à l'exécution des mesures adoptées par la commission administrative; il rédige les procès-verbaux des séances et la correspondance; il assure la gestion journalière de la caisse et la marche des bureaux; il vérifie les états des cotisations comme aussi

les pièces justificatives des payements effectués pour le compte de la caisse.

Art. 15. — La commission ne peut délibérer que moyennant la présence de la moitié au moins des membres ayant droit de vote, les membres patrons et les membres ouvriers devant toujours être en nombre égal. En cas d'inégalité, les plus jeunes membres du groupe le plus nombreux se retirent jusqu'à ce que l'égalité soit rétablie.

Les décisions sont prises à la majorité absolue des membres présents. En cas de partage des voix, la voix du président ou du président-suppléant est prépondérante.

Les délégués du Ministre de l'Industrie et du Travail, du Ministre des Finances et de la Députation permanente ont seulement voix consultative au sein de la commission. Ils auront voix délibérative, quand l'Etat et la Province interviendront dans les dépenses de la caisse.

Les membres jouissent d'un jeton de présence de 8 francs.

Toute pièce émanant de la commission est signée par le président ou le président suppléant et le directeur. Il en est de même des chèques, mandats, quittances et autres engagements financiers.

La commission s'assemble au local de la caisse de prévoyance, sur convocation de son président, au moins une fois par mois.

Art. 16. — Dans la première quinzaine de chaque mois, les exploitants affiliés adressent à la commission administrative, suivant les modèles qui leur sont prescrits :

A. Un état indiquant la somme totale comprenant celle récupérée, pendant le mois précédent, sur les salaires des ouvriers, et celle versée par ces derniers, en vue de leur affiliation à la Caisse générale de retraite.

Cette somme sera exigible au plus tard, le 15 du mois suivant celui auquel elle se rapporte. Elle sera versée, à l'intervention de la caisse de prévoyance, à la Caisse générale de retraite sous la garantie de l'Etat.

B. Un état déterminant la somme due à la caisse de prévoyance, du chef des cotisations et celles récupérées en son nom, sur les salaires des ouvriers pendant le mois précédent.

Art. 17. — Les exploitants affiliés adressent à la commission administrative de la caisse, dans la quinzaine qui suit l'expiration de chaque trimestre et suivant le modèle qui leur est prescrit, le compte succinct des sommes récupérées sur le salaire de chaque

ouvrier ou versées par lui, en vue de son affiliation à la Caisse générale de retraite.

Ces sommes seront portées au compte individuel de chaque ouvrier pour être versées à son profit à la Caisse générale de retraite.

Art. 18. — Dans la quinzaine qui suit l'expiration de chaque trimestre, les exploitants adressent à la commission administrative, d'après un modèle qui leur est prescrit, un état déterminant la somme due à la Caisse de prévoyance du chef des cotisations, et celle récupérée en son nom sur les salaires des ouvriers, ainsi qu'un état des paiements effectués pour le compte de cette caisse.

Le règlement de compte se fait dans le courant du mois qui suit l'expiration du trimestre.

La commission publie chaque année, avant le 1er mai, un compte détaillé de ses opérations.

Art. 19. — Les exploitants affiliés qui n'ont pas envoyé à la commission administrative, en due forme et dans les délais fixés, les pièces prescrites par les articles 16, 17 et 18 des présents statuts, encourent, par la seule échéance du terme et sans qu'il soit besoin de mise en demeure, une amende de cinq francs par chaque jour de retard.

La même pénalité est appliquée aux exploitants affiliés qui n'opéreront pas le versement des sommes dues dans les délais prescrits aux articles 16 et 18.

En outre, si la cotisation n'est point payée à l'échéance, une lettre recommandée, contenant mise en demeure, sera envoyée, dans les cinq jours de cette échéance à l'exploitant affilié et notification en sera faite au Ministre de l'Industrie et du Travail.

Section II. — *De l'assemblée générale.*

Art. 20. — L'assemblée générale se compose des représentants des sociétés charbonnières affiliées.

Chaque société est représentée par un seul délégué. Ce délégué jouit d'une voix. Ceux dont les sociétés emploient plus de trois cents ouvriers ont le droit de voter autant de fois que la société possède ce nombre d'ouvriers, sans que, dans aucun cas, la même société puisse jouir de plus de dix voix.

L'assemblée générale nomme annuellement son bureau.

Art. 21. — L'assemblée générale peut être convoquée en tout temps, soit d'office, par son président, soit à la demande de cinq membres.

Elle se réunit de plein droit une fois par année, le deuxième jeudi de mai, à 16 heures, au siège social.

Art. 22. — Chaque année, l'assemblée générale communique au Ministre de l'Industrie et du Travail, à telles fins que de droit, les observations qu'elle aurait à présenter sur les comptes arrêtés par la commission administrative.

Art. 23. — L'assemblée générale fixe, chaque année, dans le courant de février au plus tard, d'après les charges au 31 décembre de chaque année :

a) La cotisation provisionnelle à verser par les exploitants pour l'année en cours ;

b) La cotisation définitive due pour l'exercice écoulé.

La différence entre les cotisations provisionnelles et définitives du même exercice, est immédiatement ristournée aux associés.

L'assemblée peut déléguer des commissaires pour l'examen des comptes et pièces comptables.

Elle vérifie l'exactitude des documents et renseignements fournis par les associés et peut déléguer à cet effet, un ou plusieurs de ses membres ou le directeur.

CHAPITRE III

Du service d'intermédiaire pour l'affiliation des ouvriers à la Caisse générale de Retraite sous la garantie de l'Etat.

Art. 24. — La caisse de prévoyance est assimilée aux sociétés mutualistes reconnues par le Gouvernement, en ce qui concerne l'attribution des primes d'encouragement et des subventions annuelles prévues par la loi du 10 mai 1900 sur les pensions de vieillesse.

A moins de réserve expresse, l'exploitant affilié à une caisse de prévoyance est réputé faire choix de cette institution, pour servir d'intermédiaire en vue de l'affiliation de ses ouvriers à la Caisse générale de Retraite.

Art. 25. — En vue de l'affiliation de ses ouvriers à la Caisse générale de Retraite, tout exploitant insèrera dans le règlement d'atelier de son exploitation, une stipulation additionnelle au contrat de travail déterminant les conditions dans lesquelles cette affiliation sera réalisée, en conformité des lois et règlements sur la matière et des dispositions des présents statuts.

Art. 26. — Il sera effectué annuellement, sur le livret individuel délivré à chaque ouvrier, conformément aux lois et arrêtés qui régissent la Caisse générale de Retraite sous la garantie de l'Etat, des versements dont le montant minimum total est fixé sur la base de 18 francs par an, pour les intéressés âgés de moins de 21 ans et de 24 francs pour les ouvriers âgés de 21 ans et plus. Ces versements ont lieu par les soins de la caisse de prévoyance et leur montant est récupérable par voie de retenue sur les salaires.

Ces versements ne doivent plus être effectués du moment que la rente acquise par l'ouvrier au moyen de ses versements, tant obligatoires que facultatifs, aura atteint le taux déterminé par l'article 6 de la loi du 10 mai 1900 pour l'attribution des primes de l'Etat, l'entrée en jouissance des rentes étant réputée toutefois avoir été fixée uniformément à 60 ans.

Art. 27. — Lors du premier versement, chaque ouvrier déclare l'âge auquel il entend fixer l'entrée en jouissance de la pension de retraite. S'il n'est pas fait de déclaration explicite, l'entrée en jouissance sera d'office fixée à 60 ans.

Art. 28. — Chaque ouvrier devra déclarer également si le versement est effectué à capital abandonné ou bien s'il est soumis à la condition de réserve du capital au profit de ses héritiers ou légataires. En l'absence de stipulation expresse, tous les versements à la Caisse de Retraite seront toujours censés faits à capital abandonné.

Lorsque la réserve du capital est stipulée, la déclaration mentionnera la partie des versements obligatoires à effectuer à capital abandonné. En tous cas, les versements obligatoires seront pour la moitié de leur montant, opérés à capital abandonné.

Art. 29. — La caisse de prévoyance disposera des subventions annuelles allouées en vertu de l'article 12 de la loi du 10 mai 1900.

Toutefois, le montant des subventions afférent au livret des ouvriers qui, au 1er janvier 1912, n'ont pas dépassé l'âge de 21 ans, sera versé à la Caisse générale de Retraite au nom des titulaires intéressés.

Art. 30. — A la demande de l'ouvrier, la Caisse de prévoyance fera les démarches nécessaires soit pour lui faire rembourser, après l'entrée en jouissance de la rente, la valeur de rachat du capital réservé, soit pour faire acquérir, par affectation du capital réservé, une rente temporaire jusqu'à l'entrée en jouissance de la rente différée acquise.

Art. 31. — Lorsqu'un ouvrier assuré se trouve dans un des cas spécifiés par l'article 50 de la loi du 16 mars 1865 pour pouvoir demander la rente avant l'âge fixé, la Caisse fera les démarches nécessaires à cet effet, en se conformant aux dispositions légales sur la matière.

Art. 32. — Au décès d'un ouvrier affilié à la Caisse générale de Retraite, la caisse de prévoyance fait, à la demande des héritiers, les démarches nécessaires à l'effet d'obtenir :

a) Si le défunt n'a effectué que des versements à capital abandonné, la somme de 25 francs que la Caisse de Retraite alloue pour frais funéraires des associés décédés en état d'indigence, postérieurement à l'entrée en jouissance de leur rente. L'allocation est réduite au montant des versements effectués si ceux-ci sont inférieurs à 25 francs. La demande doit être introduite dans les trente jours du décès ;

b) La restitution d'une somme correspondant à 97 p. c. du montant des versements effectués à capital réservé au profit des héritiers du défunt.

Art. 33. — Les cotisations et les versements facultatifs du défunt spécialement destinés à la Caisse générale de Retraite et qui n'y auraient pas encore été déposés, sont remis à ses héritiers ou légataires.

Art. 34. — La comptabilité et les opérations relatives à l'affiliation des ouvriers à la Caisse générale de Retraite, seront concentrées au siège social de la caisse de prévoyance. Les frais d'administration sont à la charge de cette caisse.

CHAPITRE IV.

Du service des pensions et des compléments de pension.

Section I. — *Des conditions pour obtenir une pension ou un complément de pension.*

Art. 35. — La caisse accorde, transitoirement, une pension annuelle et viagère, à titre de complément de pension, aux ouvriers houilleurs âgés de plus de 21 ans et de moins de 60 ans au 1er janvier 1912, au fur et à mesure qu'ils atteindront l'âge de 60 ans et à la condition qu'ils aient travaillé jusqu'à cet âge et pendant au moins trente ans, dans une exploitation houillère belge.

Le taux de cette pension, établi suivant le barème joint aux présents statuts, sera égal à la différence entre la somme de 360 francs et

le montant de la rente que cet ouvrier aurait pu acquérir à la Caisse générale de Retraite, par les versements obligatoirement effectués.

Pour déterminer le montant de cette rente, les versements à capital réservé seront censés avoir été faits à capital abandonné et l'entrée en jouissance des rentes, réputée avoir été fixée uniformément à 60 ans.

Cette pension complémentaire sera à la charge de la caisse de prévoyance en proportion du nombre d'années de services, fournies par l'ouvrier dans les mines affiliées.

Art. 36. — A moins qu'il n'y soit pourvu autrement, une pension annuelle et viagère dont le montant atteindra au moins 360 francs est accordée :

1° A tout ancien ouvrier houilleur jouissant au 1er janvier 1912, d'une pension de retraite à charge soit de la caisse de prévoyance en faveur des ouvriers mineurs du Centre, soit d'un autre organisme de retraite existant au sein d'un charbonnage affilié ;

2° A tout ouvrier ou ancien ouvrier houilleur non pensionné ayant dépassé l'âge de 60 ans au 1er janvier 1912 et qui a travaillé jusqu'à cet âge et pendant trente ans au moins dans une exploitation houillère belge.

Art. 37. — La limite d'âge fixée à 60 ans par les articles 6 et 7, 2°, de la loi du 5 juin 1911, est abaissée à 55 ans, pour tout ouvrier ou ancien ouvrier houilleur qui aura été occupé jusqu'à cet âge et pendant trente ans au moins dans les travaux souterrains d'une exploitation belge, s'il cesse tout travail ou si, restant occupé au charbonnage, il touche un salaire inférieur aux trois cinquièmes du salaire moyen, calculé sur les cinq dernières années, des ouvriers de la catégorie à laquelle l'intéressé a appartenu pendant la majeure partie de cette période.

Il incombe à l'impétrant de produire la justification des conditions auxquelles le bénéfice de cette disposition est subordonné.

Art. 38. — Une pension annuelle de 180 francs est accordée, quand elles ont atteint l'âge de 60 ans, aux veuves des ouvriers houilleurs, âgés de plus de 21 ans à la date du 1er janvier 1912, qui viendraient à décéder après l'obtention d'une pension, pourvu qu'elles aient été unies à un ouvrier mineur pendant vingt ans au moins, même par des mariages successifs.

La caisse de prévoyance continuera, le cas échéant, le service des pensions des veuves et enfants mineurs accordées en vertu des statuts et des règlements des caisses de prévoyance ou autres caisses de retraite, avant le 1er janvier 1912.

Les pensions prévues aux articles 36, 37 et 38, 1er alinéa, sont à la charge de la caisse dans la proportion indiquée à l'alinéa final de l'article 35.

Section II. — *Des formalités pour obtenir une pension ou un complément de pension.*

Art. 39. — Toute demande de pension doit être adressée à la commission administrative de la caisse de prévoyance, soit directement soit par l'intermédiaire des exploitants de mines affiliés. Ceux-ci sont toujours consultés sur les demandes adressées par leurs ouvriers.

Art. 40. — Toute demande doit être accompagnée des pièces suivantes :

1° Un extrait de l'acte de l'état-civil constatant la date et le lieu de naissance de l'intéressé ;

2° Un état de services constatant la durée de son travail effectif dans des charbonnages belges ;

3° Le livret ou les livrets de l'ouvrier et l'attestation de son inscription sur le registre tenu conformément à la loi sur les règlements d'atelier. S'il s'agit d'un ancien ouvrier, un certificat est requis établissant que l'intéressé a travaillé jusqu'à l'âge de 55 ans dans les travaux souterrains, ou de 60 ans dans une exploitation houillère belge.

Les anciens ouvriers bénéficiaires d'une pension à charge d'une caisse de prévoyance ou d'un autre organisme de retraite, devront justifier de la décision leur allouant cette pension, conformément aux règlements de ces institutions ;

4° S'il s'agit d'une pension de veuve d'ouvrier houilleur, devront être produits : un extrait des actes de l'état-civil constatant la naissance, le mariage ou les mariages successifs de l'intéressée, un extrait de l'acte de décès du mari, ainsi qu'un certificat établissant que celui-ci a obtenu une pension.

Art. 41. — Les compléments de pension prévus à l'article 6 de la loi du 5 juin 1911 ne seront accordés que sur production du livret individuel d'affiliation à la Caisse générale de Retraite.

Section III. — *Du paiement des pensions.*

Art. 42. — Le paiement des pensions liquidées à charge de la caisse de prévoyance, se fait mensuellement par les soins des établissements affiliés et autant que possible au siège de la société où l'ouvrier a travaillé en dernier lieu.

En cas de concours de rentes dues par la caisse de prévoyance et par la Caisse générale de Retraite, les rentes à charge de cette dernière, pourront être payées à l'intervention de la caisse de prévoyance.

CHAPITRE V.

Fonds spécial.

Art. 43. — Lorsque, la cotisation patronale étant réduite à 1 1/2 p. c., l'exercice aura produit un boni, celui-ci sera affecté, conformément à l'article 9, dernier alinéa, de la loi du 5 juin 1911, aux objets spécifiés par la loi.

CHAPITRE VI.

Dispositions finales.

Art. 44. — Aucun changement aux présents statuts ne peut être fait qu'en assemblée générale.

La convocation se fait par lettre recommandée avec indication de l'ordre du jour.

Les modifications doivent être adoptées par les trois quarts des voix délibérantes, pourvu que ce nombre représente plus de la moitié des voix appartenant aux membres affiliés ayant droit de vote à l'assemblée générale.

Cependant une nouvelle assemblée générale, convoquée de la même manière, peut délibérer valablement, quel que soit le nombre des voix représentées, sur les objets mis, pour la seconde fois, à l'ordre du jour.

Vu, par la commission permanente des caisses de prévoyance en faveur des ouvriers mineurs, en séance du 11 décembre 1911.

Le Chef de division,
Membre Secrétaire,
Alb. van Raemdonck.

Le Directeur général des Mines,
Président,
L. Dejardin.

Vu pour être annexé à notre arrêté du 15 décembre 1911.

ALBERT.

Par le Roi :
Le Ministre de l'Industrie et du Travail,
Arm. Hubert.

Des arrêtés royaux des 20, 23, 23 et 29 décembre 1911 ont successivement approuvé les statuts des caisses de prévoyance en faveur des ouvriers mineurs de Namur, de Charleroi, du Centre et de la province de Liége. Les dispositions de ces statuts reproduisant d'une manière générale celles des statuts de la caisse de prévoyance du Couchant de Mons, il a paru inutile de les publier.

Loi du 5 juin 1911 sur les pensions de vieillesse en faveur des ouvriers mineurs.

DÉLÉGUÉS A L'INSPECTION DES MINES

Arrêté royal du 13 décembre 1911.

ALBERT, Roi des Belges,

A tous présents et à venir, Salut.

Vu la loi du 5 juin 1911 sur les pensions des ouvriers mineurs ;

Vu la loi du 28 mars 1868 sur les Caisses de prévoyance en faveur des ouvriers mineurs ;

Vu les arrêtés royaux du 28 août et du 1er octobre 1911, relatifs à l'établissement et à l'organisation de ces caisses ;

Vu la loi du 11 avril 1897 instituant des délégués à l'inspection des mines ;

Vu l'article 17 de cette loi, portant :

« Les délégués à l'inspection des mines continueront, » pendant la durée de leur mandat, à jouir éventuellement des avantages accordés par les caisses communes » de prévoyance en faveur des ouvriers mineurs auxquelles » se trouvaient affiliées les exploitations où ils étaient » occupés en dernier lieu.

» Les retenues réglementaires seront, éventuellement, » opérées sur leurs indemnités et versées, par les soins de » l'Etat, aux caisses dont il s'agit ».

Sur la proposition de Notre Ministre de l'Industrie et du Travail,

NOUS AVONS ARRÊTÉ ET ARRÊTONS :

ARTICLE PREMIER. — Les délégués à l'inspection des Mines jouiront, pendant la durée de leur mandat, des avantages accordés, conformément à la loi du 5 juin 1911, par la caisse de prévoyance à laquelle se trouve affiliée l'exploitation charbonnière où ils étaient occupés en dernier lieu.

ART. 2. — Ils seront assurés à la Caisse générale de retraite sous la garantie de l'Etat, dans les formes et conditions prévues par les statuts de la caisse, pour l'affiliation individuelle des ouvriers houilleurs de la circonscription.

ART. 3. — L'Etat assumera, vis-à-vis de la Caisse de prévoyance, les obligations relatives à cette affiliation qui sont imposées aux exploitants des charbonnages par les statuts de la caisse.

Il effectuera notamment sur les livrets individuels des délégués, les versements prescrits par l'article 2 de la loi du 5 juin 1911, au moyen de prélèvements opérés sur leurs indemnités.

En outre, l'Etat interviendra éventuellement, à titre temporaire, dans l'alimentation des caisses de prévoyance, pour verser, au nom des délégués et sous réserve de prélèvement sur leurs indemnités, la contribution mensuelle de 50 centimes mise à la charge des ouvriers houilleurs âgés d'au moins 30 ans au 1er janvier 1912.

ART. 4. — Les délégués à l'inspection des mines jouiront, à charge des caisses de prévoyance et dans les conditions requises par les articles 6 et 7 de la loi du 5 juin 1911, des pensions et compléments de pension prévus par ces dispositions.

Les années accomplies dans l'exercice de leur mandat

entreront en ligne de compte, conjointement avec la durée de leur travail effectif dans les mines, en vue de calculer les 30 années de services exigées pour l'octroi de ces pensions ou compléments de pension.

Si les années de travail effectif dans les mines ont été passées dans les travaux souterrains, la limite d'âge pourra être abaissée à 55 ans dans les conditions prévues par l'article 8 de la loi du 5 juin 1911.

ART. 5. — Le service des pensions et des rentes acquises aux délégués, se fera conformément aux statuts et règlements de la caisse de prévoyance et, le cas échéant, pour le compte de la caisse, par les soins d'un établissement affilié.

Les demandes de pension seront adressées à la Commission administrative, conformément aux dispositions statutaires, par les intéressés ou, le cas échéant, par l'Etat.

ART. 6. — Notre Ministre de l'Industrie et du Travail est chargé de l'exécution du présent arrêté.

Donné à Bruxelles, le 13 décembre 1911.

ALBERT.

Par le Roi :

Le Ministre de l'Industrie et du Travail,

ARM. HUBERT.

ARRÊTÉS SPÉCIAUX

MINES

Arrêté royal du 9 mai 1911, qui autorise la Société anonyme des charbonnages de Limbourg-Meuse à occuper diverses parcelles de terrain pour les besoins de son exploitation.

Arrêté royal du 9 mai 1911, qui autorise la Société anonyme des Charbonnages d'Ormont à occuper diverses parcelles de terrain pour les besoins de son exploitation.

Arrêté royal du 30 mai 1911, qui autorise la Société anonyme des Charbonnages du Bois communal de Fleurus à occuper une parcelle de terrain pour les besoins de l'exploitation de son siège Sainte-Henriette.

Arrêté royal du 30 mai 1911, qui autorise la Société anonyme des Charbonnages de La Minerie à traverser, par une bacnure, l'esponte septentrionale de sa concession de La Minerie.

Arrêté royal du 12 septembre 1911, qui autorise la Société anonyme du Charbonnage de Bray à occuper, pour les besoins de son exploitation, une parcelle de terrain sise à Bray.

Arrêté royal du 12 septembre 1911, qui déclare d'utilité publique l'établissement d'une voie ferrée destinée à relier au chemin de fer de l'Etat, à Bracquegnies, le siège n° 3 de la concession de Maurage.

Arrêté royal du 6 novembre 1911, qui accorde à la Société anonyme de Recherches et d'exploitation Eelen-Asch à Bruxelles, à la Société Civile Dury, Smits et Piette et à la Société Civile Huwart-Dumont, baron Léon de Pitteurs-Buddinghen et Alex. Doreye, la concession des mines de houille gisant sous une étendue d'environ trois mille deux cent cinquante hectares des communes de Houthaelen, Zolder, Zonhoven, Hasselt et Genck, sous le nom de concession de Houthaelen.

Arrêté royal du 10 novembre 1911, qui autorise la réunion des concessions de Deminche et de Franière à celle de Ham-sur-Sambre, Arsimont et Mornimont.

USINES

Arrêté royal du 9 mai 1911, qui autorise la Société métallurgique de Lommel à augmenter la consistance de son usine de Lommel.

Arrêté royal du 9 mai 1911, qui autorise la Société anonyme « Usine de désargentation de Hoboken » à établir divers appareils à son usine de Hoboken.

Arrêté royal du 9 mai 1911, qui autorise la Société anonyme Boulonneries et Laminoirs Gilson, à La Croyère, à établir un four Siemens-Martin pour la fabrication de l'acier.

Arrêté royal du 9 mai 1911, qui autorise la Société anonyme John Cockerill à augmenter la consistance de son aciérie.

Arrêté royal du 9 mai 1911, qui autorise la Société anonyme John Cockerill à établir, dans ses usines de Seraing, un four électrique système Girod et un four à réchauffer ordinaire à vent soufflé.

Arrêté royal du 30 mai 1911, qui autorise la Société anonyme de la Vieille-Montagne à agrandir l'usine de grillage des blendes sise à Baelen-sur-Nèthe.

Arrêté royal du 30 mai 1911, qui autorise la Société métallurgique de Sambre-et-Moselle à établir, sur le territoire de Montignies-sur-Sambre, un laminoir à fer et acier

Arrêté royal du 30 mai 1911, qui autorise la Société anonyme d'Ougrée-Marihaye à établir, dans sa division des aciéries à Seraing, un train de laminoir à tôles moyennes et trois fours à réchauffer les tôles.

Arrêté royal du 30 mai 1911, qui autorise la Société anonyme des Mines et Fonderies de zinc de la Vieille-Montagne, à augmenter la consistance de son usine de Baelen-sur-Nethe.

Arrêté royal du 30 mai 1911, qui autorise la Société métallurgique de Sambre-et-Moselle à ériger, à Montignies-sur-Sambre, une usine pour la fabrication du coke et de la fonte.

Arrêté royal du 4 juin 1911, qui autorise la Société anonyme « Les Ateliers métallurgiques de Charleroi » à établir une fonderie d'acier dans son usine de Mont-sur-Marchienne.

Arrêté royal du 4 juin 1911, qui autorise la Société anonyme « Laminoirs et Fabrique de tubes de Nimy » à établir, sur le territoire de la ville de Mons, une fabrique de fer puddlé et un laminoir.

Arrêté royal du 4 juin 1911, qui autorise la Société anonyme des Usines et Aciéries Allard, à Mont-sur Marchienne, à établir une aciérie à petits convertisseurs, à Mont-sur-Marchienne

Arrêté royal du 5 juin 1911, qui autorise la Société anonyme des anciens établissements métallurgiques Valère Mabille et R. Pelgrims, à Mariemont, à établir à Morlanwelz, une fonderie d'acier.

ANNALES DES MINES DE BELGIQUE

SOMMAIRE DE LA 1re LIVRAISON, TOME XVII

MÈMOIRES

Les affaissements du sol produits par l'exploitation houillère . . . . . **L. Thiriart** 3

SERVICE DES ACCIDENTS MINIERS ET DU GRISOU

Les asphyxies par les gaz des hauts-fourneaux. — Revue analytique et critique des accidents survenus en Belgique de 1906 à 1911 . . . **Ad. Breyre.** 65

EXTRAITS DE RAPPORTS ADMINISTRATIFS

1er SEMESTRE 1911

4me arrondissement. — Charbonnage de Bayemont; puits Saint-Charles : Rehaussement du châssis à molettes . . . . . **O. Ledouble** 157

6me arrondissement. — Charbonnage de Floriffoux : Pont en béton armé. — Charbonnage de Malonne : Sondage . . . . . **G. Bochkoltz** 164

7me arrondissement. — Charbonnages des Kessales : Transport mécanique. — Machine d'extraction électrique. . . . . **V. Lechat** 166

8me arrondissement. — Charbonnages d'Abhooz et Bonne-Foi-Hareng; siège d'Abhooz : Sondage du Chertal. — Charbonnages de l'Espérance et Bonne-Fortune; siège Saint-Nicolas : Remblayage par l'eau. . . **J. Julin** 177

LE BASSIN HOUILLER DU NORD DE LA BELGIQUE

(Mémoires, notes et documents.)

Situation au 1er janvier 1912 186

Tableau des mines de houille de la Campine au 1er janvier 1912 192

Concession de Houthaelen ; arrêté royal du 6 novembre 1911 194

NOTES DIVERSES

Etats-Unis : Production de l'acier (1906-1910) ; Production de la fonte pendant un siècle ; Production de la fonte de fer (1810-1909). — Inde Britannique : Sa production minérale. — Royaume-Uni : Production du fer et de l'acier (1909 et 1910). — Allemagne : Sa production minérale (1909 et 1910). — La production de l'acier dans le monde. — La production du cuivre dans le monde . . . . **Ed. Lozé** 201

Bibliographie : Agenda Dunod pour 1912 : Mines et Métallurgie, par David Levat. — Agenda de l'Automobile et de l'Aviation 1912 (Editions techniques Mussche). — Agenda de l'Electro 1912. — Les mines à l'Exposition de Charleroi, par Em. Didier. 210

Assemblée des mineurs (*Bergmannstag*) à Vienne 1912 214

STATISTIQUE

Caisses de prévoyance en faveur des ouvriers mineurs. Examen des comptes de l'année 1910. 215

Mines : Production du 2me semestre 1911 231

DOCUMENTS ADMINISTRATIFS

Machines à vapeur. — Surveillance ; arrêté royal du 18 octobre 1911 232

Usines. — Législation. — Modifications à l'arrêté royal du 28 août 1911. — Arrêté royal du 31 janvier 1912 233

Caisses de prévoyance en faveur des ouvriers mineurs : statuts de la caisse de Mons . 235

Loi du 5 juin 1911 sur les pensions de vieillesse en faveur des ouvriers mineurs. — Délégués à l'inspection des mines. — Arrêté royal du 13 décembre 1911 . . 247

Arrêtés divers concernant les mines et les usines 250