

TABLE DES MATIÈRES

	Page
PRÉFACE	381
I. Modes de rémunération du vendeur	381
1 ^o Paiement en espèces. — Formation de la société	382
2 ^o Paiement par annuités ou redevance fixes (obligations).	386
3 ^o Paiement par redevances variables	386
4 ^o Paiement en actions. — Formation de la société	388
5 ^o Paiement partie en espèces, partie en actions	395
II. Amortissement du capital par les sociétés minières	396
III. Actions de divers rangs	398
1 ^o Actions de capital, actions privilégiées	398
2 ^o Actions de jouissance	399
3 ^o Parts de fondateur	399
IV. Financement des extensions des installations	402
1 ^o Application des réserves.	402
2 ^o Emission d'actions nouvelles	402
3 ^o Emission d'obligations	403
V. Fusion des sociétés minières	404
1 ^o Rectification des bilans	405
2 ^o Formation du bilan devant résulter de la fusion	407
3 ^o Partage proportionnel du capital-actions de la société nouvelle entre les actionnaires des mines constituantes	407

NOTES DIVERSES

Exploitation par havage mécanique des couches à forte inclinaison

DISPOSITIF DE SURETE

NOTE

RAR

G. PAQUES

Ingénieur au Corps des Mines, à Charleroi.

Les difficultés d'exploitation, de plus en plus graves au fur et à mesure de l'appauvrissement des gisements, jointes aux difficultés économiques du moment, obligent l'exploitant de nos mines à tirer tout le parti possible du machinisme mis à sa disposition par la technique moderne.

Le but de la présente note est de signaler un dispositif de sûreté automatique permettant d'utiliser les types actuels de haveuses le long de tranches fortement inclinées, dispositif fourni sur le marché belge par la firme De Decker et C^{ie}, rue Van Moer, à Bruxelles, et mis en service, tout récemment, dans un pendage à 50° à la section de Fleurus des charbonnages d'Appaumée-Ransart de la Société anonyme des Houillères-Unies du Bassin de Charleroi, à Gilly.

Ce dispositif, basé sur une application nouvelle du frottement d'enroulement, est représenté aux croquis suivants. Il permet de soutenir la haveuse indépendamment du câble ou, éventuellement, de la chaîne de halage habituels, et ce à tout moment, sans heurt possible et sans intervention d'aucun ouvrier supplémentaire.

Il consiste essentiellement en un plateau métallique P (fig. 1 et 2), de dimensions relativement réduites, en l'espèce 530 × 300 millimètres de surface et 25 millimètres d'épaisseur, fixé par boulons ou tirefonds à la face latérale de la haveuse (côté remblai) et portant,

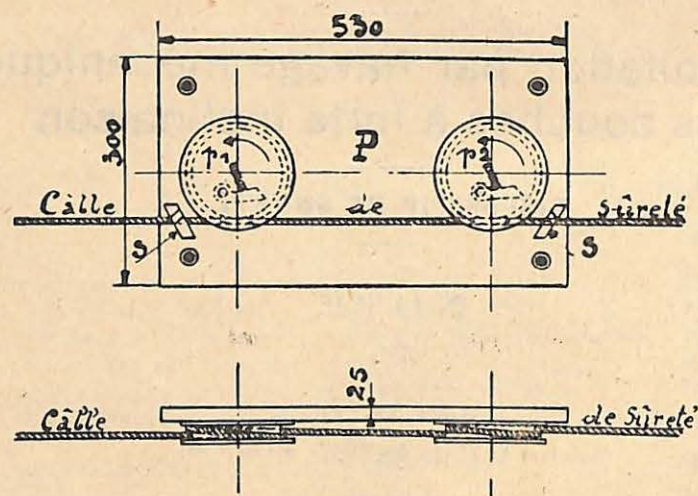


Figure 1.

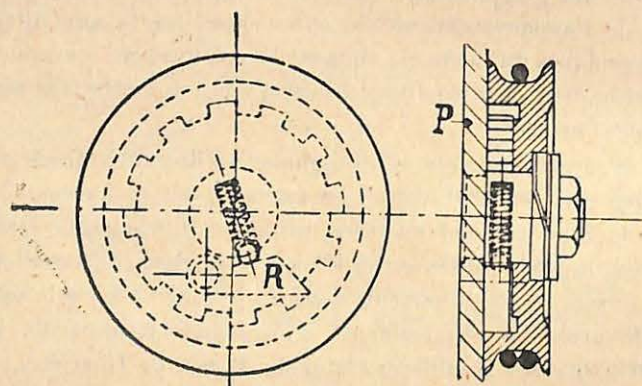


Figure 2.

suivant son axe et vers ses extrémités, deux poulies identiques p^1 et p^2 , à large gorge. L'ensemble est illustré par la photographie ci-après. Les poulies présentent intérieurement une denture droite et un cliquet de retenue R , de telle sorte qu'elles n'ont, en marche normale, qu'un seul sens de rotation.

D'autre part (fig. 3), un câble métallique de 10-12 millimètres de diamètre, ayant approximativement la longueur de la taille, terminé à chacun de ses bouts par une chaîne, est tendu fortement

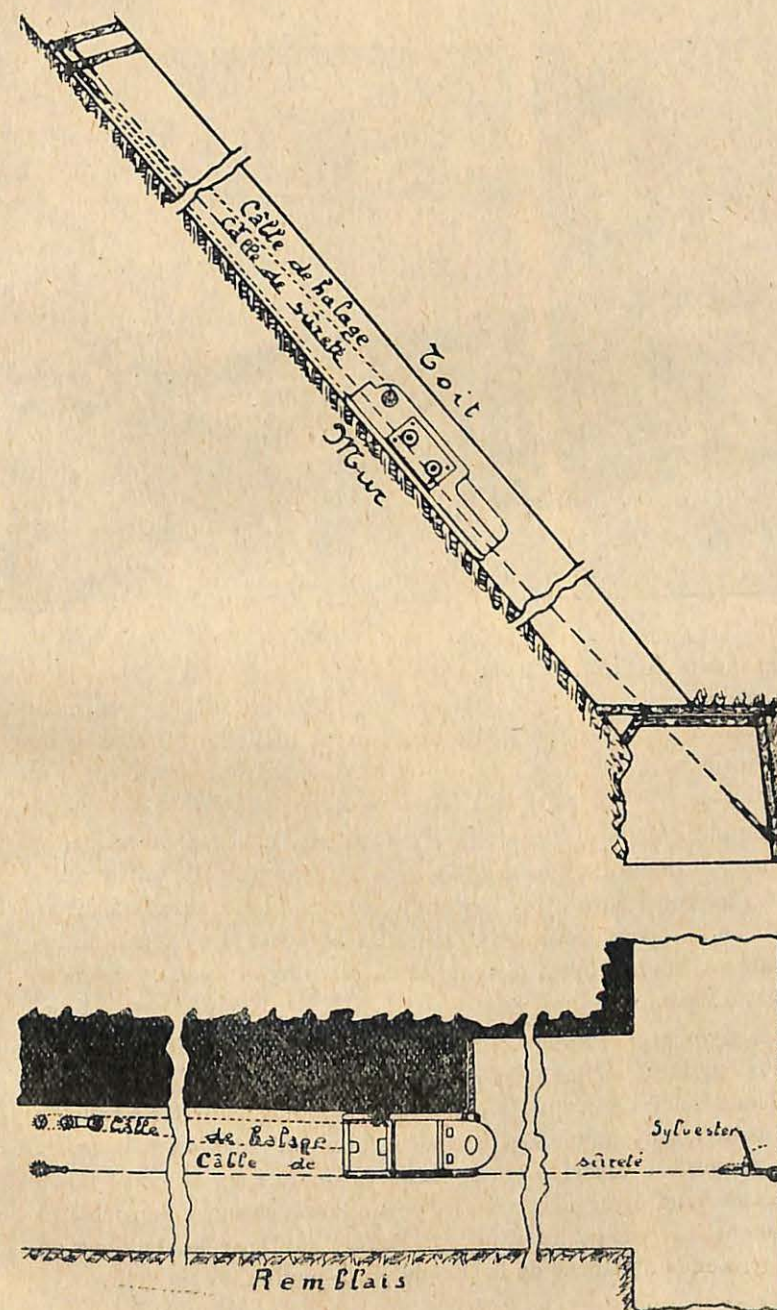
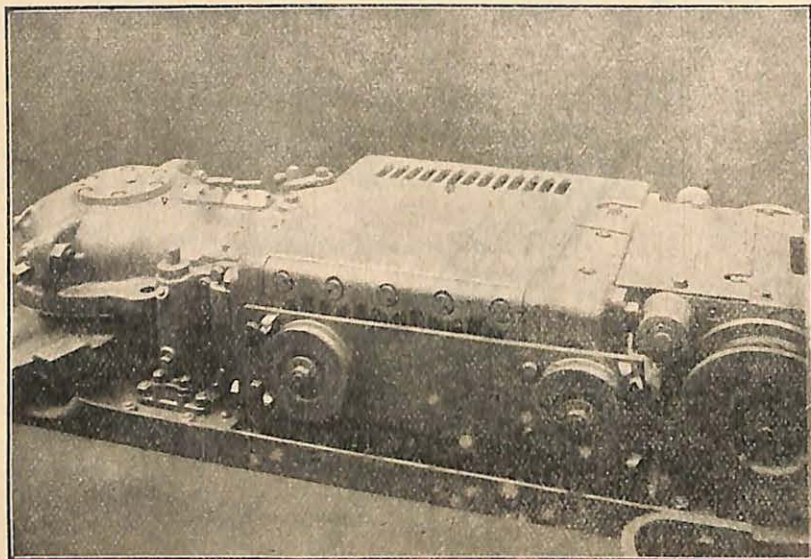


Figure 3.



dans la havée frontale : fixé par l'une des chaînes à un pilot solidement amarré au sommet de la longueur à haver, le câble s'enroule, un tour complet, sur la gorge des deux poulies avant d'être tendu au pied de la taille, par un « sylvester » ou tout autre appareil analogue, à l'étau d'aval du cadre correspondant de la voie.

Le mécanisme se comprend aisément : la haveuse en action, se halant en montant, les poulies de sûreté tournent « paresseux » dans les boucles du câble. Au premier signe de faiblesse du dispositif de halage, soit au câble, soit à ses attaches, les cliquets interviennent, immobilisent les poulies de retenue, et aucun glissement n'est à craindre.

Je signalerai comme points particuliers que l'arrivée et la sortie du câble de sûreté près des poulies de retenue sont guidées par des pièces spéciales S et que la plaque porte-poulies pourrait s'adapter au besoin, moyennant légère modification, au patin de la haveuse. La présence d'encoches ou de rainures sur la face du corps de la haveuse rend également souvent possible le placement de cornières appropriées permettant d'alléger l'effort subi par les boulons ou les tirefonds d'attache de la plaque porte-poulies.

Il est à peine besoin de dire que le câble de sûreté doit rester bien libre en ne touchant aucune pièce, et notamment aucun levier de commande de la haveuse, et que le mécanisme d'encliquetage, bien que protégé, est à maintenir en bon état de propreté.

A noter également qu'en cas de couches occasionnant des calages de barre en cours de havage, le dispositif exige, pour éviter des mécomptes, l'utilisation d'une haveuse à rotation inversable.

Mars 1928.

Un incendie souterrain à la mine Emma (Limbourg hollandais)

NOTE

de M. A. MEYERS

Ingénieur au Corps des Mines.

Nous avons eu l'occasion d'assister, le 27 mars 1928, à la conférence que M. Duifjes, Ingénieur, a faite, à Heerlen, devant la Geologische Mijnenbouwkundige Vereniging voor Nederland en Kolonien, au sujet d'un incendie survenu dans une taille de la mine Emma, le 22 novembre 1927.

L'intérêt de cette communication résultait du choix des moyens adoptés pour obtenir une extinction rapide, à savoir simultanément l'arrosage et l'isolement par barrage.

I. — Situation du chantier.

La couche n° 7, où a sévi l'incendie, est formée d'une laie de charbon puissante de 70 centimètres et d'un mur charbonneux de 30 centimètres.

Le charbon contient 26 % de matières volatiles, 3 % à 4,7 % de cendres, très peu de soufre; il donne 60 à 70 % de coke. Le toit, schisteux, est de compacité moyenne.

Dans le chantier en question, l'allure est en plateure, l'inclinaison étant de 8° à 9° N.-W. Ainsi qu'on le voit au plan schématique (fig. 1), l'exploitation s'étend à l'Est du puits, en aval du niveau d'exploitation de 410 mètres. Des travers-bancs divisent la concession en panneaux. Ces galeries sont revêtues de cadres métalliques avec garnissage en rondins.

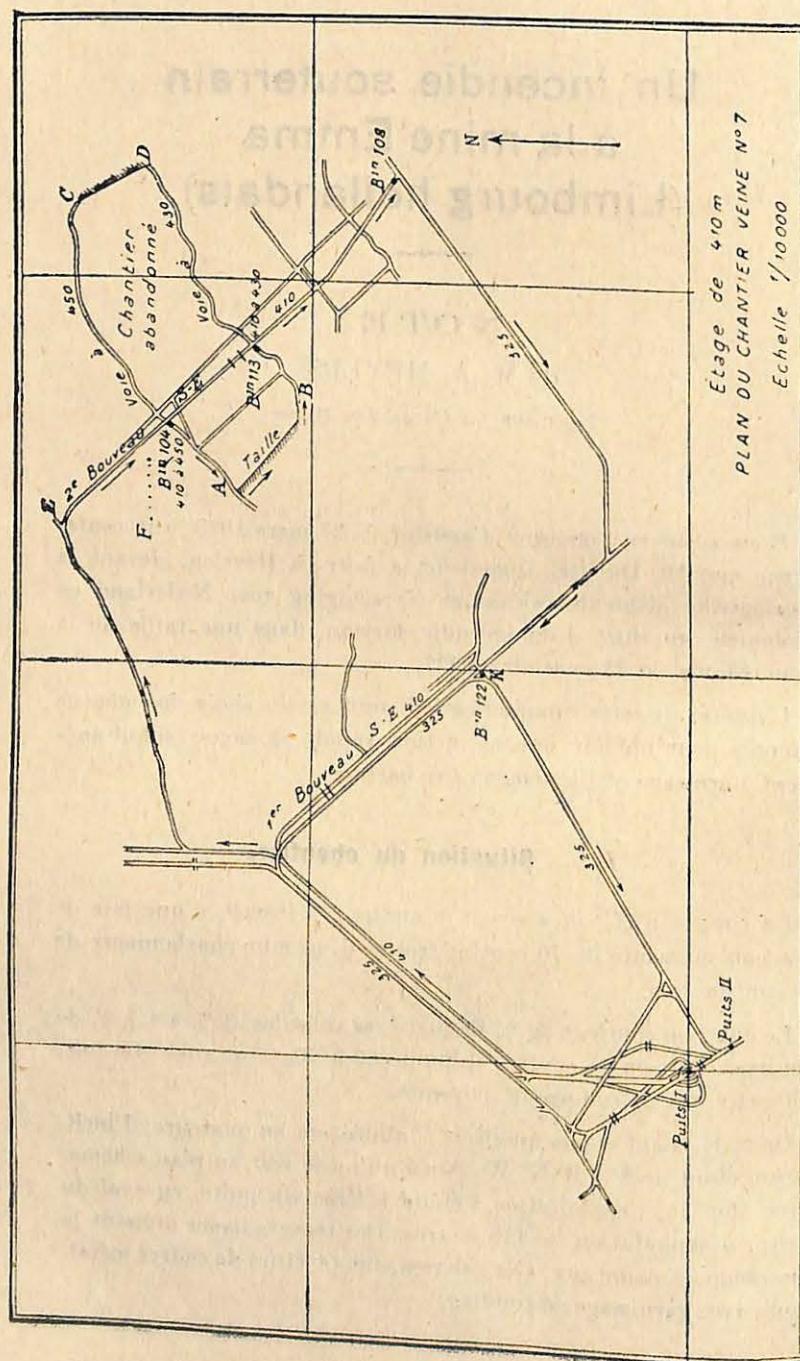


Figure 1.

Le déhouillement se fait par grandes tailles chassantes, telles AB et CD, de 140 mètres de longueur. A des distances correspondant à la longueur de ces tailles sont espacés, le long du travers-bancs, — dans ce cas le 2^e bouveau S.-E., — des burquins, ou puits intérieurs. L'un, le n° 104, a 40 mètres, un autre, le n° 113, 20 mètres de profondeur. Ces burquins, de forme rectangulaire, sont revêtus de cadres en bois.

La taille AB seule était en activité, la taille CD ayant été abandonnée depuis un an, soit fin novembre 1926.

Les voies de traçage précédant les tailles étaient étançonnées par des cadres en bois ou métalliques.

L'abatage se faisait principalement durant le poste de nuit, au moyen de marteaux-pics, le poste de l'après-midi étant réservé au déplacement de deux installations de couloirs disposées en série et activées par moteurs à air comprimé. Le boisage des tailles consistait en files de bèles alignées, suivant l'inclinaison, à la distance de 1^m,50, qui représente l'avancement journalier. Le remblai était simplement formé à l'aide des 30 centimètres de faux mur, qui est enlevé aussitôt après la veine. De plus, en arrière de la hève réservée aux couloirs, on montait, tous les deux mètres, des piles de bois de 60 × 60 centimètres de section, et que l'on déplaçait à mesure de l'avancement de la taille, le toit s'éboulant en arrière du front.

Le long des voies étaient montées, dans les tailles, des piles de bois de 2^m,50 × 2^m,50 remplies de pierres sèches. La taille, livrée à 40 abatteurs, avait une production journalière de 200 tonnes.

Le courant ventilateur, dont le circuit est indiqué par flèches au plan, était, pour la seule taille AB, de 500 mètres cubes par minute. L'atmosphère au niveau de 430 mètres contenait ordinairement 0,8 % de teneur en grisou. La quantité de grisou dégagée journellement était donc de 5.760 mètres cubes, soit 28,5 mètres cubes par tonne extraite.

La veine étant poussiéreuse, des arrêts-barrages en poussières incombustibles étaient établis dans les voies; en outre, quatre ouvriers avaient pour mission de saupoudrer de mêmes poussières les parois des voies.

L'analyse des poussières recueillies sur les boisages accusait une teneur de 90 % à 94 % de cendres.

II. — Principales circonstances de l'incendie.

Le 22 novembre 1927, durant le poste de l'après-midi, les ouvriers procédèrent au déplacement des couloirs, puis, trois heures durant, actionnèrent ces couloirs pour évacuer le charbon qui se trouvait encore dans la taille. Ils abandonnèrent alors le chantier, qui resta sans personnel pendant environ 40 minutes, soit jusqu'à l'arrivée du poste de nuit.

Tandis que les ouvriers abatteurs, accompagnés du porion, empruntaient, pour se rendre à la taille, le burquin n° 104 suivant l'entrée d'air, un ajusteur et un surveillant descendirent le burquin n° 113, par où se faisait le retour d'air de la taille.

Ayant remarqué que l'atmosphère de la voie de retour d'air était remplie de fumée sentant le bois brûlé, ce surveillant renvoya l'ajusteur, et, par le burquin n° 104, s'en vint avertir le porion. Celui-ci, ayant pénétré dans la taille, rencontra vers 40 mètres de hauteur une épaisse fumée, provenant de bois en ignition; il fut impossible d'aller plus avant. Ayant fait évacuer le chantier par le personnel, il avertit la Direction. Comme en ce moment, la fumée se faisait plus abondante dans les voies de retour d'air, qu'il y avait lieu de craindre une propagation rapide de l'incendie, et que la présence de grisou en proportion dangereuse faisait renoncer à la lutte directe, il fut décidé d'évacuer tous les chantiers de la mine et de noyer la taille de la couche n° 7, puisque ces travaux se trouvaient en contrebas du niveau d'exploitation.

Pour ce faire, on installa en E une pompe d'un débit de 1 mètre cube par minute. Elle fut mise en marche le 23 novembre, vers 3 heures du matin, soit 4 heures après l'alarme.

On décida, au surplus, de tenter d'étouffer en même temps le foyer de l'incendie, en supprimant tout accès d'air. En conséquence, on construisit un barrage, dans le nouveau S.-E. d'entrée d'air, en F, soit à 160 mètres environ de la pompe. Ce barrage fut formé de deux murs de sacs de sable distants de deux mètres, l'espace intermédiaire étant rempli d'un mélange de sable et d'argile. Lorsque le barrage eut atteint une épaisseur de deux mètres, la partie supérieure, laissée ouverte sur 40 centimètres de hauteur, fut obturée, supprimant tout aérage du chantier.

Aucune disposition spéciale ne fut prise pour cette fermeture; après avoir préparé de petits sacs de sable et d'argile en nombre

suffisant, les surveillants occupés à monter le barrage, les entassèrent le plus rapidement possible dans l'ouverture laissée libre.

Une heure après la fermeture du barrage, soit vers 7 heures et demie, on entendit une première explosion dans le chantier.

Vers 13 heures et demie, une deuxième pompe, d'un débit de 3 mètres cubes par minute, fut mise en marche, en remplacement de la première, tandis que l'épaisseur du barrage était portée à 10 mètres.

A 18 h. 30, une seconde explosion, plus violente que la précédente, ayant été entendue dans le nouveau Sud-Est, on procéda à la démolition du barrage, tout en laissant la pompe en marche; la quantité d'eau refoulée devait, en effet, avoir dès ce moment inondé la plus grande partie de la taille. Néanmoins, on continua à noyer les travaux jusqu'à ce que le niveau de l'eau atteignit la partie supérieure des burquins.

Tandis qu'on procédait à la mise sous eau du chantier, on observait, au point K, la température de la voie de retour et on prélevait des échantillons d'air pour titrage en oxyde de carbone, grisou, oxygène et anhydride carbonique. Les résultats de ces analyses sont reproduits graphiquement à la figure n° 2.

On remarquera que le pourcentage en grisou a été maximum, 2 %, au moment de la seconde explosion. La baisse subséquente résulte évidemment du rétablissement de l'aérage en suite de la démolition du barrage.

Après démolition du barrage, on a pu, sans danger, visiter le nouveau S.-E. et y constater les effets de l'explosion. Le revêtement métallique n'était pas endommagé. Les portes d'aérage avaient été brisées et projetées en tous sens. Des canars d'aérage posés le long des parois avaient été les uns aplatis, les autres simplement déplacés. A l'entrée du burquin n° 104, un canar d'aérage était aplati.

Après quelques jours, on vida les travaux mis sous eau.

Six semaines après l'incendie, on put descendre le long du burquin n° 104. Ce dernier était resté intact, mais un éboulement qui s'était produit, à 15 mètres du burquin, dans la voie de traçage, empêcha d'atteindre le pied de la taille. Le courant d'air était encore d'environ 30 mètres cubes par minute. Il fut reconnu pur.

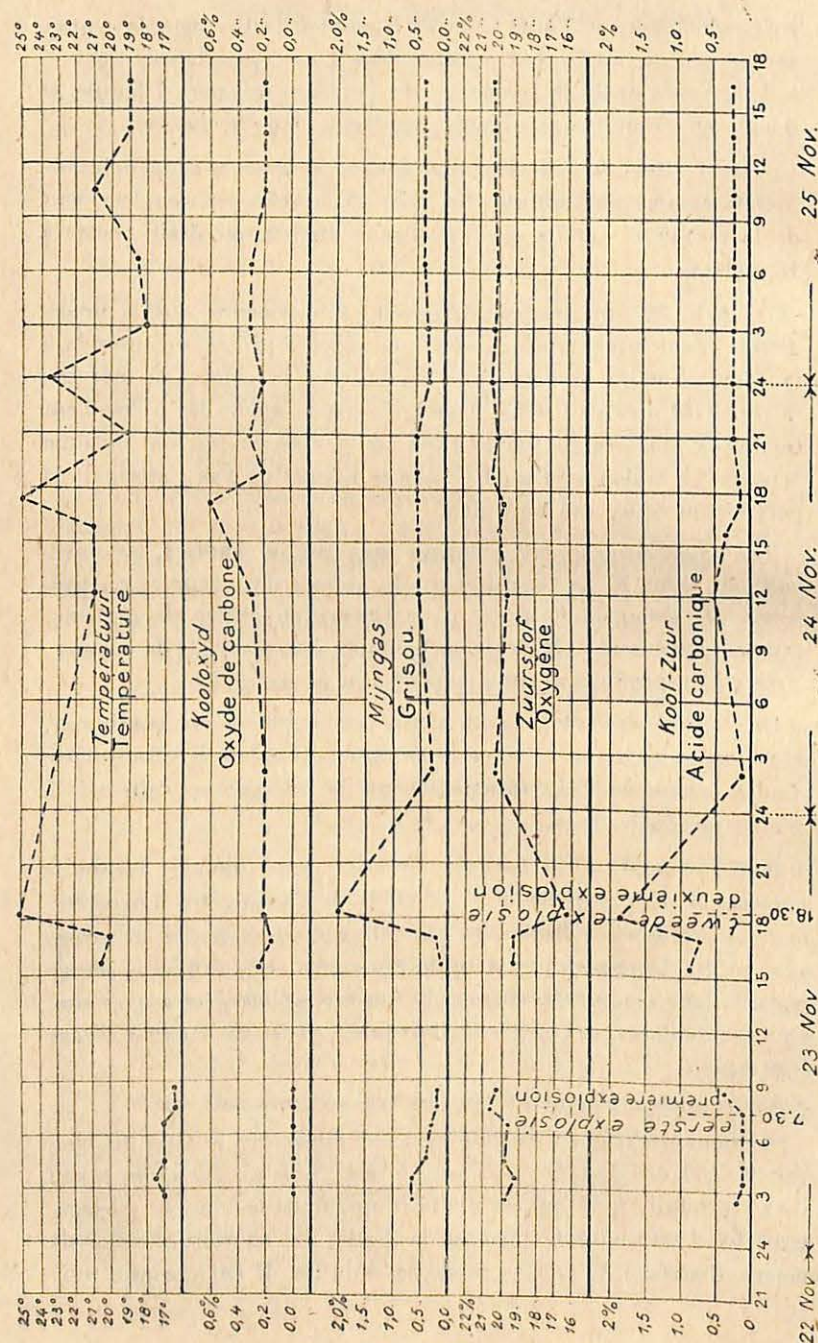


Figure 2.

III. — Cause de l'incendie.

Par suite du manque absolu de renseignements qu'auraient, seuls, pu fournir les ouvriers et la surveillance, on n'a pu faire que des hypothèses sur la cause de l'incendie.

Se basant sur le fait que l'atmosphère de la taille était remplie de fumée provenant de bois brûlé, la Direction a attribué l'incendie à une inflammation du bois, produite par le frottement des couloirs contre le boisage de la taille. On procéda à la surface à plusieurs expériences pour provoquer l'inflammation du bois par frottement contre les couloirs. Dans une atmosphère à 9° C., le couloir atteignit au point de frottement une température de 150°, et le bois, celle de 135°. Dans une atmosphère à 22°, la température atteinte par le couloir fut de 170° et celle du bois de 150°. Lorsque le couloir était enduit de graisse, sa température était plus basse.

Au laboratoire, un morceau de bois, mis dans un tube où circulait un courant d'air à 200°, se carbonise sans s'enflammer. Cependant, lorsque le bois était porté à forte température, il s'enflamme très facilement au contact d'une allumette.

En conclusion donc, ces essais n'ont pas fourni d'explication des faits.

Je rappellerai cependant le cas d'incendie dans les « balances », où le frottement permanent du frein engendre une chaleur produisant un dessèchement considérable du boisage, auquel une étincelle provenant de la bande du frein ou la combustion de l'âme en chanvre du câble peut suffire à mettre le feu.

En terminant, il y a lieu de noter la rapidité avec laquelle fut maîtrisé cet incendie. Quarante-huit heures de travail suffirent pour permettre la reprise de l'exploitation, dans tous les autres chantiers.

Note sur les causes de l'explosion d'une bouteille d'acide carbonique

PAR

P HERMAN

Ingénieur à la Fabrique Nationale d'Armes de Guerre, à Herstal.

BIBLIOGRAPHIE

A la suite d'une explosion d'une bouteille en acier contenant de l'acide carbonique liquéfiée, j'ai été amené à faire un examen des propriétés de la matière constituant cette bonbonne et à faire une étude comparative de certaines spécifications des règlements belge, allemand et suisse relatifs aux conditions auxquelles doivent satisfaire les récipients destinés à contenir des gaz liquéfiés, comprimés ou dissous.

Les conclusions auxquelles j'ai été amené m'ont paru intéressantes; elles font ressortir la nécessité de la promulgation de conditions plus sévères obligeant de choisir pour la fabrication des bouteilles un métal approprié aux efforts qui leur sont demandés (1).

Circonstances ayant accompagné la rupture de la bouteille.

La bouteille s'est rompue alors qu'on la manipulait. Elle faisait partie d'un lot de 300 récipients semblables, soi-disant vides, que l'ouvrier victime de l'explosion transportait sur son épaule et, au

(1) Depuis la rédaction de cette note, a paru l'arrêté royal du 30 avril 1928 constituant un nouveau règlement sur les récipients destinés à contenir des gaz liquéfiés, comprimés ou dissous, règlement dans lequel sont reprises en grande partie les spécifications des règlements allemand et suisse.

P. H.

point d'arrivée, laissait tomber sur le sol, la partie supérieure en avant.

La manipulation de bouteilles analogues, tant pleines que vides, s'effectue fréquemment de la sorte.

La hauteur de chute, dans le cas présent, n'a pas été établie avec précision.

Les débris de la bouteille ont été projetés à une distance de 42 mètres maximum.

Examen des débris. Nature du contenu de la bouteille.

Vingt-six fragments, dont les photographies ci-après représentent la face interne, ont pu être recueillis sur les lieux de l'accident. Ils constituent, au total, un poids de 20 kilogrammes environ. Le poids de la bouteille vide, poinçonné sur la paroi, étant de 23.830 kilogrammes, on peut en conclure qu'un certain nombre de fragments n'ont pas été retrouvés. La soupape de prise du gaz et sa chape (n° 1 et n° 26) sont restées intactes, ainsi, d'ailleurs, que le fond de la bouteille (n° 25); la rupture a donc essentiellement affecté le corps du cylindre.

On constate, d'autre part, que les divers fragments présentent leur plus grande dimension suivant l'axe de la bouteille; il en résulte que les cassures sont en majeure partie dirigées suivant les génératrices du cylindre, et que celles-ci ont été le siège des tensions maxima au moment de la rupture.

Du calcul de la répartition des tensions, dans les enveloppes cylindriques homogènes et d'égale épaisseur, soumises à des pressions uniformément réparties sur leurs faces internes, il est aisé de déduire que les tensions maxima s'exercent suivant les génératrices du cylindre.

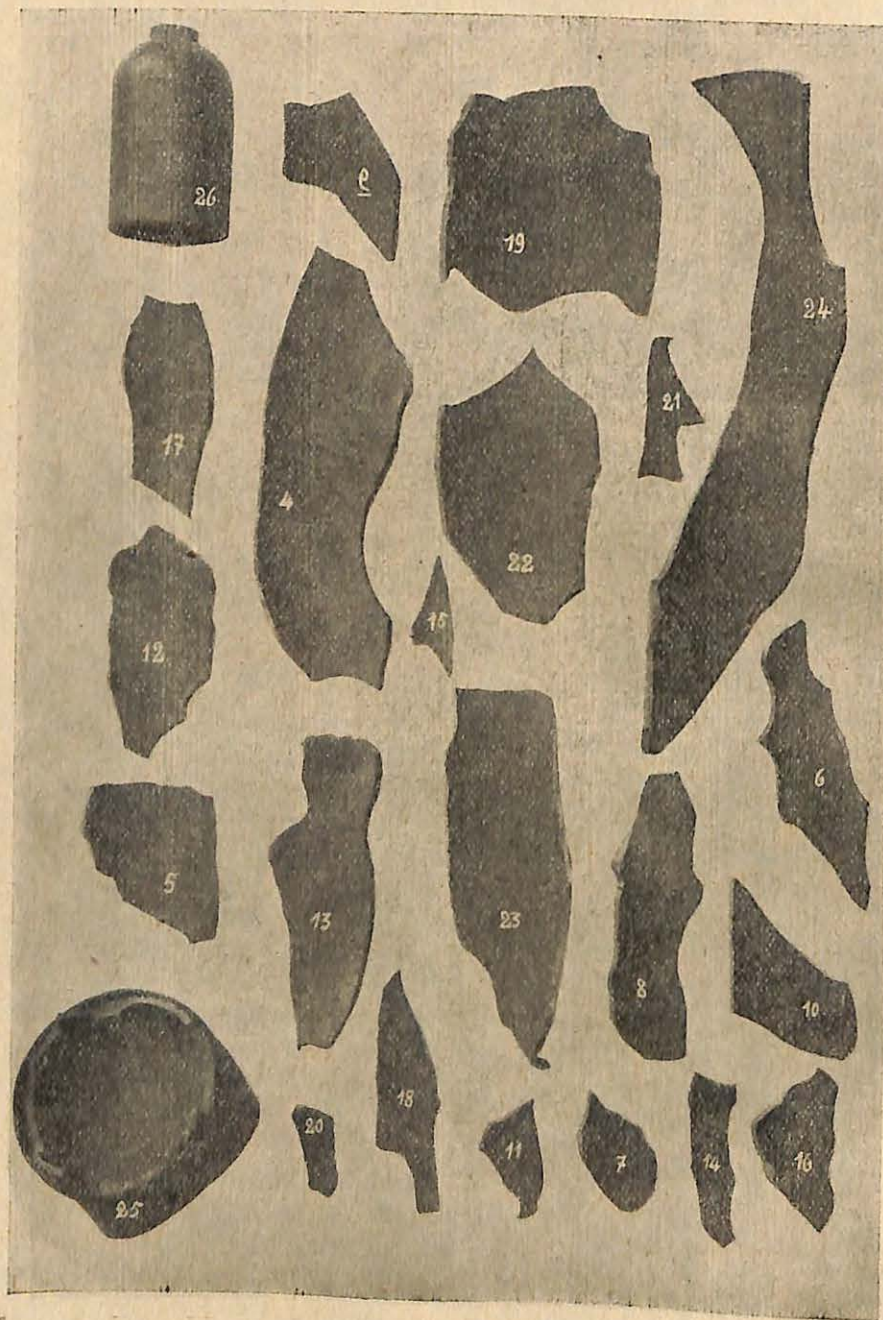
Le fait signalé ci-dessus que la majorité des cassures se sont produites suivant ces directions, de même que, d'autre part, la projection des débris ne s'explique que par la présence, au moment de la rupture, d'une pression intérieure causée par un gaz comprimé, qui s'est brusquement détendu.

L'hypothèse de la présence d'un mélange explosif a, en effet, dû être écartée, parce que l'explosion d'un tel mélange aurait été accompagnée de combustion et aurait causé des brûlures à la vic-

Débris de la bouteille à acide carbonique qui a fait explosion.



Débris de la bouteille à acide carbonique qui a fait explosion.



time, et provoqué la formation de traces d'oxydation sur la paroi interne de la bouteille.

Il a paru que le gaz comprimé devait être de l'acide carbonique, étant donné que la présence de certaines quantités d'acide carbonique sous pression a été constatée dans cinq des 300 bouteilles dont faisait partie celle qui s'est rompue.

Eu égard à l'origine de ce gaz, il est évident qu'à la température ordinaire, celui-ci ne pouvait être à une pression supérieure à la tension de vapeur, soit 51 atmosphères environ, à 15° centigrades; la pression correspondant à la température critique, soit 31°, étant de 72,9 atmosphères.

L'hypothèse d'une élévation de température ayant pu provoquer un accroissement de la tension de vapeur, a dû être écartée en raison de la température atmosphérique à la date de l'explosion et aux autres circonstances qui ont accompagné celle-ci.

Origine de la bonbonne.

La bonbonne, d'une charge de 10 kgs 270, paraissait être d'origine allemande. Les indications qui y étaient poinçonnées indiquaient qu'elle avait été réceptionnée le 26 mai 1904, conformément aux spécifications de l'arrêté royal du 14 juin 1899. L'arrêté royal du 20 avril 1925 n'ayant introduit aucune spécification supplémentaire concernant l'épreuve des bouteilles d'acide carbonique liquéfié, et la dernière revision ayant, d'autre part, été faite moins de cinq années avant la date de l'explosion, la présente bouteille satisfaisait au dernier règlement belge.

Considérations sur les propriétés chimiques physiques et mécaniques, de la matière constituant la bouteille.

Propriétés chimiques.

La bouteille explosée appartient à la catégorie des bouteilles en acier étiré dites « sans soudure ».

Les fragments recueillis présentent tous des cassures nettes sans striction dites « cassures de fragilité ». Sauf deux exceptions (n° 2 et n° 24), les divers fragments n'ont subi aucune déformation de leur courbure initiale de sorte que le travail de choc et l'énergie cinétique du gaz en détente brusque ont été totalement et unique-

ment amortis par le travail de rupture de la bouteille et la projection des débris, sans qu'il en résulte de déformations et, par conséquent, d'écroutissage sensible de la matière.

Le mode de rupture, et surtout les très nombreuses cassures, laissent présumer une fragilité générale de la matière.

L'analyse chimique effectuée en différents endroits a donné les valeurs moyennes suivantes :

Silicium	0,06
Manganèse	0,64
Phosphore	0,07
Soufre	0,04
Carbone	0,31
Chrome	traces
Nickel	traces

La teneur en silicium est convenable, si l'on considère qu'une teneur inférieure à 0,2 % est susceptible de procurer au métal une malléabilité suffisante.

La teneur en manganèse est normale par rapport à la teneur en carbone pour un acier ordinaire.

La teneur en carbone caractérise un acier susceptible d'offrir des propriétés très satisfaisantes pour la fabrication des bouteilles, eu égard à leur mode de sollicitation.

Les aciers de bonne qualité de cette composition en silicium, manganèse et carbone présentent d'ailleurs, à l'état normalisé, des caractéristiques conformes aux spécifications des règlements allemand et suisse établis à la suite de nombreux essais effectués sur des bouteilles explosées et non explosées en service.

Cela se déduit d'ailleurs du tableau ci-après, comportant un extrait des règlements allemand et suisse, ainsi que les caractéristiques d'un acier de composition analogue à celui de la bouteille envisagée, à l'état normalisé :

ACIER NORMALISÉ		Règlement allemand	Règlement suisse
Dureté	138—183	—	135—170
Résistance à la traction, en long	48—64 Kgs/mm ²	> 41 Kgs/mm ²	38—75 Kgs/mm ²
Limite élastique à la traction, en long	28—32 Kgs/mm ²	< 45 Kgs/mm ²	24—45 Kgs/mm ²
Allongement % à la traction	22—26	> 12. Distance entre repères	16—30. Longueur entre repères
	$\frac{L^2}{S} = 66,67$	L = 100 m.	$L = 5d = \frac{11,3}{2} \sqrt{F}$
	L = longueur S = section		d = diamètre F = section
Résistance au choc	6—10 Kgs/cm ²	—	10—5 Kgs/cm ²

Eprouvette : section = 10 × 10 mm ; rainure = 2,5 mm.
avec rayon de 1 mm. ; portée : 60 mm.

La teneur en soufre est satisfaisante.

La teneur en phosphore est un peu élevée et susceptible de provoquer une certaine fragilité à froid ; les aciers de bonne qualité de cette catégorie ne contiennent pas plus de 0,05 % de phosphore. Cette circonstance est aggravée par la présence de bandes phosphoreuses révélées par attaque macroscopique et correspondant au fait que la teneur en phosphore a atteint localement des teneurs beaucoup plus élevées que les valeurs moyennes décelées par l'analyse chimique.

Abstraction faite de l'excès de phosphore, la composition chimique de l'acier constituant la bouteille doit être considérée, par conséquent, comme très satisfaisante.

Etat physique.

Les photographies des fragments permettent de constater que la paroi interne de ceux-ci présente de nombreuses stries d'étirage, ainsi que de légères traces de corrosion. L'importance de ces défauts nous paraît secondaire ; la présence de stries d'étirage est cependant prohibée par le règlement allemand, qui spécifie qu'elles doi-

vent être supprimées par martelage à chaud, parce qu'elles sont de nature à constituer en service des amorces de fissuration.

Des mesures effectuées sur les fragments non déformés indiquent, dans la partie cylindrique, des épaisseurs variant de 4,13 à 5,98 millimètres, ce qui représente une variation de 45 % par rapport à la plus faible valeur. Le règlement allemand ne tolère pas plus de 20 % d'écart, ce fait étant susceptible d'entraîner en service une répartition inégale des tensions et, par suite, la localisation des déformations aux endroits les plus faibles.

D'une manière générale, les épaisseurs de même ordre se présentent suivant une même génératrice du cylindre, ce qui permet de conclure à un centrage défectueux de l'axe du mandrin par rapport à l'axe du tube lors de l'étrépage. Cette circonstance a provoqué un surcroît d'épaisseur suivant une génératrice aux dépens de l'épaisseur suivant la génératrice diamétralement opposée.

Eu égard aux dimensions approximatives de la bouteille, soit :

Diamètre extérieur	140 millimètres
Diamètre intérieur	130 millimètres
Hauteur totale	1,30 mètre

les tensions maxima correspondant aux épaisseurs extrêmes vérifiées sont les suivantes pour la pression d'épreuve de 250 atmosphères prévue par le règlement belge :

$$T = \text{Tension circulaire} = \frac{\text{Pression intérieure} \times \text{rayon intérieur}}{\text{épaisseur}}$$

Pour l'épaisseur de 4,13 millimètres :

$$T = \frac{2,5 \times 65}{4,13} = 39,3 \text{ kgs/mm}^2.$$

Pour l'épaisseur de 5,98 millimètres :

$$T = \frac{2,5 \times 65}{5,98} = 27,2 \text{ kgs/mm}^2.$$

Les essais de traction effectués sur des éprouvettes prélevées de divers fragments aux endroits non déformés ont donné les résul-

tats indiqués dans le tableau ci-annexé, soit des valeurs extrêmes de la limite élastique apparente allant de 41 à 74,5 kgs/mm².

D'après ces valeurs, le coefficient de sécurité par rapport à la limite élastique apparente sous la pression d'épreuve officielle de 250 atmosphères peut varier, suivant les endroits, de 1 au minimum à 2,7 au maximum.

Signalons que le règlement suisse spécifie que la plus grande tension circulaire à la pression d'épreuve ne doit pas dépasser les deux tiers de la limite élastique apparente, soit, dans le cas actuel, 27 kgs/mm² au lieu de 39,3 kgs/mm².

Notons également que le règlement allemand spécifie que la tension d'épreuve maxima est fixée à 30 kgs/mm²; il est à présumer, par conséquent, que, dans le cas actuel, la limite élastique a pu être aisément dépassée par endroits, et, en particulier, à l'endroit des stries d'étrépage des régions à faible épaisseur.

Les photos (Annexes 1 et 2), des micrographies effectuées sur divers fragments, ont révélé, en outre, la présence de nombreuses lignes d'inclusions volumineuses et de bandes phosphoreuses.

Il est hors de doute que les inclusions présentent des caractéristiques de résistance, et, en particulier, une limite élastique, une charge de rupture et des allongements nettement inférieurs aux valeurs moyennes relevées par les essais, et que leur présence est de nature à confirmer que des amorces de fissuration ont dû être provoquées tout au moins à l'endroit des inclusions lors des deux épreuves officielles auxquelles la bouteille a été soumise.

La présence d'amorces de fissuration constitue un grave danger de rupture par fatigue dans le cas de bouteilles à gaz comprimés ou liquéfiés. Outre que, dans le cas de l'acide carbonique liquide, l'enveloppe se trouve sous une tension de 51 atmosphères, soit, dans le cas actuel, de 5,5 à 8,0 kgs/mm² pour la charge maxima, les remplissages et vidanges successifs, d'une part, les ouvertures et fermetures brusques des vannes de la bouteille, d'autre part, et, enfin, les coups de bélier provoqués lors des transports par les vibrations en raison de l'élasticité considérable du liquide et du gaz sous pression vis-à-vis de celle de la matière de la bouteille, sont de nature à créer des variations positives et négatives de la tension en chaque point, susceptibles de provoquer une rapide accentuation des fissures lors même que la limite élastique apparente à la traction statique ne serait pas atteinte.

Ces assertions sont basées sur le fait que, dans le cas d'efforts dynamiques, on peut aisément démontrer qu'il y a localisation sélective des tensions aux endroits de moindre résistance.

Abstraction faite de la présence des inclusions, des stries d'éti-rage, ainsi que de l'irrégularité de l'épaisseur des parois, l'épaisseur moyenne prévue doit être considérée comme insuffisante, si l'on veut assurer un coefficient de sécurité convenable à la pression d'épreuve officielle.

Signalons à ce sujet que le règlement suisse prévoit pour la matière des bouteilles bien recuite une limite élastique comprise entre 24 et 45 kgrs/mm², et pour la tension sous la pression d'épreuve une valeur inférieure aux deux tiers de la limite élastique.

Il semble néanmoins que la critique la plus grave que l'on puisse exprimer à l'égard de la matière vise surtout sa fragilité excessive. L'importance de ce facteur peut être, en effet, aisément mise en évidence, si l'on considère que le règlement allemand a jugé nécessaire d'exiger un recuit des bouteilles, recuit dont la température, la durée et le mode de refroidissement font l'objet de spécifications spécialement sévères. Ce traitement a essentiellement pour but de diminuer la fragilité due à l'écrouissage résultant des différentes opérations d'étirage et d'emboutissage. D'après le règlement allemand, ce recuit doit être déterminé par essais pratiques, pour chaque lot de 200 bouteilles maximum, provenant d'une même coulée d'acier et d'une fabrication en série. Les conditions de recuit adoptées à la suite de ces essais correspondent à celles qui développent la résistance maxima à l'essai au mouton.

Un recuit effectué sur plusieurs fragments de la présente bouteille a nettement décelé l'importance de l'écrouissage initial.

Les tableaux n° 1 et n° 2 (Annexes 3 et 4) des caractéristiques à l'état initial et à l'état recuit permettent, en effet, de constater l'augmentation considérable de la résistance au choc et des allongements, ainsi que l'abaissement de la charge de rupture et de la limite élastique.

Les valeurs indiquées dans le tableau ci-dessous permettent d'apprécier l'importance des variations de résistance développées par le recuit :

	Etat brut	Etat recuit	Variation %
Résistance au choc en kgms. . .	0,23	1,36	490
Allongement % à la traction statique	14 - 7	32	127 - 356
Limite élastique à la traction statique en kgs/m ²	42,5 - 74,5	37,9	10,8 - 49
Charge de rupture à la traction statique en kgs/mm ²	62,5 - 78,5	59,8	4,3 - 23,8

Les valeurs indiquées ci-dessus permettent également de constater, par comparaison avec les spécifications des règlements allemand et suisse précédemment indiquées, que les diverses caractéristiques de l'acier de la bouteille primitivement non conformes à ces règlements ont été ramenées dans leurs tolérances par suite de l'application du recuit. Il y a lieu de déduire, d'autre part, de la comparaison des caractéristiques de la matière prélevée sur divers fragments, ainsi que de l'examen micrographique, que l'importance du degré d'écrouissage initial de la bouteille variait considérablement suivant les endroits examinés.

La limite d'élasticité à la traction passe, en effet, de 41 à 74,5 kgs/mm², et la résistance au choc de 0,19 à 1,29 kgm.

Cette hétérogénéité de la matière peut être attribuée soit à un recuit incomplet suivi d'un refroidissement irrégulier, soit à un refroidissement irrégulier après la dernière opération d'étirage ou d'emboutissage à chaud.

Les développements ci-dessus relatifs à l'importance de l'hétérogénéité de la matière et l'influence des zones de moindre résistance mettent largement en évidence le danger qui doit résulter de l'utilisation de bouteilles ayant subi un recuit insuffisant ou irrégulier.

Il suffit d'ailleurs, pour documentation plus complète à ce sujet, de consulter le règlement allemand du 4 décembre 1920.

En résumé, il y a lieu de conclure des diverses considérations développées ci-dessus que la rupture de la bouteille dont il s'agit doit être attribuée à l'insuffisance de sa résistance.

Celle-ci résulte des divers facteurs ci-dessous :

1° Matière première défectueuse en raison de la présence d'inclusions volumineuses et de ségrégations de phosphore;

2° Coefficient de sécurité insuffisant à l'épreuve officielle par suite d'un calcul erroné de l'épaisseur des parois;

3° Inégalité de l'épaisseur des parois et présence de stries d'éti-rage, caractéristiques d'une fabrication défectueuse;

4° Fragilité excessive résultant de l'absence de régénération ou d'une régénération insuffisante et défectueuse de la matière écrouie après l'étirage et l'emboutissage.

Il y a lieu de constater qu'en dépit de ces multiples déficiences, la bouteille explosée est néanmoins conforme aux spécifications des règlements belges, qui ne prévoient qu'un essai de résistance sous une pression d'épreuve, et dont l'inefficacité apparaît évidente.

La présente explosion n'est, somme toute, qu'un nouvel exemple de nombreux accidents semblables ayant provoqué, dans certains pays, la promulgation de règlements plus sévères; tels sont notamment des accidents relatés par :

Ros, « Nouveau Règlement suisse relatif à l'examen des tubes pour le transport des gaz liquéfiés, comprimés et dissous sous pression », revue *La Soudure autogène*, 1925, n°s 11 et 12;

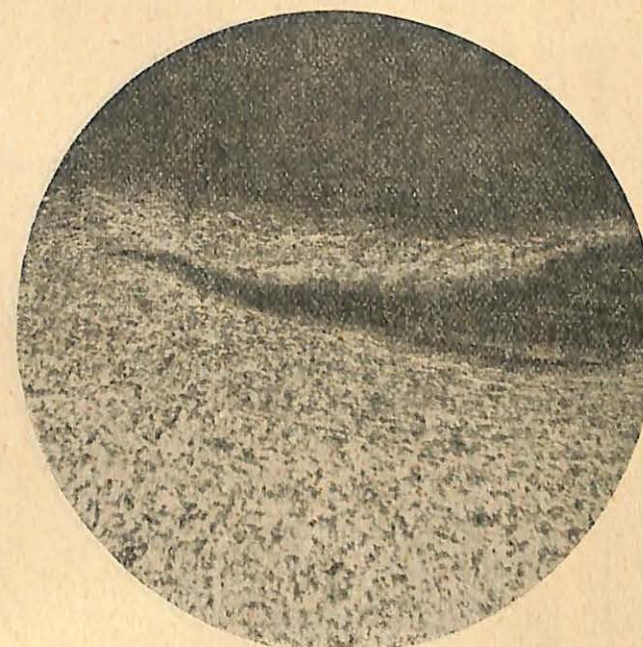
CARL BRISKER, « Die Ursache eines unvermuteten Gasflaschen Explosion », *Sahtl und Eisen*, 6 décembre 1917;

CH. FRÉMONT, « Recherches sur les causes de l'explosion des bouteilles en acier contenant un gaz comprimé », *Génie civil*, 10 avril 1909 et 5 mars 1927;

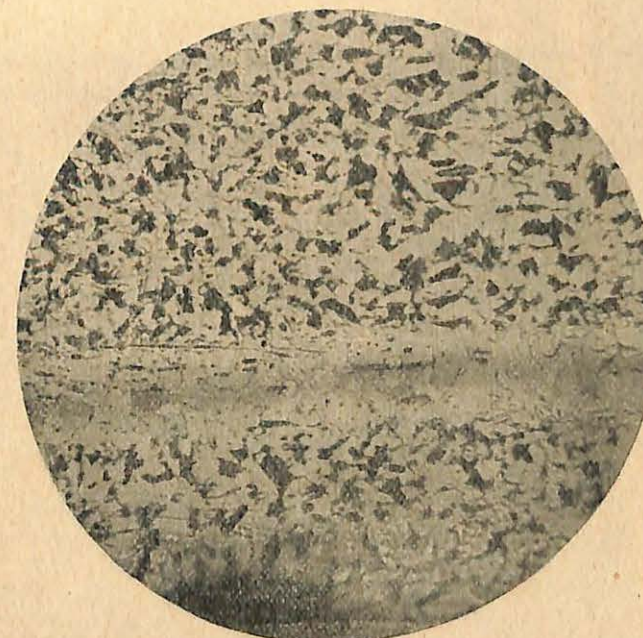
« Polizeiverordnung betreffend den Verkehr mit verflüssigten und verdichteten Gasen » : Ministerial Blatt der Handels- und Gewerbe Verwaltung, 1914, S. 401, und 1920, S. 351.

ANNEXE 1.

Photo-micrographies de l'acier de la bouteille à acide carbonique qui a fait explosion.



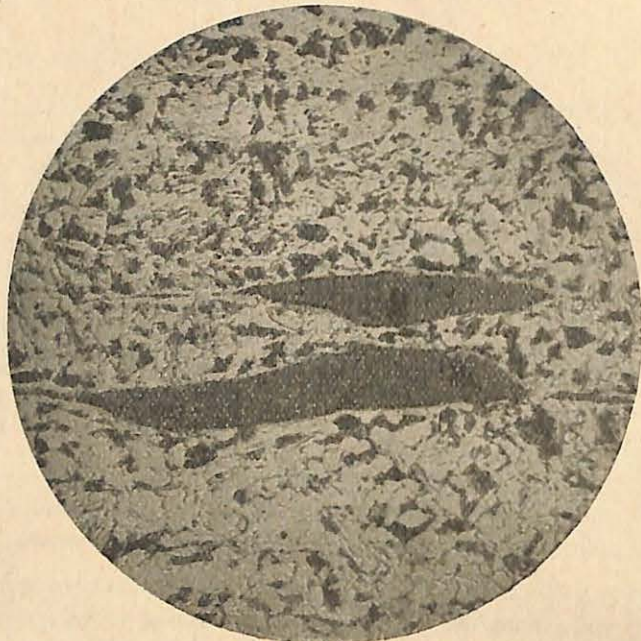
Fissure.



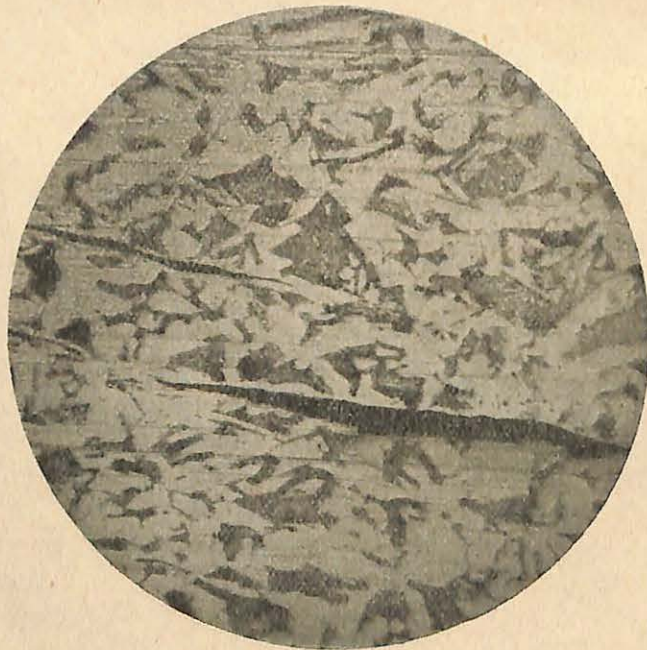
Inclusions et bande phosphoreuse.
Grossissement : 200 diamètres.

ANNEXE 2.

Photo-micrographies de l'acier de la bouteille à acide carbonique
qui a fait explosion.



Inclusions.



Inclusions.

Grossissement : 200 diamètres.

NOTES DIVERSES

439

ANNEXE 3.

Tableau n° 1. — ESSAIS DE TRACTION.

Endroit de prélèvement	Etat	A %	Ea	R
Monceau 13 . .	Brut	14 16	42 5 41	62,5 61,4
» 19 . .	»	8 7	74 2 71,2	81,4 76,4
» 1 . .	»	12	64,5	72,3
» 3 . .	»	7	74,5	78,5
» 4 . .	Recuit 1/4 d'heure à 850°	32 31	37,9 37,8	59,8 59,8
» 4 . .	Trempe à l'eau à 950° et recuit à 850°	31 31	34,4 35,5	58,6 60,2

Eprouvette pour lesquelles la distance entre repères L et la section S sont liées par la relation $L^2 = 66,67 S$.

A % : Allongements en %.

Ea : Limite élastique apparente en Kgs/mm².

R : Charge de rupture en Kgs/mm².

ANNEXE 4.

Tableau n° 2. — ESSAIS DE FRAGILITÉ.

TYPE D'ÉPROUVETTE ET SECTION	Endroit de prélèvement	Etat	Travail de rupture en Kgms	Dureté Brinell.	
 $5 \times 10 \times 4$ avec entaille de 1 mm. $\times$ 1 mm.	Morceau 6	Brut 1	0.19	216-219	
	»	» 2	0.23	214-216	
	»	» 3	0.23	219-233	
	Morceau 24	» 1	0.19	211-214	
	»	» 2	0.23	214	
	»	» 3	0.23	214-202	
	Morceau 1	» 2	0.19	214-219	
	»	» 3	0.23	216-222	
	»	» 4	0.23	201-214	
	Morceau 2	» 1	0.35	197-206	
	»	» 2	1.29	179-190	
	Morceau 3	» 1	0.35	219-224	
	»	» 2	0.23	227	
	»	» 3	0.43	206-219	
	»	» 4	0.38	230-233	
	Morceau 6	Recuit 850° 1/4 heure, r. froid air	1.43	162-164	
	»	2	1.36	162-164	
	»	3	1.29	166-169	
	Morceau 24	1	1.36	166-169	
	»	2	1.36	157-169	
	»	3	1.43	154-161	Aspect cassures
	Morceau 10	Brut 1	0.35	203-211	
	»	» 2	2.91	208-219	Granulaire
	»	» 3	0.12	216-227	
	Morceau 5	Recuit 1/4 d'heure 850°			
	»	1	2.37	157-161	Mi-granulaire
	»	2	4.56	154-156	
	»	3	2.37	154-153	Mi-fibreuse

e = épaisseur de la bonbonne

RAPPORTS ADMINISTRATIFS

EXTRAIT D'UN RAPPORT

DE

M. C. NIEDERAU

Ingénieur en chef-Directeur du 1^{er} Arrondissement, à Mons,SUR LES TRAVAUX DU 1^{er} SEMESTRE 1927

Cimenteries de Chercq

(Société Louis Delwart et fils, à Tournai.)

Récupération par le filtre électrique « OSKI »
des poussières de ciment provenant des fours rotatifs.

Le problème du dépoussiérage des gaz de combustion se pose actuellement d'une façon inéluctable à de nombreuses industries qui ont voulu se mettre à la hauteur des progrès accomplis en ces dernières années.

Le déversement dans l'atmosphère de poussières impalpables en quantités assez importantes entraîne de nombreux inconvénients, surtout dans nos agglomérations.

Nombreux sont les systèmes qui sont préconisés pour enlever les poussières aux gaz déversés dans l'air par nos usines.

Parmi les dispositifs employés, il faut citer la précipitation des poussières par l'électricité. Une installation basée sur ce principe ayant été mise en service par la Cimenterie de Chercq, appartenant à la Société Louis Delwart et fils, à Tournai, j'ai chargé M. l'Ingénieur principal Verbouwe de la visiter et d'y recueillir les données les plus intéressantes sur le procédé.

Cet ingénieur m'a fait parvenir les renseignements ci-après :

Les poussières dégagées par les fours rotatifs des usines de fabrication du ciment présentent des inconvénients spéciaux du fait que leur composition se rapproche fortement de celle du ciment, qu'elles adhèrent aux objets qu'elles rencontrent en y faisant prise et qu'elles pénètrent dans les endroits les mieux clos, en raison de leur extrême ténuité.