

P. 3770

MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE, DU TRAVAIL ET DE LA  
PRÉVOYANCE SOCIALE

ADMINISTRATION DES MINES

---

# ANNALES DES MINES

## DE BELGIQUE

622.051

---

ANNÉE 1926

---

TOME XXVII. — 4<sup>me</sup> LIVRAISON



**BRUXELLES**

**IMPRIMERIE Robert LOUIS**

Chaussée d'Ixelles, 349

Téléph. 327.84

1926

4

# Annales des Mines de Belgique

COMITE DIRECTEUR

- MM. J. LEBACQZ, Directeur général des Mines, à Bruxelles, *Président*.  
G. RAVEN, Ingénieur en chef-Directeur des Mines, à Bruxelles, *Secrétaire*.  
J. SWOLFS, s/Directeur à l'Administration centrale des Mines, *Secrétaire-adjoint*.  
M. DELBROUCK, Inspecteur général des Mines, à Liège.  
Ed. LIBOTTE, Inspecteur général des Mines, à Mons.  
L. LEGRAND, Inspecteur général des Mines, Professeur à l'Université de Liège.  
A. HALLEUX, Ingénieur en chef-Directeur des Mines, Professeur à l'Ecole des Mines et de Métallurgie (Faculté technique du Hainaut) et à l'Université de Bruxelles.  
V. FIRKET, Ingénieur en chef-Directeur des Mines, à Liège.  
L. DENOËL, Ingénieur en chef-Directeur des Mines, Professeur d'exploitation des Mines à l'Université de Liège.  
EM. LEMAIRE, Ingénieur en chef-Directeur des Mines, Directeur de l'Institut National des Mines, à Frameries, Professeur à l'Université de Louvain.  
L. LEBENS, Ingénieur en chef-Directeur des Mines, à Namur.  
P. FOURMARIER, Ingénieur en chef-Directeur des Mines, Professeur à l'Université de Liège, Membre correspondant de l'Académie royale des Sciences, Membre du Conseil géologique de Belgique.  
A. RENIER, Ingénieur en chef-Directeur des Mines, Chef du service géologique de Belgique, Chargé de cours à l'Université de Liège.  
Ad. RREYRE, Ingénieur en chef-Directeur des Mines, Chargé de cours à l'Université de Liège.  
A. DELMER, Ingénieur en chef-Directeur des Mines, Professeur à l'Université de Liège.

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 mémoires doivent être inédits.

Les *Annales* paraissent en 4 livraisons respectivement dans le courant des premier, deuxième, troisième et quatrième trimestres de chaque année.

Abonnement pour 1927 } pour la Belgique : 70 fr. par an.  
pour l'Étranger : 85 fr. par an.

Pour tout ce qui regarde les abonnements, les annonces et l'administration en général, s'adresser à l'Éditeur, IMPRIMERIE ROBERT LOUIS, chaussée d'Ixelles, 349, à Ixelles-Bruxelles.

Pour tout ce qui concerne la rédaction, s'adresser au Secrétaire du Comité Directeur, rue Guimard, 16, à Bruxelles.

SERVICE DES ACCIDENTS MINIERS ET DU GRISOU

## LES ACCIDENTS SURVENUS DANS LES CHARBONNAGES

pendant l'année 1922

### Introduction.

Dans la présente livraison des *Annales des Mines*, le Service des Accidents miniers et du grisou termine la publication de relations résumées des accidents graves survenus en 1922 dans les charbonnages belges (1).

Les relations qui vont suivre, rédigées par M. G. RAVEN, Ingénieur en Chef des Mines, à Bruxelles, sont celles d'un certain nombre d'accidents survenus dans les travaux souterrains ainsi que des accidents qui se sont produits à la surface.

### Accidents survenus dans les travaux souterrains.

Les accidents survenus dans les travaux souterrains et qui jusqu'ici n'ont fait l'objet d'aucun compte-rendu, sont ceux qui, dans le tableau XIV de la « Statistique des Industries Extractives et Métallurgiques et des Appareils à Vapeur en Belgique pour l'année 1922 » (2), sont repris sous les rubriques : Asphyxies par d'autres gaz que le grisou ; Electrocutation ; Causes diverses.

(1) Voir *Annales des Mines de Belgique*, tome XXVI (année 1925), 4<sup>e</sup> liv., et tome XXVII (année 1926), 1<sup>re</sup>, 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> liv.

(2) Voir *Annales des Mines de Belgique*, tome XXIV (année 1923), 3<sup>e</sup> liv.



En réalité, en 1922, il ne s'est produit aucun cas d'asphyxie par d'autres gaz que le grisou; on n'a compté qu'un seul accident par électrocution; mais on a eu à déplorer dix-huit accidents dus à des causes diverses.

## RÉSUMÉS

### Electrocution

N° 1. — *Charleroi. — 4<sup>e</sup> arrondissement. — Charbonnage du Centre de Jumet. — Siège Saint-Quentin, à Jumet. — Etage de 287 mètres. — 31 décembre 1922, vers 2 heures. — Un tué. — P.-V. Ingénieur H. Dandois.*

Un ouvrier assis dans une galerie, a été électrocuté.

#### Résumé

L'accident s'est produit dans la voie de niveau inférieure d'une taille où le havage se faisait au moyen d'une haveuse Pick-Quick actionnée par moteur électrique.

Le courant électrique triphasé fourni par la Centrale du Charbonnage était amené dans la mine par un câble, à une cabine, où un transformateur abaissait la tension de 3.000 à 250 volts entre phases.

Les parties métalliques du transformateur et du tableau se trouvant dans la cabine, étaient mises à la terre par un fil de cuivre dont l'extrémité entourait des barres de cuivre plongeant dans l'eau d'un petit puisard. Le point neutre n'était pas à la terre.

Un câble de 750 mètres de longueur environ conduisait le courant à basse tension à un interrupteur placé dans la voie de niveau en question, à 4 mètres du front de la taille.

Ce câble, qui pénétrait dans l'interrupteur en traversant un presse-étoupe, renfermait trois conducteurs en cuivre placés dans une gaine de plomb entourée elle-même de deux couches superposées de feuillards en acier.

L'enveloppe en plomb de ce câble était mise à la terre du côté de la cabine; elle était reliée à l'armature de l'interrupteur.

A l'une des parois de l'interrupteur était fixé un mouffle à l'intérieur duquel se trouvaient trois fiches; pour la marche de la haveuse, ces fiches étaient raccordées à un câble souple conduisant le courant, de l'interrupteur au moteur électrique.

Ce câble souple était constitué de quatre conducteurs en cuivre de 13 torons de 7 fils de 0,4 millimètre de diamètre; trois des conducteurs étaient recouverts de toile et caoutchouc; le quatrième, servant de mise à la terre, était entouré de coton; les quatre conducteurs étaient noyés dans du caoutchouc coulé, qui était entouré de plusieurs épaisseurs de toile caoutchoutée; le tout était placé dans une gaine de corde tressée et goudronnée. Chacune des extrémités de ce câble était terminée par un mouffle présentant à l'intérieur, trois douilles correspondant d'un côté du câble aux fiches de l'interrupteur et de l'autre côté, à celles d'entrée du courant dans le controller de la machine.

Le fil de terre du câble souple était soudé aux mouffles et ceux-ci étaient en contact par un ressort en cuivre, d'un côté avec la carcasse de la machine et de l'autre avec la caisse de l'interrupteur.

Dans la voie de niveau était installée une tuyauterie en fer, amenant l'air comprimé; elle s'arrêtait à 15 mètres environ du front. De l'extrémité de cette tuyauterie partaient deux tuyaux en caoutchouc protégés par une spirale de fil de fer de 2 millimètres, l'un d'eux allant à front de la voie et l'autre montant dans la taille jusqu'à la voie d'aérage. Le surplus de la longueur utilisée de ces tuyaux était déposé en rouleaux sur le sol, contre la paroi sud de la galerie, entre l'extrémité de la tuyauterie en fer et l'interrupteur.

Le jour de l'accident, vers 2 heures du matin, la haveuse venait d'être arrêtée.

Les ouvriers prenaient leur repas.

L'un d'eux était assis sur un des rouleaux de tuyau en caoutchouc, les pieds reposant sur le sol de la voie, recouvert d'un peu d'eau en cet endroit.

Tout à coup, une étincelle jaillit aux environs de l'interrupteur; l'ouvrier poussa un cri et tomba dans la voie.

Un de ses compagnons, placé non loin de lui, reçut une secousse.

C'est en vain qu'on pratiqua la respiration artificielle sur l'ouvrier.

Immédiatement après l'accident, dans la salle du transformateur, on constata que les automatiques du circuit en question avaient fonctionné.

Quant au câble souple, à 1<sup>m</sup>,70 de l'interrupteur, il présentait une déchirure fort apparente de l'enveloppe; la gaine en corde

était fortement détériorée sur environ 10 centimètres de longueur et le caoutchouc présentait une coupure nette, longitudinale, de 5 centimètres de longueur; par cette déchirure, on apercevait le cuivre de l'un des conducteurs électriques et le cuivre du fil de terre. Des essais ont établi qu'aucun des quatre fils n'était sectionné et qu'il n'y avait entre eux aucun contact bien franc.

Des essais d'isolement ont donné les résultats suivants :

I. *Transformateur :*

Entre haute tension et la terre	20.000.000 ohms.
Entre basse tension et la terre	20.000.000 ohms.
Entre haute et basse tension	20.000.000 ohms.

II. *Câble armé vers l'interrupteur :*

Entre chacun des conducteurs et la terre. . . . .	280.000 à 220.000 ohms.
Entre conducteurs . . . . .	

III. *Interrupteur :*

Entre les différentes phases et la terre . . . . .	> 1.000.000 ohms.
---	-------------------

IV. *Câble souple, de l'interrupteur à la haveuse :*

Entre les différents conduc- teurs et la terre et entre les différentes phases . . . . .	de 0 à 40.000 ohms.
--	---------------------

L'opinion a été émise que l'étincelle a jailli entre le câble souple, à l'endroit de la détérioration, et la spirale de fil de fer garnissant le tuyau à air comprimé.

**Accidents dus à des causes diverses.**

**N° 1.** — *Charleroi.* — 5<sup>e</sup> arrondissement. — *Charbonnage de Roton-Sainte-Catherine.* — *Siège des Aulniats, à Farciennes.* — *Etage de 315 mètres.* — 25 janvier 1922, vers 22 heures. — *Un blessé.* — P.-V. Ingénieur G. Paques.

Un ouvrier a été atteint à l'œil droit par un éclat de pierre.

**Résumé**

Deux ouvriers étaient occupés à charger dans un wagonnet des pierres provenant du creusement d'un bouveau. Quelques-unes de ces pierres ne pouvant, à cause de leur grand poids, être soulevées facilement à hauteur du wagonnet, un des deux ouvriers se mit en devoir de les casser à l'aide d'un marteau. Au cours de ce travail, il fut atteint à l'œil droit par un petit éclat de pierre, qui lui occasionna une blessure grave.

**N° 2.** — *Limbourg.* — 10<sup>e</sup> arrondissement. — *Charbonnage de Winterslag.* — *Siège de Winterslag, à Genck.* — *Etage de 600 mètres.* — 5 février 1922, vers 4 heures. — *Un blessé.* — P.-V. Ingénieur A. Meyers.

Un ouvrier s'est piqué le pouce droit à un bout de fil de fer ou à une bavure d'une pièce en fer.

**Résumé**

Travaillant à la réparation d'un envoi, des ouvriers étaient occupés à réunir par des carcans, deux poutrelles placées en travers du puits. A un moment donné, l'un des ouvriers serrait un écrou à l'aide d'une clef, quand celle-ci s'échappa de sa main. Par ce fait, l'ouvrier se piqua le pouce droit soit à un bout de fil de fer qui pendait, soit à une bavure d'un carcan.

La blessure, d'abord bénigne, s'aggrava dans la suite.

**N° 3** — *Charleroi.* — 4<sup>e</sup> arrondissement. — *Charbonnage de Monceau-Fontaine, Martinet et Marchienne.* — *Siège n° 17, à Piéton.* — *Etage de 250 mètres.* — 16 mars 1922, vers 12 heures. — *Un blessé.* — P.-V. Ingénieur principal L. Legrand.

Un ouvrier a été atteint à l'œil droit par un éclat de houille.

**Résumé**

Un ouvrier était occupé à pousser de la houille dans le couloir en tôle garnissant un des deux compartiments d'une cheminée desservant une taille.

Tout à coup, un bloc de houille descendant à grande vitesse de la taille vint heurter assez vivement le charbon arrêté dans le cou-

loir et se brisa. Un éclat atteignit l'ouvrier à l'œil droit, en lui occasionnant une blessure grave.

**N° 4** — *Limbourg*. — 10<sup>e</sup> arrondissement. — *Charbonnage de Winterslag*. — *Siège de Winterslag*, à *Genck*. — *Étage de 600 mètres*. — 20 mars 1922, à 9 heures. — Un blessé. — P.-V. Ingénieur *A. Meyers*.

Un ouvrier a eu l'index droit pincé entre une berline et un bac de taille.

#### Résumé

Un surveillant et un ouvrier soulevaient un bac de taille pour le déplacer. Par suite d'un faux mouvement, le surveillant poussa l'ouvrier en arrière et celui-ci eut l'index droit pincé entre ledit bac et une berline.

La plaie, qui en résulta, paraissait sans importance, mais elle s'infecta et la blessure devint grave.

**N° 5**. — *Mons*. — 1<sup>er</sup> arrondissement. — *Charbonnages Réunis de l'Agrappe*. — *Siège n° 10 (Grisœuil)*, à *Pâturages*. — *Étage de 1100 mètres*. — 24 mars 1922, vers 21 heures. — Un blessé mortellement. — P.-V. Ingénieur principal *G. Sottiaux*.

Un ouvrier a été atteint à la paroi abdominale par un éclat d'une « tranche » sur laquelle un autre ouvrier frappait à l'aide d'un marteau.

#### Résumé

Dans une galerie, deux ouvriers agenouillés sur le sol, coupaient un rail. L'un d'eux tenait appliqué contre le rail, un outil appelé « tranche », sur lequel l'autre ouvrier frappait à l'aide d'un marteau de 3 kgs.

Sous le choc du marteau, un éclat se détacha de la tête de la tranche et vint atteindre le premier ouvrier à la paroi abdominale.

La plaie ainsi occasionnée à cet ouvrier était en voie de guérison, quand, par une suite éloignée de la violence du choc, il se déclara une hémorragie interne dans l'abdomen de la victime, qui succomba.

**N° 6**. — *Charleroi*. — 5<sup>e</sup> arrondissement. — *Charbonnage de Bonne-Espérance*. — *Siège n° 1*, à *Lambusart*. — *Étage de 628 mètres*. — 19 avril 1922, vers 23 heures. — Un blessé. — P.-V. Ingénieur *G. Pagues*.

Un porion a été atteint à l'œil gauche par une pierre ayant traversé le revêtement d'une galerie.

#### Résumé

Un porion circulait dans une galerie de retour d'air dont le soutènement consistait en cadres de boisage soutenant un garnissage de sclimbes, quand il vint heurter de la tête, une bête récemment affaissée et partiellement brisée.

Voulant examiner l'état de la bête, il leva la tête. Juste à ce moment, quelques petites pierres passèrent au travers du revêtement en sclimbes; elles vinrent frapper le surveillant à la figure, lui occasionnant une blessure à l'œil gauche.

**N° 7**. — *Centre*. — 2<sup>e</sup> arrondissement. — *Charbonnage de Maurage et Bousoit*. — *Siège La Garenne*, à *Maurage*. — *Étage de 470 mètres*. — 26 avril 1922, vers 24 heures 1/2. — Un tué. — P.-V. Ingénieur principal *G. Desenfans*.

Un ouvrier a été mortellement blessé par les couteaux de la chaîne de havage d'une haveuse.

#### Résumé

Au moyen d'une haveuse à chaîne, on se préparait à effectuer le havage dans une taille.

La haveuse se trouvait à la partie inférieure de la taille, le corps et le bras de havage dans le prolongement l'un de l'autre.

Le bras de havage devait être amené en contact avec la couche, par l'action de la chaîne de traction.

Cette chaîne de traction était mise en mouvement par un moteur électrique actionnant également la chaîne de havage portant les couteaux.

Avant la mise sous tension de la chaîne de traction, la chaîne de havage devait être débrayée.

Un ouvrier avait pour mission d'opérer ce débrayage, en agissant sur une poignée.

Il négligea de ce faire et, lors de la mise sous tension de la chaîne de traction, la chaîne de havage fut mise également en mouvement.

L'ouvrier qui se tenait à proximité de cette chaîne, eut le pied droit arraché par les couteaux de la machine.

Le préposé à la manœuvre de la haveuse n'avait mis le moteur en marche qu'après avertissement donné par l'ouvrier que la chaîne de havage était débrayée.

La position de la poignée indiquait d'une manière apparente si la chaîne de havage était débrayée ou embrayée.

A la réunion du Comité d'arrondissement, un membre a émis l'avis que toutes les commandes des poignées et manettes de l'appareil devraient être effectuées par un seul ouvrier et que l'adjonction d'une tringle de renvoi permettrait de réaliser cette unité de commande.

**N° 8.** — *Namur.* — 6<sup>e</sup> arrondissement. — *Charbonnage d'Auvélais-Saint-Roch.* — Siège n° 2, à Auvélais. — *Étage de 209 mètres.* — 6 mai 1922. — Un blessé. — P.-V. Ingénieur J. Frupiat.

En descendant un montage, un porion a été serré entre le mur de la couche et une bête d'un cadre de soutènement; il s'est blessé au bras gauche.

#### Résumé

Un porion-marqueur, aidé d'un porion, avait été chargé de mesurer la longueur d'un montage.

Ce travail terminé, le porion-marqueur était redescendu dans la voie de niveau, en amont de laquelle était creusé le montage, quand il fut appelé par son compagnon. Ce dernier était resté dans le montage, à 3 ou 4 mètres de la voie de niveau, serré entre le mur de la couche et une bête d'un cadre de soutènement. En ce point, la couche avait environ 0<sup>m</sup>,35 d'ouverture.

Aidé du porion-marqueur, le porion put se dégager et descendit sur la voie de niveau. Il déclara alors s'être blessé au bras gauche et remonta à la surface.

Le porion ne travailla plus après cet accident; il reçut d'une manière continue les soins d'un médecin, lequel, en avril 1923, dut lui faire subir une opération.

Le porion est mort quelques jours plus tard, des suites de cette intervention.

**N° 9.** — *Charleroi.* — 5<sup>e</sup> arrondissement. — *Charbonnage de Tergnée, Aiseau-Prezles.* — Siège de Roselies, à Farciennes. — *Étage de 330 mètres.* — 30 mai 1922, vers 23 1/2 heures. — Un blessé. — P.-V. Ingénieur J. Pieters.

Un ouvrier a été atteint à l'œil gauche par une bavure qui s'est détachée d'un fleuret sur lequel il frappait.

#### Résumé

Un ouvrier, travaillant au creusement d'un burquin, était occupé à forer un trou de mine montant, à l'aide d'un fleuret sur lequel il frappait au moyen d'un marteau. A un moment donné, un coup de marteau détacha de la tête du fleuret, une bavure qui vint atteindre l'ouvrier à l'œil gauche, lui occasionnant une blessure grave.

**N° 10.** — *Mons.* — 1<sup>er</sup> arrondissement. — *Charbonnages Réunis de l'Agrappe.* — Siège n° 10 (Grisœuil), à Pâturages. — *Étage de 1.100 mètres.* — 8 juin 1922, vers 12 heures. — Un blessé. — P.-V. Ingénieur principal G. Sottiaux.

Alors qu'il taillait un bois, un ouvrier s'est donné un coup de hache au genou droit.

#### Résumé

Dans une taille, un ouvrier, le genou gauche sur le sol, taillait, à l'aide d'une hache, l'extrémité d'un bois de taille, extrémité qu'il avait appliquée sur le mur de la couche par l'intermédiaire d'un morceau de bois. A un moment donné, son pied droit glissa sur le mur et son genou droit venant se placer près du bois à tailler reçut un coup de hache.

**N° 11.** — *Mons.* — 1<sup>er</sup> arrondissement. — *Charbonnage de Bonne Veine.* — Siège Le Fief, à Quaregnon. — *Étage de 535 mètres.* — 9 juin 1922, vers 9 heures. — Un blessé. — P.-V. Ingénieur principal O. Verbouwe.

Un ouvrier a été atteint à l'œil gauche par un éclat de pierre.

## Résumé

L'accident s'est produit dans une taille entreprise dans une couche en dressant, exploitée par la méthode des gradins renversés.

Un ouvrier, taillant la paroi supérieure d'un gradin, abattait à l'outil, une des intercalations schisteuses de la couche, quand il fut atteint à l'œil gauche par un éclat de pierre.

N° 12. — Mons. — 1<sup>er</sup> arrondissement. — Charbonnage de Belle-Vue, Baisieux et Boussu. — Siège n° 4 (Grande Veine), à Elouges. — Etage de 643 mètres. — 21 juin 1922, vers 10 heures. — Un blessé. — P.-V. Ingénieur principal O. Verbouwe.

Un ouvrier a été blessé à la main gauche, d'un coup de hache.

## Résumé

Dans une taille, un ouvrier ayant placé une planche sur le remblai et un fagot, raccourcissait à la hache, un étançon qu'il tenait appuyé sur cette planche. Le remblai ayant glissé, l'ouvrier, surpris, fit un faux mouvement du bras droit; sa hache s'échappa de sa main droite et retomba par le tranchant sur sa main gauche.

N° 13. — Limbourg. — 10<sup>e</sup> arrondissement. — Charbonnage de Winterslag. — Siège de Winterslag, à Genck. — Etage de 600 mètres. — 15 juillet 1922, vers 20 heures. — Un blessé. — P.-V. Ingénieur A. Meyers.

Un ouvrier a été blessé au poignet droit, en plaçant un montant d'un cadre de boisage.

## Résumé

Deux ouvriers travaillant au recarrage d'une galerie, étaient occupés au placement d'un montant d'un cadre de boisage, montant en sapin de 3<sup>m</sup>,50 environ de longueur et 0<sup>m</sup>,20 de diamètre moyen. Le montant était dressé; l'un des deux ouvriers le soutenait des deux mains, tandis que l'autre s'apprêtait à l'ajuster dans la potelle creusée dans le sol. Un bout d'écorce se détacha du bois humide, sous la main droite du premier des deux ouvriers. Le bois glissa, fit reculer le bras droit de l'ouvrier, dont le coude vint frapper un montant du cadre précédent.

L'ouvrier fut atteint d'entorse et arthrite traumatique du poignet droit; la lésion s'aggrava dans la suite.

N° 14. — Mons. — 1<sup>er</sup> arrondissement. — Charbonnage de l'Escouffiaux. — Siège n° 8 (Bonne-Espérance), à Wasmès. — Etage de 357 mètres. — 31 août 1922, vers 17 heures 1/2. — Un blessé. — P.-V. Ingénieur E. Delcourt.

Un ouvrier a été blessé à l'œil gauche par la manivelle d'une perforatrice.

## Résumé

Occupé au bosseyement d'une voie de niveau, un ouvrier avait foré, à l'aide d'une perforatrice à main à manivelle, un trou de mine de 1 mètre de longueur, dans le mur de la couche, à 0<sup>m</sup>,20 de hauteur environ.

De ce trou, il voulut retirer le fleuret. Pour ce faire, assis sur le sol de la galerie, il imprimait, de la main droite, des secousses au racagnac qu'il tenait à mi-longueur du bras de la manivelle, tandis que de la main gauche, il exerçait des efforts de traction sur le fleuret.

A un moment donné, le fleuret s'étant échappé brusquement du trou, l'extrémité de la manivelle vint atteindre l'ouvrier à l'œil gauche.

N° 15. — Mons. — 1<sup>er</sup> arrondissement. — Charbonnage de Blaton. — Siège d'Harchies, à Harchies. — Etage de 480 mètres. — 18 septembre 1922, vers 23 heures 1/2. — Un blessé. — P.-V. Ingénieur E. Delcourt.

En procédant au chargement d'un wagonnet au pied d'une cheminée, un ouvrier a été blessé à la main droite par une pierre.

## Résumé

Une cheminée en veine, inclinée de 25° environ, était en recarrage. Sur toute la longueur de la partie remise à grande section, soit 20 mètres, elle était garnie de couloirs en tôle. Par ces couloirs, les produits du recarrage étaient amenés directement dans les berlines circulant dans la voie de niveau inférieure.

Peu avant l'accident, une berline ayant été remplie, l'ouvrier préposé à cette besogne avait, comme d'habitude, placé une pièce de bois en travers du couloir, au pied de la cheminée, en vue d'arrêter le glissement des déblais contenus dans ledit couloir.

Peu après, pour procéder au remplissage d'un autre wagonnet, il se mit en devoir d'enlever la pièce de bois. Il se produisit alors un glissement des déblais et une pierre, entraînée par la masse en mouvement, vint écraser la main droite de l'ouvrier contre la pièce de bois.

**N° 16.** — Mons. — 1<sup>er</sup> arrondissement. — Charbonnage de Belle-Vue-Baisieux et Boussu. — Siège n° 4 (Alliance), à Boussu. — Etage de 800 mètres. — 19 septembre 1922, vers 17 heures 1/2. — Un blessé mortellement. — P.-V. Ingénieur principal O. Verboque.

Un ouvrier a heurté de la tête une tuyauterie à air comprimé.

#### Résumé

La victime était chargée de faire avancer, dans l'accrochage du puits d'extraction, jusqu'à proximité du puits, les chariots amenés par les bouveaux nord et sud.

Dans l'accrochage et les bouveaux, une tuyauterie à air comprimé était installée à 1<sup>m</sup>,65 au-dessus du niveau du sol.

A un moment donné, l'ouvrier se rendit à l'entrée du bouveau sud, pour boire à un flacon qu'il avait pendu en ce point. Après avoir bu, il se retourna et vint heurter violemment de la tête la tuyauterie. Du choc, son chapeau de cuir tomba.

La victime qui, au moment même, n'avait attaché aucune importance à cet accident, est décédée le 30 septembre.

**N° 17.** — Charleroi. — 4<sup>e</sup> arrondissement. — Charbonnage du Centre de Jumet. — Siège Saint-Quentin, à Jumet. — Etage de 287 mètres. — 12 octobre 1922, vers 2 heures. — Un blessé mortellement. — P.-V. Ingénieur H. Dandois.

Un ouvrier a été atteint par la barre en rotation d'une haveuse Pick-Quick.

Dans une taille, le havage était pratiqué au mur de la couche, au moyen d'une haveuse à barre, du système Pick-Quick, commandée par moteur électrique. La barre d'une telle haveuse, d'une longueur de 1<sup>m</sup>,50, est garnie de crochets en acier; sa vitesse de rotation est de 200 tours environ par minute.

Au moyen d'un racagnac qui agit par l'intermédiaire de vis sans fin et engrenages sur une cuvette à laquelle est fixée la barre, on peut déplacer celle-ci dans un plan parallèle au mur de la couche, soit vers la droite, soit vers la gauche. Le racagnac est adapté à l'arrière de la machine, du côté opposé au front d'abatage.

L'extrémité de la barre, placée obliquement par rapport au front de la taille, était en contact avec ce dernier et tournait à la vitesse normale de 200 tours par minute.

Un ouvrier se plaçant en contre-bas de la machine et tout près de celle-ci, se mit à agir sur le racagnac, afin de faire mordre la barre dans la couche et de l'amener en position normale au front.

L'ouvrier avait à peine fait quelques tours au racagnac, quand les crochets de la barre vinrent accrocher son pantalon; il fut lui-même entraîné et gravement blessé, bien qu'à ses cris, la machine eût été arrêtée presque immédiatement.

Les témoins ont déclaré que parfois on adapte mal le racagnac sur la haveuse et qu'alors le sens de déplacement est contraire à celui désiré.

**N° 18.** — Charleroi. — 5<sup>e</sup> arrondissement. — Charbonnage d'Aiseau-Oignies. — Siège n° 4, à Aiseau. — Etage de 150 mètres. — 8 novembre 1922, vers 1 1/4 heures 1/4. — Un blessé. — P.-V. Ingénieur G. Paques.

Pendant la manœuvre d'encagement d'un wagonnet chargé, un ouvrier a été blessé à la main droite par une des barrières de la cage.

#### Résumé

Les divers compartiments des cages du puits d'extraction sont pourvus de barrières mobiles destinées à y retenir les wagonnets. Lors de l'encagement et du déchargement des berlines, les barrières

de la face par laquelle s'effectue la manœuvre est relevée et maintenue dans cette position par un crochet.

Un ouvrier, aidé du chef-porion, poussait dans la cage un wagonnet plein. Celui-ci, déviant légèrement, heurta le bouton d'articulation de la barrière. Cette dernière, se dégageant du crochet, retomba et écrasa la main droite de l'ouvrier contre la fourche d'entraînement adaptée à une des parois de la caisse du wagonnet.

### Les accidents survenus à la surface.

Ces accidents ont été divisés en diverses catégories, conformément au tableau XIV de la statistique minière de Belgique, rappelé ci-avant.

Dans le tableau qui suit, sont indiqués le nombre des accidents de chaque catégorie et le nombre des victimes.

NATURE DES ACCIDENTS	Série	Nombre de		
		accidents	tués	blessés
Chutes dans le puits . . . . .	A	—	—	—
Manœuvres des véhicules . . . . .	B	23	16	7
Machines et appareils mécaniques . . . . .	C	15	6	9
Électrocution . . . . .	D	3	3	—
Causes diverses . . . . .	E	19	12	7
TOTAUX . . . . .	—	60	37	23

## RÉSUMÉS

### SERIE B.

N° 1. — *Charleroi. — 5<sup>e</sup> arrondissement. — Charbonnage du Poirier. — Siège Saint-André, à Montigny-sur-Sambre. — Dépendances superficielles. — 9 janvier 1922, vers 17 heures. — Un tué. — P. V. Ingénieur J. Lowette.*

Un ouvrier a été tué par une berline qui, par suite de la rupture du câble qui la retenait, a dévalé du sommet d'un terril, le long d'un plan incliné.

#### Résumé

Les stériles de la mine sont élevés au sommet du terril par un plan incliné comportant deux voies ferrées. Celles-ci, au pied du plan incliné, descendent dans une fosse de 0<sup>m</sup>,70 de profondeur, sous deux trémies à pierres. A chaque voie ferrée, correspond un câble passant, au sommet du plan incliné, sur une poulie de renvoi, et venant s'enrouler sur un des deux tambours d'un treuil installé dans une salle située au-dessus des trémies. Les deux tambours sont mus par un moteur triphasé asynchrone par l'intermédiaire d'un engrenage réducteur. L'un des câbles s'enroule pendant que l'autre se déroule. Les wagonnets pèsent, vides, 500 kilogs; leur charge en pierres est de 750 kilogs.

Un passage ménagé derrière les trémies, sous la charpente métallique, permet de se rendre d'un côté à l'autre du plan incliné.

Au pied du plan incliné, un ouvrier était chargé de remplir les wagonnets, en manœuvrant les vannes des trémies, puis de donner le signal de mise en marche au machiniste.

Au moment de l'accident, une berline pleine de pierres montait par l'une des voies et était à peu près parvenue au sommet du terril, quand le câble se rompit. La berline dévala le long du plan incliné et vint atteindre l'ouvrier qui fut tué. Celui-ci fut relevé à côté de la voie ferrée, mais un de ses sabots fut retrouvé cassé sur la voie ferrée en amont de la fosse et l'autre, écrasé sous le wagonnet, dans le fond de celle-ci.

Le câble, en acier clair, comportait 6 torons de 8 fils de 1,4 millimètre de diamètre et sept âmes en chanvre.

La rupture s'est produite à quelques centimètres de la patte; la majeure partie des fils étaient sectionnés à même hauteur et offraient une section de striction bien nette, de 0,8 millimètre de diamètre.

La patte avait été renouvelée à peu près tous les mois.

Le câble avait été visité par un cordier du charbonnage, deux jours avant l'accident et trouvé en bon état.

Le machiniste du treuil et les ouvriers qui se trouvaient au sommet du terril ont déclaré qu'il ne s'était produit aucun choc avant la rupture du câble.

**N° 2.** — *Centre.* — 2<sup>e</sup> arrondissement. — *Charbonnage de Strépy et Thieu.* — *Siège Saint-Henri, à Thieu.* — *Dépendances superficielles.* — 16 janvier 1922, vers 10 heures. — Un tué. — P.-V. Ingénieur R. Hoppe.

Un ouvrier qui s'était introduit entre deux wagons pour les décrocher pendant la marche, a fait une chute et a été atteint par le convoi.

#### Résumé

Un machiniste ramenait du rivage dans la cour du charbonnage, locomotive en tête, une rame de cinq wagons vides dont les deux derniers devaient être refoulés sur la voie du terril et les trois premiers, conduits au triage. Le chef-manœuvre et son aide accompagnaient le convoi et se trouvaient, le premier sur la marquise de la locomotive, le second dans la cabine de frein du wagon de queue.

L'aiguille, placée à la bifurcation des deux voies, était commandée par un levier à contrepoids fixe, agissant de telle façon que, abandonné à lui-même, il fermait automatiquement la voie du rivage et ouvrait la voie du terril.

Lorsque la rame eut dépassé l'aiguille, le chef-manœuvre corna une première fois pour commander l'arrêt, puis une deuxième fois pour commander le rebroussement.

A l'insu du chef-manœuvre et contrairement aux ordres qui lui avaient été donnés, le manœuvre passa alors sous les buttoirs, pour décrocher les deux derniers wagons. Il glissa vraisemblablement sur le sol qui était couvert de neige, tomba sur le rail et fut atteint par le wagon suivant.

A la réunion du Comité d'arrondissement, un membre a préconisé, pour éviter le retour d'un accident semblable :

1<sup>o</sup> de supprimer le second manœuvre, conformément à ce qui se fait dans des charbonnages voisins;

2<sup>o</sup> de combattre par tous les moyens l'habitude qu'ont les manœuvres de pénétrer entre les buttoirs et d'en sortir pendant la marche des wagons — par exemple, en remettant à chaque ouvrier un livret contenant toutes les prescriptions à suivre.

Deux autres membres du Comité, dont le Président, ont fait des réserves au sujet de la suppression du second manœuvre parce que, dans certaines circonstances, notamment si les rames sont importantes ou si plusieurs excentriques sont à manœuvrer, le concours de deux hommes peut être nécessaire, étant entendu que, dans ce cas, la subordination du machiniste et du second manœuvre au chef-manœuvre doit être bien établie pour éviter toute confusion.

**N° 3.** — *Liège.* — 7<sup>e</sup> arrondissement. — *Charbonnage de Marihaye.* — *Siège Vieille-Marihaye, à Seraing.* — *Dépendances superficielles.* — 27 janvier 1922, vers 15 heures. — Un tué. — P.-V. Ingénieur R. Masson.

Un ouvrier qui travaillait devant un wagon isolé, arrêté, a été renversé et décapité par ce wagon, mis en mouvement sous le choc d'une rame.

#### Résumé

Dans la paire du charbonnage, une excavation avait été creusée entre deux voies ferrées afin de permettre la réparation d'une tuyauterie enterrée.

Un ouvrier, au service d'entrepreneurs étrangers au charbonnage, était occupé à remblayer cette excavation.

Son travail touchait à sa fin quand eurent lieu des manœuvres de wagons sur les deux voies ferrées. Une rame remorquée par une locomotive passa d'abord sur la voie nord. L'accrocheur prétend avoir, en passant, prévenu l'ouvrier, qui se tenait sur la voie sud, près d'un wagon isolé, que les manœuvres allaient se faire sur cette dernière voie. La rame fut refoulée sur la voie sud contre le wagon isolé et celui-ci se déplaça sous le choc, renversant et décapitant l'ouvrier.

L'accrocheur précédait la rame en refoulement, mais ne s'est pas assuré si la victime ne se trouvait plus sur la voie.

**N° 4.** — Liège. — 7<sup>e</sup> arrondissement. — Charbonnage du Horloz. — Siège Braconier, à Saint-Nicolas-lez-Liège. — Recette du puits d'extraction. — 31 janvier 1922, vers 11 heures. — Un blessé. — P.-V. Ingénieur M. Guérin.

En tirant un wagonnet hors de la cage, un ouvrier a été gravement blessé à la main gauche.

#### Résumé

L'accident s'est produit à la recette du puits d'extraction.

Les cages de ce puits sont à trois compartiments pouvant recevoir, chacun, un wagonnet.

Une cage venait d'arriver à la surface, avec trois wagonnets de charbon; le wagonnet du compartiment médian était déraillé. Les deux ouvriers préposés à la recette essayèrent d'abord de remettre cette berline sur les rails en la soulevant au moyen d'un levier. Ils n'y réussirent pas et commandèrent alors au machiniste d'extraction de donner des secousses à la cage pour décaler le wagonnet. Une première secousse fut sans effet. Une seconde, non seulement décala la berline, mais la projeta même quelque peu hors de la cage. Les deux ouvriers avaient continué à maintenir la berline d'une main. Ils eurent tous deux cette main écrasée entre la berline et un fer plat servant de chemin de roulement à la barrière du puits et se trouvant à 0<sup>m</sup>,33 de la cage.

L'un d'eux ne fut que contusionné; l'autre fut gravement blessé.

**N° 5.** — Liège. — 9<sup>e</sup> arrondissement. — Charbonnage du Hasard-Fléron. — Siège de et à Micheroux. — Dépendances superficielles. — 4 février 1922, vers 13 heures. — Un tué. — P.-V. Ingénieur P. Thonnart.

Une ouvrière a été coincée entre un wagonnet et une colonne.

#### Résumé

Un wagonnet stationnait sur des taques de fonte posées sur le sol, entre une voie ferrée à écartement normal pour wagons de

grandes dimensions et une voie ferrée à faible écartement, pour wagonnets de la mine.

Un wagon était arrêté sur la première des deux voies ferrées, à proximité du wagonnet. Il fut mis en mouvement par un autre wagon poussé par une locomotive. Juste à ce moment, une ouvrière vint manœuvrer le wagonnet; elle le fit pivoter.

Au cours de cette manœuvre, le wagonnet arriva en contact avec le wagon accroché à la locomotive; il fut refoulé et écrasa l'ouvrière contre une colonne en fer du bâtiment du triage-lavoir.

Il était interdit de manœuvrer les berlines pendant le déplacement des wagons.

**N° 6.** — Centre. — 3<sup>e</sup> arrondissement. — Charbonnage de Ressaix, Leval, Péronnes, Ste-Aldegonde et Houssu. — Siège St-Albert, à Péronnes-lez-Binche. — Dépendances superficielles: Atelier de triage des charbons. — 10 mars 1922, vers 9 heures. — Un blessé mortellement. — P.-V. Ingénieur principal P. Defalque.

Au cours du chargement d'un wagon en stationnement sur une voie ferrée, un ouvrier qui s'était introduit dans une trémie, a eu la jambe gauche sectionnée, le wagon mis en mouvement sous le choc intempestif d'un autre wagon, ayant arraché le bec mobile de la trémie.

#### Résumé

Un ouvrier était occupé, avec d'autres, au chargement d'un wagon de 10 tonnes, type Etat Belge, en stationnement sur l'une des voies ferrées passant sous le bâtiment du triage. A 45 mètres environ de ce véhicule, un autre wagon, vide, de 20 tonnes, type allemand, était arrêté. La voie étant en pente légère vers le triage, ce second wagon était retenu par un rondin de bois placé sur un rail.

A un moment donné, l'ouvrier monta dans la trémie de chargement, au-dessus du premier wagon, pour faciliter la descente du charbon.

Tout à coup, le wagon allemand vint heurter le wagon belge qu'il mit en marche. Les wagons en mouvement arrachèrent le bec mobile de la trémie et happèrent au passage la jambe gauche de l'ouvrier, laquelle fut sectionnée au-dessus du genou.

Le wagon allemand s'était dégagé du rondin qui le retenait et s'était mis en mouvement sous le choc d'une rame de sept wagons vides, amenée par une locomotive, puis abandonnée à elle-même, rame qu'un ouvrier avait vainement essayé d'arrêter en serrant le frein à vis d'un des wagons. Quand cet ouvrier eut constaté que la vitesse de la rame s'accroissait, il sauta en bas du wagon et courut en avant pour mettre en garde par ses cris, les ouvriers occupés au chargement. Ses cris ne furent pas entendus.

Le Comité d'arrondissement a été d'avis qu'il importait d'immobiliser les wagons en stationnement sur les voies, par des dispositifs plus efficaces que la pose d'un rondin de bois sur un rail. Il a signalé qu'il était couramment fait usage d'un bloc à manette présentant une assise épousant le bourrelet du rail et formant coin double à sa partie supérieure.

A l'intervention de M. l'Inspecteur Général des Mines, la Direction du charbonnage a été invitée à faire emploi d'un dispositif perfectionné pour l'immobilisation des wagons.

**N° 7.** — Mons. — 1<sup>er</sup> arrondissement. — Charbonnage d'Hensies-Pommerœul. — Siège des Sartis, à Hensies. — Dépendances superficielles. — 16 mars 1922, vers 11 heures 30. — Un tué. — P.-V. Ingénieur A. Dupret.

Un ouvrier est tombé dans un ascenseur avec le wagonnet qu'il y poussait.

#### Résumé

A proximité des chaudières, un ascenseur à vapeur réunissait entre eux les trois niveaux : le niveau de la plate-forme d'alimentation des silos à charbons; le niveau du sol (où étaient encagés les charbons) et le niveau du sous-sol (où les cendres étaient enlevées pour être déchargées au niveau du sol).

Au moment de l'accident, un wagonnet de charbon avait été monté au niveau supérieur et le plateau de l'ascenseur avait été aussitôt descendu au niveau du sous-sol, d'où des wagonnets de cendres devaient être élevés au niveau du sol.

Les deux ouvriers qui, à la recette supérieure, avaient retiré le wagonnet de charbon, le ramenèrent immédiatement, vide, en le

poussant; ils l'introduisirent dans l'ascenseur dont ils avaient précédemment omis de fermer la barrière; l'un d'eux s'abattit, dans l'ascenseur, avec le wagonnet.

Généralement, après avoir monté un wagonnet plein, le plateau de l'ascenseur restait à la recette supérieure pour redescendre ce wagonnet aussitôt vidé.

La victime avait été prévenue de la modification apportée cette fois aux manœuvres.

Au niveau supérieur, le plateau n'était jamais reçu sur les taquets qui y étaient installés.

La barrière était du type à guillotine, non automatique, équilibrée par contrepoids.

**N° 8.** — Liège. — 8<sup>e</sup> arrondissement. — Charbonnage de La Haye. — Dépendances superficielles : Paire de Tilleur. — 29 mars 1922, à 21 heures. — Un tué. — P.-V. Ingénieur E. Dessalle.

Au cours de la manœuvre de refoulement d'un wagon, un ouvrier a été serré entre deux buttoirs.

#### Résumé

Deux voies ferrées voisines aboutissaient à un aiguillage. Sur l'une des voies, à proximité de l'aiguillage, un wagon de 20 tonnes était arrêté. Un wagon de 10 tonnes se déplaçant sur l'autre voie, vint en contact latéralement avec le premier wagon; les deux wagons se coincèrent. Le machiniste d'une locomotive et l'accrocheur convinrent alors de refouler l'un des wagons, celui de 20 tonnes, par l'intermédiaire d'un troisième wagon, celui-ci de 15 tonnes, poussé lui-même par la locomotive. Pour effectuer cette manœuvre, une pièce de bois de 2<sup>m</sup>,50 de longueur et de 0<sup>m</sup>,10 de diamètre, devait être intercalée entre les deux wagons par l'accrocheur. Celui-ci avait reçu comme instruction du machiniste de placer le bois horizontalement, une des extrémités en contact avec le wagon de 20 tonnes, puis de donner un coup de cornet pour demander au machiniste d'avancer jusqu'à ce que le wagon de 15 tonnes vint en contact avec l'autre extrémité du bois, de se retirer ensuite d'entre les buttoirs, puis de donner ordre au machiniste de repousser les wagons.

La manœuvre commença; le premier coup de cornet fut donné. Le machiniste remarqua bientôt que la locomotive rencontrait une

résistance et entendit des cris. Il arrêta la locomotive, en descendit et trouva l'accrocheur assis, se plaignant de blessures au côté gauche et déclarant au surplus avoir été comprimé entre deux buttoirs.

L'accrocheur était porteur d'une lanterne, qui se trouvait allumée près de lui après l'accident. Le bois fut retrouvé intact, en travers de la voie.

L'endroit où l'accident s'est produit, n'était que faiblement éclairé.

A la réunion du Comité d'arrondissement, un membre a fait remarquer que dans une importante usine des environs, la manœuvre « au bois » est interdite.

L'Ingénieur verbalisant a fait part de ce que cette manœuvre était en usage à la Compagnie du Nord-Belge, dans des cas particuliers, mais qu'elle devait se faire en présence d'un surveillant. Il a signalé également que cette manœuvre n'était pas interdite par le règlement très complet du service des transports d'une autre importante usine du pays.

Finalement, le Comité, tout en reconnaissant que ladite manœuvre n'est pas sans danger, a estimé qu'il n'y avait pas lieu de l'interdire, étant entendu qu'elle devrait être dirigée par un surveillant se trouvant sur les lieux.

**N° 9.** — Centre. — 2<sup>e</sup> arrondissement. — Charbonnage de Maurage et Boussoit. — Siège St-Jean, à Maurage. — Dépendances superficielles : Triage-lavoir à charbons. — 26 avril 1922, vers 9 heures 1/2. — Un tué. — P.-V. Ingénieur principal G. Desenfans.

Un surveillant a été écrasé par une rame de wagons.

#### Résumé

Trois voies ferrées sont établies sous le bâtiment qui abrite l'atelier de triage et lavage des charbons.

La voie médiane était libre. Sur l'une des autres voies étaient garés des wagons juxtaposés; sur la troisième stationnait une rame en deux tronçons, séparés l'un de l'autre par un intervalle de 4 mètres environ.

Une rame de six wagons poussée par une locomotive, arrivait sur la voie médiane; elle marchait à la vitesse de l'homme au pas; la locomotive ne sifflait pas. Un manœuvre se tenait debout, cornet en main, à l'arrière du wagon de tête, sur le marchepied; il regardait vers l'avant. Un second manœuvre se trouvait sur le troisième wagon. Un ouvrier P suivait la locomotive. Au moment où il arrivait devant l'intervalle compris entre les deux tronçons de la rame arrêtée sur la troisième voie, il vit le corps d'un surveillant étendu déchiqueté sur la voie médiane.

Quelques minutes auparavant, P s'était trouvé avec le surveillant dans l'intervalle en question.

Le premier wagon de la rame en mouvement était du type Etat, dépourvu de marchepied à l'avant.

Seuls la victime et deux ouvriers dont P étaient autorisés à circuler sur les voies ferrées établies sous le triage.

Personne n'a vu l'accident se produire. Il faisait alors grand vent.

L'Ingénieur verbalisant a invité la Direction du charbonnage à faire piloter les rames circulant sur le dommage du charbonnage, par un manœuvre placé à l'avant du premier wagon ou précédant celui-ci à pied.

**N° 10.** — Centre. — 3<sup>e</sup> arrondissement. — Charbonnage de La Louvière et Sars-Longchamps. — Siège n° 7-8, à La Louvière. — Dépendances superficielles. — 30 mai 1922, vers 8 heures. — Un tué. — P.-V. Ingénieur principal E. Molinghen.

Après la manœuvre d'un wagon poussé par une locomotive, un accrocheur a été trouvé mort entre les rails.

#### Résumé

Un convoi composé d'un wagon poussé par une locomotive devait passer d'une voie sur une autre.

Un accrocheur, après avoir fait l'aiguillage, donna au machiniste le signal de mise en marche.

Le machiniste mit le convoi en mouvement et refoula le wagon jusqu'à l'endroit assigné. Il constata alors la disparition de l'accrocheur.

Celui-ci fut retrouvé mort, entre les rails de la voie, à une trentaine de mètres de l'aiguillage.

D'après certaines déclarations, l'accrocheur s'asseyait fréquemment sur les buttoirs des wagons.

Il n'a pu être établi si la victime a chu d'un des buttoirs sur lequel il aurait pris place ou s'il a été culbuté en voulant prendre place sur un buttoir.

La vitesse de la locomotive était de 2 mètres à la seconde, environ.

Le machiniste n'a perçu aucun choc.

Il est interdit aux manœuvres de prendre place sur les buttoirs.

Le Comité d'arrondissement a émis l'avis qu'il serait avantageux, au point de vue de la sécurité, de pourvoir tous les wagons de marchepieds et de poignées, comme il en existe à quelques wagons des Chemins de fer de l'Etat, parce que cela permettrait d'exiger, avec plus de rigueur, l'observance de l'interdiction faite aux accrocheurs de monter sur les buttoirs.

**N° 11.** — Mons. — 1<sup>er</sup> arrondissement. — Charbonnage de Grande Chevalière et Midi de Dour. — Siège n° 2, à Dour. — Dépendances superficielles. — 31 mai 1922, vers 10 heures. — Un tué. — P.-V. Ingénieur A. Dupret.

Au cours d'une manœuvre de wagons, un ouvrier est tombé sous l'un des véhicules.

#### Résumé

Trois wagons étaient en stationnement sur une voie légèrement en pente, à savoir : un wagon, type Etat Belge, avec frein à vis, chargé de charbon; un wagon-culbuteur avec frein à main, rempli de terres et enfin un wagon-culbuteur vide.

Les deux premiers wagons étaient accrochés l'un à l'autre.

Les freins des deux premiers wagons étaient fermés; de plus, une pièce de bois dite « caloir » était placée sous une des roues de chacun de ces deux wagons.

Les trois wagons devaient être déplacés afin que le wagon vide fût amené sous une trémie.

Les freins furent desserrés, les « caloirs » enlevés. Un ouvrier D fit démarrer le groupe des deux premiers wagons, en agissant au

moyen d'une pièce de bois sur les rayons des roues. Il voulut ensuite arrêter ces wagons au moyen d'un « caloir », mais il n'y réussit pas, la roue passant au-dessus du « caloir ». Quelques instants après, un lampiste, qui se trouvait dans un bureau voisin, vit tomber D sous le premier wagon; il ne s'est pas rendu compte de ce que cet ouvrier faisait ou voulait faire, au moment de sa chute; il ignore s'il tenait quelque chose en main. Les deux premiers wagons, qui marchaient à faible vitesse, furent arrêtés par le corps de D.

Il était interdit d'enrayer les véhicules en insérant des pièces de bois dans les rayons des roues. Il avait été prescrit, dans les manœuvres par gravité, de se servir des freins dans la mesure du possible et d'opérer toujours sur wagons isolés.

A la réunion du Comité d'arrondissement, un membre a émis l'avis que la victime a voulu monter sur les buttoirs d'avant du premier wagon, pour gagner de là la cabine du frein.

L'Ingénieur verbalisant a fait ressortir que la continuation de la marche des wagons ne pouvait amener aucun accident et qu'en conséquence D n'a pu vouloir agir précipitamment dans le but d'éviter un danger.

M. l'Ingénieur en chef-Directeur du 1<sup>er</sup> arrondissement a émis l'avis qu'il serait opportun de modifier l'article 59, paragraphe 5 de l'arrêté du 15 septembre 1919 sur les installations superficielles (1), comme suit : « La mise en marche aussi bien que l'arrêt des véhicules, ...est interdite ».

**N° 12.** — Liège. — 7<sup>e</sup> arrondissement. — Charbonnage de l'Arbre-Saint-Michel, Bois d'Otheit et Cowa. — Siège Halette, à Mons-lez-Liège. — Dépendances superficielles. — 6 juin 1922, vers 13 heures 1/2. — Un tué. — P.-V. Ingénieur R. Masson.

Un ouvrier a été écrasé entre un wagon et un longeron d'une chaîne à godets.

(1) Ce paragraphe est ainsi conçu : « L'arrêt des véhicules au moyen d'entraves introduites entre les rayons des roues pendant la marche est interdit. »

## Résumé

L'accident s'est produit au voisinage d'une chaîne à godets, installée entre deux voies ferrées et qui sert à élever le charbon destiné à la fabrique d'agglomérés.

Deux ouvriers venaient de remplacer plusieurs godets de cette chaîne et plaçaient une goupille à l'un d'eux, quand s'avança, sur l'une des deux voies ferrées, un wagon poussé par une locomotive.

L'un des ouvriers, apercevant ce wagon tout proche, cria : « Attention ! » à son compagnon ; celui-ci qui tournait le dos au wagon, se retourna brusquement et fut, à cet instant même, écrasé entre le longeron de la chaîne à godets et la caisse du wagon, entre lesquels il n'y avait que 0<sup>m</sup>,20 d'intervalle.

Le machiniste a fait fonctionner le sifflet de la locomotive alors que le wagon était arrivé à une dizaine de mètres des ouvriers ; l'accrocheur, qui était assis sur le buttoir d'avant du wagon, a sifflé de la bouche, alors qu'il était à quelques mètres des ouvriers. Ces signaux n'ont pas été entendus par les ouvriers à cause du bruit que ceux-ci faisaient et aussi du bruit produit par le concasseur et l'atelier de triage proches.

**N° 13.** — Centre. — 2<sup>e</sup> arrondissement. — Charbonnage de Bray. — Siège n° 1, à Bray. — Dépendances superficielles. — 15 juin 1922, vers 9 heures. — Un blessé. — P.-V. Ingénieur R. Hoppe.

Un ouvrier a été écrasé entre un culbuteur et un wagonnet qui s'est échappé d'un dispositif d'arrêt.

## Résumé

A la sortie de la cage, les wagonnets sont amenés par une voie en pente, aux culbuteurs situés à la tête du triage.

Devant chaque culbuteur se trouve un dispositif d'arrêt consistant en deux taquets surgissant entre les rails, sous la commande d'ergots et d'un jeu de barres articulées, lorsqu'un levier est abaissé par le wagonnet entrant dans le culbuteur.

En appuyant sur une pédale, l'ouvrier peut effacer les taquets. Un ouvrier, placé devant un culbuteur, poussait hors de celui-ci, un wagonnet dont la caisse était légèrement élargie et qui venait

d'être vidé, quand il fut écrasé contre ce culbuteur par un wagonnet échappé intempestivement du dispositif d'arrêt.

La victime n'a pu expliquer comment l'accident s'est produit.

De très nombreux essais ont été faits et aucun raté du dispositif d'arrêt n'a été constaté.

L'Ingénieur verbalisant a émis l'avis que la victime a dû mettre le pied, par distraction, sur la pédale de commande des taquets. Il a fait remarquer que les moulineurs n'ont pas à se placer sur la voie ferrée pour faire sortir les wagonnets vides du culbuteur, mais latéralement à celle-ci et à l'avant de cet appareil.

**N° 14** — Charleroi. — 5<sup>e</sup> arrondissement. — Charbonnage de Noël. — Siège St-Xavier, à Gilly. — Dépendances superficielles : Lavoir à charbons. — 11 août 1922. — Un blessé. — P.-V. Ingénieur J. Pieters.

Un ouvrier, qui se trouvait sur un wagon en chargement, a eu le bras gauche écrasé entre la cabine de ce wagon et une trémie.

## Résumé

Deux ouvriers se trouvaient sur un wagon en chargement, arrêté sur une voie ferrée passant sous le lavoir à charbons.

Le chargement en était à peu près terminé, quand deux wagons vides furent lancés sur ladite voie. L'agent préposé à la direction des manœuvres essaya de les arrêter en plaçant un bois sur les rails. N'y parvenant pas, il cria pour avertir les ouvriers occupés au chargement. Les avertissements ne furent entendus que par l'un des deux ouvriers se trouvant sur le wagon arrêté. L'autre ne se rendit compte de ce qui se passait qu'au moment où les deux wagons lancés étaient tout proches. Sous le choc, le wagon en chargement se mit en marche et l'ouvrier qui n'avait pas eu le temps de parer au danger, eut le bras gauche écrasé entre une des trémies de chargement et la vigie du wagon.

N° 15. — Charleroi. — 1<sup>er</sup> arrondissement. — Charbonnage de Marcinelle-Nord. — Siège n° 5, à Couillet. — Dépendances superficielles. — 7 septembre 1922, vers 9 heures 1/2. — Un tué. — P.-V. Ingénieur L. Hardy.

Un ouvrier a été écrasé entre les buttoirs de deux wagons qui, arrêtés, avaient été mis en mouvement sous le choc intempestif d'un autre wagon.

#### Résumé

Trois wagons étaient arrêtés sur une voie ferrée longeant le bâtiment du triage à charbons et passant sous une trémie à pierres. Entre ces wagons et la trémie, la voie, en pente légère vers les wagons, était complètement à découvert. Entre les buttoirs de deux des wagons arrêtés il y avait un espace de 0<sup>m</sup>,50 environ.

Un ouvrier qui longeait les wagons, s'engagea dans cet espace. Juste à ce moment, un wagon chargé de pierres, venant librement de la trémie, heurta les wagons arrêtés et l'ouvrier fut écrasé entre les buttoirs.

L'ouvrier préposé au chargement a prétendu avoir regardé vers les wagons arrêtés avant de lâcher le wagon qui a causé l'accident, et n'avoir vu personne.

N° 16. — Charleroi. — 5<sup>e</sup> arrondissement. — Charbonnage du Bois Communal de Fleurus. — Siège Ste-Henriette, à Fleurus. — Dépendances superficielles : Recette du puits d'extraction. — 27 septembre 1922, vers 1<sup>h</sup> 1/2. — Une blessée. — P.-V. Ingénieur J. Pieters.

Au cours de l'encagement des wagonnets à la recette de la surface du puits d'extraction, un wagonnet sortant de la cage, déjà relevée, tomba et vint atteindre une ouvrière à la main gauche.

#### Résumé

Les cages du puits d'extraction sont à six compartiments pouvant recevoir, chacun, un wagonnet. Les wagonnets sont retenus, aux faces d'encagement et de déchargement, par des barrières basculantes, comportant une simple barre horizontale, recourbée à ses extrémités et articulée aux montants intérieurs de la cage.

A la recette de la surface, deux femmes étaient occupées d'un côté à l'encagement des chariots vides, tandis que de l'autre côté, un ouvrier (tireur) était préposé au déchargement des chariots pleins ainsi qu'aux signaux.

Les femmes, après avoir soulevé la barrière, poussaient le wagonnet dans la cage et la barrière retombait d'elle-même.

Les manœuvres s'effectuaient en montant.

A un moment donné, les deux ouvrières introduisirent un chariot dans le quatrième compartiment de la cage, dont la barrière ne retomba pas.

La cage fut remontée et la manœuvre commença pour le cinquième compartiment.

Mais la berline introduite dans le quatrième compartiment, en sortit, tomba et vint atteindre une des deux ouvrières à la main gauche, dont l'annulaire fut presque sectionné.

Le tireur ne s'était aperçu de ce que la barrière du quatrième compartiment n'était pas retombée qu'après avoir donné le signal de la manœuvre. Il cria aussitôt, mais les femmes n'entendirent pas ses cris; celles-ci n'avaient pas remarqué que la barrière était restée relevée.

N° 17. — Mons. — 1<sup>er</sup> arrondissement. — Charbonnages Réunis de l'Agrappe. — Siège n° 3 (Grand Trait), à Frameries. — Dépendances superficielles. — 28 septembre 1922, vers midi. — Un blessé mortellement. — P.-V. Ingénieur principal G. Sottiaux.

Un ouvrier qui était assis sur un des buttoirs du wagon de tête d'une rame en marche, est tombé et deux wagons lui ont passé sur les jambes.

#### Résumé

Une rame de sept wagons vides était refoulée par une locomotive sur une voie d'évitement. Un garde-convoi s'était assis sur l'un des buttoirs du wagon de tête.

A un moment donné, à 70 mètres environ d'un croisement avec la voie principale, le machiniste, entendant le sifflet de la locomotive d'un autre train avançant sur cette dernière voie, freina pour arrêter son convoi. Du choc, le garde-convoi tomba du buttoir et deux wagons lui passèrent sur les jambes.

La direction autorisait l'agent qui doit précéder tout train en refoulement, à prendre place sur l'un des buttoirs du wagon de tête, parce qu'il n'était pas possible, à raison de l'intensité du trafic des trains, de faire les manœuvres de refoulement au pas d'homme.

A la réunion du Comité d'arrondissement, l'Ingénieur verbalisant a fait remarquer que l'ouvrier, assis sur un des buttoirs, n'aurait pu se tenir d'une main au bord supérieur de la caisse du wagon. A son sens, des poignées devraient être placées aux quatre angles de tous les wagons appartenant au charbonnage, poignées auxquelles se tiendraient les ouvriers assis sur les buttoirs.

M. le Président a estimé cette solution insuffisante. Outre que la position de l'ouvrier sur l'un des buttoirs resterait dangereuse, a-t-il dit, il y aurait encore à envisager un autre danger, celui résultant de la montée de l'ouvrier sur le buttoir, laquelle se fait alors que le train est déjà en marche.

Il s'est déclaré plutôt partisan de l'emploi de marche-pieds et de poignées placés en dehors de la voie, vers les angles, sur les longs côtés des wagons du charbonnage.

Il a conseillé cette disposition à la Direction du charbonnage et a invité cette dernière :

1° à interdire à ses agents de prendre place sur les buttoirs d'avant des wagons en mouvement; 2° à faire procéder à toutes les manœuvres par refoulement au pas d'homme, lorsque l'agent qui doit précéder le train refoulé ne peut soit prendre place dans une cabine ou sur une plate-forme à l'avant du wagon de tête, soit se tenir à l'avant de ce wagon au moyen d'un marchepied et d'une poignée ou au moyen de toute autre disposition en dehors des voies, à condition que l'écartement entre celles-ci soit suffisant.

**N° 18.** — *Centre.* — 3<sup>e</sup> arrondissement. — *Charbonnage de Ressaix, Leval, Péronnes, Ste-Aldegonde et Houssu.* — *Siège n° 9-10 (Houssu), à Haine-St-Paul.* — *Dépendances superficielles.* — 30 octobre 1922, vers 15 heures. — *Un blessé.* — P.-V. Ingénieur principal P. Defalque.

Un ouvrier est tombé sur une voie ferrée, devant un wagon en marche.

## Résumé

Un machiniste mettait un ouvrier nouvellement engagé au courant de la manœuvre des wagons.

Une locomotive, conduite par un de ses compagnons, refoulait un wagon de 30 tonnes, lequel devait être garé sur une voie auxiliaire.

Après avoir modifié la position de l'excentrique à l'entrée de cette voie, le machiniste longeait cette dernière, en marchant à côté du véhicule en mouvement, quand il glissa et tomba sur le rail. Il fut atteint par les roues du wagon, qui lui écrasèrent la jambe droite un peu au-dessus du pied.

**N° 19.** — *Charleroi.* — 5<sup>e</sup> arrondissement. — *Charbonnage du Carabinier.* — *Siège n° 2, à Pont de Loup.* — *Dépendances superficielles.* — 6 novembre 1922, vers 10 heures. — *Un tué.* — P.-V. Ingénieur G. Paques.

Pendant qu'il remettait sur rails, un wagonnet déraillé, un ouvrier a eu la tête écrasée entre ce wagonnet et le chariot voisin.

## Résumé.

L'accident s'est produit dans la station où sont rassemblés, avant d'être conduits aux ateliers de triage, les wagonnets pleins de charbon provenant des sièges n°s 2 et 3 du charbonnage.

Vingt wagonnets étaient garés sur une des voies, attendant leur envoi au triage.

Contre ces wagonnets, vint heurter une rame de soixante berlines.

Sous le choc, quatre de ces dernières, en deux groupes de deux, déraillèrent.

Trois ouvriers, dont le nommé F..., ayant remis sur rails les deux wagonnets du premier groupe, se dirigeaient vers le second groupe, quand on vint les prévenir de l'arrivée d'une nouvelle rame. F répondit de faire le nécessaire pour amener cette rame dans la station.

Avec ses compagnons, il se mit alors en devoir de replacer sur rails les deux autres wagonnets déraillés. La manœuvre était faite pour l'un d'eux et, pour la remise en place de l'autre, F, accroupi,

glissait un morceau de planche entre les rails, quand la rame arriva. Bien que freinée par des enrayoirs placés dans des roues de plusieurs wagonnets, cette rame vint heurter celle qui était en stationnement. Par suite de ce choc, F eut la tête écrasée entre le wagonnet déraillé et le chariot voisin.

**N° 20.** — *Centre.* — *2<sup>e</sup> arrondissement.* — *Charbonnage de Bois du Luc et Trivières Réunis.* — *Siège St-Patrice, à Houdeng-Aimeries.* — *Dépendances superficielles.* — *7 novembre 1922, vers 6 heures 1/4.* — *Un blessé mortellement.* — *P.-V. Ingénieur principal G. Desenfans.*

Un surveillant, qui s'était engagé sur une voie ferrée, alors qu'arrivait une locomotive, a été atteint par cette dernière.

#### Résumé.

Dans la demi-obscurité, luttant contre la pluie et contre le vent qui soufflait en tempête, un surveillant, se rendant à son travail, suivait un chemin, large de 4 mètres, établi entre un terril et une voie ferrée de raccordement.

Sur cette voie, à la vitesse de 10 kilomètres à l'heure, arrivait, en sens inverse, une locomotive, conduite par un machiniste et un chauffeur. Le chauffeur, qui se tenait du côté du chemin, aperçut le surveillant. Pour attirer l'attention de ce dernier, il lança un coup de sifflet prolongé, puis, constatant que le surveillant paraissait vouloir franchir la voie ferrée, il lui cria éperdûment : « Gare ! ». Le machiniste battit alors contre-vapeur et bloqua les freins. Mais le surveillant n'avait vraisemblablement pas entendu ces appels. Il s'engagea sur la voie et fut atteint par la locomotive.

Les disques de cette dernière étaient allumés.

**N° 21.** — *Mons.* — *1<sup>er</sup> arrondissement.* — *Charbonnage de Bois de Boussu et Sainte-Croix, Sainte-Claire.* — *Dépendances superficielles : Lavoir central, à Boussu.* — *9 novembre 1922, vers 19 heures 1/2.* — *Un blessé.* — *P.-V. Ingénieur principal O. Verbouwe.*

Un ouvrier assis sur un des buttoirs d'avant du wagon de tête d'une rame en marche, a sauté sur le sol, est tombé et a été blessé par ledit wagon.

Tout à proximité de l'atelier central de lavage des charbons, sur une des voies ferrées desservant ce dernier, une locomotive refoulait une rame de wagons. Un manœuvre s'était assis sur un des buttoirs d'avant du wagon de tête. D'autres wagons se trouvant sur ladite voie devaient être accrochés à la rame et celle-ci s'en approchait. Quand elle en fut distante de 4 mètres environ, l'ouvrier sauta sur la voie, fit deux pas entre les rails, puis ayant heurté une pièce de bois, tomba et eut la jambe gauche écrasée par une des roues du wagon.

Les déclarations recueillies n'ont pas été concordantes sur le point de savoir s'il était interdit aux manœuvres de prendre place sur les buttoirs.

L'Ingénieur verbalisant a estimé que les manœuvres en cours au moment de l'accident n'étaient effectuées que sur des trajets de 35 à 40 mètres, au maximum; qu'elles pouvaient se faire aisément à la vitesse du pas d'homme et qu'en conséquence, la circulaire ministérielle du 19 décembre 1922 (1) était applicable.

(1) Le 3<sup>e</sup> paragraphe de l'article 59 de l'arrêté royal du 15 septembre 1919 sur les installations superficielles des mines, minières et carrières souterraines, est ainsi conçu : « Dans les manœuvres par refoulement, le train sera précédé d'un agent surveillant la voie et donnant les signaux nécessaires. »

La circulaire du 19 décembre 1922 a donné de cette prescription, l'interprétation suivante :

- « Il convient d'estimer que cette dernière (prescription) s'applique uniquement aux manœuvres par refoulement s'effectuant sur des voies, aux »
- » abords desquelles des ouvriers sont occupés, ou sur des voies établies »
- » dans des endroits où le personnel circule normalement. Dans ce cas, le »
- » train doit être précédé d'un agent; celui-ci ne peut donc prendre place »
- » sur les wagons. La manœuvre se fait, par conséquent, à la vitesse de »
- » l'homme marchant au pas.
- » Mais lorsqu'il s'agit d'effectuer des déplacements de wagons par refou- »
- » lement, sur des parcours de grande longueur : par exemple, sur des voies »
- » réunissant des sièges d'extraction ou autres, à une gare de formation, »
- » et que, dans ces conditions, l'intensité du trafic oblige à dépasser la »
- » vitesse de l'homme marchant au pas, la présence de l'agent prévue au »
- » paragraphe précédent, n'est plus requise; elle devient d'ailleurs une »
- » impossibilité matérielle.
- » La direction aura, dans ce cas, à prendre toutes les mesures propres à »
- » assurer la sécurité des personnes qui pourraient être amenées à traverser »
- » les voies. Elle prescrira, par exemple, que pendant tout le déplacement

Le Comité d'arrondissement a émis l'avis qu'il n'était possible d'appliquer la circulaire ministérielle précitée qu'aux manœuvres se faisant sur les différentes voies soit du triage, soit du lavoir; mais que, lorsqu'il s'agissait de déplacer des wagons du triage au lavoir ou inversement, la manœuvre de refoulement devant être effectuée sur 300 mètres, ne pouvait pratiquement se faire au pas.

Le Comité a estimé en outre que la solution de ces différentes difficultés serait donnée par le placement sur tous les wagons de quatre marchepieds avec poignées.

**N° 22.** — *Namur.* — 6<sup>e</sup> arrondissement. — *Charbonnage de Ham-sur-Sambre, Arsimont et Mornimont, Franrière et Deminche.* — *Dépendances superficielles: Rivage de Ham-sur-Sambre.* — 24 novembre 1922, à 10 heures. — Un blessé. — P.-V. Ingénieur R. Prémont.

Un ouvrier, en traversant une voie ferrée, a été atteint par un wagonnet.

#### Résumé

Un transport par chaîne flottante réunit les différents sièges du charbonnage à l'atelier central de triage situé sur la rive gauche de la Sambre.

En un endroit, ce transport présentant une courbe assez prononcée, la chaîne quitte l'aplomb de la voie ferrée, est relevée et passe sur une poulie de renvoi, tandis que la voie elle-même est en pente de 2° environ, de telle façon que les wagonnets franchissent la courbe uniquement sous l'action de la pesanteur.

Il est interdit de passer sous la chaîne et cette interdiction est affichée non loin de la courbe en question. Tout à proximité de celle-ci, une passerelle permet de se rendre sans danger, d'un côté à l'autre de la voie ferrée.

Un ouvrier, enfreignant l'interdiction, a voulu traverser la voie ferrée en passant sous la chaîne, à l'endroit de la courbe. Il a été atteint, renversé et blessé par un wagonnet descendant le long de la pente.

» du train et à intervalles très rapprochés, le machiniste fera fonctionner le sifflet de la locomotive.

» Il ne pourra être toléré qu'un agent prenne place sur le premier wagon, dans le sens de la marche, lorsque ce wagon n'offre, par sa disposition, aucune place qu'un ouvrier puisse occuper sans danger. »

**N° 23.** — *Liège.* — 7<sup>e</sup> arrondissement. — *Charbonnage des Kessales-Artistes.* — *Siège Xhorré, à Flémalle-Grande.* — *Dépendances superficielles.* — 2 décembre 1922, vers 20 heures 1/2. — Un tué. — P.-V. Ingénieur R. Masson.

Un ouvrier a été tué par une berline qui, par suite d'une mise en défaut de l'attache au câble, a dévalé librement du sommet d'un terril, le long d'un plan incliné.

#### Résumé

L'accident s'est produit à la base d'un plan incliné, à deux voies ferrées, par lequel les pierres provenant de la mine sont élevées au sommet du terril.

Ce plan incliné est long de 130 mètres et a une pente de 27 à 28°.

Dans une salle surplombant la recette inférieure, est installé un treuil à tambour, mû par moteur à vapeur et sur lequel s'enroulent en sens inverse deux câbles en acier passant au sommet du terril sur des poulies de renvoi. Les pierres sont chargées dans des bennes basculantes et, pour la manœuvre, celles-ci sont attachées au câble par deux chaînettes. L'une des chaînettes est terminée par un maillon allongé que l'on engage dans un crochet adapté à l'avant du châssis de la benne, tandis que l'autre chaînette est munie d'un crochet qui se fixe au support de la caisse.

Pour la course montante, on accroche à un anneau, à l'arrière du châssis, une fourche traînante destinée, en cas de rupture d'attache, à empêcher le wagonnet de dévaler.

Au moment de l'accident, une berline chargée arrivant au sommet du plan incliné, s'arrêta, puis redescendit librement, tandis que l'extrémité du câble sautait de la poulie.

Deux ouvriers, qui, à la recette inférieure du plan incliné, manœuvraient le wagonnet vide qui venait de descendre par l'autre voie ferrée, furent atteints par le wagonnet plein qui s'était libéré du câble. L'un d'eux fut tué; l'autre, blessé plus ou moins gravement, se rétablit complètement.

Ce dernier a déclaré que son compagnon avait accroché le wagonnet au câble, tandis que lui-même y avait placé une fourche de sûreté.

Après l'accident, une fourche a été trouvée enfouie en partie dans le sol, vers le milieu du plan incliné.

Il a été constaté également que le crochet terminal du brin supérieur de l'attache, était fortement ouvert. Le brin inférieur était intact.

Le machiniste n'avait rien remarqué d'anormal. La course terminée, il avait serré le frein.

Personne n'a pu dire si la berline avait été convenablement accrochée et si elle avait été réellement pourvue d'une fourche de sûreté.

L'hypothèse a été émise que la victime aurait, par distraction ou pour toute autre cause, omis d'accrocher à la benne la chaînette inférieure de l'attache.

Le Comité d'arrondissement a émis l'avis qu'il conviendrait de modifier le système d'attelage des wagonnets, de façon à en augmenter la sécurité et la solidité.

La Direction du charbonnage a fait modifier l'attaché ainsi que les fourches de sûreté.

### SERIE C

**N° 1.** — *Liège.* — 9<sup>e</sup> arrondissement. — *Charbonnage d'Ougrée.* — *Siège n° 1, à Ougrée.* — *Dépendances superficielles.* — 8 mars 1922, vers 11 heures. — *Un blessé mortellement.* — P.-V. Ingénieur A. Massin.

Un ouvrier a été blessé par une pièce de bois qu'il était occupé à découper à la scie circulaire.

#### Résumé

Deux ouvriers étaient occupés à découper, à la scie circulaire, dans le sens de leur longueur, des rondins de sapin, longs de 0<sup>m</sup>,90.

Un rondin, de 0<sup>m</sup>,18 de diamètre, avait été scié en deux.

Les deux moitiés devant être encore sciées suivant la longueur, un des deux ouvriers passa l'une d'elles à la scie.

La pièce de bois était découpée sur 0<sup>m</sup>,55, quand elle se souleva par son extrémité engagée qui serrait la lame; brusquement, elle se dégagea, puis retombant sur la scie en mouvement, elle fut violemment rejetée en arrière, atteignant l'ouvrier en pleine poitrine.

Après l'accident, l'Ingénieur verbalisant a examiné le demi-rondin en question. Le bois était nouveau et légèrement humide;

les deux parties du bout scié se rejoignaient, tandis qu'en plein bois le trait de scie avait 5 millimètres de largeur.

Le Comité d'arrondissement a estimé qu'en ce qui concerne l'emploi des scies circulaires, il ne pouvait que s'en référer à l'étude de M. Félix Jottrand sur la prévention des accidents du travail. Il a constaté toutefois qu'aucun des dispositifs de sûreté préconisés dans cette étude n'aurait évité le présent accident.

**N° 2** — *Charleroi.* — 5<sup>e</sup> arrondissement. — *Charbonnage d'Appaumée-Ransart, Bois du Roi et Fontenelle.* — *Siège Appaumée (n° 1), à Ransart.* — *Dépendances superficielles : Ateliers.* — 15 mars 1922, vers 1½ heures. — *Un blessé.* — P.-V. Ingénieur J. Pieters.

En voulant remettre en place, à l'aide d'un bâton, une courroie tombée d'une poulie, un ouvrier a été blessé par le bâton.

#### Résumé

Une machine recevait son mouvement, par l'intermédiaire d'une courroie, d'un arbre de transmission tournant à la vitesse de 60 tours par minute. Cet arbre se trouvait à une hauteur de 4 mètres, tandis que l'arbre de la machine commandée était à 1<sup>m</sup>,50 du sol. La distance horizontale entre les deux arbres était de 3 mètres.

La courroie étant tombée de la poulie de la machine, un ouvrier voulut la replacer, à l'aide d'un bâton, sans arrêter le mouvement. Il fut frappé à l'œil droit par l'extrémité du bâton.

La victime n'ignorait pas qu'il était prescrit de ne remettre les courroies tombées qu'après l'arrêt des appareils.

**N° 3** — *Centre.* — 2<sup>e</sup> arrondissement. — *Charbonnage de Maurage et Boussoit.* — *Siège La Garenne, à Maurage.* — *Dépendances superficielles.* — 1½ avril 1922, vers 21 heures. — *Un blessé mortellement.* — P.-V. Ingénieur principal G. Desenfans.

Un ouvrier qui se trouvait dans la cage d'un monte-charge, a été blessé mortellement, le monte-charge ayant fonctionné intempestivement.

## Résumé

Un monte-charge reliait le niveau du sol au niveau de la recette du puits. Il comportait deux cages pouvant contenir chacune deux wagonnets disposés en file. Le tambour sur lequel s'enroulaient les câbles, était actionné par l'intermédiaire de roues d'engrenage, par un moteur électrique. Un frein à fermeture automatique par contrepoids était appliqué sur l'arbre du moteur.

A la recette supérieure du monte-charge, les cages étaient reçues sur des taquets à effacement.

Le jour de l'accident, à la fin de la matinée, il fut constaté une usure accentuée d'un des pignons d'engrenage. Une des cages fut amenée sur les taquets à la recette supérieure, l'autre sur le sol, à la recette inférieure. Les barrières, à la recette supérieure, furent fermées.

On démontra alors partiellement les organes du mouvement ainsi que le frein et on coupa le courant sur le moteur.

A la soirée, un surveillant qui ne savait pas que l'appareil fût en réparation, résolut d'élever par le monte-charge, à la recette du puits, deux wagonnets contenant des traverses métalliques. Il fit placer ces deux wagonnets dans la cage inférieure et introduire deux wagonnets vides dans l'autre cage.

Au moment de mettre en marche, il s'aperçut que le courant était coupé.

Le porion donna alors l'ordre de décharger la cage inférieure, mais ne pensa pas à faire remettre en place sous la cage supérieure les taquets qui avaient été effacés.

L'enlèvement du deuxième wagonnet plein étant assez difficile, un ouvrier s'introduisit dans la cage pour le pousser.

Quand ce wagonnet fut presque sorti de la cage, celle-ci fut entraînée vers le haut par le poids de l'autre cage contenant des wagonnets vides. L'ouvrier fut écrasé contre le châssis du monte-charge.

**N° 4.** — Centre. — 3<sup>e</sup> arrondissement. — Charbonnage de Ressaix, Leval, Péronnes, Sainte-Aldegonde et Houssu. — Siège de Leval, à Leval-Trahegnies. — Dépendances superficielles. — 20 mai 1922, vers 2 heures 1/2. — Un blessé mortellement. — P.-V. Ingénieur principal P. Defalque.

Pendant les opérations du décalage de la bobine folle d'une machine d'extraction, un ouvrier a été écrasé entre

un bras de cette bobine et le tringlage du frein, la machine s'étant mise en marche intempestivement.

## Résumé

La machine d'extraction, à deux cylindres conjugués, est munie d'un frein à contrepoids monté sur une poulie de 4 mètres de diamètre, fixée sur l'arbre des bobines entre celles-ci. Le frein se compose de deux mâchoires avec sabots en bois, agissant sur la jante de la poulie sous l'influence du contrepoids. Celui-ci qui, avec ses accessoires, pèse 2.300 kilogs, est normalement relevé par l'effet de la vapeur admise sur un piston auquel il est suspendu. L'une des bobines, celle du câble bas ou câble sud, peut être décalée, c'est-à-dire rendue libre, quand il s'agit de modifier la longueur utile des câbles. Elle est normalement fixée par six broches qui traversent l'estomac et que l'on maintient à l'aide de goupilles.

Les cages circulant dans le puits sont à quatre étages, à deux wagonnets par étage; elles pèsent vides 3.000 kilogs. Les câbles sont en acier et leur poids par mètre courant est de 13 kgs,800 pour le câble bas et 13 kgs,200 pour le câble haut.

Le rayon minimum d'enroulement est de 1<sup>m</sup>,47; le rayon maximum, de 2<sup>m</sup>,55.

On avait procédé à l'épuisement des eaux au moyen de la cage et, pour ce faire, le câble haut avait été allongé.

Pour reprendre l'extraction, à l'étage inférieur de 600 mètres, il fallait ramener les câbles à leur longueur normale. C'est ce qu'on effectuait.

La cage du câble bas reposait, à la surface, sur des poutrelles placées en travers du puits, tandis que l'autre cage, contenant une tonne à eau vide, pendait en dessous de l'accrochage de 600 mètres. Le câble bas avait du lâche et touchait le sol entre le châssis à molettes et la machine. Cinq broches, au lieu de six, fixaient la bobine folle à l'estomac de la machine.

Deux broches ayant été retirées, le machiniste fit faire un demi-tour à la machine.

Le frein fut alors calé. Normalement, la bobine folle aurait dû être encore immobilisée au moyen d'un dispositif spécial enserrant l'un des bras au moyen de deux vis. Cet appareil fut mis en place, mais les témoins pensent que l'ouvrier préposé B omit de serrer les vis.

Cet ouvrier s'introduisit alors entre la bobine et la poulie de frein pour enlever les goupilles des trois dernières broches à retirer.

Soudain, la machine fit un huitième de tour dans le sens du déroulement du câble haut et l'ouvrier fut comprimé entre un bras de la bobine et une tringle du frein.

Au cours d'une expérience faite après l'accident, la cage sud fut mise à taquets à la recette de la surface et la cage nord chargée de six wagonnets de charbon fut enlevée de 1 à 2 mètres au-dessus de l'accrochage de 600 mètres; le frein fut ensuite serré. Au bout de deux ou trois secondes, la cage chargée entraîna la machine jusqu'au moment où le câble de la bobine basse eut été remis en tension.

Au Comité d'arrondissement, un membre, M. l'Ingénieur principal A. Hardy, a calculé la valeur strictement nécessaire du couple à produire par le coudé et le contrepoids du frein pour assurer l'équilibre, dans les deux cas suivants : 1° cage bobine haute au fond avec une tonne à eau vide et cage bobine basse sur taquets à la surface; 2° cage bobine haute au fond avec 8 wagonnets de charbon et cage bobine basse sur taquets à la surface.

Il a trouvé que le couple produit est plus que suffisant pour assurer l'équilibre dans les deux cas.

Il a conclu que si le freinage n'est pas suffisant pour immobiliser la machine dans le second cas, c'est qu'il existe dans les organes, un défaut venant fausser les données de construction fournies, défaut qui est à rechercher.

Le Comité s'est rallié à cette manière de voir.

**N° 5** — Liège. — 9<sup>e</sup> arrondissement. — Charbonnage de Cheratte. — Siège de et à Cheratte. — Dépendances superficielles : Lavoir à charbons. — 13 juin 1922, vers 9 heures. — Un blessé. — P.-V. Ingénieur P. Thonnart.

Un ouvrier a eu le bras droit sectionné par une des palettes d'un distributeur à charbon.

#### Résumé

Pour désobstruer un distributeur à charbon, constitué d'une roue à palettes tournant dans une enveloppe en tôle, un ouvrier

introduisit la main dans une ouverture ménagée dans cette enveloppe, La main fut happée par une des palettes et l'avant-bras, entraîné, fut sectionné par la palette suivante.

**N° 6.** — Liège. — 8<sup>e</sup> arrondissement. — Charbonnage de Sclesin-Val-Benoît. — Siège Val-Benoît, à Liège. — Dépendances superficielles : Salle de machines. — 13 juin 1922, vers 16 heures. — Un tué. — P.-V. Ingénieur E. Dessalle.

Un ouvrier est tombé sur une courroie en mouvement et a été précipité par celle-ci contre un mur.

#### Résumé

Un ouvrier, juché sur une échelle de 10 mètres de longueur environ, était occupé à peindre les murs d'une salle de machines. L'échelle reposait sur le sol par l'intermédiaire d'une semelle en bois. A un moment donné, l'échelle qui, contrairement aux ordres donnés, n'était pas amarrée, se renversa en glissant de la tête le long du mur contre lequel elle était appliquée. L'ouvrier peintre fut précipité sur la courroie d'un compresseur d'air en fonctionnement; entraîné par celle-ci, il fut projeté contre un mur de la salle et tué sur le coup.

**N° 7.** — Charleroi. — 5<sup>e</sup> arrondissement. — Charbonnage de Grand-Mambourg et Bonne-Espérance. — Siège Sainte-Zoé, à Montigny-sur-Sambre. — Dépendances superficielles : Ateliers. — 30 juin 1922, vers 11 heures 1/2. — Un blessé. — P.-V. Ingénieur J. Pieters.

Un ouvrier a été blessé à l'œil droit par un éclat d'acier.

#### Résumé

Un ouvrier était occupé à percer des trous dans un fer plat de 5 millimètres d'épaisseur, au moyen d'une poinçonneuse mécanique. L'outil ou poinçon de cette machine est fixé au porte-outil par une broche conique en acier et est animé d'un mouvement vertical de va-et-vient; il est entouré d'un manchon tronconique en acier dont la position règle l'épaisseur à forer et qui a 12 millimètres d'épaisseur.

A un moment donné, la broche s'étant desserrée, est sortie de son logement et, par suite du mouvement de l'outil, a rompu le

manchon dont un morceau a frappé l'ouvrier à la figure, dans la région de l'œil droit qui a été atteint par un éclat d'acier.

Pour éviter les accidents de l'espèce, la Direction a remplacé la broche conique par une vis de serrage.

**N° 8.** — Mons. — 1<sup>er</sup> arrondissement. — Charbonnage de la Grande Machine à feu de Dour. — Siège n° 1, à Dour. — Dépendances superficielles : Ateliers de réparations. — 18 août 1922, vers 13 heures 40. — Un blessé. — P.-V. Ingénieur E. Delcourt.

Un ouvrier a été blessé au bras droit en graissant une courroie en mouvement.

#### Résumé

Un ouvrier graissait, pendant la marche, une courroie actionnant une poulie dont l'axe était à 1<sup>m</sup>,52 au-dessus du sol.

Pour ce faire, il appuyait de la main droite, un bloc d'une graisse consistante sur le brin montant de la courroie. A un moment donné, la manche droite de son habit fut, croit-il, happée par la courroie et son bras entraîné contre un levier d'embrayage.

**N° 9.** — Liège. — 8<sup>e</sup> arrondissement. — Charbonnage d'Abhooz et Bonne-Foi-Hareng. — Siège d'Abhooz, à Herstal. — Dépendances superficielles. — 19 août 1922, vers 15 heures. — Un blessé. — P.-V. Ingénieur principal A. Delrée.

Un ouvrier a été gravement blessé par un des plateaux d'une balance automatique.

#### Résumé

A la recette de la surface du puits d'extraction, se trouvent deux niveaux de manœuvre : l'un, au niveau général des installations superficielles, l'autre 2<sup>m</sup>,50 plus haut.

Ces deux niveaux sont reliés entre eux par une balance automatique, à deux compartiments. Dans chaque compartiment se déplace un plateau guidé latéralement. Chacun des deux plateaux est attaché à l'extrémité d'un câble métallique passant sur une poulie installée au sommet de l'appareil. L'appareil est mis en mouvement par un ouvrier posté au niveau supérieur, au moyen d'un levier agissant sur le frein.

Les manœuvres des berlines se font par les faces est et ouest de la balance.

La face sud, constituée par une charpente métallique, est garnie de métal déployé.

Un ouvrier qui avait appuyé le bras gauche contre une traverse de la dite charpente, à un endroit où la garniture en métal déployé était en mauvais état, a été gravement blessé au coude par le plateau de la balance, lequel descendait chargé d'une berline pleine de charbon.

La victime a reconnu qu'elle connaissait l'existence, à l'endroit où elle s'est appuyée, d'un trou dans le panneau en métal déployé.

**N° 10.** — Mons. — 1<sup>er</sup> arrondissement. — Charbonnage de la Grande Machine à feu de Dour. — Siège n° 1, à Dour. — Dépendances superficielles : Ateliers de préparation mécanique des charbons. — 22 août, vers 7 heures. — Un blessé. — P.-V. Ingénieur E. Delcourt.

Un ouvrier a été gravement blessé au bras droit, en graissant une courroie, pendant la marche.

#### Résumé

Une courroie en balata, de 0<sup>m</sup>,14 de largeur, communiquait le mouvement d'un arbre de transmission à la poulie d'un broyeur, dont l'axe était situé à 0<sup>m</sup>,75 au-dessus du sol.

Le joint de la courroie était fait par simple repli des bouts, agrafes en acier et baguettes de retenue des agrafes, de part et d'autre. L'ensemble de cette attache débordait la face extérieure de la courroie de 15 millimètres environ.

Le broyeur et sa poulie étaient entourés d'une grille à barreaux, avec porte.

L'ouvrier mécanicien préposé à la conduite de la machine motrice et à l'entretien des organes en mouvement dans tout l'atelier, voulut graisser la courroie dont il s'agit. Il n'arrêta pas la marche de la machine, mais en réduisit la vitesse. Il s'introduisit alors à l'intérieur de la grille, puis se penchant, appliqua de la main droite contre le brin montant de la courroie, un pain d'une graisse consistante.

L'attache de la courroie l'ayant atteint à la tête, il perdit l'équilibre et eut le bras droit pris entre le brin descendant et la poulie.

**N° 11.** — *Liège.* — 7<sup>e</sup> arrondissement. — *Charbonnage de Gosson-Lagasse.* — *Siège n° 2, à Montegnée.* — *Dépendances superficielles.* — 26 septembre 1922, vers 13 heures. — Une tuée. — P.-V. Ingénieur R. Masson.

Une femme a été atteinte par une benne d'une mise à terril.

#### Résumé

Les pierres provenant de la mine sont élevées, au sommet du terril, par un plan incliné, de 26° d'inclinaison, comportant deux voies ferrées.

Les bennes qui se déplacent sur ces voies sont mises en mouvement par câbles et treuil électrique. Au sommet du terril, les voies ferrées se terminent par une charpente, portant les poulies de renvoi ainsi qu'un dispositif de basculage automatique des bennes.

Des femmes étaient occupées à glaner du charbon sur le terril. Le transport était arrêté; l'une des bennes se trouvait au sommet, l'autre, à la base.

Une femme vint s'asseoir sur une pièce de la charpente; appuyée sur un rail, elle regardait vers le bas.

Le machiniste ayant remis le treuil en marche, la benne vide descendit et vint écraser la femme contre un des montants de la charpente.

Le machiniste ne pouvait voir le sommet du terril.

Il était interdit aux glaneuses de se tenir à proximité des appareils de mise à terril.

**N° 12** — *Centre.* — 3<sup>e</sup> arrondissement. — *Charbonnage de Ressaix, Leval, Péronnes, Ste-Aldegonde et Houssu.* — *Siège Sainte-Elisabeth, à Péronnes lez-Binche.* — *Dépendances superficielles: Terril.* — 31 octobre 1922, vers 16 heures 1/2. — Un blessé mortellement. — P.-V. Ingénieur principal P. Defalque.

Un ouvrier a été atteint à la tête par la clef servant à produire la rotation d'un tambour maintenant un câble sous tension.

#### Résumé

Au sommet du terril est installé un appareil de culbutage automatique, lequel, en partie en porte-à-faux, est retenu par deux

câbles qui passent sur diverses poulies et aboutissent au pied du terril, chacun à un tambour horizontal servant de tendeur.

Les paliers des tambours sont boulonnés sur des cadres en fers U, encastés à une certaine hauteur dans des piliers en maçonnerie. Chaque palier est fixé par deux boulons de 18 millimètres de diamètre et chacun de ceux-ci traverse une des ailes d'un fer U. La tête carrée du boulon, placée vers l'intérieur du fer U, ne s'applique pas complètement sur l'aile, parce que l'épaisseur de celle-ci n'est pas uniforme et qu'en conséquence la surface d'appui n'est pas normale à l'axe du boulon.

A l'aide d'une grande clef à double bras de levier, s'adaptant sur une tête carrée terminant l'un des tourillons, on peut faire tourner chaque tambour, de manière à tendre davantage le câble d'amarre correspondant.

Un corbeau agissant sur une roue dentée empêche tout mouvement en sens inverse.

On venait de relever l'appareil de culbutage; l'un des câbles d'amarre était remis en tension; la clef était restée chaussée sur le tambour. Brusquement, un des boulons fixant un des paliers au cadre se brisa. Le tambour se souleva sous la tension de l'amarre; le corbeau s'échappa de la roue dentée. Sous l'effort de traction du câble, il se produisit une rotation brusque du tambour et de la clef; celle-ci atteignit à la tête un ouvrier qui se trouvait à proximité et qui, précisément, venait de se baisser.

Le boulon qui a cédé présentait une section de rupture oblique, à proximité de la tête; cette section était rouillée sur 2 à 3 millimètres de largeur, suivant la moitié de sa périphérie; la tige du boulon était, en outre, légèrement pliée à proximité de la tête.

Le métal du boulon paraissait de bonne qualité.

Par le fait que la tête carrée du boulon ne s'appliquait pas complètement sur l'aile du fer U, il se produisait pendant le serrage, dans le corps du boulon, des efforts de flexion considérables contre la tête. C'est à la répétition de ces efforts que la rupture du boulon a été attribuée.

Le Comité d'arrondissement a estimé que le mode d'assemblage par boulon, consistant à faire appuyer les têtes plates de ces derniers sur des surfaces inclinées, créant ainsi un contact imparfait,

est de nature à provoquer des efforts anormaux dans les boulons et à engendrer des ruptures. Il a ajouté qu'un tel dispositif est à proscrire dans les constructions.

**N° 13.** — Mons. — 2<sup>e</sup> arrondissement. — Charbonnage des Produits. — Siège n° 12, à Flénu. — Dépendances superficielles : Triage central. — 9 novembre 1922, vers 11 heures 1/2. — Un blessé. — P.-V. Ingénieur principal C. Niederau.

Un ouvrier a eu la main et l'avant-bras droits écrasés dans un engrenage.

#### Résumé

Un ouvrier avait laissé tomber une « raclette » entre un jeu d'engrenages et le garde-corps de 1<sup>m</sup>,03 de hauteur, entourant ce dernier. Voulant reprendre cette raclette, il engagea la main droite au-dessus du garde-corps.

Par suite d'un faux mouvement, il introduisit la main dans l'engrenage en marche; l'avant-bras fut entraîné. Ce n'est que lorsque l'aiselle vint en contact avec la barre supérieure du garde-corps que l'ouvrier parvint à se dégager.

**N° 14** — Mons. — 2<sup>e</sup> arrondissement. — Charbonnage de Hornu et Wasmes. — Siège n° 3, à Wasmes. — Dépendances superficielles : Salle de la machine d'extraction. — 20 novembre 1922, vers 9 heures 1/2. — Un blessé. — P.-V. Ingénieur H. Anciaux.

Alors qu'il graissait un organe d'une machine d'extraction, un ouvrier a eu le genou gauche écrasé entre la crosse d'un des pistons et une entretoise verticale reliant les glissières de celle-ci.

#### Résumé

Profitant d'un arrêt momentané de la machine d'extraction, un graisseur s'était accroupi sur le socle du bâti de cette dernière, entre l'estrade sur laquelle se tenait le machiniste et les glissières guidant la crosse du piston, dans le but de lubrifier à l'aide d'une burette qu'il tenait en main, l'axe situé au niveau du sol, du levier de chargement de marche.

Le machiniste ayant remis la machine en marche, l'ouvrier graisseur eut le genou gauche écrasé entre la crosse et une entretoise verticale reliant les glissières.

Le machiniste, dont l'attention avait été absorbée à ce moment-là par les signaux et le travail de la recette, n'avait pas songé à prévenir l'ouvrier graisseur, qu'au surplus, il ne croyait pas en danger.

**N° 15.** — Namur. — 6<sup>e</sup> arrondissement. — Charbonnage de Bonne-Espérance. — Siège n° 1. — Dépendances superficielles : Triage, à Moignelée. — 22 novembre 1922, à 14 heures. — Un tué. — P.-V. Ingénieur principal C. Jadoul.

Un ouvrier a eu la tête écrasée par une cage d'un monte-charge.

#### Résumé

Un monte-charge électrique, récemment établi dans le triage, fonctionnant mal, on avait requis l'intervention d'un monteur de la firme qui en avait fait l'installation. Entretemps, le chef-électricien du charbonnage, ayant déterminé les causes du mauvais fonctionnement, avait fait apporter à l'appareil les modifications nécessaires.

A l'arrivée du monteur, il expliqua à celui-ci, sur place, les modifications qu'il avait fait faire. Comme il passait la tête à travers le treillis métallique du monte-charge pour regarder la fosse du contrepoids, il eut la tête écrasée contre une traverse par la cage descendante.

#### SERIE D.

**N° 1.** — Charleroi. — 5<sup>e</sup> arrondissement. — Charbonnage du Poirier. — Siège Saint-André, à Montigny-sur-Sambre. — Dépendances superficielles. — 13 janvier 1922, vers 14 heures. — Un tué. — P.-V. Ingénieur J. Lowette.

Un tube en fer qu'il tenait en mains étant venu en contact avec des appareils électriques sous haute tension, un ouvrier a été électrocuté.

## Résumé

Dans les sous-sols de la salle de la machine d'extraction électrique se trouve une salle de 2 mètres de hauteur, dont le sol est asphalté et sec, et où sont installés des conducteurs et appareils électriques divers. Tous les appareils à haute tension — dont deux transformateurs 3.000/220 volts, l'un de 5 K.V.A., l'autre de 30 K.V.A., — sont placés dans une partie de cette salle, clôturée par une barrière en fer munie d'une porte fermant à clef. Sur le mur voisin de la porte est fixé un écriteau : « Haute tension. Danger de mort. »

Le jour de l'accident, deux électriciens avaient reçu l'ordre de réunir les points neutres des transformateurs au tableau à 220 volts. Ils avaient déjà placé un fil s'étendant jusqu'au transformateur de 30 K.V.A., mais ne l'avaient toutefois pas raccordé à ce dernier. Ils se disposaient à en faire autant pour le transformateur de 5 K.V.A. A cet effet, ils avaient introduit du fil isolé dans un tube en fer plombé de 3 mètres de longueur; d'un côté de ce tube, le fil isolé avait une longueur de 6 mètres, et de l'autre, de 0<sup>m</sup>,50 seulement.

Malgré la défense formelle qui leur avait été faite par le chef-électricien, les deux électriciens courbaient le tube en se tenant dans la salle, au delà de la barrière, à proximité des appareils à haute tension; l'un d'eux maintenait le tube des deux mains, tandis que l'autre maniait la pince à souder.

Tout à coup, les deux ouvriers tombèrent à la renverse; le premier n'avait reçu qu'une forte commotion, le second ne put être rappelé à la vie.

**N° 2.** — Charleroi. — 5<sup>e</sup> arrondissement. — Charbonnage de Baulet. — Siège Sainte-Barbe, à Wanfercée-Baulet. — Dépendances superficielles : Salle des compresseurs d'air. — 13 mai 1922, vers 24 heures. — Un tué. — P.-V. Ingénieur G. Paques.

Un machiniste d'extraction a été électrocuté en touchant, par delà le tamis protecteur, un fil sous tension, dont l'isolant était défectueux.

## Résumé

L'accident s'est produit dans la salle des compresseurs d'air, située dans les sous-sols de la salle des machines électriques d'extraction.

Les compresseurs sont au nombre de trois. Le compresseur C<sub>1</sub> est actionné par courroie, par un moteur asynchrone triphasé de 75 HP, sous 2.850 volts, 750 tours par minute, 50 périodes; chacun des compresseurs C<sub>2</sub> et C<sub>3</sub>, par un moteur asynchrone, triphasé, 80 HP, 2.850 volts, 580 tours par minute, 50 périodes.

Le câble armé amenant le courant, aboutit à une boîte B<sub>1</sub> d'où partent trois conducteurs isolés f<sub>1</sub>, f<sub>2</sub> et f<sub>3</sub>, menant le courant au stator du moteur du compresseur C<sub>1</sub> à travers les bornes b<sub>1</sub>, b<sub>2</sub> et b<sub>3</sub> d'un interrupteur à bain d'huile et trois fusibles de 20 ampères. Des bornes b<sub>1</sub>, b<sub>2</sub> et b<sub>3</sub> part, par trois conducteurs isolés f<sub>4</sub>, f<sub>5</sub> et f<sub>6</sub>, la dérivation menant le courant, par l'intermédiaire d'une boîte B<sub>2</sub> et d'un câble armé, aux moteurs des deux autres compresseurs.

Les boîtes B<sub>1</sub> et B<sub>2</sub>, l'interrupteur, le rhéostat du rotor et les connexions jusqu'au moteur du compresseur C<sub>1</sub> étaient protégés par une cloison métallique ajourée, fixe, de 1 mètre de hauteur.

Les compresseurs C<sub>1</sub> et C<sub>2</sub> étaient en service; C<sub>3</sub> était arrêté.

A un moment donné, le compresseur C<sub>1</sub> s'arrêta. Le machiniste L n'en découvrant pas la raison, fit part de son embarras au machiniste H de la machine d'extraction du puits de retour d'air. H vint se rendre compte de la situation, constata que deux des trois fusibles étaient fondus et les remplaça. Appelé par la sonnerie de sa machine, il s'en alla après avoir conseillé à L de remettre le moteur en marche. L n'y réussit pas. Le machiniste D de la machine d'extraction du puits d'extraction vint trouver L près du moteur en défaut. Il émit l'avis qu'un dérangement était survenu aux connexions. Voulant s'en rendre compte, il toucha de la main nue le fil f<sub>6</sub> du compresseur C<sub>2</sub> en service et s'abattit sur le sol.

Il a été constaté dans la suite que le troisième fusible du moteur du compresseur C<sub>1</sub> était également fondu.

Le fil touché par la victime, de 3 millimètres de diamètre, était isolé au moyen d'une garniture double de caoutchouc et de toile.

Cet isolant était imprégné d'huile suintant de la borne correspondante de l'interrupteur; il était en très mauvais état, par endroits, à tel point que certaines parties du fil étaient visibles. L'isolant des autres conducteurs f<sub>1</sub>, f<sub>2</sub> ... f<sub>5</sub> était également défectueux.

Une pancarte au voisinage immédiat de ces appareils, portait la mention : « Ne pas toucher; danger de mort. »

**N° 3.** — *Limbourg.* — 10<sup>e</sup> arrondissement. — *Charbonnage de Sainte-Barbe et Guillaume Lambert.* — *Siège d'Eysden-Sainte-Barbe, à Eysden.* — *Dépendances superficielles : Centrale électrique.* — 17 novembre 1922, vers 9 heures 1/2. — *Un blessé mortellement.* — P.-V. Ingénieur A. Meyers.

Alors qu'il procédait à un travail de vérification, un électricien a été électrocuté dans une cellule où il devait couper les sectionneurs afin d'isoler une portion de barre pour intercaler un compteur-étalon.

#### Résumé

L'usine centrale de production d'électricité est réunie à une sous-station de dispersion par trois câbles armés, à trois conducteurs; ces câbles sont mis en parallèle et alimentés par du courant alternatif triphasé à 5.300 volts et 50 périodes. Chaque station comprend un appareillage distinct, se composant, pour chaque câble, de sectionneurs destinés à couper le courant à la main, disjoncteurs automatiques, appareils de mesure divers et compteurs.

Dans la centrale, les sectionneurs et disjoncteurs sont installés dans une salle spéciale fermée à clef, accessible au personnel initié seul. Pour chaque câble, ces appareils sont disposés dans des cellules à cloisons bétonnées, les disjoncteurs d'un côté, les sectionneurs vis-à-vis. Dans les cellules, les conducteurs sont des barres en cuivre nu. Les cellules sont blanchies à la chaux. Des cloisons vitrées clôturent la chambre des cellules. L'éclairage naturel, suffisant pendant le jour, peut être complété par un éclairage électrique.

Les indications des compteurs de la centrale ne concordaient pas avec celles des compteurs de la sous-station. Comme ceux-ci avaient été vérifiés par des wattmètres-étalons et étaient considérés comme exacts, la Direction du charbonnage demanda à une société spécialiste en installations électriques de vérifier les compteurs de la centrale.

Le jour fixé, un Ingénieur M et un monteur électricien T de cette société procédaient à la vérification.

Après un relevé synchrone des index des compteurs à la centrale et à la sous-station, on devait couper à tour de rôle chaque circuit entre les deux stations et intercaler à la centrale le compteur-étalon à proximité du compteur existant.

Les opérations, parfaitement réglées, étaient en train. Après que T eut fait le relevé des index des compteurs au tableau de la sous-station, M, au tableau de distribution de la centrale, déclancha le disjoncteur du câble 2; puis T mit ce câble hors-circuit à la sous-station en ouvrant les sectionneurs.

T revint alors à la centrale. Après communication à M, des chiffres relevés, T descendit du tableau de distribution, vers le compartiment des cellules où il devait couper les sectionneurs, afin d'isoler une portion de barre pour pouvoir intercaler le compteur-étalon. Les deux réducteurs-étalons de celui-ci devaient être branchés en un endroit où les barres des circuits étaient reliées entre elles par un boulon et qu'il suffisait de dévisser.

M voulant aller trouver T près des cellules, se dirigeait vers celles-ci, quand il vit une flamme se refléter dans la cloison vitrée fermant l'accès de la salle des cellules.

T fut trouvé étendu sur le sol, devant la cellule où il devait travailler, les mains brûlées et la tête ensanglantée; il avait dans une main une pince isolée au vernis, dont l'isolant était calciné; une clef anglaise gisait à terre près de lui. L'éclairage électrique était allumé dans la cellule.

T avait déjà effectué précédemment le travail qu'il devait faire.

#### SERIE E.

**N° 1.** — *Mons.* — 1<sup>er</sup> arrondissement. — *Charbonnage du Bois de Saint-Ghislain.* — *Siège n° 1, à Dour.* — *Dépendances superficielles.* — 26 janvier 1922, vers 9 heures. — *Un blessé mortellement.* — P.-V. Ingénieur A. Dupret.

Au cours du décoffrage d'une poutre en béton armé, un ouvrier a été atteint par une pièce de bois.

#### Résumé

Une recette en béton armé était en construction au puits n° 7. Elle comporte un plancher établi à 8 mètres au-dessus du sol et comprenant un système de poutres et de nervures.

Le bétonnage étant terminé, on procédait au décoffrage.

Une nervure avait été décoffrée sur les faces latérales. Le coffrage inférieur de cette nervure, constitué de deux madriers de 7 x 17 centimètres de section, reliés entre eux par planchettes,

était serré entre les coffrages latéraux de deux poutres que réunissait la nervure. Il était de plus relié à chacun de ces coffrages latéraux par des clames clouées.

Ces clames avaient été enlevées. De fortes percussions exercées par une ouverture du plancher, contre le coffrage inférieur de la nervure, afin de le faire tomber, n'avaient eu aucun résultat.

Un conducteur de travaux résolut de tenter l'opération par le bas, au moyen d'une longue barre.

Il attendait cette barre qu'on était allé chercher, quand tout à coup, le coffrage en question se détacha, heurta dans sa chute le coffrage d'une poutre, pivota sur lui-même et vint atteindre un ouvrier qui était occupé à une certaine distance de l'aplomb de la nervure.

A une autre nervure, il a été constaté que le coffrage adhérait fortement au béton.

**N° 2.** — *Charleroi.* — 5<sup>e</sup> arrondissement. — *Charbonnage du Tricu-Kaisin.* — *Siège n° 6 ou Duchère, à Montigny-sur-Sambre.* — *Dépendances superficielles : Batterie des chaudières.* — *17 février 1922, vers 5 heures.* — *Un blessé mortellement.* — *P.-V. Ingénieur G. Paques.*

Un ouvrier a été tué par l'explosion d'une chaudière.

#### Résumé

Le siège d'extraction où l'accident s'est produit, est desservi par une batterie de trois chaudières de 100 mètres carrés de surface de chauffe, timbrées à 10 kgs par cm<sup>2</sup>, autorisées en 1916 et admises à l'usage en 1918.

Les deux chaudières de droite, à bouilleurs, du système « Havrez », sont neuves; elles ont été construites en 1916, pour leur destination actuelle. Les tôles employées à leur construction sont renseignées au procès-verbal de visite et d'épreuve, sur déclaration du constructeur, comme ayant les caractéristiques suivantes : charge de rupture à la traction, 36 kilogs par millimètre carré; coefficient d'allongement, 26 %.

Comme toutes les chaudières de ce type, ces chaudières Havrez ont une grille très large s'étendant sous la partie inférieure du corps cylindrique et sous les parties latérales intérieures des bouilleurs, très écartés l'un de l'autre. Les gaz, après avoir chauffé ces

parties, reviennent latéralement vers l'avant en suivant la face extérieure de l'un des bouilleurs, pour retourner ensuite vers l'arrière, à la cheminée, en suivant la face extérieure de l'autre bouilleur, après avoir passé sous le cendrier.

Dans le cas actuel, les deux chaudières de ce type étant voisines, leurs carneaux avaient été symétriquement disposés et les conduits de retour à la cheminée étaient contigus.

Les chaudières n° 1 et 3 de la batterie étaient à feu et en allure normale sous tous rapports : manomètre près de 8 kilogs, eaux très hautes dans les indicateurs et feux modérés, lorsque, sans que rien d'anormal ne se fût produit ou annoncé, la chaudière n° 3 fit explosion. Précisément, à ce moment-là, avait lieu la remonte du personnel du poste de nuit, et trois ouvriers qui passaient à proximité des chaudières, furent malheureusement atteints par des projections d'eau, de vapeur et de matériaux. L'un d'eux, grièvement blessé, est mort le lendemain des suites de ses blessures.

Les effets mécaniques de l'explosion ont été très grands : la chaudière a fait un demi-tour suivant son axe longitudinal et, en même temps, s'est déplacée latéralement, pivotant légèrement sur elle-même, ce qui disloqua et renversa les maçonneries, déplaça le collecteur, arracha les conduites de vapeur et d'alimentation, etc.

Cette explosion a été la suite de la déchirure subite, suivant ses trois rivures, de la seconde virole du bouilleur de droite.

L'examen de la tôle déchirée montre que cette déchirure a commencé dans la rivure longitudinale, du côté de la troisième virole, dans le bord extérieur jusqu'à la première virole, pour passer alors simultanément dans les deux rivures circulaires, permettant le développement de la tôle vers le bas.

Rien ne pouvait faire prévoir cet accident. Les visites intérieures et extérieures de cette chaudière, faites régulièrement par l'Association Vinçotte, n'avaient jamais rien révélé de particulier. A la chaudière voisine, n° 2, on avait dû, en 1919, placer une pièce à la seconde virole du bouilleur de gauche, à l'endroit de la rivure longitudinale, — c'est-à-dire en même situation que la tôle déchirée de la chaudière n° 3 — parce qu'une fente ouverte et de 820 millimètres de développement s'était montrée fortuitement entre 16 des rivets.

Après l'accident, on a effectué des essais de traction, de pliage et au choc, sur des éprouvettes tirées, en des endroits judicieusement choisis, de la tôle déchirée, et tous ces essais ont caractérisé

un métal suffisamment résistant à la traction, mais ne donnant, d'autre part, qu'un faible allongement et une faible résilience; de plus, les cassures des éprouvettes ont montré un métal à grains irréguliers et parsemé d'impuretés. Les mêmes essais faits sur des éprouvettes prises dans la tôle de la cinquième virole du bouilleur de droite de la chaudière n° 2, ont donné des résultats de même ordre, légèrement meilleurs toutefois.

L'examen de la tôle déchirée a montré aussi que les trous de rivets avaient été, en partie, poinçonnés et que s'ils avaient été alésés, cet alésage avait été insuffisant pour faire disparaître les effets du poinçonnage. Des essais macrographiques ont montré encore l'existence de pailles irrégulières et parfois superposées. Enfin, une analyse chimique faite sur un fragment a caractérisé un acier peu propre à la construction de chaudières, par suite d'une trop grande teneur en S et en P.

Le Comité d'arrondissement, après étude du dossier et discussion, s'est rallié unanimement aux conclusions émises par l'auteur du procès-verbal quant à la cause de l'explosion de la chaudière, à savoir que cet accident ne peut être attribué qu'aux efforts continuellement variables dans la rivure longitudinale, efforts résultant des variations de pression dans le générateur, et des effets de dilatation et de contraction dans le métal, provenant du fait que le bouilleur a ses faces inégalement chauffées; tous ces efforts créant inévitablement dans la rivure un couple de flexion, variable également, amenant, à la longue, la formation d'une fissure dans la ligne des rivets, fissure s'amorçant à la face de contact des bords de la rivure et se propageant ensuite vers l'extérieur et ne devenant donc visible que lorsqu'elle atteint toute l'épaisseur de la tôle. En le cas particulier de l'accident, a estimé le Comité, les effets se sont marqués très rapidement parce qu'on avait affaire à un métal fragile, sans résilience et aussi quelque peu altéré par le poinçonnage des trous des rivets.

Comme enseignements à tirer de cet accident, le Comité a émis l'avis que la réglementation devrait être plus sévère dans les garanties à fournir, lors des demandes d'épreuve, sur les qualités des tôles employées dans la construction des chaudières, et ne pas se borner, comme c'est actuellement le cas, à réclamer les coefficients de résistance et d'allongement; qu'elle devrait aussi exiger des minima de striction et de résilience et des minima de

teneurs en S et en P; enfin, qu'elle devrait également prescrire l'alésage des trous de rivets à un diamètre d'au moins deux millimètres supérieur à celui du poinçonnage.

N° 3. — Liège. — 8<sup>e</sup> arrondissement. — Charbonnage de Bonne-Fin-Bâneux. — Siège Aumônier, à Liège. — Dépendances superficielles. — 9 mars 1922, vers 9 heures. — Un blessé. — P.-V. Ingénieur principal A. Delrée.

Un ouvrier a été atteint à l'œil droit par un éclat de fer.

#### Résumé

Deux ouvriers G et S étaient occupés au démontage d'un « tendeur » servant à relier entre eux des cadres de revêtement d'un puits en réparation.

A l'une des extrémités de la vis de cette pièce, une bavure empêchant le passage de l'écrou devait être enlevée.

S tenait le tendeur appuyé sur une enclume et G, placé de l'autre côté de l'enclume, attaquait la bavure au burin.

A un moment donné, S fut atteint à l'œil droit par un éclat de la bavure.

Des lunettes existaient au magasin, à la disposition des ouvriers.

Ni à G, ni à S, le port de lunettes n'avait paru nécessaire pour l'exécution du travail en question.

Au Comité d'arrondissement, M. le Président a fait remarquer que l'accident aurait vraisemblablement été évité, si la victime avait porté des lunettes; il a ajouté que, pour être d'une utilisation plus aisée et par suite plus fréquente, il conviendrait que les lunettes fussent conservées, soit par l'ouvrier lui-même, soit par son chef immédiat, dans un endroit aussi voisin que possible du lieu où elles doivent être employées.

N° 4. — Charleroi. — 1<sup>er</sup> arrondissement. — Charbonnage de Masse et Diarbois. — Siège n° 5, à Jumet. — Dépendances superficielles: Triage à charbons. — 9 mars 1922, vers 10 heures 1/2. — Un tué. — P.-V. Ingénieur L. Legrand.

Un ouvrier est tombé dans un conduit d'évacuation des charbons venant d'un crible.

## Résumé

En un point du bâtiment du triage à charbon, au niveau du sol, est installé un concasseur. Les produits concassés tombent dans une fosse d'où ils sont repris par une chaîne à godets, laquelle les élève pour les déverser dans un crible à secousses, installé sur un plancher situé à 2<sup>m</sup>,70 au-dessus du sol. Par deux conduits en tôle, le second C de 0<sup>m</sup>,60 de largeur et 0<sup>m</sup>,40 de hauteur, le refus du crible est ramené au concasseur. Les poulies du crible, installées un peu au-dessus du plancher, sont réunies par une courroie, à l'arbre de transmission, situé sous le plancher. Cette courroie passe par une ouverture ménagée dans le plancher, sensiblement à l'aplomb du conduit C. Cette ouverture mesure 1<sup>m</sup>,10 de longueur sur 0<sup>m</sup>,50 de largeur. Entre la courroie placée sur la poulie fixe et les parois latérales de l'ouverture, l'intervalle est de 0<sup>m</sup>,17 d'un côté et 0<sup>m</sup>,25 de l'autre; l'écartement entre ces parois et les poulies est de 143 millimètres d'une part et 82 millimètres de l'autre part.

L'accès de cette ouverture et des appareils était défendu par une balustrade constituée de montants de 0<sup>m</sup>,85 de hauteur, écartés de 0<sup>m</sup>,85 à 0<sup>m</sup>,90 et reliés par deux rangées de barres horizontales en fers plats.

Un ouvrier était chargé de la manœuvre et du graissage des divers appareils dans cette partie du bâtiment.

Le jour de l'accident, à un moment donné, cet ouvrier appela une ouvrière et lui demanda d'aller chercher un seau d'eau, pour lui permettre de rafraîchir les bielles du concasseur.

Peu de temps après, l'ouvrier fut trouvé inanimé dans le conduit C.

Il expira peu de temps après d'une fracture du crâne.

La burette à huile et le baquet à graisse furent retrouvés à l'endroit où ils étaient habituellement remisés.

**N° 5.** — Mons. — 1<sup>er</sup> arrondissement. — Charbonnage de Belle-Vue, Baisieux et Boussu. — Maisons ouvrières, à Elouges. — 18 mars 1922, vers 11 heures. — Un blessé. — P.-V. Ingénieur principal O. Verboève.

Un ouvrier couvreur est tombé d'une échelle.

## Résumé

Un ouvrier couvreur se tenait à la partie supérieure d'une échelle de 2<sup>m</sup>,50 de longueur dont le pied reposait sur de la terre fraîchement remuée et dont la tête était appuyée contre la nochère d'une maison.

A sa demande, un autre ouvrier voulut lui porter une tuile à placer à la toiture; mais dès que cet ouvrier monta sur l'échelle, celle-ci s'enfonça dans la terre et son sommet descendit sous la nochère qu'il ne dépassait que de 0<sup>m</sup>,10; le couvreur fut précipité sur le sol.

**N° 6** — Mons. — 1<sup>er</sup> arrondissement. — Charbonnage d'Hensies-Pommerœul. — Raccordement du siège des Sartis, à Hensies, à la gare de Bernissart. — 18 mars 1922, vers 17 heures. — Un blessé. — P.-V. Ingénieur A. Dupret.

Un ouvrier a fait une chute en descendant d'un train en marche.

## Résumé

Un train d'ouvriers circulant entre le siège des Sartis et la gare de Bernissart, arrivait à cette dernière, quand un jeune ouvrier voulut descendre avant deux autres ouvriers qui se trouvaient devant lui à la tête d'un des escaliers du wagon.

Il passa sous le bras d'un de ces ouvriers; il a prétendu qu'ayant alors été heurté par l'autre, il est tombé sur la voie. Il a eu la main droite écrasée par l'une des roues du wagon non encore arrêté.

Les deux autres ouvriers affirment qu'il est descendu en sens contraire à la marche du train, ce qui l'a fait tomber.

**N° 7.** — Charleroi. — 4<sup>e</sup> arrondissement. — Charbonnage de Grand Conty et Spinois. — Siège Saint-Henri, à Gosselies. — Dépendances superficielles. — 7 avril 1922, vers 15 heures 35. — Un tué. — P.-V. Ingénieur L. Hardy.

Un surveillant a été asphyxié dans un accumulateur à schiste.

L'accident s'est produit dans la tour conique, en béton, servant d'accumulateur à schiste concassé destiné au remblayage hydraulique. Cette tour mesure 12 mètres de hauteur et 12 mètres de diamètre au sommet; elle présente, à l'extrémité inférieure, une ouverture avec vanne.

Une échelle est fixée à l'intérieur, le long de la paroi.

Le schiste est amené au-dessus de la tour par un transporteur, déversé dans une trémie et réparti dans la tour par un conduit distributeur.

Au sommet de la tour est installé un plancher auquel on a accès par un escalier.

Un ouvrier avait, dans cette tour, réparti horizontalement du schiste qui y avait été déversé.

Après deux heures de travail, il fut remplacé vers 15 heures 1/2, par le surveillant. Celui-ci venait de se mettre à la besogne quand, la vanne inférieure ayant été ouverte, il fut entraîné dans un entonnoir formé par la descente du schiste. La vanne fut presque aussitôt fermée; mais déjà le surveillant, recouvert par le schiste, n'était plus visible.

On ne put le retirer par le haut, malgré les tentatives qui en furent faites. Il sortit à l'état de cadavre par l'ouverture inférieure, dont on dut rouvrir la vanne.

Le préposé à la manœuvre de la vanne a déclaré qu'une demi-heure environ avant l'accident, il a prévenu le surveillant que le remblayage allait commencer et qu'il devait faire sortir l'ouvrier de la tour.

Il était nécessaire de répartir uniformément le schiste dans la tour pendant le remplissage, afin d'obtenir un remblai serré.

**N° 8.** — *Charleroi.* — 5<sup>e</sup> arrondissement. — *Charbonnage du Petit-Trij.* — Siège n° 1, à Lambusart. — *Dépendances superficielles: Recette du puits d'extraction.* — 11 juillet 1922, vers 1 1/4 heures 1/4. — *Une tuée.* — P.-V. Ingénieur G. Paques.

Une ouvrière a eu la tête écrasée entre le sol de la recette et un wagonnet se trouvant dans une cage en mouvement.

#### Résumé

Un chef-tireur, un ouvrier et une ouvrière se trouvaient au niveau inférieur de la recette de la surface du puits d'extraction

et procédaient aux manœuvres de décaissement et d'encagement des wagonnets.

À un moment donné, au cours d'une manœuvre, le troisième compartiment d'une des cages arrivait en descendant à ce niveau. L'ouvrière se baissa pour effacer le corbeau retenant le wagonnet dans ce compartiment de la cage. Malheureusement, elle glissa et tomba, tête en avant, sur le bord de la cage.

Le chef-tireur, bousculé, ne put manœuvrer à temps le levier des taquets. La cage continua à descendre; l'ouvrière fut entraînée et eut la tête écrasée entre le wagonnet et le sol de la recette. Celui-ci était garni de taques métalliques, fixées horizontalement et qui, au moment de l'accident, n'étaient souillées d'aucune matière grasse.

La victime était chaussée de sabots.

**N° 9.** — *Mons.* — 1<sup>er</sup> arrondissement. — *Charbonnage de Belle-Vue, Baisieux et Boussu.* — Siège n° 7 (*Belle-Vue*), à Dour. — *Dépendances superficielles: Salle des bains-douches.* — 20 juillet 1922, vers 8 heures. — *Un blessé mortellement.* — P.-V. Ingénieur principal O. Verbouwe.

Une échelle sur laquelle se tenait un ouvrier, s'étant renversée, l'ouvrier a été précipité sur le sol.

#### Résumé

Deux ouvriers, occupés à blanchir les murs, à l'intérieur du bâtiment des bains-douches, se servaient d'une échelle de 7<sup>m</sup>,40 de longueur. Ils l'avaient appuyée, de la tête, contre un tuyau longeant horizontalement un des murs, et, pour éviter qu'elle ne glissât sur le pavement, très glissant, ils l'avaient liée, à sa partie supérieure, au moyen d'une corde, à deux poutrelles servant de supports aux poulies des monte-habits.

L'échelle devant être déplacée, il fallait nécessairement détacher la corde. Avant de procéder à cette opération, les ouvriers firent passer la chaînette d'un monte-habits sous l'un des montants de l'échelle et en adaptèrent le crochet à un échelon, à 1<sup>m</sup>,60 de hauteur.

Pendant qu'un des ouvriers maintenait l'échelle, l'autre y grimpa et défit la corde. Presque aussitôt, l'échelle glissa et, le pied se soulevant, la partie supérieure s'abattit sur le sol. L'ouvrier fut précipité sur le pavement.

A la réunion du Comité d'arrondissement, un membre a émis l'avis que l'extrémité des échelles devrait être pourvue de crochets utilisables lorsque cela est possible. Il a signalé que dans certaines usines centrales d'électricité que l'on fait repeindre assez souvent, on a disposé des barres horizontales en fer, scellées aux murs et auxquelles les échelles peuvent être accrochées.

M. l'Ingénieur en Chef-Directeur du 1<sup>er</sup> arrondissement a invité la Direction du charbonnage à prescrire que les grandes échelles employées à la surface seront liées par leur pied et non par leur tête.

Il a conseillé, au surplus, l'application de la mesure suggérée au Comité d'arrondissement.

**N° 10.** — 2<sup>e</sup> arrondissement. — Charbonnage d'Hornu et Wasmes. — Dépendances superficielles : Atelier central de triage et lavage des charbons, à Hornu. — 8 août 1922, vers 8 1/2 heures. — Un tué. — P.-V. Ingénieur H. Anciaux.

Dans un puits d'alimentation en creusement, un ouvrier ayant poussé la tête dans le compartiment d'extraction, a été tué par le cuffat descendant.

#### Résumé

Un puits d'alimentation, de 2<sup>m</sup>,50 de diamètre, était en creusement et avait atteint la profondeur de 32 mètres. Il comportait deux compartiments : dans l'un se déplaçait un cuffat ; dans l'autre étaient installées des échelles verticales.

Un ajusteur qui, par les échelles, était descendu à la profondeur de 1<sup>m</sup>,20, pour demander un renseignement à un ouvrier travaillant au fond du puits, poussa la tête dans le compartiment d'extraction, entre les rails guidant le cuffat. Il fut atteint par le cuffat descendant et tué sur le coup.

Quelques instants avant l'accident, la victime elle-même avait demandé de charger des bois dans le cuffat et de faire descendre celui-ci.

**N° 11.** — 4<sup>e</sup> arrondissement. — Charbonnage du Bois de Cazier, Marcinelle et du Prince. — Siège Saint-Charles, à Marcinelle. — Dépendances superficielles. — 8 août 1922, vers 15 heures. — Un tué. — P.-V. Ingénieur H. Dandois.

Une cheminée en tôle que l'on démontait, s'est abattue sur un ouvrier.

La cheminée en tôle, de 10 mètres de hauteur, d'une cheminée horizontale, devait être démontée.

A sa partie supérieure, on avait attaché un câble passant sur une poulie fixée au sommet d'un mât, descendant le long de celui-ci et passant ensuite, avant d'aboutir à un treuil, sur une poulie de renvoi fixée, par un câble en chanvre, au pied du mât.

La cheminée ayant été quelque peu soulevée, l'un des brins d'attache de la poulie de renvoi se rompit. La cheminée fut ramenée sur son socle. Alors que des ouvriers remplaçaient le câble brisé, la cheminée s'abattit, tuant un contremaître que rien n'appelaît en cet endroit et dont la présence n'avait pas été remarquée.

Le câble qui s'est rompu était composé de quatre torons avec âme centrale et avait 20 millimètres de diamètre. Le chanvre en paraissait bien sain, sans traces de fatigue. Un essai effectué sur l'un des bouts contigus à la section de rupture, a donné une résistance à la traction de 550 kilogs ; un autre essai a donné une résistance à la traction de 675 kilogs.

**N° 12.** — Liège. — 7<sup>e</sup> arrondissement. — Charbonnage de la Concorde. — Siège Grands Makets, à Jemeppe-sur-Meuse. — Dépendances superficielles : Hall des chaudières. — 16 septembre 1922, vers 5 heures 50. — Un tué. — P.-V. Ingénieur M. Guérin.

Un ouvrier est tombé d'une passerelle longeant une batterie de chaudières.

#### Résumé

Six chaudières fournissent la vapeur à la centrale électrique.

La chaudière n° 1, du type multitubulaire, se compose d'un faisceau de tubes bouilleurs, surmonté de deux réservoirs cylindriques ; chacun de ces réservoirs porte un tube en verre, indicateur du niveau de l'eau, du type ordinaire. On a accès aux robinets de ces tubes, d'une passerelle, de 0<sup>m</sup>,80 de largeur, longeant la façade des chaudières, à 4<sup>m</sup>,15 au-dessus du sol, et pourvue d'un garde-corps de 0<sup>m</sup>,90 de hauteur. On parvient du sol à la passerelle par une échelle en fer aboutissant à l'une des extrémités de celle-ci. Cette extrémité n'est pas barrée par un garde-corps.

Quatre chaudières, dont celle portant le n° 1, étaient sous pression.

L'un des tubes-indicateurs de cette chaudière n° 1 ayant éclaté, l'ouvrier préposé monta sur la passerelle, afin d'en fermer les robinets. Il n'y réussit pas et revint vers l'échelle. En arrivant au sommet de cette dernière, il tomba la tête en avant sur le sol.

**N° 13.** — Mons. — 1<sup>er</sup> arrondissement. — Charbonnage de Ciplly. — Siège n° 2, à Asquillies. — Dépendances superficielles. — 16 octobre 1922, vers 17 heures. — Un blessé. — P.-V. Ingénieur A. Dupret.

Un enfant a eu la main gauche écrasée par un wagonnet.

#### Résumé

Deux enfants, l'un de cinq ans, l'autre de dix-neuf mois, jouaient près d'un four à briques établi à l'extrémité de la paire du siège, qui était en construction.

Une voie étroite reliait le four à briques, aux puits.

Près du four, un wagonnet était en stationnement sur cette voie, en un endroit où celle-ci présentait une pente légère. Le wagonnet était immobilisé par une planche insérée entre deux de ses roues et les rails.

L'enfant de cinq ans, en jouant, déplaça cette cale. Le wagonnet se mit en mouvement, renversa l'autre enfant dont il écrasa la main gauche.

**N° 14.** — Mons. — 1<sup>er</sup> arrondissement. — Charbonnage de Ciplly. — Siège de et à Ciplly. — Dépendances superficielles. — 29 octobre 1922, vers 8 heures. — Un blessé. — P.-V. Ingénieur A. Dupret.

Un ouvrier a été atteint à l'œil droit par un fragment de fil métallique.

#### Résumé

Dans la cour du charbonnage, deux ouvriers découpaient un câble d'acier, à l'aide d'une tranche. L'un tenait la tranche sur laquelle l'autre frappait au moyen d'un marteau de 7 kilogs.

Au cours de ce travail, le second ouvrier fut atteint à l'œil droit par un fragment de fil du câble.

Des lunettes spéciales existaient à l'atelier, à la disposition des ouvriers.

Il n'en avait jamais été fait usage pour le découpage des câbles.

**N° 15.** — Mons. — 1<sup>er</sup> arrondissement. — Charbonnage du Bois de Saint-Ghislain. — Siège n° 3, à Dour. — Dépendances superficielles. — 16 novembre 1922, vers 13 heures. — Une blessée mortellement. — P.-V. Ingénieur A. Dupret.

Une ouvrière est tombée dans un puisard contenant de l'eau chaude.

#### Résumé

Dans la cour du charbonnage, près de la porte du bureau des porions, se trouvait un puisard maçonné, de 0<sup>m</sup>,80 de diamètre intérieur et 1<sup>m</sup>,05 de hauteur totale, dont l'orifice affleurait au ras du sol. Il recueillait les eaux de condensation de la vapeur servant au chauffage des locaux, en vue de leur utilisation à la toilette des porions. Les purges débouchaient au sommet du puisard, dont l'orifice était normalement obturé par un fort couvercle en tôle.

Une ouvrière était allée chercher à ce puisard, au moyen d'un seau, de l'eau destinée à la toilette des porions.

Elle leva le couvercle, s'agenouilla pour atteindre l'eau, glissa et tomba dans le puisard, la tête en avant. Elle fut retirée presque aussitôt.

L'ouvrière avait reçu l'ordre de se servir d'une barre de fer à crochet, de 1<sup>m</sup>,50 de longueur, pour plonger, dans le puisard, les seaux à remplir.

**N° 16.** — Charleroi. — 4<sup>e</sup> arrondissement. — Charbonnage de Monceau-Fontaine, Martinet et Marchienne. — Siège n° 4. — Dépendances superficielles : Atelier de triage et lavage des charbons. — 18 novembre 1922, vers 14 heures. — Un tué. — P.-V. Ingénieur H. Dandois.

Un jeune ouvrier est tombé dans un bassin de décantation.

#### Résumé

Une partie des eaux résiduaires des lavoirs était déversée dans deux bassins de décantation situés à proximité des bâtiments du triage-lavoir. Ces bassins consistaient en des réservoirs en maçonnerie, de 2 mètres de profondeur, établis dans le sol. Ils étaient séparés l'un de l'autre par un mur de 0<sup>m</sup>,45 de largeur; toutefois,

par suite de la chute de briques, la largeur de ce mur était réduite à 0<sup>m</sup>,22 sur 1 mètre de longueur environ.

Les murs entourant les bassins, de même que le mur de séparation, dépassaient le niveau du sol de 0<sup>m</sup>,20 à 0<sup>m</sup>,30.

Il n'y avait pas de garde-corps autour de ces bassins.

Un jeune ouvrier, aide-électricien, avait reçu l'ordre d'aller remettre un moteur électrique dans le triage-lavoir.

Il s'engagea, sans raison, sur le mur de séparation et tomba dans l'un des bassins, qui était plein d'eau.

Un dispositif de protection de ces bassins, qui ne se trouvaient pas en un endroit de passage du personnel, était à l'étude.

**N° 17.** — Mons. — 2<sup>e</sup> arrondissement. — Charbonnage de Hornu et Wasmes. — Siège n° 7-8, à Hornu. — Dépendances superficielles. — 29 novembre 1922, vers 15 heures 1/2. — Un blessé. — P.-V. Ingénieur H. Anciaux.

Une plaque de tôle, tombant d'une estacade, a atteint un ouvrier.

#### Résumé

Une estacade reliait la recette du puits n° 8 aux trémies à terres. Le tablier de cette estacade était formé de madriers de 10 centimètres de largeur, boulonnés sur la charpente métallique, à 25 millimètres les uns des autres.

Sur ces madriers, un manœuvre posait des plaques de tôle de 1<sup>m</sup>,00 × 0<sup>m</sup>,50 × 0<sup>m</sup>,006.

A un moment donné, le manœuvre voulut changer de place une de ces plaques. Malheureusement, il la laissa involontairement s'échapper, alors qu'elle se trouvait de champ. La plaque s'engagea dans la rainure comprise entre deux madriers et, tombant de l'estacade, vint atteindre un ouvrier qui travaillait en dessous.

**N° 18.** — Charleroi. — 3<sup>e</sup> arrondissement. — Charbonnage du Nord de Charleroi. — Siège n° 6 (Périer), à Souvret. — Dépendances superficielles : Batterie de chaudières. — 12 décembre 1922, vers 7 heures 1/2. — Un blessé. — P.-V. Ingénieur L. Ghaye.

Un ouvrier a été blessé à l'œil gauche par un éclat d'un tube en verre, indicateur du niveau de l'eau d'une chaudière.

L'accident s'est produit à une chaudière, timbrée à 8 atmosphères, construite par la firme G. Mathot et fils, à Chênée-lez-Liège, chaudière comportant un faisceau tubulaire réunissant deux têtes plates, lesquelles communiquent avec un réservoir cylindrique supérieur dont un des fonds bombés émerge de la devanture. A ce fond sont fixés deux tubes en verre, indicateurs du niveau de l'eau, du type ordinaire, et dont l'axe des raccords inférieurs est à 3<sup>m</sup>,380 au-dessus de l'aire de la salle de chauffe. Normalement, les verres indicateurs ne sont pourvus d'aucun dispositif de protection.

La manœuvre des robinets de ces tubes se fait du niveau du sol au moyen d'un long tuyau en fer, légèrement plié à l'une de ses extrémités et terminé, à l'autre extrémité, par un morceau de barre de fer.

Un chauffeur ayant purgé un des tubes indicateurs de la chaudière en question, voulut en refermer le robinet de purge, par le moyen habituel. Malheureusement, le maneton de ce robinet se rompit au ras du bas du tuyau et la vapeur continua à s'échapper.

L'ouvrier grimpa alors sur une échelle pour atteindre le robinet.

Il se disposait, comme cela était prescrit, à adapter un cache-verre à l'appareil indicateur, avant de manœuvrer le robinet, quand le tube en verre éclata. Un éclat vint atteindre l'ouvrier à l'œil gauche.

**N° 19.** — Mons. — 1<sup>er</sup> arrondissement. — Charbonnages Réunis de l'Agrappe. — Siège n° 3 (Grand Trait), à Frameries. — Dépendances superficielles. — 17 décembre 1922, vers 5 heures. — Un tué. — P.-V. Ingénieur principal G. Sottiaux.

Un ouvrier a été tué par la chute de la partie supérieure d'une cheminée en maçonnerie, en démolition.

#### Résumé

La direction du charbonnage avait remis à un entrepreneur la démolition d'une cheminée en maçonnerie de 45 mètres de hauteur et de 5<sup>m</sup>,50/3<sup>m</sup>,00 de diamètres à la base et 2<sup>m</sup>,80/2<sup>m</sup>,00 de diamètres au sommet.

Cet entrepreneur avait cédé l'entreprise à un ouvrier, sans en référer à la direction précitée.

A l'insu de cette dernière, au cours de plusieurs soirées, cet ouvrier avait établi un plancher à l'intérieur de la cheminée, à une hauteur de 40 mètres.

Un nuit, s'étant fait accompagner de deux autres ouvriers pour garder les abords de la cheminée, il avait commencé à abattre le sommet de celle-ci. Au-dessus du plancher, il avait fait, dans la maçonnerie, une brèche d'une hauteur maximum de 0<sup>m</sup>,60, sur la moitié de la circonférence de la cheminée, en y plaçant des pilots de soutènement, en bois. Après avoir mis le feu à des fagots contre ces pilots, il était redescendu près de ces compagnons. Ayant remarqué que le feu s'éteignait, il était remonté sur le plancher. Ses compagnons le virent alors essayer de rallumer le feu, puis l'entendirent frapper à coups de marteau sur les pilots. Presque aussitôt, la partie supérieure de la cheminée s'effondra.

Le cadavre de l'ouvrier fut retrouvé au pied de la cheminée, sous les décombres. Il était muni d'une ceinture de sûreté, dont la chaîne était enroulée autour d'un échelon arraché de la maçonnerie.

## NOTES DIVERSES

# LES ACIERS DE QUALITÉ.

Leur fabrication  
dans les aciéries spéciales de la Ruhr

PAR

L. J. TISON

Ingénieur des Ponts et Chaussées,  
ex-chef du groupe de Dusseldorf de la M. I. C. U. M.

(Suite et fin) (1).

## II. — Aciers pour outils.

### 1. — Aciers pour outils de coupe.

A) ACIERS POUR TRAVAIL A FAIBLE OU MOYENNE VITESSE.— Avant tout, ces aciers devront avoir une grande dureté.

Cette dureté sera donnée par les aciers à cémentite libre (ou à carbure double), lequel est, de tous les constituants des alliages du fer, celui qui présente la plus grande dureté.

Dans ces aciers à l'état naturel, la cémentite ou le carbure, sous forme d'un réseau de petites lamelles, sépare les grains de perlite les uns des autres. Cette structure influence défavorablement sa ténacité et surtout sa résistance au choc.

Afin de diminuer la fragilité de ces aciers à cémentite libre, on les forge. La cémentite passe alors à l'état de petits grains. Après trempe, ces petits grains sont entourés par une masse à grains très fins de martensite (également très durs), d'où la dureté et la puissance de coupe de ces aciers.

(1) Voir *Annales des Mines de Belgique*, tome XXVII, 1926, 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> livr.

Malgré tout, ils restent très fragiles, même s'ils présentent, comme certains aciers au Cr, un bon allongement et une bonne contraction. En effet, pendant les essais à la traction, ces caractéristiques sont celles de la masse relativement plastique dans laquelle sont logés les grains de carbure. Dans une sollicitation par flexion ou par choc au contraire, des fissures se forment facilement entre les constituants de la masse non homogène. Ceci est particulièrement exact pour les aciers au Cr où le carbure double se forme avec de faibles teneurs en C. La fragilité diminue d'ailleurs avec la division et l'uniformité de la répartition de carbure.

a) *Aciers au C.* — Ils sont encore très employés pour l'usage courant des ateliers.

Ils excluent naturellement l'utilisation des grandes vitesses (on ne peut guère dépasser 8 à 10 mètres/minute de vitesse linéaire. La dureté et, par suite, la teneur en C varient avec la substance à travailler.

Pour les outils de tours, raboteuses, mortaiseuses, destinés au travail de matières très dures (fonte très dure), comme pour les mèches pour le travail des canons de fusils, on emploie des aciers ayant de 1,45 à 1,6 % C.

Pour les mêmes outils destinés au travail de toutes substances, on descend de 1,45 à 1,25 %.

Si ces outils sont destinés au travail de substances douces, on peut descendre de 1,25 à 1,15 %.

La teneur en C des aciers pour fraises et mèches hélicoïdales varie de 0,9 à 1,25. Les plus fortes teneurs sont pour les outils de faibles dimensions soumis à des efforts moins violents. Quant aux outils pour le travail du bois et autres substances douces comme le liège, le caoutchouc, le cuir, le papier, le tabac, etc., on leur demandera évidemment une moindre dureté et comme, d'autre part, ces outils sont soumis soit aux chocs (ciseaux de menuisier, couteaux, etc), soit à de fortes pressions, il convient de leur donner une plus grande ténacité. Il faudra donc ramener la teneur en C entre 0,8 et 1,05 %.

Les scies à bois (circulaires) seront en acier de 0,8 à 0,9 % C.

*Traitement thermique. Trempe.* — Les températures de trempe sont déterminées par le diagramme 3 (voir généralités sur la trempe).

Pour les mèches hélicoïdales, fraises et outils analogues, qui doivent être très durs à la surface, mais présenter un noyau tenace, il est bon d'utiliser un acier fondu pauvre en Mn qui ne se prête pas à une pénétration trop forte de la trempe et d'utiliser la trempe dite interrompue. L'outil est plongé dans l'eau jusqu'à ce qu'il perde la couleur rouge, le refroidissement complet s'opère dans un bain d'huile. De cette façon, la chaleur restant à l'intérieur après la trempe à l'eau conserve à l'outil une certaine plasticité et, repénétrant dans la partie trempée, y provoque un certain revenu (180°).

Les alésoirs sont parfois constitués d'un acier à 0,2-0,25 % de C cémenté vers 950° et trempé par le procédé précédent; les aciers et couteaux minces sont souvent trempés entre plaques à circulation d'eau.

*Revenu.* — Il se fait généralement au bain d'huile et à une température qui varie avec les dimensions de l'outil, le genre de trempe et son utilisation.

A titre d'indication :

A 220°, les couteaux pour le laiton, le bois, le papier, le cuir, etc., les petits outils de tour, les couteaux des raboteuses pour acier.

A 240°, les fraises, mèches pour bois.

A 260 et 275°, les mèches pour bois.

A 285°, les scies, les ciseaux à bois.

b) *Aciers alliés.*

1) *Acier pour outils de tour — raboteuse et mortaiseuse — travaillant des substances très dures (Hartguss, bandages, cylindres de laminoirs, plaques de blindage) à vitesse moyenne.*

Ce sont généralement des aciers au Wo à 5 ou 6 %, que les aciéries produisent souvent en 2 ou 3 degrés de dureté différents suivant la teneur en C qui peut varier de 1 à 2 % (acier Diamant). D'autres (Rudolf Schmidt) fabriquent les trois espèces d'acier, mais font varier la teneur en Wo (5,3-2 %), teneur en C restant environ 1,5 à 1.

Böhler utilise aussi pour le travail de toutes substances à faible vitesse un acier au Cr assez analogue aux aciers fins pour rasoirs de 1,4 à 1,5 % Cr.

2) *Aciers pour fraises, mèches hélicoïdales, tarauds.*

Pour les outils travaillant les substances très dures, on utilise les aciers ci-dessus. Cependant, ils ne sont pas très désignés pour les fraises compliquées et conviennent surtout pour les outils dont on ne trempe qu'une partie. Ils donnent de fortes tensions pour les autres; il faut employer alors la trempe interrompue, parfois même avec recuit antérieur et revenu à 220-230°.

Les aciers de beaucoup les plus employés pour ces usages sont aussi des aciers au *Wo* qui ont une longue durée de coupe aux vitesses ordinaires.

Pour les forets hélicoïdaux et tarauds, pour coussinets à fileter, lames de scies à métaux, on adopte généralement un acier à 1,5 % *Wo* et 1 à 1,2 % *C*. La proportion de *Wo* peut d'ailleurs être moindre et tomber à 0,6 avec 1 % *C*. Ces aciers, généralement fournis étirés, portent alors le nom de Silberstahl.

Les fraises peuvent aussi être faites du premier acier cité. On augmente parfois aussi la teneur en *Wo* jusqu'à 3 à 3,5 %.

*Traitement thermique.* — Forgeage : 800-950°.

Trempe : 800-830° dans l'eau.

Certaines aciéries (Rudolf Schmidt) produisent cependant des aciers au *Cr* (0,5 %) avec des teneurs en *C* de 0,8 à 0,9 % pour les tarauds; de 0,9 à 1 % pour les grosses mèches et jusqu'à 1,4 % pour les fraises.

Dorrenberg, également, produit des aciers au *Cr*. Vu leur haute teneur en *C*, ces aciers sont facilement à double carbure (voir diagramme 25) et, par suite, très fragiles. Si on ajoute à cela la tendance à la formation de fissures à la trempe, on voit qu'il leur faut un traitement thermique nettement défini et assez délicat. Donc, autant que possible, on fait usage de la trempe à l'huile à une température de 780° pour les petits objets; on peut dépasser 780° pour les objets plus forts. Parfois, pour une grande dureté, on emploie la trempe interrompue, sans dépasser 760 à 780°.

*Revenu.* — Pour les outils de coupe, jusqu'à 240 à 280°.

B) *ACIERS RAPIDES.* — Le grand inconvénient des aciers au *C*, est de perdre la dureté que leur a donnée la trempe et, par suite, leur capacité de coupe, quand ils sont portés à une température voisine de 300°.

Or, le frottement entre l'outil d'une part, la pièce à travailler et le copeau d'autre part, provoque une élévation de température de ces différents objets, si bien que, lorsque la vitesse de coupe dépasse 5 mètres/minute pour un acier moyennement doux, l'élévation de température est telle que le revenu qui en est la conséquence fait tomber la dureté de l'outil.

Les premiers aciers imaginés pour remédier à cet état de choses furent les « Mushetstahl », vitesse de coupe : 7,95 mètres/minute (5 % *Wo*, 0,4 % *Cr*, 2 % *C*, 0,6 % *Mn*).

Dès 1900, Taylor et White s'aperçurent qu'il valait mieux faire tomber la teneur en *Mn* et augmenter la teneur en *Wo* et *Cr*. Ils lancèrent un acier à 8 % *Wo*, 7,8 % *Cr*, 1,85 % *C*, 0,3 % *Mn*, qui permit d'atteindre la vitesse de 17,7-18,6 mètres/minute (1).

De 1900 à 1906, ces aciers furent améliorés constamment et on arrivait en 1906 à la composition suivante :

19 % *Wo* - 5,5 % *Cr* - 0,7 % *C* - 0,4 % *Mn* - 0,3 % *Vn*, donnant pour le même matériau 30,2 mètres/minute de vitesse de coupe.

Jusqu'à la guerre, on s'en tint à peu de chose près à ces compositions. En Allemagne, la pénurie de *Cr* et de *Wo* pendant la guerre firent tomber les teneurs de ces éléments.

Mais l'après-guerre ayant donné une période avec main-d'œuvre à hauts prix, on essaya d'augmenter le rendement de ces aciers en augmentant les teneurs en éléments précieux, particulièrement en *Wo*. Ce rendement augmente d'ailleurs avec la teneur en *Cr*-*Wo* et on n'est limité à environ 26 % *Wo* et 7 % *Cr* que par la nécessité d'obtenir un alliage forgeable.

(1) De plus, le nouvel acier possédait la curieuse propriété de présenter une augmentation de dureté vers 600°.

Ci-dessous un tableau donnant la composition d'aciers rapides :

	C	Si	Mn	Cr	W <sub>p</sub>	Mo	Ve
Böhler Boreas . . . .	1,5	0,6	0,25	2,2	9,18		
Bleckmann . . . . .	2,26	0,7	1,22	6,17	3,5		
Schmidt, . . . . .	0,57	0,09	0,10	3,5	11,25		
Lindenberg . . . . .	0,63	0,15	0,05	3,40	25,80		
Böhler Rapid . . . . .	0,60	0,10	0,11	3,10	12,50		
Id. . . . .	0,75	0,24	traces	7,3	25,28		
Krefelder Stahlwerk . .	0,45	0,09	0,05	6,44	21,65		
Lindenberg . . . . .	0,66	0,13	0,04	7,10	26,28		
Bleckmann . . . . .	0,65	0,18	0,03	5,40	18,25		
Id. . . . .	0,48	0,10	0,04	5,48	15,17	3,38	0,22
Dörrenberg . . . . .	0,73	0,10	0,02	3,62	19,20		
Böhler Rapid . . . . .	0,60	0,10	0,11	4,15	18,20	2,30	0,45

#### Influence des divers éléments :

On ne dépasse plus guère aujourd'hui 0,95 % C.

Le Mn rend le forgeage difficile (celui-ci est déjà très délicat par suite de la grande proportion d'éléments étrangers; on compte qu'au-dessus de 30 % de ces éléments le forgeage est impossible).

Le Si diminue la vitesse de coupe.

Le Mo peut remplacer le Wo, mais l'acier devient moins forgeable, plus fragile et le Mo coûte cher.

Le titane et l'aluminium n'interviennent que comme agents de désoxydation. L'urane et le tantale, parfois employés, ne donnent aucune propriété particulière aux aciers.

Le Vn, outre son action épuratrice (grande affinité pour l'oxygène), augmente la faculté qu'ont les aciers au Cr-Wo de conserver leur puissance de coupe aux hautes températures.

De plus, la dureté et la ténacité sont améliorées. Jusqu'à 1,25 % de Vn, on admet que chaque 0,3 Vn permet d'augmenter

la vitesse de coupe de 10%. Le Vn a enfin l'avantage de permettre la trempe à l'eau sans formation de fissures.

Au sujet de l'action du Co — 3,5 à 5,5 % dans les aciers rapides — (lancé par la Stahlwerke Becker un peu avant la guerre), les avis sont très partagés :

#### COMPARAISON DES VITESSES DE COUPE D'ACIERS RAPIDES AVEC ET SANS Co (SCHLESINGER).

								Temps de coupe pour travail de durée de coupe avant réaffutage		
								Acier à 100 kg/mm <sup>2</sup>	Acier à 50 kg/mm <sup>2</sup>	Fonte grise à 15 kg/mm <sup>2</sup>
								Section du copeau		
C	Si	Mn	Cr	Mo	Wo	Va	Co	3,9 × 1 mm v = 20 m.	8,98 × 2,5 mm v = 25 m.	9,75 × 2,5 mm v = 30 m.
0,76	0,28	0,10	4,38	0,3	16,40	0,62	5,03	13m,54 sec.	6m,32 sec.	6m,55 sec.
0,88	0,28	0,07	5,09	0,6	18,10	1,16	—	5m,20 sec.	2m,52 sec.	1m,25 sec.

Par contre, les contre-expériences faites par de nombreuses aciéries ont donné les conclusions suivantes : le Co n'est avantageux que pour les aciers peu alliés, il est sans influence sur les aciers à haute teneur en Wo-Cr.

La plupart des aciéries fabriquant aujourd'hui des aciers rapides avec diverses teneurs en Wo et par suite à rendement assez différent. Généralement, elles ont quatre types de ces aciers :

- 1) Type ayant de 22 à 25 % de Wo;
- 2) Type ayant environ 20 % de Wo;
- 3) Type ayant environ 18 % de Wo;
- 4) Type ayant environ 15 % de Wo.

#### Théorie des aciers rapides.

D'après Osmond, le Wo a pour effet de diminuer la teneur en C de l'eutectique. Il en résulte que les aciers rapides sont des aciers

à carbure double. Ce carbure double se dissout très difficilement, sa solubilité augmente cependant avec la température. C'est analogue à ce qui se passe pour la cémentite des aciers au C (voir diagramme 3). D'où la nécessité de porter ces aciers à de très hautes températures et de maintenir souvent ces températures un certain temps pour faire passer ce carbure à l'état de solution solide.

Il découle de cette faible solubilité du carbure que sa répartition n'est pas uniforme, même à haute température, dans la masse qui est au fond formée de deux constituants inégalement carburés. La trempe conserve naturellement cette constitution non homogène et c'est ainsi que, pour un outil judicieusement trempé, on observe de petits grains de cémentite (carbure) aussi finement divisé que possible dans une masse d'austénite. Si l'on fait revenir cet acier, on observe vers 660° une augmentation de la dureté qu'Osmond explique en l'attribuant à la transformation d'austénite en martensite plus dure (fig. 26).

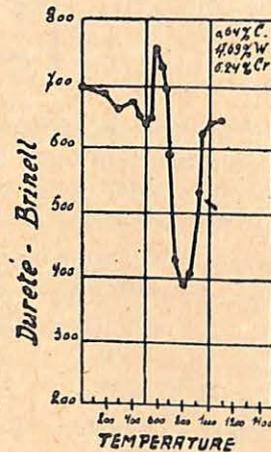


Fig. 26.

La raison du peu de convenance de l'emploi du Mn réside dans le fait qu'il travaille au maintien de la texture austénitique moins dure que la martensite.

#### Traitement et production.

L'acier rapide se prépare soit au four électrique, soit, comme c'est encore très souvent le cas, au creuset. Le Cr et le W sont des métaux trop coûteux pour se permettre d'utiliser le four Martin pour la fabrication de ces aciers.

Les matières premières utilisées étant généralement très pures, la fabrication des aciers rapides est au fond une des plus faciles, sans compter que de faibles variations dans les teneurs du Cr, du W et même du C influent peu sur les propriétés de l'acier obtenu.

L'acier rapide est toujours coulé en petits lingots (on ne dépasse guère 150 millimètres) car :

- Le travail de laminage ou de forgeage de ces aciers est trop coûteux.
- De plus, suivant certains aciéristes, le forgeage ou le laminage est moins nécessaire pour ces aciers dont on ne demande qu'une bonne capacité de coupe, qu'il possède déjà à l'état fondu après trempe.

Pour d'autres cependant (Rudolf Schmidt), le forgeage est tout aussi nécessaire pour les aciers rapides que pour les autres, car il assure une répartition et une division plus complètes et plus uniformes du carbure dans la masse, augmentant ainsi la dureté de l'acier (voir à ce sujet ce qui a été dit pour les aciers à aimants et plus loin les aciers à cémentite libre).

*Forgeage.* — Le Cr et le W relevant les températures de transformation, il importe de ne pas laisser descendre la température de forgeage en dessous de 900°. Le travail à une température inférieure, poursuivi pour l'obtention d'une plus grande précision de dimensions, provoque la formation de tensions et de fissures.

Par suite de la mauvaise conductibilité de ces aciers, leur chauffage doit se faire très prudemment (d'après Becker, il doit durer deux jours). Le forgeage de plats donne moins de déchets que celui des carrés et le forgeage de ceux-ci moins que celui des ronds.

*Meulage.* — Il peut se faire :

- A l'état non trempé, après le forgeage et en utilisant la chaleur de celui-ci. Il est alors sans danger.
- Après trempe, très délicat, toujours par suite de la mauvaise conductibilité des aciers rapides. Les élévations locales de température font naître des tensions et, par suite, des fissures. Le meulage à la pierre de grès semble être particulièrement dangereux.

*Recuit.* — Après sa fabrication en barres, l'acier rapide est toujours recuit. Ce recuit a pour avantage de déceler les défauts que le travail antérieur aurait occasionnés.

Il convient de porter l'acier à une température de 800 à 900° et de le laisser refroidir très lentement (2-6 h.) jusqu'à 500°, ceci à cause de la faible vitesse de transformation déjà signalée plus haut. Théoriquement, la chute de température peut être quelconque en dessous de 500°. Pratiquement, un refroidissement trop rapide peut provoquer des tensions.

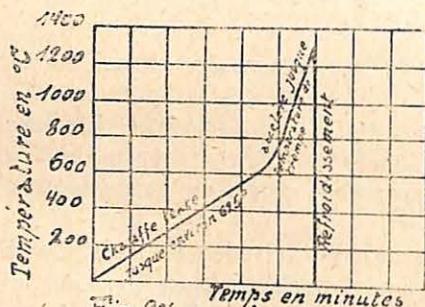


Fig 27 courbe de trempage pour acier rapide

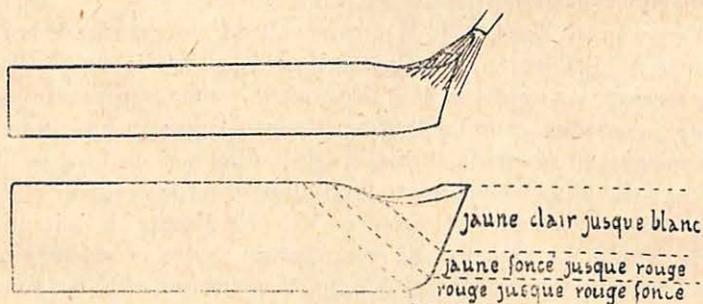


Fig 28

Trempe (fig. 27 et 28).

Il est à conseiller de ne pas utiliser l'eau comme liquide de trempage (sauf pour les aciers au Vn). On emploie généralement la trempage à l'air ou à l'huile (toujours à cause de la mauvaise conductibilité).

Les outils qui, comme les mèches hélicoïdales, n'ont pas la robustesse de forme du couteau de tour, doivent être trempés à des températures inférieures.

Il faut d'ailleurs remarquer qu'une haute température favorise la formation, surtout à la surface, d'austénite, qui est plus douce que la martensite.

Sans inconvénient pour les couteaux, car l'intérieur aura la dureté exigée, cette apparition d'austénite est peu désirable pour les mèches hélicoïdales, les tarauds, etc., pour lesquels une grande exactitude de dimensions est demandée.

On les chauffera donc moins, de façon à ne pas provoquer cette formation d'austénite, mais on les chauffera plus longtemps à une température inférieure pour obtenir une bonne répartition du carbure.

Cette couche superficielle moins dure peut d'ailleurs être due aussi à la décarburation. Pour l'éviter, on procède comme suit : on trempe l'objet rapidement avant la trempage dans du ferrocyanure de K. La partie décarburee reprend le C du ferrocyanure.

Ci-dessous les températures de trempage des divers outils :

Mèches, filières, de diamètre moyen . . .	900°	950°
» » de fort diamètre . . .	950°	1000°
Fraises . . . . .	1000°	1100°
Couteaux de tour . . . . .	1300°	

Le revenu préconisé à 625° par Taylor pour les aciers primitifs à forte teneur en C n'est plus guère utilisé aujourd'hui.

Données pratiques :

	Profondeur de la passe	Largeur de la passe	Vitesse de coupe en m/minute
Acier jusque 50 k/mm <sup>2</sup> . . .	10 m/m	2 m m	30 — 40
Id. 70 id. . . . .	5 »	2 »	20 — 30
Acier au-dessus de 70 id. . . . .	5 »	1,5 »	10 — 20
Fonte grise . . . . .	5 »	1,5 »	15 — 25
Fonte blanche . . . . .	1 »	0,5 »	1 — 2

## C) ACIERS POUR COUPELLERIE ET TAILLANDERIE.

## a) Aciers au C.

Aciers pour faux . . . . .	0,6 % C, 0,15 Si, 0,4 Mn
» pour socs de charrue . . . . .	0,45 % C, 0,5 Si, 0,7 Mn
» pour ciseaux et couteaux . . . . .	0,4 % C, 0,4 Si, 0,8 Mn
» pour instrument de chirurgie . . . . .	0,6 % C
» pour rasoirs . . . . .	de 1,25 % C à 1,60 % C

Quant au procédé utilisé pour la production de ces aciers, il varie avec la qualité du produit qu'on veut obtenir.

La qualité inférieure des produits de Solingen est faite d'acier Bessemer. La qualité courante est faite d'acier Martin et enfin on réserve pour les qualités supérieures, les aciers électriques, ceux des creusets et des fours à puddler.

## b) Aciers alliés.

Seuls les rasoirs de qualité secondaire sont faits en acier au C.

La coutellerie fine et surtout les rasoirs de bonne qualité sont en acier au Cr (1,4 à 1,5 % C; 0,2 Si; 0,15 Mn; 0,3 à 0,5 Cr). Ces aciers sont naturellement à carbure double. Ils demandent un forgeage soigné si l'on veut obtenir une répartition uniforme du carbure fortement divisé. L'examen sous grossissement des lames de rasoirs montrent que le tranchant est constitué par un alignement de ces petits globules de carbure légèrement en promontoires sur la masse martensitique (après trempe).

Pour obtenir un taillant bien régulier, il y a donc nécessité d'avoir une répartition aussi uniforme que possible du carbure.

*Traitement thermique.* — Les lames sont trempées en les glissant dans l'eau, le dos restant presque horizontal. Les rasoirs ne sont généralement pas revenus, les couteaux de table sont revenus à l'huile. On fait revenir les couteaux de poche en les mettant sur le dos sur une plaque chauffée ou dans un bain de plomb fondu.

D) ACIERS QUI NE DOIVENT SUBIR QU'UN FAIBLE RETRAIT A LA TREMPE. — Ces aciers sont spécialement utilisés pour les outils pour lesquels une grande exactitude de dimensions est nécessaire, comme les tarauds, coussinets à fileter, matrices, mandrins et disques à étirer, mèches hélicoïdales, alésoirs.

Lors de la trempe, la cémentite ou le carbure libre que peut contenir un acier reste seul sous cet état. Les autres constituants passent à l'état de martensite plus volumineuse. Les modifications de volume et de forme seront donc d'autant plus faibles que l'acier contient plus de carbure libre.

Pour les aciers au C, il faut donc choisir des aciers à très haute teneur en C (1,25 %).

Mais l'expérience a montré que les aciers qui subissent les moindres modifications à la trempe sont des aciers au Cr-Mn (parfois aussi avec le Wo):

0,9 % C; 0,6 à 1 % Mn; 0,5 % Cr.

Ces aciers ont encore l'avantage de reprendre des formes et dimensions presque identiques aux primitives par revenu.

L'augmentation de volume due à la trempe provoque, pour la grande majorité des aciers, une diminution de la grande dimension de la pièce et une augmentation de ses dimensions transversales.

Pour les aciers mentionnés ci-dessus, au contraire, l'augmentation se porte sur les trois dimensions; il en résulte évidemment une déformation linéaire moindre (fig. 29).

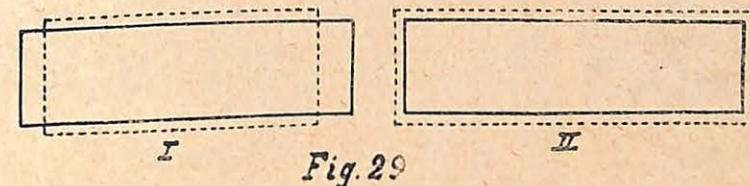


Fig. 29

L'expérience a montré qu'en réchauffant les aciers trempés à 150-200°, on ne diminuait pas sensiblement la dureté, mais que, par contre, on faisait disparaître les tensions que les changements de constituants avaient introduites et qui provoquaient les modifications de forme et de dimensions. C'est ainsi qu'après trempe les objets précédemment cités sont soumis à ce que les Allemands appellent Tempverfahren, qui consiste à les traiter par l'huile à 150° pendant un temps assez long (10 heures parfois).

*Traitement.* — Trempe : Forgeage, 900-950°;  
Chauffage, 900-830°.

Refroidissement dans une huile fluidé ou encore trempe interrompue qui donne un noyau tenace avec une croûte dure, constitution favorable aux moindres déformations par la trempe.

## 2. — Aciers pour outils soumis aux chocs.

Outils pneumatiques (marteaux, burins, bouterolles).

Mêmes outils à main, tranches, lames de cisailles, poinçons.

Outils très résistants pour le travail du bois.

Fabrication des pointes et rivets (frappeurs), emporte-pièces.

Outils à estamper.

Ces aciers doivent satisfaire aux deux conditions suivantes :

1. Avoir une dureté suffisante ;
2. Avoir une bonne ténacité et surtout une grande résistance aux chocs, donc une bonne résilience (de là le nom de « Dauerstahl » souvent donné aux aciers spécialement destinés à ces usages.

On utilise encore beaucoup pour ces outils de *simples aciers au C* ; les deux conditions ci-dessus travaillent alors en sens opposé sur la teneur en C : la dureté demandant une teneur élevée, la résistance au choc exigeant au contraire un acier assez doux.

En effet, les expériences de Langenberg (Eisen und Stahl, 2 août 1923) montrent que, même jusqu'à une température de 500°, la résilience diminue quand la teneur en C augmente.

Les aciers suivants : A. 0,364 % C, 0,68 % Mn, 0,26 % Si ;  
B. 0,82 % C, 0,62 % Mn, 0,12 % Si ;  
C. 0,176 % C, 0,69 % Mn, 0,075 % Si,

donnent pour  $\rho$  :

	RECUITS		AMÉLIORÉS	
	0°	50°	0°	50°
A	2 kgm	14 kgm	53 kgm	81 kgm
B	2 »	6 »	6 »	11 »
C	4 »	43 »	43 »	140 »

Il suffit, d'autre part, pour les aciers à forte teneur en C, de s'en reporter à ce qui a été dit sur les aciers à cémentite libre (voir aciers pour outils de coupe).

Il faudra donc réaliser un compromis entre la dureté et la résilience, leur influence relative faisant d'ailleurs passer la teneur en C de 0,65 % pour les outils particulièrement exposés aux chocs à 1,3 % pour ceux pour lesquels la dureté est surtout requise.

Bouterolles, marteaux de forge, poinçons pour cuir et tôles douces, enclumes . . . . .	0,65 à 0,75 % C
Poinçons, tranches, coins à frapper les monnaies, emporte-pièces, poinçons et couteaux de machines à clous, outils pour forage, barres à mines pour pierres tendres, matrices à chaud, lames de cisailles . . . . .	0,75 à 0,9 % C
Burins à main, outils pneumatiques, étampes, bédanes, emporte-pièces . . . . .	0,9 à 1,05 % C
Outils pour pierres dures, poinçons . . . . .	1,05 à 1,15 % C
Outils pour pierres très dures . . . . .	jusque 1,45 % C

*Influence du traitement thermique.* — Dureté et résilience agissent de nouveau en sens inverses. Alors que la première demande un acier trempé à structure martensitique, la seconde exige, au contraire, un acier recuit ou au moins revenu (fig. 30), la martensite étant peu résistante au choc.

C'est ainsi que pour les aciers carburés (à partir de 0,75 % C), on se contente de tremper le tranchant, le reste restant à l'état naturel.

Dans le même ordre d'idée, on s'efforcera d'avoir seulement une couche martensitique, l'âme étant autant que possible à texture sorbitique beaucoup plus résistante aux chocs.

A cet effet, dans ces aciers et en général dans les aciers à outils à forte teneur en C, on s'efforcera de diminuer la teneur en Si et en Mn, ceux-ci facilitant la pénétration de la trempe.

On arrive ainsi à constituer une âme de sorbite.

Jusqu'à 0,25 Si et 0,3 Mn, l'action de ces deux corps est insignifiante.

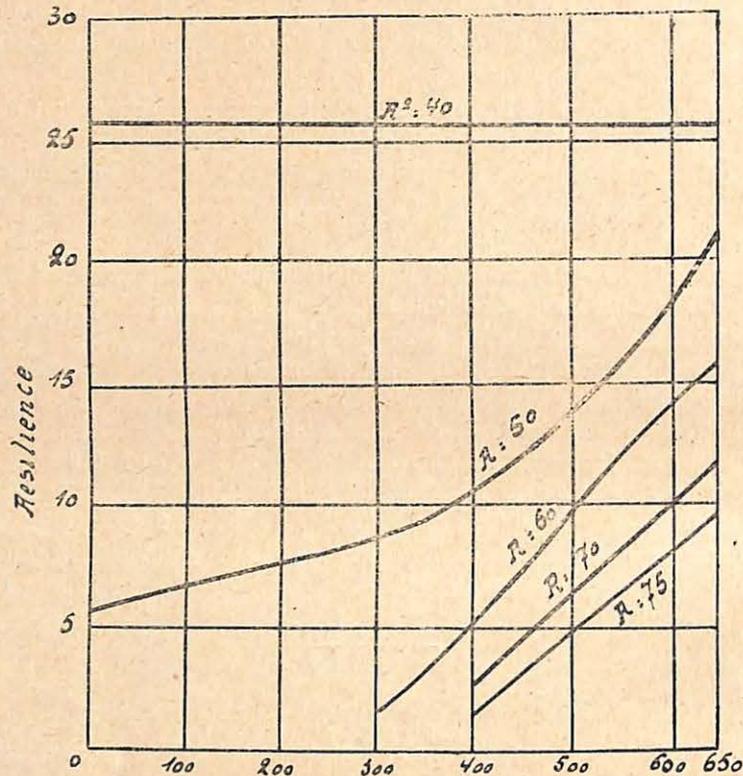


Fig. 30. TEMPERATURE DE REVENU APRES TREMPE

Diagramme montrant l'effet du revenu après trempe sur acier ordinaire. Le R le long des courbes représente le Rz sur éprouvette recuite.

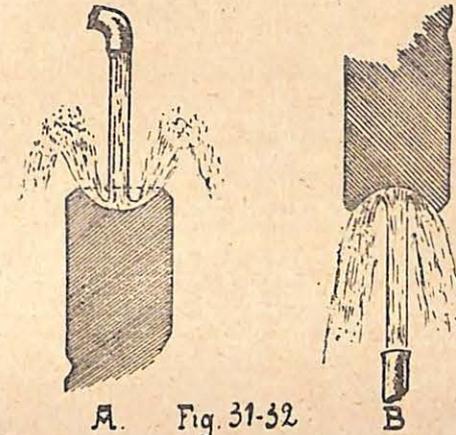
L'extrémité seule des burins et ciseaux doit être trempée sur une longueur de 20 à 30 millimètres.

Il ne faut pas diminuer la longueur de la zone trempée, sinon les chocs courbent l'outil au-dessus de la partie trempée et ces déformations peuvent être la cause de sa rupture.

Un bon procédé consiste à les empaqueter dans un bout de tube, le taillant tourné vers la flamme.

Pour la trempe des bouterolles, le procédé ordinaire donnerait une bordure trop dure et trop fragile, le fond de la cavité n'étant

pas assez dur. Les croquis fig. 31 et 32 donnent une idée de la façon de tremper.



A. Fig. 31-32

B

Les températures de trempe sont données par le diagramme des aciers au C. Quant au revenu, il convient de réaliser une température d'environ 260°.

#### Aciers alliés.

Au lieu de chercher la dureté en augmentant la teneur en C, ce qui a, comme on l'a vu, l'inconvénient de provoquer la fragilité des aciers, on a essayé de lui donner cette dureté par d'autres éléments.

#### a) Acier au Cr-Wo-Si :

Ils sont employés pour les outils pneumatiques ainsi que pour les burins, bouterolles, tranches à main, lames de cisailles.

Böhler donne la composition suivante :

0,3 à 0,4 % C — 0,5 % Si — 0,1 % Mn — 1 % Cr — 1 % Wo

Le Rheinmetall a une composition presque identique pour les burins à main et pneumatiques.

Le Wo est parfois remplacé par du Mo.

Pour les emporte-pièces, poinçons pour tôles fortes, les lames de cisailles courtes, les étampes, on porte la teneur en C à 0,5 %.

Rudolf Schmidt produit un acier du même genre :

0,33 % C — 0,5 Si — 0,6 Cr — 0,75 Wo.

La présence de Wo, assez analogue au Cr comme régénérateur de la dureté, est due à ce qu'il donne moins de fragilité.

Le Si intervient pour donner l'indéformabilité de l'outil.

b) *Aciers au Cr-Si :*

Böhler produit un second acier sans Wo :

0,3 à 0,4 % C; 1 % Si; 0,5 % Mn; 0,5 % Cr.

La plus forte teneur en Si rend cet acier plus fragile : la résistance au choc d'un acier tombe, en effet, rapidement quand sa teneur en Si dépasse 0,4 à 0,5 %.

c) *Aciers au Cr-Wo :*

Ils sont assez semblables aux aciers décrits sous a); la teneur en Si y est un peu inférieure. Dörrenberg fait ces aciers en quatre degrés de dureté en faisant varier la teneur en C : 0,3 à 0,4 % pour les premiers (voir les usages ci-dessus); 1 à 1,3 % pour les deux dernières catégories qui sont réservées aux découpoirs et emporte-pièces pour substances très dures, pour certains étampes, pour fleurets de mines pour roches très dures, en un mot pour les usages pour lesquels on peut sacrifier un peu la résistance aux chocs à la dureté.

d) *Aciers au Cr :*

Rheinmetall et Becker fabriquent pour les outils pneumatiques un acier à

0,3 % C et de 1 à 1,5 % Cr.

Böhler utilise pour les lames de cisailles pour métaux mous, son acier pour cylindres de laminoirs à froid. Il le recommande aussi pour les emporte-pièces.

e) *Aciers au Wo :*

Certaines aciéries craignent de faire entrer le Cr dans les aciers pour outils soumis aux chocs, le Cr donnant trop de fragilité.

Le Bergische Stahl Industrie particulièrement produit un acier à 1,5 Wo environ sans Cr (fig. 33).

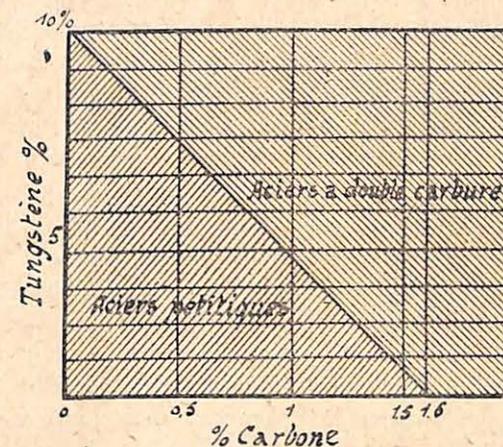


Fig. 33 DIAGRAMME DES ACIERS AU TUNGSTÈNE D'APRÈS GUILLET

En résumé, la question des aciers pour outils pneumatiques et instruments soumis aux chocs n'est pas encore bien éclaircie. D'une façon générale, on semble cependant tendre vers un acier contenant un peu de Cr (moins de 1 %), un peu plus de Wo (0,75 à 1,5) et ayant une teneur en C qui varie, suivant l'usage, de 0,35 à 1,3 %.

*Traitement thermique de ces aciers.*

*Acier au Cr :*

*Forgeage.* — On ne descend pas au-dessous de 800°, car le Cr relève les points de transformation.

*Trempe.* — Chauffer à 850°. Tremper dans l'eau. Les outils pneumatiques sont trempés complètement, on ne fait revenir que le fût et le creux des bouterolles ou la tranche des burins.

Pour les outils à main, on ne trempe et on ne fait revenir que le tranchant : le corps, dont la sollicitation est moins régulière que dans les outils pneumatiques, est ainsi moins fragile.

Les burins et les poinçons sont revenus à 220-230° (dureté plus grande) et les bouterolles à 185° (la résilience l'emporte sur la dureté).

*Aciers au Cr-Wo et Cr-Wo-Si (aussi Cr-Si Böhler):*

*Forgeage.* — Ne pas descendre au-dessous de 800°.

*Trempe.* — Le *Wo* rend l'acier moins sensible à l'action des hautes températures, car le grain reste fin à hautes températures. Les températures de trempe seront donc moins nettement imposées (ceci n'est cependant vrai que pour les aciers peu carburés; pour les aciers à forte teneur en C, l'action de ce dernier élément prévaut et impose une température plus basse).

Böhler, par exemple, donne comme température de trempe de 800 à 1000° pour ses aciers pour outils pneumatiques.

Pour les aciers plus carburés (0,5 à 1,3 C), les limites de l'échauffement sont resserrées entre 800 et 850°. Si la teneur en C dépasse 1 %, les objets de faibles dimensions sont à tremper à l'huile. Pour ceux de plus fortes dimensions, on emploie la trempe interrompue qui équivaut à un revenu moins prononcé que la trempe à l'huile.

Revenu : à 240-285°, à température d'autant plus élevée que la résilience doit l'emporter sur la dureté.

### 3. — Aciers pour filières et matrices d'étirage à froid de tubes.

Pour les aciers de construction de ce genre, on utilise, comme on l'a vu plus haut, des aciers au *Mn*.

Pour les filières et matrices, la résistance des aciers au *Mn* ne suffit plus. La dureté doit être plus mordante. On fait alors appel à l'élément qui, tout en donnant une plus grande dureté, favorise plus que le *Mn* la pénétration de la trempe : le *Cr*.

a) Pour les fils d'acier à grande résistance ( $R_r = 180$  à  $270$  k./mm<sup>2</sup>), les fils durs de cuivre, laiton ou bronze, on emploie des aciers à très forte teneur en C et surtout en *Cr* :

1,5 à 1,8 % C ; 0,5 % Si ; 0,25 % Mn ; 13 à 14 % Cr.

Krefelder Stahlwerk produit des filières particulièrement appréciées.

La forte teneur en C et en *Cr* rend le forgeage de ces aciers relativement difficile.

*Traitement thermique.* — Les chauffer lentement (mauvaise conductibilité des aciers au *Cr*) jusqu'à 900° à 950°. Les refroidir

dans un courant d'air pour les tremper. (Ces aciers sont martensitiques). Voir aciers au *Cr* (fig. 25).

Le même acier est utilisé pour les filières d'étirage de barres à profil compliqué, pour les fabriques de serrures, pour les lames de ciseaux, etc.

Krupp est particulièrement outillé pour la fabrication de ces filières à profils compliqués.

Böhler, tout en produisant un acier analogue au précédent, préconise l'emploi d'une sorte d'acier rapide de composition suivante.

1,5 % C ; 0,6 % Si ; 0,25 % Mn ; 2,2 % Cr ; 9 % Wo.

Cet acier a l'avantage d'être moins sensible que le précédent aux hautes températures, par suite de la présence de *Wo* (donc peut être traité par des ouvriers peu expérimentés). Sa dureté est d'autre part comparable à celle des aciers au *Cr*.

Bergische Stahl Industrie fabrique un acier presque identique : 3 % Cr ; 10 % Wo.

Rudolf Schmidt, bien que produisant les aciers précédents, fabrique aussi dans ses fours à creusets un alliage non forgeable à 3 % de C. La filière reçoit sa forme par coulée, à part un léger usinage de *ab* à la lime (fig. 34).

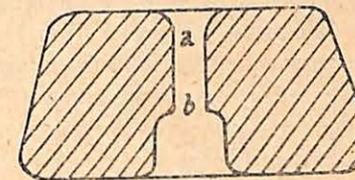


Fig. 34

b) Pour les fils d'acier mi-dur (pour câbles) 140 à 180 k./mm<sup>2</sup> et pour les métaux durs, on utilise des aciers à

1,8 à 2 % C ; 0,3 % Si ; 0,15 % Mn ; 0,3 à 0,5 % Cr.

Certaines aciéries (Rudolf Schmidt) descendent jusqu'à 1 % Cr.

c) Pour les fils et tubes en métal mou (*Cu* par exemple), on utilise aussi, au lieu des filières précédentes, des filières en acier au *Cr* :

1,4 à 1,5 % C ; 0,2 % Si ; 0,15 % Mn ; 0,3 à 0,5 % Cr.

d) Pour les fils d'acier moins dur, de plomb, d'or, d'argent, de cuivre et d'alliage, on utilise des filières en acier fondu au C. Ce sont naturellement des aciers à forte teneur : 1,3 à 1,5 % C.

Les filières dites « Deutsche Zieheisen » sont constituées par une lame de cet acier au C soudée sur un corps de fer qui donne la robustesse à l'outil, l'acier donnant la résistance à l'étirage.

Pour les filières, mandrins, anneaux à étirer qui doivent avoir des dimensions très exactes, on emploie des aciers qui ne subissent presque pas de déformation à la trempe (voir ces aciers).

#### 4. — Aciers pour matrices, étampes, mandrins.

Le seul caractère commun des nombreux outils désignés ci-dessus est d'être constitués en vue de donner certaines formes ou dimensions exactes. Mais la sollicitation et le mode de travail de ces outils varient beaucoup et sont souvent trop complexes pour que nous ayons pu classer les aciers dont ils sont faits dans une des catégories précédentes.

##### a) Matrices à chaud.

Les différents aciers sont rangés par ordre de valeur décroissante :

1) *Aciers pour matrices à chaud devant résister à de fortes pressions.* — Ces aciers doivent avoir une grande ténacité, une grande résistance à l'usure, donc une très grande dureté; mais il faut de plus qu'ils conservent cette propriété aux températures élevées. Ces conditions sont en réalité celles auxquelles doit satisfaire un acier à coupe rapide. Les aciers rapides peuvent d'ailleurs être utilisés pour la fabrication de matrices spéciales.

Aussi, l'acier qui donne les meilleurs résultats est un acier à : 8 à 10 % Wo; 2 à 3 Cr; 0,6 à 0,65 C.

Cet acier s'emploie particulièrement pour les « spritzmatrizen », mais aussi pour les matrices pour rivets (les conditions sont les mêmes) et en général pour les outils fortement sollicités travaillant à haute température.

*Traitement thermique.* — Forgeage de 1000 à 1200° (points de transformation relevés par Cr et Wo). Refroidir par un jet d'air (martensitique).

2) *Un autre acier très souvent employé est analogue aux aciers pour aimants au Wo : 1 % C; 5 ou 6 % Wo (Böhler et Glockenstahl). Voir ces aciers.*

Böhler et Bergische Stahl font aussi des aciers avec moindre teneur en Wo (3 à 1).

Ces compositions n'ont d'ailleurs rien d'absolu (sauf chez Böhler).

Bien des aciéries (Becker, Bergische Stahl Industrie) fabriquent plusieurs aciers avec teneurs décroissantes en Wo et Cr à partir du premier cité. On admet que le rendement est divisé par 6 quand la teneur en Wo passe de 9 à 0,5.

On emploie aussi parfois les aciers chromés (Zieheisen).

Ces aciers sont moins recommandables.

Lorsque les dimensions des matrices augmentent, l'emploi des aciers ci-dessus deviendrait très onéreux et on fait alors usage de l'acier suivant :

3) *Acier au Cr-Wo-Si (Böhler Rheinmetall) et même au Cr-Si (Böhler) identique à celui utilisé pour les outils pneumatiques.*

Cet acier, comme le suivant, est d'emploi tout indiqué pour les outils pour lesquels la pression se change plutôt en choc (matrice à chaud pour rivets, étampes).

4) *Acier au Cr-Ni < 1 % Cr; 3 à 4 % Ni.*

Fabriqué par presque toutes les aciéries, particulièrement pour les matrices refroidies brusquement par l'eau, la tendance de cet acier à la formation de petites fentes sous l'effet des variations de températures étant moins prononcée que pour les précédents (les aciers au Cr et au Wo sont assez mauvais conducteurs de la chaleur).

*Traitement thermique.* — Forgeage 900 à 1000°.

Trempe 850° dans l'huile.

Recuire pendant 1 à 1 1/2 heure à 650° environ, pour augmenter la résilience du métal.

S'emploie aussi pour les presses à rivets et pour les matrices de villebrequins et autres pièces de construction de petit modèle.

On y ajoute parfois un peu de Vn, 0,5 % (pour les mêmes raisons que dans les aciers rapides).

5) *Aciers au Mn.* Aciers qui ont de 0,45 à 0,5 % de C et de 0,8 à 1,2 % Mn.

Le Mn à ces teneurs augmente, en effet, légèrement la dureté et la résilience.

Ces aciers sont très employés, surtout lorsque le volume de la matrice est assez important.

On l'utilise presque toujours pour les matrices pour boulons et pièces de forges.

#### 6) Aciers au C.

Ce sont des aciers où l'on fait tomber la teneur en Mn à 0,3 %, mais où la teneur du C est portée jusqu'à 0,7 à 0,8 %.

Ces deux dernières variétés ne constituent au fond que les deux termes extrêmes d'une seule classe d'aciers comprenant une série de termes intermédiaires obtenus en agissant en sens inverse sur les teneurs des deux composants C et Mn.

Il est d'ailleurs à remarquer que la grande majorité des matrices à chaud dans les boulonneries, les forges, etc. sont faites de ces aciers au C (ou au Mn).

La question du choix de ces aciers doit faire l'objet d'une étude comparative basée sur ce que les aciers alliés ont le grand avantage de permettre un usage plus long que les aciers au C, mais sont d'un prix beaucoup plus élevé.

On limite donc leur emploi aux matrices de long usage, aux pièces de faibles dimensions et à certains usages spéciaux (spritzenmatrizen, matrices à rivets).

#### b) Mandrins.

Les aciers pour mandrins de laminoirs à tubes et d'étirage à chaud travaillent dans des conditions assez analogues à celles des matrices à chaud. L'alliage idéal pour la confection de ces mandrins n'est d'ailleurs pas encore trouvé, comme le montre la multitude des aciers actuellement utilisés pour cet usage.

Rheinmetall et Böhler proposent pour le laminage les aciers polyédriques au Mn.

Krieger et Werner font au contraire des aciers au Cr-Wo, mais avec des variations de teneurs très considérables suivant l'usine à laquelle ils sont destinés. Ces aciers semblent très utilisés.

On emploie aussi (Böhler) des aciers au Wo (6 %) à 1,5 % C.

Enfin, la firme Mannesmann n'emploie que des aciers au C (voir ci-dessus).

Pour l'étirage de précision, on emploie aussi des aciers rapides.

#### c) Matrices à froid, étampes à froid, poinçons à étirer

Les aciers employés doivent réunir une grande résistance à l'usure (donc une grande dureté) à de fortes pressions et parfois au choc.

Pour les matrices à froid et étampes, particulièrement soumises au choc, les aciers au Cr-Wo à faible teneur en C sont tout indiqués (voir aciers au choc):

0,4 C; 1 Wo; < 1 Cr; 0,5 Si (Böhler).

Un acier à 1 % C et de 1 à 1,5 % Wo est aussi recommandé par Böhler pour matrices à froid à boulons et les étampes à froid. (Trempe de 810 à 830° dans l'eau à 20°.)

Pour les mandrins à étirer l'acier, le fer, le métal (par ex. pour l'étirage des cartouches), la question du choc est beaucoup moins importante et un acier au Cr (plus fragile, mais plus dur) qui conserve la netteté des arêtes, est préférable :

0,8 à 1 % C; 2 % Cr.

Enfin, pour les usages courants, on utilise beaucoup un acier à 0,8 % C et environ 0,25 % Mn, trempé.

L'acier le plus courant pour l'étirage des métaux doux (cartouches) est cependant un acier au Wo assez analogue à celui de plus haut :

1 à 1,5 % Wo; 1 à 1,2 % C.

#### 5. — Aciers pour limes

Ces aciers doivent posséder une grande dureté.

*A priori*, rien ne limitera les procédés pour l'obtention de cette dureté.

Les limes bon marché sont constituées d'un acier Mn à haute teneur en C.

La présence du Mn a surtout pour but de favoriser la pénétration de la trempe; aussi faudra-t-il limiter la teneur en Mn pour les petites limes qui, sinon, seraient trop fragiles (ces limes ont alors environ 1,4 % C et moins de 0,35 % Mn). Les compositions de l'acier ordinaire pour limes sont généralement comprises dans les limites suivantes :

0,9 à 1,4 % C; 0,35 à 0,8 % Mn.

Les aciers au C et Mn pour limes sont généralement des aciers Bessemer. La pureté de la matière première, pauvre en S et en P, permet d'obtenir des aciers de bonne qualité.

Pour les limes de précision, d'horloger, pour verres, pour scies, on ne se contente plus de ces aciers et on prend des aciers au Cr, élément qui non seulement donne une grande dureté mais une trempe profonde.

On admet généralement :

1,4 à 1,5 % C; 0,2 Si; 0,15 % Mn et 0,3 à 0,5 % Cr.

### III. — Aciers pour artillerie.

Alors que les aciers pour canons doivent répondre à des exigences qui les rapprochent des aciers de construction, les aciers pour projectiles auront des points communs avec les aciers pour outils.

#### A. — Aciers pour canons.

Cette fabrication est naturellement interrompue dans le secteur.

Les aciers utilisés autrefois étaient des aciers au Ni (jusque 3 à 4 p. c. de Ni et 0,20 à 0,45 % de Cr); on préférerait, en effet, augmenter la limite élastique de l'acier par recherche d'une bonne composition que par un traitement thermique toujours difficile à appliquer à des pièces de dimensions aussi importantes.

CANONS DE FUSILS. — Ces aciers doivent joindre à une bonne résistance à l'usure, à l'arrachement produit par le frottement du projectile, une grande ténacité pour résister aux hautes pressions.

##### a) Aciers pour canons de fusils ordinaires :

0,55 % C, 0,65 % Si et 0,6 % Mn.

Le Mn intervient pour donner la résistance à l'usure, l'ensemble des trois composants : C, Si, Mn, pour augmenter la ténacité.

Ces aciers sont forgés entre 1050 et 850° et sont alors utilisés bruts de forge.

##### b) Aciers pour canons de fusils fins.

Ce sont toujours des aciers au Wo. Le Wo augmente les Rr et Re de l'acier. De plus, il rend l'acier particulièrement apte à résister à ce que les Allemands appellent l'Ausschiessen, tendance à l'élargissement de l'âme.

Si on préfère le Wo au Cr, c'est que ce dernier, bien que donnant une dureté plus grande, réduit plus fortement la ductilité de l'acier. Or, comme il a été dit plus haut, les aciers pour armes de tir sont plutôt des aciers de construction et doivent par conséquent présenter les caractères de ceux-ci (Re et Rr élevées, mais sans que A et  $\rho$  soient trop fortement réduits).

Composition de ces aciers : 0,6 à 0,7 % C et 1 à 3 % Wo.

##### c) Aciers pour fusils de luxe.

On augmente encore la proportion de Wo dans le but de rendre l'acier inattaquable aux produits de la combustion des poudres.

#### B. — Aciers pour projectiles de rupture.

Les premiers essais furent faits avec des aciers au Cr (1,25 à 2 % de Cr). Depuis, on est arrivé aux compositions suivantes :

C, 0,5 à 0,8 % ; Ni, 2 à 2,5 % ; Cr, 0,6 à 2 %.

Ces obus de pénétration ne sont trempés qu'à la pointe, le corps restant au contraire aussi doux que possible pour ne pas rompre lors du choc de la pénétration.

## CHAPITRE III

## LES ACIÉRIES SPÉCIALES DU SECTEUR DE DUSSELDORF

**Région de Krefeld.**I. — **Aciérie Becker à Willich.**

C'est la plus puissante des aciéries spéciales des pays occupés (4,700 ouvriers au 1<sup>er</sup> janvier 1923).

Elle comprend actuellement deux divisions :

1) *Rheinholdhütte, à Krefeld*, où sont établis 2 hauts fourneaux de 500 m<sup>3</sup>, 3 fours Martin fixes de 15 tonnes, 2 fours Martin basculants de 70 tonnes (ces derniers jouant en même temps le rôle de mélangeurs), 6 fours électriques à induction Röchling-Rodenhäuser de 6 à 8 tonnes et un four Héroult de 6 à 8 tonnes.

Les fours électriques sont toujours alimentés par les fours basculants, les fours Martin généralement par la fonte liquide.

La production est indiquée dans le tableau suivant :

1913. . . . .	10,891 tonnes	dont 1,054 d'acier rapide.
1 <sup>er</sup> semestre 1914 . . . . .	4,292	» » 556 »
1919. . . . .	24,612	» » 690 »
1920. . . . .	25,771	» » 880 »
1921. . . . .	30,788	» » 915 »
1922. . . . .	43,882	» » 1.122 »

2) *Willich, avec les laminoirs, forges et ateliers de finissage.*

Les installations comprennent :

des laminoirs,

1 blooming (trio),

1 train à stabeisen et petits profilés,

2 trains-fil,

2 trains à tôles fines,

des forges avec une presse de 1.000 tonnes et 11 marteaux de 100 à 300 kilogrammes,

1 Schrägwalzwerk pour tubes et

des presses avec bancs d'étirage pour tubes par le procédé Ehrhardt,

des installations pour l'étirage des fils,

des installations pour le recuit et la trempe.

Toutes les installations des usines Becker sont récentes et plusieurs d'entre elles sont de véritables innovations (chauffage des fours à réchauffer au lignite pulvérisé, procédé Mannesmann pour la fabrication des tubes en acier au Cr).

II. — **Krefelder stahlwerk à Krefeld.**

L'usine occupait 2.023 ouvriers au 1<sup>er</sup> janvier 1923.

C'est une des usines anciennes comptant 2 fours Martin de 5 tonnes, 4 de 10 tonnes et 1 de 15 tonnes. Le finissage et les aciers rapides se font dans 4 fours électriques Nathasius de 8 tonnes.

La production est indiquée dans le tableau suivant :

ANNÉES	Aciers à outils au C tonnes	Aciers de construction tonnes	Aciers rapides tonnes
1913 . . . . .	7.065	2.380	606
1 <sup>er</sup> Sem. 1914 . . . . .	2.776	1.081	198
1919 . . . . .	4.919	3.026	561
1920 . . . . .	4.974	5.832	577
1921 . . . . .	5.083	2.733	539
1922 . . . . .	7.281	7.245	949

L'usine possède aussi 4 trains pour tôles, stabeisen et fils, des installations pour la fabrication des tubes par le procédé Ehrhardt, une fabrique d'aimants, des installations pour l'étirage des fils et des bancs, des forges, une fabrique de filières.

Les aciers rapides, les filières, les aimants, les aciers pour billes et roulements, les aciers de construction de Krefelder Stahlwerke sont très renommés.

**Région de Dusseldorf.**I. — **Aciérie Böhler.**

L'usine d'Oberkassel n'est qu'une filiale de la grande firme d'origine autrichienne.

A Oberkassel, on compte :

3 fours Martin (2 basiques respectivement de 18 et 8 tonnes et un four acide de 3 tonnes qui prépare les aciers qui servent d'Einsatz aux fours à creusets),

2 fours électriques Héroult de 12 et 6 tonnes,

2 fours à creusets ayant chacun 56 creusets à 35 kilogrammes.

La production se répartit comme suit :

ANNÉES	Aciers rapides	Aciers à outils	Aciers de constructions
1919 . . . . .	275	4.475	184
1920 . . . . .	585	7.240	1.064
1921 . . . . .	698	4.890	1.703
1922 . . . . .	765	8.123	1.418

L'usine Böhler date de la guerre. Elle compte 1.769 ouvriers. Elle ne compte que 2 laminoirs à barres, la plupart des barres elles-mêmes provenant des forges (1 presse de 1.200 tonnes et 11 marteaux de 200 à 500 kilogrammes). Böhler semble avoir rivalisé avec Becker pour l'ampleur de ses installations.

## II. — Aciérie Bleckmann.

Les 2 petits fours à creusets de cette firme d'un modèle très ancien, ne seront probablement plus rallumés et il ne restera plus que la forge de cette petite aciérie (171 ouvriers).

Production en 1919 . . . . .	40 tonnes.
» 1920 . . . . .	20 »
» 1921 . . . . .	42 »
» 1922 . . . . .	96 »

## III. — Aciérie Rudolf Schmidt

Petite aciérie (172 ouvriers) ayant 4 fours à 4 creusets de 30 kilogrammes et fabriquant spécialement des aciers rapides qui sont travaillés dans la forge attenante.

L'aciérie n'existe que depuis fin 1922 et produit actuellement environ 200 tonnes d'acier par an.

Ces 3 aciéries sont des filiales de maisons autrichiennes.

Ces usines ont été établies pour tourner les difficultés soulevées par le Reich pour la vente des aciers autrichiens en Allemagne.

## IV. — Aciérie Krieger (Oberkassel).

Ce n'est pas à proprement parler une aciérie spéciale.

Elle dispose de 4 fours Martin (1 de 12 et 3 de 17,5 tonnes) et d'un four électrique de 6 tonnes. Environ 1.000 ouvriers.

Elle produit surtout des moulages d'acier. Une partie seulement de ces moulages sont en aciers spéciaux (acier au Mn et au Cr-Wo).

Elle produit parfois aussi des aciers au Si en lingots.

Les aciers spéciaux passent d'abord au four Martin et sont finis au four électrique.

Production d'acier électrique en 1919 . . . . .	2.124 tonnes.
» » » 1920 . . . . .	2.002 »
» » » 1921 . . . . .	2.800 »
» » » 1922 . . . . .	5.072 »

## V. — Aciérie Werner (Erkrath).

Elle se trouve dans le même cas que la précédente, mais ne produit pas de lingots. Elle dispose d'une cornue Bessemer et de 2 fours électriques alimentés en partie par le Bessemer et occupe 500 ouvriers.

Production en 1919 . . . . .	1.637 tonnes.
» 1920 . . . . .	1.415 »
» 1921 . . . . .	1.109 »
» 1922 . . . . .	2.142 »

Cette aciérie est spécialisée dans les moulages à parois minces, les Pilgerwalzen et les mandrins des laminoirs à tubes.

## VI. — Rheinmetall (Derendorf).

L'aciérie du Rheinmetall compte 2 fours Martin de 8 à 10 tonnes dont 1 acide, 1 de 4 à 5 tonnes (acide), 3 de 15 à 18 tonnes, 1 de 20 à 25 tonnes et 1 de 25 à 30 tonnes. Elle possède, en plus,

3 fours à creusets à gaz de 40 à 45 creusets, contenant chacun de 40 à 45 kilogrammes.

A part le petit four Martin de 4 à 5 tonnes qui sert exclusivement aux besoins de l'aciérie spéciale, les autres fours ne servent pas uniquement à la fabrication des aciers spéciaux.

En fait de laminoirs, le Rheinmetall ne possède qu'un train à Stabeisen.

Production :

ANNÉES	Aciers à outils tonnes	Acier rapide tonnes	Acier au Cr, Wo-Ni, Cr-Ni, Wo-Ni tonnes
1918 . . . . .	143	76	277
1 <sup>er</sup> Sem. 1914 . . . . .	71	58	112
1919 . . . . .	725	90	208
1920 . . . . .	892	191	403
1921 . . . . .	227	173	232
1922 . . . . .	334	249	394

Le Rheinmetall produit presque tous les aciers spéciaux qui ont été passés en revue.

### Région de Remscheid Solingen.

#### I. — Bergische Stahl Industrie.

C'est une usine très importante occupant 4.041 ouvriers au 1<sup>er</sup> janvier 1923. L'usine est très ancienne et bâtie en terrain très accidenté. Sa disposition manque par suite d'unité et les installations sont parfois un peu désuètes. L'usine dispose de 9 fours Martin de 9 tonnes et de 2 fours électriques, Röchling-Rödenhauser de 10 tonnes ensemble, ceux-ci évidemment alimentés par l'acier des fours Martin.

Cette firme est spécialisée dans la fabrication des aciers pour automobiles et avions. Elle a, de tous temps, fourni l'industrie automobile française et belge. Elle produit cependant beaucoup

d'aciers pour outils pour l'industrie de la région (Silberstahl pour mèches).

Dans le tableau ci-après sont données des indications sur la production de cette usine :

ANNÉES	Acier à outils et rapide et de construc. (en barres) tonnes	Acier de construction (pièces forgées) tonnes
1913 . . . . .	20.676	13.575
1 <sup>er</sup> Sem. 1914 . . . . .	10.838	1.166
1919 . . . . .	5.842	3.971
1920 . . . . .	9.030	3.820
1921 . . . . .	8.229	3.667
1922 . . . . .	11.75	4.806

#### II. — Glockenstahlwerke A. G.

*Vorm Rich Lindenberg.*

Acierie ne faisant que des aciers spéciaux et occupant 850 ouvriers. L'usine possède 3 fours électriques, respectivement de : 6,4 et 3 tonnes. C'est ici que furent installés, paraît-il, les premiers fours électriques.

Bien que fabriquant tous les aciers spéciaux, cette aciérie a pour spécialité la fabrication des aimants : elle possède pour ce travail une installation toute moderne. Elle fait comme la précédente beaucoup d'acier pour outils (silberstahl). Elle produit aussi beaucoup de tôles minces.

Production en :

1913 . . . . .	5.793 tonnes.
1 <sup>er</sup> semestre 1914 . . . . .	2.559 »
1919 . . . . .	5.120 »
1920 . . . . .	6.401 »
1921 . . . . .	5.483 »
1922 . . . . .	6.811 »

III. — **Bergische Stahl Walz und Hammerwerk.***J. Lindenberg.*

Petite aciérie occupant environ 80 ouvriers. Elle possède 2 petits fours à creusets et 1 train à barres. Elle ne produit que des aciers pour outils (au C, en très faible quantité au Wo).

Production en :

1913 . . . . .	2.155 tonnes.
1 <sup>er</sup> semestre 1914 . . . . .	1.089 »
1919 . . . . .	785 »
1920 . . . . .	993 »
1921 . . . . .	1.159 »
1922 . . . . .	1.540 »

IV. — **Staghehauser Stahl und Walzwerke.***Hessenbruch & Cie.*

Compte environ 180 ouvriers. Elle n'a aussi que 2 petits fours à creusets (1.000 kilogrammes, chacun des fours) ayant produit en :

1913 . . . . .	1.391 tonnes.
1 <sup>er</sup> semestre 1914 . . . . .	667 »
1919 . . . . .	351 »
1920 . . . . .	423 »
1921 . . . . .	456 »
1922 . . . . .	698 »

Mais ses laminoirs et forges travaillent un tonnage environ 5 fois plus important.

Cette aciérie ne produit aussi pour ainsi dire que des aciers pour outils.

V. — **Dörrenberg à Runderoth.**

Aciérie très ancienne, la seule produisant encore en Allemagne l'acier puddlé : Elle occupe environ 650 ouvriers. Elle ne produit que des aciers spéciaux et dispose à cet effet d'un petit four Martin de 6 tonnes, de 4 fours à creusets (23 à 31 kilogrammes) et de 2 fours à puddler (chacun de 200 kilogrammes).

Elle a un train à barres et une forge assez importante avec certains marteaux mus hydrauliquement.

La plus grosse partie de la fabrication est de l'acier à outils. Il y a un atelier spécial pour le travail des barres à mines. Il faut particulièrement signaler son acier puddlé pour la fabrication de la grosse taillanderie.

Production :

1913 . . . . .	2.003 tonnes.
1 <sup>er</sup> semestre 1914 . . . . .	1.116 »
1919 . . . . .	935 »
1920 . . . . .	2.118 »
1921 . . . . .	3.536 »
1922 . . . . .	5.139 »

VI. — **Siegen Solingen Gussethal Aktien Verein.**

Bien que disposant de 2 fours Martin, cette usine produit elle-même peu d'aciers spéciaux. C'est une aciérie de la même société de l'Allemagne centrale qui lui envoie les lingots qu'elle transforme dans la suite (650 ouvriers).

Cette usine est donc surtout une usine de transformation.

Elle possède 4 laminoirs (2 à barres, 10 tôles, 1 train-fil). Elle a aussi des forges et fait beaucoup d'étirage presque uniquement pour les industries de Solingen et de Remscheid.

La production d'aciers spéciaux de ces ateliers peut être évaluée à :

1913 . . . . .	5.846 tonnes.
1 <sup>er</sup> semestre 1914 . . . . .	2.437 »
1919 . . . . .	5.950 »
1920 . . . . .	4.150 »
1921 . . . . .	3.050 »
1922 . . . . .	5.730 »

Il ne s'agit pas d'une production réelle. Depuis 1919, les tonnages indiqués arrivent sous forme de lingots à Solingen pour y être laminés, forgés, étirés.

Comme on l'a vu dans l'énumération précédente, il y a dans l'industrie de l'acier spécial du secteur de Dusseldorf trois centres importants.

Dusseldorf même où ces usines ont été attirées par des raisons avant tout commerciales, Crefeld qui peut être rattaché à Dusseldorf et enfin le groupe bien distinct de Solingen-Remscheid où les aciéries se sont établies depuis plus longtemps encore pour alimenter les industries historiques de ces deux villes.

Les chiffres récapitulatifs suivants donnent une idée de l'importance de cette industrie :

	Dusseldorf et Crefeld	Solingen (1)- Remscheid	Ensemble
	tonnes	tonnes	tonnes
1913 . . . . .	21.729	51.439	72.868
1 <sup>er</sup> semestre 1914 . . . . .	8.588	24.472	33.060
1919 . . . . .	43.379	21.954	65.333
1920 . . . . .	49.500	28.935	78.435
1921 . . . . .	61.017	25.480	86.497
1922 . . . . .	77.950	36.476	114.426

(1) Il existe à Solingen une autre aciérie spéciale non soumise à notre contrôle.

## CHAPITRE IV

## L'Aciérie Krupp à Essen.

Il est évident que tous les appareils dont il sera question ci-dessous ne produisent pas de l'acier spécial; mais la distinction entre aciers ordinaires et spéciaux n'étant pas toujours aisée et comme certains appareils produisent suivant la demande, l'une ou l'autre qualité d'acier, la description qui suit porte sur l'ensemble de l'aciérie.

## I. — Répartition et Capacité des Appareils producteurs d'acier.

NATURE	Nombre	Capacité unitaire en tonnes	Emplacement
Convertisseurs acides . . . . .	1	1	Dans le Martinwerk 6
Id. . . . .	4	7,5	Dans la « Bessemer »
Martin acide . . . . .	1	25	Dans le Martinwerk 1
Martin basique . . . . .	1	15	Id.
Id. . . . .	5	15	3 dans le Mw. 1 2 Id. 2
Id. . . . .	23	25	3 Id. 4 12 Id. 5 3 Id. 1 5 Id. 6
Id. . . . .	3	30	Dans le M. W. 1
Id. . . . .	4	35	2 dans le M. W. 4 2 Id. 1
Id. . . . .	1	50	3 Id. 3
Id. . . . .	4	60 à 80	4 Id. 7
Fours à creusets . . . . .	13	5,2 (2)	Aciérie au creuset
Fours électriques . . . . .	2	10	Dans le M. W. 3
Fours Martin . . . . .	2	10	pour l'alimentation des fours électriques.

(1) 116 creusets de 45 kilogrammes dans chaque four.

## II. — Aciérie au creuset.

Elle compte deux rangées de fours : une série de 13 fours à réchauffer et une rangée de 13 fours genre Martin.

La plus grande partie de la production est constituée par des lingots destinés à la fabrication de bandages pour locomotives.

Il faut noter qu'une moitié seulement de la production de bandages est en acier au creuset, le reste est fabriqué avec de l'acier Martin.

L'autre partie de la production de l'acier au creuset comprend des aciers spéciaux.

La production qui était de 48.687 tonnes en 1913, est tombée à 14.024 tonnes en 1922, en raison surtout de la suppression de la fabrication de canons.

La matière première est constituée par de petits lingots d'acier Martin ayant sensiblement la forme du creuset et provenant de l'aciérie n° 5, laquelle coule à cet effet des aciers spéciaux. Il ne reste plus qu'à faire dans les creusets quelques additions finales. L'usine dispose d'un stock de creusets qu'on maintient toujours aux environs de 160.000 pièces.

## III. — Aciérie électrique.

Les fours électriques seront sous peu alimentés en acier liquide par 2 fours Martin de 10 à 12 tonnes.

Un des fours électriques est du type Héroult-Lindenberg, basculant, à sole basique et à 3 électrodes verticales. Il est alimenté par du courant triphasé (8.000 à 10.000 ampères sous 60 à 80 volts).

Il sert presque uniquement à la fabrication des aciers spéciaux.

Les têtes des électrodes et leurs anneaux de passage dans le dôme du four sont refroidis par une circulation d'eau, à l'aide de tuyaux flexibles.

Trois servo-moteurs électriques réalisent la montée et la descente de chaque électrode : ils sont commandés par des régulateurs fonctionnant sur courant continu à 110 volts.

L'usure des électrodes est de 7 kilogrammes pour une charge de 1 tonne d'acier liquide et de 15 kilogrammes pour 1 tonne de riblons.

La dépense de courant varie avec la nature de la charge :

avec charges froides . . . . .	600 kwh.
avec acier liquide et un enlèvement de scories . . . . .	200 kwh.
avec acier liquide sans enlèvement de scories . . . . .	150 kwh.
avec fonte liquide . . . . .	400 kwh.

L'autre four électrique est à induction et n'est plus utilisé.

## IV. — Aciéries Martin.

*Martinwerk I.* — Compte 13 fours Martin dont un petit de 5 tonnes basculant pour essais. Un seul four est à sole acide, afin de pourvoir terminer l'affinage de certains aciers conformément aux exigences de divers règlements et en particulier de règlements anglais. La production se compose de lingots pour pièces de forge et d'aciers spéciaux.

*Martinwerk II.* — C'est une vieille installation avec 2 fours de 15 tonnes dont la production sert à la fabrication de roues pour wagons.

*Martinwerk III.* — Elle compte 3 fours de 50 tonnes dont la production est destinée à la fabrication des bandages et à celle des tubes.

*Martinwerk IV.* — C'est l'ancienne aciérie à blindages qui coule actuellement des brames pour grosses tôles et des lingots d'aciers spéciaux très durs.

*Martinwerk V.* avec 12 fours de 25 tonnes. Elle coule des brames pour la fabrication des tôles moyennes et de petits lingots en aciers spéciaux pour l'aciérie au creuset.

*Martinwerk VI.* — 5 fours de 25 tonnes et une cornue Bessemer de 1 tonne fournissent l'acier nécessaire au moulage de pièces de très grosses dimensions (couramment de 30 à 70 tonnes, exceptionnellement au-dessus de 100 tonnes) ou de pièces très compliquées.

*Martinwerk VII.* — C'est une aciérie entièrement neuve installée près du Rhein-Herne-Kanal et qui alimentera un laminoir à billettes en construction à proximité. Elle comporte 4 fours basculants de 60 tonnes.

La production totale des fours Martin, qui était de 506.476 tonnes en 1913, est passée à 475.926 tonnes en 1922. L'ensemble de

l'installation comporte 44 fours Martin d'une capacité totale de 1.310 tonnes. En 1913, il y avait 43 fours d'une capacité de 1.000 tonnes.

#### V. — Aciérie Bessemer.

On y trouve 4 cornues acides de 7,5 tonnes. On y fabrique des aciers spécialement destinés aux coutelleries de Solingen et aux fabriques d'outils de Remscheid.

La production d'acier Bessemer, qui était de 64.822 tonnes en 1913, est tombée à 21.839 tonnes en 1922.

#### VI. — Les laboratoires.

##### A. — Laboratoire de chimie

*Dosage du carbone.* — Il se fait par combustion dans un four à moufle (à résistance électrique); on mesure alors le  $\text{CO}_2$  produit dans un appareil Strohleim.

*Dosage des autres éléments.* — On fait deux prises d'essais: sur l'une d'elles se fait la détermination du silicium, du manganèse et du phosphore; sur l'autre, celle du soufre, du chrome et du nickel.

##### B — Laboratoire d'essais mécaniques.

Il présente les machines ordinaires de ces genres de laboratoires: 2 machines Amsler pour l'extension, 1 machine Amsler pour la compression, 2 machines à bille « Alpha », 1 petit appareil d'essais à la dureté par rayage (un diamant fixe avec deux faces taillées à  $90^\circ$  repose, appuyé par un poids se déplaçant le long d'un levier, sur l'échantillon qu'on fait avancer sous le diamant. Celui-ci trace un trait dont on mesure la largeur au microscope).

A signaler également une machine d'essai au choc répété et un mouton Guillery pour les essais de résilience.

##### C. — Laboratoires d'essais métallurgiques et thermiques.

La fusion est réalisée dans des fours électriques à résistance. Au lieu de placer un creuset dans un tube réfractaire, on utilise le tube réfractaire lui-même comme creuset. De la magnésie impure contenant environ 4 % d'oxyde de fer est pilonnée dans un moule en carton; à l'intérieur, un rouleau de tôle maintient la magnésie. Le chauffage provoque l'agglomération de la magnésie grâce à la présence d'oxyde de fer.

Dans la même salle, sont établis de nombreux fours à bains de sel pour les essais de trempe. Une cave contient toute une série de fours à gaz pour le revenu et le recuit. Le métal y est chauffé dans des mouffles à l'abri des gaz.

##### D — Laboratoire de Métallographie.

Il comprend un microscope, modèle Le Châtelier, et un autre appareil pour photographier les macrographies et les attaques structurales.

#### Attaques employées dans les recherches macrographiques.

*Attaque au chlorure de cuivre ammoniacal (Heyn).*

L'action de la solution du chlorure de cuivre ammoniacal est une action électrolytique. Il se forme un couple entre le fer de l'échantillon et le cuivre de la solution, et le cuivre se dépose sur la surface polie de l'échantillon, tandis qu'une partie équivalente de fer passe dans la solution. Le dépôt de cuivre est ensuite enlevé par essuyage.

La durée de l'attaque est de 1 à 2 minutes.

La solution se compose de :

10 grammes de chlorure de cuivre ammoniacal (du commerce) et 120 centimètres cubes d'eau distillée.

L'échantillon est préalablement lavé avec un jet d'alcool pour enlever les traces d'huile ou de graisse, puis immergé dans un cristalliseur contenant la solution.

Si la concentration de la solution est bien de 1/12 et si la température du laboratoire n'est pas trop basse (16 à 18° est la température convenable), le dépôt de cuivre peut s'enlever en lavant l'échantillon par un courant d'eau. On sèche à l'alcool afin d'enlever les traces d'eau et d'éviter la rouille.

L'attaque au chlorure de cuivre ammoniacal est employée dans les recherches *macrographiques*. Elle se recommande pour apprécier la teneur plus ou moins élevée en phosphore du fer doux, des aciers doux, de la fonte blanche.

Les cristaux riches en phosphore prennent une teinte foncée et même bronzée pour les hautes teneurs, et les parties peu phosphorées restent claires.

L'attaque ne peut être employée avec les fontes très graphitiques car, en raison de l'effet galvanique du graphite, le cuivre

adhère fortement à la surface polie de l'échantillon. Il en est de même pour certains aciers spéciaux (aciers au nickel, chrome, tungstène) sur lesquels le dépôt de cuivre est très adhérent.

*Attaque d'Oberhoffer.*

Pour les recherches du phosphore dans les aciers demi-durs, les aciers durs, les fontes grises, l'attaque au chlorure de cuivre ammoniacal ne réussit pas, car la perlite prend également une teinte sombre, de sorte qu'il n'est pas possible de distinguer si la coloration foncée est due à une teneur élevée au phosphore ou à une teneur élevée en carbone. Pour ces aciers, l'attaque d'Oberhoffer donne de très bons résultats. La composition de la solution est la suivante :

500 cm<sup>3</sup> d'eau distillée,  
500 cm<sup>3</sup> d'alcool éthylique,  
0 g.,5 de chlorure de zinc,  
1 g. de chlorure de cuivre,  
30 g. de chlorure de fer,  
30 cm<sup>3</sup> d'acide chlorhydrique (concentré).

A l'encontre de la solution de chlorure de cuivre ammoniacal, la solution d'Oberhoffer agit en attaquant chimiquement l'échantillon. Les parties les plus pauvres en phosphore sont plus fortement attaquées que les autres. Ces dernières, par conséquent, restent claires et brillantes, tandis que les parties à faible teneur en phosphore apparaissent sombres.

L'attaque demande quelques minutes. On la prolonge jusqu'à ce que la surface polie de l'élément apparaisse distinctement attaquée et comme rugueuse.

On termine comme dans l'attaque précédente.

**Attaques employées dans les recherches micrographiques.**

*Attaque à l'acide chlorhydrique (Martens et Heyn).*

La composition de la solution est la suivante :

10 cm<sup>3</sup> d'acide chlorhydrique (densité 1,19),  
1.000 cm<sup>3</sup> d'alcool absolu.

L'attaque est assez lente : 3 à 25 minutes pour les aciers non trempés et davantage pour les aciers trempés.

Elle ne convient pas pour la recherche du phosphore.

Certains aciers spéciaux (aciers au nickel, chrome, tungstène) sont très lentement attaqués. L'action de la solution alcoolique d'acide chlorhydrique est rendue plus intense par l'addition de quelques centimètres cubes de solution alcoolique d'acide picrique.

*Attaque à l'acide azotique (Martens).*

La composition de la solution est la suivante :

4 cm<sup>3</sup> d'acide azotique (densité 1,14),  
100 cm<sup>3</sup> d'alcool absolu.

L'attaque est plus rapide qu'à l'acide chlorhydrique.

Le procédé se recommande pour les fontes et pour les aciers spéciaux (nickel, chrome, tungstène) qui sont plus rapidement attaqués qu'avec la solution alcoolique d'acide chlorhydrique.

**Recherches du soufre et du phosphore au moyen de révélateurs.**

*Recherche du soufre par révélation sur une soie imprégnée (Heyn).*

Le principe du procédé est que le soufre de l'échantillon (combiné au fer ou au manganèse) est transformé en hydrogène sulfuré par l'action de l'acide chlorhydrique étendu.

On opère de la façon suivante :

On applique sur la surface de l'échantillon un morceau de soie qu'on imbibe avec la solution suivante :

Chlorure de mercure . . . . . 10 gr.  
Acide chlorhydrique (densité 1,124) . . . . . 20 cm<sup>3</sup>  
Eau distillée . . . . . 100 cm<sup>3</sup>

L'hydrogène sulfuré qui se dégage où il y a des traces de soufre, forme, avec la solution, du sulfure de mercure qui colore en noir la soie. La soie est ensuite lavée pour éliminer les traces d'acide.

*Recherche du soufre et du phosphore par révélation au moyen de papier au bromure d'argent (Baumann).*

Le procédé permet de déceler les traces du soufre ou du phosphore. Il consiste à appliquer sur la surface de l'échantillon, pendant une dizaine de secondes, un papier au bromure d'argent,

préalablement trempé pendant environ une minute dans la solution suivante :

Acide sulfurique (densité 1,84). 1 cm<sup>3</sup>  
Eau distillée . . . . . 60 à 100 cm<sup>3</sup>

Des traces noires de sulfure d'argent ou de phosphure d'argent apparaissent sur le papier.

La distinction entre le soufre et le phosphore est faite en ayant recours au procédé de révélation de Heyn et Bauer décrit plus haut.

#### E. — Laboratoire de Recherches.

1. *Recherche des points critiques.* — L'usine dispose de deux appareils Saladin et deux dilatomètres Chevenard.

2. *Recherches physiques et électriques.* — On y fait les mesures de résistances spécifiques, de résistivité, de perméabilité magnétique.

On commence à se servir des rayons X pour les recherches de structure.

#### VII. — Note sur quelques produits spéciaux.

A côté des aciers signalés précédemment, l'usine d'Essen produit quelques autres spécialités intéressantes. C'est ainsi qu'elle fabrique quelques aciers à l'aluminium. Un de ces aciers contient 15 % d'aluminium et 0,2 % de carbone. L'aluminium est introduit sous forme de ferro-aluminium et se mélange assez bien. Il s'oxyde un peu durant la coulée et l'usinage des pièces est difficile : le copeau est court et cassant et les outils s'usent sur les parcelles d'aluminium qu'ils rencontrent dans le métal.

Par contre, ce métal se moule très bien et est avantageusement utilisé pour la réalisation de grilles et de pièces moulées allant au feu. Ces pièces se recouvrent d'une couche d'alumine qui les empêche de se ronger plus avant.

Des aciers à 4 à 6 % d'aluminium sont assez fragiles, mais ils se moulent très bien. En les cémentant à l'azote, on obtient, par pénétration de l'azote dans le métal, une dureté superficielle tout à fait remarquable. L'action de l'azote sur les aciers semble avoir été très bien étudiée par l'usine pour ses anciennes fabrications d'artillerie.

Il faut signaler également la fabrication d'une fonte spéciale : la Thermosilid, résistant aux acides. Elle contient de 13 à 18 % de silicium et seulement 0,6 % de carbone. Cette fonte est évidemment très fragile. La teneur en silicium augmente avec la concentration des acides auxquelles les pièces doivent résister. Cette fonte est obtenue en partant de boccages de fonte provenant de pièces en thermosilid usagées, d'acier Martin ordinaire et de ferro-silicium. La charge moyenne comprend par exemple 75 % de déchets de fonte, 15 % d'acier doux et 10 % de ferro-silicium.

Etant donnée la forte teneur en silicium, la température de fusion est très élevée et le carbone se sépare sous forme de graphite. La fabrication de cette fonte au cubilot donne naissance à la formation de nids de graphite qui sont nuisibles au point de vue homogénéité. C'est la raison pour laquelle on emploie des fours plats à flamme, chauffés aux huiles de goudron.

# TABLE DES MATIÈRES

## CHAPITRE I<sup>er</sup>. — GENERALITES

I. Classification . . . . .	557
II. Production . . . . .	559
A. Fours électriques . . . . .	559
B. Aciers au creuset . . . . .	563
C. Acier Martin. . . . .	566
D. Acier puddlé . . . . .	568
III. Traitement physique des aciers . . . . .	568
A. Coulée . . . . .	568
B. Forgeage et laminage . . . . .	571
C. Travail à froid . . . . .	573
IV. Traitement thermique. . . . .	574
A. Recuit. . . . .	574
B. Trempe . . . . .	576
C. Revenu . . . . .	584
D. Cémentation. . . . .	585

## CHAPITRE II. — ETUDE SPECIALE DES ACIERS

I. Aciers de construction . . . . .	985
A. Aciers pour la construction mécanique . . . . .	985
B. Aciers pour la construction métallique . . . . .	996
C. Aciers pour les constructions spéciales . . . . .	997
1) Aciers utilisés pour leurs propriétés élec- triques ou magnétiques . . . . .	997
a) Aciers pour aimants . . . . .	997
b) Aciers pour tôles de transformation et dynamos . . . . .	999
c) Aciers non magnétiques . . . . .	1001
d) Aciers pour résistances électriques et filaments de lampe. . . . .	1003
2) Aciers pour ressorts . . . . .	1003
3) Aciers à grande résistance aux agents d'oxydation et aux acides. . . . .	1005
4) Aciers à faible coefficient de dilatation . . . . .	1008
5) Aciers présentant à la fois une grande résistance à l'usure et une grande téna- cité . . . . .	1008
6) Aciers pour cylindres de laminoirs . . . . .	1010
7) Aciers pour billes et roulements à billes . . . . .	1011

## NOTES DIVERSES

1347

II. Aciers pour outils . . . . .	1301
1) Aciers pour outils de coupe . . . . .	1301
A. Aciers pour travail à faible ou moyenne vitesse . . . . .	1301
B. Aciers rapides . . . . .	1314
C. Aciers pour coutellerie et taillanderie. . . . .	1322
D. Aciers qui ne doivent pas subir de retrait à la trempe . . . . .	1322
2) Aciers pour outils soumis aux chocs . . . . .	1324
3) Aciers pour filières et matrices à étirage à froid. . . . .	1330
4) Aciers pour matrices, étampes, mandrins . . . . .	1332
a) Matrices à chaud . . . . .	1332
b) Mandrins . . . . .	1334
c) Matrices à froid. . . . .	1334
5) Aciers pour limes . . . . .	1335
III. Aciers pour artillerie. . . . .	1336
A. Aciers pour canons . . . . .	1336
B. Aciers pour projectiles de rupture . . . . .	1337

## CHAPITRE III. — LES ACIERIES SPECIALES DU SECTEUR DE DUSSELDORF

Région de Crefeld. . . . .	1338
Région de Dusseldorf . . . . .	1339
Région de Remscheid-Solingen . . . . .	1342

## CHAPITRE IV. — L'ACIERIE KRUPP, A ESSEN.

# LES RÉACTIONS DU GAZ A L'EAU

PAR

E. CONNERADE

Professeur à la Faculté technique du Hainaut

---

La réduction catalytique de l'oxyde de carbone a fait l'objet d'études approfondies dans le but de pouvoir saisir les produits intermédiaires de la formation du méthane — alcool méthylique et aldéhyde formique — utilisés en grande quantité pour la fabrication de la diméthylaniline et des colorants qui en dérivent, ainsi que des résines synthétiques.

Bone et Wheeler avaient montré que l'aldéhyde formique est un produit intermédiaire de la combustion du méthane; en oxydant catalytiquement ce gaz en présence d'une quantité insuffisante d'oxygène, ils étaient parvenus à en transformer de 13 à 22 p. c. en aldéhyde.

On observe d'ailleurs cette formation pendant la combustion incomplète des hydrocarbures en moteur à explosion en cas de réglage défectueux du carburateur; mais cette méthode n'a pu recevoir d'application industrielle et c'est le chemin inverse de la réduction de l'oxyde de carbone qui seul a conduit à une solution satisfaisante; la fabrication industrielle de l'alcool méthylique de synthèse est réalisée actuellement par l'action de certains catalyseurs sur des mélanges d'oxyde de carbone et d'hydrogène.

Ces réactions sont fort complexes et peuvent conduire à une foule de produits différents suivant la nature des catalyseurs utilisés.

Plusieurs brevets ont été pris en Allemagne et en France, mais il semble que la similitude qui paraît exister entre eux ne permette pas au lecteur non averti de se rendre un compte exact de leur degré de nouveauté, ni de l'action propre des catalyseurs qu'ils revendiquent. Nous retrouvons, en effet, comme catalyseurs, dans la plupart des méthodes de traitement du gaz à l'eau, des mélanges analogues de métaux et d'oxydes, aussi bien pour les premiers bre-

vets de la « Badische Anilin und Soda Fabrik » protégeant la formation d'un mélange d'hydrocarbures, alcools, acides, aldéhydes —, que pour ceux de M. Patart et de M. Audibert qui avaient réussi à produire de l'alcool méthylique pur —, et pour ceux de Fr. Fischer et Tropsch qui obtenaient, soit un mélange (synthol) d'alcool, aldéhydes et acides sans hydrocarbures, soit des hydrocarbures purs sans les produits oxygénés.

Il faudra donc préciser le rôle des différents constituants des catalyseurs mixtes utilisés, en même temps que l'influence de la température et de la pression; ce n'est que par l'analyse des travaux de Sabatier, F. Fischer, Patart et Audibert, que nous pourrions mettre en lumière l'action spécifique de chaque mélange de métaux et d'oxydes employé comme catalyseur et l'influence des variables physiques de la réaction.

L'importance de ces découvertes sera considérable, car elles permettront de considérer dans l'avenir le gaz à l'eau, et en général tous les produits de gazéification intégrale des combustibles solides, comme la matière première d'une foule de synthèses organiques, y compris celle des carburants liquides.

Nous passerons en revue les différents travaux qui intéressent la transformation du gaz à l'eau en produits liquides, dans leur ordre chronologique, et nous essayerons de montrer l'influence spécifique de chacun des catalyseurs étudiés; avant tout, nous devons montrer l'action catalysante spécifique des métaux purs, parce qu'elle est combinée dans tous les mélanges proposés à celle d'autres catalyseurs tels que oxydes, bases alcalines, carbures, etc.

Il ne sera question, au cours de cette étude, que de mélanges de catalyseurs et non de corps purs — métaux ou oxydes — agissant comme tels; on sait que l'action des catalyseurs est spécifique de réactions bien déterminées, aussi bien dans le domaine de la biochimie que dans celui de la chimie minérale; comme il existe des composés de constitution et de nature encore inconnues d'ailleurs, tels que la pepsine qui catalyse la digestion des albumines à l'état de peptones solubles, ou la trypsine qui transforme celle-ci en amino-acides, ou la zymase qui transforme le sucre en alcool et gaz carbonique, il existe des corps qui catalysent à un haut degré les oxydations (platine, oxyde ferrique, oxydes de cobalt, de cuivre, de manganèse, de vanadium), d'autres qui agissent dans l'hydrogénation (platine, cobalt, nickel), d'autres enfin dans les chlorurations (chlorure cuivrique).

Seule l'expérimentation nous aide à trouver le catalyseur spécifique que nous recherchons, car nous en sommes encore réduits aux règles empiriques, puisque l'on commence seulement à soupçonner le mécanisme de l'action catalytique.

C'est l'expérience acquise par les usines de la B.A.S.F., depuis l'application des méthodes de synthèse et d'oxydation de l'ammoniaque et la fabrication de l'acide sulfurique par contact, qui a montré que s'il existe des corps dont la présence peut tuer l'action catalysante, il en est d'autres qui exaltent cette action à un haut degré et prolongent presque indéfiniment l'activité, sinon assez éphémère, du catalyseur.

Des exemples caractéristiques nous en ont été divulgués comme l'œuvre personnelle des professeurs Bosch et Mittasch, collaborateurs de ces puissantes usines; l'addition de 5 p. c. d'oxyde d'aluminium au fer réduit a permis à la Badische d'utiliser ce métal dans la synthèse de l'ammoniaque; l'addition d'oxyde de bismuth à l'oxyde ferrique lui a permis également d'utiliser ce dernier comme catalyseur d'oxydation de l'ammoniaque à l'état de bioxyde d'azote, détrônant ainsi définitivement le platine que l'on croyait un catalyseur industriel indispensable.

L'étude d'un catalyseur industriel ne comporte donc pas seulement la recherche des impuretés agissant comme toxiques, mais encore celle de corps étrangers, ne possédant pas par eux-mêmes d'action catalysante, mais qui suractivent et soutiennent l'action du catalyseur proprement dit par le seul fait de leur présence, soit à cause des propriétés adsorbantes que leur conférerait leur structure en réseaux capillaires, ou parce qu'ils permettraient une diffusion des particules du catalyseur et empêcheraient leur agglomération ultérieure.

#### I. — Action spécifique des métaux purs sur le gaz à l'eau. Réduction à l'état de méthane.

Cette réaction est classique depuis les travaux de SABATIER et SENDERENS qui réalisèrent la transformation quantitative de l'oxyde de carbone en méthane par l'action de l'hydrogène en présence de nickel réduit.

Le rapport des gaz réagissants est celui exigé par la réaction :

$$\text{CO} + 3\text{H}_2 = \text{H}_2\text{O} + \text{CH}_4.$$

Celle-ci s'établit à 180-200° et est très rapide à 230°, sans complications; au-dessus de 230° se produit une réaction parasitaire due à l'action du nickel sur l'oxyde de carbone:  $2CO \rightarrow C + CO_2$  et la première n'est plus quantitative; la vitesse de cette dernière réaction augmente avec la température: 100 cent<sup>3</sup> d'oxyde de carbone pur, passant en quatre minutes sur le nickel réduit, fournissent à

238° :	1,2 cent <sup>3</sup>	de gaz carbonique
250° :	3,8	»
275° :	17,9	»
285° :	23,2	»
300° :	40,5	»
349° :	50	» transformation totale.

Le cobalt donne une réaction identique au-dessus de 300°, mais son action réductrice est fortement affaiblie; quant au fer, il ne produit pas de réduction, mais seulement la précipitation du carbone qui est très active à 450°.

Sabatier a proposé d'industrialiser la réduction du gaz à l'eau à l'état de méthane, afin de produire un gaz riche destiné spécialement à l'éclairage intensif par incandescence; le gaz à l'eau de composition favorable  $CO + 3H_2$  serait obtenu par l'action de la vapeur sur le coke, à une température intermédiaire entre celle qui permet d'obtenir le gaz pur  $CO + H_2$  (1000-1200°) et celle qui donne  $(CO_2 + 2H_2)$  (5-700°); il opère à 800° et obtient la réaction mixte:  $2C + 3H_2O = CO + CO_2 + 3H_2$ ; on enlève  $CO_2$  par lavage alcalin.

Il est à noter que la contraction du volume est ainsi de quatre  $(CO + 3H_2)$  à un  $(CH_4)$  et que la perte en calories est de 12.000 — 9.500, sans compter les frais de transformation; la distillation du charbon à basse température répondrait plus facilement à ce but, puisqu'elle fournit directement un gaz à 9.000 calories.

Parmi les autres métaux étudiés, Sabatier a reconnu la passivité du cuivre, du platine, du palladium et du fer dans les mêmes conditions.

De plus, il n'a jamais observé la formation des homologues supérieurs du méthane en même temps que ce dernier.

D'autres auteurs (Meyer et Henseling — J. Gas Bel. 1909, 167) ont pu constater qu'il se formait du méthane au contact du fer

entre 5 et 600°, donc dans la zone de précipitation rapide du carbone et de carburation simultanée du métal, et ils admettent la possibilité que la formation du méthane est due non à la réduction de l'oxyde de carbone, mais à l'action de l'hydrogène sur le carbure de fer formé; nous verrons plus loin que cette suggestion importante se trouvera confirmée par les travaux de Fr. FISCHER.

*Travaux de Fr. Fischer et Tropsch.* — Ces auteurs ont mis au point l'étude de la formation du méthane au contact des catalyseurs métalliques autres que le nickel; ils étudièrent avec soin l'influence des variations de pression, de température et de composition du gaz à l'eau.

Au contact du fer, le gaz à l'eau (37 %  $CO$  et 57 %  $H_2$ ) ne change pas sensiblement sa composition au cours des deux premières heures de chauffage en autoclave à 400°, sous 50 atmosphères; à la quatrième heure, le gaz contient déjà 18,4 % de méthane et à la septième, 24,4 %. Le catalyseur traverse donc une période préparatoire et acquiert l'activité nécessaire. Cette transformation s'accompagne de la production de fer-carbonyle qui cesse dès que l'action réductrice commence à se manifester. Le gaz final contient 21 % de  $CO_2$ , et il se forme de l'eau, provenant de l'équilibre  $CO_2 + H_2 = CO + H_2O$ , qui se condense en partie mais ne contient pas trace d'alcool méthylique (Brennst. chem. 1923, 193).

A 430°, sous 50 atmosphères, il se forme très rapidement 6 %  $CO_2$  et après la 6<sup>e</sup> heure il s'est formé

34,2 %	$CO_2$
32,8 %	$CH_4$
6,2 %	$CO$
20 %	$H_2$

Une augmentation de pression hâte également la réduction et la formation de la surface catalysante; une diminution de pression ralentit fortement la réaction; le rendement en méthane tombe de 31,4 % sous 48 atmosphères à 420°, à 23,3 % sous 23 atmosphères et à 6 % sous 2 atmosphères lorsqu'on utilise le gaz à l'eau normal  $CO + H_2$ .

Dans toutes ces expériences, les auteurs ont observé la formation simultanée d'une faible quantité (1 %) d'homologues supérieurs du méthane.

En saturant le gaz de vapeur d'eau à température ordinaire, ils remarquent que le rapport de composition du gaz résiduel répond à la constante d'équilibre du gaz à l'eau déterminée par Haber à 400° ( $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2 + \text{CO}_2$ ) pour laquelle  $K = 0,0773$ , réaction particulièrement favorisée par la présence du fer.

L'analyse du catalyseur, après réaction, montre la présence de 38,8 % de carbone libre, ou combiné à l'état de carbure.

L'addition d'un oxyde absorbant tel que  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , augmente énormément l'activité catalytique; sous pression ordinaire, on obtient avec 15 % de cet oxyde mélangé au fer (réduit à 350°) :

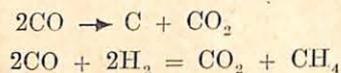
à 200° . . . . .	0,9 % $\text{CH}_4$
250° . . . . .	3,6 »
300° . . . . .	10,3 »
400° . . . . .	14,6 »

alors que ce même fer réduit, non mélangé à l'oxyde, ne donne que 7,4 % de méthane à 400° sous pression ordinaire.

La quantité d'eau qui se forme dans la réduction est insignifiante; celle-ci ne se produit donc pas, comme pour le nickel, suivant :



mais suivant un mécanisme comparable à celui de la réaction de précipitation du carbone :



avec ou sans formation d'un carbure réductible intermédiaire.

*Réduction de l'oxyde de carbone en présence de métaux autres que le fer.* — Les mêmes auteurs ont étudié (Brennst Chemie 1925, 265) l'action de plusieurs autres métaux sur le mélange  $\text{CO} + \text{H}_2$ .

Le nickel réduit de son oxyde par l'hydrogène à 350° est beaucoup moins actif que celui qui est préparé à 300°; ce dernier donne une réduction quantitative de 200 à 300° mais, déjà à la température de réaction de 350°, la transformation n'atteint plus que 1/6 de l'oxyde de carbone présent; elle est fortement accélérée en mélangeant au nickel 15 % de son poids de  $\text{Al}_2\text{O}_3$  et commence

déjà en dessous de 180°; elle devient quantitative à 200° même lorsque la vitesse de passage du gaz est portée à son maximum; en refroidissant ce gaz brusquement à hauteur du catalyseur, pour fixer l'équilibre de réduction, il a été possible d'y déceler la présence de formaldéhyde.

Le cobalt, l'oxyde obtenu par calcination du nitrate et réduit par l'hydrogène à 400°, semble inactif; réduit à 350°, il ne semble plus ou moins actif qu'à la température de réaction de 350° et il n'opère quantitativement la réduction qu'entre 350 et 400°, tout en provoquant déjà une précipitation de carbone.

Cette température de réaction est abaissée notablement en renforçant le catalyseur de 15%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ; elle commence alors faiblement à 200° et s'établit quantitativement entre 200 et 250°, sans compter une faible précipitation de carbone.

*Platine.* — Ce métal avait été considéré par Sabatier comme inactif, sans doute parce qu'il était souillé de catalyseurs négatifs provenant du zinc ayant servi à le précipiter de la solution d'acide chloroplatinique; F. Fischer et Tropsch le préparent par précipitation au moyen d'aldéhyde formique, suivant les prescriptions de Loew et ils observent un commencement de réduction à 300°, atteignant son maximum vers 400°.

En général, l'addition au platine d'un autre métal, même le magnésium, rend le platine inactif, *a fortiori* les impuretés inévitables du zinc (antimoine, plomb, cadmium); d'autre part, la réduction n'est jamais quantitative.

Parmi les autres métaux de la famille du platine, il faut citer le ruthénium, agissant quantitativement à 300°;

le rhodium agissant faiblement à 300° et quantitativement à 400°;

le palladium qui, de tous, a l'action la plus faible, à 400°.

l'osmium dont l'action reste faible même à 400°;

l'iridium qui n'agit quantitativement qu'à 400°.

Le meilleur catalyseur est le ruthénium; il commence à 200°; à 400° son action est tellement vive qu'elle permet une vitesse de courant gazeux maximum; le gaz carbonique se trouve même réduit à son contact déjà à 140°; lentement intoxiqué par les composés sulfurés, il se laisse facilement réactiver par grillage à l'air à 6-700°; il réduit même les combinaisons sulfurées organiques des

gaz de distillation à l'état d'hydrogène sulfuré, tout en diminuant peu à peu (après 8 heures) son activité; ce n'est pas du tout le cas du platine ni des autres métaux.

Les gaz riches en CO (2 : 1) paralysent en général ces catalyseurs par précipitation du carbone; on obtient dans ces cas des traces d'aldéhyde formique, d'alcool méthylique et d'hydrocarbures non saturés.

Le molybdène et l'argent présentent également une certaine activité; le cuivre et l'or sont totalement inactifs.

On remarquera donc que seuls sont actifs les métaux qui peuvent se combiner avec l'oxyde de carbone en donnant des combinaisons volatiles, ou même seulement le dissoudre en formant des solutions solides, comme c'est le cas du platine et de l'argent. La capacité d'absorption pour l'hydrogène constitue également un critérium d'appréciation du pouvoir catalyseur, puisque Os, Ir, Pd, Rh ne donnent point de composés carbonyliques. Il est donc probable que c'est tantôt l'une, tantôt l'autre de ces deux propriétés qui est prédominante dans le mécanisme de cette catalyse.

Les métaux étudiés se laissent ranger comme suit, dans l'ordre décroissant de leur activité : Ru, Ir, Rh, Ni, Co, Os, Pt, Fe, Mo, Pd, Ag.

## II. — Brevets de la B. A. S. F., datant de 1913-1914.

Ces brevets doivent être signalés ici en raison de leur intérêt historique et parce qu'ils constituent le point de départ des études commencées en Allemagne et en France.

Le premier brevet date du 8 mars 1913; en faisant passer un mélange de 2 vol. CO et 1 vol. H<sub>2</sub> sur une masse catalysante constituée par les métaux cérium, chrome, cobalt, manganèse, molybdène, osmium, palladium, titane, zinc, ou leurs oxydes, ou des combinaisons des mêmes oxydes, sous très forte pression et à température élevée, on obtient des mélanges variables de corps de nature différente dont la composition varie suivant la nature du catalyseur et les conditions expérimentales, et comprenant des hydrocarbures saturés et non saturés, des alcools, aldéhydes, cétones et acides; la production de produits liquides est favorisée par un pourcentage relativement élevé d'oxyde de carbone dans le gaz réagissant.

Le brevet ajoute que l'on peut aussi utiliser avec avantage des mélanges de ces différents catalyseurs avec des corps alcalins, par exemple des hydrates; cela signifie évidemment que cette addition ne constitue par une condition *sine qua non* de la réussite de l'expérience et qu'elle contribue simplement à améliorer le rendement global.

Le brevet cite comme exemple que le mélange d'osmium et d'oxyde de cobalt donne à 3-400° et sous 100 atmosphères les gaz CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>O, une solution aqueuse d'aldéhyde et d'acides et des hydrocarbures bouillant jusque 250°.

En imprégnant d'autre part une masse poreuse de diatomite, d'une solution de nitrate de zinc et de carbonate de potasse, séchant et calcinant, on obtient un catalyseur qui donne également des hydrocarbures et leurs dérivés oxygénés, sans carbone précipité. (La présence d'hydrocarbures semble ici pour le moins douteuse.)

Le gaz restant peut rentrer en circuit après extraction du gaz carbonique formé et rétablissement de sa composition primitive par addition d'hydrogène.

Le second brevet date du 31 mai 1914; il reconnaît qu'il est avantageux de favoriser une bonne conductivité thermique dans les masses catalysantes dont il s'agit ci-dessus, afin d'éviter la précipitation localisée de carbone et la surchauffe qui résulte de la réaction exothermique qui en est la cause; à cet effet, on divise la masse par addition de métaux granulaires, ou en copeaux, ou sous forme de toiles métalliques activées au préalable, de cuivre ou de nickel; de plus, la température devra être réglée rigoureusement. Dans un troisième brevet de début de mélanges d'oxyde de carbone et d'hydrogène au contact des catalyseurs indiqués ci-dessus, on observe, dans le cas d'emploi des métaux, une passivité qui ne fait place, qu'après un temps assez long, à une activité croissante du catalyseur; cette passivité disparaît si on emploie des métaux contenant du carbone dissous ou combiné; on peut utiliser aussi les carbures du groupe du fer et ceux du molybdène et du tungstène; ces masses ne peuvent être activées que par les alcalis.

Les études de la B.A.S.F. auraient été abandonnées, dit-on, pour la raison que cette société n'était jamais parvenue à obtenir que des mélanges complexes de corps de groupes différents et qu'il

n'était pas possible de canaliser la réaction dans le sens d'un corps unique bien défini, susceptible d'une fabrication régulière; cette supposition ne répond pas à la réalité, puisque la Badische a pu mettre au point, depuis la guerre, la synthèse industrielle de l'alcool méthylique, au sujet de laquelle rien n'a été divulgué jusqu'à ce jour.

Les catalyseurs mixtes utilisés — métaux très divers, leurs oxydes et leurs carbures — conduisent, en effet, à la formation simultanée d'hydrocarbures, d'acides, d'aldéhydes et de cétones; il est probable que cette complication de réactions était attribuable à l'action spécifique de plusieurs catalyseurs de nature différente, qu'il suffisait de déterminer pour chacun d'eux, afin de conduire la réaction dans un sens nettement défini, de manière à obtenir soit de l'alcool méthylique, soit des hydrocarbures, soit des corps aldéhydiques ou cétoniques, en déterminant en même temps la température de réaction optima et la pression la plus favorable.

Ces études ont été faites en France dans les laboratoires du service des Poudres, en Allemagne à l'Institut pour l'étude du charbon à Mülheim, et leurs résultats heureux ont été divulgués récemment.

Les brevets de la Badische, qui les ont inspirées, conservent donc pour nous une importance considérable au point de vue documentaire.

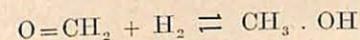
### III. — Synthèse de l'alcool méthylique. — Brevet Patart.

Le premier brevet important, faisant chronologiquement suite aux précédents, est celui de M. PATART, Directeur du Service des Poudres, datant du 19 août 1921 : il traite un mélange de 1 vol.  $\text{CO} + 2$  vol.  $\text{H}_2$  (donc dans le rapport de volume exigé par la réaction  $\text{CO} + 2\text{H}_2 = \text{CH}_3 - \text{OH}$ ) sous une pression de 150 à 200 atmosphères, à une température de 3-600°, au contact d'une masse catalysante pouvant contenir des métaux tels que *Cu*, *Ni*, *Co*, *Pt*, *Pd*, *Zn* et les oxydes de *Zn*, *Mn*, *Al*, *Co*, *Fe*, *Va*, *Sn*, *Th*, *W*.

La présence de métaux tels que le fer, le nickel et le cobalt n'est désirable qu'en quantité excessivement faible, parce qu'ils sont des producteurs trop actifs du méthane et ses homologues; il est désirable aussi d'utiliser des oxydes appartenant à des groupes dif-

férents, l'oxyde le plus basique devant prédominer; enfin, les catalyseurs doivent être exempts de métaux alcalins ou d'oxydes non réductibles.

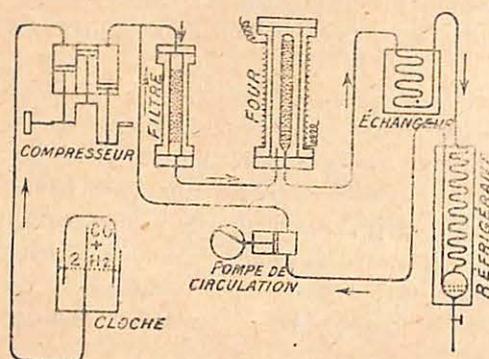
Le choix du catalyseur a été inspiré par la réaction que donnent ces métaux et ces oxydes sur l'alcool méthylique lui-même, qu'ils détruisent en le déhydrogénant en hydrogène libre et aldéhyde, ainsi que l'ont montré Jahn, Sabatier et Ipatieff; or, un principe bien connu de thermodynamique dit que si un catalyseur favorise une réaction conduisant à un état d'équilibre, il doit aussi bien agir sur le système inverse; par conséquent, la combinaison de l'aldéhyde formique avec l'hydrogène, avec formation d'alcool méthylique



doit être catalysée par les mêmes corps que ceux qui provoquent la déhydrogénation de l'alcool; nous savons que l'aldéhyde est le corps intermédiaire de la formation de l'alcool méthylique :  $\text{CO} + \text{H}_2 \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}$  et qu'elle se forme sous l'influence des catalyseurs métalliques, suivant une réaction d'équilibre, dont les deux systèmes inverses sont influencés inégalement par les mêmes catalyseurs, avec légère prépondérance dans le sens de la formation de l'aldéhyde.

Parmi les catalyseurs cités par M. PATART, il en est dont l'action est particulièrement active; tel est le cas du zinc et du cuivre associés à l'oxyde de zinc, qui arrêtent leur action déhydrogénante sur l'alcool à la formation de l'aldéhyde et donc l'action productrice de méthane est nulle. Le produit obtenu avec ces mélanges est de l'alcool méthylique à 80 %, ne contenant qu'une trace négligeable de cétones supérieures; le fait que tout métal du groupe du fer se trouve éliminé (le brevet ne cite évidemment d'autres métaux tels que *Pt* et *Pd* que pour les besoins de la cause, ou parce que leur action était encore mal connue) est une circonstance favorable puisqu'on empêche ainsi toute réaction parasitaire, telle que la précipitation du carbone de l'oxyde de carbone, formation de méthane ou carburation du métal, réaction d'équilibre du gaz à l'eau.

Le tube catalyseur doit être revêtu intérieurement d'une couche de cuivre et la spirale chauffante (*Fe*, ou *Ni-Cr*) doit se trouver hors du champ de la réaction.



Le croquis ci-contre montre le schéma de l'usine d'essai réduite installée avec l'appui financier de l'Etat à l'usine de l'oxyhydrique française à Asnières; un compresseur à trois stades puise le gaz à l'eau dans une cloche et le refoule à un filtre (charbon activé?) et de là au

four catalyseur chauffé extérieurement; les gaz chauds sont refroidis dans un échangeur, puis dans un réfrigérant muni d'un séparateur refroidi où l'alcool se condense sous l'effet de la pression. Une pompe de circulation renvoie le gaz résiduel dans le circuit.

Le gaz peut être obtenu par réaction du gaz à l'eau à une température convenable :  $3C + 4H_2O = CO_2 + 2CO + 4H_2$  et extraction du gaz carbonique (15 % environ).

Trois mètres cubes de  $CO + 2H_2$  donnent 476 grs. d'alcool; le prix de revient par hectolitre serait de 25 à 35 francs-or, amortissement et intérêts compris; une usine est en voie de montage en France aux mines de Lens, pour une production de 20 tonnes par jour, correspondant au traitement de 125.000 m<sup>3</sup> de gaz à l'eau, ou 83-85 tonnes de coke.

La synthèse de l'alcool méthylique a été réalisée également par la Badische dans les installations d'Oppau et Merseburg, voisines de ses grandes usines d'ammoniaque synthétique, comme conclusion des études consécutives à ses premiers brevets, qui ont été poursuivies au cours de la guerre et dont le résultat n'avait pas été divulgué jusqu'à ce jour. C'est à la suite de la redécouverte de leur méthode par M. Patart, par un travail personnel et indépendant, que ce secret a été levé et qu'on sait que le même catalyseur — oxyde de zinc et cuivre — est utilisé par ces usines.

(*Chimie et Ind.*, février 1925; *Int. Ind. Eng. Chem.*, 1925, 432.)

*Recherches de M. Audibert.* — La Société Nationale de Recherches (ancien office des Combustibles Liquides) a collaboré, sous la

direction de son directeur, M. AUDIBERT, à l'étude de la réaction intéressante de synthèse de l'alcool méthylique.

M. AUDIBERT attribue la catalyse réductrice de l'oxyde de carbone à une action spécifique, non des métaux divisés, mais de certains oxydes inférieurs des métaux plurivalents, qui fournissent souvent autant d'oxydes différents qu'ils possèdent de valences; les oxydes inférieurs ne sont pas stables à l'air parce qu'ils tendent à se réoxyder, mais ils sont très stables dans tout mélange gazeux privé d'oxygène, le gaz à l'eau, par exemple.

Ces sous-oxydes possèdent la propriété de catalyser la réduction de l'oxyde de carbone à l'état d'alcool méthylique, avec formation intermédiaire d'aldéhyde formique.

On les obtient par réduction des oxydes supérieurs à température élevée au moyen de l'hydrogène, mais cette réduction est souvent très laborieuse et exige une température incompatible avec la stabilité de l'alcool produit; c'est le cas de l'oxyde chromeux, de l'oxyde vanadique  $VaO$ , de l'oxyde de molybdène  $MoO$ , de l'oxyde uraneux, qui tous constituent de bons catalyseurs; mais cette difficulté tombe si on mélange certains métaux divisés aux oxydes à réduire :  $Cu$ ,  $Ag$ ,  $Ni$ , qui catalysent la transformation de l'oxyde supérieur en oxyde inférieur.

On peut observer, en effet, que l'oxyde noir (tétrahydrate) que l'on obtient en précipitant un sel de cuivre par la soude caustique à l'ébullition, semble très stable pendant un temps prolongé, lorsqu'on le chauffe à 200° dans un courant d'hydrogène; mais dès qu'en un point la réduction a commencé, elle envahit très rapidement la masse tout entière qui devient rouge violacée, même sans apport de chaleur extérieure; on peut conclure de cette observation que la première formation de métal libre a contribué par une action catalysante spécifique à la réduction de son oxyde.

Le cuivre réduit à basse température peut donc être utilisé comme catalyseur dans la réduction d'autres oxydes, tels l'oxyde chromique à l'état d'oxyde chromeux, l'anhydride vanadique  $V_2O_5$  à l'état d'oxyde vanadique, et nous saisissons mieux ainsi la nécessité de la présence d'un métal libre dans les masses d'oxydes des catalyseurs préconisés par M. PATART.

Le cuivre n'exerce aucune action dans la formation de l'alcool méthylique, mais il soutient l'action spécifique de l'oxyde qui lui est mélangé en favorisant le maintien du sous-oxyde formé, dont le rôle serait seul intéressant dans la réaction.

C'est ainsi que se comporterait le mélange  $Cu + ZnO$  préconisé comme un des meilleurs catalyseurs pour l'alcool méthylique; on ne peut affirmer avec certitude s'il s'agit dans ce cas d'un oxyde très instable du zinc monovalent, plutôt que d'un mélange considéré comme une solution solide de traces de zinc réduit très divisé dans l'oxyde lui-même.

M. AUDIBERT est d'accord avec M. PATART pour éliminer du milieu catalyseur des métaux tels que  $Fe$ ,  $Ni$ ,  $Co$ , qui produisent des actions parasitaires nuisibles; cependant, il reconnaît que le nickel, utilisé en faible quantité en présence d'un oxyde, peut catalyser la transformation de l'oxyde supérieur à l'état d'oxyde inférieur, mais il est nécessaire d'extraire ensuite le métal du champ de la réaction, ce qui n'est possible qu'en le volatilisant à  $55-60^\circ$ , sous forme de nickel-carbonyle, dans un courant d'oxyde de carbone pur.

Cette réaction accessoire compliquerait évidemment le processus et il semble logique de s'en tenir à l'emploi du cuivre dans la pratique, puisque ce métal n'apporte aucune action secondaire dans la réaction.

En opérant dans une autoclave à revêtement intérieur de cuivre, avec 7-8 grs. de catalyseur et un mélange de  $CO + 2H_2$ , à  $275-300^\circ$ , sous 200 atm. de pression, M. AUDIBERT a obtenu 40 gr. d'alcool méthylique par  $m^3$  en un seul passage, soit un taux de conversion de 8-9 %; la durée de contact était de 60-80 secondes.

L'alcool était anhydre et pur, bouillant de  $66$  à  $68^\circ$ .

Le gaz restant avait sensiblement la même composition que le gaz initial et ne contenait que des traces de méthane et de gaz carbonique; il permettait donc un second et un troisième passages et un épuisement très avancé du gaz initial.

En opérant au delà de  $300^\circ$ , le produit liquide n'avait plus la même composition:  $1/4$  bouillait de  $58$  à  $95^\circ$  et  $3/4$  de  $95$  à  $100^\circ$ ; il s'était produit beaucoup d'eau par la réaction du gaz à l'eau et le gaz restant contenait une quantité de méthane appréciable. (*Chimie et Ind.*, février 1925.)

#### IV. — Le Synthol de Fr. Fischer.

FR. FISCHER et TROPSCH (*Brennst Ch.*, 1923, 276 — 1924, 201 — 1924, 217) ont étudié spécialement l'influence des bases alcalines et alcalino-terreuses dans les mélanges catalyseurs. On sait, en

effet, que l'oxyde de carbone est absorbé quantitativement sous pression par les bases alcalines en les transformant en formiates; d'autre part, il résulte des travaux de K.-A. Hoffmann que le formiate de calcium donne un distillat aqueux contenant des quantités appréciables d'alcool méthylique, d'acétone, d'aldéhyde et de carbone libre. Si on le traite à  $380^\circ$  par un courant de gaz carbonique, en cornue d'aluminium, la distillation sèche du formiate calcique donne 53 % de son poids en distillats liquides, eau et alcool, contenant une petite quantité d'un corps huileux oxygéné; le formiate de  $Ba$  donne 70 % de distillat, et comme on sait que la formation du formiate est encore possible à  $400^\circ$ , il est logique d'admettre qu'elle puisse, dans une certaine mesure, être considérée comme intermédiaire de celle de l'alcool méthylique et de ses produits de condensation, dans la réaction du gaz à l'eau sur les carbonates alcalins et alcalino-terreux.

Mais avec ces carbonates seuls, à chaud et sous pression, on n'obtient que des traces d'alcool, d'éthers et d'acides dans le liquide de condensation; les auteurs ont observé que la présence d'un métal est indispensable pour obtenir un résultat favorable; ce métal ne peut être ni le cuivre, ni l'argent, ni l'antimoine, ni le zinc, qui sont sans action, en présence des alcalis, mais doit être doué de la propriété hydrogénante et appartenir au groupe du fer:  $Fe$ ,  $Co$ ,  $Ni$ .

En imprégnant de la limaille de fer d'une solution de potasse caustique et séchant le mélange homogène, ils obtiennent un catalyseur mixte capable de transformer le gaz à l'eau à  $420^\circ$ , sous 75-150 atm. de pression, en un mélange complexe, en partie insoluble, d'alcools, d'acides, d'aldéhydes et de cétones, ne contenant qu'une quantité négligeable d'hydrocarbures — soit à peine 1 p. c.

Au cours de cette réaction, le métal granulaire se désagrège en une poudre fine; le métal de base le plus actif est le fer; le cobalt donne également de bons résultats, mais l'action du nickel est accompagnée d'une formation trop abondante de méthane.

La base alcaline la plus active est l'hydrate de rubidium, après elle se placent les hydrates de caesium et de potassium; les moins actives sont les bases alcalino-terreuses qui ne produisent plus trace de corps huileux insoluble.

Lorsqu'on utilise un gaz plus riche en oxyde de carbone qu'en hydrogène (2 : 1), la proportion des corps huileux insolubles aug-

mente par rapport aux produits solubles (7 : 1); lorsqu'on opère avec du gaz à l'eau normal, ce rapport devient 1/2 : 1; si on opère avec un pourcentage double d'hydrogène dans le gaz, les produits huileux et solubles se forment en proportion égale.

Ces différences s'atténuent si on ramène le rendement à l'unité de volume initiale de l'oxyde de carbone.

La réaction est lente et ne produit qu'une chute de pression de 1,5 atmosphère par heure; le gaz résiduel est riche en CO<sub>2</sub> (22-28 %) et en hydrocarbures (15-16 %), et cette circonstance est un obstacle sérieux à son retour dans le circuit du catalyseur et à son épuisement complet.

Cette formation parasitaire d'hydrocarbures est encore bien plus importante en partant d'un mélange d'hydrogène et de gaz carbonique; le mélange 25 % CO<sub>2</sub> + 74 % H<sub>2</sub> semble rester longtemps inactif au contact du catalyseur, la formation de méthane coïncide alors brusquement avec celle des produits huileux et le taux final du méthane s'élève à 35 % et celui des hydrocarbures plus condensés gazeux à 15 %.

Les produits de la transformation, solubles ou insolubles, sont :

les *acides* : formique, acétique, propionique, isobutyrique  
jusqu'en C<sub>8</sub>;  
les *alcools* : méthylique, éthylique, propylique . . . . C<sub>9</sub>;  
les *aldéhydes* : propionique et butyrique;  
les *cétones* : acétone, éthyle-méthylcétone, diéthyle- et propyle-  
cétones.

Le rendement total en produits huileux insolubles s'est élevé à 100 grs. par m<sup>3</sup>, représentant 27-29 % du pouvoir calorifique du gaz.

La formation primaire de l'aldéhyde formique (CO + H<sub>2</sub>) par l'action catalytique du fer et sa condensation par l'action de la base alcaline, expliquent celle de l'alcool méthylique :



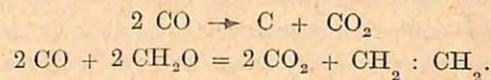
La multiplicité des corps obtenus ne peut s'expliquer que par une foule de réactions secondaires attribuables à la présence de la base alcaline; Sabatier a montré (La catalyse en chimie org., Paris, 1912) que la chaux aldolise les aldéhydes et que la potasse

les isomériser; que les oxydes exercent une action déshydratante sur les alcools.

On sait, d'autre part, que l'oxyde de carbone peut réagir sur les combinaisons alcalines des alcools pour les transformer en acides, que les acides sont transformés catalytiquement par les bases en cétones et que les alcools simples se transforment à chaud, sous l'influence des bases, par condensation en alcools monovalents à chaîne plus longue.

On sait aussi, d'après les travaux de Orlow, que de l'éthylène peut prendre naissance en faisant passer du gaz à l'eau à 100-200° sur du nickel réduit; certains auteurs ne sont pas parvenus à reproduire cette réaction, mais nous avons pu observer qu'il s'en forme des quantités appréciables — jusque 7 % et même une fois 14 % du gaz — si on décompose thermiquement l'aldéhyde formique pure, ou mélangée avec un excès d'hydrogène ou d'oxyde de carbone dans une autoclave en acier, en présence d'oxyde d'aluminium, à 350-360°, sous 110-120 atmosphères de pression. L'aldéhyde était utilisée sous forme de trioxyméthylène qui se dépolymérise à l'état de gaz jusque 200°, puis se décompose lentement, par dissociation catalysée par le métal de la paroi; il se forme toujours du méthane et de l'éthane, ainsi que les produits de dissociation CO + H<sub>2</sub> de l'aldéhyde.

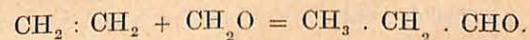
Nous pouvons expliquer la formation secondaire de l'éthylène par une réaction analogue à celle qui provoque la précipitation du carbone, comme si l'oxyde de carbone présent réduisait l'aldéhyde:



Nous sommes parvenus à préparer ainsi 60-70 grs. de dibromure d'éthylène à partir de 100 grs. de trioxyméthylène, en faisant passer les gaz de réaction dans une solution de brôme.

Il se formait toujours ainsi une légère couche huileuse contenant des cétones insolubles et des hydrocarbures, mais ceux-ci peuvent se produire par polymérisation de l'éthylène sous pression élevée, ainsi que l'a démontré Ypatieff.

L'éthylène pourrait réagir aussi sur l'aldéhyde en donnant des aldéhydes supérieures



Il reste toujours de l'aldéhyde non transformée après de longues heures de chauffage dans ces conditions, ce qui montre bien que sa formation est possible suivant un état d'équilibre favorisé par les mêmes catalyseurs que ceux qui favorisent sa dissociation.

Le procédé au synthol n'a pu être appliqué industriellement parce que le mélange complexe, qui constitue le produit de la réaction, n'est utilisable que comme carburant et qu'il comporte des opérations trop coûteuses par elles-mêmes, eu égard à la valeur relativement faible de ce produit et à son faible rendement.

#### V. — Synthèse des hydrocarbures liquides.

*Procédé Fr. Fischer et Tropsch.* — Nous avons vu que les métaux hydrogénants purs à une température supérieure à 400°, transforment le gaz à l'eau en méthane;

que les métaux non hydrogénants, associés aux sous-oxydes, le transforment en aldéhyde et alcool méthylique;

que les métaux hydrogénants associés aux bases alcalines le transforment en composés oxygénés liquides.

Il restait à réaliser la synthèse directe des hydrocarbures purs; FISCHER et TROPSCH y sont parvenus en utilisant comme catalyseurs un mélange d'un métal du groupe du fer (fer, nickel et cobalt) avec l'un des oxydes de chrome, zinc, beryllium, urane, silice, alumine, magnésie, ou du charbon de bois activé.

Ils ont observé que le gaz à l'eau fournit à ce contact un mélange variable d'hydrocarbures gazeux, liquides et même solides.

Les auteurs attribuent aux seuls métaux le rôle de catalyseur de réduction; le mécanisme de la réduction serait dû à la formation intermédiaire des carbures métalliques par l'action carburante de l'oxyde de carbone, ainsi que l'avait déjà fait supposer le travail précité de Mayer et Henseling, et que la Badische utilise d'ailleurs directement depuis lors dans un de ses brevets.

Cette supposition semble rationnelle si l'on prend en considération les produits de l'attaque des aciers par un acide.

SCHENCK et ses collaborateurs ont découvert dans les produits gazeux qu'a donnés un acier à 1,7 % de carbone à l'état de Martensite, Austénite et Cémentation, 24,4 % de ce carbone sous forme de propylène, 10,25 % à l'état de butylène, 3,6 % à l'état d'amyène, 7,7 % à l'état de heptylène et octylène et 36,8 % sous forme

de carbone libre. Les carbures de cérium, thorium et uranium donnent lieu également à une production abondante d'hydrocarbures, dont une bonne part restent fixés sur le carbure, à l'état fluide ou semi-fluide, à cause de la présence d'hydrocarbures solides; le carbure d'uranium est même très facilement attaqué par l'eau, ce qui n'est pas le cas de la plupart des autres carbures de métaux lourds.

Il faut encore citer le carbure de magnésium  $C_3Mg_2$ , lequel donne par l'action de l'eau l'allylène  $CH_2=C=CH_2$ .

La carburation du fer, du nickel et du cobalt est relativement aisée dans une atmosphère d'oxyde de carbone, par l'action du carbone naissant que donne la réaction de précipitation de ce gaz; mais les carbures obtenus sont différents suivant que l'on opère à 425° ou 270-300°; les carbures obtenus à température plus basse sont plus riches en carbone et doivent avoir une constitution différente, puisque l'hydrogène produit à leur contact de la benzine et relativement peu de méthane, tandis que ceux obtenus à température de 425° ne donnent que du méthane.

La réaction pourrait donc être conduite en deux étapes successives — carburation par CO et réduction des carbures par  $H_2$ ; mais on n'obtient ainsi que très peu de benzine et il ne s'agit plus dans ce cas d'une catalyse; si les deux étapes se superposent au contraire dans le même temps, le métal doit être considéré comme un catalyseur agissant par la formation intermédiaire de carbures.

Il n'y a donc pas lieu de considérer ici la formation intermédiaire d'aldéhyde et d'alcool méthylique, comme c'est le cas dans l'action sous pression et à une température plus élevée, du gaz à l'eau sur le fer alcalin, ou sur l'oxyde de zinc mélangé à certains métaux.

Cette circonstance explique l'absence de composés oxygénés dans le produit de la réaction.

Les oxydes mélangés au métal réduit servent à diviser celui-ci; ils l'empêchent de s'agglomérer en particules plus grosses, moins sensibles comme catalyseur et augmentent sa dispersion. Cette manière d'envisager le rôle des oxydes n'est pas la seule possible, car on constate qu'ils hâtent la carburation du métal et favorisent la réaction d'équilibre du gaz à l'eau  $CO + H_2O = CO_2 + H_2$ ; il faut peut-être tenir compte ici aussi de l'influence des oxydes capables de fournir des sous-oxydes dans un milieu réducteur, car

les auteurs affirment que ce sont précisément les oxydes de chrome et de zinc, réductibles à l'état de sous-oxydes, qui donnent les meilleurs rendements, étant associés soit au fer, soit au cobalt.

On peut aussi combiner l'action de ces métaux réducteurs avec celle d'autres métaux tels que le cuivre, le palladium.

Le fer seul donne une contraction de 7 % du gaz à l'eau qui réagit, mais sans production de benzine; le fer associé au cuivre réduit donne déjà 40 %, et 50 % s'il est associé à l'oxyde de chrome, et, dans ces deux derniers cas, il y a déjà forte production de benzine.

La contraction, très forte au début, à cause de la précipitation du carbone, diminue graduellement et finalement l'entrée et la sortie du carbone s'équilibrent.

Si on associe  $Fe$  et  $Ni$ , on observe surtout la production du méthane;  $Fe$  et  $Co$  ne produisent que peu de méthane.

La combinaison du  $Ni$  avec  $Cu$  est inactive, parce que ces métaux ont une tendance à la formation de cristaux mixtes; avec le cobalt, l'alliage du cuivre ne se produit pas.

Dans le cas de l'addition du cuivre, il y a lieu de tenir compte également de la faible capacité réductrice de ce métal, qui peut s'ajouter à celle du réducteur principal.

Mais on peut renforcer le catalyseur binaire par l'addition d'une faible quantité d'un corps alcalin et le choix de ce dernier influe fortement sur la nature des produits de réaction; ainsi le  $Fe + Cu$  donne seulement des hydrocarbures gazeux à 2, 3 et 4 atomes de carbone, l'addition de 1-2 % de carbonate de potasse provoque la formation d'hydrocarbures solides et d'huiles, celle du carbonate de soude tend à former surtout des hydrocarbures du genre du kérosène, enfin l'hydrate de baryum favorise spécialement la formation de benzine. Le choix du catalyseur ternaire permettrait donc de prévoir le produit de la réaction. La réaction est effectuée à pression ordinaire, ce qui la différencie des méthodes de traitement du gaz à l'eau qui ont été décrites précédemment; cette circonstance est très favorable à ce procédé, puisqu'elle entraînerait une grande économie dans le travail lui-même et dans le coût d'une installation éventuelle.

La température à laquelle on opère varie très légèrement selon le métal de base du catalyseur, mais en tout cas, elle devra rester voisine ou inférieure à 300°; la réaction commence déjà à 160°

avec le nickel; à 270° elle est rapide avec le cobalt et à 300° avec le fer. Rien n'empêcherait que l'on opère également sous pression élevée, comme dans les méthodes déjà décrites, mais les produits huileux se condenseraient dans le catalyseur et arrêteraient bientôt son action; pour les dégager, il faudrait élever la température et, dans ce cas, il se produirait des réactions accessoires de l'hydrogène sur les hydrocarbures déjà formés; ceux-ci se réduiraient complètement à l'état de méthane, ainsi du pentane se transforme déjà à 350° en méthane avec un rendement de 80 %.

Cette réaction explique la formation presque exclusive de méthane au contact des métaux purs, quelle que soit la pression, comme nous l'avons vu dans le chapitre I de cette étude, lorsqu'on opère à plus de 400°; la règle de Lechatelier n'est donc ici en défaut qu'en apparence.

La vitesse de passage doit être assez rapide pour qu'il ne se produise que le minimum de méthane; plus elle est grande, moins il se forme de ce gaz, mais le rendement en hydrocarbures s'en ressent; il faut donc choisir une certaine vitesse qui constitue un compromis entre les avantages et les désavantages, tout en gardant un bon rendement total du gaz; comme il se forme du gaz carbonique, celui-ci doit être extrait du gaz résiduaire par lavage, après chaque passage et, après 3 passages, le gaz est considéré comme épuisé.

Au sortir du catalyseur, les produits lourds et moyens sont condensés par simple refroidissement du gaz; les produits plus légers sont extraits par lavage au moyen d'huile, ou de charbon activé. Le gaz restant est épuré de tout le gaz carbonique qu'il contient et renvoyé ensuite vers un nouveau four catalyseur.

Les gaz épuisés après trois passages sont condensés par compression et détente adiabatique; on liquéfie ainsi le gazol qui comprend les hydrocarbures à 2, 3, 4 atomes de carbone, saturés et non saturés; la fraction incondensable, riche en méthane, éthylène et éthane, possédant un pouvoir calorifique de 8.500 C, est utilisée comme gaz d'éclairage.

Les produits obtenus sont donc :

- 1° le gasol;
- 2° la benzine légère, de 0,680, pouv. calor. supérieur 11.360 C/Kg., bouillant de 30 à 180°, pure de soufre, n'exigeant donc aucun raffinage et constituée par des paraffines presque pures;

3° Le Kérosène, Dé 730, bouillant de 180 à 330°, constitué par un mélange de paraffines et naphthènes;

4° l'huile lourde et une paraffine solide, fus. à 61°.

Le rendement total s'élèverait à 190-200 grs. par M<sup>3</sup>.

Le gaz à l'eau contient toujours des composés sulfurés : hydrogène sulfuré, sulfure de carbone, oxysulfure de carbone, qui peuvent agir comme catalyseurs négatifs sur les métaux réducteurs; il doit donc être soigneusement épuré au préalable.

Si le lavage de l'hydrogène sulfuré s'effectue très aisément par les procédés classiques de l'industrie gazière, il n'en est pas de même pour les deux autres; l'interposition d'une colonne de charbon activé permet déjà d'enlever 70 % de la quantité de sulfure de carbone; le restant doit être transformé en hydrogène sulfuré par passage du gaz sur du fer chauffé, suivant la réaction :  $CS_2 + 2H_2 = C + 2H_2S$ ; comme cette réaction est réversible à température élevée, elle doit être renouvelée une ou deux fois avec lavage intermédiaire de l'hydrogène sulfuré formé.

Si l'on s'en rapporte au rendement global indiqué par les auteurs, sachant qu'une tonne de coke produit 1.500 m<sup>3</sup> de gaz à l'eau, ce procédé nous fournirait environ 30 % du poids du combustible sous forme d'hydrocarbures, en partant d'une matière première de faible valeur, puisque les gazogènes peuvent être alimentés au moyen des qualités de coke inutilisables dans le haut fourneau.

Le gaz de gazogène produit pendant les périodes de réchauffage du gazogène (soit 2.000 m<sup>3</sup> environ) suffirait pour produire la force motrice et la vapeur nécessaires.

Il semble donc que ce procédé pourrait être économique, puisque les réactions se font à basse pression et à basse température.

Si les affirmations des auteurs se trouvent confirmées, leur procédé serait, pour ces raisons, supérieur au procédé BERGIUS qui ne livre que 12 % d'essence utilisable, outre des huiles à haut pourcentage de phénols, très oxydables, bonnes tout au plus comme huiles de chauffage.

La seule publication relative à ce procédé a paru le 1<sup>er</sup> avril 1926 dans la revue *Brennstoff Chemie*; les demandes de brevets semblent avoir été introduites en Allemagne au cours de l'année 1925.

## Quelques considérations

SUR

# LE TIR SIMULTANÉ

PAR

G. PAQUES

Ingénieur au Corps des Mines, à Charleroi.

La question du tir simultané a été soulevée récemment en Belgique en ce qui concerne l'abatage du charbon, non seulement dans les mines de troisième catégorie (tirs d'ébranlement), mais encore dans les mines de deuxième catégorie et dans les mines poussiéreuses.

D'autre part, le tir en volée étant permis, dans certains cas, par le règlement belge, il n'est pas sans intérêt d'attirer l'attention sur quelques points particuliers relatifs à ce mode de travail.

D'une façon générale, le tir par salves a la préférence du personnel ouvrier, en raison de ses avantages immédiats :

1° Il diminue grandement les pertes de temps par l'organisation plus méthodique des divers stades du travail;

2° Il évite ou réduit les allées et venues, voire le séjour dans l'atmosphère vicié par les fumées des tirs successifs;

3° Il diminue les risques d'accidents par éboulements localisés et par inflammations de grisou provenant de sources mises à découvert par la suite des tirs.

En regard de ces quelques avantages généraux, le tir par volée présente des inconvénients sérieux.

Au point de vue économique, il est incompatible avec la bonne utilisation de l'énergie de l'explosif, parce qu'il ne permet pas de proportionner la charge de chaque fourneau à la résistance du quartier de roches (ou de charbon) qui lui correspond, à l'inverse du tir successif qui met à découvert, au fur et à mesure, les lignes de moindre résistance. Avec le tir simultané, le boutefeux sera souvent tenté d'exagérer et les charges et le nombre de fourneaux, de façon à se mettre à l'abri des inconvénients résultant d'un raté partiel et de l'insuffisance d'une charge.

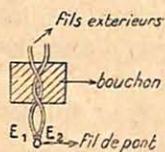
D'autre part, l'ébranlement plus intense, qui en résulte, disloque certainement les terrains encaissants sur une épaisseur beaucoup plus étendue, et le poste d'entretien doit s'en ressentir fâcheusement dans la suite.

Mais les plus graves inconvénients du minage en volée sont la fréquence des ratés et la difficulté de reconnaître, dans l'obscurité relative du fond, les défauts du circuit de tir.

Il est donc absolument indispensable de prendre toutes dispositions utiles pour réduire le plus possible ces inconvénients. Dans ce but, on aura égard aux points suivants :

1° La liaison des détonateurs en série sera seule admise comme étant la plus intuitive et celle de vérification la plus aisée ;

2° Les amorces, à basse tension, seront vérifiées au galvanoscope, de façon à écarter avec certitude celles dont le fil de pont serait rompu ou dont les fils extérieurs seraient défectueux.



Croquis I

A noter à ce sujet que même avec un appareillage de mise à feu parfait, une amorce vérifiée au galvanoscope peut encore donner un raté. Il suffit pour cela (voir croquis I) que son fil de pont forme boucle complète entre les extrémités  $E_1, E_2$ , rapprochées, des fils extérieurs, ou bien encore que l'amorce soit dépourvue de poudre électrique au contact du dit fil de pont ;

3° Il ne sera utilisé pour le tir que des détonateurs ayant des résistances ohmiques très sensiblement égales (tolérance maximum :  $\pm 0,05$  ohm), de façon à éviter que l'un d'eux, par sa forte résistance relative, ne joue dans le circuit de tir, le rôle de fusible ;

4° Les capsuliers servant au transport des détonateurs dans les travaux du fond seront de dimensions suffisantes pour éviter les plis, replis et bouclages exagérés des fils extérieurs ;

5° Le placement du détonateur au sommet de la charge, dans la dernière cartouche introduite, vers l'orifice du fourneau, sera rigoureusement exigé, spécialement avec les explosifs S. G. P., afin de réaliser les meilleures conditions possibles de propagation de l'onde explosive de la cartouche-amorce à ses voisines.

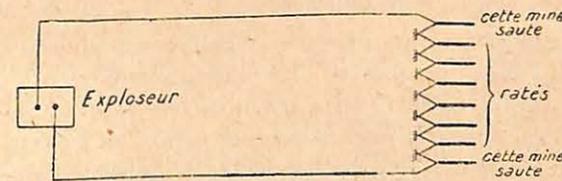
De plus, le logement du détonateur dans la cartouche-amorce sera pratiqué au moyen d'une broche en bois appropriée ;

6° L'exploseur sera capable d'une tension largement suffisante pour assurer le départ, à une longueur déterminée du poste de tir, de la plus forte volée à prévoir. Eu égard à l'usure et à la possibilité de désaimantation des aimants permanents, il sera bon de vérifier fréquemment si l'appareil reste capable de sa tension nominale.

Le préposé au tir devra toujours disposer d'un exploseur de réserve.

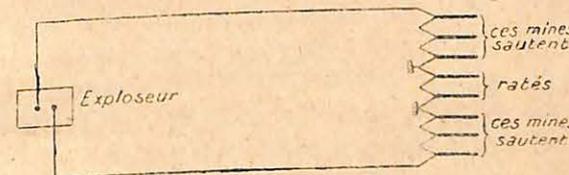
Malgré ces précautions, le boutefeux — duquel on ne peut exiger des connaissances électriques étendues — se verra parfois dans des situations déconcertantes résultant de circonstances exceptionnelles, telles que notamment les cas suivants, constatés en chantier relativement humide :

a) En raison de pertes à la terre aux liaisons, entre eux, des fils de détonateurs (croquis II), on obtient le départ des mines extrêmes seules, les amorces intermédiaires n'étant pas parcourues par un courant suffisant ;



Croquis II

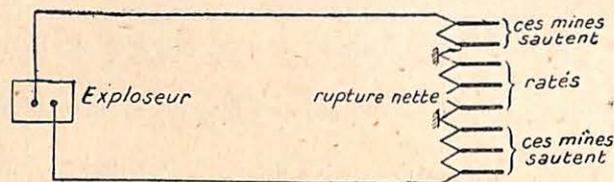
b) En cas de deux terres intermédiaires aux liaisons des fils de détonateurs, comme figuré au croquis III ci-dessous, on obtient le raté des amorces comprises entre ces contacts défectueux ;



Croquis III

c) Malgré une rupture nette et franche du circuit — rupture toujours à craindre par chute de pierre ou de boisage, glissement de veine, etc., après le passage du boutefeux — on peut encore

obtenir un tir partiel, s'il y en a, en même temps, de part et d'autre de la rupture, deux terres accidentelles (croquis IV).



Croquis IV

Il est en outre à noter qu'en cas de raté d'un nombre restreint de mines dans une salve quelque peu importante, il sera en général bien difficile, si pas impossible, au surveillant-boutefeu de présumer, dans le bouleversement du front subséquent au tir, les emplacements des mines ratées, et il est inutile d'insister sur le danger qui en résultera pour le personnel occupé, dans la suite, au déblaiement et à la manipulation.

Les considérations qui précèdent s'appliquent plus spécialement au cas des volées importantes. Avec des salves réduites à 2-3 fourneaux, les inconvénients cités s'atténuent, en général, grandement en ne laissant subsister que les avantages avec, en plus, la suppression des tentations qu'ont les boutefeux de charger simultanément des mines à tirer successivement.

## NOTE DESCRIPTIVE

DU

# Chargeur automatique J. D.

PAR

G. PAQUES

Ingénieur au Corps des Mines, à Charleroi.

Les questions de réduction de main-d'œuvre, de plus en plus à l'ordre du jour, doivent être suivies avec attention et tout progrès dans cette voie est à mettre largement en pratique par les industriels soucieux de leurs gestions, du mieux-être de leur personnel et des intérêts de la collectivité.

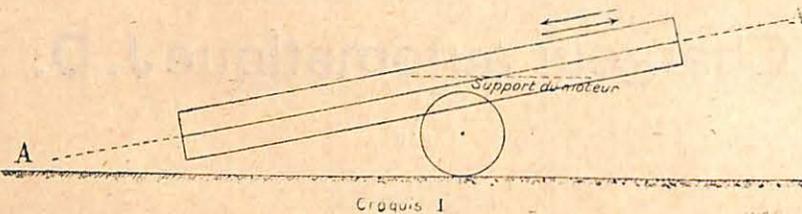
Le but de la présente note est de faire connaître le principe d'un appareil, introduit tout récemment sur le marché industriel par la firme Jules Dumont, de Montigny-sur-Sambre, inventeur-constructeur, appareil que nous croyons susceptible de rendre de très appréciables services tant dans les charbonnages (surface et fond) que dans beaucoup, si pas dans toutes les autres industries.

Il s'agit d'un chargeur automatique remplaçant le toujours fatigant, lent et onéreux « pelletage », horizontal, montant ou descendant.

Dans les charbonnages, les cas d'emploi les plus intéressants paraissent être : au fond, le chargement des wagonnets à front des chantiers nécessitant des « chargeurs » et, dans certaines circonstances, le transport horizontal du charbon du pied d'une taille à une cheminée peu éloignée ; à la surface, la reprise des tas et le chargement sur wagons d'éléments de moyenne grosseur. Dans ce dernier cas, le chargeur automatique est alors le complément du transporteur par courroie bien connu et dénommé « sauterelle ».

L'appareil consiste en un tube métallique d'environ 0<sup>m</sup>,25 de diamètre et de quelque 3-4 mètres de longueur, coupé en deux longitudinalement.

Il est monté suivant l'axe d'un léger châssis, basculant à volonté et déplaçable par un train de roues ordinaires.



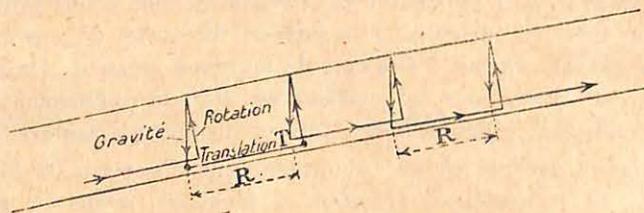
Croquis I

Au châssis est adapté un support latéral pour le moteur de faible puissance, électrique ou à air comprimé, actionnant par un mécanisme des plus simples les mouvements du chargeur, c'est-à-dire :

- 1) pour l'un des demi-tubes, un mouvement de rotation autour de l'axe AA;
- 2) pour l'autre demi-tube, le même mouvement de rotation et, en plus, un mouvement de translation alternatif dans les sens des flèches d'une amplitude d'environ 0<sup>m</sup>,30 et d'ailleurs réglable à volonté.

L'extrémité inférieure de l'appareil est engagée, aussi loin que possible, à l'intérieur du tas à déplacer et à charger (par exemple sur wagon par l'intermédiaire d'une « sauterelle »).

Le mouvement alternatif de l'un des demis-tubes découvre, à chaque translation, la portion correspondante de l'autre demi-tube, à ce moment situé vers le bas. La combinaison de la rotation, de la gravité et de la translation provoque à l'intérieur du tube une sorte de reptation de la matière suivant, théoriquement, les flèches du croquis ci-dessous :



Croquis II

A chaque tour correspond une résultante de reptation R, d'ailleurs plus petite que la translation réglable T. La matière s'élève ainsi dans le tube pour être déversée par son extrémité supérieure.

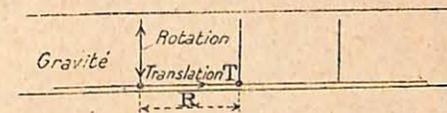
Au fur et à mesure du débit, le tas à charger se creuse suivant le cône d'éboulement de la matière; le chargeur est alors déplacé aisément grâce à son train de roues et il recommence l'opération un peu plus loin.

Un nombre restreint de manœuvres peut ainsi procéder, rapidement, économiquement à un chargement très important.

En fait, le tube en marche est rempli complètement; il en résulte que les frictions des éléments déplacés l'un contre l'autre ainsi que les chutes théoriques successives sont réduites et n'occasionnent que peu de déchets. Pour de nombreuses matières: genre sable, ciment, gravier, etc., cette formation de déchets est du reste nulle ou sans inconvénient. D'ailleurs, le pelletage ordinaire n'est pas non plus sans reproche à cet égard.

Quand il s'agit de déplacement sur de grandes longueurs ou hauteurs, il suffit de disposer quelques chargeurs en série, le premier déversant au pied du second, celui-ci au pied du troisième et ainsi de suite.

Dans les cas de transports horizontaux, les composantes partielles du mouvement, rotation et gravité, s'annulent réciproquement et ne diminuent en rien la composante de reptation R, qui devient égale à celle de translation T.



Croquis III

Enfin, dans le cas de transports descendants, on aurait  $R > T$ . L'appareil a évidemment comme limite de pouvoir élévateur l'angle de frottement ou de glissement, sur métal, de la matière à élever.

Enfin, nous signalerons que son débit, pour des conditions de marche bien déterminées, étant toujours le même, il peut être utilisé comme doseur.

Septembre 1926.

# RAPPORTS ADMINISTRATIFS

---

## EXTRAIT D'UN RAPPORT

DE

M. E. LIBOTTE

Ingénieur en Chef-Directeur du 3<sup>e</sup> arrondissement des Mines, à Charleroi,

SUR LES TRAVAUX DU 1<sup>er</sup> SEMESTRE 1925.

---

**Société anonyme des Houillères d'Anderlues.**

*Four pour le nettoyage des toiles des lampes de sûreté.*

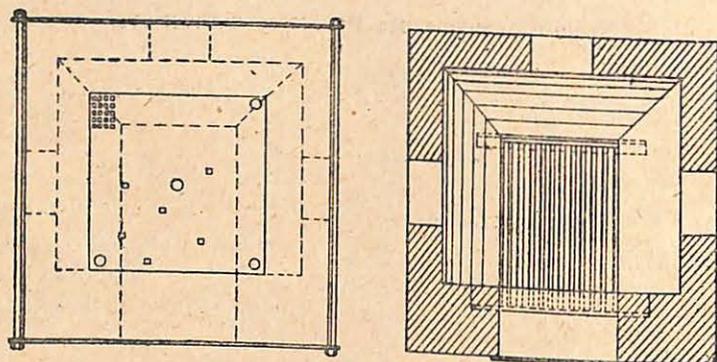
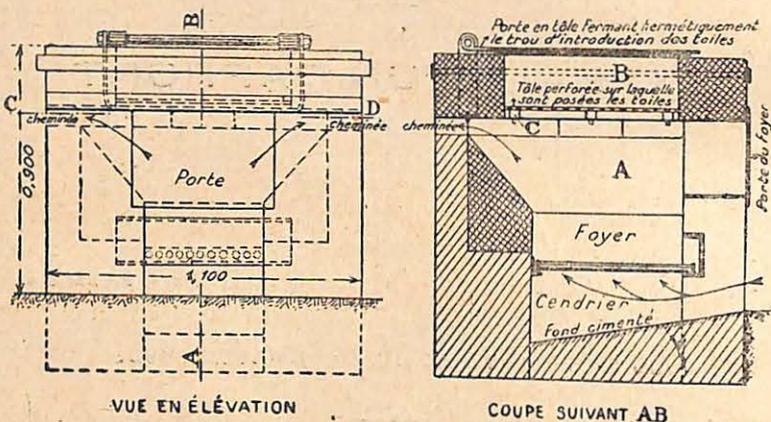
---

En vue de satisfaire aux intructions interdisant le flambage des toiles de lampes de sûreté, on a imaginé et construit un petit four permettant de nettoyer les dites toiles, par l'action du feu, sans porter celles-ci à une température dangereuse pour la qualité du métal.

Le foyer A (voir croquis ci-après) est pourvu d'une grille ordinaire, sur laquelle on brûle du bois et des schlamms. Les gaz brûlés se perdent dans l'atmosphère (le four est en plein air) par trois ouvertures ménagées, deux dans les faces latérales et une dans la face de fond.

La chambre B qui reçoit les toiles à nettoyer, est séparée du foyer par une tôle pleine, sur laquelle les toiles reposent par l'intermédiaire d'une autre tôle perforée et de supports C. Un couvercle plein isole cette chambre de l'atmosphère.

Cette installation permet de nettoyer facilement 1.500 toiles par jour. Depuis sa mise en service, on constate une grande économie dans la consommation des toiles.



VUE EN PLAN

COUPE SUIVANT CD

Échelle 0 0,50 1m

## EXTRAIT D'UN RAPPORT

DE

M. J. VRANCKEN

Ingénieur en Chef-Directeur du 10<sup>e</sup> arrondissement des Mines, à Hasselt,SUR LES TRAVAUX DU 1<sup>er</sup> SEMESTRE 1926.

### Charbonnages des Liégeois en Campine.

#### Emploi de la haveuse à air comprimé Knapp-Eichel (Bochum).

Cet instrument diffère notablement par son mode de construction et par les conditions d'emploi, de la haveuse Flottmann décrite dans le tome XXVI des *Annales des Mines*, page 1354. Il m'a paru utile d'en donner la description.

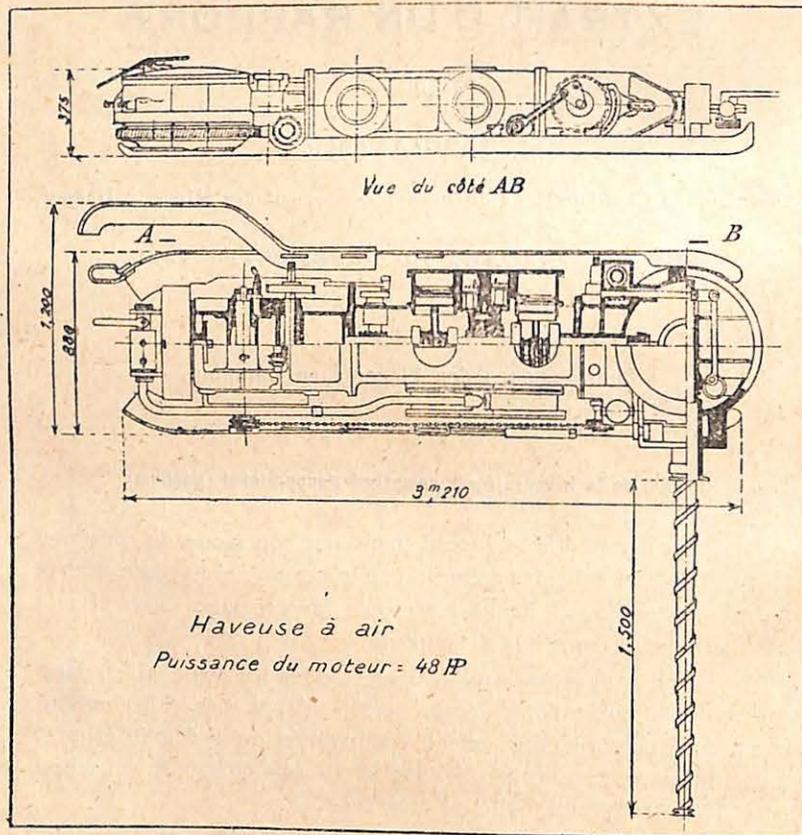
Deux de ces haveuses sont en service dans les deux tailles chassantes de la couche 23, à l'étage de 840 mètres. Les tailles ont un front de 80 mètres. La couche est inclinée de 4 degrés et présente une ouverture de 0<sup>m</sup>,87 dont 0<sup>m</sup>,75 de charbon en un sillon et 0<sup>m</sup>,10 de faux-mur. Elle est très dure.

Les résultats obtenus sont estimés très satisfaisants pour une période de début. L'effet utile journalier par ouvrier à veine (calcul fait en comprenant les ouvriers à veine du poste de havage), atteint 5 tonnes.

Les détails ci-après m'ont été très obligeamment fournis par M. Ch. Hanot, Directeur des Travaux des Charbonnages des Liégeois :

Cette machine est du type à barre. Elle se compose de quatre parties principales : a) le moteur ; b) la tête de havage ; c) le treuil ; d) le traîneau.

a) *Le moteur*, d'une puissance de 40 HP, est du type à 4 cylindres à simple effet, à double vilebrequin. Les cylindres en fonte grise sont venus deux à deux de fonderie et fixés l'un en face de



l'autre sur un carter d'acier. Les pistons sont à fond convexe. Chaque groupe de cylindres opposés attaque la même manivelle. Les coussinets de pied de bielles sont réglés sous un angle un peu plus petit que  $180^\circ$ . Ils sont maintenus en place par deux bagues. La distribution de l'air se fait à l'aide de tiroirs cylindriques desservis par une conduite qui peut s'adapter indifféremment de chaque côté de la machine. Ce dispositif permet de placer le tuyau flexible à gauche ou à droite de la haveuse. Les tiroirs opposés deux à deux sont reliés par une fourche embrassant les excentriques venus d'une pièce avec le volant.

Ce volant est placé entre les deux manivelles, il assure une marche douce et régulière de la machine.

Sur la conduite, se trouve un robinet combiné avec un réservoir d'huile, de telle sorte que le lubrifiant est distribué par l'air comprimé, à toutes les parties du moteur qui doivent être graissées et refroidies. La quantité d'huile à admettre est réglable au moyen d'une soupape. Avant de se répandre dans l'air libre, l'air d'échappement est débarrassé de son huile par un séparateur monté dans le carter du treuil. L'huile est donc récupérée en partie.

b) *Tête de havage.* — Elle est contenue dans un carter en acier fondu constitué de deux pièces juxtaposées, dont la supérieure est boulonnée au carter du moteur, tandis que l'autre tourne dans la première et supporte la barre par l'intermédiaire de 4 coussinets complets.

Dans le couvercle supérieur de la tête de havage se trouve un double train d'engrenages coniques, qui transmettent le mouvement du vilebrequin à la barre de havage. Ces engrenages coniques rendent possible le virage de la barre de havage sur un arc de  $180^\circ$ . On peut effectuer ce virage à droite ou à gauche, suivant la disposition de la taille à exploiter, la machine étant en travail et même en mouvement. Cette manœuvre peut se faire à la main ou par le moteur.

Dans le premier cas, on agit à l'aide d'un raccagnac sur des bouts d'arbres qui font saillie sur la tête de havage. Lorsqu'il s'agit de faire produire la rotation par le moteur, on a recours à un dispositif d'embrayage contenu dans le carter du treuil, qui agit sur la barre par l'intermédiaire d'une chaîne sans fin. En plus de son mouvement rotatif, la barre de havage se meut axialement d'avant en arrière et vice-versa. Le coussinet de barre est pourvu d'une boîte à bourrage en feutre pour empêcher l'introduction des poussières de charbon.

c) *Le treuil* sert à faire avancer la machine par elle-même. Il se trouve du côté opposé à la tête de havage. Le câble attaché à un étançon, à la tête de la taille, s'enroule sur le tambour du treuil.

La transmission de mouvement entre le treuil et le moteur s'effectue par une bielle, qui actionne une roue à rochet, laquelle produit la rotation du tambour. Celui-ci est rendu solidaire de son arbre par un embrayage à double cône de friction. De cette façon il est possible de dérouler à la main tout le câble du tambour sans devoir toucher le dispositif de mise en marche. D'autre part,

lorsque la machine est bloquée, il suffit de débrayer les cônes de friction pour supprimer immédiatement la tension sur le câble. Ces cônes de friction ont aussi l'avantage de permettre au tambour du treuil de tourner sans produire d'avancement, dans le cas où la pression du charbon sur la barre devient trop forte, ce qui évite les bris de barre. La vitesse de transport de la machine se règle suivant la dureté du charbon à l'aide d'un secteur à 5 positions correspondant à des allures de 15, 20, 25, 30 ou 40 mètres par heure. Pour le transport à vide, c'est-à-dire lorsque la machine doit se mouvoir sans haver, il existe une 6<sup>e</sup> vitesse qui permet un avancement de 300 mètres par heure.

d) *Le traîneau* est en fer plat; ses extrémités sont recourbées pour faciliter le transport sur le sol.

Il soutient la machine par 3 tourillons, dont deux situés du côté de la tête de havage et un du côté du treuil.

Les deux premiers permettent d'élever la tête de la machine de façon à haver à 10 ou 12 centimètres au-dessus du mur.

La principale caractéristique de cette haveuse est de permettre une grande vitesse de transport à vide. Pendant cette manœuvre, la barre est débrayée, ce qui supprime tous risques d'accidents.

#### *Organisation du travail.*

Le travail s'exécute en trois équipes successives. Le poste du matin, après avoir enlevé le charbon havé et déjà fortement fissuré, effectue un boisage provisoire. A 14 heures, tout le charbon doit être évacué. Les ouvriers préposés au havage préparent immédiatement leur machine et commencent à la faire descendre dès que les abatteurs quittent la taille. Normalement, il faut environ 1 heure pour que la haveuse parvienne au bas de la taille.

La barre est alors introduite dans le vif thier et le havage commence en montant, à l'allure de 20 mètres à l'heure environ. Les ouvriers haveurs précèdent la machine et enlèvent le faux-mur, qu'ils jettent au remblai. Un boiseur prépare le passage en modifiant la position des étais qui pourraient entraver la marche de la haveuse. A l'arrière, d'autres ouvriers boisent définitivement la havée.

Pendant que s'effectuent ces différentes opérations, les manœuvres font le remblai, en se servant des couloirs à secousses pour le

transport des pierres. Ils commencent par le bas de la taille et, au fur et à mesure que monte le remblai, ils enlèvent les éléments du transporteur qu'ils font passer dans la havée où la machine a passé. C'est là qu'ils seront installés par le poste de nuit. Ce dernier creuse le mur à l'endroit où doit se caler le moteur à air comprimé des couloirs et dès que celui-ci est en place, il assemble les couloirs en descendant. Lorsque l'installation est en ordre de marche, les mêmes ouvriers complètent le remblai commencé par le poste précédent.

Les bosseyements se font pendant les deux derniers postes.

### **Charbonnages des Liégeois en Campine.**

#### **Charbonnages de Winterslag.**

#### **Charbonnages de Beeringen.**

#### **Graissage et nettoyage des câbles métalliques ronds à l'air comprimé.**

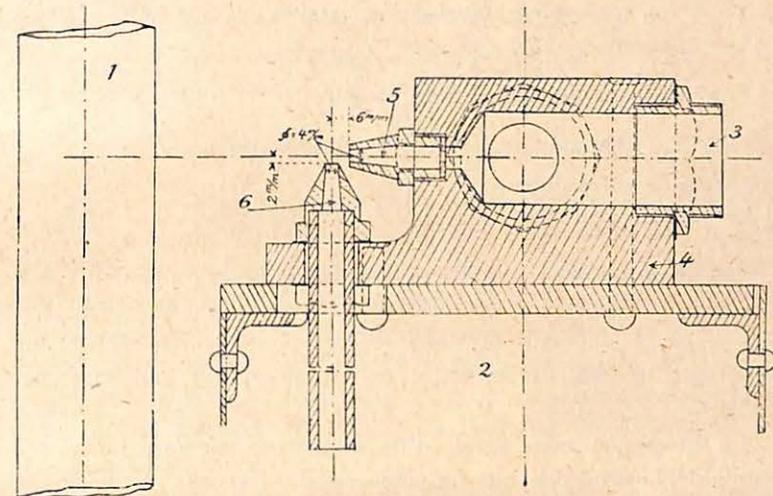
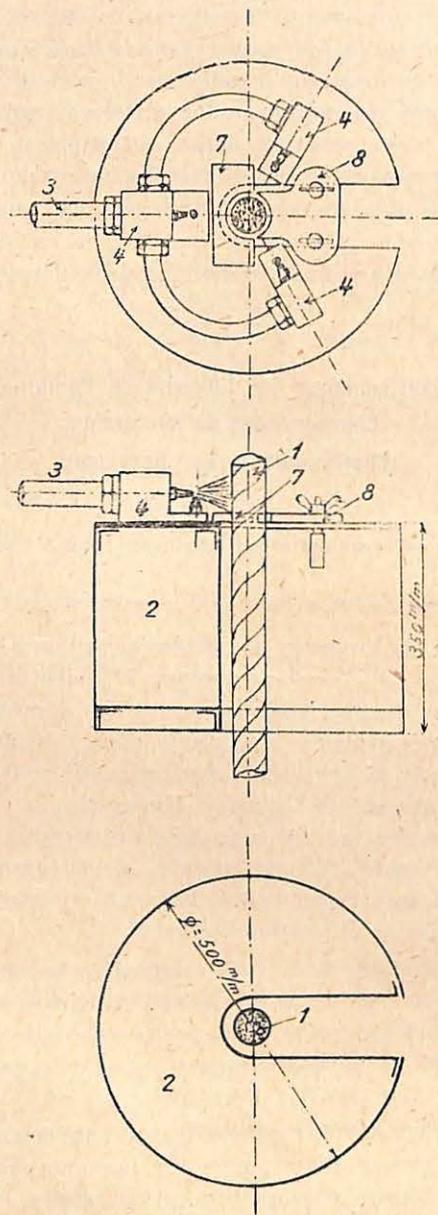
M. l'Ingénieur MEYERS m'envoie, à ce sujet, la note suivante.

Le dispositif de graissage des câbles métalliques décrit dans le tome XXV des *Annales des Mines* par M. Libotte, Ingénieur en Chef-Directeur du 3<sup>m</sup> Arrondissement des Mines, à Charleroi, s'appliquait spécialement aux câbles plats, quoique cependant cette note donnât la description d'un appareil pour câbles ronds, extraite de la *Revue de l'Industrie Minérale*.

L'Association des Industriels de Belgique a décrit dans son bulletin paru en l'année 1924, un appareil de nettoyage et de graissage des câbles par l'air comprimé, basé sur le même principe mais dont la construction diffère notablement.

*Description de l'appareil.* — L'appareil (voir croquis ci-après) se compose d'une cuve de 45 litres environ de capacité, destinée à contenir l'huile de graissage. A la partie supérieure de cette cuve sont fixés trois supports d'ajutage convergeant sous un angle de 120°.

Ces ajutages horizontaux ou souffleurs d'air comprimé ont une forme conique et sont réunis entre eux par un tuyau d'accouplement, communiquant avec un robinet branché sur une canalisation d'air comprimé.



- |                            |                               |
|----------------------------|-------------------------------|
| 1. Câble.                  | 5. Souffleurs d'air comprimé. |
| 2. Réservoir.              | 6. Aspirateurs d'huile.       |
| 3. Arrivée d'air comprimé. | 7. Guide fixe pour câble.     |
| 4. Supports d'ajutage.     | 8. Guide mobile pour câble.   |

Sous chaque tuyère à air se trouve une tuyère à huile disposée verticalement.

La dépression produite par le jet d'air comprimé aspire l'huile et la projette contre le câble.

Une échancrure dans le réservoir permet l'introduction du câble dans l'axe de l'appareil. Au-dessus du réservoir sont fixés des guides, dont l'un est amovible, destinés à maintenir le câble dans l'échancrure.

Avant d'être huilé, le câble doit être nettoyé. Le même appareil servira à cet effet, par le soufflage exclusif d'air comprimé. Le type primitif de l'Association des Industriels de Belgique comprenait un système de nettoyage par brosses métalliques, qui fut dans la suite considéré comme superflu.

Généralement l'appareil est placé au niveau de la recette supérieure, où l'air comprimé est amené par une tuyauterie fixe, branchée sur la tuyauterie du fond.

Le graissage des câbles se fait tous les quinze jours. Le mélange, chauffé à 70°, a des compositions variables suivant le charbonnage où l'appareil est employé.

Voici quelques renseignements pratiques obtenus sur l'emploi de cet appareil dans les sièges de Campine :

*Charbonnages des Liégeois.* — La composition du mélange est de :

29 litres de cylindrine,  
25 litres de colza épuré,  
1 kgr. 1/2 de graphite.

Ces quantités sont nécessaires pour deux câbles ronds de 60 millimètres de diamètre et une profondeur d'extraction de 840 mètres. Le graissage s'effectue en deux cordées pour chaque câble : une montante et une descendante; on estime qu'un seul parcours suffira.

La vitesse de marche est d'un mètre par seconde. La durée totale de l'opération pour un câble est de 2 heures, y compris le placement des appareils et le nettoyage, qui se fait à la brosse et à l'appareil à graisser, ce dernier marchant à vide d'huile.

Actuellement, le graissage d'un câble coûte 190 francs environ, alors qu'avant l'emploi de l'appareil, il coûtait 265 francs, si on employait la graisse Stauffer, et 212 francs, avec l'emploi de l'enduit spécial pour câbles, appliqués l'un et l'autre à la brosse.

*Charbonnages de Winterslag.* — Le mélange se compose de 16 litres de cylindrine et 9 litres de colza. L'adjonction de graphite a été supprimée.

Pour un câble de 60 millimètres de diamètre et une profondeur de 600 mètres d'extraction, on consomme 25 litres de mélange. La durée de l'opération, non compris le placement des appareils, est de 20 à 25 minutes, correspondant à la durée de deux cordées à la vitesse de translation du personnel.

*Charbonnages de Beeringen.* — La durée du graissage est d'une heure pour un câble de 65 millimètres et 789 mètres de profondeur. Le lubrifiant, de provenance allemande, est spécial pour câbles d'installations Koepe. La quantité employée est de 40 kgr.

### Charbonnages de Limbourg-Meuse. Charbonnages André-Dumont.

#### Essai d'une pelleteuse mécanique à air comprimé.

Il a été prétendu qu'en Belgique, la technique des mines ne s'inspirait pas suffisamment des méthodes américaines en vue des réductions de la main-d'œuvre, et qu'il y restait beaucoup à apprendre et à appliquer dans le domaine de l'emploi des moyens mécaniques. Il convient de montrer, quand l'occasion s'en présente, qu'une opinion aussi absolue n'est pas exacte et de prouver que ce qui est possible et avantageux dans les gisements américains peut ne pas l'être dans les nôtres, avec les méthodes d'exploitation qu'ils imposent.

L'insuccès relatif des essais de pelletage mécanique tentés non seulement aux Charbonnages de Limbourg-Meuse par la firme Foraky, mais même à ceux d'André Dumont, prouve qu'il en est bien ainsi et que l'opinion défavorable émise quant à l'esprit d'initiative de nos exploitants est loin d'être justifiée.

N'ayant été avisés que tardivement des essais entrepris dans les Charbonnages du Limbourg belge, nous n'avons pu y voir l'engin en fonctionnement. Grâce à l'obligeance de M. Lenders, Ingénieur principal à la Société Foraky, M. l'Ingénieur Meyers et moi-même nous avons pu l'examiner au nouveau siège en préparation des Charbonnages de Laura et Vereeniging, à Heerlen (Limbourg hollandais).

M. Lenders m'a très aimablement fait parvenir la note suivante sur le mode de construction et de fonctionnement de l'appareil ainsi que les croquis schématiques reproduits ci-après :

« La pelleteuse Armstrong est un outil destiné à charger les déblais provenant du minage lors du creusement des bouvaux.

Pour pouvoir être reculé lors du tir des mines et suivre le front au fur et à mesure de l'avancement, l'engin est monté sur un châssis en acier coulé, supporté lui-même par deux trains de roues. A la partie postérieure, ce châssis porte deux mâchoires qui permettent de fixer l'appareil aux voies pendant le travail. A l'avant se trouve une butée en forme de secteur de circonférence permettant de déplacer latéralement la pelleteuse tout en laissant en place le châssis et d'enlever ainsi les déblais sur une largeur de 3 mètres.

Le travail de la pelleuse imite le plus fidèlement possible le chargement à la main. Elle a donc trois mouvements à exécuter : 1) mouvement d'enfoncement de la pelle dans le tas de déblais; 2) relevage de la pelle remplie de pierres; 3) déchargement de ces pierres dans une berline placée derrière la pelleuse.

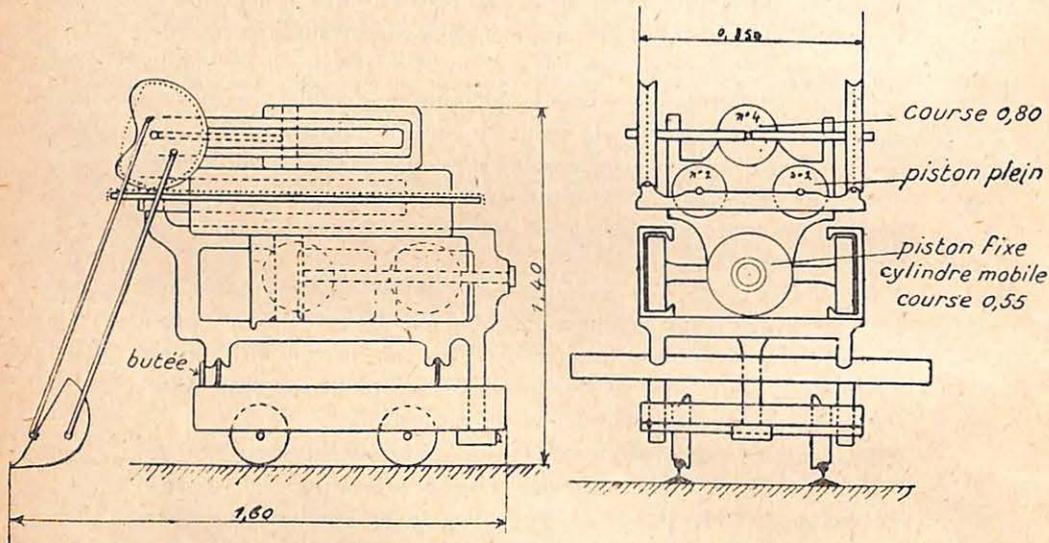


FIG. 1. — Machine au repos.

Le châssis supporte la plateforme de la machine. Celle-ci est mobile autour d'un solide pivot placé à l'arrière; elle repose simplement à l'avant par deux galets roulants sur le secteur du châssis. Le pivotement s'obtient par le mouvement d'une manivelle tendant dans un sens ou dans l'autre une chaîne fixée à la plateforme.

La plateforme porte : 1) sur chaque côté, un chemin de roulement sur lequel peut se déplacer par un roulement à galets le corps supérieur de la machine; 2) un piston fixe dont la tige est reliée invariablement à la plateforme. Le cylindre est solidaire du corps de la machine et, suivant qu'on admet de l'air comprimé sur la face avant ou arrière du piston fixe, le cylindre, et par conséquent tout le corps supérieur de la machine, se déplace vers l'avant ou vers l'arrière en roulant sur le chemin de roulement de la plateforme.

Le corps de la machine comporte quatre cylindres, les tiroirs et leviers de commande, deux cames latérales supportant elles-mêmes la pelle. Tout ce corps se déplace donc d'arrière en avant, comme nous l'avons vu, sous l'action de l'air comprimé, sur une des faces du piston d'un premier cylindre inférieur.

Au-dessus de celui-ci se trouvent deux autres cylindres dont les tiges sont réunies entre elles par un arbre sur lequel sont fixées, outre deux crosses, deux cames portant la pelle elle-même par une attache en parallélogramme. Autour des cames sont enroulés des câbles en acier, fixés à l'arrière de la machine, de façon que par le mouvement en avant des deux pistons, lequel se produit au moment de l'enfoncement de la pelle dans les déblais, les cames doivent tourner de  $70^\circ$ , amenant la pelle à travers le tas de déblais à la position horizontale. Grâce à la fixation par parallélogramme, la pelle ne verse pas.

Au-dessus des deux pistons précédents, se trouve un quatrième piston. Le mouvement en arrière de celui-ci fait tourner les cames et la pelle, de  $140^\circ$ , de façon à faire basculer la pelle par-dessus la machine entière et à lancer le contenu dans le wagonnet placé derrière la machine.

Il y a donc comme manœuvres successives quand la pelleuse a été amenée devant un tas de déblais et a été fixée aux rails :

1° ouvrir le tiroir d'admission d'air sur la face avant du piston inférieur, de façon à faire avancer tout le mécanisme et enfoncer la pelle dans les déblais;

2° ouvrir l'admission d'air sur la face arrière des deux pistons qui font tourner les cames de  $70^\circ$  au moyen des attaches des câbles et amènent ainsi la pelle à la position horizontale;

3° ouvrir l'admission d'air sur la face avant du piston supérieur. Celui-ci reculant, entraîne les cames et la pelle, par une rotation de  $140^\circ$ , à la position de déchargement.

Les leviers de manœuvre et les organes de distribution d'air sont connectés et étudiés de telle manière que si l'on ouvre l'admission au piston supérieur, l'air est admis également sur la face arrière du piston inférieur fixé de façon que tout le mécanisme recule. Le mouvement de recul est achevé avant que la pelle soit arrivée à sa position de déchargement.

Les croquis ci-après montrent les diverses phases du travail.

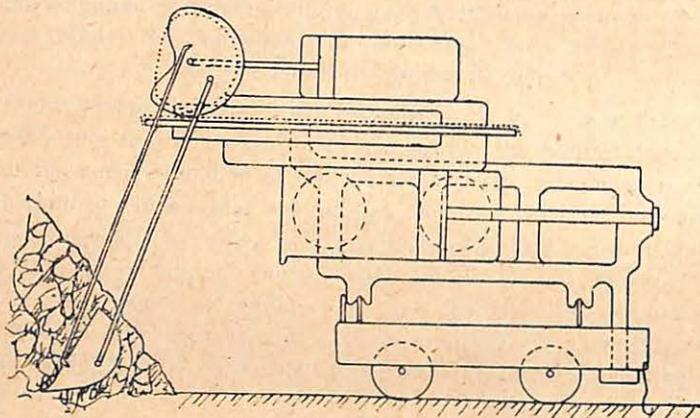


FIG. 2. — Premier mouvement.

La partie mobile supérieure s'est avancée de 0m,55.

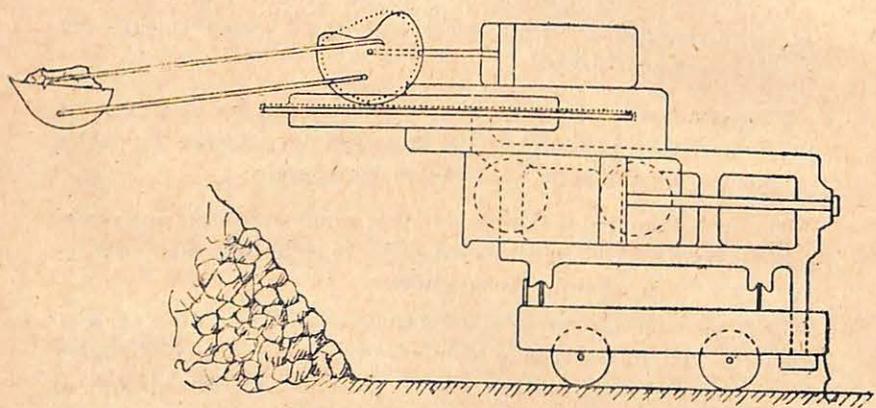


FIG. 3. — Deuxième mouvement

Les deux pistons du milieu font pivoter la pelle de 70°.

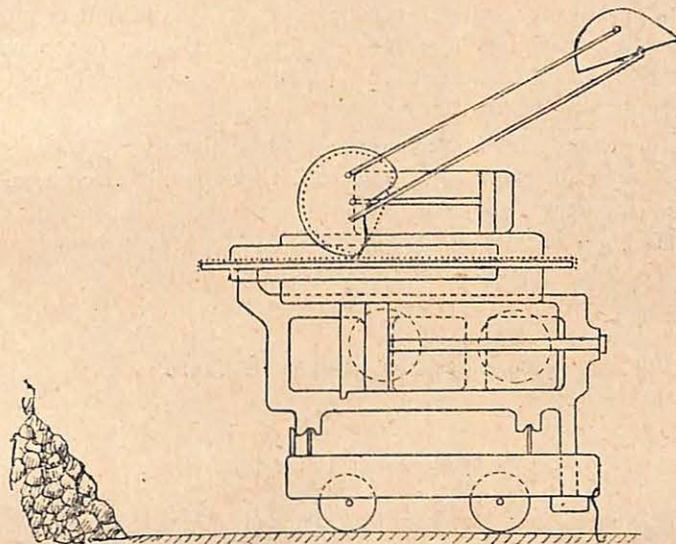


FIG. 4. — Troisième et quatrième mouvements

Recul de l'ensemble par l'action du cylindre inférieur; par l'action du cylindre supérieur, la pelle décrit un arc, tout en reculant.

J'ajouterai que le mécanisme est simple et robuste. Le poids complet de l'engin est de 2.500 kgr. Il consomme à la minute 7 mètres cubes d'air à la pression de 5 kilos.

La machine qui n'est restée que quelques semaines à l'essai aux Charbonnages André Dumont, différait quelque peu de celle essayée aux Charbonnages de Limbourg-Meuse.

Dans ces deux charbonnages, comme dans celui de Laura, elle n'a été employée que dans des boueaux de 2<sup>m</sup>,40 de hauteur et 3 mètres de largeur. Elle a pu charger à l'heure, aux Charbonnages de Limbourg-Meuse, 20 wagonnets de 800 décim<sup>3</sup> et à Laura, 25 wagonnets de 650 décim<sup>3</sup>.

L'insuccès aux Charbonnages de Limbourg-Meuse a été dû d'abord à des circonstances spéciales : mauvais terrains dans lesquels le creusement subissait de longues interruptions nécessitées par le bétonnage, et ensuite, comme aux Charbonnages André Dumont, à ce que dans de telles excavations, de section relativement faible, la quantité de déblais à enlever n'est pas suffisante pour permettre une utilisation à peu près continue et désirable de

l'appareil qui exige un personnel spécial. Le travail doit être trop souvent interrompu non seulement pour le retrait et la remise en place de la machine après chaque tir, mais pour la confection du boisage de soutènement.

Actuellement, les inconvénients sont analogues à la mine de Laura, mais on compte bientôt utiliser l'appareil au creusement d'une importante salle de pompes, où l'on espère obtenir des résultats plus satisfaisants.

### Carrières souterraines de Canne.

#### Éboulement du 11 mai 1926.

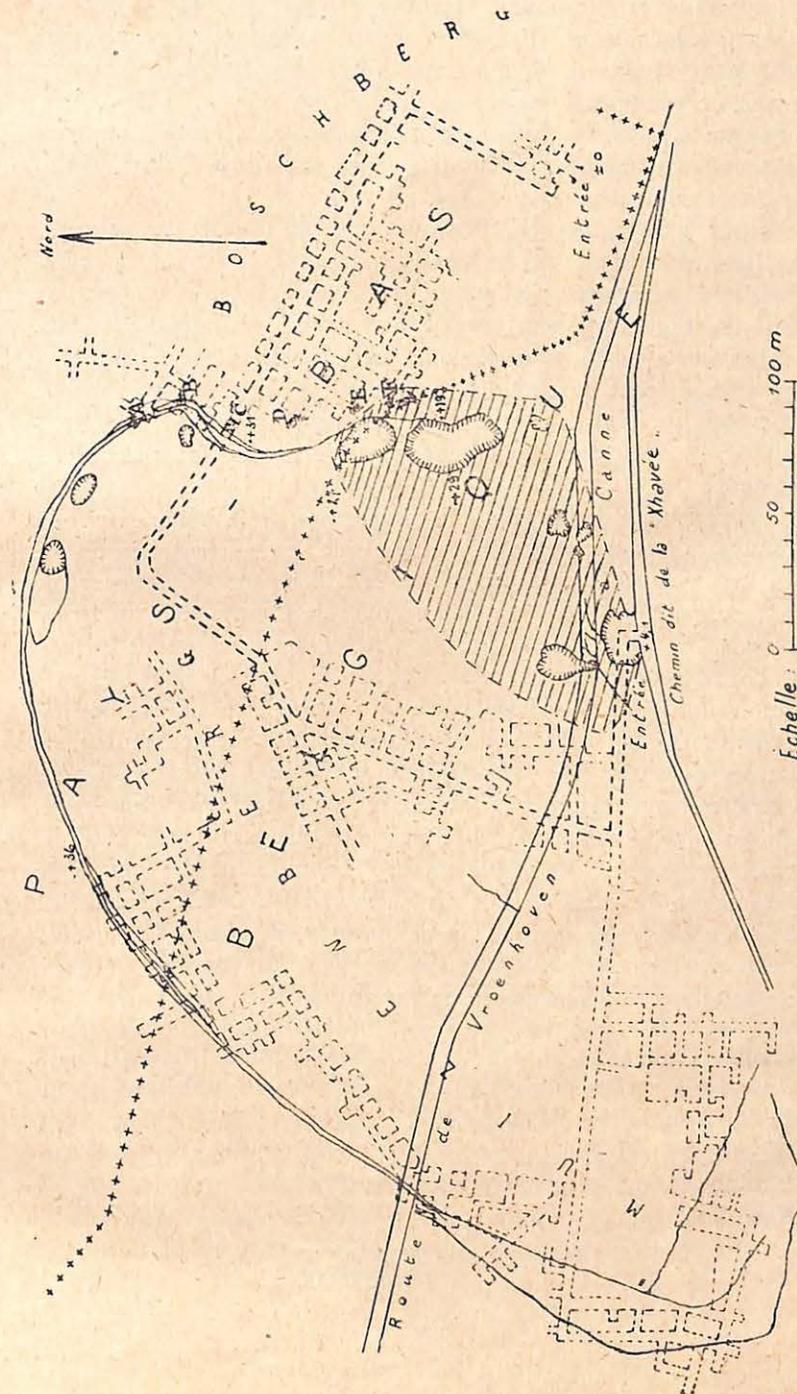
Cet accident a eu par son imprévu, autant que par son importance, un certain retentissement. Je crois devoir en noter ici les particularités intéressantes.

Le mot éboulement ne rend pas exactement compte de l'ensemble du phénomène sans précédent, qui s'est produit à la carrière dite du Muysenberg et qui a coûté la vie à cinq personnes — dont deux sont restées ensevelies sous les éboulis — et des blessures à cinq autres : le mot effondrement serait plus exact.

La carrière du Muysenberg, ainsi appelée parce qu'elle s'est développée sous la colline de ce nom, n'est qu'une des nombreuses exploitations de tuffeau maestrichtien, entreprises depuis des siècles dans l'Enclave de Maestricht et tout le long du bord sud-ouest de celle-ci jusque sur le territoire des communes d'Eben-Emael et de Sichen-Sussen-Bolré.

L'exploitation s'y pratiquait, comme partout aux environs, par galeries et piliers abandonnés sur la hauteur de 6 à 8 mètres de la tranche la plus favorable de la roche, comprise entre deux tranches plus dures mélangées de silex. Une galerie principale de transport part de l'entrée de la carrière. Des galeries latérales sont creusées de part et d'autre de la galerie principale, irrégulièrement, suivant les facilités ou la fantaisie des particuliers qui l'entreprennent.

La carrière du Muysenberg offrait cette particularité qu'alors que l'entrée se trouvait sur territoire belge (voir le plan réduit



ci-après) et qu'elle n'était exploitée que par des Belges, l'exploitation, au cours des dernières années, s'était faite en majeure partie sur territoire hollandais à l'insu des autorités de ce pays, armées cependant d'une réglementation sévère.

Grâce à cette circonstance et parce que la nécessité n'en avait jamais paru urgente, la surveillance de cette exploitation n'était que très sommaire.

Il est à noter que si l'entrée des hommes et celle des véhicules se faisaient à flanc du Muysenberg, la sortie des seconds s'effectuait par des galeries communiquant avec l'entrée d'une carrière dite du Boschberg, entièrement située sous territoire hollandais.

Les blocs de tuffeau, découpés par un travail très simple en gradins, à front des galeries, sont employés comme matériaux de construction dans la région environnante, principalement en Hollande, et sont directement vendus par le producteur au consommateur.

La résistance de la roche à la compression varie d'une carrière à l'autre. D'essais récents, il résulte que cette résistance est de 14 kgr. par centimètre carré pour le tuffeau du Muysenberg, de 18 kgr. pour celui d'une autre carrière de Canné, celle du Driesberg, et de 28 kgr. pour un bloc extrait des carrières de Sichen.

Le découpage des blocs par havage d'abord et sciage ensuite donne une quantité considérable de poussière de tuffeau que les exploitants ont laissée derrière eux, accumulée sur une hauteur de plusieurs mètres. Ces déchets font actuellement dans les diverses carrières de la région, au profit de nos voisins, l'objet d'une réexploitation plus importante que l'exploitation proprement dite des blocs. Ce produit est utilisé pour l'amendement des terres, la fabrication du verre et celle du ciment. Il est assez remarquable, en effet, que cette matière, communément appelée sable, ne renferme pas la moindre proportion de silice. Une analyse qui en a été faite a révélé la composition suivante :

Chaux (CaO) . . . . .	55,030	} en CaCO <sup>3</sup> (carbonate de calcium) 98,60
Anhydride carbonique (CO <sup>2</sup> ) . . . . .	43,570	
Fer et Aluminium (FeO-Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup> ) . . . . .	0,498	
Magnésium (MgO) . . . . .	0,306	
Insolubles dans les acides . . . . .	0,240	
Non dosé. . . . .	0,356	

100,000

A une époque très ancienne, dont le souvenir n'a même pas été conservé, une exploitation supérieure beaucoup moins étendue que la carrière moderne, avait été pratiquée dans le Muysenberg, au nord-est de l'entrée et au niveau de celle-ci, dans une bande de tuffeau de 3 à 4 mètres d'épaisseur, séparée de la bande principale par une intercalation plus résistante dite « tawe », de 1 mètre à 1<sup>m</sup>,50. Aucun plan n'existait de cette exploitation, qui, d'après les déclarations, est limitée à la zone hachurée au plan. Aucune garantie n'existe que les piliers de la carrière inférieure avaient été laissés en correspondance avec ceux de l'exploitation supérieure, quoique certains aient prétendu que l'on avait eu soin de se repérer d'un niveau à l'autre, à l'aide de forages.

Dans les anciennes chambres supérieures avait été établie la culture de champignons de M. L. Poswick, devenue très fructueuse dans les derniers temps... grâce à la prime du florin.

Les fronts d'exploitation en activité dans la carrière inférieure étaient localisés sur les extrémités de la galerie avançant au nord du Boschberg. Un seul chantier était en activité sous territoire belge. Les exploitations des déchets étaient disséminées.

Auparavant, on avait bien eu à divers endroits des éboulements dus soit au détachement de parties de piliers, soit à des percements localisés du plafond séparant les deux carrières.

Mais la veille de l'accident, la rumeur courait dans le village que des mouvements inusités accompagnés de chutes de parties de roches s'étaient manifestés dans la carrière. Le soir, M. Poswick fit la visite des galeries qui l'intéressaient. Le bourgmestre de la localité, à qui incombait la police de la carrière, n'eut pas connaissance de ces signes inquiétants.

Le 11 mai, vers 7 heures du matin, alors que plusieurs ouvriers et charretiers avaient déjà pénétré par l'entrée du Muysenberg pour enlever, au plus vite, des blocs préparés, le contremaître de la champignonnière se trouvait avec les six ouvriers sous ses ordres, dans un réduit maçonné voisin de l'entrée. Ils entendirent, venant de l'intérieur de la carrière, « comme un bruit de tonnerre ». Moins d'une minute après, ce bruit devint tout à coup d'une violence extrême et fut accompagné d'une secousse, véritable tremblement de terre, disent les habitants de la commune qui le percurent. Une chasse d'air sous pression culbuta et projeta contre le talus du chemin les sept hommes dont deux furent tués.

Des six hommes qui se trouvaient dans l'exploitation, deux purent s'enfuir à temps et prévinrent en passant deux de leurs compagnons qui, ne croyant pas le danger imminent, voulurent achever leur chargement de blocs et restèrent ensevelis avec charrette et cheval. Quant aux deux autres qui s'enfuyaient, ils furent violemment projetés en avant par la force de l'air; l'un put se relever indemne, mais l'autre fut retrouvé mortellement blessé.

Ce qui devait surtout frapper les visiteurs accourus en foule sur les lieux pour se rendre compte des effets de la catastrophe, c'était, à côté des traces de poussière qui s'étaient déposées sur une surface de près d'un hectare en avant de la carrière, la projection de blocs ayant fait partie de constructions édifiées au voisinage de l'entrée, de poutres, d'objets divers et de fragments de la montagne elle-même, les dégâts subis par la route de Vroenhoven à Canne, interrompue par des effondrements, des cassures, affectée de renflements et de défoncements atteignant jusque 1<sup>m</sup>,50, puis le cercle de cassures normales ou d'affaissements plus ou moins nombreuses et d'une ouverture atteignant jusque 0<sup>m</sup>,80, entourant, du Sud-Ouest au Nord-Est, toute la zone effondrée, et le long de la partie est et nord-est de cette zone, de vastes gouffres dont l'un contenait, renversé, un arbre de grandes dimensions.

La zone affectée sur territoire belge s'étend sur quatre hectares, et au delà de la limite du pays, sur 1 hectare 55.

La visite intérieure que l'on pouvait faire en pénétrant par l'entrée du Boschberg restée intacte et par la galerie y aboutissant ne permettait guère que de constater aux points A, B, C, D, E et F, des talus d'éboulement avec percée du toit du tave au-dessus des talus. Entre les points C et D s'étendait une grande excavation. C'est au-dessus de l'éboulement C, dans la galerie principale, que l'on a, le jour même, entrepris le creusement d'une galerie à la recherche des deux victimes restées ensevelies, dans l'espoir qu'elles auraient pu être renfermées entre deux éboulements. Cet espoir fut vain et l'on dut s'arrêter après plus d'un mois d'un travail très pénible, qui ne put être terminé que grâce à la bonne volonté des autorités hollandaises et aux secours pécuniaires de la Croix-Rouge de ce pays.

Au cours de ces recherches, on a pu constater que des piliers s'étaient rompus et avaient basculé vers l'intérieur des galeries.

Les effets violents produits par la poussée d'air qui avait accompagné l'effondrement firent un moment croire à l'intervention de

matières explosives. Aucune constatation ou déclaration ne vint corroborer cette hypothèse, d'ailleurs infirmée par le fait de signes précurseurs de la veille. La soudaineté de l'extension prise par le phénomène reste néanmoins incroyable.

Il a fallu pour les mêmes raisons abandonner l'hypothèse d'une secousse sismique qui, au surplus, aurait dû faire aussi sentir certains effets dans les carrières du voisinage.

La cause de l'éboulement qui, une fois commencé, s'est étendu de proche en proche, englobant tous les points faibles des excavations par suite de l'ébranlement produit, ne peut donc être trouvée que dans le fait d'une résistance moins grande de la roche exploitée aux abords de la limite (14 kgr. à la compression contre 28 à Sichen) et dans le fait certain que les piliers de soutien avaient été, en certains endroits, entamés de façon à rendre leur résistance insuffisante.

Pour l'ensemble de la partie éboulée, la proportion entre les massifs résistants que représentaient les piliers et les vides créés par les galeries, est de 42 pour cent.

Un calcul facile montre qu'en admettant pour la roche une densité de 2, une épaisseur de 30 mètres de terrains surplombant, pesant de tout leur poids, suffit pour que la limite de résistance de 14 kgr. par centimètre carré soit atteinte. Or, cette épaisseur atteint 38 mètres sur le pourtour de l'effondrement.

## CHRONIQUE

---

### Les chaudières à vapeur aux Etats-Unis

---

Compte-rendu de mission du Dr-Ing. F. Munzinger,  
résumé dans la revue *Gluckauf* (n° 39 du 26-9 1925).

---

*Traduction par HECTOR ANCIAUX, Secrétaire de la Commission  
consultative permanente pour les appareils à vapeur, à Bruxelles.*

---

L'auteur bien connu de l'ouvrage « Grosses chaudières américaines et allemandes », le Dr-Ing. Friedrich Munzinger, de Berlin, a entrepris, au début de 1925, un voyage aux Etats-Unis d'Amérique, à la demande de l'Association des ingénieurs allemands et de l>Allgemein Electricität's Gesellschaft, afin de se rendre compte de visu de l'état actuel de la production et de l'utilisation de la vapeur dans ce pays. Il a fait part de ses impressions et constatations dans une communication à l'Association des ingénieurs allemands, à l'occasion d'une assemblée générale tenue à Augsburg le 10 mai 1925. Cette communication contient des données et des suggestions si nombreuses et si utiles, pour l'industrie minière notamment, que la reproduction de l'essentiel de son contenu paraît très opportune.

#### Les constructeurs.

Peu de firmes s'occupent de la construction des chaudières à vapeur aux Etats-Unis. Cinq grands constructeurs seulement sont à signaler à côté de Babcock et Wilcox, ces derniers fournissant 50 p. c. du nombre total des chaudières. Ces firmes rendent également service par leurs recherches scientifiques. Il n'y a pas d'entente entre elles pour régler les prix ou la vente, une telle entente étant interdite par la loi. Les prix élevés, demandés par les premières firmes, sont néanmoins admis par les acheteurs qui ont confiance dans la valeur des produits fournis.

### La construction.

Alors que précédemment il existait des prescriptions différentes pour la construction des chaudières dans les 48 états de la Fédération américaine, un nouveau code de prescriptions et règles vient d'être publié par l'American Society of Mechanical Engineers; ce code sera probablement rendu valable dans un temps rapproché dans tous les Etats-Unis.

Dans la fabrication des corps de chaudières, on met en œuvre des pressions presque doubles de celles admises en Allemagne. Les expériences de Bach et de Baumann concernant la limite admissible pour la pression de rivetage, expériences qui sont devenues la propriété commune des constructeurs et agents de surveillance allemands, sont à peu près inconnues, de même que les procédés de rivetage employés en Allemagne, le procédé Schuch (Stiftnietung) (1) par exemple. Les trous de rivets sont encore souvent poinçonnés et ensuite alésés par forage ou fraisage. On fait également à l'emporte-pièce les trous pour tubes ou bouchons dans les caisses à eau. Le tournage des fonds et de leurs sièges dans les viroles n'est effectué que par un petit nombre de firmes. La plupart des constructeurs matent les coutures intérieurement et extérieurement, mais l'un des plus importants ne le fait que du côté intérieur, afin d'empêcher les eaux alcalines de s'introduire entre les tôles. Le matage des rivures longitudinales et transversales, des fonds et des têtes de rivets est exécuté d'une manière qui laisse fréquemment à désirer. Les fonds présentent dans les congés un rayon de courbure qui est le plus souvent très petit. Nulle part on ne recuit les viroles après forage des trous. La fabrication de corps soudés paraît aussi peu connue.

Les caisses à eau sont généralement rivées. Le réservoir supérieur des chaudières à tubes d'eau n'a, la plupart du temps, que 1.200 millimètres environ de diamètre.

Dans la chaudière Edge-Moor, les ouvertures pour tampons pratiquées vis-à-vis des tubes dans les caisses à eau ont les bords emboutis afin de donner de la rigidité à la tôle. Les trous sont ovales, afin que chaque tampon puisse être aisément retiré.

Les chaudières à caisses à eau de construction ordinaire ont

(1) Procédé qui consiste à façonner en même temps les deux têtes du rivet, après que le corps de celui-ci a été introduit dans son logement.

encore souvent, même dans le cas de grilles à chaîne ou de foyers « underfeed », des conduits de fumée horizontaux, parce que les parois de séparation sont plus faciles à établir et à entretenir dans ce cas. Les entretoises creuses des caisses à eau facilitent le soufflage de ces conduits.

La chaudière à caisses à eau divisées domine parmi les chaudières à tubes obliques, par suite de la prépondérance de la firme Babcock et Wilcox, notamment pour la marine de guerre; cependant, des établissements modernes, comme la centrale de Lakeside, à Milwaukee, possèdent aussi des chaudières à caisses à eau non divisées dont la surface de chauffe atteint 1.650 mètres carrés. Les grandes centrales électriques de l'Est préfèrent toutefois le premier de ces types. Des firmes renommées autres que Babcock en ont d'ailleurs entrepris la construction. Plusieurs raisons les y ont décidées: la difficulté, sinon l'impossibilité d'arriver à de très grandes surfaces de chauffe dans le cas des grandes caisses à eau, les difficultés de manutention et de transport de celles-ci et, d'autre part, les avantages des caisses partielles pour la construction. Les chaudières des deux types possèdent un réservoir transversal supérieur comme la chaudière Babcock à forte production. L'élan donné à la construction de chaudières ainsi disposées provient surtout de la normalisation des chaudières pour les navires du type standard pendant la guerre. Les chaudières de ces navires avaient des caisses à eau rivées et un réservoir transversal supérieur; la caisse à eau d'avant était reliée à ce réservoir par un cuissard, celle d'arrière par des tubes. Plus tard, la première fut également reliée au réservoir par des tubes. La position transversale du réservoir facilitait le raccord avec le cuissard, raccord qui devait normalement être effectué chez le constructeur.

Les chaudières à caisses à eau sectionnelles peuvent être fabriquées facilement dans les plus grandes dimensions. Elles possèdent une grande élasticité; leur construction est moins coûteuse que celle des chaudières à grandes caisses; elles conviennent mieux pour l'exportation. Les caisses partielles sont fabriquées en acier coulé par certaines firmes ou, pour de très fortes pressions, en acier électrique. Les caisses en acier coulé sont soigneusement recuites. Elles présentent des renforts sur leur face interne entre les orifices pour tampons. Cette disposition est nécessaire, parce que chaque couvercle carré correspond à quatre tubes et que la paroi anté-

rieure se trouve ainsi affaiblie par la présence de grandes découpures.

Presque toutes les firmes importantes construisent, outre des chaudières à tubes inclinés, des chaudières à tubes verticaux, dont l'usage prend de l'extension; ces dernières paraissent préférées dans l'Ouest. Les grandes chaudières à tubes verticaux sont souvent doubles, surtout lorsqu'elles sont chauffées au charbon pulvérisé.

En regard des installations allemandes, les énormes chaudières des centrales américaines surprennent par leurs dimensions. Des surfaces de chauffe de 1.000 à 2.000 mètres carrés sont d'emploi général dans les installations récentes; une surface de chauffe de 2.500 mètres carrés ne provoque aucun étonnement. Les plus grandes chaudières du monde sont celles de la centrale de chauffage Cecil, à Pittsburgh. Ce sont des chaudières Babcock et Wilcox de 3.040 mètres carrés de surface de chauffe, timbrées à 13,4 atmosphères; elles comportent 51 caissons à eau et 20 rangées superposées de tubes; les foyers sont à charbon pulvérisé; elles ne possèdent pas de surchauffeur. Les corps supérieurs ont 10.300 millimètres de longueur et 1.500 millimètres de diamètre; ils sont rivés et pourvus de couvre-joints circulaires.

La dimension préférée pour les grandes centrales électriques correspond à une surface de chauffe de 1.400 à 1.800 mètres carrés. Les avantages de ces grandes unités sont l'économie dans le service, le coût moindre de l'installation et des bâtiments, la facilité de la surveillance, l'évacuation plus simple et plus économique des cendres, la possibilité de munir ces chaudières plus facilement et à moindres frais d'appareils de contrôle, et de les équiper à l'aide de foyers automatiques plus simples, plus sûrs et moins coûteux.

De telles surfaces de chauffe ne sont possibles, pour des chaudières à tubes inclinés et avec une largeur modérée de la chambre de combustion, que moyennant la superposition de nombreuses rangées de tubes longs d'au moins 6 mètres. Cette longueur est donnée aux tubes exposés sur toute leur étendue à l'action du feu; s'ils n'y sont pas exposés entièrement, la longueur peut atteindre 7<sup>m</sup>,50. Le diamètre des tubes est de 4'' dans les chaudières à faisceau incliné et de 3 ou 3 1/2'' dans les chaudières à faisceau vertical.

La crainte que la rupture d'une telle chaudière puisse être causée par des avaries minimes n'existe pas en Amérique. On

redoute également peu le risque d'une brusque explosion, pourvu que l'eau d'alimentation soit soigneusement épurée, ce qui est le cas général. Dans une usine utilisant pour la condensation une eau boueuse, le mélange sortant du condensateur était examiné toutes les demi-heures. Dans les grandes centrales, on estime que la préparation de l'eau constitue une opération d'une utilité évidente. Les chaudières modernes à haut rendement sont considérées comme des machines de grande valeur qui ne peuvent fonctionner d'une manière satisfaisante que si la conduite de l'exploitation répond à des exigences sévères.

#### Réception et surveillance.

La surveillance des chaudières aux Etats-Unis est confiée presque exclusivement à des sociétés d'assurance qui assurent et surveillent également les machines à vapeur, turbines, machines électriques, etc. La durée de l'assurance est généralement de 3 ans. Le montant de la prime s'établit suivant la surface de la grille; il y a quatre catégories limitées par les nombres de mètres carrés 7, 14 et 19; le type de chaudière n'entre pas en ligne de compte.

Les agents de surveillance effectuent trois visites par an, deux pour la vérification extérieure, la troisième, après avis préalable, pour l'examen intérieur. S'ils ont un motif sérieux, ils peuvent dénoncer l'assurance avec effet immédiat. Ces agents doivent recevoir une autorisation de l'Etat pour exercer leur office, mais sont néanmoins des employés privés. Les résultats des visites sont communiqués à l'autorité gouvernementale chargée de la surveillance, et dans ce cas cette autorité s'abstient d'exercer de son côté un contrôle. Les compagnies d'assurance attachent une grande importance à la bonne entente de leurs agents avec leurs clients et s'efforcent de montrer, par le soin qu'elles apportent dans le service de surveillance, que leur activité n'est pas exercée uniquement en vue du gain.

Une partie importante du rôle des compagnies d'assurance consiste dans la surveillance de la construction des chaudières, surveillance qu'elles exercent moins pour en retirer un profit immédiat que pour rester en contact avec les constructeurs et les acheteurs. Une des compagnies occupe à ce seul service 50 agents. Pratiquement, toute chaudière est surveillée lors de sa fabrication. La compagnie peut refuser l'assurance d'une chaudière si celle-ci

lui paraît défectueuse pour une raison quelconque. Les frais de la surveillance pendant la fabrication sont supportés par les constructeurs.

Lors de l'examen des tôles destinées à la construction des chaudières, on attache une grande importance à ce que les proportions d'impuretés ne dépassent pas les limites fixées par le « Boiler Code ».

#### Hautes pressions et surchauffe intermédiaire.

Il semble qu'on soit allé plus loin en Allemagne qu'en Amérique dans l'emploi des hautes pressions et surchauffes. Aux Etats-Unis, on peut considérer comme normes actuelles une pression de 25 à 28 atmosphères et une température de vapeur de 380°.

Le supplément de prix des installations ayant ces caractéristiques, par rapport à des installations fonctionnant à 15 ou 20 atmosphères, est peu important.

Les opinions sont partagées au sujet de l'opportunité de recourir à des pressions de 30 à 45 atmosphères. Les uns sont partisans d'un timbre de 35 à 40, parce que dans ces conditions on peut encore se passer de la surchauffe intermédiaire qui complique notablement l'installation et la rend plus coûteuse. Les autres ne veulent pas renoncer à cette surchauffe et cherchent à la simplifier en établissant, pour chaque groupe de 3 ou 4 chaudières, une chaudière spéciale à faible surface de chauffe, chaudière dont fait partie le surchauffeur intermédiaire. Ils se passent de réserve et prévoient le fonctionnement éventuel sans surchauffe pendant un certain temps. Ils attachent peu d'importance à une application économique de la surchauffe intermédiaire aux machines à condensation.

#### Chauffage au charbon pulvérisé.

La surface de chauffe totale des chaudières sous lesquelles on brûle le combustible pulvérisé en Amérique, est de 160.000 mètres carrés. Ce système est employé exclusivement par de grandes centrales électriques et on ne crée plus aucun établissement de ce genre sans examiner soigneusement s'il y a lieu d'appliquer le chauffage au pulvérisé. Cependant, il ne paraît pas probable que les grilles mécaniques soient abandonnées avant longtemps. En Amérique, on estime que l'emploi du pulvérisé est indiqué spécia-

lement dans les cas suivants : 1° pour des charbons qui ne peuvent être brûlés ou qui brûlent mal sur grilles; 2° pour des usines qui reçoivent des combustibles de qualité variable; 3° pour des installations ayant un facteur de charge élevé.

Les chambres de combustion pour le charbon pulvérisé ont une capacité double des foyers à grilles mécaniques, afin qu'une bonne combustion soit obtenue et que les maçonneries réfractaires aient une longue durée. Un grain de charbon de grosseur usuelle demande de 1 à 2 secondes pour sa combustion complète. La chambre doit donc être assez grande pour qu'un temps au moins égal à cette durée s'écoule entre la sortie du grain hors du brûleur et l'entrée en contact des gaz brûlés avec la surface de chauffe. La flamme est dirigée de manière à ne pas entrer en contact avec la maçonnerie. On tend à réduire la durée de combustion en produisant un violent tourbillonnement de la flamme.

On cherche à simplifier la préparation du combustible en installant des broyeurs individuels avec ventilateur accolé et en se passant autant que possible de sécheurs.

Les dispositifs Lopulco et Fuller sont ceux qui se répandent le plus. Les broyeurs à marche lente ne sont pas employés. Le broyeur Raymond, de la firme Lopulco, sépare le fin par courant d'air, le broyeur Fuller par courant d'air ou bien au moyen de tamis. La production maximum d'un appareil Raymond est actuellement de 15 tonnes à l'heure, mais Fuller veut arriver à produire 25 tonnes. Il y a lieu de signaler un dispositif d'alimentation automatique du broyeur Raymond : cette alimentation est réglée par une membrane qui subit les variations de pression qui se manifestent à l'intérieur de l'appareil; l'accroissement de rendement que procure ce dispositif serait de 15 p. c.

Quelques installations anciennes possèdent encore des sécheurs à charbon rotatifs chauffés par les gaz perdus; les nouvelles installations comportent des sécheurs verticaux fixes à lamelles, intercalés entre l'accumulateur de charbon brut et le broyeur, et chauffés par les gaz perdus ou plus rarement par de la vapeur d'échappement. Les sécheurs verticaux demandent peu de place, mais donnent souvent des résultats défectueux. L'effet de séchage des broyeurs est souvent plus grand que celui des sécheurs eux-mêmes. Quelques usines n'ont pas du tout de sécheur, parce qu'elles reçoivent de leurs propres mines du charbon tenant moins de

2 p. c. d'eau. D'autres n'utilisent les sècheurs qu'à certains moments. Partout, on est d'avis que ce n'est pas l'humidité totale du charbon qui importe, mais seulement l'humidité superficielle, et qu'on ne doit sécher que dans la mesure nécessaire pour éviter tout accroissement dans le transport pneumatique et pour que le charbon sorte convenablement divisé des brûleurs. Dans les usines où on ne sèche que modérément ou pas du tout, les chambres où passent les conduites d'air chargé de charbon pulvérisé doivent être chauffées de manière que la température des parois de ces conduites soit légèrement supérieure à la température de leur contenu. Les trémies à charbon pulvérisé peuvent être utilement pourvues d'un calorifuge.

Le rendement des broyeurs dépend notablement de la dureté et de la teneur en eau du charbon. Il diminue considérablement, tandis que la consommation de force motrice augmente, quand l'humidité devient plus grande. La puissance consommée est aussi influencée par le volume de l'air utilisé pour séparer le fin. Cette puissance, dans le cas de la séparation à l'air, va de 12 à 20 kwh. par tonne.

Si on tient compte en outre des installations de transport, on trouve que l'énergie absorbée par la préparation du combustible est évidemment plus élevée et atteint à Cahokia 32 kwh. par tonne et à Lakeside 24 kwh. par tonne (28 et 18 respectivement, suivant des informations plus récentes). Le nombre d'heures de fonctionnement est à Lakeside de 0,35 (0,22 suivant des informations plus récentes) par tonne de pulvérisé.

Par 5 essais effectués à Springdale avec des rouleaux broyeurs déjà usés, on a déterminé les valeurs limites ci-après pour la puissance demandée par le broyage :

Teneur en eau des charbons, % . . . . .	2,80 — 4,72
Production par broyeur . . . . .	5,04 — 7,01
Consommation d'énergie par tonne broyée :	
Broyeur : kwh. . . . .	16,3 — 17,0
Ventilateur du broyeur : kwh. . . . .	7,2 — 8,1
Total . . . . .	23,5 — 25,1

Les charbons contenaient 13 p. c. d'une cendre dure et siliceuse. D'après cela, des broyeurs Raymond pourraient traiter des char-

bons allemands en n'usant que 15 à 20 kwh. par tonne. Une usine indique comme frais de réparation des broyeurs Raymond 21 pf. par tonne, une autre 42 pf. par tonne. La remise en état complète d'un broyeur Raymond dure, avec trois ouvriers, 4 à 5 jours dans une usine, une semaine dans une autre. Cette dernière utilise le broyeur 20 heures par jour et le graisse à fond toutes les 36 heures, ce qui demande une heure. Beaucoup se plaignent de la consommation élevée en lubrifiants. Voici la durée des pièces les plus importantes, exprimée en tonnes de charbon pulvérisé, pour quatre usines différentes :

	1	2	3	4
Anneau extérieur . . . . .	19.500	60.000	30.000	22.000
Meule. . . . .	29.300	4.000	30.000	22.000
Palette rejetant le charbon . . . . .	—	17.000	—	22.000
Pointe de palette . . . . .	8.000-12.000	1.400	—	—
Roue à ailettes du ventilateur . . . . .	12.500	3.100	—	5.000

La durée dépend fortement de la nature du charbon.

Quelques usines évaluent le prix de revient total par tonne de charbon brûlé à la même valeur dans le cas de foyers à grille et dans le cas de foyers à charbon pulvérisé.

Les frais d'entretien d'une chaudière à foyer à grille « underfeed » et d'une chaudière de même grandeur chauffée au pulvérisé se décomposent comme suit :

	Underfeed Cents par tonne	Pulvérisé Cents par tonne
Grille ou brûleurs, etc. . . . .	4,44	5,39
Chambre de combustion et maçonneries . . . . .	5,29	2,19
Tirage soufflé . . . . .	0,70	2,01
Soufflage des suies . . . . .	0,05	1,14
Soupapes d'alimentation. . . . .	0,09	0,35
Soupapes et tuyauteries . . . . .	0,65	0,52
Chaudière. . . . .	5,29	3,96
Total . . . . .	16,51	15,56
Tonnage brûlé en kgs . . . . .	36.500	28.600

Ces mêmes chaudières ont donné, en 8 mois de service, les résultats ci-après :

	Underfeed	Pulvérisé
Durée de fourniture de vapeur : heures .	3.930	4.612
Durée de fonctionnement ralenti : heures	649	216
Durée totale de marche : heures . . . .	4.579	4.812
Durée des réparations : heures . . . .	1.277	1.028
Production moyenne de vapeur en kgr.		
par mètre carré et par heure . . . .	40,5	48,5
Teneur moyenne en CO <sup>2</sup> , % . . . . .	12,1	13,5
Rendement moyen % . . . . .	73,3	78,6

Les difficultés occasionnées par la maçonnerie réfractaire semblent vaincues à l'heure actuelle. Dans une usine, cette maçonnerie n'a pas dû subir de réparation essentielle depuis 1920; dans une autre, cependant, à cause de la nature de la scorie (18,5 p. c. de fer, fusion à 1100°), les parois réfractaires ne durent pas plus de 3.600 heures. — Cette durée est également faible avec les grilles mécaniques dans bon nombre de cas; dans telle usine, on doit renouveler les parois et les voûtes après 4 ou 5 mois.

Les grandes chaudières chauffées au pulvérisé font excellente impression. Leur régularité de fonctionnement est étonnante. La production de vapeur sous l'action du rayonnement des parois après arrêt de la combustion est remarquablement faible. Elle tombe, par exemple, en deux minutes, de 68.000 à 14.000 kgr. par heure et, en une minute, de 40 p. c. environ de la production normale. Après une période de 5 heures durant laquelle on a simplement maintenu la pression de marche, la production a pu remonter en 4 minutes à 50 kgr. par mètre carré et par heure. Les maçonneries des chaudières à grilles mécaniques ne pourraient pas résister à une montée aussi rapide de la combustion. Les doubles parois des installations récentes au charbon pulvérisé, dont la partie interne n'a que 200 millimètres d'épaisseur et peut se déplacer indépendamment de la partie externe, font ici preuve d'une capacité d'adaptation qu'on ne croyait pas possible.

Dans les foyers des grandes chaudières, le charbon pulvérisé s'allume encore sans difficulté après une pause de 1 à 3 heures, pourvu qu'il ne pénètre pas d'air froid dans la chambre de com-

bustion et que le registre sur la sortie des gaz brûlés soit bien fermé.

Les installations de préparation des charbons, qu'on plaçait autrefois dans des bâtiments spéciaux, sont maintenant établies le long de la salle des chaudières et n'en sont séparées que par une cloison légère, si séparation il y a.

#### Grilles automatiques.

A Calumet, les grilles à chaîne ont  $72 \times 5,4 = 39$  mètres carrés de surface. Les grilles Coxe atteignent jusqu'à 45 mètres carrés. Les grilles simples à alimentation inférieure se construisent sous des dimensions presque aussi fortes. Quant aux grilles doubles à alimentation inférieure, on y renonce. Dans le cas des grandes surfaces de grille, il semble que le maintien d'une teneur convenable en acide carbonique soit difficile, à cause de l'imperfection du mélange de l'air et des gaz. On s'efforce d'améliorer ce mélange par une disposition de voûtes appropriée, par exemple en rapprochant la voûte d'allumage et la voûte à scories et en soufflant de l'air supplémentaire à l'endroit le plus rétréci. De tels dispositifs contrarient cependant d'autres facteurs importants, notamment l'utilisation de la chaleur rayonnante.

#### Réchauffeurs d'eau utilisant la chaleur des fumées.

Les réchauffeurs en fonte ordinaires ne se rencontrent plus que dans les grandes centrales anciennes. Actuellement, on n'utilise plus que des réchauffeurs en acier forgeable. Ceux-ci consistent en tubes lisses ou bien en tubes doublés extérieurement de pièces en fonte à nervures servant à éviter le contact des fumées avec les tubes en acier et à accroître la surface de chauffe (économiseur Foster).

Les chaudières à tubes verticaux ont souvent des économiseurs du système dit intégral, construits comme les chaudières elles-mêmes. Comme l'eau d'alimentation est presque partout fournie par des évaporateurs-épurateurs et qu'elle est dégazée, on n'entend presque aucune plainte au sujet des corrosions intérieures. On nettoie les surfaces extérieures de l'économiseur à l'aide de vapeur, d'air comprimé ou de jets d'eau. Suivant la teneur en soufre du charbon, on asperge pendant la marche ou pendant un arrêt. Dans

ce dernier cas, on remplit le réchauffeur d'eau chaude avant ou immédiatement après le nettoyage, afin que l'eau d'aspersion s'évapore rapidement. Ce n'est que dans des cas peu nombreux qu'on s'est plaint d'attaques de rouille dues au nettoyage à l'eau. La suie enlevée est entraînée par l'eau dans les sous-sols destinés à recevoir les cendres. Dans une usine, on aspergeait aussi la partie inférieure de la chaudière à caisses à eau sectionnelles, mais cette pratique est très discutable.

Les réchauffeurs sont disposés soit au-dessus, soit derrière, soit sous les chaudières. Souvent, on attache de l'importance à réaliser complètement l'échange de chaleur à contre-courant. Les réchauffeurs surélevés demandent des bâtiments très hauts et coûteux.

#### Réchauffeurs d'air.

Beaucoup d'attention est donnée à la question du chauffage préalable de l'air, mais une grande expérience n'est pas encore acquise dans ce domaine et il y a peu de réchauffeurs d'air en service. La température de l'air à la sortie de ces appareils est en général de 70° à 110°. Ils ne permettent pas seulement d'utiliser la chaleur des gaz perdus, mais provoquent une combustion plus complète et augmentent la teneur en acide carbonique des gaz. Leur utilité est surtout grande dans les installations faiblement chargées.

#### Surchauffeurs dans le foyer.

Les surchauffeurs recevant la chaleur rayonnée et non plus seulement la chaleur transmise par contact, appareils qui sont complètement inconnus en Allemagne, sont déjà très répandus en Amérique. Ils sont généralement établis dans la paroi arrière du foyer. Leur nettoyage se fait au jet de vapeur. Les chaudières de 1.650 mètres carrés de Lakeside sont pourvues de tels surchauffeurs de 41 mètres carrés de surface seulement, mais recevant 90.000 à 130.000 calories par mètre carré et par heure. Les avantages de ces appareils sont la suppression de la résistance au tirage, la facilité d'établissement de la chaudière, le peu d'encombrement, la préservation ou la suppression d'une partie de maçonnerie réfractaire et la possibilité d'augmenter la surchauffe dans le cas d'anciennes chaudières pourvues de surchauffeurs par contact trop petits.

#### Autres moyens d'utilisation du rayonnement du foyer.

La caractéristique la plus marquante de la tendance américaine actuelle en matière de foyers de chaudières est le remplacement des parois maçonnées des chambres de combustion par des surfaces de chauffe. Dans cette voie, on est passé du surchauffeur décrit ci-dessus à la grille refroidie pour étonner les scories dans les foyers à charbon pulvérisé, puis aux tubes à eau établis dans la paroi arrière et, plus tard, dans les parois latérales des foyers. A ces foyers « refroidis », on attribue les avantages suivants : 1° abaissement de la température de la chambre de combustion ; 2° suppression ou préservation de maçonneries ; 3° accroissement de la surface de chauffe active ; 4° réduction des pertes par rayonnement.

L'aire des cendriers est souvent pavée à l'aide d'éléments creux dans lesquels passe une fraction (15 à 20 p. c.) de l'air comburant.

#### Chauffe automatique.

Le réglage automatique de l'arrivée du combustible en raison de la consommation de vapeur est fréquemment réalisé, surtout dans les chaufferies à charbon pulvérisé. Pour modifier l'avancement de la grille, le tirage, la pression de l'air soufflé, etc., on utilise des dispositifs actionnés par moteurs auxiliaires mûs par l'eau, l'air comprimé ou l'huile. Les régulateurs Bailey sont électriques et agissent sous l'effet de la pression dans la chaudière. Les enregistreurs Bailey sont très répandus ; ils donnent sur la même feuille la consommation de vapeur et le volume des fumées.

On règle l'appareil de manière que, lorsque la combustion est bien conduite, les deux diagrammes coïncident à peu près. Une divergence trop marquée indique donc que la combustion est mal réglée. Les appareils de contrôle et les régulateurs automatiques sont très chers et demandent une surveillance éclairée. Ils coûtent donc relativement plus dans le cas de petites chaudières. Les régulateurs américains ont atteint un degré de perfectionnement tel que, dans un avenir rapproché, les grandes chaufferies, surtout celles utilisant le charbon pulvérisé, fonctionneront automatiquement de la manière que fonctionnent actuellement les moteurs.

#### Recherches scientifiques concernant les chaudières.

Les chaudières du type standard ont fait l'objet de recherches sur la circulation de l'eau aux différents régimes de charge. Ces

recherches ont établi que pour une certaine charge, le sens de la circulation s'inverse dans la 7<sup>e</sup> rangée de tubes. Ce phénomène était déjà connu par des publications allemandes et on en avait tiré la conclusion, en Allemagne, que le nombre de rangées de tubes inclinés ne doit pas dépasser 7 ou 8. En Amérique, au contraire, on ne voit aucun inconvénient à pareille inversion; on estime qu'elle permet une double circulation, l'une par le réservoir supérieur, l'autre par les tubes supérieurs.

En Amérique, on étend souvent les cloisons dirigeant les gaz sur la plus grande partie possible du faisceau tubulaire, pour éviter les « coins morts », obtenir une grande vitesse du gaz et leur faire balayer le mieux possible la surface du faisceau tubulaire. Le parcours des gaz est ainsi rendu très long et l'utilisation de la surface de chauffe de la chaudière et du réchauffeur d'eau est excellente, mais la perte de charge s'élève jusqu'à 175 millimètres d'eau (quand la vaporisation est de 60 à 70 kgr. par mètre carré et par heure). Le D<sup>r</sup> Hans Thoma a, en Allemagne, traité à fond cette question et montré que, dans certains cas, la meilleure solution était de consentir à de telles résistances et d'appliquer le tirage artificiel. La perte de charge aux points de changement de direction et de section reste en tous cas la même et doit être réduite autant que possible.

Les sections des tubes de communication entre les réservoirs supérieurs des chaudières à tubes verticaux sont souvent insuffisantes. Pour y remédier, une firme relie une partie des tubes du faisceau antérieur au deuxième réservoir. Une autre, dans le même but, n'établit qu'un seul réservoir.

#### Résultats d'exploitation.

*Crevasse aux rivures* : Les fissures dans les assemblages par rivets sont aussi connues en Amérique que chez nous. Elles se produisent aussi bien sur les chaudières à tubes inclinés que sur les chaudières à tubes verticaux, sur les rivures à couvre-joints que sur les rivures à recouvrement, sur les rivures longitudinales que sur les coutures transversales et les assemblages des fonds. En Allemagne, la cause en est attribuée à la mauvaise qualité des matériaux ou bien à une exécution défectueuse, ou encore à une faute dans l'utilisation de l'appareil. En Amérique, on a également étudié d'une façon approfondie l'influence possible de l'eau

d'alimentation. Quelques chercheurs sont arrivés à la conclusion que la soude en solution peut exercer un effet très nuisible sur les matériaux des chaudières. Cependant, cette idée est controversée aussi bien en Amérique qu'en Allemagne. La question n'a d'ailleurs pas autant d'importance pour le second que pour le premier de ces pays, car en Allemagne il n'existe pas d'eau alcaline naturelle dans les régions industrielles et un enrichissement en soude du contenu d'une chaudière ne peut résulter que des opérations d'épuration artificielle; on l'évite facilement par une surveillance attentive.

Le danger des rivures à simple recouvrement est reconnu en Amérique depuis longtemps et l'interdiction en a été proposée. Le nouveau Boiler Construction Code de 1924 ne les admet plus que pour des corps cylindriques de moins de 900 millimètres de diamètre soumis à une pression inférieure à 7 atmosphères.

*Personnel et frais d'exploitation*: le tableau reproduit à la fin de cet article donne une vue d'ensemble des résultats d'exploitation, du personnel nécessaire et d'autres caractéristiques importantes de l'exploitation pour 13 centrales électriques américaines et 5 centrales électriques allemandes. Par suite du petit nombre d'établissements considérés, les données de ce tableau doivent être appréciées avec prudence, cependant elles montrent l'économie de main-d'œuvre obtenue par l'emploi de grandes unités, par la mécanisation très avancée et par l'application de procédés d'exploitation modernes. Dans les salles de chauffe américaines, les chauffeurs ne font que surveiller la combustion. Le graissage et les autres travaux accessoires sont effectués par des aides. Il y a des ouvriers préposés spécialement à l'observation des niveaux d'eau et au service des souffleurs de suie. Les grandes installations ont un ingénieur spécial pour le service des chaudières.

Dans le tableau, les salaires sont calculés, tant pour l'Amérique que pour l'Allemagne, au taux allemand et les dépenses totales sont ramenées à une même unité, c'est-à-dire à l'heure et au millier de mètres carrés de surface de chauffe. Les salaires suivants ont été admis pour une journée de huit heures : chef de chaufferie, 7,80 mk; premier chauffeur, 7,20 mk; chauffeur, 6,40 mk; aide-chauffeur, graisseur, alimenteur, 5,60 mk; ajusteur et aide-ajusteur, 6,00 mk; chargeur de cendres, 5,20mk. Le traitement annuel de l'ingénieur du service des chaudières a été fixé à 6.000 mk et

celui de son assistant à 4.000 mk. Dans ces conditions, le salaire moyen par tête du personnel de la chaufferie est d'environ 76 pf. par heure. Du tableau, il résulte que la dépense horaire de salaires pour le personnel chauffeur, du chef à l'alimenteur, est, pour 1.000 mètres carrés de surface de chauffe, en Amérique de 28,2 pf. et en Allemagne de 97,6 pf., soit environ 3 1/2 fois autant. En Allemagne, la surface de chauffe moyenne d'une chaudière n'est que le 1/3, la surface de chauffe moyenne par usine n'est que le 1/5 de la surface de chauffe correspondante en Amérique. En Allemagne comme en Amérique, les usines ayant les plus petites surfaces de chauffe supportent les plus fortes dépenses relatives de salaires. Les préposés au transport du charbon n'ont pas été considérés dans la comparaison faite. Les dépenses en salaires pour l'enlèvement des cendres sont en Allemagne 4,7 fois aussi élevées qu'en Amérique; elles dépendent non seulement de la disposition des lieux, mais de la teneur en cendres des charbons. En Allemagne, il y a généralement 2 à 4 trémies sous les grilles et, en outre, 4 trémies sous la chaudière et le réchauffeur; ces trémies sont de faible capacité et les registres de fermeture se manœuvrent à la main. Au contraire, en Amérique, il n'y a le plus souvent que 2 trémies pouvant contenir la production de 1 ou 2 jours; ces trémies sont placées en file au-dessus d'une voie de chemin de fer. Les orifices s'ouvrent et se ferment en quelques secondes sous l'action de l'eau ou de l'air sous pression. Les cendres des réchauffeurs et carneaux surélevés sont amenées, par le courant d'eau qui a servi au nettoyage, dans la trémie principale ou dans des rigoles du sous-sol. Le travail manuel est pour ainsi dire supprimé. Dans une des usines les plus récentes, possédant 19.000 mètres carrés de surface de chauffe, un seul homme assure en un poste l'évacuation de toutes les cendres.

D'autre part, les frais occasionnés par le soufflage des suies sont assez élevés. On y attache plus d'importance en Amérique que chez nous, parce que cette opération multiplie la durée de service des chaudières, supprime les adhérences aux tubes et favorise la marche économique. Le personnel nécessaire pour une puissance en pointe de 1.000 kw. est, en Allemagne, de 3,45 hommes par jour, soit plus du double du personnel utilisé en Amérique, qui est de 1,45. La préoccupation d'économiser la main-d'œuvre se montre aussi par l'emploi de téléphones reliant les postes importants: salle des machines et salle des chaudières, tableau et bureau de l'ingé-

nieur, etc. En outre, les différents postes sont munis de transmetteurs de signaux. Ceux-ci non seulement épargnent beaucoup de courses, mais ils augmentent la sécurité en évitant les inexactitudes et les malentendus. Toutes les grandes chaufferies possèdent des monte-charges pour le transport du personnel et des matériaux.

La durée de fonctionnement des chaudières varie de 1 à 9 mois et est en moyenne de 78 jours. Cette durée est limitée par l'encrassement des tubes non à l'intérieur mais à l'extérieur, ainsi que par l'usure des grilles et des maçonneries. Les tubes brûlés sont rares, à cause du soin apporté à l'épuration de l'eau. En Allemagne, le faible volume des chambres de combustion et l'insuffisance des maçonneries pour les conditions actuelles de travail sont souvent la cause de frais d'entretien élevés.

Le relevé ci-dessus donne la consommation de chaleur de trois centrales américaines :

Centrale	Surface de chauffe par chaudière m <sup>2</sup>	Rapport de la surface des réchauffeurs à la surface des chaudières %	Mode de chauffage	Pression des chaudières	Température de vapeur	Facteur de charge %	Consommation de chaleur en calories par kilowatt-heure
A	1300	62	grille à chaîne	28	370	40	4360
B	2840	65	charbon pulvérisé	29	370	—	4040
C	1570	78	charbon pulvérisé	19	320	52	3960

Les nombres indiqués à la dernière colonne sont extrêmement bas et pourraient difficilement être atteints en Allemagne. L'usine C est la centrale bien connue de Lakeside à Milwaukee, où le résultat favorable signalé a été obtenu après des années d'efforts. Dans les grandes installations, des laboratoires, des dispositifs de mesure et un groupe d'ingénieurs attachés aux recherches assurent une surveillance constante et amènent l'amélioration de la consommation de chaleur.

Il n'est pas d'usage, en Amérique comme en Allemagne, de tenir secrets les résultats d'exploitation; on y estime que la publication de ces résultats favorise le progrès et l'émulation des directeurs.

Les salaires aux Etats-Unis sont 3 à 4 fois plus élevés qu'en

Allemagne et leur importance dans les frais de réparation et d'exploitation est donc beaucoup plus grande. Pour cette raison déjà, l'économie dans les dépenses de construction est moins recherchée qu'en Allemagne. Il peut même être avantageux de construire une machine plus lourde et plus compliquée, si cela permet d'épargner de la main-d'œuvre. Les hauts salaires sont la cause principale de la mécanisation. Celle-ci permet d'obtenir à meilleur marché certaines marchandises fabriquées en masse, mais non les appareils lourds tels que les chaudières.

### Comparaison de l'industrie de la construction des chaudières en Amérique et en Allemagne.

Les Américains ont fait de grands progrès tant en pratique qu'en théorie durant les dix dernières années. Dans la construction des grandes chaudières et de l'ensemble du matériel nécessaire à leur fonctionnement, ils nous dépassent de beaucoup. Leur supériorité en ce qui concerne ce matériel se traduit surtout dans les grands foyers mécaniques, les maçonneries pour grandes chaudières, les dispositifs d'évacuation des cendres et les systèmes de chauffe automatique.

Par contre, les chaudières allemandes de moins de 1.000 mètres carrés de surface de chauffe sont plus soigneusement étudiées, et dans l'exécution technique, l'Allemagne est supérieure, si on compare les quatre à cinq meilleures firmes de chaque pays.

L'Américain est un maître dans la conduite des employés et des ouvriers. Entre les chefs et les subordonnés, il règne des rapports agréables, facilités par la circonstance que le travailleur américain n'est pas imbu de l'idée de la lutte de classe et ne voit pas dans son chef un ennemi. Il cherche, par son zèle et en se perfectionnant lui-même, à s'élever en travaillant. Une bonne entente existe également entre les fournisseurs et les acheteurs. Les uns et les autres travaillent de concert au progrès technique et épargnent ainsi du temps et de l'argent. Chaque travailleur a conscience de sa responsabilité et ressent une certaine fierté d'appartenir au personnel de telle usine. De nombreux périodiques vulgarisent la technique parmi le peuple qui s'intéresse vivement à tous les progrès.

### Résultats d'exploitation de centrales électriques à vapeur américaines et allemandes.

#### I. — Salaires.

	AMÉRIQUE				Rapport entre le nombre allemand et le nombre américain %	ALLEMAGNE			
	Nombre d'établissements consultés	Surface de chauffe moyenne par usine m <sup>2</sup>	Surface de chauffe moyenne par chaudière m <sup>2</sup>	Salaires par heure et par 1.000 m <sup>2</sup> de surface de chauffe pf.		Salaires par heure et par 1.000 m <sup>2</sup> de surface de chauffe pf.	Surface de chauffe moyenne par chaudière m <sup>2</sup>	Surface de chauffe moyenne par usine m <sup>2</sup>	Nombre d'établissements consultés
a) Chef de chaufferie, premiers chauffeurs, chauffeurs, aides, alimentateurs.	10	—	600	41,5	—	143,5	370	—	5
		—	2840	21,2	—	48,2	560	—	
		<b>24600</b>	<b>1305</b>	<b>28,2</b>	<b>347</b>	<b>97,6</b>	<b>490</b>	<b>5600</b>	
		—	975	15,5	—	29,5	370	—	
b) Evacuation des cendres et scories (salaires).	7	—	2830	1,0	—	13,5	560	—	5
		<b>26500</b>	<b>1510</b>	<b>4,4</b>	<b>470</b>	<b>20,7</b>	<b>490</b>	<b>5600</b>	
		—	1395	2,2	—	87,7	370	—	
c) Entretien (salaires).	3	—	2830	0,8	—	11,7	560	—	5
		<b>29000</b>	<b>1500</b>	<b>1,4</b>	—	<b>56,6</b>	<b>490</b>	<b>5600</b>	
		—	1395	8,2	—				
d) Soufflage des suies (salaires).	3	—	2830	13,3	—	(compris dans a) et c)			5
		<b>29000</b>	<b>1930</b>	<b>10,7</b>	—				
		—	975	2,0	—				
e) Ingénieurs de chaufferie (traitements).	6	—	2830	6,2	—	(n'existent pas)			5
		<b>28000</b>	<b>1495</b>	<b>3,4</b>	—				
		—	1395	45,9	—	258,1	370	—	
f) Total des salaires et traitements.	3	—	1395	47,2	—	78,1	560	—	5
		<b>29000</b>	<b>1930</b>	<b>46,5</b>	<b>314</b>	<b>146</b>	<b>490</b>	<b>5600</b>	

## II. — Nombre de tubes mis hors service.

AMÉRIQUE				ALLEMAGNE			
Nombre d'établissements consultés	Surface de chauffe moyenne par usine	Surface chauffe moyenne par chaudière	Nombres de tubes endommagés annuellement par 10.000	Nombre de tubes endommagés annuellement par 10.000	Surface de chauffe moyenne par chaudière	Surface de chauffe moyenne par usine	Nombre d'établissements consultés
	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>			m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	
4	—	975	0	0	370	—	5
	30000	2190	5,4	230	560	—	
		1500	2,3	74	490	5600	

## III. — Personnel.

AMÉRIQUE				ALLEMAGNE				
Nombre d'établissements consultés	Surface de chauffe moyenne par chaudière	Puissance en pointe	Personnel par jour pour une puissance en pointe de 1000 Kw.	Rapport entre le nombre allemand et le nombre américain	Personnel par jour pour une puissance en pointe de 1000 Kw.	Puissance en pointe	Surface de chauffe moyenne par chaudière	Nombre d'établissements consultés
	m <sup>2</sup>	Kw		%		Kw	m <sup>2</sup>	
2	1000	130000	1,75	—	4,5	11200	400	4
	1400	175000	1,14	—	2,5	40000	560	
	1200	155500	1,45	234	3,4	29000	520	

N. B. — Les trois nombres de chaque rubrique indiquent respectivement le minimum, le maximum et la moyenne, pour les établissements consultés, de la caractéristique qui fait l'objet de la colonne considérée. La moyenne est indiquée en caractères gras.

# Liste des dépôts d'explosifs

DE LA

**PROVINCE DE HAINAUT**

(SECONDE ÉDITION)

Situation au 31 mai 1926

(Suite)



COMMUNE où le dépôt est situé	NOM DU PERMISSIONNAIRE	Emplacement du dépôt	NATURE ET QUANTITÉS DES produits qui peuvent être conservés	AUTORISATION			Observations
				AUTORITÉ dont elle émane	DATE	DURÉE	
<b>Magasins D :</b>				<b>Dépôts journaliers.</b>			
<b>1° MAGASINS D ANNEXÉS</b>				<b>AUX CARRIÈRES</b>			
Baudour	Société anonyme Manufacture des glaces et produits chimiques de St-Gobain, Chauny et Cirey.	Carrière.	Explosifs brisants (consommation journalière).	Députation permanente	8 juillet 1921	illimitée	
Bois-de-Lessines	Société anonyme des Carrières de porphyre de Lessines.	Carrière de porphyre (siège Emile Lenoir)	Poudre, dynamite et détonateurs.	id.	7 août 1903	illimitée	
id.	Id.	Carrière de porphyre (siège Lenoir frères)	Non indiquées.	id.	10 fév. 1893	illimitée	
id.	Id.	Carrière de porphyre (siège St-Roch)	Id.	id.	22 juillet 1909	illimitée	
id.	Société anonyme des Carrières de l'Ermitage.	Carrière de porphyre (siège de l'Ermitage)	Id.	id.	4 janv. 1901	illimitée	

COMMUNE où le dépôt est situé	NOM DU PERMISSIONNAIRE	Emplacement du dépôt	NATURE ET QUANTITÉS DES produits qui peuvent être conservés	AUTORISATION			Observations
				AUTORITÉ dont elle émane	DATE	DURÉE	
Bois-de-Lessines	Société anonyme des Nouvelles carrières de porphyre de Lessines.	Carrière de porphyre	Non indiquées.	Députation permanente	26 juin 1908	illimitée	
id.	Société anonyme des anciennes carrières A. Vandevelde, A. d'Harveng et Cie.	Carrière de porphyre	Consommation de 24 heures d'explosifs de toutes catégories.	id.	10 fév. 1893	illimitée	
Calonne	Société anonyme des Ciments Portland de l'Escaut.	Section B, n° 254E	Explosifs difficilement inflammables (consommation journalière).	id.	19 mars 1909	30 ans	
Couillet	Société anonyme Solvay et C <sup>ie</sup> .	Dépendances de la carrière	Consommation de 24 heures.	id.	30 juil. 1913	illimitée	
Gaurain-Ramecroix	Carrières Dumon-Duquesne et C <sup>ie</sup> .	Carrière du Vignoble	Explosifs Brisants (consommation journalière).	id.	10 mai 1902	illimitée	
Gougnies	Société anonyme Marmor.	Dépendances des carrières	Consommation de 24 heures (emmagasiner simultanément de poudre et de dynamite autorisée).	id.	17 mai 1917	illimitée	

COMMUNE où le dépôt est situé	NOM DU PERMISSIONNAIRE	Emplacement du dépôt	NATURE ET QUANTITÉS DES produits qui peuvent être conservés	AUTORISATION			Observations
				AUTORITÉ dont elle émane	DATE	DURÉE	
Landelies . . . . .	F. Wargny et Cie, de Dampremy.	—	Consommation journalière et 200 détonateurs.	Députation permanente	31 mai 1907	illimitée	
Lessines . . . . .	M. et P. Cardon.	Carrière de porphyre	Non indiquées; magasin alimenté par un dépôt C.	id	19 mars 1920	illimitée	
id.	Camille Deltenre.	Carrière de porphyre	Non indiquées; magasin alimenté par un dépôt C.	id	20 fév. 1920	illimitée	
id.	Société des carrières Emile Notté.	Carrière de porphyre	Id. id.	id.	15 fév. 1907	illimitée	
id.	Société anonyme des Carrières Cosyns.	Carrière de porphyre	Id. id.	id.	25 mai 1923	illimitée	
id.	Société anonyme des Carrières de porphyre du Mouplon.	Carrière de porphyre	Non indiquées; magasin alimenté par un dépôt C.	id	20 juin 1920	illimitée	

COMMUNE où le dépôt est situé	NOM DU PERMISSIONNAIRE	Emplacement du dépôt
Lessines . . . . .	Société des Carrières Willoeq.	Carrière de porphyre
Saint-Symphorien . . . . .	Société des Phosphates de St-Symphorien (précédemment Hardenpont, Maigret et C <sup>ie</sup> ).	Carrière de craie phosphatée
Vaulx-lez-Tournai . . . . .	Duquesne et C <sup>ie</sup> (actuellement Société ano- nyme des Produits calcaires du Tournai- sis).	Carrière Champy
id.	Id.	Carrière de la Lapinière
id.	Société anonyme des Carrières de Vaulx et de Gaurain-Ramecroix.	Carrière des Vignobles
Wihéries . . . . .	Société anonyme des Carrières de grès de Wihéries.	Carrière

NATURE ET QUANTITÉS DES produits qui peuvent être conservés	AUTORISATION			Observations
	AUTORITÉ dont elle émane	DATE	DURÉE	
Non indiquées; magasin alimenté par un dépôt C.	Députation permanente	30 janv. 1914	illimitée	
Non indiquées.	id.	9 juin 1905	id.	
Explosifs difficilement inflammables (con- sommation journalière).	id.	10 mai 1902	id.	
Id.	id.	10 mai 1902	id.	
Id.	id.	1 sept. 1922	id.	
Explosifs Brisants.	id.	13 juin 1915	id.	

COMMUNE où le dépôt est situé	NOM DU PERMISSIONNAIRE	Emplacement du dépôt
2 <sup>o</sup> MAGASINS D ANNEXÉS		
a) Bassin		
Bray . . . . .	Société anonyme du Charbonnage de Bray.	Siège n° 1
Carnières . . . . .	Société anonyme des Charbonnages de Mariemont-Bascoup.	Puits Le Placard
Chapelle lez-Herlaimont . . . . .	Id.	Puits n° 7
Estinnes-au-Val . . . . .	Société nouvelle des Charbonnages du Levant de Mons.	Siège n° 1
Haine-St-Paul . . . . .	Société anonyme des Charbonnages de Res-saix, Leval, Péronnes, S <sup>te</sup> -Aldegonde et Genck (anc <sup>e</sup> de Houssu).	Siège n° 9-10 (Houssu)

NATURE ET QUANTITÉS DES produits qui peuvent être conservés	AUTORISATION			Observations
	AUTORITÉ dont elle émane	DATE	DURÉE	
Non indiquées.	Députation permanente	10 juil. 1925	illimitée	
Id.	id.	4 mars 1921	id.	
Id.	id.	25 fév. 1921	id.	
Id.	id.	14 sept 1923	id.	
Consommation de 24 heures.	id.	19 mai 1905	id.	

COMMUNE où le dépôt est situé	NOM DU PERMISSIONNAIRE	Emplacement du dépôt
Haine-St-Pierre . . . . .	Société anonyme des Charbonnages de Mariemont-Bascoup (anc <sup>t</sup> de Haine-St-Pierre et La Hestre).	Puits Saint-Félix
Havré . . . . .	Société civile des Charbonnages du Bois-du-Luc.	Puits n° 2
id.	Id.	Puits Léopold (Beaulieu)
Houdeng-Aimeries . . . . .	Id.	Puits Saint-Emmanuel
La Louvière . . . . .	Société anonyme des Charbonnages de La Louvière et Sars-Longchamps.	Siège n° 5-6
Leval-Trahegnies . . . . .	Société anonyme des Charbonnages de Res-saix, Leval, Péronnes, Sainte-Aldegonde et Genck.	Siège de Leval

NATURE ET QUANTITÉS DES produits qui peuvent être conservés	AUTORISATION			Observations
	AUTORITÉ dont elle émane	DATE	DURÉE	
Non indiquées.	Députation permanente	24 fév. 1893	illimitée	
Consommation de 24 heures.	id.	30 oct 1903	id.	
Explosifs brisants.	id.	11 sept. 1925	id.	
Consommation de 24 heures.	id.	3 juil. 1908	id.	
Non indiquées.	id.	5 sept. 1919	id.	
Id.	id.	27 déc 1907	id.	

COMMUNE où le dépôt est situé	NOM DU PERMISSIONNAIRE	Emplacement du dépôt	NATURE ET QUANTITÉS DES produits qui peuvent être conservés	AUTORISATION			Observations
				AUTORITÉ dont elle émane	DATE	DURÉE	
Maurage . . . . .	Société anonyme des Charbonnages de Maurage.	Siège la Garenne	Non indiquées	Députation permanente	27 juin 1919	illimitée	
id.	Id.	Siège Marie-José	Id.	id.	9 déc 1921	id.	
Mont-Ste-Aldegonde . . . . .	Société anonyme des Charbonnages de Resaix, Leval, Péronnes, Sainte-Aldegonde et Genck.	Siège Sainte-Aldegonde	Id.	id.	27 déc 1907	id.	
Morlanwelz . . . . .	Société anonyme des Charbonnages de Mariemont-Bascoup.	Puits La Réunion	Id.	id.	4 mars 1921	id.	
id.	Id.	Puits Saint-Arthur	Id.	id.	3 mars 1893	id.	
id.	Id.	Puits Sainte-Henriette	Id.	id.	3 mars 1893	id.	

COMMUNE où le dépôt est situé	NOM DU PERMISSIONNAIRE	Emplacement du dépôt
Péronnes . . . . .	Société anonyme des Charbonnages de Ressaix, Leval, Péronnes, Sainte-Aldegonde et Genck.	Puits Saint-Albert
Id.	Id.	Puits Sainte-Marie
Id.	Id.	Siège Sainte-Elisabeth
Id.	Id.	Siège Sainte-Marguerite
Piéton . . . . .	Société anonyme des Charbonnages de Mariemont-Bascoup.	Puits n° 6
Ressaix. . . . .	Société anonyme des Charbonnages de Ressaix, Leval, Péronnes, Sainte-Aldegonde et Genck.	Siège de Ressaix

NATURE ET QUANTITÉS DES produits qui peuvent être conservés	AUTORISATION			Observations
	AUTORITÉ dont elle émane	DATE	DURÉE	
Non indiquées.	Députation permanente	13 mars 1914	illimitée	
Id.	id.	27 déc 1907	id.	
Id.	id.	2 juin 1923	id.	
Id.	id.	20 mars 1921	id.	
Id.	id.	28 août 1925	id.	
Consommation de 24 heures.	id.	31 mars 1893	id.	

COMMUNE où le dépôt est situé	NOM DU PERMISSIONNAIRE	Emplacement du dépôt
Ressaix	Société anonyme des Charbonnages de Ressaix, Leval, Péronnes, Sainte-Aldegonde et Genck.	Siège Sainte-Barbe
St-Vaast	Société anonyme des Charbonnages de La Louvière et Sars-Longchamps.	Siège n° 9-10
Strépy-Bracquegnies	Société anonyme des Charbonnages, Hauts-Fourneaux et Usines de Strépy-Bracquegnies.	Siège Saint-Alphonse
id.	Id.	Siège Saint-Juhen
Thieu	Id.	Siège Saint-Henri
Trazegnies	Société anonyme des Charbonnages de Mariemont-Bascoup.	Siège n° 5

NATURE ET QUANTITÉS DES produits qui peuvent être conservés	AUTORISATION			Observations
	AUTORITÉ dont elle émane	DATE	DURÉE	
Non indiquées.	Députation permanente	27 déc. 1907	illimitée	
Id.	id.	17 juin 1921	id.	
Consommation journalière de poudre et explosifs brisants.	id.	16 octob. 1903	id.	
Poudre, explosifs brisants et détonateurs.	id.	7 octob 1908	id.	
Dynamite, explosifs brisants, poudre et détonateurs.	id.	7 fév. 1913	id.	
Non indiquées.	id	3 mars 1893	id.	

COMMUNE ou le dépôt est situé	NOM DU PERMISSIONNAIRE	Emplacement du dépôt	NATURE ET QUANTITÉS DES produits qui peuvent être conservés	AUTORISATION			Observations
				AUTORITÉ dont elle émane	DATE	DURÉE	
Trivières	Société civile des Charbonnages du Bois-du-Luc.	Siège du Quesnoy	Non indiquées.	Députation permanente	3 juillet 1908	illimitée	
id.	Id.	Siège Saint-Patrice	Id.	id.	3 fév. 1893	id.	
<b>b) Bassin de Charleroi</b>							
Aiseau	Société anonyme des Charbonnages réunis de Roton-Farciennes et Oignies-Aiseau.	Siège n° 4	Non indiquées.	Députation permanente	7 mars 1902	illimitée	
id.	Id.	Siège n° 5 (Saint-Henri)	Consommation de 24 heures (emmagasiner de poudre, dynamite et explosifs difficilement inflammables autorisé).	id.	29 sept. 1899	id.	
id.	Id.	Puits n° 6	Consommation de 24 heures.	id.	24 juil. 1908	id.	
Anderlues	Société anonyme des Houillères d'Anderlues.	Puits n° 2	Non indiquées.	id.	6 janv. 1893	id.	

COMMUNE où le dépôt est situé	NOM DU PERMISSIONNAIRE	Emplacement du dépôt	NATURE ET QUANTITÉS DES produits qui peuvent être conservés	AUTORISATION			Observations
				AUTORITÉ dont elle émane	DATE	DURÉE	
Anderlues . . . . .	Société anonyme des Houillères d'Anderlues.	Puits n° 3	Non indiquées.	Députation permanente	6 janv. 1893	illimitée	
id.	Id.	Puits n° 4	Id.	id.	6 janv 1893	id.	
id.	Id.	Puits n° 5	Id.	id.	3 mai 1912	id	
Bouffoulx . . . . .	Société anonyme du Charbonnage d'Ormont.	Puits Saint-Xavier	Consommation de 24 heures (emmaga- sine simultané de dynamite et explosifs difficilement inflammables autorisé).	id	14 août 1902	id.	
Charleroi . . . . .	Société anonyme des Charbonnages réunis (Mambourg).	Siège n° 1	Consommation journalière.	id.	9 mai 1902	id.	
id.	Id.	Siège n° 2 (Mambourg)	Id.	id.	14 août 1896	id.	

COMMUNE où le dépôt est situé	NOM DU PERMISSIONNAIRE	Emplacement du dépôt
Charleroi . . . . .	Société anonyme des Charbonnages réunis (Mambourg).	Siège n° 12
Châtelet . . . . .	Société anonyme des Charbonnages du Carabinier.	Siège n° 3
id.	Société anonyme du Charbonnage de Bouvier.	Siège n° 1
id.	Id.	Siège n° 2
Châtelineau . . . . .	Société anonyme des Charbonnages du Gouffre.	Siège n° 7
id.	Id.	Siège n° 8

NATURE ET QUANTITÉS DES produits qui peuvent être conservés	AUTORISATION			Observations
	AUTORITÉ dont elle émane	DATE	DURÉE	
Consommation journalière.	Députation permanente	27 nov. 1903	illimitée	
Id.	id.	27 mai 1919	id.	
Consommation de 24 heures.	id.	22 janv. 1904	id.	
Id.	id.	22 janv. 1904	id.	
Consommation de 24 heures (emmagasinement de dynamite ou d'explosifs difficilement inflammables autorisé).	id.	5 fév. 1904	id.	
Id.	id.	20 sept. 1912	id.	

COMMUNE où le dépôt est situé	NOM DU PERMISSIONNAIRE	Emplacement du dépôt
Châtellineau	Société anonyme des Charbonnages du Gouffre.	Siège n° 9
id.	Id.	Siège n° 10
id.	Société anonyme des Charbonnages du Trieu-Kaisin.	Siège n° 4 (Sébastopol)
id.	Id.	Siège n° 8 (Pays-Bas)
Courcelles	Société anonyme des Charbonnages de Courcelles-Nord.	Siège n° 3
id.	Id.	Siège n° 6

NATURE ET QUANTITES DES produits qui peuvent être conservés	AUTORISATION			Observations
	AUTORITÉ dont elle émane	DATE	DURÉE	
Consommation de 24 heures (emmagasinage de dynamite ou d'explosifs difficilement inflammables autorisé).	Députation permanente	5 fév. 1904	illimitée	
Id.	id.	6 mai 1921	id.	
Consommation de 24 heures (emmagasinage de dynamite ou d'explosifs difficilement inflammables autorisé).	id.	21 octob. 1904	id.	
Id.	id.	7 juil. 1905	id.	
Non indiquées.	id.	6 janv. 1893	id.	
Id.	id.	6 janv. 1893	id.	

COMMUNE où le dépôt est situé	NOM du PERMISSIONNAIRE	Emplacement du dépôt	NATURE ET QUANTITÉS DES produits qui peuvent être conservés	AUTORISATION			Observations
				AUTORITÉ dont elle émane	DATE	DURÉE	
Courcelles	Société anonyme des Charbonnages de Courcelles-Nord.	Siège n° 8	Non indiquées.	Députation permanente	6 janv. 1893	illimitée	
id.	Société anonyme des Charbonnages du Nord de Charleroi.	Siège n° 2	Id.	id.	30 octob. 1903	id.	
id.	Id.	Siège n° 3	Id.	id.	30 octob. 1903	id.	
id.	Id.	Siège n° 4	Id.	id.	25 mars 1910	id.	
Farciennes	Société anonyme des Charbonnages d'Aiseau-Prezles.	Siège de Tergnée	Consommation de 24 heures (emmagasinement simultané de poudre et de dynamite autorisé).	id.	16 octob. 1903	id.	
id.	Société anonyme des Charbonnages Réunis de Roton-Farciennes et Oignies-Aiseau (division de Roton-Farciennes).	Siège des Aulniats	Consommation de 24 heures (emmagasinement de dynamite ou d'explosifs difficilement inflammables autorisé).	id.	28 nov. 1895	id.	

COMMUNE où le dépôt est situé	NOM DU PERMISSIONNAIRE	Emplacement du dépôt
Farciennes.	Société anonyme des Charbonnages Réunis de Roton-Farciennes et Oignies-Aiseau (division de Roton-Farciennes).	Siège Sainte-Catherine
id.	Société anonyme des Houillères Unies du bassin de Charleroi (Charbonnage de Masse-St-François).	Siège no 1 (Saint-François)
id.	Id.	Siège Sainte-Pauline
Fleurus.	Société anonyme des Houillères-Unies du bassin de Charleroi (Charbonnage d'Appaumée-Ransart).	Siège no 3 (Marquis)
id.	Id.	Siège no 4 (Saint-Auguste)
id.	Société anonyme du Charbonnage du Bois Communal.	Siège Sainte-Henriette

NATURE ET QUANTITÉS DES produits qui peuvent être conservés	AUTORISATION			Observations
	AUTORITÉ dont elle émane	DATE	DURÉE	
Consommation de 24 heures (emmagasinement de dynamite ou d'explosifs difficilement inflammables autorisé).	Députation permanente	29 avril 1904	illimitée	
Consommation de 24 heures (emmagasinement simultané de dynamite et d'explosifs difficilement inflammables autorisé).	id.	29 déc. 1893	id.	
Id.	id.	26 nov. 1909	id.	
Consommation de 24 heures (au maximum 50 kg. de toutes catégories).	id.	28 avril 1893	id.	
Id.	id.	28 avril 1893	id.	
Consommation de 24 heures (emmagasinement simultané de poudre et d'explosifs brisants autorisé).	id.	7 octob 1921	id.	

COMMUNE ou le dépôt est situé	NOM DU PERMISSIONNAIRE	Emplacement du dépôt
Fleurus . . . . .	Société anonyme du Charbonnage du Nord de Gilly.	Puits n.º 1
Forchies-la-Marcho . . . . .	Société anonyme des Charbonnages de Monceau-Fontaine.	Siège n.º 8
id.	Id.	Siège n.º 10
Gilly . . . . .	Société anonyme des Charbonnages de Noël-Sart-Culpart.	Siège Saint-Xavier
id.	Société anonyme des Charbonnages du Trieu-Kaisin.	Siège n.º 1 (Viviers)
id.	Société anonyme des Houillères Unies du bassin de Charleroi (Charbonnages du Centre de Gilly).	Siège des Vallées

NATURE ET QUANTITÉS DES produits qui peuvent être conservés	AUTORISATION			Observations
	AUTORITÉ dont elle émane	DATE	DURÉE	
Consommation de 24 heures (emmagasiner simultanément de dynamite et d'explosifs difficilement inflammables autorisé).	Députation permanente	24 avril 1914	illimitée	
Consommation journalière; 2.000 détonateurs.	id.	22 mai 1912	id.	
Id.	id.	1 avril 1921	id.	
Consommation de 24 heures (emmagasiner de dynamite et d'explosifs difficilement inflammables autorisé).	id.	30 octob. 1908	id.	
Id.	id.	22 janv. 1904	id.	
Id.	id.	1 sept. 1922	id.	

COMMUNE où le dépôt est situé	NOM DU PERMISSIONNAIRE	Emplacement du dépôt	NATURE ET QUANTITÉS DES produits qui peuvent être conservés	AUTORISATION			Observations
				AUTORITÉ dont elle émane	DATE	DURÉE	
Gilly . . . . .	Société anonyme des Houillères-Unies du bassin de Charleroi (Charbonnages du Centre de Gilly).	Siège St-Bernard	Consommation de 24 heures (emmagasiner de dynamite et d'explosifs difficilement inflammables autorisé).	Députation permanente	5 mai 1893	illimitée	
Gosselies . . . . .	Société anonyme des Charbonnages des Grand-Conty et Spinois.	Puits St-Henri	Consommation journalière ; 2.000 détonateurs.	id.	15 avril 1910	id.	
id.	Id.	Puits Spinois	Id.	id.	23 fév. 1894	illimitée	
Gozée . . . . .	Société anonyme des Charbonnages de Fontaine-l'Evêque.	Siège n° 4	non indiquées.	id.	8 déc 1922	id.	
Goutroux . . . . .	Société anonyme des Charbonnages de Monceau-Fontaine.	Puits n° 14	Consommation journalière ; 2.000 détonateurs.	id.	13 juil. 1906	id.	
Jumet . . . . .	Société anonyme des Charbonnages d'Amercœur.	Puits Chaumonceau	Consommation journalière.	id.	27 oct. 1893	id.	

COMMUNE ou le dépôt est situé	NOM DU PERMISSIONNAIRE	Emplacement du dépôt	NATURE ET QUANTITÉS DES produits qui peuvent être conservés	AUTORISATION			Observations
				AUTORITÉ dont elle émane	DATE	DURÉE	
Jumet . . . . .	Société anonyme des Charbonnages d'Amer- cœur.	Puits Belle-Vue	Consommation journalière.	Députation permanente	25 mai 1906	illimitée	
id.	Société anonyme des Charbonnages de Masse- Diarbois.	Puits no 5	Consommation de 24 heures et 2.000 détona- teurs.	id.	30 sept. 1910	id	
id.	Société anonyme du Charbonnage du Centre de Jumet.	Puits Saint-Louis	Consommation journalière.	id	1 déc. 1893	id.	
Id.	Id.	Puits Saint-Quentin	Id.	id.	1 déc. 1893	id.	
id	Société anonyme des Charbonnages Réunis (Mambourg).	Puits des Hamendes	Id.	id.	27 nov. 1903	id.	
Lambusart . . . . .	Société anonyme des Charbonnages du Petit- Try.	Puits Sainte-Marie	Consommation de 24 heures (emmagasina- ge de dynamite et d'explosifs difficilement inflammables autorisé).	id	31 oct 1902	id.	

COMMUNE où le dépôt est situé	NOM DU PERMISSIONNAIRE	Emplacement du dépôt	NATURE ET QUANTITÉS DES produits qui peuvent être conservés	AUTORISATION			Observations
				AUTORITÉ dont elle émane	DATE	DURÉE	
Lodelinsart	Société anonyme des Charbonnages Réunis (Mambourg).	Siège n° 2 (S. F.)	Consommation de 24 heures.	Députation permanente	27 nov. 1903	illimitée	
id.	Id.	Siège n° 7	Id.	id.	14 août 1896	id.	
Marchienne-au-Pont	Société anonyme du Charbonnage de Sacré- Madame.	Siège Saint-Auguste	Consommation journalière.	id.	10 juil. 1896	id.	
id.	Id.	Siège Saint-Charles	Id.	id.	10 juil. 1896	id.	
id.	Société anonyme des Charbonnages de Mon- ceau-Fontaine.	Puits n° 18	Consommation journalière; 2.000 détonateurs.	id.	28 janv. 1915	id.	
id.	Id.	Puits n° 19	Id.	id.	7 août 1914	id.	

COMMUNE où le dépôt est situé	NOM DU PERMISSIONNAIRE	Emplacement du dépôt
Monceau-sur-Sambre .	Société anonyme des Charbonnages de Monceau-Fontaine.	Siège n° 4
Montignies-le-Tilleul .	Société anonyme franco-belge du Charbonnage de Forte-Taille.	Puits Espinoy
Montignies-sur Sambre .	Société anonyme des Charbonnages du Grand-Mambourg-Sablonnière, dite Pays de Liège.	Siège Sainte-Zoé
id.	Id.	Puits Résolu
id.	Société anonyme des Charbonnages du Poirier.	Puits Saint-André
id.	Id.	Puits Saint-Charles

NATURE ET QUANTITÉS DES produits qui peuvent être conservés	AUTORISATION			Observations
	AUTORITÉ dont elle émane	DATE	DURÉE	
Consommation de 24 heures d'explosifs brisants et 2.000 détonateurs.	Députation permanente	1 avril 1921	illimitée	
Id.	id.	27 fév. 1914	30 ans	
Consommation de 24 heures (emmagasiner de dynamite et d'explosifs difficilement inflammables autorisé).	id.	8 oct. 1909	illimitée	
Id.	id.	24 oct. 1919	id.	
Id.	id.	5 janv. 1894	id.	
Id.	id.	23 sept. 1910	id.	

COMMUNE où le dépôt est situé	NOM DU PERMISSIONNAIRE	Emplacement du dépôt
Montignies sur-Sambre	Société anonyme des Charbonnages de Trieu-Kaisin.	Siège n° 6 (Duchère)
Piéton	Société anonyme des Charbonnages de Bas-coup.	Puits n° 6 (avaleresse)
id.	Société anonyme des Charbonnages de Monceau-Fontaine.	Puits n° 16
id.	Id.	Siège n° 17
Pont-de-Loup	Société anonyme des Charbonnages du Carabinier.	Siège n° 2
Ransart	Société anonyme des Charbonnages de Masse-Diarbois.	Siège n° 4

NATURE ET QUANTITES DES produits qui peuvent être conservés	AUTORISATION			Observations
	AUTORITÉ dont elle émane	DATE	DURÉE	
Consommation de 24 heures (emmagasiner de dynamite ou d'explosifs difficilement inflammables autorisé).	Députation permanente	2 déc. 1904	illimitée	
Non indiquées.	id.	17 janv. 1896	id.	
Consommation journalière et 1.000 détonateurs.	id.	2 octob. 1925	id.	
Consommation de 24 heures d'explosifs brisants et 2.000 détonateurs.	id.	9 août 1907	id.	
Consommation de 24 heures (emmagasiner de dynamite et d'explosifs difficilement inflammables autorisé).	id.	27 mai 1919	id.	
Consommation journalière et 1.000 détonateurs.	id.	31 janv. 1913	id.	

COMMUNE où le dépôt est situé	NOM DU PERMISSIONNAIRE	Emplacement du dépôt	NATURE ET QUANTITÉS DES produits qui peuvent être conservés	AUTORISATION			Observations
				AUTORITÉ dont elle émane	DATE	DURÉE	
Ransart . . . . .	Société anonyme des Houillères-Unies du bassin de Charleroi (Charbonnages d'Appaumée-Ransart).	Siège n° 7 (Appaumée)	Consommation de 24 heures.	Députatoin permanente	28 avril 1893	illimitée	
Roselies . . . . .	Société anonyme du Charbonnage d'Aiseau-Presles.	Siège Panama	Consommation de 24 heures (emmagasinage simultané de poudre et de dynamite autorisé).	id.	30 octob. 1903	id.	
id.	Id.	Siège Panama	Consommation de 24 heures.	id.	16 avril 1909	id.	
Roux . . . . .	Société anonyme des Charbonnages d'Amercœur.	Siège Naye à Bois	Id.	id.	27 octob 1893	id.	
Souvret. . . . .	Société anonyme des Charbonnages du Nord de Charleroi.	Siège n° 6	Id.	id.	6 janv 1893	id.	
Wanfercée-Baulet . . . . .	Société anonyme des Charbonnages Elisabeth (Charbonnages du Baulet).	Puits Sainte-Barbe	Consommation de 24 heures; emmagasinage simultané de poudre et d'explosifs Brisants autorisé.	id.	21 sept. 1906	id.	

COMMUNE où le dépôt est situé	NOM DU PERMISSIONNAIRE	Emplacement du dépôt	NATURE ET QUANTITÉS DES produits qui peuvent être conservés	AUTORISATION			Observations
				AUTORITÉ dont elle émane	DATE	DURÉE	
c) Bassin du Couchant de Mons							
Asquillies . . . . .	Société anonyme du Charbonnage de Hyon-Ciply.	Siège d'Asquillies (surface)	Explosifs brisants et détonateurs; consommation de 24 heures.	Députation permanente	8 juillet 1921	illimitée	
Baisieux . . . . .	Société anonyme des Charbonnages Unis de l'Ouest de Mons.	Siège n° 12 (Baisieux)	Explosifs brisants (consommation journalière).	id.	7 juillet 1922	id.	
Baudour . . . . .	Société anonyme des Charbonnages du Hainaut.	Siège de l'Espérance	Explosifs difficilement inflammables; consommation journalière.	id.	25 oct. 1912	id.	
Bernissart . . . . .	Société anonyme des Charbonnages de Bernissart.	Pied du terril du siège n° 2	Poudre, explosifs brisants et détonateurs; consommation journalière.	id.	15 mai 1907	id.	
Boussu . . . . .	Société anonyme des Charbonnages Unis de l'Ouest de Mons (Charbonn. du Bois-de-Boussu).	Puits n° 4 (Alliance)	Explosifs brisants; consommation journalière.	id.	7 octob. 1921	id.	
id.	Id.	Puits n° 5 (Sentinelle)	Id.	id.	10 mars 1893	id.	

COMMUNE ou le dépôt est situé	NOM ou PERMISSIONNAIRE	Emplacement du dépôt
Boussu.	Société anonyme des Charbonnages Unis de l'Ouest de Mons (Charbonn. du Bois-de-Boussu).	Puits n° 9 (Saint-Antoine)
id.	Id.	Puits n° 10 (Vedette)
Ciply	Soc. anon. du Charbonnage de Hyon-Ciply.	Siège de Ciply (Surface)
Cuesmes	Société anonyme des Charbonnages du Levant du Flénu.	Siège n° 14/15
id.	Id.	Siège n° 17
id.	Id.	Siège n° 19

NATURE ET QUANTITÉS DES produits qui peuvent être conservés	AUTORISATION			Observations
	AUTORITÉ dont elle émane	DATE	DURÉE	
Explosifs brisants; consommation journalière.	Députation Permanente	15 févr. 1924	illimitée	
Id.	id.	10 mars 1893	id.	
Explosifs brisants et détonateurs; consommation journalière.	id.	1 juill. 1921	id.	
Non indiquées.	id.	9 janv. 1914	id.	
Id.	id.	24 sept. 1920	id.	
Id.	id.	24 sept. 1920	id.	

COMMUNE où le dépôt est situé	NOM DU PERMISSIONNAIRE	Emplacement du dépôt	NATURE ET QUANTITÉS DES produits qui peuvent être conservés	AUTORISATION			Observations
				AUTORITÉ dont elle émane	DATE	DURÉE	
Cuesmes . . . . .	Société anonyme des Charbonnages du Levant du Flénu.	Siège Héribus	Non indiquées.	Députation permanente	4 juillet 1924	illimitée	
Dour . . . . .	Société anonyme des Charbonnages du Bois de Saint-Ghislain.	Puits n° 1	Explosifs Brisants (consommation journalière).	id.	22 mai 1908	id.	
id.	Société anonyme des Charbonnages des Chevalières et de la Grande Machine à Feu de Dour.	Puits n° 1 (Sainte-Catherine)	Explosifs et détonateurs; consommation journalière.	id.	10 sept. 1909	id.	
id.	Id.	Puits n° 2 (Saint-Charles)	Id.	id.	10 sept. 1909	id.	
id.	Id.	Puits n° 1 (Machine à feu)	50 kilog. de dynamite et explosifs difficilement inflammables et 3.000 détonateurs.	id.	9 déc. 1892	id.	
id.	Id.	Puits n° 2 (Machine à feu)	Id.	id.	9 déc. 1892	id.	

COMMUNE où le dépôt est situé	NOM DU PERMISSIONNAIRE	Emplacement du dépôt	NATURE ET QUANTITÉS DES produits qui peuvent être conservés	AUTORISATION			Observations
				AUTORITÉ dont elle émane	DATE	DURÉE	
Dour	Soc. anon. du Charbonnage du Grand Bouillon de Saint-Ghislain, act. Soc. anon. du Charbonnage du Bois de Saint-Ghislain.	Puits n° 5	Explosifs Brisants; consommation journalière.	Députation permanente	6 janv. 1893	illimitée	
Elouges	Société anonyme des Charbonnages Unis de l'Ouest de Mons (Charbonnage de Belle-Vue).	Puits n° 4 (Grande Veine)	Id.	id.	10 mars 1893	id.	
id.	Id.	Puits n° 1 (Longterne Ferrand)	Id.	id.	10 mars 1893	id.	
id.	Id.		Id.	id.	10 mars 1893	id.	
Flénu	Société anonyme des Produits.	Siège n° 12	Non indiquées.	id.	3 fév. 1893	id.	
id.	Id.	Siège n° 18	Id.	id.	3 fév. 1893	id.	

COMMUNE où le dépôt est situé	NOM DU PERMISSIONNAIRE	Emplacement du dépôt	NATURE ET QUANTITÉS DES produits qui peuvent être conservés	AUTORISATION			Observations
				AUTORITÉ dont elle émane	DATE	DURÉE	
Flénu . . . . .	Société anonyme des Produits.	Siège n° 25	Explosifs brisants (consommation journalière).	Députation permanente	3 fév. 1893	illimitée	
Frameries . . . . .	Compagnie des Charbonnages belges (Charbonnages réunis de l'Agrappe), act <sup>e</sup> Soc. anon. des Aciéries d'Angleur et des Charbonnages belges.	Puits n° 2 (La Cour)	Id.	id.	17 mars 1893	id.	
Id.	Id.	Puits n° 3 (Grand-Trait)	Id.	id.	26 sept. 1919	id.	
Id.	Id.	Siège de Crachet	Id.	id.	23 mars 1906	id.	
Harchies . . . . .	Société anonyme des Charbonnages de Bernissart.	Siège d'Harchies	Explosifs difficilement inflammables (consommation journalière).	id.	11 sept. 1921	id.	
Hautrage . . . . .	Société anonyme des Charbonnages du Hainaut.	Siège d'Hautrage	Id.	id.	12 déc. 1913	id.	

COMMUNE où le dépôt est situé	NOM DU PERMISSIONNAIRE	Emplacement du dépôt	NATURE ET QUANTITÉS DES produits qui peuvent être conservés	AUTORISATION			Observations
				AUTORITÉ dont elle émane	DATE	DURÉE	
Hensies. . . . .	Société anonyme des Charbonnages d'Hensies-Pommerœul.	Siège des Sartys	Explosifs difficilement inflammables (consommation journalière).	Députation permanente	7 mai 1915	illimitée	
id.	Id.	Siège Louis Lambert	Id.	id.	6 juin 1924	id.	
Hornu . . . . .	Compagnie des Charbonnages belges (Concession de l'Escouffiaux), act <sup>t</sup> Soc. anon. des Aciéries d'Angleur et des Charbonnages belges.	N° 1	Id.	id.	17 mars 1893	id.	
id.	Société anonyme des mines de houille du Grand-Buisson (act <sup>t</sup> Société anonyme des Charbonnages d'Hornu et Wasmes).	Puits n° 1 (Buisson)	Non indiquées.	id.	10 juil. 1908	id.	
id.	Société civile des Usines et mines de houille du Grand-Hornu.	Puits n° 9	Id.	id.	23 mars 1906	id.	
id.	Id.	Siège n° 12	Id.	id.	25 juillet 1919	id.	

COMMUNE où le dépôt est situé	NOM DU PERMISSIONNAIRE	Emplacement du dépôt
Hornu . . . . .	Société anonyme des Charbonnages d'Hornu et Wasmes.	Puits n° 4
id. . . . .	Id.	Puits n° 7
Jemappes . . . . .	Société anonyme des Produits.	Siège n° 27-28
La Bouverie . . . . .	Compagnie des Charbonnages belges, act <sup>l</sup> Société anonyme des Aciéries d'Angleur et des Charbonnages belges.	Siège n° 5
Noirchain . . . . .	Id.	Puits n° 12 (Noirchain)
Pâturages . . . . .	Id.	Puits n° 10 (Grisoël)

NATURE ET QUANTITES DES produits qui peuvent être conservés	AUTORISATION			Observations
	AUTORITÉ dont elle émane	DATE	DURÉE	
Non indiquées.	Députation permanente	9 déc. 1892	illimitée	
Id.	id.	9 déc. 1892	id.	
Id.	id.	21 sept. 1906	id.	
Explosifs difficilement inflammables (consommation journalière).	id.	24 oct. 1919	id.	
Id.	id.	17 mars 1893	id.	
Id.	id.	6 déc. 1912	id.	

COMMUNE où le dépôt est situé	NOM DU PERMISSIONNAIRE	Emplacement du dépôt	NATURE ET QUANTITÉS DES produits qui peuvent être conservés	AUTORISATION			Observations
				AUTORITÉ dont elle émane	DATE	DURÉE	
Pâturages	Société charbonnière de Pâturages et Wasdes (depuis Société anonyme des Charbonnages du Borinage central).	Puits n° 1	Explosifs difficilement inflammables (consommation journalière).	Députation permanente	14 avril 1893	illimitée	
Quaregnon	Société anonyme des Charbonnages du Rieu-du-Cœur.	Puits Saint-Placide	Non indiquées.	id.	21 avril 1893	id.	
id.	Id.	Puits n° 2	Id.	id.	21 avril 1893	id.	
id.	Id.	Puits n° 5 (Couchant de Flénu)	Id.	id.	2 déc. 1910	id.	
id.	Société anonyme des Charbonnages et Fours à coke du Sud de Quaregnon (act. Société du Rieu-du-Cœur).	Puits Saint-Félix	Consommation de 24 heures.	id.	21 avril 1893	id.	
id.	Société anonyme des Produits.	Siège n° 20	Non indiquées.	id.	3 fév. 1893	id.	
id.	Société anonyme du Charbonnage du Nord du Rieu-du-Cœur (act. Société anonyme des Produits).	Siège Nord du Rieu-du-Cœur	Id.	id.	10 août 1900	id.	

COMMUNE où le dépôt est situé	NOM DU PERMISSIONNAIRE	Emplacement du dépôt
Quaregnon	Société métallurgique de Gorey (Charbonnage du Fief de Lambrechies).	Puits du Fief
Wasmès	Compagnie des Charbonnages belges (Charbonnage de l'Escouffiaux), act <sup>e</sup> Société anonyme des Aciéries d'Angleur et des Charbonnages belges.	Puits n° 7
id.	Id.	Puits n° 8 (Bonne-Espérance)
id.	Société anonyme des Charbonnages d'Hornu et Wasmès.	Puits n° 3
id.	Id.	Puits n° 6
id.	Société anonyme des mines de houille du Grand-Buisson (depuis Société anonyme des Charbonnages d'Hornu et Wasmès).	Puits n° 2 (Buisson)
id.	Société charbonnière de Pâturages et Wasmès (depuis Société anonyme des Charbonnages du Borinage central).	Siège n° 2

NATURE ET QUANTITÉS DES produits qui peuvent être conservés	AUTORISATION			Observations
	AUTORITÉ dont elle émane	DATE	DURÉE	
Explosifs difficilement inflammables (consommation journalière).	Députation permanente	17 août 1906	illimitée	
Id.	id.	15 oct. 1920	id.	
Id.	id.	28 oct. 1910	id.	
Non indiquées.	id.	9 déc. 1892	id.	
Id.	id.	9 déc. 1892	id.	
Id.	id.	10 juil. 1908	id.	
Explosifs difficilement inflammables (consommation journalière).	id.	14 avril 1893	id.	

COMMUNE où le dépôt est situé	NOM DU PERMISSIONNAIRE	EMPLACEMENT DU DÉPOT	NATURE ET QUANTITÉS DES		
			Classe I : Poudres Kilog.	Classe II et Classe III : Dynamites et explosifs difficillement inflammables (Quantité globale) Kilog.	Classe III : Explosifs difficilement inflammables (exclusivement) Kilog.

## MAGASINS E : DÉPOTS DES

## a) Arrondisse

Anvaing	Alexandre Sénépart, négociant, (remplacé par son fils Achille Sénépart).	Place	20	—	—
Ath	Albert Brognon, armurier.	Rue Ernest Cam- bier, 17	50	—	—
id.	Maurice Chaumont, armurier.	Rue du Moulin, 3	50	—	—
Basècles	Emile Cardon-Bocquet.	Rue Grande, 368 (rue Gustave Ba- taille actuelle)	50	—	—
Buissonal	Antoine Fiévet.	Place, 16	50	—	—
Flobecq	Amédée Rolland-Papignies, quin- caillier.	Café royal, Grand'place	25	—	—
Quevaucamps	Liétart et Cocu (actuellement Emile Cocu seul.	Rue de la Gare	50	—	—

PRODUITS QUI PEUVENT ÊTRE CONSERVÉS					AUTORISATION			OBSERVATIONS
Classe IV : Détonateurs Pièces	Classe V : Artifices Kilog.	Classe VI : MUNITIONS DE SURETÉ			AUTORITÉ dont elle émane	DATE	DURÉE	
		Mèches de sûreté Kilog.	Cartouches de sûreté (poudres y contenues) Kilog.	Amorces ordinaires et cartouches Floberet sans poudre Pièces				

DÉBITANTS PATENTÉS  
ment d'Ath

—	—	—	—	—	Collège échevinal	19 nov. 1909	20 ans
—	—	—	—	—	id.	25 oct. 1907	20 ans
—	—	—	—	—	id.	7 oct. 1908	—
—	—	—	—	—	id.	21 déc. 1923	illimitée
—	50	500 kilog.	500	200.000	id.	29 déc. 1912	illimitée
—	—	—	—	—	id.	14 févr. 1912	illimitée
—	—	—	—	—	id.	8 janv. 1924	10 ans
—	—	—	—	—	id.	10 janv. 1910	20 ans
—	—	—	200.000 cartou- ches	—	id.	—	—

COMMUNE où le dépôt est situé	NOM DU PERMISSIONNAIRE	EMPLACEMENT DU DÉPOT	NATURE ET QUANTITÉS DES		
			Classe I : Poudres Kilog.	Classe II et Classe III : Dynamites et explosifs difficil. inflammables (Quantité globale) Kilog.	Classe III : Explosifs difficilement inflammables (exclusivement) Kilog.

## b) Arrondissement

Aiseau . . . . .	J.-B <sup>e</sup> Sommereyns, armes et munitions.	Rue d'Oignies, 102	50	—	—
Charleroi . . . . .	R. Delcourt, chasse et sports.	Rue du Collège, 15	30	—	—
id.	Pierre Gosuin, armurier.	Rue de Dampremy, 15	25	—	—
id.	H. Legrand, jouets.	Rue Neuve, 67	—	—	—
id.	Léon Lenglez, armurier.	Rue Neuve, 22	50	—	—
id.	Auguste Momigny, jouets.	Rue de Dampremy, 16	50	—	—

PRODUITS QUI PEUVENT ÊTRE CONSERVÉS					AUTORISATION			OBSERVATIONS
Classe IV : Détonateurs Pièces	Classe V : Artifices Kilog.	Classe VI : MUNITIONS DE SURETÉ			AUTORITÉ dont elle émane	DATE	DURÉE	
		Mèches de sûreté Kilog.	Cartouches de sûreté (poudres y contenues) Kilog.	Amorces ordinaires et cartouches Flôbert sans poudre Pièces				

## de Charleroi

—	50	500 kil.	500	200.000	Collège échevinal	23 août 1921	illimitée
—	—	—	500	—	id.	31 janv. 1908	30 ans
—	—	—	—	—	id.	17 juin 1919	30 ans
—	50	—	—	—	id.	24 juin 1921	illimitée
—	—	—	—	—	id.	6 sept. 1920	36 ans
—	—	—	—	—	id.	1er avril 1909	30 ans

COMMUNE où le dépôt est situé	NOM DU PERMISSIONNAIRE	EMPLACEMENT DU DÉPÔT	NATURE ET QUANTITÉS DES			PRODUITS QUI PEUVENT ÊTRE CONSERVÉS					AUTORISATION			OBSERVATIONS
			Classe I : Poudres Kilog.	Classe II et Classe III : Dynamites et explosifs difficil. inflammables (Quantité globale) Kilog.	Classe III : Explosifs difficilement inflammables (exclusivement) Kilog.	Classe IV : Détonateurs Pièces	Classe V : Artifices Kilog.	Classe VI : MUNITIONS DE SÛRETÉ			AUTORITÉ dont elle émane	DATE	DURÉE	
								Mèches de sûreté Kilog.	Cartouches de sûreté (poudres y contenues) Kilo.	Amorces ordinaires et cartouches Flabert sans poudre Pièces				
Charleroi	Nicolas Stomp, armurier et quincaillier (act. la Veuve).	Rue Neuve, 69. (n° 71 actuel)	50	—	—	—	—	—	—	—	Collège échevinal	21 juin 1898	illimitée	
Châtelet	Alexis Dupont-Baudelet, quincaillier (act. Joseph Piérard).	Place St-Roch, 15	50	—	—	—	50	500 kg.	500	200.000	id.	26 fév. 1909	id.	
id.	Camille Lorent, quincaillier (act. M. Drapier).	Rue de la Montagne, 1	50	—	—	—	50	500 kg.	500	200.000	id.	id.	id.	
Fleurus	Ernest Deulin, quincaillier (act. M. Frère-Deulin).	Chaussée de Charleroi, 198	50	—	—	—	—	50 kg.	200.000	pièces	id.	27 juil. 1909	30 ans	
id.	Paul Henry, quincaillier.	Chaussée, 158	50	—	—	—	—	50 kg.	200.000	pièces	id.	11 nov. 1910	30 ans	
Fontaine-l'Évêque	Auguste Lecocq, armurier.	Grand'Rue, 45	25	—	—	—	—	—	5.000 car. chasse	—	id.	8 juil. 1921	30 ans	

COMMUNE où le dépôt est situé	NOM DU PERMISSIONNAIRE	EMPLACEMENT DU DÉPÔT	NATURE ET QUANTITÉS DES		
			Classe I : Poudres Kil.	Classe II et Classe III : Dynamites et explosifs difficil inflammables (Quantité globale) Kilog.	Classe III : Explosifs difficilement inflammables (exclusivement) Kilog.
Forchies-la-Marche.	Ernest Villain, marchand de jouets en gros.	Rue de la Station	—	—	—
Frasnes-lez-Gosselies	Adelson Depelchin, forgeron et cafetier (act. Louis Depelchin, son fils).	Place Communale	50	—	—
Marcinelle	Aimé André, armurier.	Rue des Francs, 88	50	—	—
Ransart.	Vital André, quincaillier (act. son fils Jules).	Rue de la Station, 88	50	—	—
id	Camille Asselaer, quincaillier.	Rue Masses-Diarbois, 25	50	—	—
id.	Léopold Bauthier fils.	Rue d'Appaumée, 59	50	—	—
Seneffe.	Alphonse Braun-Ledrut, quincaillier.	Rue de la Chaussée, 280	50	—	—

PRODUITS QUI PEUVENT ÊTRE CONSERVÉS					AUTORISATION			OBSERVATIONS
Classe IV : Détonateurs Pièces	Classe V : Artifices Kilog.	Classe VI : MUNITIONS DE SURETÉ			AUTORITÉ dont elle émane	DATE	DURÉE	
		Mèches de sûreté Kilog.	Cartouches de sûreté (poudres y contenues) Kilog.	Amorces ordinaires et cartouches Flouret sans poudre Pièces				
—	50	—	—	—	Collège échevinal	8 nov. 1924	illimitée	
—	50	500	500	200.000	id.	3 oct. 1908	illimitée	
—	—	—	500	200.000	id.	31 janv. 1913	illimitée	
—	—	—	—	—	id.	28 juin 1892	illimitée	
—	50	500	500	200.000	id.	2 <sup>e</sup> juill. 1925	30 ans	
—	50	500	500	200.000	id.	5 oct. 1921	illimitée	
—	—	—	500	200.000	id.	25 juill. 1907	illimitée	

COMMUNE où le dépôt est situé	NOM DU PERMISSIONNAIRE	EMPLACEMENT DU DÉPÔT	NATURE ET QUANTITÉS DES			PRODUITS QUI PEUVENT ÊTRE CONSERVÉS					AUTORISATION			OBSERVATIONS
			Classe I : Poudres Kilog.	Classe II et Classe III : Dynamites et explosifs difficiles inflammables (Quantité globale) Kilog.	Classe III : Explosifs difficilement inflammables (exclusivement) Kilog.	Classe IV : Détonateurs Pièces	Classe V : Artifices Kilog.	Classe VI : MUNITIONS DE SURETÉ			AUTORITÉ dont elle émane	DATE	DURÉE	
								Mèches de sûreté Kilog.	Cartouches de sûreté (poudres y contenues) Kilog.	Amorces ornitrères et cartouches Flobert sans poudre Pièces				
c) Arrondissement de Mons														
Audregnies	Augustin Glineur, négociant.	Rue de la Ville, 8	50	—	—	—	—	—	—	—	Collège échevinal	3 juill. 1908	30 ans	
Dour	Arthur Colin, quincaillier.	Rue Grande, 24	50	—	—	—	—	(500)	(200.000)	—	id.	24 mars 1908	15 ans	
Erquennes	Louis Perriez, négociant.	Rat d'eau	25	—	—	—	—	100	200 kil. cartou- ches	—	id.	5 févr. 1899	30 ans	
Givry	François Taragon (act. Vve Gro- gniez-Taragon).	Bruyère <sup>1</sup>	50	—	—	—	—	—	—	—	id.	12 juill. 1909	illimitée	
Hensies	Elima D'Henin, négociant (act. Allard-D'Henin).	Les Sartis (Canal de Mons à Condé)	50	—	—	—	—	500	200.000	—	id.	11 avril 1912	illimitée	
Mons	Pierre Gerbehaye, armurier.	Rue Neuve, 15	50	—	—	—	—	—	—	—	id.	27 sept. 1919	illimitée	
id	Georges Van den Broucke.	Rue Grande, 34	50	—	—	—	—	—	—	—	id.	13 juin 1902 et 24 juill. 1913	illimitée	

COMMUNE où le dépôt est situé	NOM DU PERMISSIONNAIRE	EMPLACEMENT DU DÉPOT	NATURE ET QUANTITÉS DES			PRODUITS QUI PEUVENT ÊTRE CONSERVÉS					AUTORISATION			OBSERVATIONS
			Classe I : Poudres Kilog.	Classe II et Classe III : Dynamites et explosifs difficil. inflammables (Quantité globale) Kilog.	Classe III : Explosifs difficilement inflammables (exclusivement) Kilog.	Classe IV : Détonateurs Pièces	Classe V : Artifices Kilog.	Classe VI : MUNITIONS DE SURETÉ			AUTORITÉ dont elle émane	DATE	DURÉE	
								Mèches de sûreté Kilog.	Cartouches de sûreté (poudres y contenues) Kilog.	Armes ouïvrières et cartouches Robert sans poudre Pièces				
Mons	François Lakaye, armurier.	Rue de la Chaussée, 64	50	—	—	—	50	500	500	200.000	Collège échevinal	1er févr. 1908	illimitée	
id.	Lenoir, Libert et Josson, armes et munitions.	Grand Place, 28	40	—	—	—	—	100	500	200.000	id.	21 août 1925	30 ans	
id.	Etienne Marin, négociant.	Rue des Orphe- lins, 3	—	—	—	—	50	—	—	—	id.	29 août 1922	illimitée	
id.	Ch. Sporeq, armurier.	Rue Grande, 12	50	—	—	—	—	500	500	200.000	id.	8 déc. 1925	illimitée	
Montignies-sur-Roc	Gustave Mahieu-Lejeune, fabri- cant d'armes.	Rue de la Basse- Boulogne, 1	50	—	—	—	50	500	500	200.000	id.	4 juill. 1908 et 7 juill. 1910	30 ans	
Pâturages.	Vve Arthur Béraud.	Rue de l'Eglise, 1	50	—	—	—	50	500	500	200.000	id.	22 avril 1925	illimitée	

COMMUNE où le dépôt est situé	NOM DU PERMISSIONNAIRE	EMPLACEMENT DU DÉPÔT	NATURE ET QUANTITÉS DES			PRODUITS QUI PEUVENT ÊTRE CONSERVÉS					AUTORISATION			OBSERVATIONS
			Classe I : Poudres Kilog.	Classe II et Classe III : Dynamites et explosifs difficil. inflammables (Quantité globale) Kilog.	Classe III : Explosifs difficilement inflammables (exclusivement) Kilog.	Classe IV : Détonateurs Pièces	Classe V : Artifices Kilog.	Classe VI : MUNITIONS DE SÛRETÉ			AUTORITÉ dont elle émane	DATE	DURÉE	
								Mèches de sûreté Kilog.	Cartouches de sûreté (poudres y contenues) Kilog.	Amorces ordinales et cartouches Flobert sans poudre Pièces				
Quévy-le-Grand	Louis Van Hassel, boutiquier.	Coron de l'Amour (chaussée Brunehaut)	50	—	—	—	—	—	—	—	Collège échevinal	15 déc. 1895	illimitée	
Quiévrain	Marcel Ledue, armes et munitions.	Rue Debast, 18	50	—	—	—	50	500	500	200.000	id.	23 déc 1910	illimitée	
Roisin	Valère Delsart.	Rue la Station, 169	50	—	—	—	—	—	—	—	id.	24 oct. 1912	illimitée	
Saint-Ghislain	Georges Carpentier-Laga, négo- ciant (act. Emile Stiévenaert- Juvent).	Grand'Rue, 60	—	—	—	—	50	—	—	—	id.	23 avril 1910	30 ans	
id.	Adolphe Grumiaux, quineaillier.	Rue Grande, 73	50	—	—	—	50	500	500	200.000	id.	5 juill 1913	illimitée	

COMMUNE ou le dépôt est situé	NOM DU PERMISSIONNAIRE	EMPLACEMENT DU DÉPOT	NATURE ET QUANTITÉS DES		
			Classe I : Poudres Kilog.	Classe II et Classe III : Dynamites et explosifs diffic. inflammables (Quantité globale) Kilog.	Classe III : Explosifs difficilement inflammables (exclusivement) Kilog.

d) Arrondissement

Braine-le-Comte.	Vve Auguste Vanderhoudelingen, quincaillière.	Rue de la Station, 73	50	—	—
Casteau	Vve Albert Braun, négociante.	Grand'Route, 41 (n° 47 actuel)	25	—	—
Enghien . . .	Benoît Devroede-Warens, quin- caillier (act. son fils Arthur).	Rue d'Hérinnes, 38. (Rue de l'Yser actuelle)	40	—	—
id.	Pierre Vekens.	Rue de Bruxelles, 57	5	—	—
Gottignies.	Benjamin Flamme, quincaillier et forgeron.	Rue de Soignies, 3. (Les Trieux)	10	—	—

PRODUITS QUI PEUVENT ÊTRE CONSERVÉS					AUTORISATION			OBSERVATIONS
Classe IV : Détonateurs Pièces	Classe V : Artifices Kilog.	Classe VI : MUNITIONS DE SURETÉ			AUTORITÉ dont elle émane	DATE	DURÉE	
		Mèches de sûreté Kilog.	Cartouches de sûreté (poudres y contenues) Kilog.	Amorces ordinaires et cartouches Flahert sans poudre Pièces				
—	—	—	20 000 car- touches	—	Collège échevinal	12 avril 1921	20 ans	
—	—	—	—	—	id.	26 oct. 1907	illimitée	
—	—	—	800 car- touches	—	id.	3 juin 1902	illimitée	
—	—	—	—	—	id.	10 avril 1926	illimitée	
—	—	—	2 000 car- touches	—	id.	3 août 1909	illimitée	

de Soignies.

COMMUNE où le dépôt est situé	NOM DU PERMISSIONNAIRE	EMPLACEMENT DU DÉPÔT	NATURE ET QUANTITÉS DES			PRODUITS QUI PEUVENT ÊTRE CONSERVÉS					AUTORISATION			OBSERVATIONS
			Classe I : Poudres Kilog.	Classe II et Classe III : Dynamites et explosifs difficiles inflammables (Quantité globale) Kilog.	Classe III : Explosifs difficilement inflammables (exclusivement) Kilog.	Classe IV : Détonateurs Pièces	Classe V : Artifices Kilog.	Classe VI : MUNITIONS DE SURETÉ			AUTORITÉ dont elle émane	DATE	DURÉE	
								Mèches de sûreté Kilog.	Cartouches de sûreté (poudres y contenues) Kilog.	Amorces ordinaires et cartouches Fiobert sans poudre Pièces				
Lessines	Vve Gaston Dautcourt, négociante.	Chaussée Gabrielle Richet, 151	50	—	—	—	50	500	500	200.000	Collège échevinal	12 août 1925	illimitée	
id.	Georges Dubois-Hondermarcq.	Rue de l'Hôtelierie, 95	50	—	—	—	50	500	500	200.000	id.	31 juin 1921	id.	
Rœulx	Gustave Formule, armes et munitions.	Rue des Braves, 5	50	—	—	—	—	—	—	—	id.	30 sept. 1921	id.	
Soignies	Victor Michel, quincaillier (act. la Veuve).	Grand'place, 9 et 10	10	—	—	—	—	—	—	—	id.	12 juin 1909	30 ans	
id.	Jules Rombaux-Bougeuil.	Rue de la Station, 80 (n° 74 actuel)	12	—	—	—	—	—	—	—	id.	17 juil. 1909	illimitée	
Strépy-Bracquegnies	Vve Adolphe Caucheteur, quincaillière.	Rue de l'Industrie, Bracquegnies	50	—	—	—	—	—	50	200.000	id.	12 août 1909	id.	

COMMUNE ou le dépôt est situé	NOM DU PERMISSIONNAIRE.	EMPLACEMENT DU DÉPÔT	NATURE ET QUANTITÉS DES			PRODUITS QUI PEUVENT ÊTRE CONSERVÉS					AUTORISATION			OBSERVATIONS
			Classe I : Poudres Kilog.	Classe II et Classe III : Dynamites et explosifs difficil. inflammables (Quantité globale) Kilog.	Classe III : Explosifs difficilement inflammables (exclusivement) Kilog.	Classe IV : Détonateurs Pièces	Classe V : Artifices Kilog.	Classe VI : MUNITIONS DE SURETÉ			AUTORITÉ dont elle émane	DATE	DURÉE	
								Mèches de sûreté Kilog.	Cartouches de sûreté (poudres y contenues) Kilog.	Amorces ordinaires et cartouches Flobert sans poudre Pièces				
e) Arrondissement de Thuin.														
Beumont	Louis Sustendal-Pitot, armurier.	Rue d'En-Haut, 203b (no 14 actuel)	25	—	—	—	50	500	500	200.000	Collège échevinal Députation permanente	5 sept. 1912 15 nov. 1912	illimitée	
Bersillies-l'Abbaye	Emile Canon.	Route de Colleret	50	—	—	—	—	—	—	—	Collège échevinal	23 août 1908	30 ans	
id.	Auguste Leblanc, négociant.	Route de Marpent	50	—	—	—	—	—	500 car- touches	—	id.	23 août 1908	30 ans	
id.	Jules Legrand, négociant.	Rue de Cousolre, 177	50	—	—	—	—	—	(1000 car- touches)	—	id.	23 août 1908	illimitée	
id.	Alexandre Mahieu, armes et mu- nitions.	Nouvelle Route, 241 (n° 73 actuel)	50	—	—	—	—	—	(1000 cart. de chasse 1000 cart. de revolver	1000 car. Flobert	id.	15 févr. 1909	illimitée	
Binche	Armand Daumeries-Leclercq, quincaillier.	Rue Grande, 4	50	—	—	—	50	500	500	200.000	id.	20 juil. 1925	illimitée	

COMMUNE où le dépôt est situé	NOM DU PERMISSIONNAIRE	EMPLACEMENT DU DÉPÔT	NATURE ET QUANTITÉS DES		
			Classe I : <i>Poudres</i> Kilog.	Classe II et Classe III : <i>Dynamites et explosifs difficil inflammables (Quantité globale)</i> Kilog.	Classe III : <i>Explosifs difficilement inflammables (exclusivement)</i> Kilog.
Binche	Charles Wasterlain-Deliège, ar- mes et cycles.	Rue Grande, 19	50	—	—
Chimay	Charles Delouvrex.	Chaussée de Cou- vin, n° 7	50	—	—
id.	Mme Vve Ed. Joubert (act. son fils Charles).	Grand'place et ruelle des Ar- chers	50	—	—
Forge-Philippe (pré- cédem. Seloignes)	Alphonse Buisset (act. Luc Dar- denne).	Cendron, 42	50	—	—
Grand-Reng	Jules Lecron-Bouly, négociant. Armes et cycles.	Place Communale, 63 (Grand'Rue, 2. actuellement)	50	—	—

PRODUITS QUI PEUVENT ÊTRE CONSERVÉS					AUTORISATION			OBSERVATIONS
Classe IV : <i>Détonants</i> Pièces	Classe V : <i>Artifices</i> Kilog.	Classe VI : MUNITIONS DE SURETÉ			AUTORITÉ dont elle émane	DATE	DURÉE	
		<i>Mèches de sûreté</i> Kilog.	<i>Cartouches de sûreté (p. udres y contenues)</i> Kilog.	<i>Amorces ordinaires et cartouches Flobert sans poudre</i> Pièces				
—	50	500	500	200.000	Collège échevinal	31 août 1922	illimitée	
—	50	500	500	200.000	id.	15 janv. 1924	illimitée	
—	50	500	500	200.000	id.	14 mai 1909	30 ans	
—	—	—	—	—	id.	3 nov. 1892	30 ans	
—	50	500	500	200.000	id.	25 août 1909	illimitée	

COMMUNE où le dépôt est situé	NOM DU PERMISSIONNAIRE	EMPLACEMENT DU DÉPOT	NATURE ET QUANTITÉS DES			PRODUITS QUI PEUVENT ÊTRE CONSERVÉS					AUTORISATION			OBSERVATIONS
			Classe I : Poudres Kilog.	Classe II et Classe III : Dynamites et explosifs diffic. inflammables (Quantité globale) Kilog.	Classe III : Explosifs difficilement inflammables (exclusivement) Kilog.	Classe IV : Détonateurs Pièces	Classe V : Artifices Kilog.	Classe VI : MUNITIONS DE SURETÉ			AUTORITÉ dont elle émane	DATE	DURÉE	
								Mèches de sûreté Kilog.	Cartouches de sûreté (poudres y contenues) Kilog.	Amorces ordinaires et cartouches Flobert sans poudre Pièces				
Lobbes . . . .	René Haumont.	Rue d'Anderlues, 315 (n° 66 actuel)	25	—	—	—	—	—	50	25.000	Collège échevinal	7 juil. 1913	20 ans	
Macquenoise . . .	Edmond Dineur, négociant.	Formatot, 178	50	—	—	—	—	—	—	—	id.	12 août 1921	15 ans	
id.	Léon Roget, négociant (remplacé par Danvoye-Leroy, Henri).	—	50	—	—	—	—	—	—	—	id.	30 nov. 1908	30 ans	
id.	Julien Thirifays.	Rue d'en Haut, 97	10	—	—	—	—	—	—	—	id.	31 juil. 1923	illimitée	
Momignies . . . .	Arthur Moreau-Divry, négociant.	Chant des Oiseaux	50	—	—	—	—	—	—	—	id.	4 août 1908	30 ans	
id.	Georges Thiébaux-Deflorenne, né- gociant.	Les Culées	50	—	—	—	—	—	—	—	id.	4 août 1908	30 ans	
Nalinnes . . . .	Charles Deroy.	Village, 51	50	—	—	—	50	500	500	200.000	id.	12 déc. 1925	20 ans	

COMMUNE où le dépôt est situé	NOM DU PERMISSIONNAIRE	EMPLACEMENT DU DÉPOT	NATURE ET QUANTITÉS DES			PRODUITS QUI PEUVENT ÊTRE CONSERVÉS					AUTORISATION			OBSERVATIONS
			Classe I : Poudres Kilog.	Classe II et Classe III : Dynamites et explosifs difficiles inflammables (Quantité globale) Kilog.	Classe III : Explosifs difficilement inflammables (exclusivement) Kilog.	Classe IV : Détonateurs Pièces	Classe V : Artifices Kilog.	Classe VI : MUNITIONS DE SÛRETÉ			AUTORITÉ dont elle émane	DATE	DURÉE	
								Mèches de sûreté Kilog.	Cartouches de sûreté (poudres y contenues) Kilog.	Amorces ordinaires et cartouches Flobert sans poudre Pièces				
Rance . . . . .	Arthur Fostroy-Buchet, quincaillier.	Rue de la Station, 42	50	—	—	—	—	—	—	—	Collège échevinal	3 juil. 1925	illimitée	
Rières . . . . .	Philoxime Champenois (act. la Veuve, négociante).	Rue de la Frontière	25	—	—	—	—	—	—	—	id.	21 août 1902	30 ans	
id.	Camille Dupont, négociant.	Rue Bouriard	25	—	—	—	—	—	—	—	id.	21 août 1902	30 ans	
id.	Edmond Lallemand.	Rue de la Station	25	—	—	—	—	—	—	—	id.	21 août 1902	30 ans	
Séloignes (1) . . . . .	Vve Charles Willain, née Emilie Germain (act. Mme Leblond-Germain).	Grand'Rue 276	50	—	—	—	—	—	—	—	id.	22 oct. 1921	30 ans	
Sivry . . . . .	Oscar Dejardin, négociant.	Rue de la Marzelle, 45	50	—	—	—	—	—	25 kil. cartouch.	—	id.	18 sept. 1907	20 ans	

(1) Voir également Forge-Philippe.

COMMUNE où le dépôt est situé	NOM DU PERMISSIONNAIRE	EMPLACEMENT DU DÉPOT	NATURE ET QUANTITÉS DES			PRODUITS QUI PEUVENT ÊTRE CONSERVÉS					AUTORISATION			OBSERVATIONS
			Classe I : Poudres Kilog.	Classe II et Classe III : Dynamites et explosifs difficil. inflammables (Quantité globale) Kilog.	Classe III : Explosifs difficilement inflammables (exclusivement) Kilog.	Classe IV : Détonateurs Pièces	Classe V : Artifices Kilog.	Classe VI : MUNITIONS DE SURETÉ			AUTORITÉ dont elle émane	DATE	DURÉE	
								Mèches de sûreté Kilog.	Cartouches de sûreté (poudres y contenues) Kilog.	Amorces ordinaires et cartouches Flobert sans poudre Pièces				
Sivry	Drugmanne-Hazard, depuis Rufin-Poucet.	Loripette (Moulin de Clerfayt)	50	—	—	—	—	—	25 kil. cartouch.	—	Collège échevinal	12 sept. 1907	20 ans	
id.	Goris-Detourbe.	Touvent	50	—	—	—	—	—	50 kil. cartouch.	—	id.	23 mai 1912	illimitée	
id.	Jules Letoret, cordonnier.	Grand'rue, 15	50	—	—	—	—	—	25 kil. cartouch.	—	id.	2 octob. 1907	20 ans	
id.	Marcel Mansy-Vestier, négociant.	La Loripette	50	—	—	—	—	—	25 kil. cartouch.	—	id.	12 sept. 1907	20 ans	
id.	Victor Miot-André, négociant.	La Marzelle	50	—	—	—	50	500	500	200.000	id.	4 sept. 1922	illimitée	
Thuin	Vith Anciaux, forgeron et armurier.	Rue du Mousty	50	—	—	—	—	—	500	—	id.	6 mars 1914	illimitée	

COMMUNE où le dépôt est situé	NOM du PERMISSIONNAIRE	EMPLACEMENT DU DÉPOT	NATURE ET QUANTITÉS DES		
			Classe I : Poudres Kilog.	Classe II et Classe III : Dynamites et explosifs difficil. inflammables (Quantité globale) Kilog.	Classe III : Explosifs difficilement inflammables (exclusivement) Kilog.

## f) Arrondissement

La Glanerie	Emile Fourmy-Maton, négociant, remplacé par Evrard Fourmy-Detroye.	Rue du Bas-Préau, 20	50	—	—
id.	Léopold Mirlier, négociant, remplacé par Alfred Mirlier.	Rue du Bas-Préau, 19	50	—	—
Léuze	Antoine Blairvaq, remplacé par Léon Delcampe-Batta, négociant.	Rue de Condé, 4	50	—	—
id.	Emile Renguët.	Rue de la Liberté, 6	50	—	—
Péruwelz	Jean Robette, armes et munitions.	Rue de la Station, 47	50	—	—
Rongy	François Facq-Michel (act. Couplet-Delanoy).	Rue d'Omdrie, 7	50	—	—

PRODUITS QUI PEUVENT ÊTRE CONSERVÉS					AUTORISATION			OBSERVATIONS
Classe IV : Détonateurs Pièces	Classe V : Artifices Kilog.	Classe VI : MUNITIONS DE SURETÉ			AUTORITÉ dont elle émane	DATE	DURÉE	
		Mèches de sûreté Kilog.	Cartouches de sûreté (poudres y contenues) Kilog.	Armes ordinaires et cartouches Flobert sans poudre Pièces				

## de Tournai.

—	—	—	500	—	Collège échevinal	20 août 1908	30 ans
—	—	—	500	—	id.	20 août 1908	30 ans
—	—	—	—	—	id.	20 août 1892	30 ans
—	50	500	500	200.000	id.	8 juil. 1909	illimitée
—	—	—	—	—	id.	13 avril 1920	illimitée
—	50	500	500	200 000	id.	4 sept. 1899	30 ans

COMMUNE où le dépôt est situé	NOM DU PERMISSIONNAIRE	EMPLACEMENT DU DÉPOT	NATURE ET QUANTITÉS DES			PRODUITS QUI PEUVENT ÊTRE CONSERVÉS					AUTORISATION			OBSERVATIONS
			Classe I : Poudres Kilog.	Classe II et Classe III : Dynamites et explosifs difficil inflammables (Quantité globale) Kilog.	Classe III : Explosifs difficilement inflammables (exclusivement) Kilog.	Classe IV : Détonateurs Pièces	Classe V : Artifices Kilog.	Classe VI : MUNITIONS DE SURETÉ			AUTORITÉ dont elle émane	DATE	DURÉE	
								Mèches de sûreté Kilog.	Cartouches de sûreté (poudres y contenues) Kilog.	Amorces ordinaires et cartouches Robert sans poudre Pièces				
Rongy . . . . .	Palmyr Vincent-Lechantre, rem- placé par son fils Vincent.	Rue de Lacelles, 7	50	—	—	—	50	500	500	200.000	Collège échevinal	4 sept. 1899	30 ans	
Tournai . . . . .	Louis Bourgeois, armurier.	Quai Vifquin, 13	50	—	—	—	50	500	500	200.000	id.	16 août 1921	illimitée	
id.	Alexandre Galichet, négociant (act. son fils Robert)	Grand'Place, 54 (n° 53 actuel)	—	—	—	—	50	—	—	—	id.	21 fév. 1910	30 ans	
id.	Alexandre Galichet, négociant (act. son fils Jean).	Rue Royale, 33	—	—	—	—	50	—	—	—	id.	21 fév. 1910	30 ans	
id.	René Hauvarlet-Degin, armes et munitions.	Rue de l'Yser, 1	50	—	—	—	50	500	500	200.000	id.	19 juil. 1920	illimitée	
id.	J. Lesage et L. Bontemps.	Rue Gallait, 1	—	—	—	—	50	—	—	—	id.	10 mai 1926	illimitée	

COMMUNE où le dépôt est situé	NOM DU PERMISSIONNAIRE	EMPLACEMENT DU DÉPOT	NATURE ET QUANTITÉS DES		
			Classe I : Poudres Kilog.	Classe II et Classe III : Dynamites et explosifs difficil inflammables (Quantité globale) Kilog.	Classe III : Explosifs difficilement inflammables (exclusivement) Kilog.
Tournai . . . . .	J. Lesage et L. Bontemps.	Rue Royale, 68	—	—	—
id.	Charles Remy, armurier.	Place Crombez, 4	50	—	—
Vaulx . . . . .	Oscar Lefebvre.	Rue Cheny	—	—	—
Wiers . . . . .	Oscar Vilain-Dewasmes, bouti- quier.	Vergne, 195 (no 12 actuel)	50	—	—

PRODUITS QUI PEUVENT ÊTRE CONSERVÉS					AUTORISATION			OBSERVATIONS
Classe IV : Détonateurs Pièces	Classe V : Artifices Kilog.	Classe VI : MUNITIONS DE SURETÉ			AUTORITÉ dont elle émane	DATE	DURÉE	
		Mèches de sûreté Kilog.	Cartouches de sûreté (poudres y contenues) Kilog.	Amorces ordinaires et cartouches fouettées sans poudre Pièces				
—	50	—	—	—	Collège échevinal	10 mai 1926	illimitée	
—	—	500	500	200.000	id.	25 juil 1910	illimitée	
—	—	500	—	—	id.	17 avril 1909	30 ans	
—	—	—	—	—	id.	2 oct. 1908	15 ans	

DOCUMENTS ADMINISTRATIFS

—  
MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE, DU TRAVAIL ET DE LA  
PRÉVOYANCE SOCIALE

—  
DIRECTION GÉNÉRALE DES MINES

—  
POLICE DES MINES, MINIÈRES  
ET CARRIÈRES

—  
Installations superficielles des mines, minières et  
carrières. — Arrêté royal du 15 septembre 1919.  
— Dispositions complémentaires.

—  
*Arrêté royal du 9 juillet 1926*

—  
ALBERT, Roi des Belges,

A tous, présents et à venir, SALUT.

Vu la loi du 5 juin 1911 complétant et modifiant les lois du 21 avril 1810 et du 2 mai 1837 sur les mines, minières et carrières souterraines ;

Vu l'arrêté royal du 5 mai 1919 portant règlement général de police sur les mines, minières et carrières souterraines ;

Revu l'arrêté du 15 septembre 1919 relatif aux installations superficielles des mines, minières et carrières souterraines ;

Vu l'avis du 18 juin 1926, du Conseil des mines ;

Considérant qu'il y a lieu de prévoir la possibilité de déroger, dans des cas exceptionnels, aux dispositions dudit arrêté royal du 15 septembre 1919 ;

Sur la proposition de Notre Ministre de l'Industrie, du Travail et de la Prévoyance sociale,

Nous avons arrêté et arrêtons :

Article premier. — L'arrêté royal du 15 septembre 1919, relatif aux installations superficielles des mines, minières et carrières souterraines est complété comme suit :

Art. 76bis. — Les députations permanentes des conseils provinciaux pourront, à la demande des intéressés et sur avis de l'Ingénieur en chef-Directeur et de l'Inspecteur général des mines, accorder des délais ou des dispenses conditionnelles pour l'observation des dispositions qui précèdent.

Art. 76ter. — Notre Ministre de l'Industrie, du Travail et de la Prévoyance sociale statuera sur les pourvois auxquels les décisions des députations permanentes donneront lieu, tant de la part de l'administration des mines que des exploitants des mines, minières et carrières souterraines.

Art. 2. — Notre Ministre de l'Industrie, du Travail et de la Prévoyance sociale est chargé de l'exécution du présent arrêté.

Donné à Bruxelles, le 9 juillet 1926.

ALBERT.

Par le Roi:

*Le Ministre de l'Industrie, du Travail  
et de la Prévoyance sociale,*

J. WAUTERS.

POLICE DES MINES

ECLAIRAGE DES MINES

Verres des lampes de sûreté.  
Hauteur : tolérance.

LE MINISTRE DE L'INDUSTRIE, DU TRAVAIL ET DE  
LA PRÉVOYANCE SOCIALE,

Revu ses arrêtés des 19 août 1904, 7 avril 1905, 9 novembre 1906, 26 octobre 1908, 14 janvier et 18 août 1909, 17 août 1910, 8 juin 1911, 5 août 1912, 6 décembre 1913, 15 juillet 1914, 30 août 1919 et 16 mars 1923, pris en exécution de l'article 3 de l'arrêté royal du 9 août 1904, sur l'éclairage des travaux souterrains des mines de houille, arrêtés admettant des appareils de divers types pour l'éclairage de toutes les mines à grisou ;

Considérant que ces arrêtés ne prévoient aucune tolérance pour la hauteur des verres, alors que, dans la pratique, il est impossible de réaliser des verres ayant rigoureusement la hauteur prescrite ;

Vu l'avis du Service des accidents miniers et du grisou ;

Vu l'avis de la Commission de revision des règlements miniers ;

ARRÊTE :

La hauteur des verres des lampes de sûreté admises par arrêtés ministériels pour l'éclairage des mines à grisou, pourra être au minimum de 1/2 millimètre supérieure ou inférieure à la hauteur prévue dans les annexes à ces arrêtés. La hauteur sera uniforme sur tout le pourtour du verre.

Bruxelles, le 7 octobre 1926.

J. WAUTERS.

## POLICE DES APPAREILS A VAPEUR

—

**Emploi des soudures par fusion dans la construction  
des chaudières à vapeur.**

—

## CIRCULAIRE

à MM. les Ingénieurs en chef, Chefs de service,  
pour les appareils à vapeur.

BRUXELLES, le 31 août 1926.

MONSIEUR L'INGÉNIEUR EN CHEF,

Les procédés de soudure par lesquels il est possible de réaliser l'assemblage des éléments constitutifs des chaudières à vapeur rentrent dans l'une des catégories suivantes :

a) les soudures de forge, qui résultent du martelage énergique de pièces portées au blanc soudant par un feu de forge ou par la combustion de gaz à l'eau;

b) les soudures par fusion, que l'on réalise en portant à la température de fusion les bords des pièces à réunir et éventuellement une certaine quantité de métal d'apport.

La température nécessaire à la fusion est obtenue soit par un courant électrique, soit par un chalumeau alimenté d'oxygène et de gaz combustible.

Les soudures par fusion portent le nom de brasures lorsque le métal d'apport n'est pas de même nature que celui des pièces à assembler; tel est le cas des joints d'éléments en cuivre brasés à l'aide de laiton en limaille.

Lorsque le métal d'apport est de même nature que celui des pièces à assembler, sans toutefois avoir exactement la même composition, ou lorsqu'on n'a pas recours à l'apport de métal, la soudure est dite autogène; tel est le cas des joints de tôles en acier soudées à l'électricité; certains procédés de soudure électrique comportent l'emploi d'électrodes fournissant le métal d'apport.

Au point de vue de la sécurité des appareils, il convient d'assimiler aux soudures par fusion celles qui sont parfois exécutées par martelage des pièces portées au blanc soudant à l'aide d'un chalumeau oxyacétylénique. Il est à craindre, en effet, que par suite de la haute température donnée par le chalumeau, on ne provoque volontairement ou involontairement la fusion des bords des pièces.

L'instruction ministérielle du 31 juillet 1919 considère comme un vice de construction la soudure autogène; il faut y assimiler la brasure.

Cette instruction admet cependant le premier de ces procédés pour l'assemblage d'éléments peu importants.

D'autre part, la circulaire du 1<sup>er</sup> octobre 1921 a permis d'étendre l'emploi, sous certaines conditions, aux réparations des chaudières de locomotives et a autorisé la réparation par brasure des tubes en laiton de ces appareils.

Si les progrès réalisés à ce jour dans l'exécution des soudures par fusion ne paraissent pas encore suffisants pour lever l'interdiction de principe qui frappe ce mode d'assemblage, ils permettent cependant d'en autoriser, sans qu'une demande de dérogation soit exigée, l'emploi dans la construction pour certains joints bien déterminés qui seront indiqués plus loin et qui sont couramment exécutés de cette manière à l'étranger.

Au préalable, il convient d'attirer l'attention sur les particularités ci-après :

Les pièces à souder étant portées à haute température, sont le siège de phénomènes de dilatation et de retrait qui sont variables d'un endroit à l'autre des pièces chauffées et qui donnent lieu, après refroidissement, à des tensions parfois très élevées dans les pièces assemblées; ces efforts internes pourront s'ajouter aux efforts que les pièces auront à subir ultérieurement et provoquer des ruptures prématurées. Les parties soudées doivent être recuites pour faire disparaître autant que possible ces tensions dangereuses. Il est à recommander d'employer le procédé de l'arc électrique qui a, sur le procédé oxyacétylénique l'avantage de localiser davantage la chauffe et de réduire les effets de retrait.

L'atmosphère oxydante ou réductrice, selon le cas, dans laquelle la fusion du métal est produite, provoque des phéno-

mènes d'oxydation, de carburation ou de décarburation qui peuvent altérer fortement les qualités du métal et notamment sa ductilité. L'emploi d'électrodes enrobées de qualité reconnue constitue, dans le cas de la soudure à l'arc électrique, un moyen d'éviter, dans la mesure du possible, ces phénomènes.

Mais ces précautions ne suffisent pas pour empêcher la production de certains défauts, tels que soufflures ou collages. Or, il ne faut pas oublier qu'il n'est pas possible de juger par l'aspect extérieur de la résistance et de la qualité d'une soudure, que les modes de préparation et d'exécution ont une grande importance et que c'est surtout l'habileté de l'ouvrier soudeur qui assure un bon assemblage. C'est pourquoi les soudures devront être exécutées dans des ateliers montés pour ce genre de travail, par des ouvriers spécialisés, surveillés et contrôlés par un personnel technique compétent.

Pour se garder de tout mécompte, le constructeur doit, avant d'adopter un procédé ou avant de modifier un procédé, en changeant par exemple le type d'électrode, effectuer des essais mécaniques sur des éprouvettes de tôles soudées dans les conditions qu'il se propose d'appliquer.

Sur avis conforme de la Commission consultative permanente pour les appareils à vapeur, j'ai décidé qu'à titre d'essai, la soudure autogène pourra être employée sans autorisation spéciale, dans la construction de chaudières verticales à foyer intérieur, pour les joints ci-après désignés :

- a) joints des bouilleurs transversaux avec le tube foyer;
- b) joint du ciel avec le tube foyer;
- c) joint du ciel avec la cheminée;
- d) contour de l'orifice de chargement du foyer;

moyennant l'observation des conditions d'exécution qui précèdent et pourvu que ces joints soient disposés de manière à n'être pas soumis à des efforts importants de traction ou de flexion.

Pour que cette dernière condition soit remplie, il faut :

- a) que le ciel soit formé d'une tôle emboutie d'épaisseur suffisante pour résister à la pression indépendamment du renforcement dû à la cheminée;

b) que les joints du ciel d'une part, avec la cheminée ou le tube foyer d'autre part, soient exécutés contre les bords emboutis du ciel dans des plans normaux à l'axe du foyer et que, par conséquent, il n'existe pas d'angle à l'endroit de ces joints;

c) que le tube foyer ait une épaisseur suffisante pour résister à la pression indépendamment du renforcement dû aux bouilleurs;

d) que les tôles du corps extérieur et du foyer intérieur soient convenablement entretoisés autour de l'orifice du chargement du foyer.

L'emplacement exact des joints exécutés par soudure devra être clairement indiqué et coté sur le plan prévu à l'article 52 du règlement.

Il appartiendra aux fonctionnaires chargés des épreuves de s'assurer, tant par des constatations directes que par des **déclarations écrites des constructeurs**, que les conditions indiquées ci-dessus sont remplies. Les déclarations des constructeurs seront mentionnées sur les procès-verbaux d'épreuve.

L'emploi de soudures par fusion dans d'autres cas que ceux spécifiés ci-dessus reste, comme par le passé, subordonné à une dérogation octroyée dans les conditions prescrites par l'article 81 du règlement.

Vous voudrez bien, Monsieur l'Ingénieur en chef, vous baser sur ce qui précède pour instruire les demandes d'épreuves qui vous seront adressées et porter ces instructions à la connaissance des fonctionnaires sous vos ordres et des principaux constructeurs de votre ressort,

Le Ministre,

J. WAUTERS.

### Emploi de l'acier coulé pour la construction de récipients de vapeur.

#### CIRCULAIRE

à MM. les Ingénieurs en chef, Chefs de service  
pour les appareils à vapeur.

BRUXELLES, le 24 septembre 1926.

MONSIEUR L'INGÉNIEUR EN CHEF,

Il m'a été demandé si un récipient de vapeur peut être construit en acier coulé et, dans l'affirmative, à quelle pression d'épreuve un tel récipient doit être soumis.

Le règlement ne s'oppose pas à la mise en œuvre de l'acier coulé dans la construction des récipients de vapeur.

Quant au taux d'épreuve, j'ai décidé, sur avis conforme de la Commission consultative permanente pour les appareils à vapeur, qu'il y a lieu d'appliquer aux récipients en métaux coulés, les prescriptions du 2<sup>e</sup> paragraphe de l'article 47 du règlement, c'est-à-dire de les soumettre à une pression triple du timbre, sans que la surcharge soit supérieure à 15 kilogrammes par centimètres carré.

*Le Ministre,*

J. WAUTERS.

### Vérification des épaisseurs des tôles au cours des visites des chaudières.

#### CIRCULAIRE

à MM. les Ingénieurs en chef, Chefs de service  
pour les appareils à vapeur.

BRUXELLES, le 25 septembre 1926.

MONSIEUR L'INGÉNIEUR EN CHEF,

J'ai l'honneur d'attirer votre attention sur la cause de l'explosion d'une chaudière verticale à foyer intérieur survenue l'an dernier.

La tôle du corps cylindrique et la tôle du foyer de cette chaudière se sont déchirées à peu près suivant la circonférence et un peu au-dessus du cadre qui les assemblait à leur partie inférieure.

Il a été reconnu que ces tôles, d'ailleurs anciennes, présentaient en cet endroit un sillon de corrosion avec lequel la ligne de rupture coïncide en grande partie et que l'explosion, qui s'est produite dans des conditions normales de fonctionnement de l'appareil, est due à cet affaiblissement des tôles.

La formation de semblable sillon de corrosion paraît fréquente dans les chaudières de ce type et semble avoir pour origine une fissure due aux dilatations inégales des deux tôles; celles-ci sont en effet soumises à des températures différentes et variant brusquement sous l'effet de l'alimentation qui se fait généralement en cet endroit.

Une détérioration de ce genre échappera le plus souvent à la vue et au toucher de l'agent visiteur.

Il convient donc que celui-ci use, en pareil cas, d'autres moyens d'investigations. La Commission consultative permanente pour les appareils à vapeur a émis l'avis que le forage de trous s'impose en vue de la vérification de l'épaisseur de semblables parties de tôles, si la chaudière est en service depuis un temps suffisamment long pour qu'on puisse soupçonner une corrosion importante. D'après un rapport de l'Association Vinçotte pour les exercices 1909-1910, le temps au bout duquel la tôle est percée en un de ses points, serait de 15 à 20 ans.

Les chaudières ne fonctionnant que par intervalles sont souvent les plus suspectes de corrosion.

Le Collège précité estime également que le visiteur devrait en tout cas toujours mentionner dans son procès-verbal, les moyens qu'il a employés pour l'examen de la chaudière.

Je me rallie, Monsieur l'Ingénieur en chef, à ces avis et vous prie de bien vouloir donner des instructions aux fonctionnaires sous vos ordres, afin qu'ils attirent au besoin l'attention des propriétaires et des visiteurs d'appareils à vapeur sur l'utilité des mesures préconisées ci-dessus.

*Le Ministre,*

J. WAUTERS.

## Recharge par le procédé de la soudure autogène de parties corrodées des chaudières.

### CIRCULAIRE

à MM. les Ingénieurs en chef, Chefs de service  
pour les appareils à vapeur.

BRUXELLES, le 27 septembre 1926.

MONSIEUR L'INGÉNIEUR EN CHEF,

La circulaire du 1<sup>er</sup> octobre 1921 vous autorise à admettre, sous certaines conditions, la recharge, par le procédé de la soudure autogène, des parties corrodées des tôles des chaudières.

Des doutes se sont élevés dans certains cas sur la solidité des appareils ainsi réparés.

Il importe de remarquer que, si des expériences ont permis de constater la résistance de certains assemblages exécutés par soudure autogène, il n'est pas démontré que le métal apporté par ce procédé à la surface d'une tôle puisse faire corps avec celle-ci, de manière à la renforcer.

Le seul avantage, d'ailleurs important, qu'on puisse reconnaître à la recharge des parties d'une chaudière amincies par corrosion, est de soustraire ces parties à une attaque ultérieure.

Il faut donc faire totalement abstraction de l'apport de métal lorsqu'on recherche si une chaudière ainsi réparée présente encore une résistance suffisante; en d'autres termes, l'appareil doit offrir une résistance suffisante avant la réparation.

Pour qu'il en soit ainsi, il n'est pas nécessaire que les tôles usagées présentent encore en tout point l'épaisseur indiquée par les formules réglementaires. Il convient, dans l'appréciation de la résistance de l'appareil, de tenir compte de la situation, de l'étendue et de la répartition des parties amincies. Le visiteur doit donner, avec son avis, toutes les indications utiles à cet égard.

Vous voudrez bien, Monsieur l'Ingénieur en chef, vous baser sur ces directives, lors de l'examen des cas qui vous seront soumis, et porter ces instructions à la connaissance des fonctionnaires sous vos ordres.

Le Ministre,  
J. WAUTERS.

## RÈGLEMENT GÉNÉRAL SUR LES EXPLOSIFS

Règlement général du 29 octobre 1894  
sur les explosifs. — Modification.

Arrêté royal du 29 juillet 1926

ALBERT, Roi des Belges,

A tous, présents et à venir, SALUT.

Vu les lois du 15 octobre 1881 et du 22 mai 1886 sur les matières explosives :

Revu l'arrêté royal du 29 octobre 1894 pris en exécution de ces lois et portant réglementation générale sur la matière ;

Revu les arrêtés royaux qui ont successivement complété et modifié le précédent, et notamment ceux du 3 juin 1900, du 31 juillet 1906 et du 25 novembre 1910 ;

Considérant que l'expérience a fait reconnaître l'utilité d'apporter aux dispositions réglementaires actuelles un certain nombre de modifications ayant pour objet, soit de simples mises au point en ce qui concerne la reconnaissance des explosifs, la compétence des ingénieurs des mines et l'exclusion du transport par la poste, soit des facilités à accorder au commerce en matière de transport par chemin de fer et de transport par eau ;

Sur la proposition de Nos Ministres de l'Industrie, du Travail et de la Prévoyance sociale, des Travaux publics et des Chemins de fer, Marine, Postes, Télégraphes, Téléphones et Aéronautique,

Nous avons arrêté et arrêtons :

Article premier. — La rédaction de l'article 3 de l'arrêté royal du 29 octobre 1894 est modifiée et complétée comme il suit :

« *Reconnaissance officielle et classement.* »

» ART. 3. — Le gouvernement tient à jour et publie périodiquement la liste contenant la désignation commerciale et le classement des explosifs reconnus officiellement.

» Les produits explosifs qui ne figurent pas explicitement sur cette liste ne peuvent être fabriqués, détenus ou transportés, de quelque façon que ce soit, avant d'avoir été reconnus officiellement et classés par arrêté ministériel.

» Les demandes en reconnaissance et en classement, accompagnées des renseignements à l'appui, seront adressées à M. le Ministre de l'Industrie, du Travail et de la Prévoyance sociale, qui pourra autoriser le pétitionnaire à expédier au service de l'inspection des explosifs des échantillons desdits produits. Les frais occasionnés par la reconnaissance pourront être mis à la charge des demandeurs.

» Les explosifs dont la fabrication est définitivement abandonnée ou qui n'ont plus fait un objet de commerce en Belgique depuis dix ans, pourront être rayés, par décision ministérielle, de la liste citée au premier alinéa du présent article. »

Art. 2. — La compétence des ingénieurs des mines est étendue à la détention et à l'emploi des explosifs dans les établissements métallurgiques dont ils ont la surveillance.

En conséquence, aux articles 8, 296, 325, 341 et 342 de l'arrêté royal du 29 octobre 1894, la mention des mines, des minières et de certaines carrières est complétée par celle des établissements métallurgiques dont la surveillance incombe à l'administration des mines.

Art. 3. — L'interdiction de transporter des explosifs par la poste est étendue aux munitions de sûreté.

En conséquence, l'article 148 du même arrêté royal est complété comme il suit :

« *Transport sans autorisation.* »

» Art. 148. — Aucune autorisation administrative n'est nécessaire pour transporter des munitions de sûreté.

« *Interdiction du transport par la poste.* »

» Toutefois, leur transport par la poste, en si petite quantité que ce soit, est interdit. »

Art. 4. — Le dernier alinéa de l'article 178, tel qu'il a été modifié par l'arrêté royal du 31 juillet 1906, est rapporté et remplacé par la disposition suivante :

« Les explosifs ne pourront être transportés par bateaux à pétrole, à essence ou électriques qu'en vertu d'une disposition expresse de l'arrêté d'autorisation. »

Art. 5. — L'article 196 du règlement, déjà modifié par les arrêtés royaux du 3 juin 1900 et du 25 novembre 1910, recevra la nouvelle rédaction suivante :

« *Désignation des produits et limitation des quantités.* »

» Art. 196. — Les explosifs autres que les munitions de sûreté sont admis dans ces conditions pour autant que les quantités totales (poids brut) réunies dans un même wagon ne dépassent pas :

- » 1° Pour les poudres, 400 kilogrammes;
  - » 2° Pour les dynamites, 400 kilogrammes;
  - » 3° Pour les explosifs difficilement inflammables, 1,000 kilogrammes;
  - » 4° Pour les artifices, 500 kilogrammes;
  - » 5° Pour les détonateurs, 100 kilogrammes.
- » L'article 142 est applicable aux produits chargés simultanément dans un même wagon. »

Art. 6. — Nos Ministres de l'Industrie, du Travail et de la Prévoyance sociale, des Travaux publics et des Chemins de fer, Marine, Postes, Télégraphes, Téléphones et Aéronautique sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent arrêté.

Donné à Bruxelles, le 29 juillet 1926.

ALBERT.

Par le Roi :

Le Ministre de l'Industrie, du Travail  
et de la Prévoyance sociale,

J. WAUTERS.

Le Ministre des Travaux publics,

H. BAELS.

Le Ministre des Chemins de fer, Marine, Postes,  
Télégraphes, Téléphones et Aéronautique,

E. ANSELE.

POLICE DES ÉTABLISSEMENTS  
DANGEREUX,  
INSALUBRES OU INCOMMODES

Complément à la liste annexée à l'arrêté royal  
du 15 mai 1923.

*Arrêté royal du 11 octobre 1926*

ALBERT, Roi des Belges,

A tous, présents et à venir, SALUT.

Considérant que les lampisteries et autres locaux dépendant des mines et des autres exploitations souterraines, où l'on manipule des essences inflammables, présentent des dangers, tant pour le personnel ouvrier que pour le voisinage, et qu'il y a conséquemment lieu de les soumettre à une autorisation administrative;

Vu l'arrêté royal du 15 mai 1923, concernant la classification des établissements réputés dangereux, insalubres ou incommodes;

Vu l'arrêté royal du 22 octobre 1895 qui détermine dans ses articles 4 et suivants les attributions des ingénieurs des mines en ce qui concerne les dits établissements;

Vu la loi du 5 mai 1888, relative à l'inspection des dits établissements;

Sur la proposition de Notre Ministre de l'Industrie, du Travail et de la Prévoyance sociale,

Nous avons arrêté et arrêtons :

Article premier. — Les lampisteries et autres locaux dépendant des mines et autres exploitations souterraines, où l'on

manipule des essences inflammables, sont classés parmi les établissements réputés dangereux, insalubres ou incommodes et rangés dans la liste annexée à l'arrêté royal du 15 mai 1923, sous la rubrique suivante :

DÉSIGNATION	Classe	Inconvénients
Lampisteries et autres locaux dépendant des mines et autres exploitations souterraines, où l'on manipule des essences inflammables.	1	Danger d'incendie

Art. 2. — Ces locaux sont placés sous la surveillance des Ingénieurs du Corps des Mines, lesquels ont en outre à exercer à leur égard les autres attributions définies aux articles 4 et suivants de l'arrêté royal du 22 octobre 1895.

Art. 3. — Notre Ministre de l'Industrie, du Travail et de la Prévoyance sociale est chargé de l'exécution du présent arrêté.

Donné à Bruxelles, le 11 octobre 1926.

ALBERT.

Par le Roi :

*Le Ministre de l'Industrie et du Travail  
et de la Prévoyance sociale,*

J. WAUTERS.

MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE, DU TRAVAIL ET DE LA PRÉVOYANCE SOCIALE  
ET MINISTÈRE DE L'INTÉRIEUR ET DE L'HYGIÈNE

DIRECTION GÉNÉRALE DU TRAVAIL  
ET  
ADMINISTRATION DE L'HYGIÈNE

Arrêté royal du 12 novembre 1926, organisant la participation des demandeurs et des opposants dans les frais d'instruction des demandes en autorisation des établissements classés comme dangereux, insalubres ou incommodes.

ALBERT, Roi des Belges,

A tous, présents et à venir, SALUT.

Vu le décret loi du 15 octobre 1810 relatif aux manufactures et aux ateliers insalubres ou incommodes ;

Vu l'article 2 de la loi du 21 mai 1819 ;

Vu l'arrêté royal du 15 mai 1923 concernant la police des établissements classés comme dangereux, insalubres ou incommodes ;

Considérant qu'il semble équitable de faire participer les demandeurs en autorisation et les opposants aux frais occasionnés aux diverses administrations par l'instruction des demandes et des recours relatifs à l'autorisation des établissements dangereux, insalubres ou incommodes ;

Considérant toutefois que cette intervention financière des intéressés n'apparaît actuellement comme opportune qu'en ce qui concerne les entreprises rangées dans la première classe des dits établissements ;

Sur la proposition de Notre Ministre de l'Industrie, du Travail et de la Prévoyance sociale et de Notre Ministre de l'Intérieur et de l'Hygiène,

Nous avons arrêté et arrêtons :

Article premier. — Toute requête visant l'obtention, la modification ou le retrait d'une décision en matière d'établissements dangereux, insalubres ou incommodes rangés dans la première classe, fera l'objet du paiement des sommes déterminées ci-après :

1° 100 francs en cas de demande en autorisation ;

2° 200 francs en cas d'appel formulé par le demandeur en autorisation, contre la décision intervenue en premier ressort ;

3° 20 francs en cas d'appel individuel ou collectif formulé par des tiers opposants.

Art. 2. — Tout demandeur ou tout appelant établira la preuve du paiement des sommes ci-dessus indiquées par la production du récépissé du versement effectué par lui au compte chèque postal du département ministériel compétent. Ce récépissé devra être joint à la demande ou au recours en cause, sous peine de non recevabilité de celui-ci.

Art. 3. — Notre Ministre de l'Industrie, du Travail et de la Prévoyance sociale et Notre Ministre de l'Intérieur et de l'Hygiène sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent arrêté.

Donné à Bruxelles, le 12 novembre 1926.

ALBERT.

Par le Roi :

*Le Ministre de l'Industrie, du Travail  
et de la Prévoyance sociale,*

J. WAUTERS.

*Le Ministre de l'Intérieur et de l'Hygiène,*  
Henri JASPAR.

TABLE GÉNÉRALE DES MATIÈRES

TABLE ALPHABÉTIQUE DES AUTEURS

ANCIAUX, H., Ingénieur principal au Corps des Mines, à Bruxelles. — <i>L'Industrie charbonnière pendant l'année 1925. Statistique provisoire et vue d'ensemble sur l'exploitation</i> (en collaboration avec M. LEBACQZ, J. . . . .	303
Id. — <i>Investigations en vue de l'application de l'organisation scientifique aux travaux souterrains des mines de houille</i> , par le D <sup>r</sup> SIEBEN (« Glückauf », n° 25, du 19 juin 1926). Traduction résumée . . . . .	1047
Id. — <i>Guide des charbonnages belges</i> . — Editions HALLET, à Bruxelles, 42, avenue Alexandre Bertrand . . . . .	1071
Id. — <i>Les chaudières à vapeur aux Etats-Unis</i> . — Compte-rendu de mission du Doct.-Ing. F. MUNZIGER, résumé dans le « Glückauf », (n° 39, du 26-9-1925). Traduction. . . . .	1401
CONNERADE, E., Professeur à la Faculté Technique du Hainaut. — <i>Analyse exacte des gaz de distillation</i> . . . . .	587
Id. — <i>Les réactions du gaz à l'eau</i> . . . . .	1439
DE BOOSERÉ, O., Docteur en Sciences, Attaché à l'Institut National des Mines, à Frameries. — <i>Sur les constituants macroscopiques des charbons campinois</i> . . . . .	369
Id. — <i>Les lubrifiants</i> . — <i>Caractéristiques</i> . — <i>Propriétés</i> . — <i>Emplois</i> (206 p.). — Association minière d'Alsace et de Lorraine. Hôtel des Mines, Metz. — 1 <sup>er</sup> avril 1926 . . . . .	1072

DEHALU, M., Professeur de l'Université, à Liège. — <i>Carte générale des abornements des concessions minières du bassin de la Campine (9<sup>e</sup> suite)</i> . . . . .	91
Id. id. (10 <sup>e</sup> suite). . . . .	965
DELMER, A., Ingénieur en chef Directeur des Mines, à Bruxelles. — ADOLPHE HOEL. — <i>The Coal Deposits and Coal Mining of Svalbard (Spitzbergen and Bear Island)</i> . — Oslo, Jacob DYBWARD, 1925 . . . . .	1068
DEMEURE, CH., Ingénieur au Corps des Mines, à Mons. — <i>La carbonisation à basse température en Angleterre (1<sup>re</sup> suite)</i> . . . . .	63
Id. id. (2 <sup>e</sup> suite) . . . . .	437
HARDY, L., Ingénieur principal des Mines, à Charleroi. — <i>Note sur le tir d'ébranlement dans les mines du Gard et ses possibilités d'emploi en Belgique</i> . . . . .	119
HOCEDÉZ, A., Conseiller des Mines, à Bruxelles. — <i>Table alphabétique des avis du Conseil des Mines (du 1<sup>er</sup> janvier 1919 au 31 décembre 1923 (en collaboration avec M. JOLY, L.))</i> . . . . .	239
JOLY, L., Président du Conseil des Mines, à Bruxelles. — <i>Table alphabétique des avis du Conseil des Mines (du 1<sup>er</sup> janvier 1919 au 31 décembre 1923 (en collaboration avec M. HOCEDÉZ, A.))</i> . . . . .	239
LEBACQZ, J., Directeur général des Mines, à Bruxelles. — <i>L'industrie charbonnière pendant l'année 1925. — Statistique provisoire et vue d'ensemble sur l'exploitation (en collaboration avec M. ANCIAUX, H.)</i> . . . . .	303
Id. — <i>Statistique des industries extractives et métallurgiques et des appareils à vapeur en Belgique pour 1925</i> . . . . .	1081
LEMAIRE, E., Ingénieur en chef Directeur des Mines, Directeur de l'Institut National des Mines, à Erbisœul. — <i>Etude sur le problème de l'explosif de sûreté</i> . . . . .	355
Id. — <i>Etude sur les dégagements instantanés de grisou</i> . . . . .	849
LIBOTTE, E., Inspecteur général des Mines, à Mons. — <i>Société anonyme des Houillères d'Anderlues. — Four pour le nettoyage des lampes de sûreté</i> . . . . .	1379

PAQUES, G., Ingénieur au Corps des Mines, à Charleroi. — <i>Quelques considérations sur le tir simultané</i> . . . . .	1371
Id. — <i>Note descriptive du chargeur automatique J. D.</i> . . . . .	1375
RAVEN, G., Ingénieur en chef Directeur des Mines, à Bruxelles. — <b>Les accidents survenus dans les charbonnages pendant l'année 1922 :</b>	
<i>Les accidents dus à des éboulements</i> . . . . .	3
<i>Les accidents causés par le grisou</i> . . . . .	397
<i>Coup d'eau</i> . . . . .	413
<i>Les accidents dus à l'emploi des explosifs</i> . . . . .	416
<i>Les accidents survenus au cours de la circulation des ouvriers et du transport des produits, sur voies de niveau ou peu inclinées</i> . . . . .	861
<i>Les accidents survenus au cours de la circulation des ouvriers et du transport des produits, sur voies inclinées</i> . . . . .	883
<i>Electrocution</i> . . . . .	1236
<i>Accidents dus à des causes diverses</i> . . . . .	1238
<i>Accidents survenus à la surface</i> . . . . .	1248
RENIER, A., Ingénieur en chef Directeur des Mines, Chef du Service géologique de Belgique, à Bruxelles. — <i>Quelques précisions nouvelles sur le bassin houiller de la Campine. Ses relations très intimes avec le bassin houiller de Liège</i> . . . . .	901
Id. — JEAN HAUST, chargé du cours de dialectologie wallonne à l'Université de Liège. — <i>La Houillère Liégeoise, I. — Vocabulaire philologique et technologique de l'usage moderne dans le bassin de Seraing-Jemeppe-Flémalle.</i> — Ouvrage orné de 260 figures, rédigé avec la collaboration de M. GEORGES MASSART, Ingénieur des Mines A. I. Lg., et de M. JOSEPH SACRÉ, Directeur des travaux des Charbonnages des Kessales, et avec l'appui de la Fondation Universitaire. — 2 <sup>e</sup> fascicule. — Liège. Imprimerie VAILLANT-CARMANNE. . . . .	1037
STAINIER, X., Professeur à l'Université de Gand, à Gand. — <i>Le bassin houiller de la Basse Sambre</i> . . . . .	491

TISON, L.-J., Ingénieur des Ponts et Chaussées, à Gentbrugge. — <i>Les aciers de qualité : leur fabrication dans les aciéries spéciales de la Ruhr</i> . . . . .	557
Id. id. id. (suite) . . . . .	985
Id. id. id. (suite et fin) . . . . .	1301
VERBOUWE, O., Ingénieur principal au Corps des Mines, à Mons. — <i>Les mouvements du sol dans les régions charbonnières et leur influence sur la construction de la surface.</i> (Die Bodenbewegung im Kohlenrevier und deren Einfluss auf die Tagesoberfläche), par l'Ingénieur A.-H. GOLDRICH. — In-8° de 307 pages et 201 figures. — JULIUS SPRINGER, éditeur, à Berlin. Année 1926 . . . . .	1073
VERDINNE, H., Ingénieur divisionnaire aux Charbonnages Réunis, à Charleroi. — <i>La carbonisation des combustibles solides à basse température</i> . . . . .	135
VRANCKEN, J., Ingénieur en chef Directeur des Mines, à Hasselt. — <i>Le bassin houiller du Nord de la Belgique : Situation au 31 décembre 1925</i> . . . . .	159
Annexe :	
Sondage n° 94 (Houthaelen-Meulenbergh), (concession Houthaelen) . . . . .	181
Sondage n° 95 (Houthaelen-Meulenbergh), (concession Houthaelen) . . . . .	201
Sondage n° 97 (Veldhoven), (concession Oostham-Quaedmechelen) . . . . .	615
Situation au 30 juin 1926. . . . .	1015
Annexe :	
Sondage n° 101 (Houthaelen-Hoevereinde), (concession de Houthaelen) . . . . .	1032
Id. — <i>Charbonnages des Liégeois en Campine : Emploi de la havéuse à air comprimé Knapp Eichel (Bochum)</i> . . . . .	1381
<i>Charbonnages des Liégeois en Campine ; Charbonnages de Winterslag ; Charbonnages de Beeringen : Graissage et nettoyage des câbles métalliques ronds à l'air comprimé</i> . . . . .	1385

<i>Charbonnages de Limbourg-Meuse ; Charbonnages André Dumont : Essai d'une pelleteuse mécanique à air comprimé</i> . . . . .	1389
<i>Carrières souterraines de Canne : Éboulement du 11 mai 1926.</i> . . . . .	1394

ANNALES DES MINES DE BELGIQUE

TOME XXVII. — ANNÉE 1926

TABLE GÉNÉRALE DES MATIÈRES

INSTITUT NATIONAL DES MINES A FRAMERIES

<i>Etude sur le problème de l'explosif de sûreté</i>	E. LEMAIRE	355
<i>Sur les constituants macroscopiques des charbons campinois.</i>	O. DE BOOSERÉ	369
<i>Etude sur les dégagements instantanés de grisou</i>	E. LEMAIRE	849

SERVICE DES ACCIDENTS MINIERS

<i>Les accidents survenus dans les charbonnages pendant l'année 1922 :</i>	G. RAVEN	
<i>Les accidents dus à des éboulements</i>		3
<i>Les accidents causés par le grisou</i>		397
<i>Coup d'eau</i>		413
<i>Les accidents dus à l'emploi des explosifs</i>		416
<i>Les accidents survenus au cours de la circulation des ouvriers et du transport des produits sur voies de niveau ou peu inclinées.</i>		861
<i>Les accidents survenus au cours de la circulation des ouvriers et du transport des produits sur voies inclinées</i>		883
<i>Electrocution</i>		1236
<i>Accidents dus à des causes diverses</i>		1238
<i>Accidents survenus à la surface</i>		1248

TABLE DES MATIÈRES

1543

MÉMOIRES

<i>La carbonisation à basse température en Angleterre (suite)</i>	CH. DEMEURE	63
<i>Carte générale et abornements des concessions minières du bassin de la Campine (9<sup>e</sup> suite)</i>	M. DEHALU	91
<i>La carbonisation à basse température en Angleterre (suite)</i>	CH. DEMEURE	437
<i>Le bassin houiller de la Basse-Sambre</i>	X. STAINIER	491
<i>Quelques précisions nouvelles sur le bassin houiller de la Campine. — Ses relations très intimes avec le bassin houiller de Liège</i>	A. RENIER	901
<i>Carte générale et abornements des concessions de la Campine (10<sup>e</sup> suite et fin)</i>	M. DEHALU	965

NOTES DIVERSES

<i>Note sur le tir d'ébranlement dans les mines du Gard et ses possibilités d'emploi en Belgique</i>	L. HARDY	119
<i>La carbonisation des combustibles solides à basse température</i>	H. VERDINNE	135
<i>Les aciers de qualité; leur fabrication dans les aciéries spéciales de la Ruhr</i>	L.-J. TISON	557
<i>L'analyse exacte des gaz de distillation</i>	E. CONNERADE	587
<i>Les aciers de qualité; leur fabrication dans les aciéries spéciales de la Ruhr (suite)</i>	L.-J. TISON	985
<i>Id. id. (suite et fin)</i>	Id.	1301
<i>Les réactions du gaz à l'eau</i>	E. CONNERADE	1349
<i>Quelques considérations sur le tir simultané</i>	G. PAQUES	1371
<i>Note descriptive du chargeur automatique</i>	J. D.	Id. 1375

## LE BASSIN HOULLER DU NORD DE LA BELGIQUE

Situation au 31 décembre 1925 . . . . .	J. VRANCKEN	159
Id. — Annexe :		
Sondage n° 94 (Houthaelen-Meulenberg), (Concession Houthaelen). . . . .	Id.	181
Sondage n° 95 (Houthaelen-Meulenberg), (Concession Houthaelen). . . . .	Id.	201
Sondage n° 97 (Veldhoven), (Concession Oostham-Quaedmechelen) . . . . .	Id.	615
Situation au 30 juin 1926 . . . . .	Id.	1015
Id. — Annexe :		
Sondage n° 101 (Houthaelen-Hoevereinde), (Concession de Houthaelen). . . . .	Id.	1032

## EXTRAITS DE RAPPORTS ADMINISTRATIFS

3 <sup>e</sup> ARRONDISSEMENT. . . . .	E. LIBOTTE	
Société anonyme des Houillères d'Ander- lues : Four pour le nettoyage des toiles des lampes de sûreté . . . . .		1379
10 <sup>e</sup> ARRONDISSEMENT. . . . .	J. VRANCKEN	
Charbonnages des Liégeois en Campine : Emploi d'une haveuse à air comprimé Knapp-Eichel (Bochum). . . . .		1381
Charbonnages des Liégeois en Campine; Charbonnages de Winterslag; Charbon- nages de Beeringen : Graissage et net- toyage des câbles métalliques ronds à l'air comprimé . . . . .		1385
Charbonnages de Limbourg-Meuse; Char- bonnages André Dumont : Essai d'une pelleteuse mécanique à air comprimé . .		1389
Carrières souterraines de Canne : Eboule- ment du 11 mai 1926 . . . . .		1394

## CHRONIQUE

Investigations en vue de l'application de l'organisation scientifique aux travaux souterrains des mines de houille, par le Dr Sieben (« Glückauf », n° 25, du 19 juin 1926). Traduction résumée par . . . . .	H. ANCIAUX	1047
Progrès réalisés en 1925 dans la production de la vapeur. — Note de M. Brownlie, traduite par M. A. Schubert (« Chaleur et Industrie », n° 95, juillet 1926) . . . . .		1057
Les chaudières à vapeur aux Etats-Unis. — Compte-rendu de mission du Doct.-Ing. F. Munziger, résumé dans la revue « Glückauf » (n° 39, du 26-9-1925). Tra- duction. . . . .	H. ANCIAUX	1401

## BIBLIOGRAPHIE

JEAN HAUST, chargé de cours de dialectolo- gie wallonne à l'Université de Liège. — La Houillère Liégeoise. — I. Vocabu- laire philologique et technologique de l'usage moderne dans le bassin de Seraing-Jemeppe-Flémalle. — Ouvrage orné de 260 figures, rédigé avec la colla- boration de M. GEORGES MASSART, Ingé- nieur des Mines, A. I. Lg., et de JOSEPH SACRÉ, Directeur des travaux des Char- bonnages des Kessales, et avec l'appui de la Fondation Universitaire. — 2 <sup>e</sup> fasci- cule. — Liège, Imprimerie H. Vaillant- Carmagne. . . . .	A. RENIER	1067
ADOLF HOEL. — The Coal Deposits and Coal Mining of Svalbard (Spitzbergen and Bear Island), Oslo, Jacob Dybward, 1925 . . . . .	A. DELMER	1068
Guide des charbonnages belges. — Editions Hallet, Bruxelles, 42, avenue Alexandre Bertrand . . . . .	H. ANCIAUX	1071

Les lubrifiants. — Caractéristiques. — Propriétés. — Emplois (206 p.). Association minière d'Alsace et de Lorraine, Hôtel des Mines, Metz, 1<sup>er</sup> avril 1926 . . . . . O. DE BOOSERÉ 1072

Les mouvements du sol dans les régions charbonnières et leur influence sur les constructions de la surface (Die Bodenbewegungen im Kohlenrevier und deren Einfluss auf die Tagesoberfläche), par l'Ingénieur A.-H. Goldreich. — In-8°, 307 pages et 201 figures. Julius Springer, éditeur, à Berlin. Année 1926 . . . . . O. VERBOUWE 1073

#### DIVERS

Association belge de Standardisation. — Publications :  
Standardisation des rivets en cuivre. — Rapport n° 21 . . . . . 237

Fondation Georges Montefiore. — Prix triennal . . . . . 659

VI<sup>e</sup> Congrès de chimie industrielle . . . . . 661

Association belge de Standardisation. — Publications :  
Standardisation des tuyaux en fonte à emboîtement et cordon. — Rapport n° 22 . . . . . 1079

#### CONSEIL DES MINES DE BELGIQUE

Table alphabétique des avis du Conseil des Mines (du 1<sup>er</sup> janvier 1919 au 31 décembre 1923) .  
L. JOLY et A. HOCEDEZ 239

#### STATISTIQUES

L'industrie charbonnière pendant l'année 1925. — Statistique provisoire et vue d'ensemble sur l'exploitation . . . . .  
J. LEBACQZ et H. ANCIAUX 303

Tableau des mines de houille en activité dans le Royaume de Belgique au 1<sup>er</sup> janvier 1926 . . . . . 663

Liste des dépôts d'explosifs. — Province de Hainaut . . . . . 707

Statistique des industries extractives et métallurgiques et des appareils à vapeur en Belgique, pour 1925 . . . . . J. LEBACQZ 1081

Liste des dépôts d'explosifs. — Province de Hainaut (suite): . . . . .

#### DOCUMENTS ADMINISTRATIFS

##### DIRECTION GÉNÉRALE DES MINES

###### Régime de retraite des ouvriers mineurs.

Adaptation du régime de retraite des ouvriers mineurs aux ouvriers occupés dans les exploitations visées à l'article 1<sup>er</sup> de la loi du 30 décembre 1924, établies dans les cantons d'Eupen, de Malmédy et de St-Vith. — Arrêté royal du 30 avril 1926 . . . . . 815

Arrêté royal du 17 juillet 1926. — Modifications apportées aux arrêtés royaux des 31 décembre 1924 et 12 août 1925, pris en exécution des lois des 30 décembre 1924 et 10 août 1925, relatives à l'assurance en vue de la vieillesse et du décès prématuré des ouvriers mineurs . . . . . 1221

Loi du 3 août 1926, modifiant et complétant la loi du 30 décembre 1924, relative à l'assurance en vue de la vieillesse et du décès prématuré des ouvriers mineurs . . . . . 1125

Arrêté royal du 11 août 1926, approuvant le règlement prévu à l'article 43bis de la loi du 3 août 1926 . . . . . 1227

##### DIRECTION GÉNÉRALE DU TRAVAIL

Arrêté royal du 22 mai 1925, réglementant l'emménagement en réservoirs souterrains, en bidons et en fûts, du pétrole et des essences de pétrole, ainsi que le débit de ces produits . . . . . 325

Arrêté royal du 28 janvier 1926, étendant l'application du règlement général du 30 mars 1905 à tous les établissements classés . . . . . 331

Arrêté royal du 20 mars 1926, concernant les soins de propreté corporelle à observer dans les établissements classés comme dangereux, insalubres ou incommodes, et prescri-

vant les conditions d'utilisation des appareils de chauffage placés dans les locaux de travail de ces mêmes établissements . . . . .	333
Etablissements classés comme dangereux, insalubres ou incommodes. — Classement des établissements où s'effectue la transformation, par pyrogénéation, d'huiles minérales, végétales ou animales de graisses, de résines et de charbon. — Arrêté royal du 21 mars 1926 . . . . .	336
<b>OFFICE DU TRAVAIL</b>	
Loi sur le travail des femmes et des enfants. — Modification des arrêtés royaux des 19 février et 5 août 1895, réglementant le travail des personnes protégées dans diverses industries. — Arrêté royal du 3 mai 1926 . . . . .	818
<b>DIRECTION GÉNÉRALE DES MINES</b>	
Loi sur le travail des femmes et des enfants. — Arrêté royal du 3 avril 1926, autorisant l'emploi des adolescents pendant la nuit dans les usines à cuivre . . . . .	824
<b>Police des mines, minières, carrières, industries connexes des charbonnages et usines métallurgiques.</b>	
Installations industrielles d'électricité à forts courants dans les mines, minières, carrières, industries connexes des charbonnages et usines métallurgiques. — Modification à l'instruction ministérielle du 30 septembre 1919 . . . . .	338
<b>Police des mines, minières et carrières.</b>	
Installations superficielles : Arrêté royal du 9 juillet 1926, complétant les dispositions de l'arrêté royal du 15 septembre 1919 . . . . .	1519
<b>Police des mines.</b> <i>Explosifs S. G. P.</i>	
Arrêté ministériel du 15 juillet 1925, admettant l'explosif « Poudre blanche n° 9 » . . . . .	827
Arrêté ministériel du 11 juin 1926, admettant l'explosif « Sabulite antigrisouteuse Bbis » . . . . .	1230

*Eclairage des mines.*

Verres de lampes de sûreté. — Hauteur : Tolérance. — Arrêté ministériel du 7 octobre 1926 . . . . .	1521
<b>Règlement général sur les appareils à vapeur.</b>	
Arrêté royal du 1 <sup>er</sup> mars 1926, modifiant et complétant les dispositions de l'art. 77 de l'arrêté royal du 28 mars 1919 portant règlement général sur les appareils à vapeur . . . . .	339
Emploi des soudures par fusion dans la construction des chaudières à vapeur. — Circulaire du 31 août 1926 . . . . .	1522
Emploi de l'acier coulé pour la construction de récipients de vapeur. — Circulaire du 24 septembre 1926 . . . . .	1526
Vérification des épaisseurs des tôles au cours des visites des chaudières. — Circulaire du 25 septembre 1926 . . . . .	1526
Recharge par le procédé de la soudure autogène, de parties corrodées des chaudières. — Circulaire du 27 septembre 1926 . . . . .	1528
<b>Règlement général sur les explosifs.</b>	
Arrêté royal du 29 juillet 1926, modifiant et complétant l'article 3 de l'arrêté royal du 29 octobre 1894 . . . . .	1529
<b>Etablissements dangereux, insalubres ou incommodes.</b>	
Arrêté royal du 11 octobre 1926, apportant complément à la liste annexée à l'arrêté royal du 15 mai 1923, concernant la classification des établissements réputés dangereux, insalubres ou incommodes. . . . .	1532
Arrêté royal du 12 novembre 1926, organisant la participation des demandeurs et des opposants dans les frais d'instruction des demandes en autorisation des établissements classés comme dangereux, insalubres ou incommodes . . . . .	1534
<b>Commission de revision des règlements miniers.</b>	
Nominations : Arrêté royal du 6 janvier 1926 . . . . .	341

## ANNALES DES MINES DE BELGIQUE

Nomination : Arrêté royal du 31 décembre 1926 . . . . . 341

## INSTITUT NATIONAL DES MINES

Nomination : Arrêté royal du 25 février 1926 . . . . . 341

## CORPS DES MINES

Arrêté royal du 20 février 1926, modifiant le règlement organique du Service et du Corps des Ingénieurs des Mines . . . . . 342

## Personnel.

Corps des Ingénieurs des Mines.—Situation au 1<sup>er</sup> avril 1926 . . . . . 829

Répartition du personnel et du Service des Mines : Noms et lieux de résidence des fonctionnaires (1<sup>er</sup> avril 1926) . . . . . 833

## DÉLÉGUÉS A L'INSPECTION DES MINES

Délégués à l'inspection des mines. — Agréation des écoles industrielles (article 6 de la loi du 11 avril 1897) . . . . . 345

## ARRÊTÉS SPÉCIAUX

Extraits d'arrêtés pris en 1925, concernant les mines . . . . . 347

SOMMAIRE DE LA 4<sup>me</sup> LIVRAISON, TOME XXVII

## SERVICE DES ACCIDENTS MINIERS ET DU GRISOU

<i>Les accidents survenus dans les charbonnages pendant l'année 1922</i> . . . . .	G. Raven	
Accidents survenus dans les travaux souterrains:		
Electrocution . . . . .		1236
Accidents dus à des causes diverses . . . . .		1238
Accidents survenus à la surface . . . . .		1248

## NOTES DIVERSES

Les aciers de qualité. — Leur fabrication dans les aciéries spéciales de la Ruhr (suite et fin) . . . . .	L. J. Tison	1301
Les réactions du gaz à l'eau . . . . .	E. Connerade	1349
Quelques considérations sur le tir simultané . . . . .	G. Paques	1371
Note descriptive du chargeur automatique J. D. . . . .	G. Paques	1375

## EXTRAITS DE RAPPORTS ADMINISTRATIFS

3 <sup>o</sup> arrondissement . . . . .	E. Libotte	
Société Anonyme des Houillères d'Anderlues: Four pour le nettoyage des toiles des lampes de sûreté . . . . .		1379
10 <sup>o</sup> arrondissement. . . . .	J. Vrancken	
Charbonnages des Liégeois en Campine: Emploi de la haveuse à air comprimé Knapp-Eichel (Bochum). . . . .		1381
Charbonnages des Liégeois en Campine; Charbonnages de Winterslag; Charbonnages de Beeringen: Graissage et nettoyage des câbles métalliques ronds à l'air comprimé . . . . .		1385
Charbonnages de Limbourg-Meuse; Charbonnages André Dumont: Essai d'une pelleuse mécanique à air comprimé . . . . .		1389
Carrières souterraines de Canne: Eboulement du 11 mai 1926 . . . . .		1394

## CHRONIQUE

Les chaudières à vapeur aux Etats-Unis. — Compte-rendu de mission du Doct.-Ing. F. Munzinger, résumé dans la revue <i>Glückauf</i> (n <sup>o</sup> 39 du 26-9-1925). Traduction . . . . .	H. Anciaux	1401
---	------------	------

## STATISTIQUES

Liste des dépôts d'explosifs: Province de Hainaut (suite et fin) . . . . .		1421
--	--	------

## DOCUMENTS ADMINISTRATIFS

### POLICE DES MINES, MINIÈRES ET CARRIÈRES

Installations superficielles: Arrêté royal du 9 juillet 1926 complétant les dispositions de l'arrêté royal du 15 septembre 1919 . . . . . 1519

### POLICE DES MINES

#### Éclairage des Mines

Verres de lampes de sûreté. — Hauteur: Tolérance. — Arrêté ministériel du 7 octobre 1926 . . . . . 1521

### POLICE DES APPAREILS A VAPEUR

Emploi des soudures par fusion dans la construction des chaudières à vapeur. — Circulaire du 31 août 1926 . . . . . 1522

Emploi de l'acier coulé pour la construction de récipients de vapeur. — Circulaire du 24 septembre 1926 . . . . . 1526

Vérification des épaisseurs des tôles au cours des visites des chaudières. — Circulaire du 25 septembre 1926 . . . . . 1526

Recharge par le procédé de la soudure autogène de parties corrodées des chaudières. — Circulaire du 27 septembre 1926 . . . . . 1528

### RÈGLEMENT GÉNÉRAL SUR LES EXPLOSIFS

Arrêté royal du 29 juillet 1926, modifiant et complétant l'article 3 de l'arrêté royal du 29 octobre 1894 . . . . . 1529

### ÉTABLISSEMENTS DANGEREUX, INSALUBRES OU INCOMMUNES

Arrêté royal du 11 octobre 1926, apportant complément à la liste annexée à l'arrêté royal du 15 mai 1923 concernant la classification des établissements réputés dangereux, insalubres ou incommodes . . . . . 1532

Arrêté royal du 12 novembre 1926, organisant la participation des demandeurs et des opposants dans les frais d'instruction des demandes en autorisation des établissements classés comme dangereux, insalubres ou incommodes. . . . . 1534

### TABLES DES MATIÈRES DU TOME XXVII

Table alphabétique des auteurs . . . . . 1537

Table générale des matières . . . . . 1542

## SOMMAIRE DE LA 4<sup>me</sup> LIVRAISON, TOME XXVII

### SERVICE DES ACCIDENTS MINIERS ET DU GRISOU

*Les accidents survenus dans les charbonnages pendant l'année 1922* . . . . . G. Raven  
Accidents survenus dans les travaux souterrains:  
Electrocution . . . . . 1236  
Accidents dus à des causes diverses . . . . . 1238  
Accidents survenus à la surface . . . . . 1248

### NOTES DIVERSES

Les aciers de qualité. — Leur fabrication dans les aciéries spéciales de la Ruhr (suite et fin) . . . . . L. J. Tison 1301  
Les réactions du gaz à l'eau . . . . . E. Connerade 1349  
Quelques considérations sur le tir simultané . . . . . G. Paques 1371  
Note descriptive du chargeur automatique J. D. . . . . G. Paques 1375

### EXTRAITS DE RAPPORTS ADMINISTRATIFS

3<sup>e</sup> arrondissement . . . . . E. Libotte  
Société Anonyme des Houillères d'Anderlues: Four pour le nettoyage des toiles des lampes de sûreté . . . . . 1379  
10<sup>e</sup> arrondissement. . . . . J. Vrancken  
Charbonnages des Liégeois en Campine: Emploi de la haveuse à air comprimé Knapp-Eichel (Bochum). . . . . 1381  
Charbonnages des Liégeois en Campine; Charbonnages de Winterslag; Charbonnages de Beerlingen: Graissage et nettoyage des câbles métalliques ronds à l'air comprimé . . . . . 1385  
Charbonnages de Limbourg-Meuse; Charbonnages André Dumont: Essai d'une pelleteuse mécanique à air comprimé . . . . . 1389  
Carrières souterraines de Canne: Eboulement du 11 mai 1926 . . . . . 1394

### CHRONIQUE

Les chaudières à vapeur aux Etats-Unis. — Compte-rendu de mission du Doct.-Ing. F. Munzinger, résumé dans la revue *Glückauf* (n<sup>o</sup> 39 du 26-9-1925). Traduction . . . . . H. Anciaux 1401

### STATISTIQUES

Liste des dépôts d'explosifs: Province de Hainaut (suite et fin) . . . . . 1421

## DOCUMENTS ADMINISTRATIFS

### POLICE DES MINES, MINIÈRES ET CARRIÈRES

Installations superficielles: Arrêté royal du 9 juillet 1926 complétant les dispositions de l'arrêté royal du 15 septembre 1919 . . . . . 1519

## POLICE DES MINES

### Éclairage des Mines

Verres de lampes de sûreté. — Hauteur: Tolérance. — Arrêté ministériel du 7 octobre 1926 . . . . .	1: 21
--	-------

### POLICE DES APPAREILS A VAPEUR

Emploi des soudures par fusion dans la construction des chaudières à vapeur. — Circulaire du 31 août 1926 . . . . .	1: 22
Emploi de l'acier coulé pour la construction de récipients de vapeur. — Circulaire du 24 septembre 1926 . . . . .	1: 26
Vérification des épaisseurs des tôles au cours des visites des chaudières. — Circulaire du 25 septembre 1926 . . . . .	1: 26
Recharge par le procédé de la soudure autogène de parties corrodées des chaudières. — Circulaire du 27 septembre 1926 . . . . .	1: 28

### RÈGLEMENT GÉNÉRAL SUR LES EXPLOSIFS

Arrêté royal du 29 juillet 1926, modifiant et complétant l'article 3 de l'arrêté royal du 29 octobre 1894 . . . . .	1: 9
---	------

### ÉTABLISSEMENTS DANGEREUX, INSALUBRES OU INCOMMODES

Arrêté royal du 11 octobre 1926, apportant complément à la liste annexée à l'arrêté royal du 15 mai 1923 concernant la classification des établissements réputés dangereux, insalubres ou incommodes . . . . .	1532
Arrêté royal du 12 novembre 1926, organisant la participation des demandeurs et des opposants dans les frais d'instruction des demandes en autorisation des établissements classés comme dangereux, insalubres ou incommodes.	1534

### TABLES DES MATIÈRES DU TOME XXVII

Table alphabétique des auteurs . . . . .	1537
Table générale des matières . . . . .	1542

