

SERVICE DES ACCIDENTS MINIERS ET DU GRISOU

ÉTUDES SUR LES ACCIDENTS

LES ACCIDENTS
SURVENUS SUR LES

PLANS INCLINÉS

DE
1889 à 1912

dans les mines de houille de Belgique

PAR
VICTOR WATTEYNE

Inspecteur général des Mines, à Bruxelles
Chef du Service des Accidents miniers et du Grisou

ET
LÉON LEBENS
Ingénieur principal des Mines, à Mons

2^{me} suite (1)

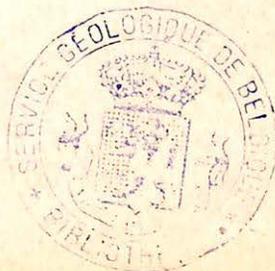
SÉRIE IX

- a) **Entraînements dans les poulies, engrenages,
etc.**
- b) **Chocs de la manivelle du treuil.**

PRÉAMBULE

Il y a dans cette série 67 accidents. Le nombre de tués est de 13. Les accidents de cette série, d'ailleurs nombreux, présentent relativement moins de cas mortels

(1) Voir *Annales des Mines de Belgique*, t. XIX (1914), 4^{me} liv., p. 959 et t. XX, 1^{re} liv., p. 5.



que les précédents, ce qui se comprend aisément, vu la nature même des accidents. La plupart de ceux-ci ont eu pour conséquence la mutilation d'un membre, surtout de la main ou du bras.

Ces accidents se répartissent comme suit :

TABLEAU A.

	<i>a</i>	<i>b</i>	TOTAUX
Couchant de Mons	14	2	16
Centre.	8	»	8
Charleroi	23	9	32
Namur	1	1	2
Liège	7	2	9
	<hr/>	<hr/>	<hr/>
	53	14	67

TABLEAU B.

	<i>a</i>	<i>b</i>	TOTAUX
Plans inclinés ordinaires (à un wagonnet).	32	»	32
— à rames	3	»	3
Vallées ordinaires (à un wagonnet).	11	10	21
— à rames	1	1	2
Plans inclinés de tailles montantes	5	2	7
— à chariots porteurs	1	1	2
	<hr/>	<hr/>	<hr/>
	53	14	67

Le groupe *a* comprend 39 cas d'entraînement, par le câble, le plus souvent de la main, d'autres fois du corps de l'ouvrier.

Dans d'autres accidents, c'est dans les engrenages des treuils à bras ou à moteur que l'entraînement a eu lieu.

Dans 2 autres cas encore, c'est la jambe de l'ouvrier qui a glissé entre les rayons de la poulie d'une taille montante.

Parmi les 39 accidents signalés ci-dessus, il en est 17 dont la cause est l'entraînement de la main ou du corps du freineur lors de la traversée, par celui-ci, du palier, pour

aller freiner, après lancement du chariot plein à frein ouvert. Dans 7 de ces cas, le frein a été laissé ouvert afin de donner du lâche au câble pour l'engagement du wagonnet.

4 accidents sont dus à la nécessité, à cause de la faible inclinaison, de tirer sur le brin descendant pour provoquer le départ. Dans 3 autres accidents, c'est sur le brin montant que tirait le freineur dans le même but.

Il y a eu ensuite des cas divers : méprise du freineur, chute, accrochement de la bretelle de l'ouvrier à la chaîne montante, etc.

Dans 30 accidents, la victime a été le freineur.

Certains comités d'accidents ont émis l'avis qu'il y a lieu de faire usage de freins automatiques ou de confier la manœuvre à deux ouvriers.

La plupart des 39 accidents auraient été évités, ou, tout au moins, leurs suites auraient été moins graves, si la poulie avait été munie d'un masque protecteur bien conditionné.

Dans plusieurs arrondissements on a exprimé l'opinion que le meilleur moyen d'éviter cette sorte d'accidents est d'écartier davantage la poulie, de façon à ce que le freineur soit, dans ses manœuvres, plus éloigné de la poulie.

Les accidents n^{os} 415 et 432 (jambes prises dans les rayons des poulies de tailles montantes) auraient été évités si les poulies avaient été munies d'un couvercle protecteur.

La plupart des accidents du groupe *b* sont, naturellement, arrivés à la tête des vallées.

Beaucoup auraient été évités si le treuil avait été muni d'un frein ou d'un cliquet d'arrêt; c'est avec raison que les Comités des accidents n^{os} 459, 462 et 464 ont préconisé l'encliquetage double, c'est-à-dire pouvant agir dans les deux sens de marche.

La broche d'arrêt, dont on fait parfois usage (nos 466 et 467), est peu recommandable.

RÉSUMÉS

a) Entraînements dans les poulies, engrenages, etc.

N° 409. — *Charleroi.* — 3^{me} (actuel. 5^{me}) arrond. — *Charbonnage du Poirier, puits Saint-André, à Montigny-sur-Sambre.* — *Étage de 140 mètres.* — 23 novembre 1889, vers 3 1/2 heures. — Un blessé. — *P.-V. Ing. Pepin.*

Main entraînée sur la poulie d'un plan incliné.

Résumé des circonstances de l'accident.

Un sciaueur avait engagé un chariot plein sur un plan incliné, puis desserré le frein à vis ; comme le wagonnet ne descendait pas de suite, l'ouvrier tira à lui la corde du chariot vide pour provoquer le démarrage. Celui-ci s'accomplit brusquement et l'ouvrier n'eut pas le temps de retirer sa main, qui fut entraînée sur la poulie.

A la suite de cet accident, M. l'Ingénieur en chef SMEYSTERS recommanda aux exploitants du 3^{me} arrondissement de pourvoir la tête de tous les « ravalages » d'une planche à rainures, avec lunettes pour le passage du câble, destinée à empêcher, le cas échéant, l'entraînement de la main du ravaleur vers la poulie.

N° 413. — *Charleroi.* — 3^{me} (actuel. 5^{me}) arrond. — *Charbonnage de Bonne-Espérance, puits Sainte-Zoé, à Montigny-sur-Sambre.* — *Étage de 832 mètres.* — 5 mars 1892, vers 5 heures. — Un blessé. — *P.-V. Ing. Daubresse.*

Main entraînée par le câble dans la gorge de la poulie.

Résumé des circonstances de l'accident.

Un ouvrier était de service à la tête d'un plan incliné desservi par une poulie à gorge avec câble en fer et munie d'un frein à vis. Il avait serré le frein et accroché au câble un wagonnet chargé de pierres lorsqu'il s'aperçut qu'il lui était impossible d'introduire celui-ci dans le plan, la longueur de corde dont il disposait étant

insuffisante. Il desserra alors quelque peu le frein et, la main gauche appuyée sur le câble montant, poussa des reins le véhicule. Il voulut alors saisir la manivelle du frein, mais sa main gauche fut entraînée sur la poulie, la manche de sa veste s'étant accrochée à un fil du câble. Heureusement, le wagonnet s'arrêta après un parcours d'environ 0^m50 et le bras de la victime put être dégagé.

Le Comité a émis l'avis que l'installation de forts œillets en fer en regard de la gorge de la poulie constitue une mesure à recommander en vue d'éviter les accidents analogues.

N° 415. — *Couchant de Mons.* — 1^{er} arrond. — *Charbonnage de l'Escouffiaux, puits n° 7, à Wasmes.* — *Étage de 865 mètres.* — 20 juillet 1892, 14 1/2 heures. — Un blessé. — *P.-V. Ing. Stassart.*

Chargeuse blessée au pied en passant au-dessus d'une poulie de taille montante.

Résumé des circonstances de l'accident.

Un plan incliné, desservant une taille montante, avait 8° d'inclinaison et 36 mètres de longueur. Par suite de la faible pente, le chariot plein parvenait rarement à entraîner le vide et un ouvrier devait pousser les wagonnets sur une certaine longueur.

La poulie avait un diamètre extérieur de 0^m48 ; son bâti était posé sur le mur de la couche ; le frein se manoeuvrait à l'aide d'un levier établi du côté du front de taille.

La chargeuse, après avoir poussé un wagonnet plein qui avançait difficilement, passait au-dessus de la poulie pour venir se mettre au frein, quand son pied glissa de la traverse supérieure du cadre de la poulie et fut pris entre les rais de celle-ci.

Habituellement, les poulies de l'espèce sont recouvertes par un plancher s'appuyant sur la partie supérieure du bâti et servant à retenir les charbons abattus ; parfois, elles sont, en outre, munies d'un couvercle en demi-lune qui se place du côté des fronts.

Au Comité, M. l'Ingénieur L. DEMARET a estimé que les poulies des tailles montantes devraient être munies de couvercles protecteurs. Ces couvercles, en tôle pleine, existent au Charbonnage du Rieu-du-Cœur. Il les a demandés, par inscription au registre, dans d'autres charbonnages de son district.

Voici le texte de cette inscription :

« J'invite la Direction à faire recouvrir les poulies de toutes les tailles montantes d'une plaque de protection, afin d'éviter les accidents qui peuvent résulter de l'introduction du pied ou de la main du chargeur dans la poulie en rotation. »

M. l'Ingénieur STASSART croit que cette disposition est très rarement employée; il ne l'a vue appliquée dans aucun charbonnage. Seulement, la poulie est ordinairement couverte par le plancher de chargement (*passet*).

N° 417. — Couchant de Mons. — 1^{er} arrond. — Charbonnage du Bois de Saint-Ghislain, puits n° 3, à Dour. — Etage de 825 mètres. 30 juin 1893, 2 heures. — Un blessé. — P.-V. Ing. L. Denoël.

Entraînement de l'avant-bras sur la poulie.

Résumé des circonstances de l'accident

Un plan automateur mesurait 40 mètres de longueur et avait 20° d'inclinaison. Pour freiner, il fallait appuyer sur un levier disposé à proximité de la poulie.

L'ouvrier de service à la tête de ce plan venait d'engager un wagonnet plein dans le plan et de mettre en marche, quand ce véhicule s'ancrea au toit. Se plaçant alors entre les câbles, il se mit à pousser avec les reins le wagonnet arrêté; le mouvement reprit immédiatement. L'ouvrier, voulant enjamber une des cordes pour saisir le levier du frein, fut entraîné par le brin montant et eut l'avant-bras serré dans la gorge de la poulie.

Le Comité a été d'avis que l'accident aurait pu être évité si une personne avait été spécialement affectée à la manœuvre du frein ou si le frein avait été à vis, ou encore, normalement fermé.

N° 428. — Charleroi. — 4^{me} arrond. — Charbonnage des Viviers réunis, puits n° 5. — Etage de 200 mètres. — 21 juillet 1896, vers 14 heures. — Un blessé. — P.-V. Ing. Lebacqz.

Main écrasée entre une chaîne et une poulie.

Résumé des circonstances de l'accident.

Le plan avait une longueur de 30 mètres et 28° d'inclinaison. Les chariots étaient attachés à une chaîne passant sur trois poulies (fig. 113), système adopté, par suite de la forte pente, pour obtenir une adhérence suffisante. Le frein agissait sur les deux grandes poulies.

Ayant à faire descendre un chariot plein, le ravaleur ne put l'engager sur le plan parce que la chaîne était un peu courte. Laissant la barrière ouverte et le chariot accroché, mais calé par un morceau de bois, l'ouvrier ouvrit le frein, puis, pour donner du lâche à la chaîne, il fit monter, de la main gauche, le brin V et il tira, de la

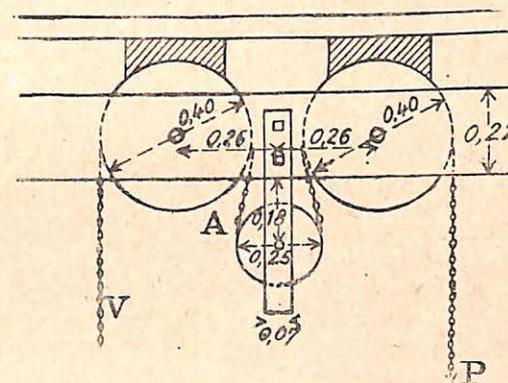


Fig. 113.

main droite, en A, entre la grande et la petite poulie. Tout-à-coup, le chariot se mit en marche, puis dérailla et s'arrêta; mais ce mouvement avait provoqué l'entraînement de la main droite de l'ouvrier dans la gorge de la poulie d'avant.

Vis-à-vis des deux gorges extrêmes des grandes poulies, une planche était clouée sur le bâti, de façon à ne laisser libre que le passage de la chaîne.

N° 437. — Couchant de Mons. — 1^{er} arrond. — Charbonnage du Buisson, puits n° 3, à Wasmès. — Etage de 660 mètres. — 20 juin 1900, vers 9 1/2 heures. — Un blessé. — P.-V. Ing. E. Lemaire.

Entraînement de la main dans la gorge d'une poulie.

Résumé des circonstances de l'accident.

La poulie d'un plan automateur, placée à 1 mètre de hauteur au-dessus du sol de la voie, était munie d'un frein commandé par levier. Une niche était ménagée pour le freineur dans la paroi du plan, en regard de la voie de roulage des charbons.

A 0^m30 en avant de la poulie devait se trouver une planche pro-

teatrice fixée à deux montants et percée de trois échancrures de 0^m06 de largeur; pour le passage des deux brins de la corde et du levier du frein. Cette planche faisait défaut; il en était de même du contre-poids qui, normalement, devait être porté par le levier du frein pour rendre automatique l'action de cet appareil.

D'accord avec les autres ouvriers, un jeune bouteur de 13 ans a voulu faire descendre un chariot chargé de charbon sur le plan incliné; après avoir engagé le véhicule, étendant la main vers le levier du frein, il saisit le câble montant et fut entraîné jusque sur la poulie et grièvement blessé.

La distance de la poulie à l'entrée du plan était de 1^m20; l'écartement entre le levier du frein et le brin du câble était de 0^m30. La pente du plan était de 15 à 16 degrés.

Au Comité, M. Lemaire fait observer que les entailles rectangulaires, relativement larges, pratiquées dans le masque pour le passage des brins du câble, peuvent occasionner des blessures dans le cas où la main serait entraînée par la corde. Ces entailles devraient être circulaires et n'avoir qu'un diamètre faiblement supérieur à celui du câble.

A son avis, les masques devraient être constitués d'une tôle de fer pliée à angle droit et fixée à la pièce de bois sur laquelle est montée la poulie, comme l'indique la figure 114. Dans la face *AB* de la tôle

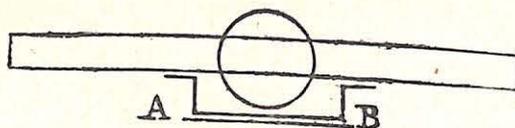


Fig. 114.

seraient pratiquées des ouvertures rectangulaires pour le passage des cordes, et sur cette face *AB* serait appliquée une planche portant des ouvertures circulaires n'ayant qu'un diamètre légèrement supérieur à celui du câble. Si on pratiquait directement ces ouvertures dans la tôle, le câble s'userait trop rapidement, par suite du frottement sur une arête vive; avec une planche, l'usure sera négligeable. La tôle de fer n'a pour but que d'assurer la solidité et la rigidité du masque.

M. Dejaer et tous les membres du Comité sont d'avis que le système

le plus rationnel de masque est celui employé au Charbonnage de l'Agrappe. Il consiste en deux anneaux, en fer rond de 15^{mm} de diamètre, qui sont maintenus à l'aide de vis fixées dans le cadre de la poulie; ils se trouvent à proximité de la gorge de celle-ci et donnent passage aux cordes.

N° 444. — Centre. — 2^{me} arrond. — Charbonnages du Bois-du-Luc, puits Saint-Patrice, à Trivières. — Etage de 415 mètres. — 18 février 1903, 19 heures. — Un blessé. — P.-V. Ing. Liagre.

Ouvrier entraîné dans un engrenage en mouvement.

Résumé des circonstances de l'accident.

Au sommet d'un plan incliné automoteur, de 200 mètres de long et de 18° d'inclinaison (plan utilisé pour la descente des bois à un étage inférieur) est installé un treuil à deux tambours, muni d'un frein à contre-poids. Pour les manœuvres exceptionnelles, l'arbre du treuil porte un engrenage, commandé par un volant à main à l'aide d'un pignon intermédiaire dont on détermine l'embrayage ou le débrayage en le faisant glisser sur son arbre.

Pendant une de ces manœuvres extraordinaires, l'ouvrier qui actionnait le volant, voyant l'engrenage mobile sur le point de se débrayer, voulut le repousser sans arrêter le treuil: il eut la main prise et entraînée.

Aucun dispositif (fourche) n'existait pour l'embrayage, qu'on devait faire à la main, mais après avoir mis le frein.

N° 445. — Centre. — 2^{me} (actuel. 3^{me}) arrond. — Charbonnages de Ressaix, puits n° 1 à Leval-Trahegnies. — 3 mars 1903, 11 h. — Un blessé. — P.-V. Ing. Bolle.

Main entraînée dans la poulie d'un plan.

Résumé des circonstances de l'accident.

Un freineur, ayant engagé un wagonnet plein à la tête d'un plan, voulut enjambrer les deux brins du câble pour atteindre le levier de manœuvre du frein situé de l'autre côté du palier, mais il trébucha et se retint inconsciemment au brin montant: il eut la main entraînée et écrasée entre le câble et la gorge de la poulie.

La poulie était protégée par un masque fait de planches clouées sur le bâti en bois, mais le battement des cordes avait agrandi les ouvertures ménagées pour leur passage.

Au Comité, on a signalé le type de masque adopté finalement par les Charbonnages de Ressaix (fig. 115) : une plaque de tôle recourbée

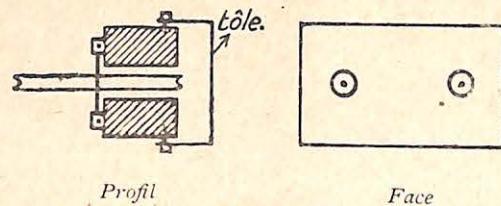
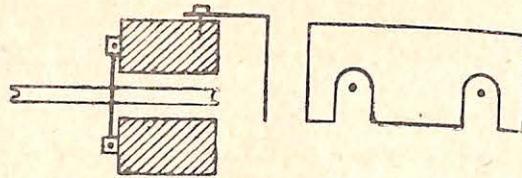


Fig. 115

en U, boulonnée aux poutres d'appui de la poulie; précédemment, on avait essayé la forme représentée figure 116.



Dispositif antérieur.

Fig. 116.

Les masques de bois ne détériorent pas les cordes, mais nécessitent un entretien soigné et sont de courte durée. Pour diminuer l'usure résultant du ballotement du câble, un membre propose de leur appliquer un dispositif analogue à celui adopté pour les clapets Briart : le câble traverserait une plaque verticale pouvant se déplacer latéralement et verticalement.

N° 446. — Namur — 5^{me} (actuel. 6^{me}) arrond. — Charbonnage d'Arsimont, puits n° 2. — Étage de 350 mètres. — 12 septembre 1903, vers 1 1/2 heure. — Un blessé. — P.-V. Ing. Brien.

Entraînement dans les engrenages d'un treuil à benzine.

Résumé des circonstances de l'accident.

Un chef porion a eu les vêtements, puis un bras, entraînés dans un engrenage d'un moteur à benzine souterrain, à côté duquel il s'habillait. Normalement, cet engrenage était protégé par une enve-

loppe, que le machiniste avait enlevée pour effectuer une légère réparation et qu'il n'avait pas replacée après cette opération.

N° 447. — Liège. — 7^{me} arrond. — Charbonnages de Marihaye, puits de Flémalle, à Flémalle-Grande. — Etage de 560 mètres. — 24 juillet 1904, 9 heures. — Un blessé. — P.-V. Ing. Delmèr.

Entraînement dans les engrenages d'un cabestan.

Résumé des circonstances de l'accident.

Comme un défoncement était utilisé momentanément à voie unique, l'un des câbles du treuil à air comprimé avait été enroulé sur le tambour; l'extrémité était assujettie à un crochet fixé sur la flasque du tambour par un écrou, qui frappait contre une tôle formant protection au-dessus des engrenages. En voulant relever cette tôle pendant la marche, le machiniste glissa, eut la main gauche prise dans les engrenages et la main droite tordue par l'arbre de transmission, auquel il se cramponna instinctivement. Renversé sur le dos, il réussit à fermer du pied le modérateur du cabestan, qui s'arrêta.

N° 448. — Centre. — 2^{me} arrond. — Charbonnages du Bois-du-Luc, puits Saint-Patrice, à Trivières. — Etage de 420 mètres. — 15 avril 1905, 20 heures. — Un blessé. — P.-V. Ing. G. Lemaire.

Entraînement dans l'engrenage d'un treuil à main.

Résumé des circonstances de l'accident.

A la tête d'une petite vallée (dite *esquifette*), desservie par un treuil à engrenages mû à la main, le préposé avait engagé un wagonnet vide sur le plan, après avoir desserré le frein; en se précipitant pour actionner celui-ci, il mit la main dans un engrenage situé à proximité du levier. Les engrenages n'étaient pas protégés.

N° 449. — Charleroi. — 4^{me} arrond. — Charbonnages de Monceau-Fontaine, puits n° 10, à Forchies. — Etage de 442 mètres. — 2 février 1906, 14 1/2 heures. — Un blessé. — P.-V. Ing. Ghysen.

Entraînement dans la poulie.

Résumé des circonstances de l'accident.

Un freineur engagea un wagonnet plein en tête d'un plan incliné (27°), avec le frein ouvert et en se tenant entre les deux brins du câble. Le wagonnet descendant rapidement, l'ouvrier, effrayé,

enjamba le brin montant pour se sauver dans la voie ; il glissa et instinctivement posa, sur le brin montant, une main, qui fut entraînée et écrasée dans la gorge de la poulie.

La manivelle du frein à vis se trouvait du côté opposé à celui où la victime a été atteinte, et l'on avait jugé suffisant de garantir l'entrée de la poulie du côté de cette manivelle seulement, car l'avaleur ne devait jamais se placer de l'autre côté pendant la marche des chariots.

Le Comité a fait remarquer la supériorité des freins à fermeture automatique.

N° 450. — *Charleroi.* — 4^{me} arrond. — *Charbonnage de Marcienne-Nord, puits n° 4 (Fiestaux), à Couillet.* — Etage de 890 m. — 21 février 1906, 8 1/2 heures. — Un blessé. — P.-V. Ing. Dandois.

Ouvrier blessé par les engrenages d'un treuil mécanique.

Résumé des circonstances de l'accident.

Un ajusteur était occupé à resserrer les boulons du presse-étoupes d'un treuil à air comprimé, après avoir prévenu de la chose, le machiniste ; celui-ci, distrait, mit le treuil en mouvement avant la fin de l'opération et l'ajusteur eut la main écrasée entre le presse-étoupes et un pignon denté voisin.

N° 451. — *Charleroi.* — 4^{me} arrond. — *Charbonnage de Masses-Diarbois, puits n° 5, à Jumet.* — Etage de 321 mètres. — 13 juin 1907, vers 14 heures. — Un blessé. — P.-V. Ing. L. Hardy.

Ouvrier entraîné dans la gorge d'une poulie d'une vallée.

Résumé des circonstances de l'accident.

Un défoncement était desservi par un manège à chevaux dont l'axe vertical portait, à 1^m75 au-dessus du sol, la poulie à gorge où s'enroulait le câble tracteur ; cette hauteur permettait aux chevaux de passer sous ce câble. Un hiercheur, étranger au service du manège, s'était assis sur le timon ou bras horizontal sur lequel les chevaux tiraient ; voulant faire descendre la manche de sa veste, trop longue, il leva le bras et eut la main prise entre le câble et la gorge de la poulie.

Aucun dispositif de protection n'entourait ni les brins, ni la poulie, leur hauteur paraissant suffisante pour éviter tout danger.

N° 452. — *Charleroi.* — 5^{me} arrond. — *Charbonnages du Grand-Mambourg, puits Résolu, à Montigny-sur-Sambre.* — Etage de 536 mètres. — 24 septembre 1907, vers midi. — Un blessé. — P.-V. Ing. Bertiaux.

Entraînement dans les engrenages d'un treuil à air comprimé.

Résumé des circonstances de l'accident.

A la tête d'un défoncement à air comprimé, le préposé avait engagé sur la voie unique un wagonnet vide, à frein ouvert ; voulant se précipiter sur le frein pour le fermer, l'ouvrier glissa et étendit instinctivement la main, qui fut prise dans un engrenage non protégé.

N° 453. — *Couchant de Mons.* — 2^{me} arrond. — *Charbonnage du Grand-Hornu, puits n° 12 à Hornu.* — Etage de 780 mètres. — 30 octobre 1907, 11 heures. — Un blessé. — P.-V. Ing. Niederau.

Ouvrier entraîné dans la poulie d'un plan à porteur.

Résumé des circonstances de l'accident.

Un hiercheur s'était garé contre la paroi d'un plan porteur, immédiatement au-dessous du plancher du freineur. Pendant la manœuvre, il glissa et saisit instinctivement le brin montant du câble (brin du contrepoids) ; il eut la main écrasée dans la gorge de la poulie, dont le masque était en mauvais état.

N° 454. — *Couchant de Mons.* — 1^{er} arrond. — *Charbonnage de l'Escouffiaux, puits n° 7, à Wasmes.* — Etage de 920 mètres. — 31 mars 1909, vers 21 heures. — Un blessé. — P.-V. Ing. Desensans.

Entraînement de la main par le câble dans le masque protecteur de la poulie.

Résumé des circonstances de l'accident.

Le plan mesurait 7 mètres de longueur et 9 à 12 degrés de pente. Le frein automatique présentait le dispositif de la figure 117 ci-après. Le câble métallique, de 2 centimètres de diamètre, traversait deux fois un « masque » consistant en deux barres de fer rond, incurvées, distantes de 5 centimètres, soudées à leurs extrémités et fixées au chassis de la poulie.

L'envoyeur faisait la manœuvre pour la première fois à ce plan, mais il avait l'habitude des freins de ce siège. Il prétend que, placé

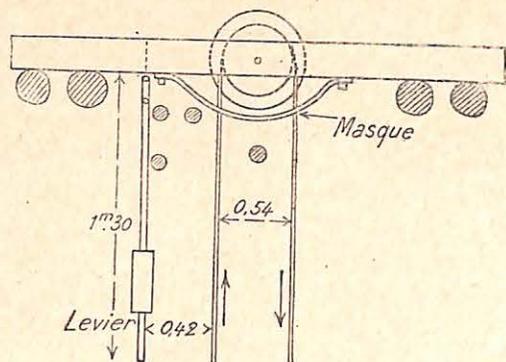


Fig. 117.

à la gauche du levier, sa main droite fut entraînée par le brin montant du câble, qu'elle avait touché involontairement après avoir lâché le levier du frein, peu avant l'arrivée du chariot vide.

A la séance du Comité, l'auteur du procès-verbal a émis l'opinion que la victime tenait le levier de la main gauche et qu'elle a commis l'imprudence de placer la main droite sur le brin montant. Il a fait observer que le masque a pour but d'empêcher l'entraînement de la main jusqu'à la poulie et qu'aucun système de masque ne permet de réduire le jeu de manière à empêcher que l'extrémité de la main puisse être prise entre le masque et le câble.

M. l'Ingénieur principal Léon Demaret a signalé un masque plus efficace composé d'un fer plat percé de deux trous d'un diamètre légèrement supérieur à celui de la corde.

N° 455. — Liège. — 9^{me} arrond. — Charbonnages Cockerill, siège Colard, à Seraing. — Etage de 580 mètres. — 30 avril 1909, vers 20 heures. — Un blessé. — P.-V. Ing. Brien.

Main entraînée par le câble sur une poulie-guide située près du treuil d'un plan incliné à simple voie.

Résumé des circonstances de l'accident.

Un plan incliné, à simple voie, de 60 mètres de longueur et de 30°

de pente, desservi par un treuil à air comprimé, servait à descendre des berlines de charbon et à monter des berlines de pierres.

Le treuil se trouvant à 4 mètres environ du sommet du plan, le câble était soulevé par une poulie-guide, afin de ne pas frotter sur le bord des taques. Comme la barre de fer horizontale, sur laquelle pouvait se déplacer la poulie, s'était pliée, on avait suspendu cette poulie à une chaîne attachée au chapeau d'un cadre du boisage. Le nouveau dispositif s'était bien comporté le 29 avril, parce qu'on n'avait fait, ce jour, des manœuvres que sur la partie inférieure du plan. Le 30, à la montée d'une berline de pierres, le câble s'enroula mal sur le tambour et, lorsqu'il fallut manœuvrer une deuxième berline, le machiniste demanda, à un hiercheur qui se trouvait là, de tirer sur le câble pour assurer l'enroulement. Pendant l'une des manœuvres suivantes, la main gauche de cet ouvrier, qui tenait le câble au lieu de le guider à l'aide d'un bois, fut entraînée sur la poulie et grièvement blessée.

On s'aperçut après l'accident que le treuil était dévié et l'enroulement du câble se fit normalement lorsqu'il fut redressé.

Il n'était guère possible de protéger cette poulie à cause de sa mobilité.

N° 456. — Couchant de Mons. — 1^{er} arrond. — Charbonnages de l'Agrappe, puits n° 2, à Frameries. — Etage de 348 mètres. — 3 mars 1910, 5 1/2 heures. — Un blessé. — P.-V. Ing. Verbouwe.

Main entraînée sur la poulie par le câble.

Résumé des circonstances de l'accident.

Deux sclauneurs avaient été chargés, après journée, de faire descendre des chariots de terres provenant du recarrage des plans inclinés. Pour évacuer un chariot de la quatrième plate, l'un d'eux se plaça au sommet et l'autre à la base du plan incliné reliant les troisième et quatrième plates, plan qui mesurait 9^m50 de longueur et avait 22 à 23 degrés de pente. Ils ont prétendu que le levier du frein était dépourvu de son contrepoids et qu'il n'y avait pas de « masque » devant la poulie.

La recette supérieure est figurée ci-contre (fig. 118). Le freineur ayant lancé le chariot de terres sur la voie levant, les deux wagonnets se seraient mis aussitôt en mouvement à cause de l'absence du contrepoids, et l'ouvrier n'osa s'aventurer devant la voie Couchant.

Il voulut passer sous la poulie, mais il glissa et posa, sur le brin montant du câble, sa main gauche qui fut entraînée dans la gorge

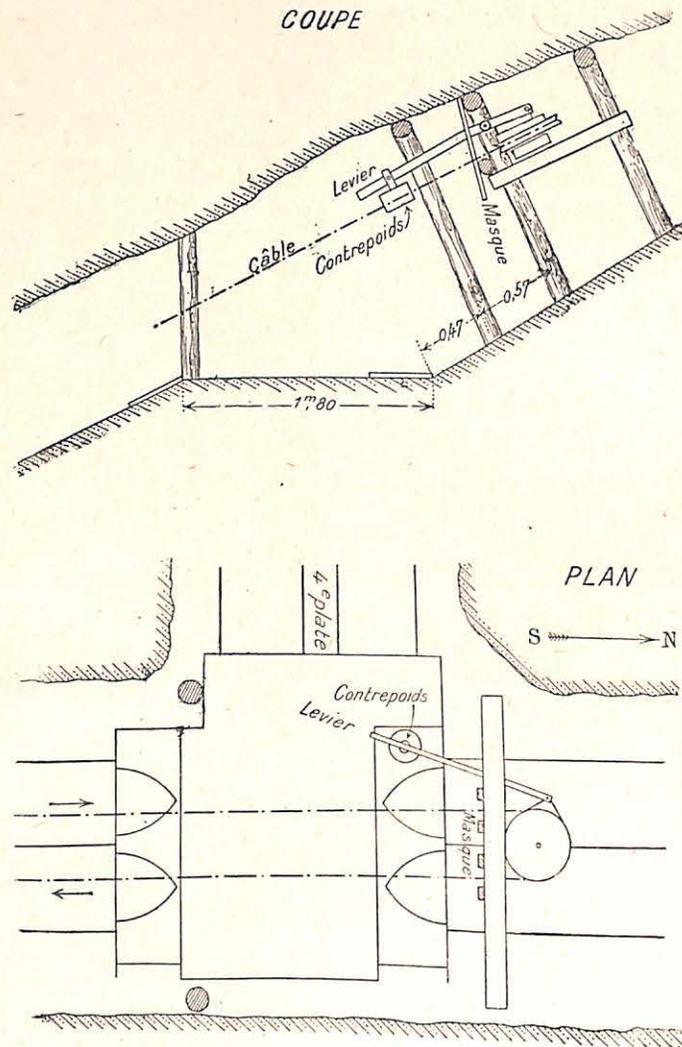


Fig 118.

de la poulie et provoqua l'arrêt des chariots. Le chariot plein s'était arrêté à quelques mètres du fond.

Il a été impossible d'établir si le contrepoids était réellement enlevé au moment de l'accident et si le masque était complet ou quelle était la distance entre les planchettes verticales qui le composaient.

Deux ouvriers avaient coupé le toit jusque 1 1/2 heure du matin, pour augmenter la hauteur au-dessus du palier.

N° 457. — Liège. — 8^{me} arrond. — Charbonnages de l'Espérance et Bonne-Fortune, siège Espérance, à Montegnée. — Etage de 364 mètres. — 15 septembre 1911, vers 3 heures. — Un blessé. — P.-V. Ing. Delrée.

Main entraînée par le câble sur la poulie.

Résumé des circonstances de l'accident.

Au moment où l'on engageait une berline de charbon sur l'une des voies d'un plan incliné, de 32 mètres de longueur et 18 degrés de pente, le brin descendant se mit sous tension et produisit un petit déplacement du brin montant vers la poulie. Le freineur, qui se tenait à côté du levier, près de ce brin, eut la main droite entraînée et serrée entre le câble et la gorge de la poulie.

Le blessé prétend qu'il a glissé sur un rail et s'est retenu au câble; mais les témoins pensent qu'il tenait le câble en main, en attendant de manœuvrer le frein et sans penser au danger qu'il courait.

La voie d'accès au plan passait sous la poulie. Il y avait une niche du côté du levier du frein.

b) Chocs de la manivelle du treuil.

N° 458. — Charleroi. — 3^{me} (actuel. 5^{me}) arrond. — Charbonnages du Trieu-Kaisin, puits n° 10, à Châtelineau. — Etage de 290 mètres. — 9 avril 1889, vers 22 heures. — Un blessé. — P.-V. Ing. Pepin.

Ouvrier atteint par la manivelle du treuil d'un plan incliné de taille montante.

Résumé des circonstances de l'accident.

Un plan incliné, de 12 à 13 degrés d'inclinaison et de 60 mètres de longueur, desservait une taille montante et était composé d'une simple voie; le transport s'y effectuait à l'aide d'un wagonnet en bois de dimensions réduites, appelé *bérotte*.

En haut de ce plan, à 2 mètres au-delà de l'extrémité des rails, était installé un treuil, formé d'un tambour en bois de 0^m45 de diamètre et de 0^m63 de longueur, mû par l'intermédiaire de deux roues d'engrenages, dont les diamètres étaient dans le rapport de 5 à 1. Le petit engrenage était actionné par une manivelle. Ce treuil était dépourvu de frein et d'encliquetage de retenue.

Quand la « bérotte » vide arrivait au haut du plan, ses deux premières roues tombaient des rails, ce qui contribuait déjà à immobiliser. De plus, on l'attachait à une chaîne de sûreté, munie d'un crochet, qui passait dans son anneau antérieur. En outre, une cale en bois était introduite dans les rayons de l'une des roues.

Le chargeur était occupé à remplir la « bérotte ». Comme la chaîne de sûreté le gênait, il l'enleva. Aussitôt le chariot se remit sur rails et descendit à toute vitesse, malgré l'enraiment de l'une des roues. L'ouvrier voulut saisir la manivelle, mais celle-ci l'atteignit au visage et le blessa grièvement.

Au Comité, on a été d'avis qu'il serait utile de munir les treuils de ce genre soit d'un frein, soit d'un encliquetage fixé sur l'arbre commandé par la manivelle.

N° 462. — Liège. — 6^{me} (actuel. 7^{me}) arrond. — Charbonnages de Gosson-Lagasse, puits n° 2, à Montegnée. — Etage de 450 m. — 26 août 1896, 20 heures. — Un tué. — P.-V. Ing. Germy.

Ouvrier atteint par la manivelle d'un treuil.

Résumé des circonstances de l'accident.

Sur une vallée en creusement à travers-bancs, d'une inclinaison de 18°, les déblais étaient remontés par un treuil à engrenage, mû par deux manivelles, de 0^m40 de rayon, que les ouvriers manœuvraient en tournant le dos à la voie inclinée.

Au début, le service se faisait à simple voie et l'appareil était muni d'un frein à levier, qui servait à modérer la vitesse pendant la descente des berlines vides. Lors de l'installation de la double voie, la descente des vides se faisant en même temps que la remonte des berlines chargées, le frein avait été démonté.

En arrivant à leur travail, les deux ouvriers préposés à la manœuvre du treuil trouvèrent à la recette supérieure une berline vide; les deux chaînes de traction étaient enroulées sur le tambour en haut chif et leurs crochets d'attache se trouvaient sur les taques. A la fin du poste précédent, cette berline vide avait été remontée du fond de la vallée où elle gênait les poseurs de rails; ceux-ci avaient actionné le treuil, en laissant dérouler librement l'une des chaînes; ils n'avaient pas remarqué que cette chaîne s'était rebobinée après s'être déroulée partiellement.

Les deux ouvriers décidèrent de laisser descendre la berline vide sur la voie de droite, pour rétablir l'enroulement normal en bas chif de la chaîne située de ce côté et d'attacher l'extrémité libre de la chaîne de gauche au tambour pour l'immobiliser. Ils se mirent donc chacun à une manivelle pour retenir la berline; celle-ci descendit sans incident sur un espace de 4 à 5 mètres, puis un choc subit se produisit, faisant brusquement tourner les manivelles en sens inverse du mouvement normal. Les ouvriers furent obligés de lâcher prise et la manivelle de droite vint frapper l'un d'eux à la tête en le blessant mortellement.

M. l'Ingénieur principal Halkin croit que l'on pourrait adapter à ces cabestans des encliquetages destinés à empêcher toute rotation en sens inverse du mouvement normal.

M. Germy fait d'abord remarquer que l'on place à l'arrière des berlines des fourches destinées à empêcher leur descente intem-

pestive; d'un autre côté, il faudrait deux encliquetages, un pour chaque sens de marche, avec cliquet pouvant être relevé pour le sens inverse.

Le Comité, malgré la complication résultant de la nécessité de le doubler, considère ce dispositif comme recommandable, étant de nature à éviter les accidents du genre de celui qui l'occupe.

N° 467. — *Charleroi.* — 4^m arrond. — *Charbonnages Réunis de Charleroi, puits n° 12.* — *Etage de 560 mètres.* — 28 juillet 1900, vers 9 1/2 heures. — *Un tué.* — *P.-V. Ing. Delruelle.*

Ouvrier atteint au pied d'un montage par la manivelle du treuil servant à la manœuvre du wagonnet.

Résumé des circonstances de l'accident.

Un montage, qui, au moment de l'accident, avait 70 mètres de longueur et dont l'inclinaison, de 6° au pied, atteignait 20° au sommet, était desservi par un seul wagonnet, de 1 hectolitre de capacité. Ce wagonnet était attaché d'une façon permanente à une corde qui passait, au sommet, sur une poulie de renvoi et qui, au pied du plan, s'enroulait sur un treuil à engrenages pourvu d'une simple manivelle. Celle-ci n'avait plus de cliquet de retenue, mais le boîtier était percé d'un trou dans lequel se plaçait, au besoin, une broche de fer, pouvant retenir la manivelle.

Le chargeur du haut, après avoir rempli le wagonnet et donné le signal de descente, accompagnait le chariot jusqu'au point où la pente est assez faible pour que l'on pût retirer la cale placée dans la roue afin de modérer la descente au début.

L'accident est arrivé comme suit : le chariot chargé effectuait sa descente, quand, à 5 ou 6 mètres du sommet, il s'arrêta contre un obstacle. Le chargeur enleva la cale, puis poussa sur le véhicule pour le dégager. L'obstacle franchi, le wagonnet se mit en marche brusquement. Le préposé au treuil avait cru devoir dérouler un peu de corde pour faciliter le dégagement du chariot, mais il avait omis de placer la broche d'arrêt. Le chariot s'étant remis en marche à toute vitesse, cet ouvrier ne put saisir la manivelle, qui l'atteignit au ventre et lui occasionna des lésions mortelles.

N° 469. — *Liège* — 8^m (actuel. 9^m) arrond. — *Charbonnages de Herve-Wergifosse, siège des Xhawirs, à Xhendelesse.* — 28 mai 1903, vers 21 heures. — *Un blessé.* — *P.-V. Ing. Renier.*

Ouvrier atteint par la manivelle d'un treuil à bras.

Résumé des circonstances de l'accident.

A la tête d'une voie inclinée de peu d'importance était installé un treuil à bras (à engrenages), dépourvu de frein et de cliquet; la descente des wagonnets vides s'opérait en retenant la manivelle pour modérer l'allure. Lors du lancer d'un wagonnet, par suite du lâche existant dans le câble, il se produisit un choc qui fit lâcher prise à l'ouvrier chargé de retenir la manivelle : celle-ci vint frapper violemment l'ouvrier au front.

N° 470. — *Charleroi.* — 3^m (actuel. 4^m) arrond. — *Charbonnage de Marchienne, puits Providence, à Marchienne-au-Pont.* — *Etage de 866 mètres.* — 9 septembre 1903, vers 16 heures. — *Un tué.* — *P.-V. Ing. Bailly.*

Ouvrier atteint par la manivelle d'un treuil.

Résumé des circonstances de l'accident.

Deux ouvriers, attelés, de part et d'autre, aux deux manivelles d'un treuil à engrenage dépourvu de frein, laissaient descendre un chariot vide qui avait été remonté de 7 mètres, sur un défoncement de 45 mètres de longueur et de 25 à 28 degrés de pente. Le brin du câble attaché au wagonnet était recouvert par l'autre brin, qui était libre, de sorte que le démarrage du chariot ne se produisit que lorsque le tambour avait déjà déroulé un demi-tour; un choc s'en suivit, les deux ouvriers lâchèrent les manivelles. L'un d'eux, projeté en avant, fut indemne, tandis que l'autre, atteint au ventre par sa manivelle, fut mortellement blessé.

Le Comité a préconisé la séparation des deux brins du câble par une cloison médiane.

N° 471. — *Couchant de Mons.* — 1^{er} arrond. — *Charbonnage du Buisson, puits n° 1, à Hornu.* — *Etage de 710 mètres.* — 3 novembre 1903, 1 heure. — *Un blessé.* — *P.-V. Ing. Em. Lemaire.*

Ouvrier atteint par la bielle du moteur commandant une exploitation en vallée.

Résumé des circonstances de l'accident.

Pendant une manœuvre, le chariot montant rencontra la berline vide descendante, qui était déraillée, et l'entraîna ; le machiniste ne s'aperçut de l'incident que lorsque quelques spires du câble descendant, que la rotation du treuil continuait à dérouler, vinrent se coincer entre deux engrenages et caler la machine.

Pour dégager le câble, les ouvriers décidèrent de faire tourner le moteur en sens inverse ; l'un d'eux, qui, par mégarde, avait mis le pied sur le bâti de la machine, fut blessé par une bielle des cylindres, au moment de la mise en marche. — Les appareils en mouvement n'étaient protégés par aucun dispositif.

SÉRIE X

Ouvriers entraînés en lançant ou en retenant le wagonnet.

PRÉAMBULE

Les 25 accidents (13 tués) de cette série se groupent comme suit :

TABLEAU A.

Couchant de Mons.	11
Centre	2
Charleroi	7
Namur	»
Liège.	5
	25

TABLEAU B.

Plans inclinés ordinaires (à un wagonnet).	17
— à rames	3
Vallées ordinaires (à un wagonnet).	2
Vallées à rames	»
Plans inclinés des tailles montantes	1
— à chariots porteurs	2
	25

La plupart de ces accidents sont des cas particuliers de certaines séries précédentes, notamment des séries I à VII, et surtout de la série V.

Ils se subdivisent comme suit, de par leurs caractères principaux :

I. — Manœuvres de wagonnets pleins.

Il y a eu 16 accidents, arrivés au cours de ces manœuvres :

a) En tournant, sur le palier, le wagonnet non accroché, avec barrière ouverte ou qui s'est arrachée (493) : 6 accidents ;

b) En poussant dans le plan le wagonnet accroché : 8 accidents (dans 3 d'entre eux le hiercheur a été accroché au chariot par le crochet de sa bretelle de manœuvre) ;

c) En poussant le chariot dans le plan à chariots porteurs : 2 accidents (n^{os} 482 et 486).

II. — Manœuvres de wagonnets vides.

a) 5 accidents sont arrivés par suite de ce que le chariot n'ayant pas atteint le palier supérieur, l'ouvrier s'est efforcé de l'y amener et a été entraîné ;

b) Dans 2 autres accidents, le hiercheur a voulu arrêter un chariot descendant une vallée et a été entraîné.

Il y a enfin 2 accidents dont les causes n'ont pas été bien élucidées.

Quelques uns des accidents de la série auraient pu être évités si le frein avait été automatique et si l'adhérence du câble au frein avait été suffisante.

Les barrières ont joué un rôle dans nombre d'accidents de cette série : au n^o 472, elle faisait défaut ; dans plusieurs cas (n^{os} 474, 483, 485 et 496), elle avait été laissée ouverte ; au n^o 493, la corde-barrière avait été arrachée pendant la manœuvre d'un chariot plein ; au n^o 495, la barrière, très rudimentaire (un morceau de rail étendu sur le sol), n'a pas agi efficacement, et au n^o 484, la barrière automatique, du système Leclercq, a été mise en défaut, sans doute parce qu'on avait écarté abusivement les deux clichés.

2 accidents, survenus dans les plans à chariots porteurs, auraient été évités par l'emploi de barrières automatiques.

RÉSUMÉS

N^o 473. — Liège. — 5^{me} (actuel. 8^{me}) arrond. — Charbonnage de Bonne-Fin, puits Sainte-Marguerite. — Etage de 147 mètres. — 17 juillet 1891, 9 1/2 h. — Un blessé. — P.-V. Ing. Delbrouck.

Un ouvrier entraîné par un wagonnet plein sur un plan incliné.

Résumé des circonstances de l'accident.

Le plan incliné automoteur mesurait 42 mètres de longueur et avait 23° de pente. L'ouvrier de service à la tête de ce plan venait d'amener, en le traînant au moyen d'une bretelle terminée par une chaînette, un wagonnet plein de charbon. Il le détacha, puis, ayant placé le crochet de la bretelle dans celui de la chaînette, il attacha le véhicule au brin libre de la chaîne du plan incliné et l'engagea sur la pente en le poussant du dos. Alors il voulut aller au frein, qui, d'après ses dires, était fermé, mais il se sentit retenu par sa bretelle, qui s'était accrochée au bout de chaîne attaché au wagonnet ; ce dernier se mit en marche, lentement d'abord, puis la vitesse ne tarda pas à s'accélérer et l'ouvrier fut entraîné jusqu'au pied du plan.

Le frein de la poulie de ce plan était un frein à bande dont le levier devait être maintenu, quand ce frein était fermé, par un blochet (coin) de bois, qui s'introduisait entre ce levier et une pièce fixe.

Après l'accident, il a été constaté que ce blochet n'était pas placé pour caler le frein.

Le Comité a examiné l'application des freins automatiques aux plans inclinés. D'une manière générale, ces appareils sont recommandables, mais leur efficacité dans tous les cas n'est pas établie.

Ce Comité a également fait observer qu'il serait désirable que les manœuvres aux recettes supérieures des plans soient exécutées par deux ouvriers.

N° 482. — *Couchant de Mons.* — 1^{er} (actuel. 2^{me}) arrond. — *Charbonnage du Grand-Hornu, puits n° 7.* — Etage de 708 m. — 29 mai 1900, à 20 1/2 heures. — Un blessé. — P.-V. Ing. Nibelle.

Ouvrier entraîné dans un plan incliné à chariot porteur par le chariot qu'il y amenait.

Résumé des circonstances de l'accident.

Un sciauneur avait pour mission de charger, dans des chariots, les terres provenant du recarrage d'une voie de niveau à la tête d'un plan à chariot-porteur, de 65° d'inclinaison, et de les faire descendre à la voie costresse. A un moment donné, comme il ne remontait pas de chariots vides, cet ouvrier alla en chercher un qui se trouvait dans une voie d'évitement au niveau supérieur, le chargea et le poussa vers le plan; mais il avait perdu de vue que le porteur n'était pas remonté. Le wagonnet chargé tomba dans la voie du plan en entraînant avec lui l'ouvrier sur une longueur de 30 mètres.

Les voies d'accès au plan porteur sont fermées, quand la plateforme n'est pas au niveau de la voie, par une corde tendue entre deux montants du boisage. Les sciauneurs ont l'ordre de refermer cette barrière derrière eux, après avoir tiré les chariots du porteur. Dans le cas actuel, la réparation de la voie supérieure était le seul travail en activité pendant ce poste dans le chantier et l'ouvrier était seul chargé de la manœuvre du frein et des wagonnets, de sorte qu'il ne quittait le plan incliné qu'après avoir ramené le porteur au niveau de la voie. Pour cette raison, il se dispensait de fermer la barrière, et il avait malheureusement aussi omis cette précaution en s'éloignant pour la dernière fois, alors que le porteur était resté en bas du plan.

Au Comité d'arrondissement, M. l'Ingénieur Nibelle dit que l'accident montre une fois de plus la nécessité de rendre automatiques les moyens de sécurité.

Il préconise l'installation, sur les voies de niveau aboutissant au plan incliné à chariot porteur, d'un taquet d'arrêt que le porteur effacerait et qui se rabattrait sur les rails par l'action d'un contre-poids. Outre ce dispositif automatique, on laisserait encore dans les voies les barrières à main, de façon à réunir les avantages de l'automatisme à ceux de la non-automatisme.

N° 484. — *Charleroi.* — 3^{me} (actuel. 4^{me}) arrond. — *Charbonnage de Sacré-Madame, puits Blanchisserie, à Dampremy.* — Etage de 806 mètres. — 31 octobre 1901, vers 18 heures. — Un tué. — P.-V. Ing. Bailly.

Ouvrier entraîné par un wagonnet vide dans un plan.

Résumé des circonstances de l'accident.

Au sommet d'un plan, de 14 mètres de longueur et de 22 degrés de pente, un hiercheur décrocha un chariot vide, sans s'assurer si la barrière était fermée derrière lui. Le wagonnet dévala. En voulant le retenir, l'ouvrier fut entraîné dans le plan et reçut des lésions internes auxquelles il succomba peu après.

La barrière utilisée était la barrière à cliche du système Leclercq, perfectionnée par la présence d'une seconde cliche, identique à la première. Toutes deux glissent le long d'une barre autour de laquelle elles peuvent aussi tourner pour se soulever.

Le croquis 18 (accident n° 32, série I) représente une barrière Leclercq à une cliche.

Pour expliquer l'accident, il faut admettre que le hiercheur, en voulant fermer la voie par où le wagonnet chargé venait de descendre, aura repoussé les deux clichés au lieu d'une seule.

Le Comité a conseillé, pour éviter semblable méprise, de revenir à la cliche unique; pour lui donner plus de prise, il conviendrait d'adopter une forme en étrier, c'est-à-dire constituée de deux barres verticales réunies à leur base par une horizontale.

N° 485. — *Couchant de Mons.* — 1^{er} arrond. — *Charbonnage de l'Agrappe, puits n° 2 (La Cour), à Frameries.* — Etage de 700 m. — 26 juin 1903, 15 heures. — Un blessé. — P.-V. Ing. A. Hallet.

Ouvrier entraîné dans un plan par un wagonnet qu'il y amenait.

Résumé des circonstances de l'accident.

Un ouvrier, qui avait oublié, à la manœuvre précédente, de refermer la barrière de tête d'un plan incliné, amenait un wagonnet plein en le tirant à l'aide de ses bretelles de sciauneur. En tournant sur le palier, le véhicule s'engagea sur la pente et entraîna l'ouvrier.

N° 486 — *Couchant de Mons.* — 2^{me} arrond. — *Charbonnages des Produits, puits n° 25, à Flénu.* — *Étage de 180 mètres.* — 31 octobre 1903, 20 heures. — *Un blessé.* — P.-V. Ing. Niederau.

Ouvrier entraîné dans un plan par le wagonnet qu'il y amenait.

Résumé des circonstances de l'accident.

Un hiercheur poussait un wagonnet de terres à la recette supérieure d'un plan à chariot porteur, dont il avait oublié de refermer la chaîne barrière à la manœuvre précédente. Le truck porteur étant au pied du plan, le wagonnet fut précipité sur la pente et on le retrouva au palier inférieur avec le hiercheur.

L'inclinaison du plan variait de 53 à 42 degrés, sur une longueur de 45 mètres.

N° 487. — *Charleroi.* — 5^{me} arrond. — *Charbonnages de Roton-Sainte-Catherine, puits des Aulniats, à Farciennes.* — *Étage de 255 mètres.* — 27 mars 1905, à 9 1/2 heures. — *Un blessé.* — P.-V. Ing. Gillet.

Porion entraîné sur le plan incliné avec le wagonnet vide qu'il voulait retenir.

Résumé des circonstances de l'accident.

Sur un plan automoteur, on faisait remonter deux berlaines vides par un seul wagonnet chargé; cette manœuvre, qui se répétait plusieurs fois par jour, avait pour but de parer à l'insuffisance de wagonnets, après la remonte des véhicules spéciaux, dits *bérottes*, affectés au transport des bois.

La recette supérieure étant de trop petites dimensions pour y recevoir les deux wagonnets en file et refermer la barrière derrière eux, un porion s'engagea dans le plan pour soutenir de l'épaule le second wagonnet, pendant qu'un ouvrier décrochait et emmenait le premier. Le porion glissa et le wagonnet vide dévala en l'entraînant dans le plan.

N° 488. — *Liège.* — 8^{me} arrond. — *Charbonnages de l'Espérance et Bonne-Fortune, puits Saint-Nicolas, à Liège.* — *Étage de 185 m.* — 26 mai 1905, 4 heures. — *Un tué.* — P.-V. Ing. Bailly.

Porion entraîné dans un plan par un wagonnet vide qu'il voulait retenir.

Résumé des circonstances de l'accident.

Le freineur d'un plan incliné automoteur, mesurant 60 mètres de longueur et incliné à 18 degrés, ayant opéré un serrage trop énergique, les chariots s'arrêtèrent à 3 mètres des paliers. Un surveillant descendit dans le plan et, s'arc-boutant entre les traverses de la voie et les chapeaux du boisage, poussa du dos le wagonnet vide vers le haut; en même temps, le hiercheur s'efforçait d'aider à la manœuvre en donnant des secousses saccadées aux deux brins de la chaîne du plan. Le porion glissa et le chariot l'entraîna, car la double attache du wagonnet s'était défaite.

Les wagonnets étaient reliés à la chaîne du plan par deux chaînes terminées par deux crochets; l'un se plaçait sur le bord supérieur du véhicule, tandis que l'autre était accroché à l'anneau inférieur de la caisse. Ce dernier avait la pointe recourbée, forme qui nécessitait une rotation prononcée pour le décrochement.

Après l'accident, M. l'Ingénieur Bailly a essayé en vain d'opérer ce décrochement par des tractions et secousses données sur la chaîne. Mais, dans le cas de l'accident, le porion a pu faciliter la chose en soulevant l'arrière du wagonnet.

N° 489. — *Liège.* — 8^{me} arrond. — *Charbonnages de Gosson-Lagasse, puits n° 1, à Montegnée.* — *Étage de 390 m.* — 26 mai 1905, vers minuit — *Un tué.* — P.-V. Ing. pr¹ Delruelle.

Ouvrier entraîné avec des wagonnets vides dans le plan.

Résumé des circonstances de l'accident.

Deux hiercheurs venaient de décrocher une berline pleine au pied d'un plan incliné, lorsque, entendant du bruit dans le plan, ils se garèrent précipitamment. Deux wagonnets vides dévalèrent librement, non attachés l'un à l'autre, par la voie qui venait de servir à la descente du wagonnet plein.

Le préposé à la recette supérieure fut trouvé étendu entre les berlaines vides et expira sans avoir pu donner aucune explication.

La harrière de tête était ouverte; aucune détérioration, ni aucune

particularité ne put fournir d'indice sur la façon dont l'accident s'était produit.

N° 490. — *Couchant de Mons.* — 2^{me} arrond. — *Charbonnages d'Hornu et Wasmes, puits n° 6, à Wasmes.* — *Étage de 543 m.* — 3 mars 1906, à 22 heures. — *Un tué.* — P.-V. Ing. Liagre.

Ouvrier écrasé dans un plan entre le toit et un wagonnet (probablement chute en lançant le wagonnet).

Résumé des circonstances de l'accident.

Le préposé au pied d'un plan avait donné le signal de la manœuvre; le wagonnet vide monta de 1 mètre sur le plan, puis s'arrêta. Après plusieurs signaux inutiles, l'ouvrier gravit le plan et trouva le scelauteur, la poitrine serrée entre le chariot plein et le toit du plan incliné, à 1^m80 du palier supérieur. Il avait le dos contre le wagonnet et avait cessé de vivre. Le crochet de sa bretelle était enfoncé dans sa ceinture.

Le frein automatique, à contrepoids, était fermé.

Parmi les hypothèses admissibles, la plus simple est de supposer que la victime, poussant du dos le wagonnet pour l'engager sur la pente, sera tombée à la renverse dans le plan et aura été coincée entre le wagonnet et le toit. Il faut, pour cela, supposer que la corde avait un peu de lâche et, puisque le wagonnet s'est un peu élevé dans le plan, que le frein n'a pas agi instantanément dès que ce lâche fut mis en tension, ce qui est compréhensible vu la force vive du choc à annuler à ce moment. (Cf. l'accident identique n° 491.)

N° 491. — *Couchant de Mons.* — 1^{er} arrond. — *Charbonnage du Buisson, puits n° 3, à Wasmes.* — *Étage de 728 mètres.* — 14 avril 1906, à 1 heure. — *Un tué.* — P.-V. Ing. Emm. Lemaire.

Ouvrier écrasé dans un plan entre le toit et un wagonnet (probablement chute en lançant le wagonnet).

Résumé des circonstances de l'accident.

Le préposé au pied d'un long plan incliné, de 30° de pente environ, avait donné le signal d'« avaler ». Le wagonnet vide s'éleva de 2 mètres dans le plan incliné, puis s'arrêta. Après quelques minutes d'attente et d'appels sans réponse, l'ouvrier gravit le plan pour se rendre compte de ce qui se passait. A 2 mètres du palier supérieur,

il trouva l'avaleur devant le chariot plein, le cou pris entre le bord supérieur d'avant du chariot et une bèle d'un cadre supérieur du boisage, la face tournée vers le toit de la galerie. La victime était attelée par sa bretelle de scelauteur au crochet d'avant du chariot et avait cessé de vivre.

Le frein était fermé, le wagonnet n'était pas déraillé.

A 0^m60 sous le palier supérieur se trouvait un étauçon, placé à 0^m23 des rails, contre lequel certains wagonnets butaient et s'arrêtaient. Le frein était suffisant pour provoquer l'arrêt, mais, lorsqu'on l'ouvrait de manière à laisser partir le chariot et qu'on laissait simplement retomber le contrepoids, le chariot effectuait un parcours de plusieurs mètres avant de s'arrêter.

L'accident n'ayant eu aucun témoin, on en est réduit aux hypothèses : peut-être la victime, en se retournant après avoir engagé le wagonnet, aura-t-elle été accrochée par sa bretelle au véhicule et entraînée avec celui-ci. Il faut supposer pour cela qu'il y avait un peu de lâche au câble et qu'ensuite le frein n'a pas agi immédiatement à la mise en tension du câble, puisque le wagonnet vide s'est élevé quelque peu dans le plan.

Peut-être aussi l'ouvrier a-t-il voulu désancrer le wagonnet arrêté contre l'étauçon dont il est parlé ci-dessus. Peut-être encore a-t-il fait une chute dans le plan, en poussant du dos le wagonnet qu'il voulait engager.

En examinant cet accident, le Comité d'arrondissement a émis l'avis que la mise en marche des wagonnets déraillés ou ancrés ne devrait jamais se faire par un seul ouvrier, un aide devant rester au frein; il faudrait aussi que l'immobilisation de la poulie et le calage de la corde soient bien assurés, et enfin que l'on fasse usage du grappin de sûreté préconisé dans la circulaire ministérielle du 17 janvier 1898.

N° 492. — *Charleroi.* — 4^{me} arrond. — *Charbonnage de Sacré-Madame, puits Saint-Théodore, à Dampremy.* — *Étage de 841 m.* — 27 décembre 1906, à 4 1/2 h. — *Un tué.* — P.-V. Ing. Verboove.

Ouvrier entraîné dans un plan par un wagonnet chargé qu'il y engageait alors que le wagonnet vide n'était pas accroché au câble.

Résumé des circonstances de l'accident.

Un nouveau montant, de 100 mètres environ de longueur, est incliné à 25 degrés dans sa partie moyenne et à 16 degrés environ, sur une dizaine de mètres, à chaque extrémité.

Le plan servait, à la fin du poste de nuit, à la remonte des bois destinés au personnel de jour. Comme les wagonnets de terres n'étaient pas toujours assez pesants pour déterminer le démarrage des trucks chargés de bois, le freineur calait son frein dans la position ouverte, en suspendant le levier du contrepoids à un crochet *ad hoc*, et, aidé d'un ouvrier, poussait le wagonnet plein dans le plan jusqu'à l'accentuation de la pente. Cette manœuvre était interdite par le personnel surveillant.

Le hiercheur préposé au pied du plan avait disposé à la recette un wagonnet, chargé de bois, prêt à être remonté; appelé ensuite en tête du plan par son service, il avait amené, aidé du freineur, un wagonnet de terres. Les deux ouvriers, persuadés que le chariot à remonter était accroché, se mirent à pousser le wagonnet plein sur la partie supérieure du plan incliné: le véhicule prit immédiatement une allure vertigineuse; le freineur lâcha prise et se précipita en vain sur le frein, tandis que le hiercheur, se cramponnant inconsciemment au wagonnet, fut entraîné sur une longueur de 60 mètres dans le plan incliné. Le wagonnet gisait déraillé un peu plus bas.

La victime avait oublié, après avoir enlevé le crochet de l'anneau de sûreté où il était immobilisé, de le placer au timon du truck de bois à remonter. Celui-ci fut retrouvé au pied du plan, intact, dans la position qu'occupe, avant le démarrage, un wagonnet accroché.

N° 493. — Centre. — 2^{me} arrond. — Charbonnages du Bois du Luc, fosse du Bois, à Houdeng-Aimeries. — Etage de 254 mètres. — 3 mai 1907, 13 1/2 h. — Un blessé. — P.-V. Ing. G. Lemaire.

Rupture de l'œillet d'attache de la chaîne-barrière; ouvrier entraîné par le wagonnet.

Résumé des circonstances de l'accident.

La barrière de la tête du plan était constituée par une chaîne terminée par deux crochets s'engageant dans des œillets, en fer rond, fixés au montant du boisage. En faisant tourner un wagonnet sur le palier, un hiercheur donna un choc sur la chaîne; un des œillets céda et le wagonnet s'engagea dans le plan; l'ouvrier essaya en vain de l'arrêter, fut entraîné, puis culbuté par le véhicule, qui dérailla.

N° 494. — Centre. — 3^{me} arrond. — Charbonnages de La Louvière et Sars-Longchamps, puits n° 5-6, à La Louvière. — Etage de 685 mètres. — 6 janvier 1908, vers 20 heures. — Un blessé. — P.-V. Ing. Defalque.

Ouvrier entraîné par un wagonnet qu'il soutenait à la tête d'un plan.

Résumé des circonstances de l'accident.

Dans un plan incliné, de 76 mètres de longueur et de 22 degrés d'inclinaison, desservant une taille montante, deux ouvriers avaient réparé un éboulement; pour amener à l'endroit de l'éboulement les wagonnets vides destinés à évacuer les terres, ils s'étaient servis, comme contrepoids, d'un wagonnet à demi chargé de charbon; à la descente du troisième chariot de terres, le contrepoids s'arrêta avant que les roues d'avant eussent dépassé l'extrémité des rails et que l'on put accrocher le véhicule à la chaîne de sûreté qui devait l'immobiliser au moment du décrochement du wagonnet plein. Un des ouvriers, après avoir calé le frein automatique dans une position ouverte, se plaça sous le wagon, le dos arc-bouté contre celui-ci et les mains prenant appui sur un cadre du boisage, pour amener le wagonnet au point voulu; en même temps, son compagnon tirait à la corde sur l'autre voie. A ce moment, le hiercheur du pied, sans avoir reçu l'ordre qu'il devait attendre, décrocha le wagonnet plein; les deux ouvriers parvinrent à retenir le véhicule quelques instants et crièrent, en vain, au hiercheur de placer le crochet du câble dans l'anneau de sûreté existant au pied du plan. Leurs forces les trahirent: l'ouvrier qui se trouvait sous le wagonnet fut soulevé par celui-ci et tomba dans le véhicule, qui dévala rapidement; les deux jambes et le bras droit, qui dépassaient le bord supérieur du wagonnet, furent brisés contre le toit.

N° 495. — Charleroi. — 4^{me} arrond. — Charbonnages de Monceau-Fontaine et Martinet, puits n° 8, à Forchies. — Etage de 320 mètres. — 7 avril 1910, vers 10 heures. — Un blessé. — P.-V. Ing. Ghysen.

Hiercheur entraîné par le câble en manœuvrant un wagonnet à la recette intermédiaire d'un défoncement.

Résumé des circonstances de l'accident.

Un défoncement, de 76 mètres de longueur et de 17 degrés de pente moyenne, commandé par un treuil à air comprimé, desservait le

niveau intermédiaire n° 3 (voir fig. 119). En cet endroit, la pente avait été réduite à 5 degrés et des taques de fonte donnaient accès à la voie Couchant du plan. Pour les manœuvres, on posait sur cette voie un morceau de rail, de 1^m40 de longueur, appuyé contre les montants B-B, distants de 0^m90.

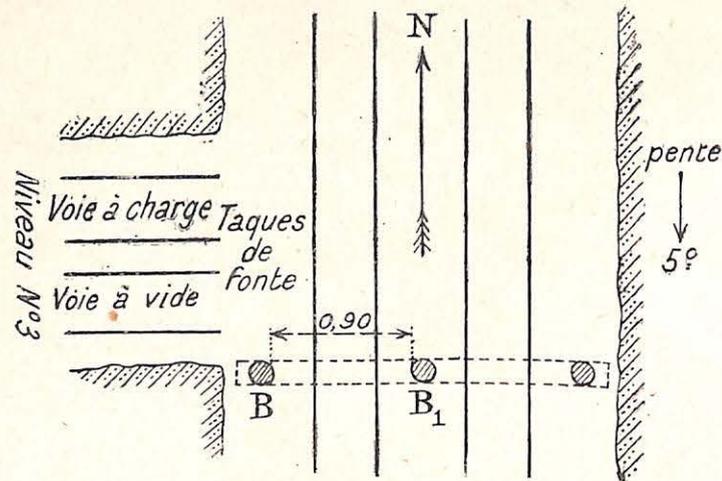


Fig. 119.

Un chariot vide, descendant la voie Couchant, ayant déraillé à 2 mètres en amont du niveau n° 3, le hiercheur de ce niveau ne sonna pas l'arrêt et amena le wagonnet jusque devant la voie à vide sans le remettre sur rails, mais en le calant contre le rail d'arrêt. Alors, il tira à lui le câble déroulé et se mit à décrocher le chariot ; mais celui-ci dévala brusquement, parce que le rail d'arrêt s'était dérobé, et s'immobilisa sur la voie, à 6 mètres en aval du niveau. L'ouvrier eut le pied gauche pris dans une boucle du câble.

Le wagonnet plein avait continué sa course jusqu'au sommet du défoncement. Comme le machiniste s'était aperçu de l'arrêt du vide au niveau n° 3, il avait fait descendre un autre chariot vide sur la voie Levant, jusqu'à une certaine distance du sommet, et attendit vainement les signaux.

D'habitude, les chariots vides destinés au niveau n° 3 descendaient d'abord jusqu'au fond du défoncement, puis remontaient jusqu'en amont de ce niveau et redescendaient enfin contre le rail d'arrêt.

Cependant, en cas de déraillement, on procédait comme l'avait fait la victime.

Le Comité a été d'avis que, en principe, des plans inclinés isolés sont plus favorables, au point de vue de la sécurité, pour desservir un chantier par tailles chassantes qu'un seul plan avec recettes intermédiaires. En cas d'adoption du dernier système, il faudrait au moins établir à chaque recette, des barrières plus efficaces que celle employée dans le cas présent.

N° 496. — Couchant de Mons. — 2^{me} arrond. — Charbonnages du Levant du Flènu, puits n° 14, à Cuesmes. — Étage de 480 mètres. — 10 mai 1910, 11 heures. — Un tué. — P.-V. Ing. Niederau.

Freineur entraîné par le wagonnet qu'il manœuvrait sur le palier supérieur.

Résumé des circonstances de l'accident.

Le freineur d'un plan incliné, de 21 mètres de long et de 28 à 29° de pente, prenait les wagonnets pleins sur la voie Nord et, à l'aide d'une bretelle, les traînait jusqu'au palier (fig. 120).

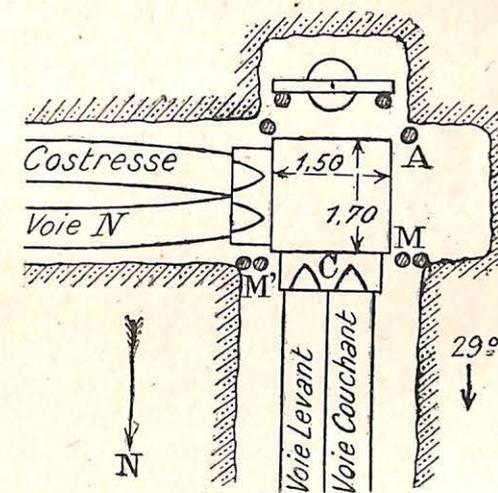


Fig. 120.

Au pied du plan, un slauneur était occupé à accrocher un chariot vide, qui devait monter par la voie Levant, quand il entendit le

bruit du dévalement d'un chariot plein, non accroché, qui vint buter contre le vide. On constata alors que le wagonnet chargé avait entraîné le freineur, encore attaché à l'arrière par sa bretelle.

Cet ouvrier avait laissé ouverte la barrière du sommet, qui était constituée par une chaîne à tendre entre les bois *M* et *M'*. Il avait déjà été puni pour ce motif.

Le palier était éclairé par deux lampes placées en *M'* et *A*. La taque à cœurs *C* présentait une pente de 14 1/2 degrés.

Certains membres du Comité ont estimé que cet accident aurait été évité par l'emploi de barrières automatiques, mais l'emploi de ces barrières n'a pas été recommandé parce qu'il a été constaté que, souvent, les ouvriers supprimaient l'automatisme de ce système de fermeture.

SÉRIE XI

Manœuvres dans le plan.

PRÉAMBULE

Les 73 accidents (29 tués) de cette série se répartissent comme suit :

TABLEAU A.

Couchant de Mons.	20
Centre	19
Charleroi	25
Namur	»
Liège	9
	<hr/>
	73

TABLEAU B.

Plans inclinés ordinaires (à un wagonnet)	53
— — à rames	4
Vallées à un wagonnet	7
— à rames	4
Plans inclinés de tailles montantes.	4
— — à chariots porteurs	1
	<hr/>
	73

Beaucoup d'accidents de cette série appartiennent aussi, par leurs circonstances et même par leur cause première, aux séries précédentes, notamment à la série I (décrochements), à la série VII (mise en défaut du frein) et à la série VIII (chute de la corde de la poulie).

Ils sont très nombreux, ce qui indique que les manœuvres sur les plans sont des opérations dangereuses.

A remarquer que beaucoup d'accidents mentionnés ailleurs pourraient aussi être rapportés à la série XI : 2 dans la série I, 6 dans la série II, 1 dans la série III, 8 dans la série IV, 1 dans la série V, 4 dans les séries VII et VIII, 4 dans les séries XIII et XIV ; en tout 26, ce qui porte à une centaine le nombre d'accidents survenus au cours de manœuvres sur le plan.

Les accidents de la série XI peuvent encore se grouper comme suit, selon la nature de l'événement qui a motivé les manœuvres sur le plan :

1° Wagonnet calé	19
2° Wagonnet plein déraillé	23
3° Wagonnet vide déraillé	18
4° Accidents divers	13
	73

Voici quelques indications sommaires sur ces accidents :

1° Décalages.

Dans les cas les plus nombreux, par suite d'une manœuvre tardive ou inefficace du frein, c'est le wagonnet vide qui, une fois décalé, a occasionné l'accident en remontant.

Dans 2 cas, la légère remonte produite par le fait de l'élasticité du câble a suffi pour occasionner l'accident.

Ailleurs, c'est un décrochement, ou encore c'est un calage intentionnel et insuffisant qui cède.

2° Remise sur rails de wagonnets pleins déraillés.

Un bon nombre de ces accidents ont eu lieu parce que le wagonnet a dévalé aussitôt remis sur rails, soit à cause de l'insuffisance du frein, soit à cause de son actionnement tardif ou inhabile.

D'autres fois, il y a eu décrochement pendant l'opération.

Dans 7 cas, le véhicule s'est renversé sur l'ouvrier, ou bien celui-ci a eu la main écrasée pendant la manœuvre.

3° Remise sur rails de wagonnets vides déraillés.

C'est, ici encore, la mise en défaut du frein ou le desserrement intempestif de celui-ci qui a occasionné le plus grand nombre d'accidents.

Il y a eu, comme au 2°, des cas divers, parmi lesquels des signaux, intentionnels ou non, provoquant une remise en action prématurée du plan.

4° Divers.

Les circonstances de ces accidents varient beaucoup ; contentons-nous d'indiquer en quelques mots celles des accidents dont nous ne donnons pas les résumés.

N° 497. — Wagonnet plein lancé tandis que le long brin du câble est encore attaché à la cravate, et dévalement brusque aussitôt le décrochement de celle-ci.

N° 498. — Le chariot vide s'arrête près du sommet et se décroche pendant qu'on le pousse vers le palier.

N° 505. — On cherche à faire remonter un chariot vide en tirant sur le brin descendant. Pendant ces secousses, un wagonnet du palier supérieur est attiré vers le plan.

N° 507. — Chariot plein lancé tandis que le chariot plein précédent est encore accroché. Après un certain trajet, le mouvement s'arrête. Le porion cale l'un des deux chariots et croit inutile de caler l'autre ; la descente de celui-ci après le décrochement est la cause de l'accident.

N° 512. — Un ouvrier fut atteint par un wagonnet pendant qu'il calait une porte se trouvant dans le plan.

N° 513. — Un chariot vide ayant été décroché pour permettre de replacer la corde sur la poulie, le chariot plein dévala.

N° 514. — Ayant été mal accroché dans le plan même, le second chariot d'une rame de deux chariots dévala.

N° 518. — Le timon d'un wagonnet vide s'étant cassé,

on retint le chariot plein pendant qu'on retournait, sur le palier inférieur, le chariot vide pour l'accrocher à l'autre timon. Le chariot plein ne put être maintenu et dévala.

Les autres sont les accidents nos 525, 539, 546, 555 et 558.

Dans beaucoup d'accidents de cette série, il y a eu des imprudences commises et, comme on l'a fait remarquer à diverses reprises dans les Comités, le danger des manœuvres aurait été souvent écarté et maints accidents auraient été évités si l'on avait fait usage du grappin de sûreté, dont on se sert trop peu.

RÉSUMÉS

N° 524. — Centre. — 2^{me} arrond. — Charbonnage du Bois-du-Luc, puits n° 1. — Etage de 470 mètres. — 28 octobre 1899, vers 3 h. — Un blessé. — P.-V. Ing. Niederau.

Un ouvrier grièvement blessé par la descente d'un wagonnet plein qui venait, après déraillement, d'être remis sur la voie.

Résumé des circonstances de l'accident.

Le plan incliné automoteur mesurait 16 mètres de longueur et avait 24 degrés d'inclinaison ; la poulie de ce plan était munie d'un frein qui se manœuvrait en opérant une traction sur une corde fixée à un levier. Au cours d'une manœuvre, le wagonnet plein vint à dérailler ; pour le remettre sur rails, trois ouvriers descendirent dans le plan, après avoir pris soin d'attacher la corde du frein au brin descendant du câble. Le véhicule était à peine replacé sur les rails qu'il se mit en mouvement et blessa grièvement un des ouvriers : l'attache de la corde du frein avait cédé.

Cet accident aurait été évité si les ouvriers avaient pris soin d'uti-

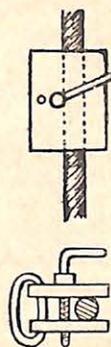


Fig. 121.

liser un dispositif destiné à fixer le câble pendant que des ouvriers circulent dans le plan par suite de déraillement en cours de route ou d'un accident analogue. Ce dispositif consiste en une machoire constituée par deux plaques de fer réunies au moyen d'un anneau qui forme articulation (fig. 121) : le câble est pincé entre ces deux plaques au moyen d'une clef qui opère le rapprochement par une vis. Cette pièce est attachée au moyen d'une chaîne au chassis de la poulie ; elle permet de fixer le câble dans n'importe quelle position.

N° 525. — Centre. — 2^{me} arrond. — Charbonnages de Saint-Denis-Obourg-Havré, puits n° 2, à Havré. — Etage de 400 m. — 7 novembre 1899, 13 heures. — Un tué. — P.-V. Ing. Niederau.

Un hiercheur tué pendant une manœuvre ayant pour but de remonter, sans le secours du câble, un wagonnet vide sur le plan incliné.

Résumé des circonstances de l'accident.

Le plan incliné automoteur mesurait 60 mètres de longueur avec une inclinaison de 22 degrés. Au cours d'une manœuvre, le wagonnet vide se décrocha et dévala jusqu'à la recette inférieure ; le plein avait continué sa descente et le freineur avait pu l'arrêter à faible distance de la recette inférieure. Pour rétablir les choses dans l'état normal, trois ouvriers se mirent en devoir de remonter le wagonnet vide le long de la voie inclinée, afin de l'accrocher au brin montant du câble, dont l'extrémité se trouvait à proximité de la tête du plan. Deux de ces hiercheurs s'attelèrent à une chaîne fixée au crochet d'avant du véhicule, pendant qu'un troisième poussait à l'arrière. Ils avaient monté de quelques mètres et voulaient se remettre en marche après un léger arrêt, quand, les ouvriers d'avant glissant sur le plan, il leur devint impossible de retenir le véhicule ; l'ouvrier d'arrière, impuissant à résister au poids du wagonnet, fut entraîné jusque sur la recette inférieure et tué.

D'habitude, on ne se livrait pas en pareil cas à une manœuvre aussi dangereuse : le wagonnet plein était calé et c'est au moyen de la corde qu'on remontait le vide jusqu'au point voulu.

N° 534. — *Couchant de Mons.* — 1^{er} arrond. — *Charbonnage du Rieu-du-Cœur, puits Saint-Placide, à Quaregnon.* — *Etage de 713 mètres.* — 17 octobre 1902, vers 20 heures. — Un tué. — P.-V. Ing. Nibelle

Ouvrier atteint sur un plan incliné pendant une manœuvre.

Résumé des circonstances de l'accident.

Le plan incliné avait 125 mètres de longueur et une inclinaison de 11 à 23 degrés. Les wagonnets y circulaient par rames de deux.

Les pattes du câble étaient munies de quatre chaînettes : l'une s'attelait par un crochet à l'anneau du timon d'avant du chariot supérieur ; une deuxième, un peu plus longue, possédait un crochet qui se plaçait sur le bord supérieur de ce chariot ; une troisième, un peu plus longue encore, portait le « grappin de sûreté », destiné à retenir éventuellement les chariots aux traverses et qui se plaçait aussi sur le bord supérieur du même chariot ; enfin une quatrième chaînette, la plus longue, passait sous ce chariot et allait retenir le chariot inférieur, concurremment à une attache reliant les deux wagonnets.

Une rame de wagonnets pleins venait d'être lancée, quand le tout s'arrêta brusquement parce que le grappin de sûreté s'était accroché à une traverse, soit qu'on ne l'eût pas posé sur le bord du chariot, soit qu'il eût, par suite d'un choc, sauté de sa place.

Le porion organisa la manœuvre pour la remise en train du plan.

Le freineur étant au frein, à contrepoids, très puissant, deux ouvriers, placés dans le haut du plan, tirèrent vers le sommet sur les wagonnets pleins ; d'autres agirent au bas du plan sur les wagonnets vides et le porion se préparait à dégager le grappin aussitôt qu'une légère descente des wagons vides le permettrait. Un autre, la victime, était posté sur le plan même pour transmettre les ordres.

Après une courte manœuvre, le crochet put être dégagé ; mais, les ouvriers du haut ayant aussitôt lâché et le frein n'ayant pas été serré en temps, les chariots se mirent en route si brusquement que l'on n'eut pas le temps de replacer le grappin sur le bord du chariot. Il en résulta que 30 mètres plus loin, il y eut un nouvel arrêt brusque pour la même cause.

L'ouvrier qui était sur le plan fut, croit-on (il n'a pu dire ce qui l'avait frappé) atteint par le fouettement violent de la corde et blessé mortellement.

Au Comité, après avoir discuté les causes directes de l'accident, résidant dans les défauts de la manœuvre accomplie, on a émis l'avis que le « grappin de sûreté » ne devrait pas voyager avec les chariots, mais rester en réserve en haut ou en bas du plan, pour pouvoir être utilisé quand le besoin s'en ferait sentir.

N° 536. — *Couchant de Mons.* — 1^{er} arrond. — *Charbonnage du Bois-de-Saint-Ghislain, puits n° 1, à Dour.* — *Etage de 189 mètres.* — 31 mars 1903, 10 1/2 h. — Un tué. — P.-V. Ing. Lemaire.

Ouvrier entraîné par le wagonnet plein au moment de sa remise sur rails par l'aval.

Résumé des circonstances de l'accident.

A la suite du déraillement d'un wagonnet plein, le freineur descendit dans le plan et remit sur rails ce chariot, qui dévala rapidement, poussant devant lui l'ouvrier. Le freineur n'avait pas fait usage de la chaîne de sûreté mise à sa disposition pour semblable éventualité.

Le frein, à contrepoids automatique, était insuffisant pour immobiliser les véhicules en tous les points du plan ; il était efficace pour la descente de wagonnets pleins par une des voies seulement. L'inclinaison variait de 13 à 28 % sur la longueur de 32 mètres.

M. l'Ingénieur en chef Marcette a invité les Ingénieurs de l'arrondissement à vérifier l'efficacité des freins à contrepoids dans leur district et les a priés d'attirer l'attention des exploitants sur l'utilité de laisser en permanence un ouvrier au frein, lors de la remise sur rails d'un véhicule, l'emploi des chaînes de sûreté ne présentant pas une sécurité absolue.

N. B. — On a vu, par les calculs présentés à l'occasion de l'accident n° 338, qu'un frein à bande peut n'être efficace que pour un seul sens de marche.

N° 537. — *Centre.* — 2^{me} (actuel. 3^{me}) arrond. — *Charbonnage de Houssu, puits n° 2, à Haine-Saint-Paul.* — *Etage de 137 m.* — 17 avril 1903, 19 heures. — Un blessé. — P.-V. Ing. Petitjean.

Wagonnet culbuté sur un ouvrier lors de la remise sur rails.

Résumé des circonstances de l'accident.

Dans un défoncement de 15 mètres de longueur, incliné à 16°, le transport s'effectuait à voie unique : le câble des wagonnets passait sur une poulie de renvoi et était tiré ou retenu par un cheval descendant ou montant le long du plan.

Un wagonnet plein ayant déraillé des roues d'arrière, un porion et deux ouvriers travaillèrent à le remettre sur rails ; l'un d'eux maintenait l'avant du véhicule, les deux autres soulevaient l'arrière. Le wagonnet retomba hors des rails et culbuta sur l'ouvrier qui se tenait dans l'espace réservé à la circulation du cheval ; à cet endroit, les rails étaient surélevés de 0^m30 par rapport au sol de l'allée du cheval.

N° 538. — *Centre.* — 2^{me} (actuel. 3^{me}) *arrond.* — *Charbonnage de Houssu, puits n° 9, à Haine-Saint-Paul.* — *Etage de 703 m.* — 22 mai 1903, à 7 heures. — *Un blessé.* — *P.-V. Ing. Petitjean.*

Ouvrier entraîné à l'amont par le wagonnet vide lors de la remise sur rails.

Résumé des circonstances de l'accident.

Une berline vide, derrière laquelle était accroché un bois de soutènement de 1^m80 de longueur, avait à peine gravi les premiers mètres d'un plan incliné, de 30 mètres de longueur et de 28 degrés de pente, lorsqu'elle se souleva de l'avant et se coinça contre un chapeau du boisage. Pour donner du lâche à la corde, il fallait faire remonter légèrement le wagon plein ; à cette fin, trois ouvriers s'attelèrent au brin montant du câble, deux près du chariot vide et le troisième sur le plancher de tête ; un quatrième se tenait au frein.

Le chariot vide se dégagait brusquement et remonta quelque peu avant fermeture du frein. Les trois hommes furent renversés et celui qui était voisin du wagonnet fut grièvement blessé.

Le Comité a estimé que c'était là un cas d'emploi du grappin pour fixer le wagonnet plein.

N° 539. — *Charleroi.* — 3^{me} *arrond.* — *Charbonnage du Bois de la Haye, puits n° 4, à Anderlues.* — *Etage de 650 mètres.* — 20 juillet 1903, à 15 1/2 heures. — *Un blessé.* — *P.-V. Ing. Bailly.*

Décrochement du wagonnet vide en voulant le faire remonter après décrochement partiel.

Résumé des circonstances de l'accident.

Le plan incliné mesurait 25 mètres et avait 25° d'inclinaison.

L'accrochement des wagonnets se faisait à l'aide de deux chaînes : la plus longue se terminait par un crochet plat posé sur le bord supérieur de la caisse ; l'autre était munie d'un crochet, en hélice, engagé dans l'anneau du timon. De la patte du câble partait une troisième chaîne, enroulée en temps ordinaire sur le câble et qui portait le grappin servant à empêcher toute descente intempestive en cas de déraillement ; on fixait alors ce grappin à un rail ou à une traverse.

Un wagonnet vide, commençant l'ascension du plan, se décrocha du bas et ne fut plus retenu que par le crochet plat supérieur. Le hiercheur demanda l'arrêt, et le freineur, après avoir calé à fond son frein à vis, descendit pour aider son compagnon. Les ouvriers omirent d'utiliser le grappin ; l'un d'eux poussa le wagonnet vide par dessous, pour permettre l'accrochement inférieur, mais cette manœuvre fit sauter l'attache supérieure : le wagonnet vide redescendit, entraînant l'ouvrier, et le wagonnet plein, dévalant à son tour, vint le blesser grièvement.

N° 540. — *Couchant de Mons.* — 1^{er} *arrond.* — *Charbonnage du Rieu-du-Cœur, puits du Nord, à Quaregnon.* — *Etage de 507 m.* — 15 octobre 1903, à 14 h. — *Un tué.* — *P.-V. Ing. Em. Lemaire.*

Rupture d'un boulon du frein au moment de la remise sur rails.

Résumé des circonstances de l'accident.

Un wagonnet plein dérailla des deux roues d'avant, au départ. Tandis qu'un ouvrier restait au frein, un scelauteur descendit dans le plan et remit le wagonnet sur rails ; à cet instant, le boulon d'assemblage du levier du frein se rompit : le wagonnet dévala rapidement la pente et entraîna l'ouvrier, qui fut mortellement blessé.

Les ouvriers n'ont pas fait usage de la chaîne de sûreté que l'on utilisait en pareil cas, mais l'enquête n'a pu établir si cette chaîne était à leur disposition au moment de l'accident.

Le frein était commandé à distance, par l'intermédiaire d'une tige coudée *AB*, reliée au levier *C* par l'intermédiaire d'un boulon *E*, de 10.5 millimètres de diamètre à l'intérieur du filet (fig. 122) ; un jeu de 4 millimètres existait entre la tige et le levier. Un contrepoids, de moins de 20 kilogs, était placé à 0^m25 de l'axe du levier. Le

boulon E, d'après les déclarations des témoins, devait être renouvelé après deux, trois ou huit jours ; cela montre l'insuffisance pratique de cette pièce.

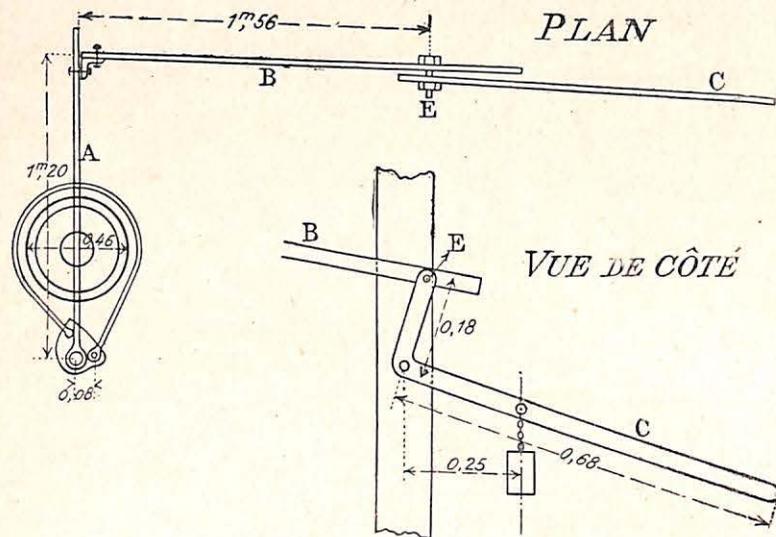


Fig. 122.

On pouvait fermer le frein en opérant à la main une traction sur la tige B ; le freineur n'a pas pensé à effectuer cette opération.

Au Comité, M. l'Ingénieur Emm. Lemaire a esquissé comme suit un calcul des conditions de sollicitation du boulon :

Effort maximum exercé à l'extrémité du levier . . . 60 kil.

Poids maximum du contrepois 20 »

L'effort total de cisaillement qui en résulte sur le boulon est de

$$\frac{60 \text{ kil.} \times 0.60}{0.18} + \frac{20 \text{ kil.} \times 0.25}{0.18} = 228 \text{ kilogs.}$$

Quant à la flexion existant du fait du jeu de 4 millimètres entre les pièces, si l'on considère le boulon comme une pièce encastrée à une extrémité et chargée de 228 kilogs à 4 m/m de l'encastrement, la

relation : $PL = t \frac{\pi r^3}{4}$ donne pour t la tension par millimètre carré, soit 8^{kil} l pour la fibre la plus fatiguée.

P.-S. — Il est à remarquer que le bras du levier doit être supérieur à 4 millimètres, car l'effort de 228 kilogs se transmet par l'axe du levier C, dont on ne connaît pas l'épaisseur.

N° 541. — Couchant de Mons. — 1^{er} arrond. — Charbonnage du Buisson, puits n° 1, à Hornu. — Etage de 710 m. — 11 avril 1904, 3 heures. — Un blessé. — P.-V. Ing. Emm. Lemaire.

Ouvrier entraîné par la boucle du câble, lors de la descente du wagonnet vide qui s'était arrêté contre un obstacle.

Résumé des circonstances de l'accident.

Une descenderie en creusement, à double voie, atteignait 17 mètres de longueur et avait une inclinaison de 18 degrés.

Pendant une manœuvre, le wagonnet vide descendant s'arrêta contre quelques pierres tombées de la paroi, et le câble, continuant à se dérouler, s'accumula derrière le véhicule. Les ouvriers, qui étaient au treuil, s'aperçurent que le brin à vide n'était plus tendu. Tandis que l'un d'eux restait au treuil, l'autre voulut remettre le wagonnet en marche en le poussant. Le véhicule descendit brusquement ; l'ouvrier, ayant le pied pris dans la boucle du câble déroulé, fut entraîné à la suite du wagonnet jusqu'à la mise en tension du câble.

N° 542. — Liège. — 7^{me} arrond. — Charbonnage de Marihaye, puits Fanny, à Seraing. — Etage de 626 mètres. — 8 juillet 1904, vers 17 1/2 heures. — Un blessé. — P.-V. Ing. Delmer.

Remise en marche prématurée pendant la manœuvre de remise à rails.

Résumé des circonstances de l'accident.

Dans un défoncement (incl. 20°) à simple voie, desservi par un treuil à air comprimé, une berline pleine dérailla pendant la remonte. Deux ouvriers descendirent dans le plan pour remettre le véhicule sur rails ; pendant qu'ils y travaillaient, le machiniste mit le treuil en mouvement ; l'un des ouvriers fut renversé et tomba sous le chariot ; l'autre ouvrier sonna immédiatement l'arrêt.

Le machiniste a déclaré qu'il avait démarré après avoir entendu la sonnette tinter un coup, signal de mise en marche. On a retrouvé sur le rail voisin du cordon de sonnette, dans la partie supérieure

du plan, une pierre de la grosseur d'une tête d'homme, dont la chute sur le cordon de sonnette a pu déterminer le tintement perçu par le machiniste.

Le Comité a été unanime à critiquer l'emploi, comme signal de mise en marche, d'un seul coup de sonnette, qui peut être produit par une cause fortuite : chute de pierres, inadvertance ou autres circonstances imprévues, et provoquer ainsi une mise en marche intempestive.

N° 543. — *Liège.* — 8^{me} arrond. — *Charbonnages de l'Espérance et Bonne-Fortune, siège Espérance à Montegnée.* — Etage de 408 m. — 15 février 1905, à 8 heures. — Un blessé. — P.-V. Ing. Bailly.

Renversement d'une berline pendant qu'on travaillait à la remettre sur rails.

Résumé des circonstances de l'accident

Un wagonnet étant déraillé dans un plan incliné, le freineur descendit dans le plan, après avoir calé son frein, et appela à son aide le hiercheur du pied ; celui-ci, en arrivant, jugea utile de remettre dans l'axe de la berline les crochets d'attelage appuyés sur le bord supérieur de la caisse ; à cette fin, il donna un violent coup de pied ; la berline, déjà inclinée, perdit l'équilibre et se renversa sur l'ouvrier. L'accrochement se faisait à l'aide de deux chainettes inégales, dont l'une passait dans l'anneau du timon ; toutes deux se terminaient par un crochet placé au bord supérieur de la caisse.

N° 544. — *Charleroi.* — 3^{me} arrond. — *Charbonnage du Bois de la Haye, puits n° 5, à Anderlues.* — Etage de 380 mètres. — 13 septembre 1905, 4 heures. — Un tué. — P.-V. Ing. Velings.

Ouvrier tué par suite d'un éboulement survenant pendant la remise sur rails d'un wagonnet déraillé.

Résumé des circonstances de l'accident.

Dans un défoncement, long de 96 mètres et incliné à 35-40°, on descendait deux wagonnets chargés de bois qui déraillèrent vers le pied de la pente. Un porion s'engagea dans le plan et, tandis qu'il essayait de remettre les véhicules sur rails, un bloc énorme (1^m50 × 0^m80 × 0^m60) se détacha du toit à 30 mètres en amont des wagonnets ; le bloc brisa l'attache des wagonnets au câble, le porion fut entraîné avec les chariots et retrouvé au fond à l'état de cadavre

L'anneau d'attache du wagonnet était resté fixé au câble ; il avait été arraché du fond, en bois, de la caisse, en emportant une partie de celle-ci et en déchirant les deux fers plats placés à l'intérieur et à l'extérieur pour maintenir la rigidité.

N° 545. — *Couchant de Mons.* — 2^{me} arrond. — *Charbonnages du Levant du Flénu, puits n° 19, à Cuesmes.* — Etage de 582 m. — 25 octobre 1905, 14 h. — Un blessé. — P.-V. Ing. G. Lemaire.

Ouvrier blessé dans le plan pendant les manœuvres de remise sur rails.

Résumé des circonstances de l'accident.

Dans un plan incliné automoteur, de 260 mètres de longueur, on opérait par rames de deux wagonnets. Un déraillement de la rame vide se produisit dans un endroit où la pente était de 6 à 7 degrés ; une pierre, se trouvant sur la voie, souleva le train de roues d'avant du premier wagonnet, qui fut coincé contre le toit. Pour remettre le véhicule sur rails, un ouvrier s'était introduit entre les deux wagonnets et tirait sur l'anneau du premier pour relever l'arrière ; au moment du décalage, une secousse se produisit et l'ouvrier eut la poitrine comprimée entre les deux véhicules.

N° 546. — *Charleroi.* — 4^{me} arrond. — *Charbonnages Réunis de Charleroi, puits n° 12.* — Etage de 685 mètres. — 4 janvier 1906, 10 1/2 heures. — Un blessé. — P.-V. Ing. Renier.

Dévalement d'un wagonnet plein que l'on voulait faire remonter légèrement.

Résumé des circonstances de l'accident.

Un surveillant se trouvait à la tête d'un plan, de 70 mètres de longueur et de 15 degrés de pente, lorsque la sonnette tinta deux fois, signal indiquant qu'un wagonnet vide était accroché au pied et que la manœuvre pouvait se faire. Le freineur, arrivant avec un wagonnet plein, l'engagea sur le plan, mais le véhicule s'arrêta à 1 mètre de la recette, parce que le long brin du câble était accroché à un des anneaux de sûreté existant au pied du plan. Le surveillant descendit, se rendit compte de la situation, puis, à l'aide de deux hiercheurs, voulut faire remonter un peu le wagonnet plein, en exerçant une traction sur le brin à vide. Le surveillant, placé dans le plan à 18 mètres de sa base, avait crié au freineur de desserrer le

frein (à contrepoids automatique) ; il tirait sur le câble, en même temps que les deux hiercheurs placés au pied ; un de ceux-ci devait attacher rapidement le câble au wagonnet vide préparé.

Les ouvriers parvinrent à déplacer un peu le wagonnet plein et l'un des hiercheurs détacha le câble de l'anneau de sûreté, mais il n'eut pas le temps de l'accrocher au wagonnet vide : les ouvriers furent entraînés ; les hiercheurs lâchèrent prise et se sauvèrent ; le porion tomba et fut blessé par le wagonnet plein.

Le freineur avait en vain serré le frein dès qu'il s'était aperçu de la descente du wagonnet plein.

Aucun signal n'avait été transmis par le préposé au pied du plan ; le tintement de la sonnette est resté inexécuté.

N° 547. — *Centre.* — *3^{me} arrond.* — *Charbonnages de La Louvière et Sars-Longchamps, puits n° 6, à La Louvière.* — *Etage de 430 mètres.* — *20 janvier 1906, à 23 heures.* — *Un tué.* — *P.-V. Ing. Velings.*

Ouvrier entraîné au moment de la remise en mouvement d'un wagonnet vide calé contre un cadre du boisage, et en amont duquel il s'était placé.

Résumé des circonstances de l'accident.

Dans un plan de 60 mètres de longueur, incliné à 18 à 20 degrés, un wagonnet vide se cala contre un cadre du boisage, à quelques mètres au-dessus du croisement. Le hiercheur du pied et le freineur s'engagèrent dans le plan et, tandis qu'ils disaient au hiercheur de la voie supérieure de desserrer le frein, ils exercèrent une pesée sur le câble en amont du wagonnet ; celui-ci, décalé brusquement, se mit en mouvement sous l'effort du wagonnet plein ; malgré la prompte intervention du frein, l'un des ouvriers fut projeté et atteint par le wagonnet vide.

N° 548. — *Charleroi.* — *4^{me} arrond.* — *Charbonnage de Marchienne, puits Providence, à Marchienne.* — *Etage de 912 mètres.* — *12 avril 1906, 5 heures.* — *Un tué.* — *P.-V. Ing. Dandois.*

Wagonnet plein, déraillé, dévalant au moment de la remise sur rails, par suite du décrochement prématuré du vide.

Résumé des circonstances de l'accident.

Un défoncement, de 15^m80 de longueur et de 11 degrés d'inclinaison

moyenne, était desservi par un cheval attelé derrière le wagonnet vide descendant. Lors d'une manœuvre, le wagonnet plein dérailla en arrivant à la recette supérieure, les deux roues d'arrière étant encore engagées sur le plan. Le préposé et le surveillant crièrent au hiercheur du pied de ne pas décrocher le wagonnet vide.

Ils remirent le wagonnet plein sur rails en se servant d'un bois comme levier ; immédiatement, le véhicule dévala à toute vitesse et vint blesser mortellement le hiercheur du pied, qui avait décroché le chariot vide et dételé le cheval sans placer le crochet dans l'anneau de sûreté existant au pied du plan.

Sur l'axe de la poulie était calée une roue à rochets, avec deux corbeaux placés alternativement pour les deux sens de marche ; le corbeau immobilisait la poulie, mais le câble a glissé dans la gorge.

On plaçait ordinairement une fourche d'arrêt derrière le wagonnet montant ; la victime avait omis de la mettre, bien qu'elle en eût à sa disposition au pied du plan.

N° 549. — *Liège.* — *8^{me} arrond.* — *Charbonnages de Bonne-Espérance, Batterie et Violette, siège Batterie à Liège.* — *Etage de 300 mètres.* — *27 juin 1906, vers 4 3/4 heures.* — *Un blessé.* — *P.-V. Ing. Raven.*

Wagonnet, mal calé, s'échappant du sommiet du plan incliné d'une taille montante, pendant une réparation à la poulie.

Résumé des circonstances de l'accident.

Un ouvrier devait travailler à la poulie installée à la tête d'une voie montante, inclinée à 15 degrés et longue de 85 mètres. Pour faciliter sa besogne, il enraya les roues du chariot vide attaché à la chaîne de la poulie, le décrocha, puis le laissa descendre contre un bois qu'il avait préalablement fixé dans l'axe de la voie ; ce bois était encastré, d'une part, dans une légère potelle sous une traverse de la voie, et reposait, à l'autre extrémité, sur le chapeau d'un cadre du boisage ; mais ce chapeau n'étant pas placé normalement à l'axe du plan incliné, le bois glissa sous le choc du wagonnet : celui-ci dévala librement et blessa grièvement un ouvrier qui descendait la voie inclinée.

N° 550. — *Centre.* — *3^{me} arrond.* — *Charbonnages de Maurage et Bousoit, puits n° 3 (La Garenne), à Maurage.* — *Etage de*

630 mètres. — 17 janvier 1907, vers 7 heures. — Un blessé. — P.-V. Ing. M. Hallet.

Ouvrier blessé en voulant remettre sur rails un wagonnet déraillé.

Résumé des circonstances de l'accident.

Trois ouvriers travaillaient à remettre sur rails un wagonnet plein, déraillé dans un plan incliné. Tandis que ses compagnons pesaient sur le câble à l'amont du wagonnet, un ouvrier, archouté à l'aval contre la caisse du véhicule, saisit de la main droite l'anneau d'attache et souleva la berline; lorsqu'il la laissa redescendre, les roues passèrent à côté des rails et l'ouvrier eut la main écrasée entre l'anneau et une traverse de la voie.

N° 551. — Couchant de Mons. — 1^{er} arrond. — Charbonnage de Cibly, puits n° 1, à Cibly. — Etage de 900 mètres. — 30 janvier 1907, vers 46 heures. — Un tué. — P.-V. Ing. G. Desenfans.

Rupture du crochet d'attache d'un wagonnet. — Ouvrier atteint dans le plan, où il désancrait le wagonnet.

Résumé des circonstances de l'accident.

Un chariot vide, dont l'attache supérieure au câble du plan incliné était seule faite, se releva à l'arrière et se coinça contre le chapeau d'un cadre du boisage. Un ouvrier travaillait à le désancrer; au moment de la remise sur rails du wagonnet, le crochet d'attache se brisa sous le choc, le wagonnet dévala, de même que le wagonnet plein, malgré l'action du frein. L'homme ne put se garer et fut tué.

Les wagonnets étaient normalement attachés au câble par deux chaînettes, terminées respectivement par un « al'main », crochet ordinaire placé sur le bord supérieur de la caisse du véhicule, et par un « biquet », traverse passée dans l'anneau du timon. Ce biquet n'étant pas placé au moment du désancrage, un choc se donna sur la pointe de l'« al'main », qui se brisa suivant une section montrant un métal très sain.

Au Comité, M. Desenfans fait remarquer que si la seconde chaîne (celle de l'« al'main ») convient pour régulariser la position du véhicule sur les rails dans les variations d'inclinaison, elle ne peut être considérée comme attelage de sûreté, car le crochet travaille toujours

dans des conditions très défavorables, qui peuvent en amener la rupture.

Le Comité estime à nouveau que les simples crochets ou biquets seraient avantageusement remplacés par le crochet muni d'un anneau de sûreté.

N° 552. — Couchant de Mons. — 1^{er} arrond. — Charbonnages de Bois-de-Boussu, puits n° 5, à Boussu. — Etage de 557 mètres. — 22 mai 1908. — Un blessé. — P.-V. Ing. Sottiaux.

Ouvrier blessé dans une manœuvre de remise à rails.

Résumé des circonstances de l'accident.

Un wagonnet ayant déraillé vers le milieu d'un plan automoteur, un hiercheur monta dans le plan et se plaça sur le timon d'arrière du wagonnet, avec les mains sur le bord supérieur, pour faire pivoter le véhicule pendant que le freineur le soulèverait en exerçant une traction sur la corde; le wagonnet, en pivotant sur ses roues d'arrière, retomba dans une partie de la voie défoncée, ce qui provoqua le relèvement de l'arrière. Le hiercheur eut un doigt écrasé entre le toit et le bord de la caisse du wagonnet.

N° 553. — Charleroi. — 4^{me} arrond. — Charbonnages Réunis de Charleroi, puits n° 2, à Lodelinsart. — Etage de 650 mètres. — 12 janvier 1909, 11 heures. — Un blessé. — P.-V. Ing. L. Hardy.

Décalage d'un wagonnet dans un plan incliné.

Résumé des circonstances de l'accident.

Le plan, long de 15 mètres, était incliné d'environ 23 degrés.

L'avant d'un wagonnet montant, chargé de fagots, s'était soulevé et calé contre une bèle du boisage, à 4 mètres de la tête du plan, parce qu'un fagot s'était redressé. Ne parvenant pas à dégager le chariot, l'envoyeur du pied demanda au freineur d'ouvrir le frein à vis pendant qu'il exerçait, près du véhicule, des pesées sur le câble resté sous tension. Le chariot, retombant sur les rails, reprit sa course, et l'envoyeur fut pressé entre la caisse et le toit.

A l'endroit de l'accident, la distance entre les rails et les bèles était de 0^m98 à 1^m10. La hauteur des chariots était de 0^m94.

N° 554. — *Centre.* — 2^{me} arrond. — *Charbonnage de Maurage et Boussoit, puits n° 3, à Maurage.* — *Etage de 546 mètres.* — 22 juillet 1909, 12 heures. — *Un blessé.* — *P.-V. Ing. G. Lemaire.*

Remise sur rails d'un chariot vide déraillé dans un plan incliné.

Résumé des circonstances de l'accident.

Pendant une manœuvre sur un plan incliné, de 40 mètres de longueur et de 20 degrés de pente, le chariot vide dérailla et se plaça le long du plein. Le meneur, âgé de 15 ans, de service à la base, essaya de remettre ce wagonnet sur rails, mais il glissa, tomba et eut la tête prise entre une bèle du boisage et le chariot plein, qui descendait légèrement.

Le freineur et un porion qui se trouvait près de lui assurent que le meneur avait demandé de faire descendre un peu le chariot plein. C'est alors que le premier ouvrit le frein, mais le referma aussitôt en entendant les cris de la victime.

On ne faisait pas usage de grappins à ce charbonnage.

A la séance du Comité, l'auteur du procès-verbal a déclaré que l'emploi d'un grappin n'aurait pas empêché l'accident, car le chariot a bougé de quelques centimètres seulement, ce qui se serait produit aussi par la simple mise en tension de la chaîne ou de la corde supportant le grappin.

M. l'Ingénieur principal Nibelle a rappelé que, dans certains charbonnages, on immobilise par un « pilot » le chariot non déraillé, empêchant ainsi tout mouvement intempestif.

N° 555. — *Couchant de Mons.* — 1^{er} arrond. — *Charbonnage de Ciplly, puits n° 2, à Ciplly.* — *Etage de 900 mètres.* — 25 septembre 1909, vers 3 heures. — *Un tué.* — *P.-V. Ing. Desenfans.*

Manœuvre du wagonnet d'aval d'une rame montante, dans une vallée, pendant un arrêt.

Résumé des circonstances de l'accident.

Un porion s'était mis au treuil à air comprimé d'une longue vallée à simple voie, de 4 à 9 degrés de pente, pour faire monter, par rames de deux, quelques chariots de terres. La pression ayant fait défaut pendant l'ascension d'une rame, il descendit la vallée, où il ne remarqua rien d'anormal, parla à l'accrocheur de la base et remonta.

Comme la pression était encore insuffisante, il redescendit et trouva l'accrocheur dans la position de l'homme qui retient un chariot sur une pente, avec le dos contre la paroi d'aval du wagonnet inférieur, mais la tête était coincée entre la caisse et un vieux bois situé à 0^m17 de la caisse, et elle avait arrêté la descente du véhicule. Celui-ci se trouvait à 7 mètres du chariot supérieur et à 18 mètres du fond. La fourche de retenue, à portée de la main droite de la victime, n'était pas enfoncée dans le sol. L'attache des deux wagonnets se trouvait dans l'anneau d'amont du chariot inférieur.

On suppose que l'accrocheur faisait descendre le chariot inférieur, soit pour alléger la rame, soit pour le remplacer par un vide, car il devait encore charger des pierres éboulées dans la vallée.

N° 556. — *Centre.* — 2^{me} arrond. — *Charbonnages de Strépy et Thieu, puits Saint-Alphonse, à Strépy.* — *Etage de 460 m.* — 13 octobre 1909, 23 heures. — *Un blessé.* — *P.-V. Ing. G. Lemaire.*

Manœuvre dans un plan incliné après déraillement.

Résumé des circonstances de l'accident.

Après avoir remis sur rails un chariot plein déraillé, sur un plan incliné de 18 mètres de longueur et de 25 degrés de pente, les ouvriers s'aperçurent qu'une petite pierre le calait contre la paroi voisine. Deux hommes, dont un porion, opérèrent alors une pesée sur le câble, tandis que le troisième s'efforçait de faire tomber la pierre à l'aide d'une « lamborde ». La pesée ayant cessé brusquement, le chariot fit un léger mouvement, la « lamborde » s'échappa et l'ouvrier eut la main droite prise entre la caisse du véhicule et la paroi de la galerie.

N° 557. — *Charleroi.* — 5^{me} arrond. — *Charbonnage du Boubier, puits n° 2, à Châtelet.* — *Etage de 522 mètres.* — 17 janvier 1910, vers 10 heures. — *Un blessé.* — *P.-V. Ing. A. Hardy.*

Ouvrier entraîné par un wagonnet qu'il avait remis sur rails dans un plan incliné.

Résumé des circonstances de l'accident.

Le plan incliné avait 18 degrés de pente. La hauteur, des rails aux bèles du plafond, généralement de 1^m25 à 1^m50, était réduite à 0^m93 dans une partie à recarrer située à 5^m50 du sommet du plan.

Le freineur déclare avoir lancé un chariot plein, bien accroché au

câble par les deux chainettes, après avoir reçu le signal de mise en marche. A peine engagé sur la voie, ce chariot dérailla des roues d'avant. L'ouvrier serra le frein automatique et le cala par une broche, puis souleva, à l'aide des reins, l'avant du wagonnet, qui, remis sur rails, continua sa course. Ne parvenant pas à le retenir, le freineur se hissa sur le wagonnet et eut l'abdomen écrasé entre le bord de la caisse et la bête d'amont de la partie basse du plan.

L'accrocheur du pied du plan assure que le wagonnet vide, attelé à l'autre extrémité du câble, n'a pas bougé.

Les déclarations des témoins concernant la position du câble et du levier du frein sont contradictoires, mais il semble bien que le chariot, sans doute mal attaché, s'est décroché après le déraillement.

L'une des chainettes s'attelle à l'anneau du timon par un crochet à bec et l'autre se termine par un crochet plat posé sur le bord supérieur de la caisse du chariot.

Le Comité a estimé que les accidents de l'espèce pourraient être évités par l'emploi des grappins de sûreté et les exploitants de l'arrondissement ont été invités à en faire usage.

La circulaire ministérielle du 17 janvier 1898 (*Annales des Mines de Belgique*, t. III (1898), p. 158) a préconisé un grappin très simple. Certains charbonnages se servent du moufle décrit dans les *Annales des Mines de Belgique*, t. XIII (1908), p. 528.

N° 558. — Liège. — 9^{me} arrond. — Charbonnage du Hasard, siège de Fléron. — Etage de 313 mètres. — 1^{er} avril 1910, vers 21 1/2 heures. — Un blessé. — P.-V. Ing. A. Repriels.

Ouvrier blessé en surveillant l'ascension d'un chariot, chargé de tuyaux, dans une vallée,

Résumé des circonstances de l'accident.

Une vallée à deux voies, de 170 mètres de longueur et de pente irrégulière (20° en moyenne), était desservie par un treuil à air comprimé. Son personnel se composait, la nuit, d'un machiniste et d'un hiercheur, lequel était amené à travailler aux deux extrémités, mais ne pouvait pas y circuler pendant la translation des véhicules.

Ayant accroché, à la base, un chariot à bois sur lequel il avait placé horizontalement deux tuyaux d'aérage, de 2 mètres de longueur et 0^m35 de diamètre, le hiercheur donna le signal de départ et monta la vallée en même temps que le wagonnet, afin de surveiller la

charge. Pensant que les tuyaux avaient glissé, à 50 mètres du sommet, il voulut saisir le cordon de sonnette le long de la paroi voisine du chariot, mais il trébucha, tomba sur l'avant des tuyaux et fut blessé mortellement par le chapeau, cassé et plié, d'un cadre du boisage.

Le machiniste, sentant une résistance, avait arrêté immédiatement le treuil. D'après les témoins, les tuyaux étaient restés en place sur le chariot.

M. l'Inspecteur général Libert a estimé que l'organisation était peu recommandable, parce que l'obligation de circuler fréquemment dans cette longue vallée incitait la victime à commettre des imprudences.

N° 559. — Couchant de Mons. — 1^{er} arrond. — Charbonnage de la Grande Machine à feu de Dour, puits Frédéric, à Dour. — Etage de 914 mètres. — 26 août 1910, vers 13 1/2 heures. — Un tué. — P.-V. Ing. L. Dehasse.

Freineur entraîné par un wagonnet qu'il venait de remettre sur rails dans un plan.

Résumé des circonstances de l'accident.

Le freineur d'un plan incliné, de 28 mètres de longueur et de 26° de pente, s'était attelé à l'anneau d'avant d'un chariot plein déraillé près du sommet. Aussitôt remis sur rails, le chariot dévala en poussant devant lui le freineur, qui fut écrasé contre la paroi du niveau inférieur.

Les chariots ne s'étaient pas décrochés du câble. Le freineur avait négligé de se servir de la chainette, dite « grappin de sûreté », qui était attachée à l'extrémité de chaque câble pour servir à fixer le chariot déraillé à une traversine de la voie.

Le frein, à bande d'acier, était actionné par un levier se mouvant verticalement et auquel était suspendu un contrepoids de 42 kilogs. Le freineur s'aidait d'une fausse bête, suspendue au boisage, pour soulever plus facilement le levier. Après l'accident, on constata que le levier s'était brisé à l'endroit du trou par où passait l'axe de rotation. Le cinquième de la section totale de la cassure était couvert de rouille; ailleurs le métal était grenu, brillant, sans défaut.

Le freineur avait dit au hiercheur du pied, quelques instants avant l'accident, que la dernière manœuvre avait été trop rapide,

parce que le frein ne fonctionnait plus d'une manière satisfaisante. Cependant on n'y a rien trouvé d'anormal.

Les ouvriers négligeaient souvent de se servir du grappin.

A la séance du Comité, M. Dehassé a présenté un calcul d'où il ressort que la charge statique de rupture du levier était trois fois celle du contrepoids en usage, et un autre calcul d'où il conclut que, sous le choc produit par la chute du contrepoids d'une hauteur de 0^m30, la tension de la fibre la plus fatiguée était de 0^{kil}261.

Le Comité a estimé qu'il serait bon de limiter vers le haut la course des leviers de frein, de façon à réduire la hauteur de chute.

N° 560. — *Charleroi.* — 5^{me} arrond. — *Charbonnage de Noël-Sart-Culpart, puits Saint-Xavier, à Gilly.* — *Etage de 377 m.* — 21 mars 1911, 13 h. — *Un tué.* — *P.-V. Ing. Gillet.*

Remise en marche après déraillement.

Résumé des circonstances de l'accident.

Pendant une manœuvre sur un plan incliné, de 25 mètres de longueur et de 27 degrés de pente, le wagonnet vide avait déraillé et s'était calé contre le plein. Le freineur et l'accrocheur du pied ayant vainement essayé de dégager les chariots, le premier remonta pour ouvrir le frein, qu'il avait serré à fond, et essayer ainsi de faire descendre un peu le chariot plein. A ce moment, l'accrocheur se tenait en aval du chariot vide.

Les wagonnets ne bougeant pas, malgré l'ouverture du frein, le freineur se mit entre les deux brins du câble et les secoua, sans avertir son compagnon. Les chariots se mirent alors en marche et le freineur n'eut que le temps de se sauver. Le vide arriva en pleine vitesse, précédé de l'accrocheur, qui était porté par le câble et qui fut tué.

Le personnel du plan incliné avait reçu l'ordre de ne mettre les chariots à rails qu'après avoir serré le frein à fond, de ne pas « ravalier » lorsqu'il y avait des personnes sur le plan et de ne pas se placer entre les brins du câble pendant les manœuvres. Il n'était pas fait usage de la chaîne à crochets ni du mouffie.

Le Comité a insisté encore sur la nécessité de la chaîne de sûreté, permettant de caler les wagonnets pendant la délicate manœuvre de remise à rails.

N° 561. — *Charleroi.* — 4^{me} arrond. — *Charbonnages Réunis de Charleroi, puits n° 2, à Charleroi.* — *Etage de 580 mètres.* — 31 mars 1911, vers 3 heures. — *Un blessé.* — *P.-V. Ing. H. Dandois.*

Dégagement d'un chariot vide calé contre un montant dans un plan incliné.

Résumé des circonstances de l'accident.

Un ouvrier et un surveillant faisaient descendre des wagonnets de pierres sur un plan incliné, de 24 mètres de longueur et de 30° de pente. Un chariot vide s'étant arrêté contre un montant du boilage, un peu en aval du milieu du plan, le frein à vis fut serré à fond et les deux hommes se placèrent derrière ce wagonnet pour entailler le montant. Les chariots s'étant mis tout-à-coup en mouvement, le surveillant attira vers lui son compagnon, afin qu'il ne fût pas atteint par le chariot plein. L'ouvrier tomba et se blessa à l'épaule gauche, mais il ne fut pas atteint par le véhicule.

Les wagonnets s'arrêtèrent seuls, après avoir avancé d'une dizaine de mètres.

Le câble métallique, de 18 millimètres de diamètre, faisait un demi-tour sur la poulie en fonte, qui mesurait 0^m55 de diamètre à l'intérieur de la gorge; celle-ci, en forme de V, n'était pas usée à fond.

Il n'était pas fait usage de grappins de sûreté à ce charbonnage.

A la suite de cet accident, M. l'Ingénieur en chef Directeur du 4^{me} arrondissement a invité ce charbonnage et d'autres de son arrondissement à prendre les mesures nécessaires pour immobiliser les chariots sur les plans inclinés lors de tout travail devant être exécuté pendant l'arrêt des chariots. Il a ajouté que le serrage du frein ne peut suffire et qu'il y avait lieu d'adopter un dispositif spécial, tel que ceux décrits dans les *Annales des Mines de Belgique*, notamment tome III, p. 158, et tome XVI, p. 453.

N° 562. — *Liège.* — 9^{me} arrond. — *Charbonnages de Wèrister, puits des Onhons, à Fléron.* — *Etage de 325 mètres.* — 12 avril 1911, à 9 heures. — *Un blessé.* — *P.-V. Ing. Stévert.*

Remise sur rails d'un chariot-porteur.

Résumé des circonstances de l'accident.

Un chariot-porteur, chargé d'une berline pleine, avait déraillé dans une vallée, à double voie, dont l'inclinaison était de 55 degrés.

Les deux ouvriers qui travaillaient au pied commencèrent par vider la berline, puis, aidés du machiniste du treuil à air comprimé desservant la vallée, ils se mirent en devoir de remettre le chariot-porteur sur rails. Deux ouvriers étaient placés latéralement et le troisième soutenait le chariot par le bas, à l'aide d'un bois servant de levier, lorsque le chariot se renversa sur le côté et atteignit l'un des premiers ouvriers, qui n'avait pu se sauver.

La berline, placée longitudinalement sur le chariot, était immobilisée à l'avant par les rails recourbés, à l'arrière par un corbeau et une chaîne de retenue reliée au câble de traction et, latéralement, par un étrier fixé au cadre du chariot. Porteur et berline formaient ainsi un tout.

N° 563. — *Centre.* — 3^{me} arrond. — *Charbonnages de Haine-Saint-Pierre, Houssu et La Hestre, puits nos 8-9, à Haine-Saint-Paul.* — Etage de 537 mètres. — 8 mai 1911, vers 7 1/2 heures. — Un tué. — P.-V. Ing. Defalque.

Dégagement du chariot vide calé dans un plan incliné.

Résumé des circonstances de l'accident.

Un plan incliné, de 63 mètres de longueur et de 31° de pente, était muni d'une poulie ayant deux freins : l'un, à levier, non automatique, pour les manœuvres ordinaires, et l'autre, à vis, pour caler la poulie en cas d'accident.

Un chariot vide s'étant arrêté près du sommet, sans dérailler, contre une bèle croquée, le freineur serra le frein à vis et descendit dans le plan, en demandant à un hiercheur de rester près de la poulie. Le freineur s'arc-bouta à la bèle rompue pour appuyer sur le câble et fit ouvrir le frein par le hiercheur. Aussitôt, le wagonnet s'échappa de l'obstacle qui le retenait, entraînant le freineur qui fut projeté contre la bèle immédiatement supérieure et eut le cou serré contre ce bois par le véhicule. Le hiercheur avait serré le frein au premier cri de la victime.

La hauteur des chariots était de 0^m85, celle de la galerie de 1^m00 à 1^m10.

Le Comité a été d'avis que cet accident aurait pu être évité par l'emploi des grappins de sûreté, recommandés par la circulaire ministérielle du 17 janvier 1898, dont l'usage devrait être généralisé.

N° 564. — *Couchant de Mons.* — 1^{er} arrond. — *Charbonnage de Bois de Boussu, puits n° 5, à Boussu.* — Etage de 604 mètres. — 17 mai 1911, 19 heures. — Un blessé. — P.-V. Ing. Van Herckenrode.

Dégagement d'un wagonnet vide coincé sous une bèle.

Résumé des circonstances de l'accident.

Un chariot vide, d'un nouveau modèle, légèrement plus haut que les autres, s'étant coincé sous une bèle, le scelauteur du pied du plan accrocha la chaîne de sûreté à une traverse et fit entailler la bèle par un raccommodeur. Pour s'assurer que cette entaille était suffisante, le scelauteur demanda au freineur d'appuyer sur le câble afin de déplacer le chariot vide, derrière lequel il se tenait la main gauche appuyée sur la caisse. Le wagonnet avança brusquement et la main fut serrée entre le bord du chariot et la bèle.

N° 565. — *Couchant de Mons.* — 1^{er} arrond. — *Charbonnage du Buisson, puits n° 2, à Wasmes.* — Etage de 735 mètres. — 7 septembre 1911, à 4 heures. — Un blessé. — P.-V. Ing. L. Dehasse.

Remise sur rails d'un chariot plein déraillé au sommet d'un plan incliné.

Résumé des circonstances de l'accident.

Un chariot de terres, que le freineur lançait sur un plan incliné de 15 mètres de longueur et de 15 degrés de pente, ayant déraillé des roues d'avant, en quittant la plaque d'engagement, cet ouvrier donna un peu de lâche à la corde et remit sur rails en poussant du dos contre l'avant du wagonnet, pendant que sa tête s'appuyait contre une bèle du boisage. Le chariot descendit un peu, les roues d'arrière restant sur la plaque, et le freineur fut blessé mortellement, ayant été serré entre la bèle et le véhicule.

La victime, qui n'était pas munie de bretelles, ne s'était pas servi de la chaîne de sûreté qui se trouvait au sommet du plan.

La plaque d'engagement, située contre le palier, avait la même pente que le plan.

A la séance du Comité, M. l'Ingénieur principal Lebens a préconisé les dispositifs où le cœur est placé horizontalement sur le palier, au lieu d'être en pente. De cette façon, en cas de fausse manœuvre à l'engagement, le déraillement se produit dans la partie de niveau et la remise sur rails présente moins de danger.

N° 566. — *Charleroi.* — 5^{me} arrond. — *Charbonnage d'Appaumée-Ransart, puits du Marquis, à Fleurus.* — Etage de 345 mètres. — 19 octobre 1911, vers 9 1/2 h. — Un tué. — P.-V. Ing. Gillet.

Remise sur rails d'un chariot vide déraillé dans un plan incliné.

Résumé des circonstances de l'accident.

Un chariot vide ayant déraillé dans un plan incliné de 40 mètres de longueur et de 28 à 30 degrés de pente, le ravaleur descendit dans le plan, en confiant la garde du frein à un hiercheur. Quelques instants après, il donna l'ordre d'ouvrir un peu le frein. Les wagonnets se mirent en mouvement et l'on entendit un cri. Le hiercheur cala la poulie, mais les chariots avancèrent encore de 1 mètre à cause du glissement du câble dans la gorge. En même temps, le corps du ravaleur dévala le plan jusqu'au fond.

On trouva le chariot plein à 12 mètres en aval du vide.

Ce charbonnage ne possédait pas de grappins de sûreté. La poulie était du système Van Hasselt, à frein non automatique, dont le serrage est obtenu par le rapprochement des deux barres de fer entre lesquelles tourne la poulie et qui serrent les faces latérales de la jante. Ce frein est actionné par deux leviers placés de part et d'autre de la poulie.

A la suite de cet accident, M. l'Ingénieur en chef Directeur du 5^{me} arrondissement a invité de nouveau la direction de ce charbonnage à faire usage, sur les plans inclinés, de freins automatiques et de grappins de sûreté.

N° 567. — *Couchant de Mons.* — 1^{er} arrond. — *Charbonnage de Belle-Vue, puits Ferrand, n° 1, à Elouges.* — Etage de 446 m. — 23 octobre 1911, vers 9 1/2 heures. — Un tué. — P.-V. Ing. Van Herckenrode.

Remise sur rails d'un chariot vide déraillé dans une vallée.

Résumé des circonstances de l'accident.

Un meneur bois, âgé de 15 ans, devait porter des bois aux tailles desservies par une vallée de 73 mètres de longueur et de 23 degrés de pente. Arrivé au sommet de la vallée, il liait, à l'arrière d'un chariot vide descendant, les bois que le sciauteur du fond détachait et déposait au pied. Le meneur descendait ensuite, pendant l'arrêt, pour aller reprendre ses bois.

Les deux chariots ayant déraillé alors que le wagonnet vide, traînant deux bois de 2^m50 de longueur, se trouvait à 10 mètres du fond, le meneur s'engagea aussitôt dans la vallée et voulut toucher d'abord au chariot plein, ce dont il fut empêché par le machiniste, qui le rappelait. Il continua sa course et essaya probablement de remettre sur rails le chariot vide, dont le câble était détendu.

Les selauneurs du fond, qui attendaient que l'ordre leur fût donné du haut, par un coup de sonnette, de monter dans la vallée, entendirent un bruit de chariot, puis un gémissement. Ils trouvèrent le meneur, déjà agonisant, près du wagonnet vide encore déraillé des roues d'avant et appuyé contre une bèle par l'avant soulevé.

Le Comité a estimé qu'il est désirable de ne pas atteler les bois à l'arrière des chariots vides dans une vallée et que les bois doivent être transportés sur des trucs spéciaux ; mais il a reconnu qu'il faut pour cela que le chantier ait une certaine importance.

Dans le cas où, à défaut de truc, les bois sont tirés par des hommes, il convient, comme M. Demaret le fait observer, que cette circulation se fasse dans des voies spéciales, ainsi que cela est pratiqué au charbonnage de Mariemont.

Résumé des circonstances de l'accident.

N° 568. — *Charleroi.* — 4^{me} arrond. — *Charbonnage de Sacré-Madame, puits Mécanique, à Dampremy.* — Etage de 1093 mètres. — 23 février 1912, 14 heures. — Un blessé. — P.V. Ing. Dessales.

Ouvrier blessé par une berline vide à côté de laquelle il montait un plan incliné et qui a déraillé.

Le freineur ayant remis sur rails un chariot vide déraillé au milieu d'un plan incliné, de 12 mètres de longueur et de 7 degrés de pente, permit au hiercheur, auquel il avait confié le frein, de continuer la manœuvre pendant qu'il remontait. Le wagonnet dérailla de nouveau en passant à côté du freineur et le blessa grièvement à la tête.

A l'endroit du déraillement, la voie du chariot vide présentait une déviation de 5 degrés et il y avait une saillie de 5 millimètres et un espace de 7 à 8 millimètres entre les rails voisins de la victime.

La hauteur du chariot était de 0^m85 et celle de la galerie de 1 m. en moyenne.

N° 569. — Charleroi. — 3^{me} arrond. — Charbonnage de Courcelles, puits n° 6, à Courcelles. — Etage de 276 mètres. — 29 avril 1912, vers 15 heures. — Un tué. — P.-V. Ing. L. Legrand.

Mise sur rails d'un chariot vide déraillé dans un plan incliné.

Résumé des circonstances de l'accident.

Un plan incliné, de 12 mètres de longueur et de 17 à 26 degrés de pente, était pourvu d'une poulie à broches, avec frein à vis, sur laquelle passait la chaîne, dont les extrémités étaient dédoublées pour l'attache d'un crochet plat au bord supérieur du wagonnet et d'un crochet en hélice à l'anneau du timon.

D'après l'avaleur-freineur, un wagonnet vide ayant déraillé à 2 ou 3 mètres du pied du plan, parce que le crochet inférieur s'était détaché, l'envoyeur de service à cet endroit lui aurait demandé de desserrer un peu le frein pour remettre le chariot sur rails, en le soulevant par l'arrière. Le crochet supérieur se détacha à son tour et l'envoyeur, entraîné par le wagonnet vide, fut atteint ensuite par le plein, qui dévala la pente, attaché à la chaîne, parce que le freineur n'avait pas eu le temps de serrer le frein.

D'après un autre témoin, l'envoyeur se serait engagé dans le plan derrière le chariot vide, qui n'était accroché qu'à son rebord supérieur et qui se serait décroché ensuite tout-à-fait. L'avaleur, qui venait de lancer le chariot plein, n'eut pas le temps de serrer le frein.

Aucun dispositif n'était mis à la disposition du personnel pour diminuer le danger de la remise sur rails des chariots déraillés, parce qu'on estimait que l'emploi de chaînes, au lieu de câbles, suffit pour empêcher l'entraînement des wagonnets lorsque le frein est serré.

SERIE XII

Ouvriers se faisant voiturer dans les chariots.

—
PRÉAMBULE

Cette série ne comprend que 7 accidents (6 tués), qui se répartissent comme suit :

TABLEAU A.

Couchant de Mons (Borinage)	2
Centre	»
Charleroi	3
Namur	1
Liège	1
	7

TABLEAU B.

Plans inclinés ordinaires (à un wagonnet)	1
— — à rames	1
Vallées à un wagonnet	4
— à rames.	1
Plans inclinés de tailles montantes.	»
— — à chariots porteurs	»
	7

Aux accidents de cette série, on pourrait joindre les accidents nos 48 (série I) et 60 (série II).

Ils se sont surtout produits dans les voies en défoncement : il est assez naturel, en effet, que ce soit dans les vallées que les ouvriers soient spécialement tentés de faire l'ascension sur les wagonnets.

Les accidents de cette série, heureusement très rares,

car cette pratique est généralement interdite, confirment qu'il est très dangereux de prendre place sur les véhicules.

RÉSUMÉS

N° 573. — Couchant de Mons. — 2^{me} arrond. — Charbonnage de Levant-du-Flénu, puits n° 15, à Cuesmes. — Étage de 582 m. — 8 juillet 1902, vers 4 heures. — Un tué. — P.-V. Ing. Daubresse.

Ouvrier tué dans un wagonnet dans lequel il se faisait remonter.

Résumé des circonstances de l'accident.

L'accident, dont les causes n'ont pu être complètement élucidées, semble s'être produit dans les circonstances suivantes :

Son travail terminé, un ouvrier avait accroché, au pied d'un plan incliné, deux chariots vides destinés à être remontés lorsque deux chariots pleins seraient prêts en haut du plan.

Désirant se faire remonter, l'ouvrier aura pris place dans un des wagonnets vides et s'y sera assoupi. Quand arrivèrent les chariots pleins, le freineur jugea bon de ne pas attendre le coup de sonnette réglementaire (il prétend toutefois l'avoir entendu) et lança ses chariots. L'ouvrier du bas, dont la tête dépassait le bord du chariot, n'ayant pu s'effacer à temps, aura été tué au passage du cadre des deux portes, cadres qui ne laissaient qu'un intervalle de quelques centimètres au-dessus du bord supérieur des chariots.

N° 574. — Charleroi. — 3^{me} arrond. — Charbonnage du Nord de Charleroi, puits n° 4, à Courcelles. — Étage de 540 m. — 10 février 1903, à 15 1/2 heures. — Un tué. — P.-V. Ing. Velings.

Ouvrier tué en se faisant remonter dans un chariot vide.

Résumé des circonstances de l'accident.

Un hiercheur, malgré un compagnon qui voulait l'en empêcher, sauta dans un wagonnet vide qui gravissait un plan incliné ; à la recette supérieure, le wagonnet buta contre la charpente du tambour ; l'ouvrier eut la tête projetée contre le bord du wagonnet, ce qui détermina une fracture du crâne.

N° 575. — Namur. — 6^{me} arrond. — Charbonnage de Falisolle, siège de la Réunion, à Falisolle. — Étage de 647 m. — 28 mars 1906, vers 4 1/2 h. — Un tué. — P.-V. Ing. pr. J. Lebacqz.

Ouvrier ayant pris place sur un véhicule montant, tué par suite d'un choc contre une barrière en tête du plan.

Résumé des circonstances de l'accident.

L'accident s'est produit dans un défoncement de 94 mètres de longueur, incliné de 25 à 31 degrés. On remontait une tonne d'eau placée sur un truc ; au moment où le véhicule arrivait à proximité d'une barrière située à 2^m30 sous les taques, on entendit un cri de détresse ; le mécanicien arrêta immédiatement le treuil et descendit avec l'accrocheur de tête ; ils trouvèrent un homme, ne donnant plus signe de vie, couché à l'avant du chariot, la main gauche tenant la chaîne, la tête vers le sommet du plan, le côté gauche reposant sur

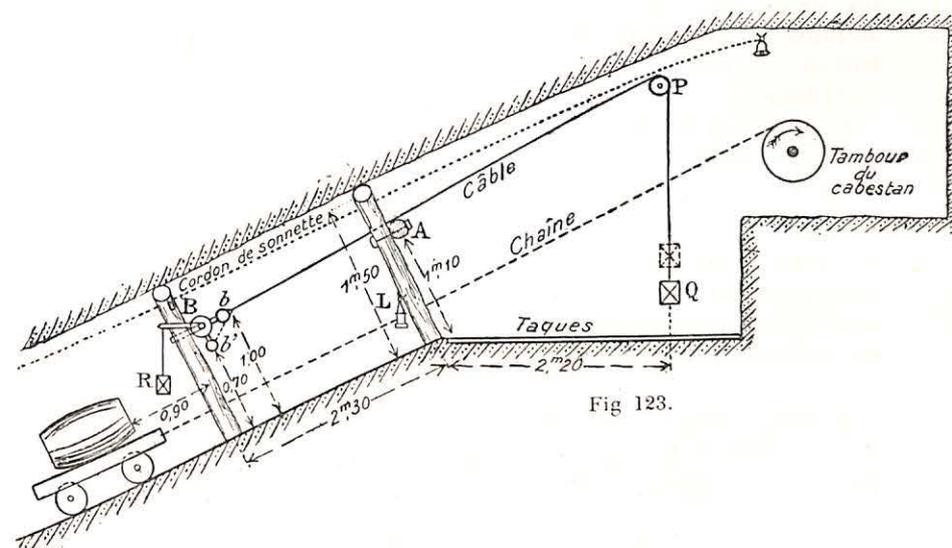


Fig 123.

la chaîne, la lampe éteinte dans la main droite, les jambes en partie engagées sous le chariot. Celui-ci, qui n'était pas déraillé, avait la position indiquée à la figure 123 ci-après, mais le mécanicien avait reculé de 0^m50 environ avant l'arrêt.

Ni le mécanicien, ni les deux accrocheurs de la base et du sommet

du plan ne savaient qu'un homme se trouvait sur le plan incliné, aucun des signaux convenus n'ayant été donné.

La victime, qui ne faisait pas partie du poste normal, avait remblayé une taille de 5 mètres de hauteur que l'on amorçait au pied du défoncement; ayant fini sa journée, elle s'était engagée sur le plan, dont l'accès ne lui avait pas été interdit, par la voie de retour d'air de la taille, sans prévenir l'accrocheur du fond, qui ne l'a pas vu s'engager dans le plan. Cet accrocheur, après avoir rempli une tonne d'eau, a donné le signal de la remonte, signal auquel a obéi le machiniste.

Du fond du défoncement on voit une lampe allumée jusqu'à une distance de 60 mètres du pied; de la tête on la voit jusqu'à 36 mètres du palier. Une lampe était placée en *L*.

Le plan est défendu à la tête: 1° par une barre *A* pivotant verticalement autour d'une de ses extrémités; 2° par une barrière *Bb*, constituée par deux bois reliés par des ferrures; la pièce *B* peut pivoter sur elle-même; la pièce *b* est reliée par un câble et une poulie de renvoi au contrepoids *Q*; en abaissant celui-ci, on soulève *b* et la barrière s'ouvre; un contrepoids d'équilibre *R* facilite la fermeture de la barrière.

L'accrocheur de tête, entendant, au bruit du chariot, que le véhicule approchait, avait relevé la barre *A* et maintenait le contrepoids *Q* descendu.

L'hypothèse la plus plausible consiste à supposer que l'ouvrier se sera assis à l'avant du truc et aura heurté violemment de la tête la pièce *B*, ce qui l'aura fait glisser en partie sous le chariot. Sa lampe devait être éteinte, puisque l'accrocheur de tête ne l'a pas aperçue sur la fin de la remonte.

N° 576. — *Charleroi*. — 5^{me} arrond. — *Charbonnages d'Oignies-Aiseau*, puits n° 4, à Aiseau. — *Etage de 472 mètres*. — 21 août 1911, vers 15 heures. — Un tué. — *P.-V. Ing. G. Sottiaux*.

Ouvrier écrasé dans une vallée pendant l'ascension d'un wagonnet.

Résumé des circonstances de l'accident

Un défoncement, de 110 mètres de longueur et de 32 degrés de pente, était desservi par un treuil électrique à deux tambours.

Un forgeron et son aide avaient remplacé l'un des câbles et vérifiaient son bon fonctionnement en faisant descendre et monter un

wagonnet, après avoir lié l'autre câble à son tambour. Afin de régler la longueur, l'aide alla se poster au fond pour annoncer l'arrivée du chariot; il donna le signal de descente et, plus tard, celui de remonte. Après un parcours de 10 mètres environ, le mécanicien remarqua une résistance anormale et arrêta le treuil.

L'aide-forgeron fut trouvé, étendu sur le dos, auprès du chariot non déraillé. Il avait la tête écrasée et des traces de sang étaient visibles sur 4 mètres de longueur en aval du wagonnet.

On suppose, d'après certains indices, que la victime a pris place sur les chaînes d'attelage du câble pour se faire remonter.

SÉRIE XIII

Ouvriers frappés sur le plan par les véhicules
en mouvement.

PRÉAMBULE

Les 18 accidents (8 tués) de cette série se répartissent
comme suit :

TABLEAU A.

Couchant de Mons.	8
Centre	1
Charleroi	8
Namur	»
Liège	»
	—
	18

TABLEAU B.

Plans inclinés ordinaires (à un wagonnet)	7
— — à rames	1
Vallées à un wagonnet.	6
— à rames	2
Plans inclinés de tailles montantes	1
— — à chariots-porteurs	1
	—
	18

On remarquera la forte proportion des accidents sur-
venus dans les vallées ; la raison en est à peu près la même
que pour ceux de la catégorie précédente, mais dans une
mesure moindre.

Comme dans la catégorie précédente aussi, mais égale-
ment dans une moindre mesure, beaucoup d'accidents sont

dûs à l'imprudence de la victime et à l'inobservation des
ordres reçus.

Sous le rapport de leurs causes, ils peuvent se répartir
comme suit :

Ouvriers s'engageant sur le plan sans autorisation	4
— — pendant la manœuvre.	6
Ouvriers restés sur le plan pendant la manœuvre	3
Wagonnets lancés sans signal	2
Signal donné trop tôt ou inopportunément	3
	—
	18

RÉSUMÉS

N° 581. — *Couchant de Mons.* — 1^{er} arrond. — *Charbonnage de
Blaton, puits n° 3, à Bernissart.* — *Etage de 322 mètres.* — 10
avril 1896, vers 2 heures. — *Un tué.* — *P.-V. Ing. Stassart.*

Ouvrier écrasé entre un chariot-porteur et son contre-
poids en descendant un plan incliné.

Résumé des circonstances de l'accident.

Un plan incliné, à chariot-porteur, de 80 mètres de longueur et
de 25 degrés de pente, desservait, de chaque côté, sept tailles chas-
santes. La circulation des ouvriers sur ce plan était interdite et il y
avait, à 9 mètres de distance, une voie destinée uniquement au pas-
sage des hommes et dénommée « chassis ». Les ouvriers des tailles
situées du côté opposé au chassis devaient traverser le plan pour
gagner cette voie ; ils ne pouvaient le faire que si le plan était libre
et avec l'autorisation du freineur.

L'exploitation du chantier touchant à sa fin, il n'y avait plus
qu'une seule communication, à la hauteur du 6^{me} niveau, entre le
plan et le chassis ; elle servait aux ouvriers des trois tailles supé-
rieures encore en activité. Pendant la nuit, on avait fait des travaux
de réparation ; il n'y avait pas d'ouvrier spécial au frein ; celui-ci
était manœuvré par le scelauteur qui chargeait à la 7^{me} voie. Cet
ouvrier étant arrivé avec un wagonnet de terres et ayant appelé et
sifflé sans recevoir de réponse, fit descendre ce chariot sur le plan
incliné.

Un raccommodeur, qui venait de terminer son poste à la 4^{me} voie

de niveau, pour n'être pas obligé de remonter à la communication du 6^{me} niveau, s'était imprudemment engagé sur le plan incliné. Il n'eut pas le temps de se garer quand les chariots furent mis en marche et on le retrouva écrasé au croisement entre le porteur et son contrepoids.

N° 585. — *Charleroi.* — 4^{me} (actuel. 5^{me}) arrond. — *Charbonnage de Bonne-Espérance à Lambusart, puits n° 1.* — Étage de 558 m. — 1^{er} octobre 1897, 15 heures. — Un blessé. — P.-V. Ing. Lebacqz

Ouvrier blessé en descendant un plan incliné, le signal de mise en marche ayant été donné avant son arrivée au bas.

Résumé des circonstances de l'accident.

Une taille montante, desservie par un plan automoteur à double voie, avait atteint une hauteur de 48 mètres; l'inclinaison était de 8 degrés. La poulie était munie d'un frein à bande; la descente d'un wagonnet plein durait en moyenne 45 secondes; le signal de mise en marche était donné par le hiercheur de la voie inférieure, par une volée de coups donnés au moyen d'un bout de rail sur la caisse du wagonnet vide.

Un ouvrier à veine, ayant terminé sa journée, descendit ce plan incliné, alors qu'on achevait de charger le wagonnet arrêté à la partie supérieure. Arrivé à une dizaine de mètres du palier inférieur, il entendit battre le roulement conventionnel pour la mise en train; il continua néanmoins à descendre, mais il fut atteint et renversé par le wagonnet vide qui se mettait en route.

Le Comité a fait observer que des signaux spéciaux, bien ordonnés, devraient toujours être prescrits pour annoncer aux préposés à la manœuvre des wagonnets que des personnes circulent dans les plans inclinés, et qu'il serait mieux encore que, le long des plans inclinés, il fût réservé des passages spécialement affectés à la circulation des ouvriers.

N° 588. — *Couchant de Mons.* — 1^{er} arrond. — *Charbonnage de la Grande-Machine à feu, puits Saint-Frédéric, à Dour.* — Étage de 772 mètres. — 27 décembre 1898, vers 10 1/2 heures. — Un blessé. — P.-V. Ing. Bailly.

Hiercheur blessé sur une voie inclinée par un wagonnet qui y circulait.

Résumé des circonstances de l'accident.

Un scelauneur était chargé du service, à la fois au pied et à la tête d'une vallée à une seule voie, de 95 mètres de longueur et de 15 à 20 degrés d'inclinaison, munie, au sommet, d'un manège à cheval. La manœuvre se faisait comme suit: le scelauneur amenait le wagonnet plein au pied du plan, l'accrochait au câble, puis montait d'environ 10 mètres pour donner le signal de mise en marche; ensuite il gravissait le plan et attendait le véhicule à la recette supérieure. Pendant un de ces voyages, cet ouvrier tomba et fut atteint par le wagonnet montant. L'enquête n'a pu établir s'il s'était placé sur le véhicule, comme il le faisait parfois, ou si le câble a provoqué sa chute.

M. l'Ingénieur en chef a fait observer que le service devrait être organisé de telle sorte qu'un ouvrier ne doive pas circuler devant des véhicules remorqués mécaniquement.

N° 590. — *Couchant de Mons.* — 1^{er} (actuel. 2^{me}) arrond. — *Charbonnage de l'Espérance, tunnel n° 2, à Baudour.* — Niveau de 100 mètres. — 23 avril 1903, à 2 heures. — Un blessé. — P.-V. Ing. Desenfans.

Ouvrier frappé par un chariot en se penchant hors d'une niche dans un tunnel en creusement.

Résumé des circonstances de l'accident.

Dans un tunnel incliné, en creusement, des ouvriers s'étaient garés, pour manger, à proximité d'une cloison de protection en planches, élevée sur le côté; l'un d'eux, en se penchant sous un coffre pour rechercher un objet égaré, eut la jambe atteinte par un wagonnet descendant qu'il n'avait pas entendu venir, à cause du bruit causé par le fonctionnement des pompes.

N° 591. — *Couchant de Mons.* — 1^{er} arrond. — *Charbonnage du Grand-Buisson, puits n° 1, à Hornu.* — 19 novembre 1903, à 2 h. — Un blessé. — P.-V. Ing. Em. Lemaire.

Ouvrier blessé en circulant dans un plan incliné pendant la marche des wagonnets.

Résumé des circonstances de l'accident.

Malgré l'avertissement du préposé qui avait donné le signal de la

manœuvre, un ouvrier voulut gravir un plan incliné de 53 mètres de longueur ; à peine s'y était-il engagé que les wagonnets furent mis en mouvement. L'ouvrier fut entraîné par le wagonnet montant, devant lequel il circulait, et comprimé, au croisement, entre les deux wagonnets, qui s'arrêtèrent par suite du déraillement de l'un d'eux.

N° 592. — *Charleroi.* — 5^{me} arrond. — *Charbonnage du Gouffre, puits n° 7, à Châtelineau.* — *Étage de 650 mètres.* — 3 mars 1908, à 9 heures. — *Un tué.* — P.-V. Ing. Gillet.

Porion tué en guidant un wagonnet remontant.

Résumé des circonstances de l'accident.

Un défoncement à double voie, de 52 mètres de longueur et de 35° d'inclinaison, était desservi par un treuil à air comprimé. Le timon des wagonnets était constitué par un fer plat replié de façon à former l'œillet où s'engageait l'anneau de traction ; ce fer plat était fixé par quatre boulons au fond du wagonnet. Le timon d'un wagonnet chargé prêt à remonter était mal assujéti par suite de la disparition de plusieurs des boulons qui le reliaient au fond de la caisse. Un porion, après avoir donné au machiniste le signal de marcher avec lenteur, se plaça en amont du chariot, tenant en mains les deux coins supérieurs d'avant du véhicule ; il se mit de la sorte à remonter à reculons, pour empêcher le wagonnet de dérailler. Quand le mouvement des wagonnets, — qui s'opéra sans incident aucun, — eut cessé, on entendit des cris de douleur et l'on retrouva le porion expirant, couché entre les rails à peu près à mi-hauteur du plan.

Le porion était sans doute tombé dans l'entre-rails et le chariot lui avait passé sur le corps.

N° 593. — *Charleroi.* — 5^{me} arrond. — *Charbonnage d'Aiseau-Prestes, puits de Tergnée, à Farciennes.* — *Étage de 155 mètres.* — 13 novembre 1909, 17 heures. — *Un blessé.* — P.-V. Ing. Gillet.

Départ prématuré du wagonnet vide pendant l'accrochement au câble.

Résumé des circonstances de l'accident.

L'accident est arrivé au pied d'un plan incliné de 55 mètres de longueur et de 18 degrés de pente.

Pour attacher un wagonnet vide au câble, l'accrocheur s'était placé devant la caisse, sur laquelle il s'appuyait du bras droit. Il avait passé le crochet dans l'anneau du timon et allait le poser sur

le bord de la caisse, quand le câble se mit sous tension ; le crochet lui échappa, mais resta dans l'anneau et entraîna le chariot. L'ouvrier eut le bras droit pris entre la caisse et une bèle du boisage, puis il put se jeter sur le côté et le véhicule continua sa course. Un porion qui se trouvait dans le niveau inférieur sonna alors l'arrêt.

Les deux hommes du sommet ont prétendu que la sonnette avait tinté parce que des pierres de la paroi étaient tombées sur le cordon, mais il résulte de l'enquête que le chariot plein avait été lancé sans signal de mise en marche. Ce signal consistait en trois coups de sonnette.

Il y avait un espace de 0^m66 entre le chariot vide et les montants du boisage.

N° 594. — *Charleroi.* — 5^{me} arrond. — *Charbonnage d'Ormont, puits Saint-Xavier, à Bouffioulx.* — *Étage de 800 mètres.* — 18 juillet 1912, vers 14 heures. — *Un tué.* — P.-V. Ing. Bertiaux.

Gamin circulant sur un plan incliné pendant la manœuvre.

Résumé des circonstances de l'accident.

Un surveillant et un gamin de 12 ans, qui devait l'accompagner dans sa tournée, déposaient leurs vêtements dans la chambre d'un treuil située à quelques mètres du pied d'un plan incliné. L'enquête n'a pu établir pourquoi le gamin quitta soudain la chambre et s'engagea sur le plan, où la manœuvre venait de commencer. Avant que l'accrocheur du pied ait eu le temps de sonner l'arrêt, il le vit passer devant la berline montante, qui le tua.

SÉRIE XIV

Chutes et accidents pendant la circulation
sur le plan

PRÉAMBULE

25 accidents (6 tués), se répartissant comme suit :

TABLEAU A.

Couchant de Mons.	5
Centre	13
Charleroi	4
Namur	1
Liège	2
	—
	25

TABLEAU B.

Plans inclinés ordinaires (à un wagonnet)	20
— — à rames	»
Vallées à un wagonnet	»
— à rames.	»
Plans inclinés de tailles montantes.	1
— — à chariots-porteurs	4
	—
	25

Les accidents de cette série sont, pour la plupart, des cas fortuits. Le plus souvent, ils n'ont occasionné que des blessures.

L'étude de cette série présente relativement peu d'intérêt, sauf en ce qui concerne les plans inclinés à très forte pente, où le danger de la circulation apparaît manifeste. Aussi est-il insisté sur la nécessité, dans ce cas, d'aménager, pour la circulation, des voies spéciales.

RÉSUMÉS

N° 595. — Couchant de Mons. — 1^{er} (actuel. 2^{me}) arrond. — Charbonnage du Grand-Hornu, puits n° 12, à Hornu. — Étage de 633 mètres. — 28 février 1889, vers 19 heures. — Un tué. — P.-V. Ing. Ledent.

Chute d'un ouvrier sur un plan incliné à chariot-porteur.

Résumé des circonstances de l'accident.

Trois ouvriers selauneurs, ayant fini leur journée, descendaient un plan à chariots-porteurs incliné de 45 à 50 degrés. La circulation s'y faisait en posant les pieds sur les traverses, qui formaient des sortes d'échelons très écartés, et en se retenant des mains aux rails à cornières ou à la corde.

Les trois selauneurs étaient arrivés à 25 mètres environ de la base, lorsque quelques petites pierres, détachées des parois et roulant sur le plan, les engagèrent à se garer. L'un d'eux perdit pied, tomba et roula jusqu'au pied du cayat, où il fut relevé à l'état de cadavre.

On circulait rarement sur les plans inclinés de ce genre ; les ouvriers passaient d'habitude par les tailles ou par des voies spéciales parallèles au plan.

Au Comité, M. Marcette a présenté les observations suivantes :

Les dangers qui résultent de la circulation du personnel sur les plans inclinés à très forte pente ont paru assez graves pour motiver, dans certains pays, l'intervention d'une réglementation officielle. C'est ainsi que, dans le district de Dortmund, l'administration des mines exige, le long des voies fortement inclinées, l'établissement de galeries latérales ou de compartiments distincts disposés de manière à assurer en tous points la circulation ; les dérogations à cette règle ne sont accordées que sous des conditions très sévères.

Les dangers signalés revêtent un caractère de gravité exceptionnelle quand il s'agit de plans inclinés à chariots-porteurs et à contrepoids, dits « cayats d'Anzin », comme ceux qu'on emploie fréquemment au charbonnage du Grand-Hornu, dans les couches à forte pente et qui sont également appliquées, dans certains charbonnages, à des bouveaux très inclinés. La circulation, le long de ces cayats, s'effectue en posant le pied sur les traverses en bois ou en fer de la voie et en se tenant aux rails ou au câble. Outre que les points d'appui sont très souvent espacés irrégulièrement et trop éloignés

l'un de l'autre, ils ne présentent pas assez de saillie pour qu'on puisse y appuyer la plante du pied ; ils sont, du reste, rendus particulièrement glissants par la graisse qui coule des roues du porteur.

Quand plusieurs ouvriers se suivent en se tenant au câble, ils lui impriment parfois des secousses qui compromettent l'équilibre de leurs compagnons.

En résumé, la circulation sur ces plans est un véritable exercice acrobatique qui expose à des chutes souvent mortelles, ainsi que le démontre l'accident en discussion.

Le fonctionnement intempestif du plan incliné et la chute d'un corps grave sont encore des inconvénients à redouter.

Sans être partisan d'une réglementation à outrance, qui nuit à l'esprit d'initiative et qui tend à diminuer la responsabilité, M. Marcette pense pourtant qu'il existe dans le règlement une lacune à combler au sujet des plans inclinés, ceux-ci contribuant, dans une notable proportion, à la production des accidents.

Il émet l'avis que la circulation sur les plans inclinés à forte pente devrait être interdite dans les conditions qu'il vient d'exposer.

M. E. De Jaer fait connaître qu'il a déjà exprimé le regret que le règlement n'ait porté aucune prescription, même générale, au sujet de la police des plans inclinés, alors qu'il a soumis à des mesures si minutieuses le transport du personnel par les cages.

M. E. De Jaer est d'avis, comme M. Marcette, que les grands cayats à porteurs présentent, à cet égard, des dangers spéciaux et qu'il conviendrait qu'il existât, pour la circulation du personnel, des voies mieux aménagées.

N° 601. — *Couchant de Mons.* — 2^{me} arrond. — *Charbonnage du Grand-Hornu, puits n° 7, à Hornu.* — Étage de 000 mètres. — 27 juin 1896, 11 1/2 heures. — Un tué. — P.-V. Ing. pr^s Jacquet.

Chute en descendant un plan incliné à chariot-porteur.

Résumé des circonstances de l'accident.

Un ingénieur des mines, effectuant une visite des travaux, descendait un plan à chariots-porteurs incliné de 40 à 45 degrés ; quelques pierres étant venues à se détacher de la partie supérieure du plan, l'ingénieur, sans doute en voulant se garer contre les parois, perdit pied et glissa jusqu'à la base du plan, où il fut trouvé râlant. Il expira une heure après.

N° 611. — *Centre.* — 2^{me} (actuel. 3^{me}) arrond. — *Charbonnages de Bascoup, puits n° 3, à Chapelle-les-Herlaimont.* — 4 mars 1903, 15 heures. — Un blessé. — P.-V. Ing. Petitjean.

Chute sur un plan incliné.

Résumé des circonstances de l'accident.

Un ouvrier, descendant un plan incliné, fut cogné par un camarade et tomba sur le poignet en se blessant.

N° 612. — *Centre.* — 3^{me} arrond. — *Charbonnages de Ressaix, puits Sainte-Marie, à Péronnes-les-Binche.* — Étage de 250 m. — 27 janvier 1904, 15 1/2 h. — Un blessé. — P.-V. Ing. Bolle.

Chute dans un plan incliné.

Résumé des circonstances de l'accident.

Un ouvrier, descendant un plan incliné à 25 degrés, glissa sur une traverse en fer de la voie et tomba si malheureusement qu'il se fractura la cuisse.

N° 613. — *Centre.* — 2^{me} (actuel. 3^{me}) arrond. — *Charbonnages de Bascoup, puits n° 5, à Trazegnies.* — Étage de 336 mètres. — 3 février 1904, 6 heures. — Un blessé. — P.-V. Ing. Petitjean.

Chute dans un plan incliné.

Résumé des circonstances de l'accident.

Un ouvrier descendait une rampe (voie inclinée), de 22 degrés de pente, lorsqu'il glissa et tomba ; la chute détermina une hernie inguinale.

À l'endroit de la chute, le roc était à nu et glissant, par suite de l'eau qui coulait sur le sol.

N° 614. — *Liège* — 6^{me} (actuel. 7^{me}) arrond. — *Charbonnage du Horloz, puits de Tilleur.* — Étage de 490 mètres. — 14 février 1904, vers 21 heures. — Un tué. — P.-V. Ing. Fourmarier.

Chute dans un plan incliné.

Résumé des circonstances de l'accident.

L'accident est arrivé dans un plan à chariot-porteur, long de 135 mètres et incliné à 45 degrés ; la circulation du personnel s'y faisait par un escalier en bois établi dans un compartiment spécial, séparé du compartiment d'extraction par des montants verticaux espacés de

60 à 70 centimètres. Une rampe reliait ces montants dans la partie inférieure du plan seulement; de plus, à quatre endroits, un montant manquait, ce qui créait un espace libre double de l'écartement normal. L'escalier était aisé et bien entretenu.

Un ouvrier, qui travaillait, avec deux compagnons, à un niveau intermédiaire du plan, descendit pour aller chercher un outil dans la voie inférieure; comme il tardait à revenir, ses compagnons allèrent à sa recherche et trouvèrent son cadavre étendu au pied de la voie du plan. Le malheureux serrait encore dans la main l'outil qu'il était allé chercher.

La barrière, gardant l'accès du plan, était fermée.

On suppose que l'ouvrier, en remontant avec son outil, aura fait un faux pas et sera tombé à la renverse dans le plan, probablement à l'un des endroits où manquait un montant.

N° 615. — *Liège.* — 8^{me} arrond. — *Charbonnages de l'Espérance et Bonne-Fortune, siège Espérance, à Montegnée.* — Étage de 408 mètres. — 18 février 1905, à 8 heures. — Un blessé. — P.-V. Ing. Bailly.

Chute dans un plan incliné.

Résumé des circonstances de l'accident.

Un hiercheur, qui amenait une berline pleine au sommet d'un plan incliné, fut pris de vertige et fit une chute dans le plan, en se blessant grièvement à la tête.

N° 616. — *Namur.* — 6^{me} arrond. — *Charbonnage du Château à Namur.* — 30 juin 1905, à 6 heures. — Un blessé. — P.-V. Ing. Sténuit.

Chute sur un plan incliné.

Résumé des circonstances de l'accident.

Un chef mineur, en montant un plan incliné non affecté à la circulation du personnel, a glissé et est tombé, le genou sur le rail.

La longueur du plan était de 260 mètres et l'inclinaison de 35 à 40 degrés. La victime avait déjà parcouru 160 mètres.

N° 617. — *Centre.* — 2^{me} arrond. — *Charbonnages du Bois du Luc, puits St-Amand, à Houdeng-Aimeries.* — Étage de 196 m. — 5 octobre 1905, 11 h. — Un blessé. — P.-V. Ing. G. Lemaire.

Chute dans un plan incliné.

Résumé des circonstances de l'accident.

Un gamin, descendant un peu rapidement un plan incliné, de 23 degrés de pente, a buté contre un rouleau-guide du câble et s'est blessé grièvement au coude en tombant.

N° 618. — *Charleroi.* — 4^{me} arrond. — *Charbonnages Réunis de Charleroi, puits des Hamendes, à Jumet.* — Étage de 105 m. — 2 mars 1909, vers 18 h. — Un blessé. — P.-V. Ing. L. Hardy.

Chute dans un plan incliné en préparation.

Résumé des circonstances de l'accident.

Un bouveleur était occupé à réparer le boisage et à poser les rails d'un plan incliné de 30 degrés de pente. En descendant, il fit une chute dans un tas de vieux matériaux et se blessa à l'œil.

N° 619. — *Charleroi.* — 5^{me} arrond. — *Charbonnage du Trieu-Kaisin, puits n° 8, à Châtelineau.* — Étage de 836 mètres. — 8 mars 1910, vers 10 1/2 h. — Un blessé. — P.-V. Ing. Bertiaux.

Chute en gravissant un plan incliné.

Résumé des circonstances de l'accident.

Deux ouvriers remontaient un plan incliné de 25 degrés de pente. Arrivés près du sommet, le second heurta, de la tête, la barrière fermée, qui se composait d'un bois placé horizontalement à 1 mètre au dessus des taques du palier supérieur. A la suite du choc, il tomba sur les saillies des taques et se blessa grièvement.

MÉMOIRES
LES
GISEMENTS HOUILLERS
DE LA BELGIQUE

PAR

ARMAND RENIER

Ingénieur principal au Corps des Mines
Chef du Service géologique de Belgique
Chargé de cours à l'Université de Liège.

(3^{me} Suite) (1)

CHAPITRE IX. — **Mode de formation.**

1. Les études stratigraphiques trouvent leur couronnement dans la recherche du mode de formation des gisements houillers de la Belgique et de ceux qui, par delà les frontières politiques, en sont les prolongements naturels.

La conclusion de ce chapitre renferme, d'autre part, des données précieuses pour les études de tectonique.

C'est pourquoi, en dépit de certaines difficultés, il convient d'aborder à présent l'examen de cette question.

Si l'intérêt purement scientifique y prédomine, il est, en revanche, vaste et varié.

Quant à l'intérêt technique, il résulte principalement de

(1) Voir chapitres I-V, *Annales des Mines de Belgique*, t. XVIII, pp. 755-779, pl. I-IV.

Id.	VI-VII	<i>ibid.</i>	t. XIX, pp. 3-36.
Id.	VIII	<i>ibid.</i>	t. XX, pp. 227-258.

N. B. — La bibliographie fera l'objet d'une liste générale placée à la fin du travail.

ce que cet exposé peut seul mettre en évidence les caractéristiques fondamentales et fournir ainsi des bases sûres pour une classification générale des gisements houillers.

2. La littérature est assez copieuse.

Aussi ne sera-t-il guère fait mention que des publications relatives aux gisements belges ou de travaux dus à des auteurs belges. Force me sera cependant de recourir, dans divers cas, à des ouvrages généraux ou, encore, sur des points spéciaux, à des recherches de savants étrangers.

Les écrits belges traitant de l'ensemble ou de la plus grande partie du sujet sont les suivants :

Ponson (1852, p. 57); Houzeau (1854 *b*, p. 83); Le Hardy de Beaulieu (1856, surtout 1867); Bouhy (1856, chap. I^{er}); Gain (1867); Briart (1867; 1883, p. 146; 1889); Jacques (1867); Malherbe (1873 *c*, 1890 *a*); Purves (1881, pp. 558-562); Cochetoux (1886); Schmitz, G. (1894 *b*, 1895, 1897 *b*, 1906); Stainier (1904, 1906); Meunier (1905, p. 12); Renier (1906 *a*, 1909 *a*); Bertiaux (1907); Cornet, J. (1909 *a*, n° 124; 1913 *a*); de Dorlodot, H. (1911 *b*, p. 53); cf. Cambier (1914 *b*); pour les théories anciennes, Decamps (1880, pp. 126-129).

Les publications relatives à des questions de détail seront mentionnées au cours des développements.

3. Les difficultés du sujet sont nombreuses, variées et considérables.

C'est ce qui explique les contradictions fréquentes et les errements continuels des auteurs.

La découverte des faits d'ordre stratigraphique résumés dans les chapitres précédents (IV-VIII) a réclamé nombre d'années. Toutes satisfaisantes qu'elles soient, nos connaissances sont encore loin d'être complètes.

A elles seules, les données purement stratigraphiques sont d'ailleurs insuffisantes. Toute question de paléontologie ou de lithologie réclame un complément d'information.

En outre, la connaissance intime du gisement est indispensable dans bien des cas. Or, l'étude des affleurements est, en Belgique, exceptionnelle (cf. chap. IV, n° 1), et, d'autre part, la visite des travaux souterrains, toujours pénible pour beaucoup, était très difficile

longtemps encore après la clôture des temps héroïques de la géologie (BRIART, 1889, p. 817).

On ne doit donc pas s'étonner de ce que, manquant de bases, le raisonnement fut souvent spéculatif par essence.

L'établissement des théories procède d'ailleurs du connu vers l'inconnu. Aussi, est-ce dans la nature actuelle que se recherchent, par voie d'analogie, les modèles désirés.

Mais les phénomènes actuels sont, eux aussi, ou mal ou insuffisamment étudiés. Ce n'est que tout récemment que certains faits, de la plus haute portée pour la question qui nous intéresse, ont été établis à suffisance.

Enfin, on a souvent versé dans le simplisme sous prétexte de rechercher la simplicité (SCHMITZ, 1897 *c*, p. 472). C'est surtout le cas des théories générales qui ne tiennent pas assez compte des variétés de situation (DE LAPPARENT, 1892, p. 14). La raison primordiale de ces confusions est le manque d'une terminologie bien établie et unanimement acceptée pour la désignation des combustibles fossiles.

4. L'ampleur et la complexité du sujet imposent une subdivision.

C'est la présence de combustible en quantités énormes, ou mieux sous un état de concentration particulièrement frappant, qui donne à cette étude son caractère d'originalité. Ce sera donc l'étude des combustibles qui retiendra surtout notre attention.

Cependant, afin de ne rien omettre, nous ne négligerons pas les roches stériles. Leurs relations avec les combustibles sont d'ailleurs assez étroites, dans certains cas.

Le plan sera donc général. Il sera, en outre, aussi méthodique que possible.

La base première des déductions sera toujours la connaissance du gisement, mais envisagée d'un point de vue d'ensemble, et sans qu'il puisse être question de fournir la description circonstanciée de diverses observations encore inédites, dont il sera fait état.

Je serai ainsi amené à passer successivement en revue : les caractéristiques de l'époque westphalienne ; les caractères généraux des formations westphaliennes de la Belgique ; les éléments des dépôts ; les bassins de dépôt ; les relations des éléments et des bassins de dépôt ; la constitution élémentaire des dépôts ; leur constitution d'ensemble ; la succession des dépôts ; l'extension des dépôts et les mouvements intrawestphaliens ; la consolidation des dépôts ; enfin, la durée de l'époque westphalienne.

Une dernière section servira au groupement des conclusions.

A. — Caractéristiques de l'époque westphalienne en Belgique et dans les régions voisines.

5. Une question de principe se pose dès le début.

Il est naturel que ce soient les phénomènes du présent qui nous servent de modèles pour la reconstitution des situations du passé. Bon gré, mal gré, tous ceux, qui se sont occupés du sujet, se sont ralliés, tout au moins implicitement, à l'école dite des causes actuelles (1).

L'école adverse ou des causes anciennes se fonde trop sur la puissance de l'imagination pour pouvoir résister à la critique (BRIART, 1889, p. 824).

Notre adhésion ne sera toutefois pas outrancière, car il faut craindre la fascination de toute doctrine, y compris

(1) La doctrine des causes actuelles, savoir que les phénomènes actuels ne diffèrent pas qualitativement des phénomènes anciens, ou mieux que la nature est toujours soumise aux mêmes lois, c'est-à-dire que les phénomènes sont à toutes époques gouvernés par les mêmes règles, est un postulat nécessaire, quoiqu'en général non explicite, placé à la base de toute science naturelle. Briart (1889, p. 824) a dénommé ce principe celui de l'école des causes réelles ; le principe, qui est considéré comme un postulat si l'on n'envisage que les temps présents, se démontre, en effet, par l'étude de la nature aux temps géologiques, ainsi que Lyell l'a indiqué le premier avec insistance.

celle des causes actuelles (DE LAPPARENT, 1892, p. 8 ; SCHMITZ, 1906, p. 473).

Comparaison n'est pas raison et même ne conduit à raison, que pour autant que les relations des termes soient nettement définies.

Il importe donc de préciser.

6. Le climat est le facteur le plus intéressant des phénomènes géologiques.

Cette prédominance ne lui vient pas seulement de ses conséquences : il la tient aussi de ses causes.

Ce seront toutefois les conséquences qui nous préoccupent principalement, parce que la recherche des causes est très délicate, en raison de leur complexité.

7. Les principales données sur la situation climatique d'une région déterminée à une phase déterminée sont fournies par les animaux et les plantes qui la peuplaient, à l'instant considéré, et, en tout premier lieu, par les restes autochtones des êtres sédentaires.

Tel est le cas de la flore des gisements houillers.

Leur faune ne fournit, au contraire, aucun renseignement précis. La présence de polypiers constructeurs de récifs dans le Dinantien a parfois été considérée comme significative (cf. FOURMARIER, 1908, 3^e leçon). Mais il est d'autant plus délicat de faire état de ce fait relatif à une période antérieure, que les rares anthozoaires connus dans l'assise d'Andenne sont tous des formes cornues. Quoique relativement beaucoup plus importante, l'intervention des crinoïdes a, elle aussi, été absolument fugace en Belgique et dans les régions voisines ; elle se trouve limitée au Westpalien inférieur.

8. La constitution de la flore westphalienne est sensiblement homogène et dans l'espace et dans le temps.

Depuis la base de l'assise de Chokier, et surtout depuis celle de l'assise d'Andenne, jusqu'au sommet de l'assise du Flénu, ce sont les mêmes groupes, et comme domi-

nantes les mêmes genres, qu'on rencontre dans les divers bassins de la Belgique et même dans la plupart des gisements houillers de l'hémisphère nord.

L'étude en bloc de tout cet ensemble se trouve légitimée par cette constatation.

9. Les recherches poursuivies sur l'œcologie, ou tout au moins sur la morphologie de la flore westphalienne, ont jusqu'ici été très rares en Belgique. Des données relevées dans les gisements belges sont mentionnées incidemment dans quelques travaux (SCHMITZ, 1897 *a*, p. 53; RENIER, 1906 *a*, 1910 *a*, 1911 *a*; DELTENRE, 1908 *b*; CAMBIER et RENIER, 1912).

Pour le surplus, les descriptions données à diverses reprises (HOUZEAU, 1854 *b*, p. 85; WESMAEL, 1865, p. 132; LE HARDY, 1867, p. 20; BRIART, 1883, p. 172; 1889, p. 844; SCHMITZ, 1896 *e*, p. 469; BERTIAUX, 1907, p. 7; RENIER, 1908 *a*; KIDSTON, 1911; cf. BOMMER, 1891) s'inspirent principalement des études exécutées à l'étranger.

Les matériaux à structure conservée découverts depuis peu dans les gisements belges n'ont, jusqu'ici, été l'objet d'aucune description botanique proprement dite.

10. Dans l'état actuel de nos connaissances, et exception faite d'algues encore indéterminées (cf. BERTRAND, C. EG., 1906) ou problématiques, la flore des gisements houillers de la Belgique consiste exclusivement en cryptogames vasculaires et en gymnospermes.

Les auteurs considèrent unanimement qu'il s'agit là d'une flore terrestre.

Cette opinion, conforme aux enseignements de la géographie botanique des temps actuels, se fonde surtout sur la constitution de ces végétaux.

11. La flore principale, la seule qui se rencontre à l'état autochtone, est constituée d'espèces arborescentes de très grande taille : Equisétinées, Lépidodendrées, Sigillariées, Cordaitées, puis de Sphenophyllées et d'espèces à frondes

filicoïdes, Filicinées et Ptéridospermées, les unes herbacées, ou atteignant la taille d'arbrisseaux, les autres grimpanes et jouant le rôle de lianes.

Les fougères arborescentes semblent avoir été exceptionnelles. La rareté des débris de leurs stipes est toutefois de même ordre que celle des *Cordaicladus*, alors que les feuilles de *Cordaites* sont cependant fréquentes et souvent abondantes.

L'habitat de cette flore principale était marécageux.

Cette conclusion se déduit de l'étude des caractères éthologiques, tant anatomiques : bois réduit à cellules larges, tissus lacuneux des racines, graines à flotteur (appareil natatoire), etc., que morphologiques : grande taille, renflement basilaire des troncs, extension horizontale du système racinaire, racines étagées, feuilles aciculaires, etc., (cf. STOPES et WATSON, 1908, p. 205; POTONIÉ, 1910, p. 169, *in* DE DORLODOT, 1911, p. 106; WEISS, F.-E., 1911; GRAND'EURY, 1912, 1913).

Elle se trouve confirmée par le mode de fossilisation.

D'autre part, aucune des espèces connues ne semble pouvoir être tenue pour halophile (WEISS, F.-E., 1911, p. 10). Les marécages étaient donc d'eau douce.

12. La flore accessoire, encore mal connue, et principalement représentée par des gymnospermes voisins des conifères, serait au contraire une flore de montagne (cf. entr'autres STOPES et WATSON, 1908, p. 205; WEISS, F.-E., 1911, p. 11; *contra* POTONIÉ, 1910, p. 161).

En ce qui concerne les *Dicranophyllum*, on ne possède encore que des indices (GRAND'EURY, 1913, p. 102; cf. RENIER, 1907 *d*; 1908 *e*, p. 122).

Quant aux *Mesoxyylon*, leur bois était d'une dureté telle (cf. BERTRAND, P., 1910, p. 100), qu'il doit être tenu pour caractéristique d'un climat très sec (cf. POTONIÉ, 1910, p. 169).

13. La flore des gisements houillers de la Belgique témoigne d'un climat équatorial.

Le principal argument cité en faveur de cette opinion est l'abondance des fougères et l'existence de fougères arborescentes (cf. HOUZEAU, 1854 *b*, p. 89; LE HARDY, 1867). Encore qu'un grand nombre de formes à frondes filicoïdes aient été, non pas de véritables fougères, mais des ptéridospermées et que la plupart des filicinées westphaliennes aient appartenu à des groupes aujourd'hui éteints, cette considération peut encore posséder quelque valeur, puisque le groupe des Marattiacées, le plus voisin semble-t-il, des vraies fougères du Westphalien, est aujourd'hui confiné dans les régions équatoriales.

Certains botanistes sont d'avis que, dans son ensemble, la flore principale du Westphalien présente, non seulement les caractères d'une flore marécageuse, mais encore d'une flore marécageuse équatoriale (POTONIE, 1910, p. 152, *in* DE DORLODOT, H., 1911, pp. 68 et 106; *contra* ARBER, 1911, p. 69; cf. HOUZEAU, 1854 *b*, p. 89; LE HARDY, 1867, p. 23).

14. Le même régime régnait sur des régions considérables de l'hémisphère nord, depuis le cercle polaire jusqu'aux tropiques (cf. BRIART, 1889, p. 824). L'extension des zones climatiques était donc très vaste, ce qui ne signifie nullement uniformité absolue du climat en tous points (cf. FAYOL, 1887, p. 332).

Abstraction faite de la localisation régionale, d'ailleurs parfois exagérée, de certaines espèces ou variétés, la flore fondamentale des gisements houillers d'âge westphalien est, en effet, très uniforme (cf. CORNET, J., 1913 *a*, n° 1110).

Divers auteurs ont cru pouvoir aller plus loin et trouver dans ce fait la preuve du climat équatorial de nos régions aux temps westphaliens. Mais cette conclusion implique la supposition, toute gratuite, que le climat des régions équatoriales n'a pas varié dans la suite des temps.

15. En outre, il n'existait pas de saisons.

La preuve en est fournie par l'étude des bois. On n'y relève pas trace de zones annuelles (cf. HOUZEAU, 1854 *b*, p. 88). Seule, la flore

de montagne peut à ce sujet fournir des arguments décisifs, car « aujourd'hui, entre les tropiques, et surtout au voisinage de l'équateur, les plantes, qui poussent le pied dans l'eau, ont les zones annuelles indécises ou absentes; celles-ci sont très nettes, au contraire, chez les arbres des lieux secs », écrit M. Cornet (1913 *a*, n° 1110), qui, par ses voyages au Congo belge, a acquis une expérience personnelle de la matière (cf. POTONIE, 1910, p. 167).

Or, certain *Mesoxylon* recueilli en Belgique, et de diamètre trop fort, malgré l'exubérance de la végétation tropicale (cf. CORNET, 1913 *a*, n° 1078), pour représenter le bois d'une première année, ne montre pas la moindre trace de zones annuelles (cf. BERTRAND, P., 1910, p. 100).

Ces *Mesoxylon*, également connus en Angleterre, sont certes allochtones, dans tous les gisements signalés. Ce fait est sans conséquence, car la région continentale, qu'ils peuplaient, était vraisemblablement septentrionale (cf. n° 77). Or, M. Gothan a montré que les saisons s'étaient esquissées en premier lieu dans ces régions.

16. De ces deux derniers faits, extension très vaste ou même absence des zones climatiques dans l'hémisphère nord et absence de saisons, les auteurs ont cru pouvoir déduire diverses conclusions :

1° Calme relatif de l'atmosphère, absence de tempêtes et d'ouragans (BRIART, 1883, p. 177; 1889, p. 846);

2° Activité moindre des courants marins, surtout des courants de fond, amenant en profondeur les eaux aérées et oxydantes descendant du pôle (DE DORLODOT, 1911 *a*);

3° Localisation moins accentuée des animaux sténothermes (RENIER, 1914 *b*).

Les deux premiers points ne nous intéresseront que très accessoirement. Je reviendrai, dans la suite, sur le troisième (cf. n° 36 et 37).

De ce que le climat était tropical, la plupart des auteurs ont conclu à la vivacité d'allure des phénomènes de putréfaction. L'état de conservation des plantes fossiles des gisements houillers leur donne, jusqu'à un certain

point, raison, car la plus grande partie des tissus internes des troncs et des tiges conservés en empreintes a totalement disparu, particularité qui a souvent conduit, mais à tort, les géologues à considérer ces tiges comme originellement succulentes ou fistuleuses (cf. LE HARDY, 1867, p. 19; BRIART, 1889, p. 820).

Il faut toutefois se garder de toute exagération et, notamment, de conclure que putréfaction rapide équivaut à consommation (BRIART, 1889, p. 825).

Des explorations récentes ont définitivement établi la formation actuelle, dans la zone équatoriale, d'accumulations spontanées de végétaux de toutes sortes par le processus général, auquel il convient d'appliquer le nom de tourbage (POTONIÉ, 1910, p. 154; 1912, p. 185; cf. STEVENSON, 1911, p. 563; DE DORLODOT, 1911, p. 68; CORNET, 1908 *d*, 1913 *a*, n° 1078), et que des arguments théoriques : absence d'insolation directe du sol des forêts denses, présence d'une atmosphère humide et stagnante, porteraient déjà à admettre (LE HARDY, 1867, p. 25).

Finalement, de vraies tourbières ont été décrites vivant à Ceylan (KEILHACK, 1915).

17. Quant aux causes de cette uniformité de climat (cf. CORNET, J., 1913 *a*, n° 1112), divers auteurs admettent qu'elle doit surtout être recherchée dans l'état de l'atmosphère.

A leur avis, une teneur exceptionnellement élevée en anhydride carbonique pourrait seule expliquer l'accumulation de matières carbonées en quantités aussi considérables que celles qui se trouvent enfouies au cours de la période westphalienne (HOUSSEAU, 1854 *b*, p. 84; 1867, p. 10; SCHMITZ, 1896 *e*, p. 467; STAINIER, 1911 *b*; GRAND'EURY, 1913, p. 116); mais la considération des phénomènes actuels porte à penser que semblables accumulations sont, avant tout, le résultat des situations géographiques (POTONIÉ, 1910, p. 187; CORNET, J., 1913 *a*, n° 1109; cf. BRIART, 1889, p. 824).

On a d'ailleurs objecté l'existence, aux temps westphaliens, d'animaux à respiration aérienne et notamment d'insectes (BRIART, 1889,

p. 819, note); l'étude plus récente des caractères éthologiques de certains insectes houillers porterait cependant à conclure que l'atmosphère de cette époque devait être particulièrement dense (cf. CORNET, 1913 *a*, p. 81, note 3).

En tout cas, comme un argument négatif n'a aucune valeur probante, de la non découverte d'animaux à respiration aérienne, tels que reptiles, oiseaux ou mammifères, on ne pourrait conclure à l'irrespirabilité de l'atmosphère (LE HARDY, 1867, p. 10).

A considérer le développement du règne animal à travers les temps géologiques, l'explication de l'absence de vertébrés hautement organisés au Westphalien semble d'ailleurs devoir être rapportée à d'autres causes, celles qui règlent l'évolution biologique.

Enfin, une influence plus accentuée de la chaleur centrale du globe terrestre a parfois été invoquée (GAIN, 1867, p. 82; LE HARDY, 1867, p. 34). C'est là une pure affirmation. La croûte terrestre était-elle moins épaisse et surtout plus conductrice ?

B. -- Caractères généraux des formations westphaliennes de la Belgique.

18. Les dépôts, qui ont constitué originellement les gisements houillers, sont tous d'origine sédimentaire.

Ce sont des roches.

Si divers manuels ou traités de minéralogie rangent aujourd'hui encore les diverses variétés de combustibles fossiles, et notamment la houille, parmi les minéraux, c'est uniquement par tradition.

Si les mineurs dénomment « veines » les couches de houille, c'est que ce terme était de mise à une époque où la classification des gisements minéraux était encore imparfaite (HÉRON DE VILLEFOSSE, 1819, pp. 24 et 46). L'usage a maintenu ce terme impropre.

19. Les renseignements principaux sur la nature des roches ont été donnés précédemment (chap. VI).

Les schistes dominent; puis viennent, par rang d'importance, les psammites, les grès, grès quartzites et quartzites, les houilles, les *cannels*, les poudingues, les calcaires et les *pseudo-cannels*.

La couleur des roches varie du blanc au noir, avec prédominance des gris, parfois brunâtres ou encore bleuâtres ; la considération de la poussière ou de la rayure à la pointe d'acier est, à cet égard, souvent plus frappante que celle de la couleur par réflexion.

Aucune roche n'est originellement rouge. Ce n'est que par suite de renseignements inexacts, que certaines roches de cette couleur, rencontrées dans le bassin de la Campine, ont été rapportées au Houiller. Elles sont, en réalité, triasiques (cf. CORNET, J., 1900 *c*, p. 311 ; VAN ERTBORN, 1901 ; FORIR, 1902 *b*, p. 94 ; STAINIER, 1902 *a*, p. 109 ; 1903 *b* ; HABETS, LOHEST et FORIR, 1903 ; 1906, p. 551 ; DE LAPPARENT, 1903 *a*, 1903 *b* ; SIMOENS, 1903 *b*, 1903 *d* ; FOURMARIER et RENIER, 1903, p. 1202 ; FORIR, 1906 *a*, p. 679).

Par altération, certaines roches prennent quelquefois une teinte rougeâtre (cf. PURVES, 1881, pp. 521 et 530 ; GOSSELET, 1888, p. 693 ; CORNET, 1899, p. 135), ou verdâtre (PURVES, 1881, p. 529), ou encore blanchâtre (FALY, 1887 ; CORNET, 1900 *a*, p. 199).

20. Ces roches sont stratifiées.

Le cas des couches de houille est particulièrement frappant, parce que les travaux d'exploitation fournissent une démonstration irrécusable de leur grande extension horizontale. Certaines des principales couches, sinon la plupart, sont connues sur la surface entière délimitée par les affleurements (cf. pl. III ; *contra* DE LAPPARENT, 1892, p. 40, *non* p. 43).

La composition des couches de houille (cf. chap. VI, n° 19), parfois très constante, ne varie d'ailleurs que très progressivement (exemples *in* JOASSART, 1899 ; DELTENRE, 1908 *b*, p. 215 ; 1912 *b*, p. 502).

Les variations de constitution des stampes (cf. chap. VI, n° 21) sont, elles aussi, très lentes, sans qu'il soit, d'ailleurs, établi à suffisance, faute de levers assez détaillés, qu'elles se produisent par transformation progressive.

21. La stratification est fréquemment reconnaissable dans la masse même des roches.

Elle est, il est vrai, « fausse » ou entrecroisée dans les grès, et surtout dans les psammites zonaires.

Elle est, au contraire, très nette dans certains schistes et encore, quoique moins régulière, dans la houille, où elle se trouve soulignée par les barres de charbon brillant.

22. On ne peut toutefois considérer comme primitifs la plupart des joints de stratification (cf. DE DORLODOT, H., 1911 *b*, p. 130).

Originellement, l'ensemble était moins nettement stratifié et plus lié.

La stratification s'est trouvée accentuée :

a) Par le tassement des sédiments (BRIART, 1889, p. 840 ; cf. ci-après n° 84) ;

b) Par les actions tectoniques. L'existence de ces actions ressort à l'évidence de l'examen des coupes et plans miniers. Or, une expérience élémentaire permet de constater que le ploiement de strates régulièrement empilées n'est possible, que pour autant qu'il se produise dans la masse des glissements suivant la stratification.

D'ailleurs, les études sur la résistance des matériaux fournissent la démonstration que les ruptures mécaniques, par cisaillement ou de toute autre façon, se produisent dans les sections qui présentent, entre leurs faces, une brusque variation de résistance.

C'est pourquoi l'accentuation de la stratification par glissements tectoniques a eu lieu, de préférence, suivant les passées schisteuses de la masse d'un grès ; dans un schiste suivant les lits fossilifères, et ainsi de suite (cf. LOHEST, 1890 *c*) ;

c) Par les altérations chimiques. L'eau circule de préférence à la limite de deux dépôts de natures différentes, ou suivant un niveau de fissuration.

23. Dans le bassin de Haine-Sambre-Meuse, le seul exploré de façon assez détaillée, on ne relève pas de discordance de stratification notable dans les limites actuelles d'extension des dépôts westphaliens (cf. chap. IV, n° 3 ; chap. VI, n° 21 ; chap. VIII, n° 11).

On a certes signalé, de-ci de-là, l'allure légèrement transgressive des dépôts qui recouvrent immédiatement les couches de houille (COCHETEUX, 1886 ; DELTENRE, 1908 *a*, p. 172 ; BARROIS, 1910 *a*, p. 12, *contra* BRIEN, 1908), mais

ces phénomènes sont locaux et jamais les théories de développement transgressif, émises à propos du Nord de la France, et d'ailleurs aujourd'hui entièrement ruinées (cf. chap. VIII, n° 11), n'ont trouvé d'appui auprès des géologues belges (cf. STAINIER, 1900 *a*, p. 570).

24. Enfin, il doit être bien entendu que, dans tout ce qui va suivre, le gisement est supposé dans sa position originelle, savoir, non pas qu'à la clôture des temps westphaliens, l'ensemble des dépôts était horizontal, mais qu'au moment de sa formation, chacune des strates était sensiblement horizontale.

De prime abord, les anciens auteurs (cf. BURAT, 1841, p. 48; LE HARDY, 1867, p. 29) ne pouvaient admettre qu'il en ait été autrement pour les couches schisteuses.

L'étude du mode de formation des couches de houille nous fournira, dans la suite, la preuve que cette opinion est bien fondée.

Dans ces conditions, je crois devoir, par principe, négliger les travaux qui, sans fournir d'autres justifications que des considérations de pure imagination, considèrent que les allures actuelles, et souvent si disloquées, des couches de houille des gisements belges ne sont pas uniquement dues à des phénomènes postérieurs à leur formation (cf. LEMIERE, 1905 *a*, p. 227; 1905 *b*, p. 1377, pl. IV).

C. — Éléments des dépôts.

25. Bien que les études lithologiques aient été jusqu'ici, hormis quelques cas spéciaux, exclusivement macroscopiques (cf. chap. VI, n°s 4 et 12), il est néanmoins nécessaire de compléter l'exposé qui en a été fait du seul point de vue stratigraphique.

26. L'observation sommaire permet de distinguer dans

les roches deux catégories d'éléments: les uns de première constitution; les autres d'intervention tardive.

27. Les éléments de première constitution sont ou terrigènes ou organiques.

Ces derniers n'interviennent dans l'ensemble que pour quelques centièmes de la masse. Néanmoins, leur rôle est d'un intérêt transcendant.

28. Les éléments terrigènes sont ou des minéraux simples ou des roches remaniées à l'état de fragments ou de galets.

a) Les minéraux simples sont le quartz, des feldspaths encore indéterminés, des micas, principalement des micas blancs, et la calcite, auxquels sont fréquemment associés rutile, zircon et tourmaline (cf. BARROIS, 1912, p. 12). C'est là tout ce qu'on en connaît.

b) Les roches à l'état de fragments ou de galets (cf. chap. VI, n°s 8, 10 et 31) sont les suivantes: quartz de filon ou de pegmatite, phanites noirs, souvent à radio-laires, notamment dans le poudingue H1c, grès quartzites noirs, grès divers, poudingue, schistes sidérifères, calcaires parfois silicifiés, houille, anthracite, tuf kéraatophyrique (?).

Les galets ne sont d'ailleurs ni des concrétions ni des météorites (BRIART, 1889, p. 841).

Dans les bassins français, où ces études ont été particulièrement poussées, on a signalé, en outre, une proportion notable de roches cristallines (cf. ci-après n° 77 b).

L'étude des roches anciennes, qui interviennent à l'état de fragments microscopiques dans la constitution de certains grès, est encore à faire.

29. Les éléments d'origine organique proviennent surtout de végétaux et, pour une part très minime, d'animaux.

a) Les animaux sont principalement aquatiques, bien que certains d'entr'eux soient aériens ou subaériens.

Les restes de ces derniers (tous arthropodes) paraissent consister exclusivement en exosquelettes, les parties molles ayant disparu par putréfaction.

Les débris des crinoïdes fournissent un appoint de calcaire parfois important. Les tests de vers, brachiopodes articulés, lamellibranches, gastéropodes et céphalopodes sont, au contraire, très rarement conservés et, dans ce cas, généralement très minces. Les squelettes, plus ou moins chitineux, de brachiopodes inarticulés, arthropodes et poissons représentent une masse insignifiante.

b) Les végétaux, actuellement connus, sont exclusivement terrestres (cf. n° 10). Ils avaient subi une putréfaction plus ou moins avancée au moment de leur enfouissement.

La substance organique des débris, qu'il est possible d'identifier, se présente le plus souvent à l'état de charbon brillant craquelé, se clivant en parallépipèdes (1). L'épaisseur des lamelles varie avec la nature de l'organe. Elle est particulièrement importante pour les zones externes de certaines écorces.

A côté de ce charbon, caractéristique des « houilles », se rencontrent, sous un état qui rappelle celui du charbon de bois, des fragments lamelliformes de tissus ligneux. C'est la *houille daloidé* (HAUY, 1822, t. IV, p. 460 ; DAVREUX, 1833, p. 102) ou fusain (GRAND'EURY, 1882, p. 17).

La conversion en houille ou charbon brillant est postérieure à l'incorporation dans les sédiments, car les attitudes des fossiles témoignent qu'ils possédaient encore à ce moment une très grande élasticité. La présence de

(1) Cette division parallépipédique s'observe déjà dans les restes ligniteux de végétaux beaucoup plus récents, tels ceux des argiles d'Aix-la-Chapelle (Sénonien inférieur), de la Campine. La matière végétale, conservée entre les cuticules des feuilles de dicotylés, y est soudée en une masse craquelée suivant un réseau plus ou moins cubique.

spirorbes (cf. ci-après, n° 41) en est une autre preuve (BARROIS, 1904).

Il se pourrait qu'il en ait été autrement du fusain (cf. GRAND'EURY, 1882, p. 141 ; 1913, p. 104).

c) En outre, de ces éléments organiques figurés, dont la nature peut être plus ou moins aisément déterminée, il en est d'autres qui ont contribué à la constitution des dépôts. La trame de toutes les roches carbonées cohérentes, qui se sont prêtées à l'examen microscopique, est, en effet, constituée par une matière organique amorphe. On l'a dénommée bouillie ou purée végétale, gelée organique, phytenzyme, carbohumine, matière fondamentale. Ces derniers termes, étant neutres, paraissent préférables.

30. Les éléments tardifs sont des minéraux à l'état d'imprégnations ou de concrétions.

Ce sont principalement la silice, des carbonates divers, plus ou moins ferrifères, et des sulfures (cf. chap. VII, n° 5).

Il faut y rattacher certains produits de remplissage, des géodes, des concrétions, notamment les pétroles, la hatchettite et l'« anthracite » (cf. chap. VII, n° 6).

D. — Les bassins de dépôt.

31. Le caractère sédimentaire des dépôts n'implique pas nécessairement qu'ils se soient constitués sous l'eau.

Cependant, la conservation de substances putrescibles en masses importantes n'est possible que pour autant que leur accumulation se fasse à l'abri de l'air, c'est-à-dire sous l'eau.

Ainsi se trouve justifiée, au point de vue même des roches spécialement intéressantes, la conception qu'implique le titre de cette section.

32. Un bassin de dépôt peut toutefois être de types bien divers. On peut le supposer marin, lagunaire, lacustre ou palustre, car, dans chacun de ces cas, il est possible de concevoir que l'eau soit peu ou pas aérée, soit par défaut d'agitation, soit par manque de circulation.

La conclusion des études synthétisées ci-après est que les bassins de dépôt des gisements houillers de la Belgique ont été tour à tour marins, lagunaires, palustres et même lacustres, mais que la profondeur d'eau y fut toujours faible, atteignant au maximum et rarement une centaine de mètres, et que, souvent, elle fut même insignifiante.

Il est donc regrettable que divers auteurs (BURAT, 1851, p. 4; BRIART, 1889, p. 823; DE LAPPARENT, 1892, p. 42) aient qualifié de « marins » les bassins houillers de ce type (FIRKET, 1894, p. 29). La dénomination de paraliques, Naumann (cf. CORNET, 1913 a, n° 1103), plus conforme aux données d'observation, établit à suffisance l'opposition avec les gisements limniques, puisque les auteurs s'accordent à distinguer, pour le moins, deux catégories (cf. BURAT, 1851, p. 4; LE HARDY, 1867, p. 24; BRIART, 1889, p. 823; MALHERBE, 1890 a).

33. Pour résoudre la question, trois méthodes ont été proposées :

La première ne tient compte que de la morphologie stratigraphique des dépôts. De ce que ceux-ci se présentent en bancs minces, largement étalés, certains auteurs (FAYOL, 1887, p. 15; DE LAPPARENT, 1892, p. 42) ont cru pouvoir déduire qu'ils s'étaient constitués dans des bassins aux eaux constamment agitées, tels des bassins marins. Cette conclusion se fonde plus sur des études expérimentales que sur l'observation des phénomènes naturels. Elle est formellement contredite par l'étude détaillée des faits.

Une seconde méthode fait état de caractères minéra-

logiques ou lithologiques : présence d'eaux salées dans les fissures de certains grès ou, mieux, existence de chlorure sodique dans leur masse (MALHERBE, 1869; 1890 a, p. 29). Ce dernier fait a été sérieusement mis en doute. Quant aux eaux salées, leur origine est encore très discutée, comme nous le verrons dans la suite. Si même on est amené à les considérer comme fossiles, on ne peut prouver que leur salure ne soit pas tardive (cf. ci-après n° 85).

Reste, enfin, la paléontologie biogéographique (FRÉCH, 1899, p. 266; BARROIS, 1912, p. 86; RENIER, 1914 b; cf. LE HARDY DE BEAULIEU, 1856, p. 12; FIRKET, A., 1894, p. 40). Son emploi est délicat et limité, car elle ne s'applique qu'aux seules strates fossilifères.

Il est d'ailleurs établi qu'une série sédimentaire, formant un banc massif, parce qu'aucun joint de stratification n'y a été déclanché, peut, malgré son homogénéité apparente, présenter deux facies successifs bien différents (Ex. STAINIER, 1905, p. 79; RENIER, 1912 d, p. 375). Ce fait est de nature à nous rendre particulièrement circonspects (1).

Néanmoins cette méthode est la seule qui fournisse des conclusions satisfaisantes. Les progrès continuels des explorations permettent de serrer chaque jour la question d'un peu plus près (2).

34. Tout comme en stratigraphie (cf. chap. V), paléobotanique et paléozoologie doivent ici entrer également en ligne de compte.

(1) Burat (1851, p. 4), dans l'ignorance des caractères paléontologiques du Houiller, recourrait à ceux du Dinantien ou calcaire carbonifère sous-jacent pour justifier la dénomination de bassins houillers marins.

(2) Il ne peut être question d'exposer ici ce problème d'un point de vue didactique et général. Admettant la doctrine des causes actuelles, on se base sur les lois de la biogéographie des temps présents, et on en utilise la terminologie. Celle-ci se trouve condensée dans les récents manuels, tels HAUG, 1907, *Traité de géologie*, t. I, chap. III-IV; CORNET, J., 1909, *Géologie*, t. II, pp. 166-172; etc.

Nous étudierons d'abord les données fauniques, parce qu'elles sont d'une lecture moins difficile.

35. Les principaux facies zoologiques sont les suivants :

- a) Facies calcaire à crinoïdes ;
- b) Facies vaseux à céphalopodes ;
- c) Facies fangeux à *Lingula* ;
- d) Facies vaseux à *Carbonicola*, *Anthracomya* et *Naidites* ;
- e) Facies vaseux à entomostracés ;
- f) Facies divers à *Spirorbis*.

Le facies à spicules de spongiaires (FRECH 1899, p. 288) n'a pas jusqu'ici été signalé dans le Westphalien de Belgique (cf. chap. VI, n° 9).

Quant aux autres groupes d'animaux benthoniques, de même que les traces organiques : pistes vermiformes, « tubulations » ou galeries d'animaux arénicoles (cf. PURVES, 1884, p. 5 ; FOURMARIER, 1913 b, p. 606), leur répartition est encore trop mal connue pour qu'il puisse en être fait état.

36. Le *facies calcaire à crinoïdes* est franchement marin et néritique.

Les débris de ces animaux, presque exclusivement benthoniques, sont, en effet, autochtones, car ils sont parfois si nombreux qu'ils en sont venus à constituer une arène calcaire.

Bien que les représentants de ce groupe soient aujourd'hui cantonnés dans des zones bathymétriques profondes, — ce qui témoigne de leur sténothermie ou inaptitude à supporter des variations de température de quelque importance, — leur association constante, dans les dépôts paléozoïques, avec des brachiopodes ou encore des polypiers constructeurs de récifs a depuis longtemps déjà conduit les auteurs à les considérer comme ayant habité à ces époques des zones moins profondes (cf. FRECH, 1899, p. 267 ; DELÉPINE, 1911, p. 348).

La raison dernière de cette différence de répartition est, à mon sens, que la sténothermie n'avait pas, aux temps westphaliens, l'occasion de se manifester dans nos régions, puisque le climat y était

uniforme (cf. ci dessus nos 14-16). Tous les êtres s'y comportaient, comme s'ils eussent été eurythermes.

37. Le *facies à céphalopodes*, avec association de brachiopodes inarticulés et articulés, de lamellibranches divers (taxodontes, paléoconques, etc.), plus rarement de gastéropodes, est, lui aussi, franchement marin et néritique.

Les formes autochtones qu'on y rencontre, sont ou actuellement encore franchement marines, ou alliées à des types aujourd'hui marins.

Tous les auteurs sont d'accord sur ce point.

Mais la plus grande divergence d'opinions règne au sujet de la profondeur d'eau, et cela en raison même de la présence de céphalopodes.

L'assimilation de ces céphalopodes à du pseudo plancton, suivant une idée émise par d'Orbigny (cf. CORNET, 1906 d, p. 105), est, en effet, inacceptable, car le grand nombre, la bonne conservation, l'association d'individus de tous les âges, la présence de pontes entières, tout témoigne de l'autochtonie de ces animaux, qu'il faut, au surplus, ranger dans le benthos.

Aussi, divers auteurs (DE LAPPARENT, 1892, p. 38 ; FRECH, 1899, p. 267 ; STAINIER, 1901, p. 51 ; HAUG, 1908, p. 749) sont-ils d'avis que ces boues argileuses et carbonées à céphalopodes représentent des formations bathyales, parce qu'aux temps présents, les Nautilés, seuls survivants de l'ordre des tétrabranchiaux, appartiennent au benthos des zones profondes.

D'autres rejettent cette manière de voir, parfois sans s'expliquer autrement (GOSSELET, 1901, p. 40), plus souvent pour des raisons diverses.

La présence de débris de végétaux terrestres (LOHEST, 1906 c ; BARROIS, 1912, p. 117) ne constitue pas cependant une preuve formelle de facies néritique (cf. RENIER, 1906 d, p. 116), car ces débris de plantes, même chargés de *Posidoniella* (CORNET, 1906 d, pp. 149-151), appartiennent au pseudo-plancton et sont, par conséquent, ubiquistes (cf. DE DORLODOT, 1911 a, p. 148 ; CORNET, 1913 a, n° 1088).

Mais il n'en est pas de même de l'association de brachiopodes et surtout de nombreux lamellibranches à byssus, qui forment la dominante des faunes dites à céphalopodes du Westphalien de

Belgique (CORNET, J., 1906 *d*, p. 151). Le facies doit, en conséquence, être tenu, non seulement pour néritique, mais même pour littoral.

L'explication de cette variation d'habitat des céphalopodes tétrabranchediaux pourrait, d'après certains auteurs (BARROIS, 1912, p. 91 note), être recherchée dans une variation à travers les temps de leurs exigences biologiques.

Il semble plus simple d'admettre, tout comme pour les crinoïdes, que les Nautilus ne sont actuellement des animaux d'eau profonde qu'en raison de leur sténothermie, et que, la sténothermie n'ayant pas eu l'occasion de se manifester aux temps westphaliens, les céphalopodes tétrabranchediaux ont, à cette époque, prospéré même dans la bande littorale.

Il se rencontre des cas où la même faune de brachiopodes et de lamellibranches ne renferme pas, tout au moins localement, de céphalopodes; mais ces cas peuvent être considérés comme des variantes du type général, plutôt que comme des facies spéciaux, ainsi qu'on l'a proposé (BARROIS, 1912, p. 86).

38. Le facies à *Lingula*, est typiquement caractérisé par ce genre de brachiopode inarticulé, à l'exclusion de toute autre forme.

Il est marin, mais aussi absolument littoral.

Telles sont, en effet, actuellement les conditions d'existence de ces animaux.

Divers auteurs (DE DORLODOT, H., 1911 *b*, pp. 143 et 146; SCHMITZ, 1911; cf. FRECH, 1899, p. 267) ont certes admis que les lingules auraient pu, aux temps paléozoïques, s'acclimater aux eaux douces.

Mais, à une exception près, la totalité des observations sur le mode de gisement des lingules dans le Westphalien de la Belgique permet de conclure qu'il n'existe aucun argument en faveur de cette hypothèse. En effet, les lingules présentaient à cette époque les mêmes caractéristiques biologiques que celles qu'on leur connaît aujourd'hui (RENIER, 1912 *d*, p. 380). La poursuite des explorations détaillées fournit des preuves chaque jour plus nombreuses de la fréquence du passage latéral du facies à lingules au facies dit ici à céphalopodes (cf. STAINIER, 1914 *a*, p. 34), dans lequel elles ont été fréquemment signalées. M. Stainier (1901, p. 147) les a, une seule

fois, rencontrées associées à des *Carbonicola*. Un fait semblable a été décrit, une seule fois également, en Angleterre. Ces trouvailles mériteraient de faire l'objet d'un examen approfondi.

39. Parfois désigné sous le nom de facies à « Carbonicolidés » (cf. STAINIER, 1912 *b*, p. 201), le facies à *Carbonicola*, *Anthracomya* et *Naiadites* est, au contraire, d'eau douce.

A l'état franchement autochtone, — coquille entière et close, souvent normale à la stratification, charnière dirigée vers le bas, ou, encore, coquille ouverte, valves béantes, mais en connexion (cf. DE LIMBOURG, 1774; SUSS, 1889, p. 302; 1899, p. 393). — cette faune est sans mélange avec les précédentes (cf. chap. V, n° 15). C'est là un premier argument.

Le fait que, dans un gîte belge, tout comme dans un gîte d'Angleterre, des lingules se trouvent dans le même joint de stratification que des *Carbonicola*, ne constitue pas une objection bien grave. On manque d'ailleurs de détails sur le cas belge (cf. STAINIER, 1901, p. 47).

La parenté avec les *Unio* et les *Dreissensia*, qui habitent actuellement les eaux douces, est également suggestive.

Fait plus probant, on relève fréquemment une corrosion très nette des crochets par les eaux qui imprégnaient le fond boueux sur lequel ont vécu ces coquillages. C'est la preuve formelle que les eaux étaient douces (HIND, 1894, p. 12; 1912, p. 3).

Enfin, la roche est typiquement une boue noire, argileuse, légèrement fétide, mais rarement pyriteuse, formant parfois des bancs lenticulaires assez limités (DELTENRE, 1908 *a*, pp. 171-172; 1912 *b*, p. 506), et les végétaux qui s'y rencontrent ne sont pas aussi profondément altérés que ceux qui se trouvent enfouis dans des dépôts franchement marins.

40. Le facies à *entomostracés* est parfois isolé. Sans définition plus précise, il n'est toutefois pas susceptible d'interprétation, car, à en juger par les cas où ils sont associés à des facies signalés ci-dessus, tels ostracodes sont marins (exemple in STAINIER, 1891 *d*, p. 59), tels autres ento-

mostracés, notamment des phyllopoies, par exemple *Leaia* (cf. RENIER, 1907 a, p. 59), sont d'eau douce.

Il faudrait de nouvelles recherches pour autoriser des conclusions intéressantes.

41. Le facies à spirorbes n'est pas connu à l'état indépendant en Belgique, ainsi qu'il l'est en Angleterre, dans les districts du Centre, où existent des calcaires à spirorbes.

En Belgique, les spirorbes se rencontrent parfois libres, plus souvent fixés sur des débris organiques de toutes espèces, c'est-à-dire associés à d'autres facies fauniques ou floristiques.

Son interprétation est encore plus ou moins douteuse. Il semble bien être côtier, mais marin.

Rapportées d'abord aux gastéropodes pulmonés sous le nom de *Palaeorbis ammonis* (VAN BENEDEN et GEMANS, 1867), ces minuscules « coquilles » tubulaires, grossièrement hélicoïdales, qui, ordinairement, ne sont connues qu'à l'état de moulages, le plus souvent internes, ont bientôt été rapprochées des tubes des spirorbes actuels. Dans certains cas, grâce à une conservation exceptionnelle du tube calcaire, cette identification a pu être démontrée à suffisance (BARROIS, 1904, p. 53; MALAQUIN, 1904).

Néanmoins, le doute semble encore subsister dans certains esprits et la question mériterait de faire l'objet d'une étude plus étendue.

Quoi qu'il en soit, présentement, les spirorbes habitent les côtes maritimes et ne prospèrent que dans des eaux relativement pures (BARROIS, 1904, p. 60; CORNET, J., 1913 a, n° 1096).

A s'en tenir là, le facies à spirorbes serait donc marin et côtier.

Effectivement, les spirorbes sont associés à certaines faunes à céphalopodes. Mais leur association au facies franc à *Carbonicola* autochtones est non moins certain (Ex. STAINIER, 1901, p. 41) et assez fréquent.

L'expérience démontre toutefois qu'actuellement, ces animaux sont euryhalins : leurs facultés d'adaptation en eau de salure très variable sont bien établies.

Aussi, certains auteurs admettent-ils, de façon générale, qu'aux temps houillers, les spirorbes vivaient dans des eaux désalées (MALA-

QUIN, 1904, p. 70), voire dans des eaux douces (DE DORLODOT, H., 1911 b, p. 144).

Cependant, à ma connaissance, les spirorbes wesphaliens n'ont été observés que sur des corps morts (cf. BARROIS, 1904, p. 57). Dans certain cas, particulièrement net, ce sont des végétaux allochtones ou subautochtones amassés dans une région voisine de celle où la même strate renferme un facies à *Lingula* ou à céphalopodes.

Le facies à spirorbes pouvait donc n'être qu'un facies marin surajouté à un facies d'eau douce, par exemple, à *Carbonicola*, non encore fixé par enfouissement. La submersion aurait été tranquille, suffisante pour amener une communication avec la mer (BARROIS, 1904, p. 58; MALAQUIN, 1904, p. 72; CARPENTIER, 1913, p. 285).

42. D'après certains auteurs (FAYOL, 1887, p. 163), un débris végétal quelconque, isolé au milieu d'un schiste ou d'un grès, a été évidemment charrié par les eaux.

Les données d'observation : attitude de divers organes, relations anatomiques, abondance, degré de désintégration et stade de macération conduisent à déclarer que la flore principale terrestre et d'habitat palustre du Westphalien de la Belgique (cf. nos 10 et 11) se présente au moins sous trois facies principaux, que je dénommerai :

- a) Facies à flore allochtone ;
- b) Facies à flore subautochtone ;
- c) Facies à flore autochtone.

Ces divers types comportent d'ailleurs des variantes.

Ces facies floristiques sont relativement indépendants de la nature lithologique des sédiments, tandis que les facies zoologiques y sont étroitement liés.

43. Les facies à flore allochtone sont sans signification paléogéographique immédiate autre que celle de l'existence d'une nappe aqueuse. Leur interprétation réclame souvent une longue étude.

Les facies à flore allochtone se distinguent tout d'abord et souvent par l'association d'organes subaériens de végétaux à des restes d'ani-

maux aquatiques. Ce caractère est toutefois d'appréciation délicate, car l'association dans un même joint de stratification n'implique pas nécessairement la coexistence dans le temps, ainsi qu'il vient d'être suggéré à propos des spirorbes. Il se peut que les végétaux se soient implantés postérieurement dans les sédiments au sein desquels se trouvaient enfouis les restes d'animaux, ou encore, que l'enlèvement d'un végétal implanté ait eu lieu tardivement dans un bassin où prolifiait une population animale (cf. ci-après n° 45 a et b).

Le caractère le plus frappant du faciès à flore allochtone est le classement des restes de végétaux par équivalence, c'est-à-dire ici par éléments de même grandeur sans égard à leurs rapports anatomiques. Ce classement se traduit, en outre, par une relation avec le grain des sédiments terrigènes : grosses tiges décortiquées dans les dépôts sableux ; éléments minuscules, hachés menu comme paille dans les dépôts plus argileux (cf. JACQUES, 1867, p. 178 ; RENIER, 1906 a, p. 273).

La propriété, que possèdent certains organes, notamment les graines de flotter aisément, constitue toutefois une cause d'irrégularités.

En outre, les débris végétaux sont généralement dilacérés. Cette fragmentation peut toutefois avoir ses origines dans les phénomènes de macération ou de putréfaction préalables.

Enfin, la putréfaction est variable et semble seule permettre une distinction des faciès marins et des faciès d'eau douce. Elle est beaucoup plus avancée dans le premier cas. Le charbon a un aspect moins régulier ; son épaisseur est proportionnellement très réduite ; seules les parties ligneuses sont conservées.

Il est toutefois sans grande utilité d'insister ici plus longuement sur les diverses variantes de ce type.

44. Les faciès à flore subautochtone, c'est-à-dire à flore enfouie presque sur place, est subcontinental, s'entend marque souvent la clôture d'une phase continentale ou le voisinage de la terre ferme, si tant est qu'on puisse ainsi qualifier une région à sol marécageux.

Le faciès à flore subautochtone contraste nettement avec le précédent. Aussi, maint auteur (HOZZEAU, 1854 b, p. 91 ; LE HARDY DE BEAULIEU, 1867, p. 29 ; BRIART, 1889, p. 827) a-t-il protesté contre

l'opinion (DE LIMBOURG, 1774, p. 211 ; STAINIER, 1906, p. 113 ; SCHMITZ, 1906, p. 485, note), que tous les végétaux des gisements houillers de la Belgique auraient été transportés.

Dans les gîtes de ce type, non seulement les débris sont abondants sur une certaine épaisseur de roche, mais les divers organes aériens d'une même espèce se retrouvent les uns à côté des autres. Parfois, qui plus est, les connexions anatomiques existent encore ou, si la macération a été suffisante, les organes sont entiers, quoique disjoints.

La putréfaction a été médiocre : les croûtes charbonneuses ont une épaisseur remarquable. Souvent l'étalement en stratification n'est parfait que dans le cas d'organes lamelliformes, ou mieux de sédiments susceptibles d'un fort tassement. On ne trouve localement qu'une ou deux espèces dominantes accompagnées de restes moins nombreux d'autres formes. On en arrive ainsi à distinguer en surface, dans une même strate, des massifs de végétation (cf. DELTENRE, 1908 b, fig.).

Ces plantes ont donc, dans cette dernière variante, été enfouies sensiblement à l'endroit de leur croissance.

45. Le faciès à flore autochtone est celui dans lequel les végétaux sont fossilifiés *in situ*, *in loco natali*, c'est-à-dire sur place, à l'endroit même où ils ont vécu.

Etant donnée la nature de la flore (cf. n° 11), ce faciès est évidemment continental.

La profondeur d'eau était minime, encore que l'existence de pneumatophores (POTONIE, 1910, p. 181) permit à certaines espèces de végéter sous une nappe d'eau épaisse de quelques mètres.

Pratiquement, ce type affecte deux variantes, suivant qu'il se présente sous forme : a) de sols de végétation, ou b) de troncs debout.

A) Sols de végétation (« murs »).

La première impression que donne l'aspect de ces dépôts est que les végétaux y sont brisés (DUMONT, 1832, p. 202 ; DAVREUX, 1833, p. 97, note 3 ; DE BEAUMONT, 1841, p. 759 ; JACQUES, 1867, p. 180 ; DORMOY, 1867, p. 144). Un examen plus attentif, aidé de la dissec-

tion de la roche, conduit, quant à certains organes, à une conclusion diamétralement opposée.

De l'avis unanime des observateurs (cf. SCHMITZ, 1897 *c*, p. 17), la forme la plus fréquente dans les sols de végétation des gisements belges est celle connue sous le nom de *Stigmaria*, Brongniart.

La nature des *Stigmaria* fut longtemps considérée comme énigmatique (cf. BRIART, 1887, pp. 833 et 844; FIRKET, 1894, pp. 48 et 26). Il est cependant hors conteste que, dans un nombre de cas particulièrement favorables et d'ailleurs assez fréquents, on a observé ces *Stigmaria* convergeant et se réunissant à la base de troncs de section circulaire et normaux à la stratification (EX. RENIER, 1906 *a*, p. 283). Ces troncs appartiennent à des lycopodiniées. Néanmoins, aujourd'hui encore, M. Grand'Eury (1913, p. 59) persiste d'opiner que, dans certains cas, ces *Stigmaria* sont des organismes autonomes. Il fait cependant observer que l'extrémité supérieure des *Stigmaria* de ce type n'est pas connue, et que, par conséquent, il n'est pas impossible que, malgré tout, ils aient abouti à un tronc. Aussi, semble-t-il plus rationnel de considérer les *Stigmaria* comme les organes inférieurs de lycopodiniées arborescentes.

Peu importe d'ailleurs pour la question qui nous occupe, que ces organes fussent des racines ou des rhizômes ayant fonctionné tardivement comme racines, le fait capital est qu'ils étaient non seulement inférieurs, mais souterrains, et ont été fossilifiés sur place. Leur attitude dans la roche est, à cet égard, absolument démonstrative.

De ces axes subcylindriques de section subelliptique, légèrement obliques à la stratification, se détachent en tous sens, tant latéralement que vers le bas et même vers le haut, de très nombreux appendices longs de quelques décimètres (cf. SCHMITZ, 1897 *c*, p. 482), parfois bifurqués à leurs extrémités (cf. GRAND'EURY, 1913, p. 63, fig. 27 B).

Il s'agit bien là d'organes qui se sont insinués dans la masse des sédiments déjà déposés (cf. SCHMITZ, 1914 *a*, *b*; 1897 *c*), car les appendices, feuilles ou racines, « faiblement adhérents au corps du *Stigmaria*, faciles à désarticuler, incapables de se soutenir par eux-mêmes, à cause de la fragilité de leurs tissus, avaient besoin de trouver, dans le milieu où ils se développaient, une sorte de soutien sans lequel ils se seraient affaissés sous leur propre poids » (RENAULT, 1882, pp. 2 et 40). Si l'anatomiste Renault a conclu que les *Stigmaria* croissaient dans la vase ou, mieux, flottaient dans l'eau, c'est sans doute qu'il n'était pas assez familiarisé avec les conditions de

gisement, car l'attitude de ces fossiles serait hautement invraisemblable dans l'hypothèse d'un embourbement progressif d'organes flottants.

D'ailleurs, si la nature des sédiments du « mur » est quelconque, tantôt sableuse, plus souvent argileuse (SCHMITZ, 1897 *c*, p. 89; BERTIAUX, 1899, p. 173; RENIER, 1906 *a*, p. 264; *contra*? CORNET, 1913 *a*, n° 1098), leur structure est tout particulière. Leur stratification intime est manifestement bouleversée, et les concrétions, au lieu d'affecter des formes régulières, sont de formes tourmentées.

Dépôt de nature quelconque, quoique ordinairement argileux, le « mur » peut d'ailleurs renfermer comme éléments primitifs des débris d'animaux, par exemple des Goniatites (STAINIER, 1911 *e*, p. 85), ou des coquilles brisées de *Carbonicola* (1), ou, encore, des restes d'organes aériens de végétaux (cf. SCHMITZ, 1894 *b*, 1895 *d*, 1897 *e*; *non* BRIART, 1889, p. 832). Il arrive fréquemment que ces organes aériens étalés se trouvent transpercés ou taraudés en tous sens par les appendices des *Stigmaria* (RENIER, 1906 *a*, p. 279, pl. XI, fig. 6-8; CORNET, 1909 *a*, n° 124). Ce dernier détail prouve irréfutablement que l'implantation des *Stigmaria* a été tardive, par rapport à la sédimentation. Ce sont des fossiles surimposés. A côté des *Stigmaria* se rencontrent d'ailleurs assez fréquemment des rhizômes traçants ou des tiges debout de calamariées (SCHMITZ, 1897 *a*, p. 65; GRAND'EURY, 1913, p. 57; JONGMANS, 1915, p. 7).

Quoique la réalité des faits ait été mise en doute (STAINIER, 1911 *b*, p. 73), les roches à *Stigmaria* autochtones sont pauvres en fer, comparativement à celles qui ne renferment pas semblables *Stigmaria*. La preuve en a été faite à nouveau récemment (KARAPÉTIAN, 1912 *a*).

L'opinion que cette végétation avait appauvri le sol dans lequel elle s'était implantée trouve un appui considérable dans ces constatations (CORNET, F.-L., 1873, p. 208; MOURLON, 1880, p. 121; GOSSELET, 1880 *b*, p. 247; CORNET, J., 1913 *a*, n° 1097).

Enfin, c'est la masse entière de la roche qui se trouve ainsi lardée de *Stigmaria* sur une épaisseur qui atteint parfois plusieurs mètres et, fait plus important, sur des surfaces qui, sans interruption, sont de plusieurs centaines, voire plusieurs milliers de kilomètres carrés.

Ainsi se trouve justifiée la dénomination de « sols de végétation »

(1) C'est le cas, par endroits, du « mur » de la couche *Deuxième Miermont*, de la concession de QUATRE-JEAN (Herve).

appliquée par les paléontologues à la roche, que les mineurs distinguent, depuis toujours, sous le nom de « mur ».

b) *Troncs debout.*

Un tronc d'arbre fossile, généralement conservé sous forme d'une mince écorce charbonneuse entourant un cylindre pierreux, est dit « debout » lorsque son axe est dirigé de façon sensiblement perpendiculaire à la stratification (cf. GRAND'EURY, 1912, p. 1).

En supposant que celle-ci fut sensiblement horizontale lors du dépôt, on en vient tout naturellement à rapprocher cette attitude des troncs fossiles de celle des arbres actuels, dont la majorité a tendance à pousser suivant la verticale.

Si semblables troncs debout sont nombreux dans une même strate, on est donc porté à penser qu'on se trouve, ici encore, en présence de forêts carbonifériennes, qui ont été conservées à l'endroit même de leur croissance.

La constatation que semblables troncs se rencontrent dans les « murs », encore en connexion anatomique avec les *Stigmaria*, est bien faite pour renforcer cette supposition. Le cas de ces troncs des murs ne nous intéressera toutefois pas, parce que la démonstration de l'autochtonie des « murs » peut être considérée comme établie à suffisance ; il a d'ailleurs pu être démontré, dans divers cas, que ces troncs debout font partie intégrante du « mur ».

Mais il se rencontre également des « troncs debout » dans la roche qui surmonte les couches de houille, ou « toit », ou encore dans les sédiments stériles qui séparent deux couches de houille ou « stampe » (BRIART, 1883, p. 170 ; 1889, p. 838 ; SCHMITZ, 1896 *d*, p. 116).

Quoiqu'on en ait dit parfois, semblables exemples ne sont pas rares (cf. BRIART, 1867, p. 3 ; RENIER, 1906 *a*, p. 283) ; mais un petit nombre d'entre eux ont seuls fait l'objet de publications.

Aucune d'entre elles ne se rapporte à des troncs limités en pleine stampe, tout au moins lorsque la description est complète, ce qui n'est pas toujours le cas (SCHMITZ, 1890 *a* ; FOURMARIER, 1903 *b* ; LOHEST, 1904 *c* ; RENIER, 1906 *a*, p. 269 ; MATHIEU, 1909). Nous n'envisagerons donc que le cas des troncs immédiatement superposés à une couche de houille.

On n'a pas jusqu'ici signalé dans des gisements belges, mais uniquement dans les bassins français (GOSSELET, 1895 ; BARROIS, 1904 *a*, p. 51 ; 1911 *a*), de tronc dont les racines, encore en

connexion avec la souche, s'étaient à la surface de la couche de houille.

Néanmoins, dans les cas décrits en Belgique (SCHMITZ, 1896 *c* ; STAINIER, 1902 *d*, 1903 *c* ; BERTIAUX, 1904 ; SMEYSTERS, 1905 *b* ; RENIER, 1906 *a*), c'est bien à des souches que l'on a toujours eu affaire.

D'une part, leur forme conique, s'évasant rapidement dans le bas, et qui leur a valu le nom de « cloches » (BRIART, 1896, p. 87), d'autre part, l'allure de leur face inférieure en forme de coupole qui, vue d'en dessous, simule une empreinte en creux ou en cupule (BRIART, 1889, p. 838), sont des détails caractéristiques (*contra* DE LAPPARENT, 1892, p. 41).

Si le système radiculaire manque, serait-ce qu'il a disparu (BRIART, 1896) ? Non pas, c'est qu'il est indiscernable dans la couche de houille sous-jacente.

A vrai dire, il y a généralement séparation nette du tronc et de la couche de houille par un joint de stratification passant à la limite de la couche et de son toit. C'est ce joint qui se relève en forme de dôme sous le tronc et souligne ainsi l'« empreinte en creux ». Mais cette séparation doit être considérée comme posthume, ainsi qu'il a été dit ci-dessus (n° 22 *b*). La preuve en est que dans une région peu affectée par les actions tectoniques, semblable tronc a été retrouvé encore adhérent à la couche de houille (RENIER, 1906 *a*, p. 285, fig. 12 et 13, pl. XI, fig. 11).

La même remarque (cf. DEWALQUE, 1896 ; RENIER, 1906 *a*, p. 306) peut d'ailleurs être appliquée au cas décrit (SCHMITZ, 1896 *c*) de souches reposant sur des troncs étalés à plat à faible distance d'une couche de houille. Cet exemple, devenu assez classique (cf. ARBER, 1911, p. 104), a d'ailleurs été considéré comme fallacieux par certains observateurs (GOSSELET, 1900, p. 113), et, finalement, par son descripteur (SCHMITZ, 1906 *a*, p. 488).

Enfin, le mode de répartition des troncs debout dans les gisements particulièrement bien peuplés (cf. BRIART, 1889, p. 838 ; SCHMITZ, 1896 *c*, p. 263) rappelle celui des arbres d'une forêt, et non le désordre d'un gisement allochtone.

Les conclusions des études faites par le principal partisan de l'origine allochtone des troncs dits debout des gisements houillers (FAYOL, 1888, p. 190) concordent certes avec divers faits d'observation relevés par tous en Belgique : dans le facies allochtone, les plantes charriées ou flottées ont une attitude d'autant moins concor-

dante avec la stratification générale des dépôts, que le grain de la roche est plus grossier (cf. n° 43). C'est que, quand ils ont coulé à pic pour atteindre le fond du dépôt, les troncs ont eu d'autant plus de chances d'être saisis et fixés dans une attitude voisine de celle qui avait facilité leur descente, en raison de sa moindre résistance au frottement, c'est-à-dire voisine de la verticale, que la sédimentation était plus rapide, ce qui revient à dire que le sédiment était plus grossier.

Mais précisément, dans la plupart des cas de troncs debout observés en Belgique, le sédiment encaissant est plutôt de nature argileuse. La probabilité est donc que ces troncs sont bien autochtones.

Ce sédiment est certes de facies variable. Il arrive qu'il renferme des lamellibranches d'eau douce (RENIER, 1906 *a*, non BARROIS, 1911 *a*; cf. CORNET, 1913 *a*, n° 1100) : toute la série des organes aériens gisent à l'entour des souches. Accidentellement, il se rencontre même des *Stigmaria* autochtones, sans que toutefois, la roche en soit littéralement lardée comme dans le cas d'un « mur ». Peut-être, sont-ce là les racines mêmes des troncs.

En conclusion, le facies à troncs debout est ordinairement celui d'une flore autochtone, mais avec cette nuance que la conclusion ne s'applique rigoureusement qu'à la strate, dans laquelle les souches sont implantées, et non aux formations qui enrobent les troncs.

46. Ainsi donc, si les bassins de dépôt ont, au cours de l'époque westphalienne, été de facies continuellement changeants en Belgique et dans les régions voisines, ils ont, au total, été peu profonds, appartenant tout au plus par instants à la bande profonde de la zone néritique du domaine maritime, plus souvent à la bande littorale ou à la bordure du domaine continental.

E. — Relations des éléments et des bassins de dépôt.

47. L'idée que la notion de stratification implique celle de transport a été admise par certains auteurs comme un truisme (cf. GRAND'EURY, 1887, p. 61; DE LAPPARENT, 1892, p. 3). Elle est aujourd'hui abandonnée (cf. BERTIAUX,

1907, p. 7; CORNET, 1913 *a*, n° 1092, X; GRAND'EURY, 1913, p. 57).

De ce qui précède, il résulte en effet que tout au moins une partie des éléments principaux des dépôts westphaliens s'est constituée dans les bassins de dépôt, sensiblement à l'endroit même où ils se retrouvent aujourd'hui. Certains de ces éléments autochtones sont essentiellement « minéraux »; c'est surtout le cas des restes d'animaux. D'autres sont, au contraire, typiquement carbonés; c'est surtout le cas des restes de végétaux.

A côté des êtres benthoniques, dont nous nous sommes exclusivement occupé jusqu'ici, il faudrait d'ailleurs, selon toute vraisemblance, ranger diverses formes nectoniques et planctoniques.

Cependant, des éléments organiques peuvent, non seulement avoir subi un certain déplacement, mais même provenir des régions continentales lointaines, tout comme, d'ailleurs, la totalité des sédiments terrigènes.

Quoi qu'il en soit, les apports allochtones peuvent résulter d'activités diverses. L'eau et l'air, agissant soit par entraînement mécanique, soit comme véhicules, sont les seuls agents dont l'activité soit manifeste. Le transport dû à l'intervention d'êtres vivants est également possible.

48. L'entraînement mécanique par l'eau courante a certes été la principale cause d'apports allochtones.

Considérable est la masse des roches qui témoignent d'un classement mécanique par équivalence, et dont les éléments sont relativement pondéreux.

Cependant, vu la rareté des poudingues et le rôle relativement effacé des grès, il faut admettre que la vitesse du courant était ordinairement faible et, encore, que l'eau était fréquemment peu agitée. L'abondance des schistes de grain fin en témoigne.

Il en est d'ailleurs d'autres preuves d'ordre paléontologique :

a) Faible épaisseur du test des brachiopodes, parfois garnis d'épines longues et délicates (BARROIS, 1912, p. 34);

b) Présence de spirorbes, qui ne peuvent vivre que dans des eaux pures, et dont certains spécimens sont âgés de plusieurs mois, à en juger d'après des observations sur le vivant faites actuellement sous un climat sans doute moins élément que celui des temps westphaliens (cf. BARROIS, 1904 a, p. 58; MALAQUIN, 1904, p. 74);

c) Attitude des troncs des plantes arborescentes, tant couchés que debout : la putréfaction n'y avait respecté que quelques assises particulièrement résistantes, qui se retrouvent néanmoins disposées de façon assez régulière et séparées par des sédiments terrigènes entremêlés de menus organes (cf. RENIER, 1906 a, pp. 268, 271).

49. L'action du vent se traduit également par un classement mécanique. Ses effets se superposent et se combinent à ceux de l'eau courante. Aussi, cette action n'est-elle évidente que dans le cas de dépôts en nappes stagnantes.

Tel est celui relativement rare des sporites, accumulations épaisses de quelques millimètres et constituées exclusivement de spores. Un phénomène de même ordre est connu dans la nature actuelle, sous le nom de « pluies de soufre ».

Un examen approfondi permet d'ailleurs de constater que des faits analogues, quoique d'une intensité moindre, étaient relativement fréquents (cf. RACHENEUR, 1914 b).

Il y a donc lieu, par voie de corollaire, de mitiger quelque peu l'opinion émise par divers auteurs au sujet du calme de l'atmosphère aux temps westphaliens (cf. BRIART, 1883, p. 177 ; 1889, p. 846, non pp. 843, 848 [dunes]).

50. Certains éléments, tant organiques que terrigènes, ne peuvent toutefois avoir été amenés aux bassins de dépôt par entraînement mécanique, car leur degré d'équivalence

est manifestement hors proportion avec celui des éléments dominants : ce sont donc là des éléments aberrants.

Le transport par flottage est évident pour les débris végétaux de grande taille qu'on retrouve isolés au sein des boues très fines.

L'état si parfait de certains cônes de fructification (*Lepidostrobus*, *Bothrostrobus*) et surtout de graines entières, encore pourvues de leur péricarpe (cf. RENIER, 1908 a, fig. 13), est, dans ce cas, des plus frappants. Mais il n'y a là rien qui étonne, si l'on se souvient que, suivant une remarque me faite par C. Eg. Bertrand, ces graines étaient dotées d'appareils de flottaison très développés.

Les galets erratiques de roches diverses, découverts surtout au sein de la houille, ou encore de dépôts argileux de grain très fin, voire légèrement gréseux (STAINIER, 1896, pp. 4, 5), rentrent également dans cette catégorie. Leur transport ne peut avoir eu lieu par entraînement mécanique, à supposer même que leur densité eut été moindre, parce qu'ils auraient été à l'état mou (FRAIPONT, CH., 1910), hypothèse d'ailleurs inadmissible de prime abord pour ceux d'entre eux qui présentent la composition d'une roche cristalline de profondeur. Rares ou nombreux (cf. SCHMITZ, 1894, p. 73 ; STAINIER, 1896), ces galets ont dû leur transport à des causes exceptionnelles (BRIART, 1889, p. 841 ; LOHEST, 1894 a, p. 68), qu'ils aient été abandonnés au sein même de l'amas de végétaux, qui ont formé la houille, opinion que porte à admettre l'étude de leur gisement (cf. BARROIS, 1907), ou que, déposés dans la boue argileuse qui a formé le toit, ils soient descendus par leur poids dans la couche de houille (DELTENRE, 1908 a), hypothèse peu vraisemblable, vu le taux élevé de la résistance opposée par le feutrage des végétaux.

Bien que, dans certains cas, ces galets soient groupés et répartis en trainées (cf. BARROIS, 1907, p. 312), il ne peut toutefois être question de graviers remplissant des chenaux

torrentiels, ainsi qu'il en est dans d'autres cas (cf. n° 51, note), car l'érosion de la houille est ici nulle (cf. LOHEST, 1894; BARROIS, 1907, pp. 262, 293).

L'opinion la plus en honneur est que ces galets erratiques ont été véhiculés par flottage, grâce à un enrobage par des plantes (STAINIER, 1896, p. 12; *contra* SCHMITZ, 1897 *c*; p. 477). Dans certains cas, l'empreinte des racines serait encore apparente sur la croûte charbonneuse qui recouvre le galet (BARROIS, 1907, p. 300; CARPENTIER, 1913, p. 307, fig. 74; cf. LOHEST, 1894 *a*, p. 58). Mais on ne sait si les végétaux, qui ont servi de flotteurs, étaient des algues aquatiques ou des plantes terrestres, tels de grands arbres arrachés avec le paquet de terre qu'enserraient leurs racines (cf. SCHMITZ, 1906, p. 489; CARPENTIER, 1913, p. 309). L'un et l'autre cas se constatent dans la nature actuelle (cf. POTONIÉ, 1910, p. 143; CORNET, 1913 *a*, n° 1101; STEVENSON, 1913, p. 431).

D'autres théories ont certes été proposées au sujet de l'existence de ces galets; mais elles sont peu probables (cf. BARROIS, 1907, pp. 255 et 318).

F. — Constitution élémentaire des dépôts.

51. De façon générale, les dépôts se sont donc constitués dans un ou des bassins peu profonds, mais de facies changeant, et cela, par l'accumulation d'éléments les uns autochtones, les autres allochtones, ces derniers étant surtout ou entraînés soit par l'eau courante, soit par le vent, ou véhiculés par l'eau courante.

Le spectacle des phénomènes actuels nous convainc et à suffisance que ces divers facteurs sont simultanément actifs. On ne peut donc poser en principe que les constituants d'un dépôt forment un tout inséparable au point de vue de l'origine (*contra* STAINIER, 1911 *b*, p. 89). Mais il est non

moins évident qu'à chaque épisode ou à chaque facies de dépôt correspond la prédominance d'un facteur déterminé.

Il serait oiseux d'insister au sujet des roches stériles.

Poudingues, grès, schistes, calcaires, sont des formations banales, tout au moins en l'absence d'études microscopiques, ce qui est notre cas.

Sauf dans les calcaires à crinoïdes, les éléments allochtones jouent un rôle largement prédominant; la plupart ont manifestement été transportés par l'eau courante.

Quant aux brèches, leur association aux grès permet de les considérer comme résultant d'affouillements provoqués par des courants locaux (cf. DE LA VALLÉE POUSSIN *in* FALY, 1876, p. 103; FOURMARIER, 1909 *a*, p. 94) (1).

Les seules roches qui retiendront notre attention seront donc les combustibles: *cannel coal* et schistes bitumineux, d'une part, houilles et schistes charbonneux. Quant au *pseudo cannel coal*, Mück 1881, les données sont encore insuffisantes.

Les roches gazeuses (grisou, etc.) seront provisoirement négligées. Elles feront, dans la suite, l'objet d'une étude spéciale.

52. Le mode de formation des *cannel coals* et schistes bitumineux, roches compactes et ternes de couleur noir-brunâtre et de rayure grasse, peut se déduire des études microscopiques (cf. BERTRAND, C.-Eg., 1905, 1906). Les conclusions de ces recherches se trouvent d'ailleurs confirmées par les observations faites, dans la nature actuelle, ainsi que Potonié l'a établi en 1904 (cf. POTONIÉ, 1910, pp. 19 et 51; SCHMITZ, 1906, p. 468; DE DORLODOT, 1911 *b*, pp. 61 et 76; CORNET, 1913 *a*, n° 1064).

(1) M. E. Humblot a observé un exemple typique, quoiqu'un peu spécial, de poudingue de sidérose à ciment gréseux, remplissant un chenal d'affouillement en lieu et place d'une veinette de houille.

a) Les *cannel coals* (*gayet* ou *jayet*) sont constitués d'une pâte de nature organique, enrobant divers éléments figurés, les uns constants : macrospores et microspores ou grains de pollen, les autres plus rares : corps alguiformes, lames fusinifiées ou parcelles végétales humifiées.

La pâte est un premier dépôt, de consistance gélatineuse, dans lequel sont fixés des apports allochtones, éoliens pour la plus grande partie.

L'étude générale des formations de ce type (cf. BERTRAND, 1905) permet donc de conclure qu'il s'agit de dépôts formés en eau très calme et trop profonde pour qu'une végétation aérienne puisse prendre pied, en y développant son réseau radicaire. Plantes et animaux, qui peuplaient ces eaux, se sont accumulés sur le fond et ont produit le dépôt mère des *cannel coals*.

Potonié a, d'ailleurs, établi que telles étaient bien les conditions de formation, dans la nature actuelle, des dépôts analogues au *cannel coal* et, en outre, que la gelée organique, constituant la trame de ces sapropèles, dérive du plancton animal et végétal du bassin de dépôt. La trame du dépôt n'est donc ni une purée, ni une bouillie provenant de la trituration des végétaux, ni une simple condensation par précipitation de la matière ulmique des eaux brunes (cf. SCHMITZ, 1906, p. 470).

Du même coup, se trouvent réduites à néant les théories, d'ailleurs purement imaginatives, qui expliquent la constitution des charbons compacts par des pluies ou des coulées de bitume, déversées par des cheminées ou des fissures hypothétiques (cf. FIRKET, 1894, p. 3 ; SCHMITZ, 1895 ; BERTIAUX, 1907, p. 11).

b) Les schistes bitumineux [*gallet* (STAINIER, 1901, p. 26) = *croxha*] présentent une constitution analogue à celle des *cannel coals*. Mais les éléments figurés comprennent du quartz et du mica, en partie apports éoliens

(cf. BERTRAND, G.-Eg., 1906, p. 517, note 3), et encore, suivant les cas, des débris végétaux très macérés : pinnules de fougères, cônes de fructification, écailles de poissons, carapaces d'ostracodes, coquilles de lamellibranches d'eau douce, ou même une faune marine, soit à lingules, soit à céphalopodes.

Ces schistes résultent d'une combinaison d'apports autochtones et allochtones, avec tendance à la prédominance des seconds. Le rôle de l'eau courante est toutefois très effacé, car l'apport d'oxygène eut entraîné la disparition de la substance carbonée.

L'existence de sapropélites marines, d'abord niée par Potonié, pour des raisons de principe, est aujourd'hui bien établie, quoique les explications varient (DE DORLODOT, H., 1911 a ; CORNET, J., 1913 a, n° 1070).

53. Le mode de formation des houilles ne peut se déduire, comme celui des *cannel coals*, d'études microscopiques. Jusqu'ici, ces roches sont, en effet, restées réfractaires à la taille en lames assez minces pour être translucides.

De récentes trouvailles de la masse mère des couches de houille fossilifiée sous un aspect spécial, permettent certes de recourir à l'analyse microscopique, la seule qui puisse préciser les relations intimes des divers éléments des dépôts. Mais il convient d'esquisser d'abord la démonstration du mode de constitution des houilles en général sur la base des caractères macroscopiques ou chimiques, les seuls qui soient utilisables pour les houilles proprement dites et les schistes charbonneux, qui s'y rattachent.

L'élément dominant des houilles et des schistes dits charbonneux, béziers ou houille schistoïde, est le charbon noir brillant se présentant sous forme de lamelles et se craquelant presque indéfiniment en parallépipèdes.

Dans les houilles des gisements belges, ces lames de charbon brillant sont séparées par des bandes de charbon terne, souvent très minces, parfois assez épaisses et formant même des lits distincts ; dans certains cas, la substance terne est nettement du *cannel coal* (cf. chap. VI, n° 17).

Dans les schistes charbonneux, les lames ternes sont terreuses et consistent souvent en schiste bitumineux.

Houille et schistes charbonneux paraissent donc être étroitement apparentés.

La couche de houille se relie fréquemment à son toit et à son mur par une zone de schiste charbonneux.

Il arrive aussi qu'elle se transforme latéralement en béziers. Au pays de Herve, la couche Grande Veine de Nooz, base de l'assise de Charleroi, présente de remarquables variations de ce genre.

Peut-on déduire de ces remarques que la houille n'est qu'un type de schiste se rattachant aux schistes ordinaires par l'intermédiaire de schistes charbonneux ; qu'elle n'est qu'un incident dans la formation d'un schiste et, en définitive, un dépôt sédimentaire « au même titre que le schiste » (GRAND'EURY, 1882, p. 61 ; DE LAPPARENT, 1892, p. 3) ?

L'examen des faits conduit à conclure que, tout au contraire, la caractéristique des dépôts, qui ont finalement constitué la houille, est la prédominance des débris d'une flore marécageuse et arborescente enfouie sur place. Les éléments terrigènes n'y jouent typiquement qu'un rôle accessoire ou même nul.

Tout d'abord, l'analogie du charbon de la houille et de celui des végétaux conservés « en empreinte » est évidente. Mais la nature exacte des végétaux n'est plus discernable dans les houilles, ni à l'œil nu, ni au microscope, les houilles des gisements belges étant restées jusqu'ici réfractaires à la taille en lames minces.

La présence d'une mince barre terreuse peut toutefois

avoir suffi pour empêcher la soudure des éléments et permettre de reconnaître leurs caractères extérieurs. On constate ainsi qu'il s'agit bien des mêmes espèces que celles qui se rencontrent en empreintes (cf. FIRKET, 1894, p. 6). C'est la flore principale définie ci-dessus (n° 41).

La nature végétale des organismes, qui ont constitué la houille, est, en conséquence, tenue pour évidente. Mais la question qui divise les auteurs est celle-ci : Ces végétaux se sont-ils accumulés sur place, ou ont-ils été véhiculés dans le bassin de dépôt par l'eau courante ?

Leur apparence stratifiée ne fournit pas de preuve pertinente (cf. n° 47).

Certes, la vue des éléments fusinifiés, des lamelles de houille daloïde, relativement bien calibrées et bien étalées en stratification, où elles encombrant de minces lits, semble plaider pour leur allochtonie. Si les galets erratiques, qui se rencontrent parfois au sein de la houille, ont réclamé une cause de transport exceptionnelle (cf. n° 50), ils n'en constituent pas moins la preuve de l'intervention de végétaux extérieurs au bassin de dépôt.

Mais fusain et galets erratiques ne sont pas là les éléments dominants, ceux qui, par leur prépondérance, définissent le caractère essentiel des couches de houille.

C'est un fait bien connu que la teneur en cendres de la plupart des houilles est des plus faibles.

Pour en apprécier la valeur, il convient certes de la comparer à la teneur en cendres des végétaux actuels (cf. STAINIER, 1911 *b*, p. 89 ; CORNET, J., 1913 *a*, n° 1092, V).

Cette comparaison ne laisse toutefois pas d'être délicate.

Il faut en effet observer que tout comme pour la teneur en matières volatiles (cf. chap. VI, n° 13), on ne dispose ici que de résultats d'essais, souvent même effectués d'après des méthodes industrielles, et non pas d'analyses proprement dites.

Même pratiqué sur une houille exempte de concrétions et de barres schisteuses, le dosage de la teneur en cendres ne fournit qu'un résultat approximatif. Consistant essentiellement en un grillage qui détruit la matière organique, il n'en aboutit pas moins à une altération du poids des substances minérales par suite de la transformation de certains composés. Ses résultats devraient donc être redressés; mais les éléments critiques font généralement défaut.

Ce qui est plus grave, c'est que l'étude commerciale exige que l'analyse se fasse en bloc sur toute la partie de la couche de houille qui est utilisée industriellement: d'où intervention, dans une part plus ou moins large, des concrétions et des intercalations schisteuses, suivant que les produits d'abatage sont vendus tout venants, criblés ou lavés.

Quant aux végétaux actuels, il est à noter que les représentants des principales familles végétales du Westphalien sont aujourd'hui bien différents de ce qu'ils étaient autrefois, et encore, que la teneur en cendres des diverses parties d'un végétal arborescent présente des variations considérables.

Or, l'examen superficiel des houilles proprement dites ne fournit aucun renseignement sur la nature des organes qui les ont constituées, celui des houilles schistoïdes établit parfois l'abondance des écorces (STAINIER, 1911 *b*, p. 88). Mais il s'y rencontre aussi d'autres débris, à la vérité, moins frappants.

La suite nous fournira l'occasion de dire comment on a pu démontrer dans un certain nombre de cas que la houille est formée effectivement d'organes de toutes sortes.

A l'état de pureté, un certain nombre de houilles des gisements belges ne renferment pas plus de 2 à 5 % de cendres, parfois même moins, c'est-à-dire la teneur minimum des végétaux, si l'on tient compte de la condensation résultant des phénomènes de la carbonisation (cf. n° 83).

Aussi, nombre d'auteurs voient-ils dans ce fait une preuve de la non intervention des sédiments terrigènes ou d'une sédimentation active par l'eau courante (cf. PONSON, 1852, p. 60; BRIART, 1867, p. 3; 1889, p. 829; FIRKET, A., 1895, p. 7).

Ce fait est surtout frappant, par sa constance, dans une

même couche et sur de grandes surfaces. La constance stratigraphique de la puissance et des caractères chimiques des couches de houille dans les régions tectoniquement régulières est d'ailleurs un fait général dans les gisements belges.

Or, semblable constance se conçoit difficilement dans l'hypothèse d'une transformation par transport (BRIART, 1867, p. 3; 1889, p. 827; FIRKET, 1894, p. 8; CORNET, 1913 *a*, n° 1092, II).

Spring (cf. n° 81) a ajouté une objection peut-être plus décisive contre la théorie du transport en montrant que la putréfaction des végétaux était plus avancée dans la houille schistoïde, et surtout dans le schiste, que dans la houille. Or, semblable différence ne s'explique pas, s'il s'agit, dans tous les cas, d'apports du même type (cf. STAINIER, 1906).

Si l'étude des gisements ne fournit ainsi que des arguments, dont l'interprétation peut être considérée comme sujette à caution, celle des phénomènes actuels peut venir en aide.

D'une part, l'examen des conséquences des inondations dans les régions boisées, fait, non plus par des voyageurs tout enivrés des harmonies de la nature (cf. BRIART, 1883, p. 161), mais par des observateurs entraînés, a établi que l'action des pluies diluviennes sur la végétation y est à peu près nulle (cf. STEVENSON, 1911, pp. 520-563).

D'autre part, on connaît aujourd'hui des phénomènes de tourbage dans les marécages boisés des régions équatoriales (cf. ci-dessus n° 16). La végétation y est, non pas flottante, mais enracinée sur le fond « tourbeux » à travers une nappe d'eau limpide. Le fait qu'il existe des îles flottantes ne peut d'ailleurs être considéré que comme exceptionnel (cf. BRÉTON, 1885; FIRKET, 1894, p. 16).

Si, malgré ces présomptions en faveur de la théorie de

l'accumulation sur place des végétaux, qui ont constitué la houille, il subsistait quelques doutes, il suffirait de recourir à des gisements, non pas anormaux, mais exceptionnels.

Semblables cas sont connus depuis longtemps en Angleterre ; on en a découvert en Wesphalie (couches *Catharina* et *Finefrau Nebenbank*) ; à Ostrau, en Moravie, puis, plus récemment, au Donetz, et encore à Aix-la-Chapelle (Mine Maria, cf. RENIER, 1909 c), enfin, hier même, dans les bassins belges du Centre : couche Petit Buisson, à Bray (cf. RENIER in JONGMANS, 1918, p. 310), de Charleroi : couche Sainte-Barbe de Floriffoux, à Ransart (1), et enfin de Liège-Herve : couche Bouxharmont, à Romsée (Wé-rister).

En effet, dans certaines couches de houille, de type normal, mais que recouvre un toit présentant le facies à céphalopodes, existent fréquemment des concrétions dolo-mitiques, qu'il y a lieu de considérer comme le résultat d'une imprégnation hâtive par des sels minéraux de l'amas de végétaux qui, ordinairement, ont, par carbonisation, donné naissance à la houille.

Des concrétions se rencontrent également dans le toit à céphalopodes ; mais, comme forme, comme composition et comme structure, elles sont tout différentes de celles des couches de houille. Elles renferment des Goniatices, absentes dans les concrétions de la houille ; les végétaux y sont rares et profondément macérés, tandis que, dans les concrétions de la houille, les végétaux forment toute la masse et sont particulièrement bien conservés. Seule, l'ignorance des conditions de gisement a pu conduire divers auteurs (SCHMITZ, 1906, p. 489, pl. IX ; HAUG, 1907, p. 140) à confondre, à la suite de M. Douvillé, les

(1) Cette dernière découverte est due à M. Bellière, élève ingénieur à la Faculté technique de l'Université de Liège.

concrétions des deux types et à considérer les nodules à Goniatices comme provenant de la couche de houille (cf. RENIER, 1907 b). D'où la conclusion erronée que la houille résulte parfois d'un dépôt marin à grande profondeur.

Ces concrétions ne sont d'ailleurs pas des balles de végétaux, façons de galets jetés dans la couche de houille, ainsi que Potonié (1910, p. 148) a cru pouvoir l'affirmer, en partant du principe que tout concrétionnement souligne l'hétérogénéité d'un gisement. Cette hétérogénéité peut d'ailleurs n'être que secondaire, par exemple d'influence bactérienne. On savait déjà depuis longtemps que les concrétions du toit (*roof balls*) ne représentaient pas autre chose que des régions du dépôt qui avaient condensé les minéralisateurs (cf. RENIER, 1908 a, fig. 56, et 1909 b). M^{me} Stopes et M. Watson (1908) ont définitivement établi que ces concrétions de veine (*coal balls*: cf. RENIER, 1908 a, fig. 9 et 10) avaient pris naissance au sein de la masse, qui est aujourd'hui la couche de houille.

Or, l'examen microscopique de ces concrétions, d'ailleurs facile en lame mince, en raison du moindre tassement, permet de constater que, de règle, la flore est celle que j'ai désignée ci-dessus sous le nom de principale ; que les débris d'organes aériens de toutes sortes sont groupés par espèces suivant la stratification, tout comme dans les schistes plus ou moins charbonneux à facies subautochtone (cf. n° 44) ; et, enfin, que ces débris sont lardés, couturés en tous sens par des racines, notamment par des *Stigmara*, tout comme dans un « mur » (cf. n° 45 a).

Telle serait la constitution d'une tourbe, non pas dans la conception étroite que donne du phénomène l'étude des tourbières bombées qui existent actuellement dans l'hémisphère nord (cf. DE LAPPARENT, 1892, p. 5 ; FIRKET, 1894, p. 16 ; SCHMITZ, 1897 c, p. 472), et même sous le climat

équatorial (KEILHACK, 1915), mais suivant l'acception la plus large admise par la géographie botanique (POTONIE, 1910, p. 22; SCHMITZ, 1906, p. 468; STEVENSON, 1911, pp. 565-575; cf. HOUZEAU, 1855 *b*; BRIART, 1889, pp. 825-831).

On pourrait objecter que toutes les couches de houille ne renferment pas semblables concrétions, et qu'il serait donc dangereux de généraliser. Mais il est à remarquer que ces concrétions, pour être liées à des conditions spéciales de facies du toit, ne se rencontrent pas moins à des niveaux divers de la série westphalienne, et qu'en définitive, comme viennent de le prouver une fois de plus les récentes découvertes faites en Belgique, le facies à céphalopodes étant caractérisé au toit d'une couche de houille, il suffit d'observer patiemment pour découvrir dans quelque « étreinte », un mode spécial de fossilisation des végétaux qui, sur la plus grande surface de la couche, ont formé la houille sous-jacente.

La houille résulte donc, avant tout, de l'accumulation sur place des restes d'une flore marécageuse et sub-aérienne.

Il s'y rencontre néanmoins des apports allochtones et de plantes (cf. STOPES et WATSON, 1908, p. 176), et d'éléments terrigènes. Mais le rôle de ces derniers, en tant qu'alluvions, est typiquement nul, ou, tout au plus, accessoire.

Les houilles résultent donc essentiellement de l'accumulation sur place, en eau relativement peu profonde, des restes de forêts fossiles.

Les schistes charbonneux représentent des types apparentés, dans lesquels l'apport des sédiments terrigènes est plus important.

G. — Constitution d'ensemble des dépôts.

54. Ces principes posés, il est aisé de se faire une idée assez simple du mode général de formation des dépôts.

Faisant abstraction des notions d'époques et de lieux, on peut, en effet, ramener l'étude de la totalité de l'échelle stratigraphique du Westphalien de la Belgique et des régions voisines à celle d'un rudiment qui, par répétitions, constitue cet ensemble d'apparence si complexe.

55. L'inspection de la planche III conduirait à considérer ce rudiment comme ainsi constitué :

(Stampe)

—

Couche de houille

Stampe

—

sous réserve de la convention que, par « couche de houille », on comprend non seulement toute couche exploitable, mais encore les layettes, veinettes, veiniats, fauniaux (cf. ch. VI, n° 19), et même les simples passées de veine (cf. chap. VI, n° 17).

Cette formule est toutefois peu suggestive. Aussi, F.-L. Cornet (1873, p. 207; cf. STAINIER, 1906) a-t-il proposé le schème suivant :

(Schiste)

—

Couche de houille

Schiste

Grès

Schiste

—

Mais il existe des stamper entièrement schisteuses ; il en est d'autres où la couche de houille repose ou, encore, est recouverte directement par un grès (DAVREUX, 1833, pp. 100-111 ; CORNET, 1873, p. 207 ; cf. CAUCHY, 1825, p. 31). Ce schème n'est donc pas général.

Le vocabulaire du mineur fournit cependant une formule satisfaisante, quoiqu'elle ne soit réellement intelligible qu'à la lumière des données paléontologiques (RENIER, 1906 a). Elle peut être ainsi libellée :

(Stampe)
—
« Toit »
Couche de houille
« Mur »
Stampe
—

La formule est absolue pour autant qu'il soit admis que le « toit » est un terme parfois peu distinct de la stampe et, encore, que la formation d'un « mur » implique la préexistence d'un dépôt de stampe (SCHMITZ, 1906 a, p. 465, note 1).

Nous examinerons successivement, dans leur ordre de dépôt, c'est-à-dire de bas en haut, les divers termes de ce schème.

56. La stampe est constituée par des roches quelconques autres que celles à flore autochtone.

Hormis les cas de calcaires à crinoïdes, de schistes bitumineux et, surtout, de *cannel coal*, les éléments terrigènes sont généralement dominants.

57. En examinant les stamper du bas vers le haut, on constate, à un certain niveau, plus ou moins distant de

la couche de houille, et d'ailleurs variable latéralement, l'apparition de radicules autochtones, lardant la roche, sans égard à la stratification.

Plus haut, sauf le cas de grès, ces radicules se font généralement de plus en plus nombreuses. Si la roche est constituée d'une argile grasse, elle a alors typiquement l'aspect du « mur ».

Le mineur ne considère pas comme représentant un « mur », une roche avec radicules rares. Son aspect est, en effet, plutôt celui d'un dépôt de stampe ou, si la stampe est faible, celui d'un toit ; la distinction est donc assez délicate (*contra* CORNET, 1913b, n° 1098). Semblable roche doit néanmoins être considérée comme appartenant au « mur », car ce qui caractérise essentiellement les « sols de végétation », c'est la présence constante de radicules autochtones.

Lorsque la puissance du mur est considérable, on y remarque fréquemment des troncs debout en relation avec les racines et rhizomes, et encore des troncs étalés en stratification.

58. Vient ensuite la couche de houille.

Parfois la délimitation est brusque, parfois il existe une zone de transition de schiste charbonneux et écailleux (béziers, escaille, scaillage ou faux mur).

Souvent, il y a séparation nette de la couche de houille et du mur.

Certains auteurs en ont conclu que le mur n'avait aucune relation essentielle avec la couche de houille (GRAND'EURY, 1887, p. 47 ; SCHMITZ, 1897 a, p. 90). Cependant, c'est un fait constant qu'en dessous de chaque couche de houille des bassins belges existe une zone de « mur » (GAIN, 1867, p. 81 ; BRIART, 1889, p. 834 ; STAINIER, 1894 a, p. 11 ; SCHMITZ, 1897 c, p. 482 ; 1906, p. 464 ; GOSSELET, 1900,

p. 128 ; RENIER, 1908 *e*, p. 122, *non* PURVES, 1881, p. 534 ; DELTENRE, 1912 *b*, p. 506 ; GRAND'EURY, 1913, p. 57, *contra* ? ARBER, 1911, p. 97).

La séparation du mur et de la houille par un joint de stratification n'est d'ailleurs, du point de vue où nous devons nous placer, qu'une illusion d'optique (cf. BURAT, 1851, p. 246 ; LOHEST, 1890 *c* ; *contra* FIRKET, A., 1894, p. 41). C'est un phénomène posthume (cf. n° 22 *b*), car, en allure tranquille, mur et houille font bloc, si bien que le mineur, contrarié dans son travail d'abatage ou de dépeçage de la houille, dit que la couche « rogne » au mur (MALHERBE, 1865, p. 72 ; RENIER, 1909 *a*, p. 75). Le joint de stratification, lorsqu'il existe, est d'ailleurs souligné par un miroir de glissement.

L'origine du « faux mur » (cf. DAVREUX, 1833, p. 97) est analogue. C'est un schiste charbonneux qui a constitué une zone de glissement. Sa structure est irrégulière en raison de la présence des radicelles autochtones qui ont brouillé la stratification.

La couche de houille est, dans bien des cas, semblablement séparée de son toit par un joint de stratification ou par une bande de schiste charbonneux glissé, régulièrement feuilleté et dénommé « faux toit ». Mais il arrive aussi que la houille « rogne » au toit. L'hypothèse d'une séparation par la poussée de grisou (SCHMITZ, 1896 *e*, p. 481) est évidemment invraisemblable.

59. Toit et stampe ne sont pas différents (RENIER, 1906 *a*, p. 266).

Le sédiment terrigène qui recouvre une couche de houille peut être de facies quelconque. Typiquement, un « toit » diffère cependant d'un dépôt de stampe, en ce qu'il renferme une flore subautochtone (DELTENRE, 1912 *b*, p. 505 ; CORNET, 1913 *a*, n° 1095 et 1099). Le « toit » correspond

à la zone qui présente ce faciès. Au-dessus, vient le haut toit ou stampe proprement dite.

Le toit peut à la limite être un « mur », c'est-à-dire un dépôt de stampe auquel s'est surimposé le système radicaire d'une végétation aérienne (cf. n° 45 *a*). Le cas est celui d'une stampe très réduite, tels les bancs schisteux qui séparent les différentes laies d'une couche de houille. (Cf. RENIER, 1906 *a*, p. 278, fig. 9 ; KARAPETIAN, 1912 *a*, p. 319).

60. Reposant toujours sur une roche de facies continental, souvent recouvertes par une roche de facies subcontinental, ou même dont la base est de facies continental, s'il s'y rencontre des troncs debout, les couches de houille nous apparaissent ainsi flanquées de façon bien suggestive (GOSSELET, 1872, p. 99 ; BRIART, 1889, p. 834 ; cf. FIRKET, 1894, p. 4).

Les forêts fossiles s'en échappent, si l'on peut ainsi dire, au-dessous par leurs racines, au-dessus par les troncs debout ou encore par la dépouille de leurs frondaisons. Ce sont là des façons d'apophyses qui se concilient bien avec la structure que révèlent les régions des couches de houille transformées en concrétions dolomitiques (cf. n° 53).

Un point néanmoins reste obscur pour beaucoup (cf. FIRKET, 1894, pp. 21 et 40 ; SCHMITZ, 1896 *d*). C'est la raison primordiale de l'arasement du toit et du mur. C'est la cause de cette interruption brusque aux plans limites de la couche de houille, des sommets décapités des troncs debout du mur (cf. SCHMITZ, 1896 *b*), et des bases arasées, sans racines apparentes des souches du toit (DE LAPPARENT, 1892, p. 12).

L'explication de ces particularités peut être fournie par la considération des différences de milieu qui entraînent des variations du mode de fossilisation (BRIART, 1889,

p. 859 ; Grand'Eury, 1913, pp. 57 et 103). Dans le tourbage parfait, c'est-à-dire accompagné d'un arrêt total de la sédimentation terrigène, l'étalement et l'affaissement des végétaux sont plus complets.

Il semble néanmoins étrange de ne jamais constater dans la houille de tronc ou tout au moins de souche carbonisée (cf. CORNET, 1913 *a*, n° 1100). Certains faits d'observation portent à admettre que la distinction est très difficile (cf. RENIER, 1906 *a*, p. 288, fig. 13). On peut d'ailleurs, en ce qui concerne les gisements de la Belgique, faire état de la difficulté des observations sur place, les seules qui soient absolument démonstratives.

61. L'interprétation du rudiment stratigraphique est évidente (BRIART, 1867, p. 4).

La stampe représente une sédimentation dans un bassin d'une certaine profondeur, et généralement par l'eau courante.

Le mur indique l'instauration d'une forêt marécageuse. C'est le début de la phase d'atterrissement proprement dite.

La couche de houille correspond au plein épanouissement de la végétation de forêts marécageuses, concomitant avec un arrêt de la sédimentation, parce que les cours d'eau ne peuvent cheminer qu'avec lenteur à travers semblable dédale.

Le toit marque le début d'une nouvelle phase d'envasement en eau « relativement » profonde.

Ce rudiment, aux allures cycliques, correspond en fait, non pas à un cycle fermé, mais simplement, abstraction faite du toit, qui n'est que la transition à la stampe, à une période de comblement progressif d'un bassin de sédimentation.

L'hypothèse de mouvements alternatifs d'affaissement et de surélévation (LE HARDY, 1856, p. 12 ; BRIART, 1867, p. 4),

est inutile. Les contradicteurs ont fait, avec raison, remarquer qu'elle répugnait au bon sens.

Nous sommes ainsi amenés à rejeter comme explication générale du mode de formation des couches de houille, et la théorie purement mécanique (STAINIER, 1906), et celle de la constitution des couches de houille par enfouissement d'îles flottantes de végétation (BRETON, 1885).

H. — Succession des dépôts.

62. La constitution stratigraphique des gisements houillers de la Belgique est remarquablement uniforme dans l'ensemble (cf. chap. IV, n° 3) ; la succession chronologique des dépôts peut donc, d'un point de vue général, être récapitulée en peu de mots (cf. CORNET, 1913 *a*, n° 1105-1107).

63. A l'aurore conventionnelle de l'époque westphalienne, la mer recouvre partout les bassins de dépôt. Partout se retrouve le même faciès de boues organiques, généralement à céphalopodes. La recoupe de l'assise de Chokier, puissante d'environ 200 mètres, par le sondage de Woensdrecht, — effectuée depuis la publication des premiers chapitres de cette étude (cf. chap. III, n° 7, et surtout VAN WATERSCHOOT et TESCH, 1914 ; JONGMANS, 1918, p. 165) — a utilement complété nos connaissances sur ce sujet.

Puis, après un dépôt plus gréseux, se forme la première couche de houille qui, comme toutes les suivantes (cf. RENIER, 1908 *e*, p. 122 ; *non* PURVES, 1881, p. 553 ; cf. DE DORLODOT, H., 1889, p. 485) repose sur un sol de végétation.

64. Il est certain que toutes les couches de houille, au sens où nous en acceptons ici ce mot (cf. ci-dessous n° 54), ne s'étendent pas sur la surface entière des bassins de dépôt. Tel semble être notamment le cas de la première couche de houille.

Certes, dans le gisement de Haine-Sambre-Meuse, la première

couche de chaque coupe est surmontée à faible distance par un horizon constant à *Pecopteris aspera* (cf. STAINIER, 1894 b, p. 66). Il semble donc qu'elle soit continue.

Toutefois, les renseignements que je possède au sujet du massif de Theux me portent à considérer la première couche de houille comme y étant intercalée dans l'assise de Chokier. Pour ce qui est du synclinal de Dinant proprement dit, nous savons seulement qu'un premier sol de végétation à *Stigmaria* se rencontre déjà vers le sommet du Dinantien (CARPENTIER, 1906).

Les données sont insuffisantes quant à la Campine.

Quoiqu'il en soit du cas spécial du premier sol de végétation de la série westphalienne, considérée comme limite supérieure de l'assise de Chokier, dans la région de Haine-Sambre-Meuse, la méthode, qui consiste à regarder les couches de houille comme des horizons et à les utiliser, en conséquence, comme limite d'assises (cf. RENIER, 1912 g, p. 147), est néanmoins des plus exactes, car la plupart des couches et même des veinettes sont remarquablement continues. Or, c'est parmi les premières que le géologue choisit ses limites d'assises.

65. A ce premier épisode qui, dans la région de Haine-Sambre-Meuse, constitue à lui seul l'assise de Chokier, vont succéder, jusqu'à la clôture de l'époque westphalienne, plusieurs centaines d'épisodes analogues, les uns très brefs, comme dans le cas des laies successives d'une même « couche de houille », les autres particulièrement longs, comme dans le cas des grandes stampes stériles (cf. ch. III, n° 20 ; JONGMANS, 1915, p. 150).

Il ne peut être question d'en tenter la description détaillée.

Bornons-nous à remarquer que les facies à faune marine franche sont particulièrement nombreux dans les débuts, et encore que, dans nombre de cas, ils sont localisés à la base d'une stampe particulièrement importante, où se rencontre, vers le milieu, une zone gréseuse.

Néanmoins, la présence fréquente de *Spirorbis* témoigne sans cesse, et jusqu'à la fin, de communications conti-

nuelles, quoique lointaines, avec le domaine maritime (CORNET, 1913 a, n° 1107 ; STAINIER, 1904, pp. 436-437).

Les échantillons, rapportés au genre *Spirorbis* par comparaison avec les types actuels, proviennent d'ailleurs de l'assise du Flénu du Pas-de-Calais (cf. MALAQUIN, 1904).

Se refuserait-on à admettre que, tout comme ceux de même âge, récoltés en Campine, ces fossiles du Pas-de-Calais aient été des animaux marins, l'existence du facies à céphalopodes au toit de la couche Petit-Buisson (cf. pl. III) suffirait pour justifier le raisonnement qui va suivre.

66. Entre les couches de houille inférieure et supérieure de la série stratigraphique (cf. pl. III), la puissance des sédiments accumulés est d'environ 2,925 mètres.

Entre la phase à laquelle le pays fut, pour la première fois, recouvert de forêts marécageuses, et celle où, à notre connaissance, il le fut pour la dernière fois, le niveau du sol primitif s'était donc affaissé, par rapport à celui de la mer, de près de 3,000 mètres (GOSSELET, 1888, p. 701).

En effet, dans l'un et l'autre cas, le sol se trouvait sensiblement au niveau de la mer, ainsi qu'en témoignent les continuelles intrusions des eaux marines.

Néanmoins, les bassins de dépôt ne cessèrent pas d'avoir une faible profondeur, comme l'attestent les divers facies de la série, et, notamment, celui de l'assise de Chokier, dans ce même Couchant de Mons, où se retrouvent les couches les plus élevées de l'assise du Flénu (cf. CORNET, J., 1906 d).

Le mouvement est donc, au total, d'allure positive et d'ampleur considérable.

I. — Extension des dépôts. Mouvements intrawestphaliens.

67. Quelle a donc été la nature de ce déplacement relatif du niveau des eaux ?

S'agit-il d'un mouvement eustatique, c'est-à-dire d'une simple montée des eaux, d'allure transgressive, sur un compartiment stable de l'écorce terrestre (Suess, 1888, p. 319; 1899, p. 418; Frech, 1899, p. 274); ou bien de l'affaissement en masse de vousoirs ou de séries de vousoirs (Firket, 1894, pp. 29 et 42); ou, enfin, suivant une théorie déjà ancienne (cf. Harg, 1900, p. 618; Grand'Eury, 1887, p. 138), de mouvements épirogéniques, précurseurs des phénomènes orogéniques de la phase hercynienne (cf. Stainier, 1904 *c, d*) ?

L'hypothèse de mouvements eustatiques paraît souvent acceptée par les auteurs, car ils ne parlent que d'un mouvement général d'affaissement du sol. Semblable mouvement aurait certes pour effet un rajeunissement momentané du réseau hydrographique des terres émergées, et, par voie de conséquence, une sédimentation, dont la phase la plus active pourrait correspondre aux dépôts arénacés, terme moyen du schème lithologique (cf. ci-dessus n° 54).

Mais il est évident que ce petit jeu n'a pu se répéter indéfiniment jusqu'à atteindre 3,000 mètres d'amplitude (de Lapparent, 1892, p. 35).

Aussi, l'origine autochtone des couches de houille étant démontrée, l'hypothèse de mouvements purement eustatiques apparaît-elle comme invraisemblable.

La question ne peut toutefois être complètement élucidée, si l'on n'examine pas simultanément celle de l'extension originelle des dépôts, qui y est intimement mêlée.

Ainsi s'impose l'étude de la paléogéographie de la Belgique, au cours de l'époque westphalienne.

68. Durant longtemps, la méthode suivie par nombre d'auteurs pour la délimitation des bassins de dépôt a été calquée sur celle déjà ancienne (cf. Dumont, 1832, p. 24), qu'Hébert a utilisée à propos des formations mollement ondulées de la région parisienne (cf. Gosselet, 1860, p. 147, de Margerie, 1890, p. 684).

Elle consiste à utiliser telles quelles, ou à peu près, les cartes géologiques, dont les allures définissent ainsi des bassins, des golfes, des anses, des caps, des seuils, des îles, des continents, bref, tous les traits géographiques jusques aux plus minimes.

Certes, les auteurs (cf. Gosselet, 1880 *b*, introd., note) déclarent qu'il ne s'agit là que de conventions, mais on n'en est pas moins venu à se payer de mots, (cf. par ex. Deffline, 1913, p. 652) ne tenant plus compte des déformations tectoniques, ni des phénomènes de dénudation postérieurs. Pour ces derniers, on avait toujours le recours de nier leur importance, malgré la démonstration qu'en firent jadis Cornet et Briart (1876); quant à la tectonique, si l'on en abordait l'étude, celle-ci ressemblait fort à une théorie des déformations de masses rigides (cf. Houzeau, 1854 *a*).

Bien qu'elle ne s'étende pas aux dépôts houillers, la réfutation circonstanciée qu'entre autres M. de Margerie (1890) a faite de cette méthode, au sujet même des terrains paléozoïques de la Belgique, peut être considérée comme générale et définitive.

Cette réfutation se trouvait en puissance dans l'œuvre d'André Dumont (1832), ainsi que l'a indiqué G. Dewalque (1868, p. 109; 1880 *a*, p. 124).

Cependant, la loi, établie de façon non moins générale, de la permanence dans le temps des axes de plissement de l'écorce terrestre, encore qu'elle soit soumise à certaines restrictions, permet d'entrevoir qu'il puisse y avoir une part de vérité dans cette méthode paléogéographique de début.

69. Sans empiéter outre mesure sur l'exposé des traits tectoniques, je rappellerai donc, dès à présent, que l'étude d'ensemble du socle paléozoïque de la Belgique (cf. pl. I et II) a permis d'y distinguer une série de plis majeurs dont la nomenclature est donnée au tableau F (1).

Il y a lieu d'ajouter que l'on distingue sous le nom de *massif (bassin) de la Vesdre* (Dewalque, 1868, pp. 53 et 111, non p. 4; 1880 *a*, pp. 60 et 126, non p. 5) = *bassin prussien* (Dumont, 1832,

(1) Cette nomenclature n'est malheureusement pas adoptée par tous les auteurs (cf. Dollfus, G., *Annales de Géographie*, 1900, t. IX, pl. X). J'aurai l'occasion de montrer dans la suite l'utilité que présenterait la publication d'un lexique tectonique en vue de l'uniformisation de la terminologie. Mais l'élaboration de semblable catalogue réclame des recherches si étendues, que je ne puis espérer en venir à bout avant quelque temps.

TABLEAU F.

Nomenclature des plis longitudinaux de premier ordre du socle paléozoïque de la Belgique.

(DIRECTION GÉNÉRALE GROSSIÈREMENT EST-OUEST)

(NORD)

Synclinal (?) de la Campine (LOHEST, 1904 *b*, p. 220).

Massif (anticlinal) du Brabant (DUMONT, 1847, p. 5; *emend.* LOHEST, 1904 *b*, p. 220).

Synclinal (ou bassin) de Namur (DEWALQUE, 1868, p. 56)
= bassin (anthraxifère) septentrional (DUMONT, 1832, pp. 73, 75 et 275)
= synclinal du Hainaut (CORNET et BRIART, 1876, p. 14; 1877, p. 93).

Massif (ou bande anticlinale) du Condroz (DUMONT, 1847, p. 5; cf. 1832, p. 25)
= crête silurienne du Condroz (GOSSELET, 1874, p. 13).

Synclinal (ou bassin) de Dinant (GOSSELET, 1871, p. 37, pl.)
[*Pro parte* cf. bassin (anthraxifère) méridional (DUMONT, 1832, pp. 72, 75 et 275)]
= bassin du Condroz (DEWALQUE, 1868, p. 56).

Massif (anticlinal) de l'Ardenne (DUMONT, 1847, pp. 5 et 6;
emend. H. DE DORLODOT, 1901, p. 188).

Synclinal (ou bassin) de l'Eifel (DUMONT, 1836, p. 336)

Massif (anticlinal) de Givonne (GOSSELET, 1880 *b*, p. 28).

(SUD)

p. 141), = *bassin anthracifère d'Aix-la-Chapelle* (GOSSELET, 1860, p. 3; *emend.* 1878 *a*, p. 23), la bordure dévono-carboniférienne qui longe, au Sud, le gisement houiller des plateaux de Herve. Le massif de la Vesdre est séparé du synclinal de Dinant par une zone anticlinale transversale, souvent dénommée *anticlinal (seuil) de Fraipont* (GOSSELET, 1878 *b*, p. 46; 1880 *b*, pl. I A; 1888, fig. 174-179; cf. 1860, pp. 21-22). En fait, le massif de la Vesdre n'est que le prolongement oriental de la nappe synclinale de Dinant (FOURMARIER, 1907 *a*, p. 47; 1913 *a*, p. 19, note; *b*, p. 676; *c*, p. 199, note; cf. FORIR, 1899, p. 120; non DUMONT, 1832, pp. 76, 111 et 276; nec GOSSELET, 1878 *a*, p. 23; nec DE DORLODOT, H., 1901, p. 121, note 2).

Entre le massif de la Vesdre et la bordure orientale du synclinal de Dinant, tel que l'a défini A. Dumont, apparaît, dans le prolongement méridional de l'anticlinal de Fraipont, le *massif de Theux* (DUMONT, 1832, p. 178; *emend.* FOURMARIER, 1906).

Anticipant encore, non seulement sur la description tectonique, mais aussi sur l'étude du mécanisme tectonique, — la subdivision du sujet, qu'exige un exposé méthodique, est nécessairement factice, — il faut indiquer ici deux faits de première importance.

D'une part, le massif de Theux occupait originellement une position septentrionale, par rapport au massif de la Vesdre (FOURMARIER, surtout 1905, p. 494; 1913 *b*); il s'y rattachait de façon étroite (DEWALQUE, 1865, p. 788; 1886, pp. 48-53; STAINIER, 1904 *d*, p. 415; FOURMARIER, 1906 *c*).

D'autre part, la bande méridionale du Houiller des plateaux de Herve, le *massif de Saint-Hadelin*, situé au Sud de la *faille de Saint-Hadelin* (DE MACAR, 1875), semble, lui aussi, se rattacher au massif de la Vesdre (FOURMARIER, 1913 *b*, p. 676). Peut-être n'est-il que l'émergence du massif de Theux, au Nord du massif de la Vesdre.

L'ensemble, aujourd'hui fractionné, du synclinal de Dinant, y compris le massif de la Vesdre, du massif de Theux et du massif de Saint-Hadelin mériterait d'être désigné spécialement.

Quant aux plis orthogonaux, bornons-nous à citer, en outre de l'anticlinal de Fraipont, celui qui divise le gisement de Haine-Sambre-Meuse (synclinal de Namur) en un bassin occidental, dit encore de la Sambre ou du Hainaut, et un bassin oriental, parfois dénommé de la Meuse ou de Liège; ce pli transversal est l'*anticlinal du Samson* (cf. MALHERBE in DEWALQUE, 1875 *b*, p. 913; STAINIER, 1904 *d*; LOHEST, 1904 *b*, p. 223).

70. L'ensemble des données accumulées jusqu'à ce jour (cf. STAINIER, 1904 *c, d*; CORNET, J., 1913 *a*, n° 1108) conduit à formuler les conclusions suivantes :

A l'aurore des temps westphaliens, la plus grande partie du territoire belge était complètement, mais faiblement immergée.

Acquise peu après au domaine continental, elle n'y fut maintenue que par instants, car elle s'enfonçait de façon continue et générale.

L'affaissement n'y était cependant pas en tous points d'égale importance; il était moindre dans les régions anticlinales de premier ordre du socle paléozoïque : anticlinal transversal du Samson, anticlinaux longitudinaux du Brabant, de l'Ardenne surtout, et peut-être du Condroz. Il ne s'agit donc pas de mouvements purement eustatiques.

L'allure marginale des dépôts était régressive.

Il n'existe cependant aucune preuve positive que les régions géantoclinales du Brabant et du Condroz aient été émergées de façon progressive. Peut-être partiellement continentales au début, elles semblent s'être accentuées moins rapidement que l'ensemble du géosynclinal.

La région continentale qui a fourni les éléments terrigènes des dépôts semble avoir été surtout un pays de roches cristallines qui formait vraisemblablement la bordure nord du géosynclinal principal, et qu'il faut rattacher au continent nord atlantique (Scandinavie-Ecosse, ou, plus correctement, *Archaia*).

Son exondation allait s'accroissant : les mouvements épirogéniques créent les continents, tandis que les mouvements tectoniques engendrent les chaînes de montagnes.

Les mouvements épirogéniques étaient saccadés, relativement rapides, mais généralement progressifs.

71. A l'aurore des temps westphaliens, la plus grande

partie, sinon la totalité, du territoire belge était complètement immergée.

La démonstration de la continuité primitive des dépôts houillers, et, notamment, de ceux de l'assise de Chokier, seule actuellement représentée dans certains bassins du synclinal de Dinant (cf. chap. IV, tabl. B), résulte de considérations diverses.

Les arguments produits, bien que de valeur inégale, peuvent être groupés comme suit :

a) Concordance de l'assise de Chokier et des dernières zones du Dinantien.

Le relevé des allures, et surtout celui du détail de la série stratigraphique, témoigne de la presque absolue constance de cette relation (cf. DUMONT, 1832, p. 275; BURAT, 1851, p. 98; GOSSELET, 1860, p. 119; 1863, p. 774; DEWALQUE, 1875 *b*, p. 908; CORNET et BRIART, 1877, p. 99; PURVES, 1883; RUTOT, 1889 *c*, p. 479; BRIEN, 1911, p. 296; DELÉPINE, 1911, pp. 79-80, 115, 118, 119, 124, 180 et 320, pl. XII).

Or, le travail synthétique, qui ait été le plus récemment consacré au Dinantien (DELÉPINE, 1911, p. 345, fig. 76), conclut à la continuité originelle des formations des synclinaux de Namur et de Dinant.

En conséquence, il y a lieu d'admettre qu'il en était de même au début du Westphalien, contrairement à ce qu'ont admis certains auteurs (DEWALQUE, 1868, p. 108; 1880 *b*, p. 123), pour lesquels « nos massifs houillers sont comme les restes d'une formation marine, opérée dans deux bassins à peu près comblés par les sédiments antérieurs » (cf. D'OMALIUS, 1828, p. 171, *non* p. 175).

M. Delépine admet certes l'émersion du massif du Brabant.

L'extrémité orientale de ce massif a, en effet, connu des

vicissitudes diverses au cours du Dinantien, ainsi qu'en témoigne la constitution si spéciale du massif dévonocarboniférien dit de Visé (cf. DELÉPINE, 1911, p. 241), l'absence du Viséen supérieur à Chertal-lez-Visé (LOHEST, 1911 *a*), et la transgression du Viséen dans la vallée de la Méhaigne (STAINIER, 1902 *a*, p. 105; DELÉPINE, 1911, p. 142; *contra* BRIART, 1875, p. 725). Mais, exception faite de cette région, M. Delépine n'apporte aucun fait en faveur de l'émersion du massif du Brabant, et néglige d'ailleurs les résultats du sondage de Kessel (n° 38, pl. I; cf. STAINIER, 1904 *d*, p. 420), que ceux du sondage de Woensdrecht ont récemment confirmés et complétés (VAN WATERSCHOOT et TESCH, 1914).

Les conclusions relatives aux synclinaux de Namur et de Dinant n'en restent pas moins intéressantes.

Il faut cependant remarquer, au sujet du synclinal de Dinant, que si les synclinaux longitudinaux de second ordre, qui enserrant, dans leurs parties profondes, les petits bassins houillers, se trouvent actuellement encore reliés entre eux, cette liaison ne constitue pas, à elle seule, une preuve absolue de la continuité originelle des dépôts houillers, car l'existence de mouvements intradinantiens, soulignés par la présence de la « grande brèche », est probable (cf. DE DORLODOT, H., 1908, p. 35; LOHEST, 1901, 1911 *b*, *c*). Or, les liaisons entre les synclinaux de second ordre ne s'établissent souvent qu'à des niveaux stratigraphiquement inférieurs à celui de la dite brèche. Toutefois, l'absence dans la région considérée, de lacunes, avec discordance, dans la série dinantienne, et surtout la constance de constitution de la série comprise entre la « grande brèche » et l'assise de Chokier (cf. STAINIER, 1904 *d*, p. 415), portent à admettre qu'elle était, dès ce moment et jusqu'aux temps westphaliens, géosynclinale. Les mouvements intradinantiens de la phase de la « grande brèche » y sont donc sans intérêt pour le sujet qui nous occupe (cf. DE DORLODOT, H., 1908, p. 36).

b) Caractères lithologiques de l'assise de Chokier.

Partout, le facies marin, sous forme de boues fines et

riches en matières organiques, succède aux derniers dépôts calcaireux du Dinantien.

Nulle part, même à Chertal, où l'assise est transgressive, tout comme à Visé (HABETS, LOHEST et FORIR, 1906, p. 487 ; FORIR, 1906 *a*, p. 607), on ne relève l'existence de formations littorales (1).

Un cordon littoral serait, toutefois, la seule preuve irréfutable (cf. DE MARGERIE, 1890, p. 692). Or, quelle pouvait être l'importance des appareils côtiers à cette époque où les rivages étaient certainement marécageux, puisque la presque totalité de la flore de l'assise de Chokier, quoique de facies allochtone, appartient à la flore principale du Westphalien belge, telle qu'elle a été définie ci-dessus (cf. n° 11). Ces marécages côtiers étaient certes l'objet d'affouillements, puisque des organes souterrains des lycopodées arborescentes se retrouvent charriés à la mer. Mais la rareté des *Stigmaria* témoigne du peu d'importance de ces affouillements (RENIER, 1906 *d*, p. 161).

c) L'hypothèse que les petits bassins houillers de la grande nappe ont été originellement isolés, est inconciliable avec leur constitution (cf. DEWALQUE 1875 *b*, pp. 908 et 928).

Leurs caractères lithologiques, identiques à ceux des bassins de Haine-Sambre-Meuse et de la Campine, ne rappellent en rien ceux de dépôts limniques (STAINIER, 1904 *d*, p. 418 ; cf. DE MARGERIE, 1890, p. 692). Les éléments de leurs roches ne dérivent point, pour la plus grande part, des formations dinantiennes, qui les auraient enserrés de tous côtés (LOHEST, 1899 *a* ; 1904 *b*, p. 331).

d) La configuration actuelle des gisements houillers de la Belgique (cf. pl. I) n'est d'ailleurs que la conséquence

(1) Le cas de Merville (Nord) est beaucoup moins clair (cf. PRUVOST, 1919). Il se pourrait d'ailleurs que ce sondage ait pénétré dans une orgue géologique, base d'un puits naturel.

combinée des phénomènes tectoniques postérieurs au dépôt, et des phénomènes d'érosion postérieurs aux mouvements tectoniques (DE MARGERIE, 1890, p. 685).

L'horizontalité primitive des dépôts de l'assise de Chokier est évidente, puisqu'ils ont été originellement boueux et de grain très fin, et encore, parce que, partout, leurs allures sont concordantes avec celles des couches de houille de l'assise d'Andenne, lorsque celle-ci est encore représentée.

Leurs plissements, leur redressement jusqu'à la verticale, leur renversement même attestent l'influence d'actions tectoniques (CACHY, D'OMALIUS et SAUVEUR, 1832, p. 4).

D'autre part, les plis des bassins houillers des synclinaux de Dinant et de Namur étant, sauf le cas de fractures, régulièrement relayés par les plissements des formations dinantiennes et dévoniennes, il semble tout naturel d'attribuer à des érosions leur discontinuité actuelle (DE MARGERIE, 1890 ; LOHEST, 1904 *b*, p. 231 ; STAINIER, 1904 *d*, p. 416).

La surface actuelle du socle paléozoïque se montre complètement indépendante de l'allure tourmentée des couches et présente essentiellement, abstraction faite des entailles correspondant aux vallées, la disposition d'un plateau presque horizontal. Or, il y a impossibilité pour une région plissée, comme l'est l'Ardenne, de rester plane malgré le plissement, si l'on ne fait pas appel à l'hypothèse de son arasement ultérieur (DE MARGERIE, 1890, pp. 684 et 694).

Les études de géologie expérimentale nous conduiront d'ailleurs à conclure que les allures des régions actuellement superficielles des dépôts westphaliens n'ont pu se produire que sous une charge importante, c'est-à-dire en profondeur (cf. DE MARGERIE, 1890, p. 690 ; LOHEST, 1912 *b*, p. 545).

Le démantèlement ultérieur de la chaîne montagnaise par les agents d'érosion ressortira comme corollaire de cette conclusion.

Enfin, l'existence de roches houillères à l'état remanié dans les formations plus récentes qui recouvrent le socle paléozoïque fournit la preuve irréfutable, mais dans une proportion minime, de ces phénomènes d'érosion.

e) La liaison originelle des bassins de Haine-Sambre-Meuse et de la Campine est vraisemblable (cf. STAINIER, 1904 *d*, p. 420).

Une coupe tracée à l'échelle (cf. pl. II) permet de le constater (LOHEST, 1908 *b*).

La puissance de l'assise de Chokier n'est d'ailleurs pas inférieure à 100 mètres à Baudour (Hainaut); elle paraît être aussi importante à Woensdrecht (Campine).

En résumé, nous avons donc toutes raisons d'admettre qu'au début des temps westphaliens, l'immersion du pays était continue, depuis la frontière septentrionale, tout au moins jusqu'à une ligne jalonnée par Florennes, Dinant (LOHEST, 1896 *b*; DE DORLODOT, 1898, p. 7, note 4), Ocquier et Baelen (1).

Peut-être l'extrémité orientale du massif du Brabant constituait-elle une île. Le seul indice relevé jusqu'ici est la découverte, dans le Couchant de Mons, d'un galet erratique de tuf (CORNET, 1908 *a*), qui pourrait être rapporté aux formations siluriennes ou cambriennes de ce type que renferme le massif du Brabant, mais pourrait, tout aussi bien, être d'origine lointaine.

Il est, d'autre part, délicat de faire état du poudingue découvert à Horion-Hozémont (FOURMARIER, 1912 *f*, cf. chap. VI, n° 8), ou, encore, de la structure bréchoïde des phitanites à Sirault (CORNET, J., 1909 *a*, n° 137; 1913 *a*, n° 1108, note).

(1) Si l'on tenait compte de la contraction, c'est-à-dire du déplacement vers le Nord produit par les mouvements tectoniques à la phase hercynienne, ces localités occuperaient évidemment, sur une esquisse cartographique de la Belgique à l'époque westphalienne, une situation plus méridionale par rapport au Brabant.

72. *Au début, la profondeur d'eau est faible. Il en sera ainsi durant toute l'époque westphalienne* (cf. n° 46; *contra* STAINIER, 1904 *d*, p. 434).

A supposer qu'aucun mouvement du sol ne se soit produit durant la phase de Chokier, on peut, en effet, considérer la puissance de cette assise comme représentant l'épaisseur originelle de la nappe d'eau, puisque, à la clôture de la phase de Chokier, au moment de la constitution du premier « mur » ou de la première couche de houille (cf. n° 63), le pays formait une plaine marécageuse, c'est-à-dire était sensément exondé.

Dans ces conditions, l'examen de la planche III fournit la preuve que la profondeur était faible et variable.

La démonstration des affaissements ultérieurs ressort des développements précédents (n° 66).

Toujours sous bénéfice de la même hypothèse, la même planche III fournit la confirmation du fait que l'examen des divers facies des bassins du dépôt nous a déjà permis d'établir, savoir que, la profondeur des bassins de dépôt *a*, dans la suite, été rarement supérieure à 100 mètres.

Si l'affaissement a été concomitant du dépôt, les chiffres fournis par la puissance des stampes représenteraient même un grand maximum.

Mais il est également nécessaire pour que cette déduction soit logique, qu'il soit établi que le sol n'a pas été soumis, par instants, à des mouvements d'émergence, notamment à l'époque de la formation des couches de houille (cf. LE HARDY, 1856, p. 12; SUSS, 1888, p. 299; 1899, p. 389).

Cette objection ne semble pas fondée; il me paraît plus naturel d'admettre que le comblement progressif du bassin de dépôt par les sédiments a seul provoqué le relèvement graduel du sol, car, d'une part, tous les facies sont d'eau peu profonde et, d'autre part, les facies, franchement

marins, sont cantonnés à la base des stampes stériles particulièrement puissantes.

Il n'a d'ailleurs été signalé, dans les aires actuelles d'extension des dépôts, aucune preuve d'émersion se traduisant par une oxydation des roches. Brèches (cf. chap. VI, n° 8, et CARPENTIER, 1913, pp. 288-294) et affouillements (*wash-out*) sont des phénomènes localisés.

L'explication de l'origine des brèches polygènes (Landelies, Dourlers [Nord français]), dans lesquelles ont été signalés récemment des fragments de roches fossilifères d'âge westphalien (CARPENTIER, 1913, p. 298), constitue d'ailleurs un problème encore obscur.

Dans ces conditions, l'idée d'un affaissement continu, étant la plus simple, apparaît comme la plus vraisemblable.

73. *L'affaissement se fit sentir sur la plus grande partie, sinon la totalité, du territoire belge.*

Pour ce qui est de la région de Haine-Sambre-Meuse, la comparaison des échelles stratigraphiques (pl. III) établit clairement que, dans les limites où l'érosion a respecté les dépôts, les séries sont, d'une frontière à l'autre, remarquablement parallèles (cf. F.-L. CORNET, 1867). Retouchés à l'aide des données fournies par les plus récentes études, ces diagrammes seraient encore plus uniformes (1).

Si l'on compare aux bassins houillers de la région de Haine-Sambre-Meuse ceux du synclinal de Dinant (cf. STAINIER, 1904 *d*, p. 416; RENIER, 1908 *e*), et surtout celui, beaucoup plus complet d'Eschweiler (cf. WESTERMANN, 1905; RENIER, 1906 *h*; HOLZAPFEL, 1910, p. 50), qui se rattache au massif de la Vesdre, le parallélisme de la série stratigraphique est également frappant (cf. chap. VIII).

Quant au bassin de la Campine, le parallélisme de sa

(1) Ce serait notamment le cas du bassin de Herve, où par suite de complications tectoniques, la couche *Judée* n'est que la répétition de *Première Miermont* = *Bouxharmont* (pl. III).

légende stratigraphique et de celle des bassins de Haine-Sambre-Meuse a été démontré dès le début des recherches (FOURMARIER et RENIER, 1903, 1906); mais le rapprochement détaillé ne pourra être tenté que lorsque les travaux d'exploitation permettront de réunir des éléments plus nombreux et plus complets.

L'importance de l'affaissement, et surtout sa constance, conduisent, d'autre part, à le considérer comme ayant affecté une région bien plus vaste que celle où existent actuellement des gisements houillers.

74. *Cependant, le mouvement d'affaissement ne fut pas uniforme sur l'ensemble du territoire belge.*

Des faits d'ordres divers permettent d'établir cette thèse, tout au moins pour ce qui concerne les bassins de Haine-Sambre-Meuse et d'Eschweiler, les seuls dont l'étude ait été quelque peu poussée.

Certains traits semblent n'être qu'accidentels et sans signification nette.

Telles seraient certaines accentuations ou diminutions de la puissance des stampes (JOASSART, 1889), la présence de sols de végétation sporadiques (STAINIER, 1902 *d*, p. 75), — mais que je n'ai, pour ma part, jamais observés dans des levés détaillés, — l'existence d'érosions sous forme de chenaux remplis de cailloux (cf. BRIART, 1889, p. 825), de brèches (cf. chap. VI, n° 8), ou encore de légères transgressions.

D'autres caractères sont, au contraire, généraux, et semblent susceptibles d'une interprétation systématique.

a) On peut, tout d'abord, utiliser un principe formulé et appliqué notamment par M. Bertrand (1892, p. 151, fig. 8; 1900, p. 534, fig. 8), et rechercher les lois de variations de la stampe entre deux couches de houille, types par excellence des formations de très faible pro-

fondeur d'eau ou encore, par application d'un principe en apparence réciproque, les variations de puissance des couches de houille.

M. Stainier (1904 *c, d*, pp. 438, 441, 447) a tenté de réunir des matériaux dans ce but.

Pour ce qui est des stampes, cet auteur conclut à une variation longitudinale se traduisant, tant vers l'Est que vers l'Ouest, par une augmentation de puissance du Westphalien inférieur, à partir de l'anticlinal transversal du Samson, et par une augmentation à partir du même axe, mais vers l'Est seulement, de la puissance de l'assise de Châtelet qui, dans la Basse-Sambre et le bassin de Charleroi, — massif d'Ormont excepté, — ne présente, au contraire, que de faibles variations. Dans la direction transversale, M. Stainier note une augmentation progressive, quoique médiocre, de l'épaisseur des stampes, dans le sens Nord-Sud à travers le bassin hennuyer.

Des levers détaillés, avec raccords justifiés couche par couche, exécutés dans le bassin de Liège au cours de ces dernières années, me portent à admettre qu'il y a accentuation de la puissance des stampes dans les régions nodales des maxima de la teneur en matières volatiles des couches de houille.

Quant aux couches de houille, leur puissance paraît diminuer en sens contraire de celle des stampes et, de façon générale, vers les nœuds que souligne la répartition de la teneur en matières volatiles (cf. chap. VI, n° 20). Des recherches récentes m'ont montré que cette relation est inexistante, ou, mieux, qu'elle est plus complexe.

b) La localisation de certains facies lithologiques est également suggestive.

Les poudingues à éléments bien roulés, mais de calibre assez fort et de natures variées, sont cantonnés dans la

région orientale : bassin d'Eschweiler, prolongement du massif de la Vesdre (cf. BARROIS, 1907, p. 253 ; HOLZAPFEL, 1910, p. 50), et massif de Saint-Hadelin (cf. FOURMARIER, 1913 *b*, p. 676).

M. Stainier (1904 *c, d*, pp. 439 et 446) a insisté sur les variations de puissance de divers niveaux de l'assise d'Andenne (grès de Salzennes ou de Neufmoulin ; grès grossier ou poudingue houiller H1c), et de l'assise de Charleroi (grès de Ham ou de Flémalle). La puissance de chacun de ces trois niveaux diminuerait longitudinalement, tant vers l'Est que vers l'Ouest, à partir de la région anticlinale du Samson ; le poudingue H1c varierait de même transversalement, tant vers le Nord que vers le Sud, à partir de l'axe du synclinal, tout au moins aux environs d'Andenne.

En outre, l'étude des variations du toit de la couche directrice, base de l'assise de Charleroi, aboutirait à la conclusion que ce niveau, vaseux aux environs du Samson, devient progressivement plus sableux, lorsqu'on s'éloigne, soit vers Charleroi, soit vers Liège, et dans ce dernier sens, devient à nouveau vaseux vers la frontière orientale (STAINIER, 1904 *c, d*).

Quant à la variation de la teneur des houilles en matières volatiles (cf. chap. VI, tabl. E), elle est à noter, sous réserve d'une interprétation, que nous esquisserons dans un instant.

c) Dans le domaine paléontologique, le fait le plus frappant est la localisation des calcaires à crinoïdes de l'assise d'Andenne dans le bassin du Hainaut (cf. pl. III ; RENIER, 1908 *a*, p. 163 ; *contra* ? PURVES, 1881, p. 532). Bien que leur développement paraisse avoir été sporadique, leur nombre semble aller croissant du Samson à la frontière française.

L'assise de Chokier présentait déjà des variations fauniques (cf. PURVES, 1881, p. 555). Le faciès à céphalopodes est encore inconnu en Campine (Woensdrecht). Il est plus typique dans la région liégeoise qu'à Eschweiler, dans le Condroz et surtout à Beaudour (Mons), où dominent les lamellibranches. Des *Lingula* n'ont jusqu'ici été signalées qu'à Bioulx (Anhée). Il est vrai qu'elles y sont associées à la faune à lamellibranches de Baudour.

L'étude de la répartition à un même niveau des faciès distingués ci-dessus (nos 34-45) fournit des résultats plus significatifs encore, surtout si la diversité est grande.

L'horizon à *Gastrioceras carbonarium* (RENIER, 1912 *d*, carte), n'est développé sous le faciès à céphalopodes que dans la région méridionale des bassins de Liège et de Seraing, ainsi que dans le bassin des plateaux de Herve. Plus au Nord, on rencontre une bande à végétaux allochtones très dilacérés, puis une bande à végétation subautochtone, mais avec surimposition du faciès à spirorbes; enfin, sur le versant septentrional du bassin de Liège, on signale, dans l'Est, un faciès à flore nettement subautochtone. Les conditions seraient similaires dans la région de Charleroi (STAINIER, 1904 *d*, p. 444).

De même, le toit de la couche Estenaye (1) et celui de la couche Grand-Bac (= NAVIRON, pl. III; cf. STAINIER, 1905, p. 79; RENIER, 1912 *c*, p. 375) ne présentent le faciès à *Lingula* que la région nodale du bassin de Liège (cf. chap. VI, n° 27).

Dans leur ensemble, ces faits sont suggestifs. Pour les interpréter logiquement, on ne doit pas perdre de vue que massifs de Theux et de Saint Hadelin, et surtout synclinal

(1) Ce niveau n'a pas été mentionné à la planche III, parce que des doutes s'étaient élevés à son sujet (cf. RENIER, 1912 *d*, p. 387); mais son existence a été confirmée récemment par M. E. Humblet.

de Dinant et massif de la Vesdre ont, par suite de charriages, été déplacés de plusieurs kilomètres vers le Nord, et encore que, sauf dans la région du Samson, et notamment à l'extrémité occidentale du bassin d'Andenne, ces nappes masquent, par leurs recouvrements, la partie méridionale du gisement de Haine-Sambre-Meuse. Ainsi, ce que descriptivement nous dénommons région méridionale du bassin de Seraing n'est, tout au plus, que la partie centrale du synclinal de Namur dans la région liégeoise (STAINIER, 1904 *c, d*, p. 447; cf. DORMOY, 1862; 1867, p. 133; non GOSSELET, 1863, p. 8).

Sous bénéfice de cette remarque, il résulte de ce qui précède que l'aire de dépôt était compliquée d'un géosynclinal complexe (1), coïncidant sensiblement avec le synclinal de Namur.

La région de l'anticlinal transversal du Samson y jouait le rôle d'une barrière zoologique (Ex. : faciès à crinoïdes), d'un haut fond où l'action plus vive des courants ne permettait, à certains moments, que le dépôt de sédiments plus grossiers. (Voir ci-dessus *b*.) Bref, c'était une façon de géanticlinal (STAINIER, 1904 *d*, p. 438).

Dans ces conditions, les variations de la teneur en matières volatiles d'une même couche de houille apparaissent comme caractéristiques des aires géosynclinales ou géanticlinales. La teneur est minimum vers le Samson, donc dans les aires géanticlinales.

Cette conclusion, déduite de la considération d'une coupe longitudinale du gisement de Haine-Sambre-Meuse, peut être utilisée pour l'interprétation des variations dans les coupes transversales.

La région septentrionale des bassins de Haine-Sambre-Meuse, cédait moins rapidement que leur ligne axiale :

(2) Ce terme est pris dans le sens le plus large.

ainsi, se manifestait en bordure le géantoclinal du Brabant.

Le géantoclinal de l'Ardenne s'accroît au point de s'émerger. C'est la signification des poudingues de la région orientale, notamment du bassin d'Eschweiler (cf. FOURMARIER, 1913 *b*, p. 670).

Quant au géantoclinal du Condroz (cf. HAUG, 1900, p. 627), sa recherche est délicate. Son existence est probable, s'il est exact que, dans le massif d'Ormont, on relève et réduction de la puissance de l'assise de Chatelet (STAINIER, 1904 *d*, p. 441) et diminution de la teneur en matières volatiles (cf. chap. VI, n° 28). L'opinion a cependant été formulée (de DORLÉDOT, H., 1898, p. 7) que jusqu'à la fin de l'époque westphalienne, synclinaux de Namur et de Dinant ne cessaient de communiquer. Elle est pour le moins, probable.

Quoiqu'il en soit, ces considérations tranchent la question posée au début. Il ne s'agit pas en l'occurrence de mouvements purement eustatiques, d'un simple relèvement du niveau des eaux par rapport à la terre ferme.

75. De ces faits, découle déjà comme conclusion vraisemblable, la conception que l'allure d'ensemble des dépôts a dû être régressive (cf. DE LAPPARENT, 1892, p. 36).

On ne connaît, à vrai dire, dans les bassins actuels, c'est-à-dire dans les aires géosynclinales, aucune régression, mais bien plutôt des transgressions locales concomitantes des affaissements, qui ont provoqué la disparition des forêts marécageuses.

Toutefois, les éléments terrigènes des dépôts nous fournissent la preuve de l'importance de l'émersion des régions bordières. Les études lithologiques sont certes peu avancées. Néanmoins, les galets, soit erratiques, soit conglomérés, fournissent des renseignements assez nombreux,

encore que leur étude microscopique n'ait été entreprise que dans un petit nombre de cas.

Les récoltes s'étendent, depuis le sommet de l'assise d'Andenne (poudingue H1c) jusqu'à un niveau assez élevé, quoiqu'encore imprécis, de l'assise du Flénu (poudingue du toit de la couche Edouard du bassin du Pas-de-Calais). Elles ont été particulièrement abondantes à divers niveaux (Veine du Nord à Aniche).

Les auteurs sont des plus affirmatifs (STAINIER, 1904 *d*, p. 421; BARROIS, 1907, 1910 *a b*; cf. 1901; DE DORLÉDOT, H., 1908): la majorité de ces éléments sont d'âge westphalien, les uns plus anciens, les autres relativement récents par rapport au niveau où ils se rencontrent.

Ils ont été façonnés à l'état de galets dans des régions continentales, car leurs formes sont celles de cailloux de torrents ou de cordons littoraux (BARROIS, 1907, pp. 281 et 296, fig. 11-19); ils ont ensuite été repris pour être incorporés aux dépôts nouveaux des régions géosynclinales.

76. Néanmoins, *il n'existe aucune preuve positive que les régions du Brabant et du Condroz, aient été exondées de façon progressive.*

L'occasion s'est déjà offerte ci-dessus (n°s 64 et 71) de signaler des indices, il est vrai douteux, d'émersion à la phase de Chokier, du Siluro-cambrien du Brabant, et surtout aux phases de Chokier et de Chatelet de la bordure septentrionale de l'anticlinal de l'Ardenne.

Pour ce qui est de ce dernier, la présence de galets de calcaires silicifiés d'âge douteux d'après Holzapfel (1910, p. 47), frasniens d'après Semper (1909, p. 226), à divers niveaux poudingiformes de la série d'Eschweiler, et tout au moins à un niveau dans la bande sud du pays de Herve, prouve qu'une région méridionale que l'on peut provisoirement assimiler à l'Ardenne, était continentale durant les

phases d'Andenne et de Chatelet. C'est, en outre, une nouvelle preuve de régression.

Cependant nulle part ailleurs, en Belgique, principalement dans le gisement de Haine-Sambre-Meuse et en Campine, on ne connaît semblables conglomérats, si ce n'est à un seul niveau de l'assise du Flénu dans le Pas-de-Calais (couche Edouard, à Lens) et peut-être dans le Couchant de Mons.

Mais l'absence de roches dévoniennes, siluriennes et cambriennes parmi les galets houillers est tenue pour un fait constant (STAINIER, 1904 *d*, non 1896, p. 14; BARROIS, 1910 *a b*, p. 312, non 1901, pp. 32-33 et 1907, p. 276; cf. CARPENTIER, 1913, p. 311). La démonstration mériterait toutefois d'être reprise et approfondie sur la base d'études lithologiques, et surtout de nouvelles récoltes d'échantillons.

A en juger, d'après nos connaissances actuelles, les géanticlinaux du Brabant, du Condroz et même de l'Ardenne ne se seraient donc pas accentués au point d'être profondément dénudés, ainsi qu'on se le représentait jadis (cf. RUTOT et VAN DEN BROECK, 1883, figure), et le synclinal de Dinant n'était pas terre ferme (*contra* GO. SELET, 1888, p. 713).

L'examen d'une coupe tracée à l'échelle, depuis le bassin de Haine-Sambre-Meuse jusqu'en Campine (cf. pl. II), porte d'ailleurs à admettre que le massif du Brabant a été recouvert, non seulement par le Westphalien inférieur, ainsi qu'il a déjà été dit ci-dessus (n° 71 *e*), mais encore par les dépôts du Westphalien supérieur (LOHEST, 1908 *b*). Il est certes délicat de faire, sur semblable coupe, le départ entre l'influence des mouvements épirogéniques et celle des plissements hercyniens. Mais il est avéré que les variations de puissance des stampes sont très lentes et que les séries stratigraphiques sont, de part et d'autre, très épaisses. D'ailleurs, si divers auteurs (LEDOUBLE, 1906, p. 556; CAMBIER, 1913 *b*, p. 307; CARPENTIER, 1913, p. 310) ont émis l'hypothèse de mouvements tectoniques intrawestphaliens, ils n'ont produit, à l'appui de cette idée, aucune observation probante.

Il semble donc plus conforme aux faits d'admettre que l'accentuation du géosynclinal d'ensemble a été plus rapide que celle des géanticlinaux dits de premier ordre. Si les bassins houillers tendaient à se différencier, leur séparation sur le territoire belge n'aurait pas encore été effective (cf. FIRKET, 1894, p. 53; STAINIER, 1904 *d*, p. 435; BARROIS, 1910 *b*, p. 321). La suite immédiate de l'exposé fournira d'ailleurs des arguments indirects en faveur de cette opinion.

77. *Les régions continentales qui ont fourni les principaux éléments terrigènes des dépôts westphaliens possédaient un substratum de roches cristallines.*

Deux preuves ont été données : la nature de grès houillers et celle de certains galets erratiques ou conglomérés.

a) Les grès des gisements houillers de la Belgique sont fréquemment feldspathiques, et ce à des niveaux divers de la série stratigraphique. Aussi, est-il admis qu'ils dérivent manifestement d'un granite (LOHEST, 1899 *a*, p. 84; 1904, p. 21; 1908 *b*; STAINIER, 1904 *d*, p. 424; cf. BURAT, 1841, p. 34; JACQUES, 1867, p. 163; DE MACAR *in* DEWALQUE, 1875 *b*, pp. 925).

Toutefois, les études microscopiques ne confirment que dans une mesure modérée, la présence de feldspaths dans les grès houillers du Westphalien de Belgique.

b) Deux des niveaux les mieux étudiés des bassins français, l'un à galets erratiques, celui de la Veine du Nord à Aniche, l'autre poudingiforme, celui du toit d'Edouard à Lens, ont fourni une proportion notable de roches cristallines : granite, microgranulite, gneiss granulitique, cornalite, pegmatite, micaschistes (BARROIS, 1901, 1907, 1910 *a, b*), auxquelles il faut rattacher la plupart des quartz laiteux et gras ou hyalins, dont certains sont notoirement

de nature pegmatitique (STAINIER, 1904 *d*, p. 430; BARROIS, 1907, p. 277; 1910 *b*, p. 312; cf. 1901, p. 32).

Cette région cristalline, qu'il y a lieu de considérer comme bordière du géosynclinal, ne faisait point partie du territoire belge. On ne connaît, en effet, dans le socle paléozoïque de la Belgique, que quelques pointements insignifiants de granite, cantonnés dans le Cambrien de la région orientale de l'anticlinal de l'Ardenne. Leur intervention dans la fourniture d'éléments minéraux est d'ailleurs improbable, attendu que celle des formations cambriennes et dévoniennes est nulle ou insignifiante (cf. n° 76). Holzapfel est d'ailleurs porté à considérer les granites de l'Ardenne comme étant d'âge carboniférien.

Les géosynclinaux étant allongés suivant la direction Est-Ouest, la région cristalline était donc située soit au Sud (STAINIER, 1904 *d*, p. 427; DE DORLODOT, H., 1908, p. 37; CORNET, 1913 *a*, n° 1108; CARPENTIER, 1913, p. 310; JONGMANS, 1915, p. 2), soit au Nord de la Belgique (LOHEST, 1899 *a*, p. 48; 1908*b*). Cette dernière hypothèse est la plus vraisemblable.

Le massif cristallin le plus proche, qui soit au Sud, est celui qui s'étend des Cornouailles, ou mieux de la Bretagne aux Vosges. L'extension du massif paléozoïque de la Belgique est certes inconnue au delà d'une ligne allant de Guise à Longwy (cf. VAN WERVEKE, 1908 *a*, *b*).

A l'Est, l'intervalle entre l'Ardenne et les Vosges est occupé par la région anticlinale du Hunsrück, puis le bassin houiller lorrain. Ce dernier, dont l'extension vers l'Ouest est encore imprécise, présente certes de remarquables affinités avec les bassins belges. Les cailloux de roches remaniées y seraient, également, surtout des quartz ou des quartzites noirâtres. Qui plus est, sa flore est celle des bassins belges, si même quelques formes végétales (Ex. *Palaeowechselia*) paraissent lui appartenir en propre. Ce qui semble exclure l'idée d'une communication directe

des gisements de Sarrebrück avec les bassins belges aux temps westphaliens, c'est surtout l'absence de faunes marines en Lorraine. Ce dernier fait est considéré comme acquis, car les indications contradictoires sont rares et vagues (cf. JOLY, 1908, p. 72). Il est toutefois à noter que les assises de Chatelet, d'Andenne et de Chokier, les plus riches en niveaux à faune marine du Westphalien de la Belgique, du Nord de la France et de la Westphalie, n'ont pas encore été touchées à Sarrebrück, par suite de l'allure grossièrement anticlinale de ce « bassin ». Enfin, l'argument le plus sérieux d'une séparation des gisements belges d'avec celui de Sarrebrück, et à plus forte raison, d'avec les Vosges, est la surrection progressive aux temps westphaliens de l'anticlinal de l'Ardenne (cf. ci-dessus n° 74).

A l'Ouest, entre la Belgique et la Bretagne, s'intercale le Calvados, où le petit bassin houiller de Litry, d'âge stéphanien comme les assises supérieures de Sarrebrück, paraît constituer, lui aussi, un obstacle à une communication directe. Quoiqu'il en soit, l'étude des cordons littoraux des mers carbonifériennes en Bretagne y a fait reconnaître, à M. Barrois (1907, p. 308), que les galets de roches cristallines des gisements franco-belges ne proviennent pas de ces régions.

Mais le massif a pu être situé au Nord de la Belgique. Etant donnée l'extension continue du Westphalien jusque dans le Peel (région septentrionale du Limbourg hollandais) et la plaine du bas Rhin, ce massif se rattacherait à celui de la Scandinavie. Un argument très net, en faveur de cette idée, serait la proportion plus grande de feldspath dans certains grès du bassin de la Campine (cf. FOURMARIER et RENIER, 1903, p. 1185; 1906, p. 501 *b*), si ce fait n'était pas contesté (STAINIER, 1904 *d*, p. 427). D'autre part, l'étude comparative des galets de roches cristallines n'a pas encore été faite comparativement avec celle des types

norwégiens, si tant est qu'elle soit possible, étant donné le degré d'altération des galets (BARROIS, 1907, p. 280). Mais il n'en est pas moins vrai que les recherches poursuivies par les géologues anglais au sujet des galets de roches cristallines du Carboniférien de ce pays, ont abouti à la conclusion qu'ils dérivait d'un continent, l'*Archæia*, s'étendant de l'Ecosse à la Scandinavie (cf. BARROIS, 1907, p. 306 ; JUKES BROWNE, 1911, p. 162).

Enfin, l'intervention d'une région cristalline et granitique dans la constitution des dépôts paléozoïques de la Belgique est continue, tout au moins depuis l'aurore de la période dévonienne.

Les formations de base de cette série transgressive sont ici des arkoses riches en kaolin, là des poudingues contenant des roches tourmalinifères ou de la tourmaline. Les grès du Dévonien inférieur et du Dévonien moyen sont fréquemment feldspathiques (STAINIER, 1904 *d*, p. 425 ; cf. LOHEST, 1908 *b*). Tout récemment, M. Kaisin signalait la découverte, aux environs d'Andenne, d'un galet erratique de granite dans la couche d'oligiste oolithique du Famennien inférieur.

Or, la série dévono-carboniférienne de Belgique est transgressive vers le Nord. Durant le Dévonien inférieur et moyen, l'axe majeur du géosynclinal était notoirement dans la région méridionale du pays, puisque la puissance des dépôts va décroissant dans le sens Sud-Nord. L'origine septentrionale des éléments granitiques est donc évidente. Si l'idée a été émise de la possibilité d'existence d'un massif granitique sous le synclinal de Dinant (GOSSELET, 1888, p. 269), elle n'est valable, et encore, que pour les couches de base de la série dévonienne.

Néanmoins, il se pourrait que, malgré les apparences, les galets remaniés des dépôts westphaliens provinssent, les uns du Nord, les autres du Sud (Vosges). Une connais-

sance approfondie et comparative des dépôts belges et lorrains serait à cette fin nécessaire (BARROIS, 1910 *b*, p. 323). Elle seule permettrait, en outre, de décider si l'accentuation du géantoclinal de l'Ardenne a maintenu et accentué son exondation, aux phases de Charleroi et du Flénu.

Le ou les massifs cristallins de bordure semblent s'être exhaussés continuellement au cours de la période westphalienne. C'est la preuve complète de la nature épirogénique des mouvements intrawestphaliens en Belgique.

En effet, la proportion de roches cristallines est plus forte dans le conglomérat de l'assise du Flénu, à Lens, que parmi les galets erratiques de l'assise de Chatelet (Veine du Nord). Il passe de 5 à 27 %. Cette comparaison peut évidemment être considérée comme peu rigoureuse, puisqu'il s'agit de formations de types différents. Néanmoins, il est logique d'y voir la manifestation de l'érosion remontante dans le massif granitique de bordure (BARROIS, 1910 *b*, p. 322).

Remarquons enfin et incidemment qu'il n'est pas irrationnel de considérer que les galets remaniés de nombreuses roches westphaliennes proviendraient, eux aussi, des régions géantoclinales de bordure, et non des géantoclinaux du Brabant et du Condroz, dont l'émergence n'est pas certaine.

Les phtanites ne sont pas exclusivement caractéristiques du bord nord du synclinal de Namur (cf. BARROIS, 1907, p. 295). Des phtanites à radiolaires, tels ceux rencontrés à Aniche (BARROIS, 1907, pl. IV, fig. 2) et à Lens (BARROIS, 1901, p. 32), et partout si fréquents dans le poudingue H1c, n'ont pas encore été signalés en place dans la série stratigraphique des gisements belges (1).

Si les quartzites lustrés, abondamment représentés parmi les galets remaniés, sont identiques d'aspect à des roches westphaliennes connues exclusivement sur le bord nord du bassin de Namur

(1) On en connaît, par exemple, dans la *Pendleside Series* (H1a) au Devonshire (cf. JUKES BROWNE, 1911, p. 165).

STAINIER, 1904 *d*, p. 423), cette constatation n'exclut pas la possibilité d'existence de roches identiques dans d'autres régions. Si certains de ces quartzites sont à ciment de sidérose (STAINIER, 1896, p. 3) et rappellent des types houillers (cf. DEWALQUE, 1868, p. 64), il en est d'ailleurs d'autres qui sont tourmalinifères (LOHEST, 1894), et peuvent être rapprochés de types dévonien ou prédévonien, suivant une opinion ancienne, encore acceptée au sujet du bassin de la Sarre.

De nouvelles recherches pétrographiques sont nécessaires si l'on veut vider cette question.

78. *Le mouvement d'affaissement était saccadé.*

La formation des couches de houille a correspondu à des périodes, parfois longues, de grand calme.

La reprise des mouvements épirogéniques, provoquant une descente des aires géosynclinales, ramenait le sol des plaines marécageuses à une profondeur trop grande sous le niveau des eaux pour que la végétation put s'y maintenir (LE HARDY, 1867, p. 28). L'affaissement provoquait ainsi, dans la plupart des cas, la disparition des forêts, et entravait d'autant mieux la formation de la houille que la sédimentation terrigène se trouvait facilitée par l'accentuation de l'émergence des régions géantoclinales de bordure.

Le mouvement d'affaissement ayant pris fin, le bassin se comblait jusqu'à exondation, ainsi qu'il a été dit ci-dessus (n° 72).

79. *Les mouvements d'affaissement étaient relativement rapides.*

Non pas que l'époque westphalienne ait été en Belgique celle de mouvements intenses (cf. SCHMITZ, 1906, p. 486 ; POTONIÉ, 1910, p. 187), ou encore que les mouvements se soient traduits par des tremblements de terre (LE HARDY, 1856, p. 11), car les effets actuels de semblables trem-

blements sont minuscules par rapport à ceux des mouvements auxquels nous avons affaire.

Mais la localisation des facies nettement marins dans la région inférieure des stampes stériles est un indice que la plus grande profondeur d'eau a été rapidement atteinte.

De même, les grès et les poudingues témoignent d'une sédimentation particulièrement active et surtout de l'accentuation du relief des géantoclinaux de bordure (CORNET, 1913 *a*, n° 1108). Il faut cependant admettre que la régularité de certains poudingues sur de vastes espaces réclame, en outre, une configuration spéciale du bassin de dépôt (BARROIS, 1901, pp. 28-30). Ce sont probablement là des formations d'estuaires peu profonds.

80. *Les mouvements étaient progressifs.*

La descente du sol dans les aires géosynclinales était douce. C'est ainsi, par exemple (cf. LE HARDY, 1867, p. 28), que les troncs debout ont pu être maintenus tels quels jusqu'à enlèvement. Une autre preuve est souvent fournie par l'existence d'un banc à faune d'eau douce entre certaines couches de houille et leur toit à faune marine.

K. — **Consolidation des dépôts.**

81. Question préalable : Quel était l'état des éléments des dépôts au moment de leur consolidation ?

Les éléments principaux des roches (cf. nos 27-29) ne sont évidemment point parvenus à l'état de fraîcheur sur le fond du bassin de dépôt.

Avant que d'être enfouis définitivement, ils eurent, en outre, à subir, sur le fond même du bassin de dépôt, des altérations variables.

Il n'est guère possible de faire la distinction entre les deux catégories de phénomènes. Les faits acquis sont d'ailleurs assez maigres.

Les éléments terrigènes ont eu le moins à souffrir.

L'altération profonde de certains galets de roches cristallines emballés dans la houille semble cependant devoir être attribuée à l'action des matières humiques (BARROIS, 1907, p. 280).

Quant aux végétaux, les données exclusivement morphologiques sont encore insuffisantes pour trancher les différences qui peuvent exister entre les divers états de conservation. La macération est toutefois particulièrement avancée dans les dépôts marins.

W. Spring (1887 p. 141) est le seul chimiste qui, à ma connaissance (cf. STEVENSON, 1911, p. 78), ait eu la curiosité de rechercher méthodiquement les variations de constitution du charbon suivant son gisement : mur, couche de houille, toit. Bien que ces recherches méritent d'être reprises en vue d'apporter plus de précision dans les relations avec les facies du mur et du toit, les tâtonnements de leur auteur ont néanmoins abouti à l'établissement d'une méthode intéressante. Les résultats sont, en outre, frappants par leur concordance. Dans le charbon, préalablement concentré par dissolution des éléments terrigènes, le rapport du carbone à l'hydrogène est identique dans le mur et la couche de houille : ce qui signifie que leur mode de formation est analogue. Dans le toit, ce rapport va régulièrement croissant, au fur et à mesure qu'on s'éloigne de la couche de houille : ce qui prouve que les conditions de formation ont été différentes, et que l'oxydation a été ici beaucoup plus forte. Spring y a vu une preuve en faveur de la théorie de la formation des couches de houille par tourbage. Mais, pour que la démonstration fut inattaquable, elle eut dû être complétée par une description du gisement, qui eut vraisemblablement conclu à l'absence d'organes aériens dans le mur, et, surtout, à la présence d'une flore subautochtone dans le toit. Je dis vraisemblablement en raison de la position stratigraphique de la couche examinée.

M. Barrois (1910, p. 315) a d'ailleurs confirmé que la teneur en matières volatiles des végétaux du toit est inférieure à celle de la couche de la houille.

82. L'un des phénomènes le plus hâtifs de la consolidation des dépôts est celui du concrétionnement.

Les sels minéraux, en tout premier lieu les carbonates, se sont ainsi rassemblés dans les dépôts de consistance colloïdale, principalement dans les argiles, et ont constitué, soit des barres ou des lits, soit des concrétions proprement dites, de formes plus ou moins régulières (cf. RENIER, 1908 *a*, fig. 56), et d'ailleurs en relation, dans bien des cas, avec celle du débris d'organisme, animal ou plante, qui servi de centre d'attraction.

Dans ce premier cas, il s'agirait plutôt de formations sédimentaires, car dans les « murs », ces lits ou barres n'existent plus, et les concrétions, de formes très irrégulières, méritent bien d'être dénommées « rognons ».

Les sulfures de fer, généralement sous forme de pyrite, représentent, souvent, une venue postérieure. Ils ont imprégné, par cémentation, aussi bien les concrétions proprement dites (cf. RENIER, 1909 *b*, p. 154), que les galets erratiques (BARROIS, 1907, p. 265).

83. La présence des eaux marines a généralement favorisé les phénomènes de concrétionnement.

Les nodules calcaires ne se rencontrent que dans les dépôts en relation avec les formations marines. Il est de règle qu'une couche de houille ne soit transformée massivement en dolomie que là où son toit renferme une faune à céphalopodes (cf. n° 53).

La pyrite est, elle aussi, particulièrement abondante dans le cas de formations marines (cf. chap. VII, n° 5), non seulement dans les roches d'origine marine, mais aussi dans les strates sous-jacentes, où elle a été fixée par les matières organiques. Cette infiltration s'étend parfois à travers une couche de houille de 1^m80 de puissance jusqu'aux *Stigmaria* du mur.

Il se pourrait que l'eau salée, qui constitue parfois le « sang de la veine » (WATTEYNE, 1887 *b*, p. 404), ait une origine analogue et résulte d'infiltrations par voie descendante. Sa présence dans la houille ne prouve donc nullement que celle-ci soit d'origine marine.

84. Le tassement, sous le poids des sédiments accumulés, est postérieur à la formation des concrétions, car la plupart des coquillages inclus dans ces dernières ne manifestent souvent aucune déformation, alors que dans le schiste mère, ils sont absolument aplatis.

Le tassement a été variable. Il a été maximum dans le cas de dépôts sapropéliens, minimum dans les formations arénacées. L'examen des objets rigides, telles les graines à coque scléreuse, en témoigne nettement.

Le taux du tassement n'a été déterminé que dans quelques cas particulièrement favorables, où l'affaissement, par suite de l'étalement, peut être tenu pour négligeable. Dans un schiste psammitique, la contraction semble avoir été de 50 % (RENIER, 1912 *b*, p. 8).

Le tassement rapide des boues sapropéliennes a souvent pour conséquence un plissement intime accompagné de glissements et produisant la structure bréchoïde. Tel pourrait être le cas de certains phthanites (cf. CORNET, J., 1909 *a*, n° 137).

85. L'étude expérimentale des lois physico-chimiques, qui régissent la lapidification de la masse des sédiments originellement meubles, a fait l'objet, de la part de W. Spring (1878, 1880, 1888, 1895) d'une série de recherches qui, par étapes, en sont venues à constituer un corps de doctrines (SPRING, 1899 ; cf. LOHEST, 1912 *b*).

Bien que ne traitant pas spécialement des dépôts houillers, cette contribution originale à l'étude des solutions solides mérite d'être mentionnée ici.

Parti de l'idée déjà ancienne (cf. LE HARDY, 1867, p. 33) que la pression aurait joué un rôle transcendant dans la consolidation des dépôts originellement incohérents, Spring a, pour ses recherches, été amené à admettre que l'intervention d'un liant avait généralement été d'importance capitale (cf. SPRING, 1899, p. 814). L'influence de ce ciment a pu dériver de la simple imbibition par l'eau. Néanmoins, l'efficacité de son intervention est, le plus souvent, liée à l'action concomitante d'une certaine charge. Le temps joue également un rôle manifeste, parce que les vitesses de diffusion sont très réduites, les constituants en présence étant des composés fortement polymérisés (SPRING, 1899, p. 800). Une élévation de température peut accélérer la marche des événements (SPRING, 1880, p. 345), mais la chaleur développée par la compression est négligeable (SPRING, 1889, p. 795 ; cf. LE HARDY, 1867, p. 34).

En thèse générale, on pourrait conclure en disant que l'agglomération de masses incohérentes, allant à la limite jusqu'à la soudure, est fonction des affinités des constituants et surtout des conditions de leur contact. Elévation de température, augmentation de pression ou intervention d'un liant favorisent le contact. Tous ces facteurs concourent à une augmentation de la plasticité, condition primordiale de l'agglutination (SPRING, 1899, p. 792).

Les expériences de Spring ont eu pour but primordial d'élucider les phénomènes de la lapidification. Mais elles ont également porté sur toute une série de corps simples, notamment divers métaux et produits chimiques, dont l'étude n'offre aucun intérêt pour le sujet qui nous occupe, quoiqu'elle jette des lumières parfois très vives sur la théorie.

Pour bon nombre d'entre ces composés définis chez lesquels une augmentation de pression aboutit, à l'état sec et à la température ordinaire, aux mêmes résultats qu'une fusion ignée (SPRING, 1878, 1880), l'eau d'imbibition empêche la soudure, soit en raison de leur insolubilité, soit parce que solubles, ils se dissolvent avec

augmentation de volume (SPRING, 1888, p. 157). Les éléments des roches, rébarbatifs à une agglutination par simple augmentation de pression appliquée dans les mêmes conditions, s'agglomèrent, au contraire, à l'état humide, tout comme les composés définis qui sont plus solubles sous pression. Or, il est de toute évidence que la présence de l'eau est une condition essentielle des dépôts sédimentaires les plus fréquents, les seuls auxquels nous ayons affaire ici. Leur imbibition est des plus intimes, puisqu'elle est réalisée à l'état naissant, si je puis ainsi dire, au cours même de la constitution des dépôts par tranches élémentaires d'épaisseur très faible. C'est une façon de pétrissage bien supérieure à celle que provoque, suivant l'expression de Spring (1899, p. 792), l'application d'une charge.

D'après Spring (1888, p. 161; 1899), l'eau n'agirait d'ailleurs pas directement, mais comme véhicule d'un liant qui trouverait en elle son principe, puisqu'il résulterait d'une dissolution colloïdale des éléments de la roche, d'ailleurs favorisée par la pression. Semblable situation apparaît comme très naturelle, car l'imbibition à l'état naissant semble parfaite.

D'autre part, les pressions supportées par les dépôts sédimentaires peuvent être d'origine statique ou dynamique. Les seules charges que nous ayons actuellement à considérer, sont essentiellement statiques, puisqu'elles résultent exclusivement de l'accumulation des sédiments. Spring (1880, p. 378) a certes envisagé la cristallisation de nouveaux éléments comme pouvant se trouver sous la dépendance de la pression; Spring a également indiqué l'exaltation des résultats dans les cas de flux, tels qu'il s'en rencontre dans les déformations tectoniques; mais il s'est surtout attaché à élucider les phénomènes d'agglutination des dépôts originellement incohérents. Si, de son propre aveu (SPRING, 1899, p. 794), les pressions réalisées, atteignant 10,000 kilogrammes par centimètre carré, sont excessives dans le cas de charge résultant de sédiments accumulés, il est à remarquer que les résultats, relatifs aux roches et présentant une certitude suffisante, ont été acquis sous des pressions relativement faibles.

Le rôle principal se trouve être joué par le liant; mais il n'est efficace que pour autant qu'une légère pression intervienne.

Enfin, Spring n'a guère poussé ses recherches sur l'influence d'une élévation modérée de température.

Le cas des *schistes* fut le premier élucidé (SPRING, 1888, p. 161; cf. 1901, p. 121). Comprimée, à l'état sec, l'argile, résultant du délitement de schistes, n'a fourni qu'une masse peu cohérente; préalablement imbibée d'eau, elle prend, au contraire, rapidement et sous faible pression, une consistance analogue à celle des schistes ordinaires. Spring a soupçonné l'influence d'un ciment. Ultérieurement (1901, p. 123), il a étudié les effets d'une pression très modérée sur une pâte argileuse contenant jusqu'à 70 % d'eau et montré que l'élimination d'eau, très rapide, était progressive avec la charge et, en outre, qu'elle s'accompagnait d'un durcissement.

Le cas des *grès*, et par extension celui des poudingues quartzeux, a fait, de la part de Spring, l'objet d'une série de recherches. Le sable, comprimé à l'état sec, reste presque incohérent même sous des charges formidables (SPRING, 1880, p. 356). Cependant, il se rencontre transformé localement en grès dans certaines formations qui, de tout temps, ont manifestement été superficielles (SPRING, 1899, p. 812). Si ces grès paraissent manquer de ciment, bien que leurs grains de quartz soient soudés au point de se briser plutôt que de se séparer sous un effort de rupture (quartzites), cette agglutination n'est nullement le résultat d'une fusion préalable, ainsi qu'en témoigne fréquemment la présence de fossiles (SPRING, 1899, p. 791). Mais l'attaque par un liquide alcalin est décisive. Son influence est si lente sur le quartz qu'on peut la tenir pour nulle, tandis qu'elle est, au contraire, assez rapide sur les variétés instables d'acide silicique. Aussi, met-elle en évidence l'existence dans les grès et poudingues d'un enduit siliceux enrobant les grains de sable, car, à la température de 100°, cette attaque désagrège les grès. L'expérience inverse prouve néanmoins qu'un mélange intime de sable et d'acide silicique colloïdal ne fournit pas, par simple

dessiccation, une masse cohérente. C'est que la dessiccation simple entraîne une réduction de volume de l'acide silicique. Mais il suffit d'appliquer une légère pression pour éviter cet insuccès, et obtenir une masse analogue à celle des grès récents (SPRING, 1899, pp. 811-813). Peut-être la pression favorise-t-elle la formation d'acide silicique par dissolution superficielle des grains de sable dans l'eau d'imbibition (SPRING, 1899, p. 809) ; peut-être cet acide silicique est-il, au contraire, naturel. Quoiqu'il en soit, le liant semble prendre, à la longue, un état plus stable (SPRING, 1899, p. 811). Ainsi s'expliquerait la plus grande résistance des grès paléozoïques de la Belgique et, notamment, ceux des gisements houillers (1).

Le cas des *calcaires* est analogue à celui des grès (SPRING, 1889, p. 813). La solubilité plus grande du carbonate calcique favorise évidemment la rapidité d'allure des phénomènes.

D'ailleurs, si la craie s'agglomère beaucoup mieux à l'état humide qu'à sec (SPRING, 1878, p. 753), l'influence du temps sur son agglutination est manifeste (SPRING, 1895).

Enfin, le cas des *houilles* a également préoccupé Spring. Après avoir aggloméré, à sec et sous forte pression, de la sciure de bois de peuplier, au point d'obtenir une masse schistoïde de réelle dureté et d'un poids spécifique de 1,328 (SPRING, 1878, p. 751), l'auteur a essayé de comprimer des tourbes de tourbières bombées sous une pression de 6,000 atmosphères. Il a ainsi obtenu un bloc noir brillant, dur, ayant tout l'aspect *physique* de la houille (SPRING, 1880, p. 367). Il y a vu l'indication d'un procédé de transformation de la tourbe en houille. Il est toutefois regrettable qu'il n'ait fourni aucun renseignement sur l'état de la tourbe

(1) Les recherches poursuivies à l'étranger, notamment celles si développées de Spezzia (cf. *Bollet. Soc. geolog. Italiana*, 1913, t. XXXI, pp. CX et suiv.), corroborent d'ailleurs cette conclusion.

expérimentée et n'ait pas précisé, si elle était sèche ou encore pulvérisée. Pour être particulièrement convaincante, l'expérience eut dû porter sur de la tourbe fraîche et sur un morceau de tourbe stratifiée normalement à la direction de la pression.

La présence d'un liant nécessaire pour l'agglutination des dépôts terrigènes semble, en effet, devoir jouer également, dans le cas des houilles, un rôle important (1). Il n'a manifestement pas fait défaut dans les dépôts mères des houilles.

86. L'étude directe des phénomènes de la lapidification en masse des gisements houillers de la Belgique n'a pas encore été faite de façon systématique.

L'examen microscopique des roches stériles ayant été jusqu'ici pratiquement nul, nous ignorons tout au sujet des modifications minéralogiques qu'auraient pu subir les éléments terrigènes.

L'étude des transformations chimiques que les végétaux carbonifériens ont subies pour en arriver à constituer la houille, n'est guère plus avancée.

En comprimant des tourbes, Spring (1880, p. 367 ; cf. LOHEST, 1912 b, p. 540) n'a, en effet, eu en vue que la modification de leur état physique et nullement la transmutation de leur substance en houille. Expérimentant en vase clos et surtout de façon rapide, il ne pouvait s'attendre à des modifications chimiques d'une matière de nature sensiblement uniforme ou à une influence des parois métalliques du compresseur, bien que celle-ci se soit, dans d'autres cas, manifestée à la longue (SPRING, 1895, p. 323). Aussi, les expériences entreprises contradictoirement par M. Zeiller (1885), ont-elles abouti à la confirmation de cette prévision.

La présence du grisou constitue cependant, à elle seule,

(1) Les charbons papyracés, tels les lignites carbonifériens de Tovarkovo (Russie centrale), semblent être totalement dépourvus de ciment, et se laissent effeuiller commodément

la preuve péremptoire que les transformations chimiques des substances végétales se sont poursuivies après leur enfouissement. Les manifestations du grisou, se rattachant au groupe des phénomènes actuels, ne seront toutefois examinées que dans l'un des derniers chapitres de ce travail. Il en est de même de la géothermique, qui, elle, semblerait fournir la preuve que la transformation des combustibles va se poursuivant.

La plupart des auteurs belges (BOUHY, 1855, p. 86 ; LOHEST, 1894 *a*, p. 70) sont d'avis que le processus de la transformation en houille est, non pas direct et spécial, mais comporte les stades tourbe et lignite. Effectivement, les parois cellulaires des échantillons de plantes, provenant des gisements belges, que j'ai eu l'occasion d'étudier en lame mince, sont de couleur brune. Il en est de même de la poussière que libère l'attaque à l'acide chlorhydrique des nodules de veine (*coal-balls*). La composition chimique de ces plantes fixées hâtivement par le concrétionnement est toutefois encore imprécise.

Les éléments à l'état de houille daloïde ou fusain semblent bien être parvenus tout formés au bassin de dépôt, car le ciment de la roche ne les pénètre pas (BERTRAND, C.-Eg., 1906, p. 506, note). D'après nos connaissances générales, ils résulteraient plutôt d'une putréfaction spéciale, ainsi que l'a admis M. Grand'Eury, puisque les grands incendies de forêts n'aboutissent pas à la production de fusain (STEVENSON, 1911, p. 439).

Pour ce qui est des charbons d'eau relativement profonde, *cannel coals* et schistes bitumineux, l'attention a surtout été attirée en Belgique sur les phénomènes de ségrégation, dont les géodes des concrétions sont le théâtre. Qu'il s'agisse de composés bien définis, telle la Hatchettite (cf. CHANDELON, 1838) ou de complexes, tantôt liquides et rapprochés des pétroles, en raison de leur

odeur ou de leur volatilité (cf. chap. VII, n° 6), tantôt solides et plutôt analogues aux bitumes, malgré leur dénomination d'« anthracites » (DEWALQUE, 1885 *b* ; RENIER, 1909 *b* ; surtout COSYNS, 1909), leur signification n'est pas douteuse : ce sont, sous un état de pureté, divers constituants des charbons, qui se sont accumulés dans certaines cavités des roches (LOHEST, 1909 *a*, p. 163 ; 1912 *a* ; cf. GOSSELET, 1888, p. 612) par migration dans une solution solide (RENIER, 1909 *b* ; COSYNS, 1909, fig. 1), plutôt que par distillation (LOHEST, 1903). Leur origine est peut-être animale (STAINIER, 1900, p. 360 ; LOHEST, 1909, 1912). Leur condensation a peut-être été favorisée par la pression (LOHEST, 1912 *a*, p. 301), bien que cette condition n'apparaisse pas comme indispensable. Quoiqu'il en soit, ce ne sont nullement des formations locales, car vaste est leur répartition géographique et stratigraphique (LOHEST, 1912 *a* ; RENIER, 1912 *c* ; STAINIER, 1919, non 1912 *d*, p. 296).

L'intervention de semblables composés dans la constitution de la houille et des schistes charbonneux (cf. RENIER, 1912 *b*, p. 162) est possible, puisque de minces lits de *cannel* ou de schiste bitumeux prennent souvent part à leur constitution. Mais la question réclame de nouvelles recherches (cf. STAINIER, 1900 *a*, p. 564).

87. La seule étude approfondie, relative à la constitution brute des charbons, qui ait été faite en Belgique, se rapporte aux variations de leur qualité caractérisée par leur teneur en matières volatiles (cf. surtout STAINIER, 1900 *a*, p. 529 ; CORNET, 1913 *a*, nos 1113-1126).

La conclusion de cet examen est que la teneur en matières volatiles varie pour des raisons diverses, les unes accidentelles, les autres systématiques. Ces dernières, se superposant, en arrivent à interférer.

On peut considérer comme résultant de causes acciden-

telles, les différences de teneur des différents lits ou laies d'une même couche de houille (cf. Chap. VI, n° 25). La raison peut en être cherchée, soit dans des conditions locales, soit, plutôt, dans les différences spécifiques des végétaux, éléments principaux de la houille (STAINIER, 1900 *a*, pp. 551, 559, 565, surtout 576).

C'est surtout en raison de la différence de nature de ses constituants, que le *cannel* diffère des houilles.

Parmi les variations systématiques, on note principalement celles qui sont en relation avec la configuration du bassin de dépôt, et; d'autre part, celles qui sont en rapport avec l'altitude ou profondeur relative.

L'observation établit (cf. chap. VI, n° 27-28, et tableau E) que, dans une même strate et à même profondeur, la teneur en matières volatiles augmente vers les régions nodales des géosynclinaux, tels qu'ils ont été définis ci-dessus (n° 74) sur la base d'éléments d'autres ordres. Cette loi, qui pourrait être dite *loi de Stevenson* (cf. STAINIER, 1900 *a*, p. 562), est exactement inverse de celle que M. Bertrand (1900, pp. 535, 589, fig. 22; surtout p. 601, 603, 606; cf. CORNET, 1913 *a*, n° 1119) avait cru pouvoir déduire de l'étude du bassin du Gard.

Son explication doit vraisemblablement être recherchée dans la tendance à un affaissement plus rapide que manifestaient ces régions axiales des géosynclinaux, affaissement qui a eu pour conséquence, soit une intervention légèrement accentuée des charbons d'eau relativement profonde, soit plutôt une différence d'allure des phénomènes de putréfaction (cf. STAINIER, 1900 *a*, pp. 558, 562, et surtout 563 et 572; CORNET, J., 1913 *a*, n° 1122).

D'autre part, la *loi de Hilt*: sur une même verticale, la teneur en matières volatiles des houilles décroît progressivement du sommet à la base de la série stratigraphique (cf. chap. VI, n° 26), — de même que les observations rela-

tives à la diminution de la teneur en matières volatiles en profondeur, que M. Bertrand (1900, p. 605) considère comme l'expression générale de la loi de Hilt, — ne peuvent trouver leur explication que dans l'influence d'un facteur en relation directe avec la profondeur, c'est-à-dire une augmentation, soit de la température, soit de la pression, soit l'action combinée de la pression et de la température (cf. LE HARDY, 1867, pp. 28 et 34; DE MACAR *in* DEWALQUE, 1875 *b*, p. 934; STAINIER, 1900 *a*, pp. 578-579, *non* p. 575; CORNET, J., 1913 *a*, nos 1120-1123).

L'augmentation de densité des houilles, qui accompagne la diminution de la teneur en matières volatiles, ne semble pouvoir être attribuée qu'à la pression. Mais la diminution de teneur en hydrogène et oxygène, parallèle à celle de la teneur en matières volatiles, n'a pas été démontrée possible par la compression expérimentale, encore que celle-ci ait toujours été réalisée de façon rapide et en vase clos à parois métalliques (SPRING *in* LOHEST 1912 *b*, p. 540). C'est pourquoi certains auteurs opinent en faveur d'une intervention de l'augmentation de température résultant de l'ascension des isogéothermes. Le fait que la diminution en profondeur de la teneur en matières volatiles est irrégulière dans les allures redressées porterait cependant à conclure au rôle prépondérant de la pression (STAINIER, 1900 *a*, pp. 578-579), à moins que les irrégularités d'analyses ne proviennent des irrégularités de répartition du grisou dans la couche de houille.

Il ne peut d'ailleurs être posé en principe que la diminution de la teneur en matières volatiles s'accompagne toujours d'une augmentation de la teneur en grisou, si même le dégagement de grisou entraîne une diminution de la teneur en matières volatiles (Ex. STASSART et LEMAIRE, 1910, p. 233). Le processus de transformation n'est donc pas celui d'une transmutation des matières volatiles en grisou (cf. *contra* STAINIER, 1900 *a*, p. 578).

Quoi qu'il en soit, la loi de Hilt dériverait exclusivement de l'influence de ces actions au cours même de la période houillère, durant le Westphalien et les temps qui ont suivi jusqu'à la phase hercynienne.

L'amaigrissement d'une même couche en profondeur, que j'appellerais, de façon peut-être légèrement incorrecte, la *loi de Marcel Bertrand*, serait la conséquence de l'influence séculaire totale, surtout après la phase hercynienne, puisque c'est aux actions tectoniques que les bassins belges doivent principalement leur configuration actuelle.

Cette transformation irait encore se poursuivant. Le faible degré géothermique que présentent les gisements houillers, en serait la preuve. Mais il faudrait admettre que la transformation est plus active en profondeur; les données font encore défaut à ce sujet.

La loi de Bertrand est tellement prépondérante que, dans son interférence avec celle de Stevenson, elle en vient à rendre cette dernière peu apparente.

Quant aux actions directes de la poussée hercynienne sur la répartition de la teneur en matières volatiles, nous verrons, dans la suite, qu'elles sont faibles. L'influence des failles (chap. VI, n° 28) est plus passive qu'active (STAINIER, 1900 *a*, p. 579).

Les phénomènes posthercyniens et actuels : dénudation, recouvrement par des sédiments, sont d'ailleurs sans influence directe (STAINIER, 1904 *a*, p. 538).

Enfin, si, comme le pensent divers auteurs étrangers (cf. CORNET, 1913 *a*, n° 1126), il est exact que les anthracites aient été primitivement distincts des houilles, on aurait la raison de la faible teneur en matières volatiles des charbons aberrants connus, dans les bassins belges, sous le nom de *pseudo-cannel* (cf. chap. VI, n° 17). Ces variétés de charbon reposent d'ailleurs, comme les houilles, sur des murs à *Stigmaria* (RENIER, 1906 *a*, p. 308).

88. L'allure des phénomènes de lapidification en masse a été relativement rapide.

La preuve en est que des roches houillères ont été rencontrées à l'état de galets erratiques à des niveaux légèrement supérieurs à celui de leurs caractères stratigraphiques portent à leur assigner (STAINIER, 1900 *a*, p. 549; 1904 *d*, p. 421; BARROIS, 1907, 1910 *b*).

Il semble certes possible que, tout comme dans le cas des galets des roches remaniées qui se rencontrent actuellement sur les plages du littoral belge (cf. FRAIPONT, C., 1910, 1913), ces galets erratiques du houiller aient été roulés, à l'état de roches tendres, quoique déjà consistantes, mais non pas molles, ainsi qu'il a été dit, car ce qualificatif ne peut s'appliquer ni aux blocs de tourbe, ni aux morceaux de bois lignitifé, seuls termes de comparaison spécialement étudiés, le cas des briquillons et scories étant évidemment hors cause. Il n'est cependant pas prouvé qu'il soit permis d'étendre aux grès, quartzites et schistes, les conclusions tirées de l'observation des tourbes (FOURMARIER, 1910 *h*, p. 346).

Il est néanmoins admissible que la lapidification des roches se soit poursuivie dans la suite des temps, de façon parallèle, et dans les gites primitifs, et dans les parties remaniées à l'état de galets. Semblable situation paraît bien avoir été celle des éléments de certaines brèches, empruntés par remaniement à une strate immédiatement sous-jacente, et qui se présentent actuellement sous un état lithologique apparemment identique.

Mais, les formes des cailloux roulés signalés dans le Houiller (cf. BARROIS, 1907, pp. 281 et 296, fig. 11-19; CORNET, 1910 *b*, p. 345) témoignent manifestement de l'influence des diaclases. Semblables diaclases se rencontrent certes dans les roches tendres, telles les craies sénoniennes de Belgique. Cependant l'observation (cf. FRAIPONT, 1913, *non* 1910, p. 341) démontre que les roches tendres et cohérentes prennent des formes arrondies dans leur remaniement à l'état de *galets*.

Les formes anguleuses des galets du Houiller prouvent donc qu'au moment de leur remaniement, ces roches étaient, non seulement cohérentes, mais tenaces. Leur lapidification était déjà très avancée.

Les mouvements épirogéniques qui ont affecté les bassins houillers de la Belgique, au cours de la période westphalienne, ayant été de faible amplitude (cf. n° 73), on peut déduire comme corollaire de cette démonstration, que la lapidification n'est nullement en rapport nécessaire de cause à effet avec les actions tectoniques. La lapidification n'est pas un phénomène d'ordre dynamométamorphique (CORNET, 1910 *b*, p. 345; *contra* C. FRAIPONT, 1910, p. 338).

L. — La durée de l'époque westphalienne.

89. La formation de la houille a jadis servi d'exemple classique de la longue durée des temps géologiques. Un maître d'une réputation universelle, Elie de Beaumont, s'était, en effet, livré à un essai de calcul que les auteurs ne se lassèrent pas de citer ou de discuter.

Aujourd'hui, ce sujet de controverses ne passionne plus guère les esprits.

Il faut, en effet, reconnaître que les éléments d'appréciation sont encore des plus insuffisants.

Aucune opinion bien ferme n'a d'ailleurs été produite, soit par un auteur belge, soit à propos des gisements houillers de la Belgique.

Néanmoins, afin de ne laisser dans l'ombre aucune question qui ait quelque rapport avec l'objet de cette esquisse monographique, un bref rappel sera fait ici des principaux faits.

90. Pour apprécier la durée d'une époque géologique, on peut supputer le temps nécessaire au dépôt d'un mètre d'épaisseur de chacun des types des roches sédimentaires qui se sont accumulées durant l'époque considérée; multiplier le nombre d'années ou de siècles ainsi obtenu par la puissance totale des bancs de la roche considérée, et additionner enfin les produits de ces multiplications partielles. Telle est la méthode en apparence la plus simple, la seule qu'ait envisagée certain auteur belge.

Cette évaluation ne conduit évidemment qu'à un minimum, car elle suppose la sédimentation continue, ce qui n'est pas vrai en tout

point. Cependant en l'appliquant aux régions centrales des géosynclinaux, où les séries stratigraphiques présentent l'épaisseur maximum, on court le minimum de risques.

91. Le cas des couches de houille a surtout retenu l'attention. Briart (1867, p. 52) s'est borné à indiquer l'opinion suivant laquelle un mètre de houille résulterait d'une accumulation de 52 mètres de végétaux (1).

Après avoir rapporté la conclusion d'Elie de Beaumont qui considère qu'en 10,000 ans, il se disposait de quoi former 1^m60 de houille (PONSON, 1852, p. 58, note), Le Hardy de Beaulieu (1867, p. 26) critique les bases de cette évaluation faite sur des forêts de la zone tempérée. Le pouvoir d'accumulation d'une flore équatoriale et marécageuse est supérieur.

92. Quant aux « stériles », Le Hardy (1867, p. 32) constate que ces strates ont dû, dans certains cas, se déposer très lentement: certaines d'entre elles renferment des centaines de générations d'animaux sur quelques décimètres d'épaisseur.

Les observations relatives à l'âge de certains spirorbes, qui, est de plusieurs mois (MALAQUIN, 1904, p. 74), donnent une idée plus exacte de la lenteur des dépôts.

93. Le Hardy (1867, p. 31) a enfin noté que Lyell estimait à 3600 siècles la formation d'un dépôt houiller puissant de 4,450 m., et que Bisschop évaluait la durée de l'époque houillère à \pm 5000 siècles.

Briart (1867) remarquait que « nous sommes habitués à mesurer tout à notre courte existence, sans réfléchir que les temps géologiques ne se mesurent guère et qu'il est impossible d'en fixer la durée même approximativement. »

Telle est bien aujourd'hui l'opinion courante.

M. — Vues d'ensemble.

94. Qu'il s'agisse de l'origine des combustibles ou du

(1) La comparaison des puissances d'une masse végétale houillifiée, d'une part, hâtivement transformée en dolomie, et partant faiblement tassée, sur toute son épaisseur, d'autre part, conduit à admettre que la contraction n'a été que de 75 à 80 %, le rapport des puissances étant d'environ 1 à 4 (STOPES et WATSON, 190, p. 174, note).

mode de formation des gisements houillers de la Belgique, l'examen méthodique et critique des faits connus n'aboutit en somme qu'à la confirmation de théories déjà anciennes.

J'ai cependant été amené à développer largement une revue malgré tout sommaire. C'est que les objections de toutes espèces méritaient d'être signalées. En dissipant les doutes, leur réfutation fait apparaître plus nettement la solidité d'une théorie, d'après certains, assez complexe.

Je résumerai à présent les conclusions principales.

95. Sous leur forme typique, c'est-à-dire à l'état de grande pureté, les roches combustibles des gisements houillers de la Belgique doivent être considérées comme résultant essentiellement de l'accumulation sur place d'éléments organiques, principalement de restes de plantes.

Cette accumulation s'est faite sous l'eau en nappe tranquille, car l'agitation, en provoquant l'aération, eut inévitablement entraîné la perte par oxydation des matières carbonées. La tranquillité du bassin de dépôt est donc une condition essentielle.

Mais la profondeur de la nappe d'eau est un facteur de premier ordre. C'est d'elle que dépend, en dernière analyse, la distinction des deux types de combustibles : houilles et *cannel coal*.

Le bassin de dépôt a parfois été recouvert d'une nappe d'eau assez profonde pour que la végétation aérienne et principalement la végétation arborescente ne puisse y prendre pied : c'étaient des mares, des étangs ou des lacs. Dans ce cas, les éléments organiques qui s'accumulaient étaient presque exclusivement ceux de la population nageante et flottante, le necton et le plancton. Ainsi ont pris naissance les *cannel coal*.

La végétation arborescente parvenait-elle à s'installer ? La région était transformée en marécage boisé d'après un

processus dont le détail nous est encore inconnu (cf. WEISS, F. E., 1911, p. 12 ; JONGMANS, 1915, p. 7). Les restes de grands arbres et d'autres végétaux terrestres constituaient les éléments principaux du dépôt combustible. Ainsi se sont formées les houilles.

Il s'est évidemment rencontré des situations intermédiaires qui ont permis la constitution de termes de passage. Certaines houilles, sinon toutes, ont pour ciment une proportion variable de *cannel coal*, tout comme certains schistes charbonneux ont pour trame du schiste bitumineux. Diverses couches de houille renferment même localement des lentilles bien individualisées de *cannel coal*.

D'autre part, l'apport de substances terrigènes, soit par des cours d'eau très lents, soit par le vent, a été variable. Typiquement il a été sensiblement nul dans le cas des houilles et *cannels*. Semblable situation se concilie aisément avec celle de vastes marécages boisés. Aussi, les houilles sont-elles moins cendreuses que les *cannels*.

La qualité des combustibles dépend en premier lieu de la nature des constituants. Par distillation, les *cannels* et schistes bitumineux donnent surtout des composés acycliques, paraffines et pétroles ; les houilles des dérivés de la série aromatique (POTONIE).

Les conditions géographiques, et notamment la profondeur d'eau, sont également des facteurs importants du processus de transformation. L'augmentation de pression et de température, surtout dans les aires géosynclinales, ont eu, dans la suite des temps, une influence marquée.

96. Ces conclusions sont identiques à celles qui, de façon générale, se dégagent des études les plus récentes consacrées à la genèse des combustibles fossiles (cf. POTONIE, 1910 ; ARBER, 1911 ; STEVENSON, 1911-1913 ; DE DORLODOT, 1911 b ; CORNET, 1913 a).

Si M. Grand'Eury (1882) avait jadis cru trouver dans la stratification de la houille la preuve du transport de ses éléments par l'eau courante, il a aujourd'hui abandonné cette manière de voir (cf. GRAND'EURY, 1912-1913).

Si, d'autre part, les faits mis en lumière par M. Fayol (1887) ont été repris et utilisés par M. de Lapparent (cf. 1892) pour servir de base à une théorie généralisée sous une forme particulièrement captivante, il n'en est pas moins vrai qu'ils peuvent être interprétés d'une tout autre façon : les roches combustibles ne se trouvent à l'extrémité de la série sédimentaire des deltas lacustres, que parce que la sédimentation terrigène est nulle au large des lacs. Tandis qu'à partir des rives progresse la sédimentation terrigène des deltas, plancton et necton se chargent partout de la sédimentation organique. L'effet combiné de ces deux causes distinctes est analogue, ou mieux identique, à celui imaginé par M. Fayol sur la base de la seule activité de l'eau courante.

M. Breton avait, dès le début, adressé à la théorie de MM. Fayol et de Lapparent le reproche d'être trop exclusive, en ne tenant pas compte du concours du vent dans la sédimentation. Mais la principale critique doit se fonder sur le fait que cette théorie est, si l'on peut ainsi dire, édifiée en « eaux mortes », seule situation examinée au cours des expériences de sédimentation exécutées par M. Fayol. Déjà, lors de la visite que fit, en 1900, à Commentry, le Congrès géologique international, ces idées nouvelles commençaient de se faire jour. Au cours des conférences que G. Eg. Bertrand développa aux excursionnistes durant le voyage en chemin de fer de Decazeville à Saint-Etienne, la nature originelle des charbons compacts, tel le « charbon carré » de Commentry, fut remise en question. Il appartenait à l'un des excursionnistes, H. Potonié (cf. BERTRAND, C.-Eg., 1905 a), de montrer peu après que les constituants des roches de ce

type dérivent avant tout du plancton. On sait enfin aujourd'hui ce qu'est cette soi-disant bouillie ou purée végétale (DE SAPORTA ; cf. DE LAPPARENT, 1892, pp. 17-18). On ne comprenait pas comment, à Commentry même, cette bouillie, formée prétendument par la désagrégation intime de plantes terrestres, pouvait renfermer des troncs, dont la structure totale était discernable à l'œil nu, particularité qui avait valu à ces charbons le nom de « houille organisée ». Le caractère non seulement gélatineux, gélosique (BERTRAND), mais encore aseptique des boues sapropéliennes (POTONIÉ), mères des *cannel coals*, rend au contraire parfaitement compte de semblable conservation.

Certains éléments ont certes flottés. C'est là une preuve de plus que pour l'explication de certains types, il faut envisager la complexité des situations naturelles et admettre la possibilité du concours d'éléments bien différents, mais nullement contradictoires. Le fait principal n'en reste pas moins l'accumulation sur place du plancton : le sapropèle forme à Commentry la base du charbon.

97. Les gisements houillers de la Belgique se sont constitués dans un vaste géosynclinal ou bassin peu profond de plissement épirogénique (HAUG, 1908, p. 829), bassin allongé de l'Est à l'Ouest, et dont les limites dépassaient de beaucoup, tout au moins vers le Nord, celles du territoire national.

Ce géosynclinal d'ensemble était compliqué de rides longitudinales provoquées par l'accentuation de géanticlinaux, dont les masses, profondément arasées dans la suite, séparent aujourd'hui les principaux bassins houillers.

Le début du Westphalien ou terrain houiller est marqué par un réveil assez net des mouvements épirogéniques.

Le relèvement des géanticlinaux de bordure entraîne une sédimentation terrigène bientôt accentuée, qui met fin à la

sédimentation essentiellement zoogène de la période dinantienne dans ces régions.

Les plissements vont s'accroissant par saccades, sans toutefois jamais entraîner le sol à des profondeurs considérables, et sans même parvenir, semble-t-il, à faire émerger, en Belgique, les géantoclinaux intermédiaires.

La sédimentation terrigène est d'ailleurs suffisamment active, par rapport aux mouvements épirogéniques, pour amener, de façon relativement rapide, le comblement du géosynclinal. Sur le sol ainsi exondé, s'installent chaque fois des forêts marécageuses.

C'est le paysage d'une plaine maritime, d'une région pol-dérienne (BRIART, 1867, p. 4 ; 1889, p. 848 ; CORNET, J., 1906 *d*, p. 152 ; LOHEST, 1908 *b*, p. 232 ; JUCKES BROWNE, 1911, p. 168 ; cf. DE MACAR *in* BRIART, 1875, p. 960 ; PURVES, 1881, p. 560 ; *contra* DE LAPPARENT, 1892, p. 38 ; SCHMITZ, 1896 *e*, p. 476), qui s'enfoncé lentement, mais que les apports des cours d'eau relèvent continuellement, et sur laquelle chaque période d'émersion se marque par l'installation d'une forêt, et, souvent, par l'accumulation d'un lit de tourbe ligniteuse (cf. CORNET, J., 1909 *a*, p. 38).

98. L'étude monographique de toute une série d'autres bassins houillers a abouti à des conclusions identiques.

Depuis longtemps déjà, M. Grand'Eury (1887, chap. III) a signalé divers exemples et en a déduit des considérations intéressantes, quoiqu'inadmissibles dans certains détails. M. Stevenson (1911-1913, p. 247) a rappelé que l'opinion des géologues américains était concordante. Si, même, adoptant certaines suggestions de Lyell, que reprend M. Stevenson (pp. 344-373 ; cf. LE HARDY, 1867, p. 24), on admet que les formations subaériennes des plaines alluviales ont joué un rôle dans la constitution des gisements houillers, on n'en doit pas moins considérer comme vraie,

dans son ensemble, l'esquisse fondamentale qui vient d'être tracée (nos 61, 63, 65 et 70).

Cette conception de l'allure des phénomènes sédimentaires peut d'ailleurs être généralisée, contrairement à ce qu'opinionait M. Grand'Eury (1887, p. 125.) Un récent traité de géologie (HAUG, 1908, p. 829) déclare avec raison : « L'accumulation de grandes épaisseurs de sédiments sur » l'emplacement des plissements calédoniens ne peut » s'expliquer que par l'hypothèse d'un géosynclinal peu » profond, dont la descente avait lieu par saccades, et » dont l'axe possédait la même direction que ces plissements eux-mêmes ». C'est effectivement la conclusion à laquelle on aboutit si l'on examine, non seulement le Westphalien, mais toute la série dévono-carboniférienne de la Belgique. Briart (1867) déclarait d'ailleurs que ce serait méconnaître les enseignements généraux qui se dégagent de l'observation des faits d'ordre paléogéographique, que de considérer comme spéciale aux gisements houillers la descente saccadée des bassins de sédimentation. C'est là un fait constant, mais qui n'est pas toujours aussi manifeste.

Point n'est besoin de supposer, — supposition toute gratuite, — qu'aux temps anciens, l'écorce terrestre était plus mince, et par conséquent plus élastique (cf. PONSON, 1852, p. 61 ; HOUZEAU, 1854 *b*, p. 91).

99. Pour terminer, jetons donc un coup d'œil sur la situation de l'Europe occidentale à l'époque westphalienne, et précisons y la place des gisements houillers de la Belgique.

Au Nord du grand géosynclinal qui, allongé de l'Est à l'Ouest, recouvrait la Belgique dans la partie septentrionale et jusqu'en dessous de la latitude de Dinant (1), existait un

(1) Abstraction faite de son déplacement vers le Nord par les mouvements hersyniens.

continent, dont le sol était formé de roches éruptives. Cette aire continentale de nature géantyclinale, l'*Archais*, on en retrouve des traces sous forme de sédiments et de cailloux, non seulement en Belgique et dans le Nord de la France (cf. n° 77), mais en Angleterre, notamment dans les bassins du Centre et, d'autre part, vers l'Est, en Westphalie et même en Silésie.

Aussi, l'opinion la plus probable est-elle que le massif cristallin fino-scandinave, centre du bouclier baltique, représente la terminaison orientale de l'*Archais*, ou *Caledonian Highlands* (cf. HIND et HOWE, 1901, p. 392 ; VAN WATERSCHOOT, 1908, pl. V ; JUKES-BROWNE, 1911, p. 163).

Le grand géosynclinal en formait la bordure méridionale, en façon de guirlande originellement continue, depuis l'Irlande à travers l'Angleterre, le Nord de la France, la Belgique et les Pays-Bas, la Westphalie, les plaines de l'Allemagne du Nord et la Haute Silésie. La limite nord du géosynclinal n'est évidemment pas connue ; elle git en partie sous la mer du Nord, en partie sous le manteau de sédiments plus récents. Elle se trouve d'ailleurs déplacée du fait des érosions post-westphaliennes.

Quoi qu'il en soit, le grand géosynclinal se trouvait, vers l'Est, en communication avec la haute mer qui recouvrait une grande partie du territoire russe.

Au Sud, existait, en effet, comme barrière, une façon de géantyclinal compliqué de plis accessoires. Les géosynclinaux plus méridionaux étaient, semble-t-il, sans relation directe avec ceux de la grande guirlande, puisque tous semblent être exclusivement limniques. Le bassin de Sarrebrück et de la Lorraine est, quant à la Belgique, le représentant géographiquement le plus proche de la série des bassins qui, depuis le Calvados (Litry) forme par la Saxe et la Bohême jusqu'en Basse-Silésie, un chapelet

de bassins paraliques, en série discontinue, mais parallèle à la guirlande. Ces zones d'ennoyage semblent devoir être considérées comme ayant constitué des dépressions lacustres, ou mieux des plaines fluviales, par instants marécageuses, plutôt que des baies (cf. VAN WATERSCHOOT, 1908, pl. V ; *contra* M. BERTRAND, 1887 a, p. 439). L'antyclinal de l'Ardenne constituait ainsi un tronçon du bourrelet qui, originellement, formait la limite méridionale du grand géosynclinal, ceinture de l'*Archais*.

Dans le grand géosynclinal de bordure existaient d'ailleurs des géantyclinaux accessoires d'allure longitudinale. En Belgique, c'étaient peut-être le géantyclinal du Condroz et surtout celui du Brabant. Ce dernier se poursuivait nettement à l'Ouest et se dirigeait en passant au Nord de Londres jusque dans le pays des Galles du Nord, voire même en Irlande (*Anglo-Belgian plateau*, VAN WATERSCHOOT, 1908, pl. V ; *St-Georges Land*, JUKES-BROWNE, 1911, fig. 22, *non* fig. 23 ; cf. HIND et HOWE, 1901, fig. 1, p. 376 ; HULL, 1905, p. 444, pl. XII).

La communication des géosynclinaux de Dinant et de Namur avec celui de Bristol aux temps dinantiens est certaine. Les analogies stratigraphiques sont, en effet, trop frappantes. Elles ne le sont pas moins sur la bordure nord du géantyclinal brabançon-gallois, si l'on compare Visé et le Derbyshire (cf. DELÉPINE, 1911, p. 383).

La transgression qui se manifeste, au début de phase de Chokier, sur divers points de la bordure méridionale du grand géosynclinal, par exemple dans le Nassau (cf. HIND, 1909), semble avoir provoqué l'immersion définitive de la grande partie du géantyclinal du Brabant. En Angleterre, un mouvement analogue se manifeste dans la suite. La comparaison stratigraphique des bassins houillers du Centre permet de constater que si la série westphalienne est complète dans le Lancashire, le North Staffordshire et

le Yorkshire, les termes inférieurs font défaut dans le South Staffordshire et le Warwickshire (cf. STAINIER, 1902, p. 99). Le Westphalien transgresse ainsi progressivement vers le Sud à partir de la limite nord primitive du géantoclinal brabançon-gallois. Il est bien probable qu'il transgresse également vers le Nord à partir de sa limite sud ; finalement, le géantoclinal aurait été complètement recouvert (cf. HULL, 1905, carte ; *non* p. 270, pl. XII ; JUKES-BROWNE, 1911, p. 167).

Cependant, il est non moins probable que cette immersion progressive du géantoclinal brabançon-gallois a été accompagnée de mouvements d'accentuation et que ces derniers, étant variés, ont, par instants, provoqué l'exondation de certaines zones. Les traces de dissolution, reconnues à Ramsgate à la surface du calcaire dinantien sous la couverture de sédiments westphaliens (STRAHAN, 1912), et surtout l'étude stratigraphique du bassin houiller de Douvres ou du Kent faite par Arber, portent à penser que cette région fut ainsi émergée durant une partie du Westphalien, et ne fut recouverte que sur le tard (*contra* KRUSCH, 1915, pp. 1152-1153).

La région du Kent et de l'East Anglia, de même que l'extrémité occidentale de la Belgique, semble d'ailleurs être celle d'un ou plusieurs anticlinaux transversaux, peut-être affectés de dislocations de même sens (cf. KRUSCH, 1915, p. 1152). Quoi qu'il en soit, les sondages les plus récents, notamment celui exécuté à Ypres en 1913, ont confirmé la conclusion énoncée ci-dessus (chap. III, n° 9) qu'il n'existe plus actuellement trace de gisement houiller dans la Flandre belge, malgré la possibilité de mouvements épirogéniques intrawestphaliens, spéciaux à cette région.

NOTES DIVERSES

ESSAIS COMPARATIFS

SUR

Collets mandrinés et Collets brasés

NOTE DE

M. DE JAER

Directeur technique de la *Société anonyme des Usines à Tubes de la Meuse*, à Flémalle-Haute.

AVANT-PROPOS

Les types d'assemblage les plus courants destinés à raccorder entre eux les éléments constitutifs des tuyauteries sont :

1° L'assemblage par manchon taraudé, caractéristique des tuyauteries à gaz, mais utilisé aussi dans des colonnes de sondage et les pipe-line ;

2° L'assemblage par collerette rabattue simple ou double avec collet roulant ;

3° L'assemblage par collet brasé, parfois préalablement fileté ;

4° L'assemblage par bague brasée, avec collet roulant, dont la bague peut être lisse ou tournée à emboîtement et, dans certains cas, préalablement fileté ;

5° L'assemblage par collet mandriné ;

6° L'assemblage par bague mandrinée et collet roulant.

Ces deux derniers modes d'assemblage ont fait leur apparition assez récemment. Rappelons qu'ils consistent en ceci : la face intérieure du collet ou de la bague présente une ou plusieurs rainures circulaires, d'une largeur de 2 à 4 millimètres et d'une profondeur de 1 à 2 millimètres. Au moyen d'un mandrin expanseur à galets, on presse la paroi du tube contre la face intérieure du collet ou de la bague et l'on refoule en même temps le métal du tube dans les rainures du collet ou de la bague.

C'est, en somme, le même assemblage que celui d'un tube à fumée avec la plaque du foyer de locomotive ou d'un tube bouilleur de chaudière multitubulaire avec les caissons à eau, mieux assuré cependant encore par le refoulement du métal dans les rainures.

Disons, en passant, que l'expression « collet mandriné » ou « bague mandrinée » est fautive ; ce n'est pas le collet ou la bague qui sont mandrinés, mais bien le tube *dans* le collet ou la bague. Néanmoins, elle est couramment employée, et nous l'adopterons dans la suite.

Le mandrinage a pris rapidement de l'extension, d'abord parce qu'il fournissait, apparemment, un assemblage excellent, de grande résistance et bien étanche ; ensuite parce qu'à l'encontre des autres systèmes, qui exigent un atelier et un matériel fixe pour leur réalisation, il permettait de monter les assemblages n'importe où, même sur place, — ce qui peut être avantageux, — avec un minimum d'outillage, facile à déplacer : un étau pour serrer le tube et un mandrin.

Cependant, les assemblages mandrinés donnèrent lieu à quelques accidents, qui attirèrent notre attention et nous amenèrent tout naturellement à examiner de plus près les résultats obtenus dans l'opération du mandrinage. Une coupe longitudinale nous révéla que le mandrinage a bien, en réalité, pour effet de refouler le métal de la paroi du

tube dans les rainures du collet, mais que les épaulements ainsi formés ne remplissent pas la cavité de la rainure, tant s'en faut, et qu'il reste un espace vide important entre l'épaulement et le fond de la rainure. L'épaulement présente, non pas la forme rectangulaire de la rainure, — que l'on peut voir dessinée dans les catalogues, — mais la forme d'un léger bourrelet arrondi à peine saillant.

Poussant le mandrinage aussi loin que possible, nous constatâmes que, plutôt que d'accentuer la pénétration du métal dans les rainures, l'opération avait pour résultat de laminer, en quelque sorte, à froid, la paroi du tube et de la forcer à s'étirer vers l'extérieur du collet.

Nous recherchâmes alors quelle résistance à l'arrachement pouvait présenter un collet ainsi fixé. Or, en appliquant quelques coups de marteau sur le bord du collet, celui-ci se disloquait dès le premier ou deuxième coup et ne résistait pas, en général, au dixième. Le collet brasé, dans les mêmes conditions, se pliait, avant de s'arracher. L'examen du tube, après arrachement du collet mandriné, montrait que la paroi du tube s'était restreinte et qu'elle avait facilité, par cette déformation, l'arrachement du collet.

Sur ces entrefaites parut le rapport de l'Association Vinçotte (années 1911 et 1912), qui se prononçait (pp. 33 et 34) en faveur du collet mandriné, dans les cas où la sécurité devait être garantie, notamment dans les tuyauteries à vapeur, et rejetait les modes de fixation par soudure, donc aussi par brasage.

Les conclusions de l'Association Vinçotte, qui trouve l'occasion de se documenter d'une façon particulièrement abondante et variée, sont, avec raison, considérées par beaucoup d'industriels comme des règles qu'il est prudent d'observer. Or, les quelques constatations qui viennent d'être rapportées nous avaient laissés sceptiques quant à

l'exactitude des conclusions adoptées dans ce cas particulier par l'Association Vinçotte, et nous décidâmes donc de vider la question à fond, c'est-à-dire d'établir la valeur réelle de l'assemblage par mandrinage. Etablir cette valeur, c'était, comme on dit en théorie, la comparer avec une unité connue, c'est-à-dire avec la valeur de l'assemblage par simple brasage, qui, jusqu'ici, employé communément, n'avait donné lieu à aucun ennui sérieux.

Nous proposâmes donc à l'Association Vinçotte d'étudier et d'exécuter ensemble une série d'expériences sérieuses, bien contrôlées, qui nous permettraient de fixer nos idées, tant à Vinçotte qu'à nous-mêmes. Ce fut agréé.

A ce moment, la guerre éclata, et les affaires en restèrent là. La question serait sans doute demeurée en suspens jusqu'à nouvel ordre, si, en 1916, nous n'avions eu connaissance d'une circulaire de la Direction générale des Mines (datée du 12 juin 1915, n° 13789/126 s^{ie}) ainsi conçue :

« L'assemblage des éléments constitutifs des tuyauteries à vapeur a donné lieu, dans ces derniers temps, à plusieurs accidents. En vue d'en éviter le retour, certaines précautions, dictées par l'expérience, sont à conseiller.

» La Commission consultative permanente pour les appareils à vapeur, saisie de l'examen de cette question, estime, en effet, que les procédés de fixation des collets des tuyaux par brasage ou par soudure autogène doivent être regardés comme vicieux. Le filetage n'est pas non plus à recommander, par suite de la faible épaisseur des tuyaux, et, d'autre part, le rivetage est rarement possible, eu égard au diamètre trop restreint de ceux-ci.

» La Commission a été d'avis que le procédé le plus recommandable est celui du mandrinage sur une forte bague portant des rainures. L'assemblage se fait ensuite au moyen de collets mobiles appuyés sur les bagues et serrés par des boulons.

» Bien que les tuyauteries à vapeur ne soient pas réglementées, il convient d'appeler l'attention des propriétaires d'appareils à vapeur et de ceux qui en font usage sur les dangers des dispositions vicieuses mentionnées ci-dessus et de leur faire remarquer que les dispositifs préconisés par la Commission des appareils à vapeur ou éventuellement d'autres moyens efficaces sont seuls de nature à dégager leur responsabilité en cas d'accidents de l'espèce.

» Vous voudrez bien, Monsieur l'Ingénieur en chef, porter ce qui précède à la connaissance du personnel qui vous est adjoint pour la surveillance des appareils à vapeur et l'inviter à saisir l'occasion de ses visites annuelles pour attirer sur cet objet l'attention des intéressés. »

Cette circulaire confirmait, en somme, les conclusions du rapport de l'Association Vinçotte. Cette fois, il fallait élucider définitivement la question. Nous en saisîmes M. le Directeur général des Mines, Libert, alors Inspecteur général, afin d'obtenir aux essais la participation officielle du corps des Mines.

Les pourparlers aboutirent rapidement, grâce à la bonne volonté de M. Libert, et le 8 avril 1916, nous tracions le programme des essais à exécuter, d'accord avec MM. Libert et Vinçotte, administrateur-délégué de l'Association Vinçotte, qui suivirent et contrôlèrent les essais du commencement à la fin.

Programme et Préparation des Essais

Donc, le 8 avril 1916, dans une séance préparatoire, à laquelle assistaient :

Messieurs LIBERT et VINÇOTTE, d'une part,

Messieurs DE JAER, Directeur-Technique de la *Société anonyme des Usines à Tubes de la Meuse*, et Ch. BRIALMONT, Chef du Service des Travaux Accessoires de la même Société, d'autre part, le programme des essais a été tracé comme suit :

Il s'agit de répéter expérimentalement et en les exagérant à l'extrême, c'est-à-dire jusqu'à la rupture des assemblages, les phénomènes normaux et anormaux qui se présentent pratiquement dans les tuyauteries, et de comparer les efforts qu'il faut développer dans le cas d'assemblages mandrinés et dans le cas d'assemblages brasés.

Les phénomènes normaux développent des efforts tendant à séparer les tronçons successifs des conduites, par suite de la pression y régnant, des dilatations et contractions dues aux variations de température.

Les efforts anormaux sont dus à des coups de bélier, et au manque de soins ou d'expérience dans le montage des tuyauteries, par exemple, à un serrage inégal des boulons des collets, à l'absence ou à l'insuffisance de supports, etc.

Ces effets peuvent se traduire de façons différentes qui seront reproduites par les expériences suivantes :

1° *Choc central*. — Le collet monté sur un bout de tuyau (fig. 1) sera assemblé à un plateau portant une tige, qui traverse le tube sans frottement et sur l'extrémité de laquelle seront appliqués des coups répétés, de même

intensité. La valeur de l'assemblage sera mesurée par le nombre de coups nécessaires pour amener la séparation

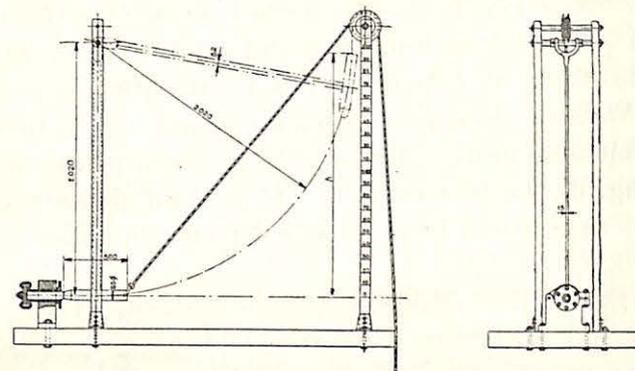


Fig. 1. — Appareil pour le choc central.

du collet et du tube, ceci indépendamment de toutes les constatations en cours d'expérience.

Cet essai reproduit le coup de bélier ;

2° *Choc latéral*. — Le collet monté sur un tube, recevra des coups d'un marteau frappant en un point (fig. 2).

Cet essai ne reproduit, à vrai dire, bien exactement, aucun phénomène, même anormal ; il tient le milieu entre

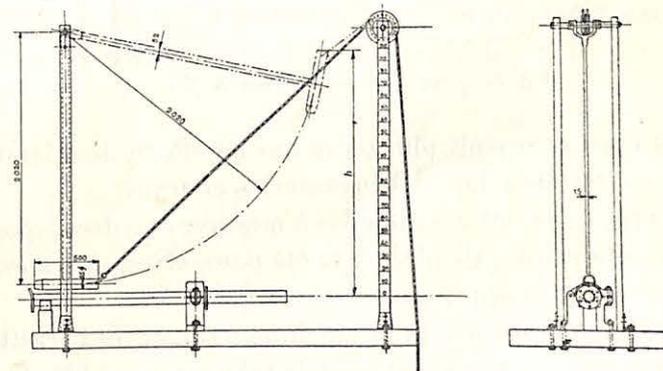


Fig. 2. — Appareil pour le choc latéral.

l'effort inégal d'un serrage irrégulier des boulons d'assemblage et le coup de bélier agissant sur un pareil assemblage,

et rappelle plus ou moins le coup de bélier dans une conduite cintrée, — coude ou courbe de dilatation ;

3° *Flexion répétée.* — Cet essai n'a pas été exécuté. Il n'était que la répétition, un grand nombre de fois et sous une plus faible amplitude, de l'essai suivant ;

4° *Flexion unique.* — Le collet monté sur un tube est assemblé à un autre collet ou plateau constituant un plan fixe (fig. 3). Le tube est alors tiré dans un même plan de façon à se cintrer à froid, et à se dégager du collet.

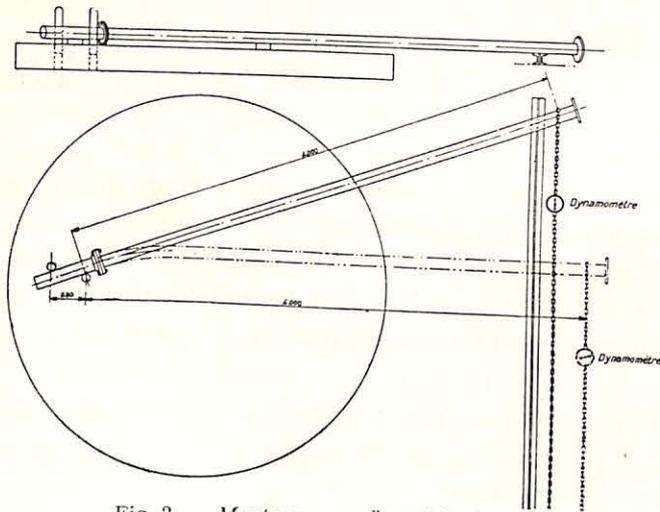


Fig. 3. — Montage pour l'essai de flexion.

Cet essai reproduit plus ou moins les efforts de dilatation et de contraction dans les tuyauteries courbes.

Les résultats ont été difficiles à mesurer et à décomposer. Pour cette raison, ils n'ont pas été poursuivis, et les essais sub. 3° ont été supprimés ;

5° *Traction directe* (à la machine à casser les barrettes). — Le collet monté sur un bout de tube est assemblé (fig. 4) à un collet plus épais fixé sur une broche ronde terminée par une patte destinée à être saisie par les pinces de la machine. L'extrémité libre du tube est assemblée à une

autre broche avec patte destinée à l'autre paire de pinces. Cette broche est ronde pour maintenir le tube bien rond lui-même pendant que l'effort de traction agit par l'intermédiaire d'une grosse goupille qui traverse la broche et les parois du tube.

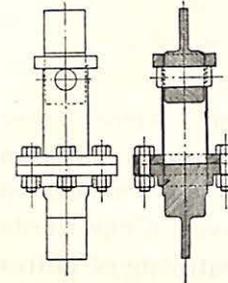


Fig. 4.
Eprouvette pour l'essai
à la traction directe.

Nous avons, lors des premières expériences, constaté que, sous l'action de cet effort, la goupille ovalisait les deux ouvertures circulaires de la paroi du tube, même au point de déchirer le tube jusqu'à son extrémité. Nous avons alors renforcé la résistance du tube en le munissant, exactement au-dessus des deux ouvertures, d'une bague brasée.

Cet essai reproduit l'action lente d'une pression intérieure, qui croîtrait jusqu'à rompre les assemblages.

Il a été décidé que les essais se feraient sur une dimension moyenne et nous avons choisi le tube de 90 m/m exté-

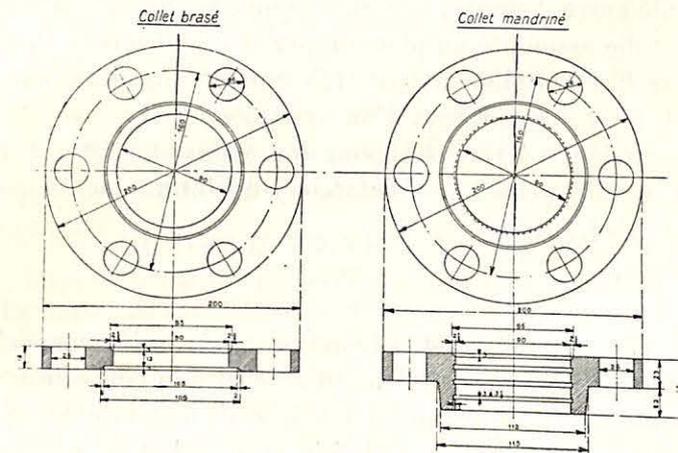


Fig. 5.

rieur, à l'épaisseur de 4 ^m/_m. La fig. 5 donne les caractéristiques des collets mandriné et brasé convenant à ce profil.

L'appareil de choc est des plus simples.

Un marteau allongé formé d'un morceau de barre d'acier (voir fig. 1 et 2) est suspendu par une tringle rigide à un axe horizontal supporté par deux montants. Le marteau est relevé à une hauteur déterminée au moyen d'une corde passant sur une poulie folle soutenue entre deux autres montants, dont l'un est gradué à partir de 0 — correspondant au plan horizontal passant par l'axe du marteau à l'état de repos — jusqu'à 2 mètres de hauteur au-dessus de ce niveau.

Le tube est serré dans un carcan, boulonné sur une taque servant de base à l'appareil, et déplaçable de manière à ce que le choc se donne, soit (fig. 1) sur l'extrémité de la tige fixée au plateau d'assemblage (choc central), soit (fig. 2) sur le bord du collet (choc latéral).

L'appareil prévu pour les essais de flexion est encore plus simple (fig. 3) : un bout de barre munie d'un plateau solide est calé entre 2 fiches, sur une taque de cintrage en fonte.

Le tube assemblé au plateau par le collet mis à l'essai, est tiré horizontalement par une corde s'enroulant sur un treuil, avec interposition d'un dynamomètre.

La machine à traction pour les essais sub. 5° est une machine *Trayvou (La Mulatière)* de 50 tonnes, à commande hydraulique.

Le 28 avril 1916, M. l'Inspecteur Général LIBERT s'est rendu dans nos usines à l'effet d'assister à la confection des éprouvettes d'essai. Chacun des 5 essais devant être répété 3 fois avec collet brasé, et 3 fois avec collet mandriné, il

a donc assisté au brasage de 15 collets et au mandrinage de 15 autres collets, qui tous, ont été scellés par lui.

Un échantillon de brasure a été prélevé aux fins d'analyse. La brasure, de la composition couramment employée par nous, est un alliage de cuivre et de zinc dans les proportions approximatives de 55 de cuivre et 45 de zinc, avec des traces d'étain. (Brasure commerciale).

Le brasage se fait au cubilot chauffé au coke.

L'appareil à mandriner (fig. 6) comporte principalement 3 galets, un mandrin conique dont l'avancement est réglable au moyen d'une tige filetée et d'une douille. L'ensemble

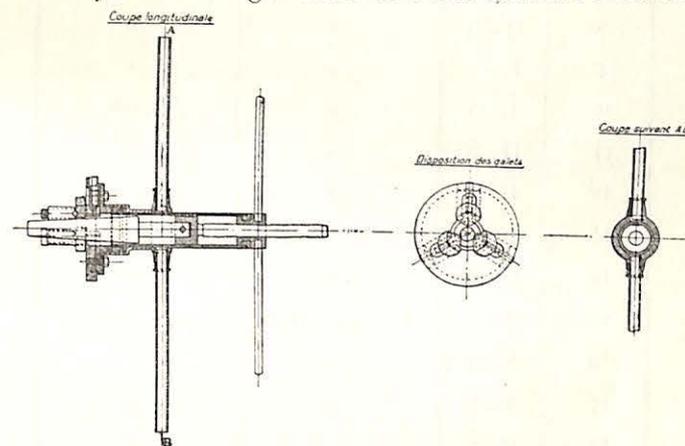


Fig. 6. — Appareil à mandriner. Expanseur à 3 galets.

est manœuvré à bras d'homme, au moyen d'un tourne à gauche, la douille au moyen de 2 leviers. C'est un appareil résistant et précis, de fabrication moderne.

COMPTE RENDU DES ESSAIS

Pour suivre le compte rendu des essais, nous avons cru utile de les numéroter dans l'ordre, en portant en regard la marque attribuée à chacun d'eux. Nous avons dressé le tableau ci-annexé, indiquant en même temps la date de l'essai, le genre d'essai, et le numéro de la figure s'y rapportant.

Les éprouvettes dont la marque n'est pas renseignée dans ce tableau n'ont pas été soumises aux essais pour des raisons exposées dans le compte rendu.

Nomenclature et désignation des essais.

Date	Numéro	Marque	Genre d'essai	Type du collet	Numéro de la fig.
5 mai 1916	1	I—A	Choc central	mandriné	
»	2	I—B	»	»	7
»	3	I—C	»	»	
»	4	I—D	»	brasé	
»	5	I—E	»	»	8
»	6	I—F	»	»	
»	7	II—G	Choc latéral	mandriné	9
»	8	II—H	»	»	
»	9	II—I	»	»	
»	10	II—J	»	brasé	10
»	11	II—K	»	»	11
»	12	II—L	»	»	
»	13	IV—M	Flexion unique	mandriné	12
»	14	IV—P	»	brasé	13
»	15	V—S	Traction directe	mandriné	
»	16	V—T	»	»	
»	17	V—U	»	»	14
»	18	V—V	»	brasé	15
»	19	V—W	»	»	
»	20	V—X	»	»	
19 mai	21	A	Choc central	mandriné-rivé	
»	22	B	»	»	16
»	23	C	»	mand.-non rivé (*)	
»	24	C'	»	»	
»	25	D	»	brasé-rivé (*)	
»	26	E	»	»	

(*) Un collet est dit *rivé* lorsqu'on a évasé à coups de marteau l'extrémité du tube contre l'arête biseautée intérieure du collet, formant ainsi une espèce de collerette incomplètement relevée; dans le cas contraire, il est dit *non rivé*.

Nomenclature et désignation des essais (Suite).

Date	Numéro	Marque	Genre d'essai	Type du collet	Numéro de la fig.
19 mai 1916	27	F	Choc central	brasé-rivé	
»	28	1	Traction directe	mand.-non rivé	17
»	29	3	»	»	
»	30	4	»	mandriné-rivé	
»	31	5	»	»	18
»	32	6	»	»	
»	33	7	»	brasé	19
»	34	8	»	»	
»	35	9	»	»	
»	36	10	»	»	
»	37	13	»	simplement rivé	
»	38	14	»	»	
»	39	16	»	»	
30 juin	40	I	»	brasés	22
»	41	II	»	»	23
»	42	III	»	»	
»	43	IV	»	»	
7 juillet	44	V	»	»	
»	45	VI	»	»	24

Procès-verbal des essais du 5 mai 1916

Avant de commencer les essais, nous avons déterminé la longueur de la tringle suspendant le marteau de choc depuis le centre de gravité de celui-ci, jusqu'à l'axe de suspension.

Cette longueur = 2^m020.

La tringle de suspension pèse : 11^k500.

Le marteau de choc pèse : 21^k700.

La hauteur de chute a été portée dans la presque totalité des essais à 1^m800, cette hauteur représentant la distance entre le plan horizontal passant par l'axe du marteau de choc à l'état de repos et la hauteur à laquelle était relevée la face arrière du marteau (fig. 1).

Essais au choc central.

N° 1. — *Marque : I-A. — Choc central. — Mandriné*

Numé-
rotage des
coups de
marteau

1 à 5 A chaque coup, le tube glisse dans l'étau d'environ 2 ^m/_m. Toute la force vive du coup n'est donc pas uniquement absorbée par la résistance de l'assemblage, une partie est perdue dans le glissement.

Après le 5^{me} coup, nous démontons le plateau (opération que nous dénommerons : *démontage*), et nous examinons le collet; nous constatons un commencement de décollement sur la face, se traduisant par une apparition de la rainure circulaire du joint sur un peu plus du 1/4 de la circonférence.

N. B. Lorsque le *collet* a été mandriné ou brasé sur le tube, la face du collet est passée à la meule, en vue d'obtenir une surface nette et propre. Les lignes de meulage qui se forment sur la face du collet et sur la section du tube se confondent, s'entremêlent et laissent apparaître le joint entre le collet et le tube sous forme d'un trait *extrêmement* délié, et parfois à peine perceptible. Lorsqu'il y a « *décollement* », ce trait devient plus marqué, plus noir.

6 » 10 Le tube continue à glisser. Démontage. Accentuation légère du décollement sur la 1/2 de la circonférence.

11 » 15 Le tube continue à glisser. Démontage. Accentuation du décollement sur les 3/4 environ de la circonférence.

16 à 20 Glissement du tube. Légère accentuation du décollement.

21 » 25 Continuation du glissement Le collet est légèrement décollé sur tout le pourtour.

26 » 60 Nous exécutons une série de coups, sans arrêt. Appelant X la distance depuis l'extrémité du tube opposée au collet jusqu'à la matrice de serrage, nous constatons qu'avant de commencer la série,

$$X = 75 \text{ m/m.}$$

Après le 30^{me} coup, $X = 70 \text{ m/m.}$

Après le 35^{me} coup, $X = 66 \text{ m/m.}$

Après le 40^{me} coup, $X = 59 \text{ m/m.}$

Après le 45^{me} coup, $X = 52 \text{ m/m.}$

Après le 50^{me} coup, $X = 45 \text{ m/m.}$

Après le 55^{me} coup, $X = 38 \text{ m/m.}$

Après le 60^{me} coup, $X = 32 \text{ m/m.}$

Démontage. Collet nettement décollé faisant saillie de quelques dixièmes de millimètres, sur le tube.

61 » 75 Les glissements sont :

Après le 65^{me} coup, $X = 24 \text{ m/m.}$

Après le 70^{me} coup, $X = 16 \text{ m/m.}$

Après le 75^{me} coup, $X = 8 \text{ m/m.}$

76 » 90 Par suite du glissement du tube, l'essai ne donne pas de résultats probants. Nous décidons de placer à l'autre extrémité du tube, un collet de contre-choc mandriné, qui formera butée contre l'étau de serrage.

L'essai, repris dans ces conditions, nous conduit à 90 coups, mais nous constatons que le collet de contre-choc se décolle.

Dans ces conditions, les résultats étant faussés, l'essai est abandonné.

N° 2. — *Marque : I-B. — Choc central. — Mandriné.*

Afin d'éviter le glissement qui a faussé l'essai précédent, nous avons monté un collet de contre-choc mandriné sur l'autre bout du tube.

1 » 5 Démontage. Constatons que le collet est décollé et forme une légère saillie sur l'extrémité du tube. Il se trouve *exactement dans le même état que le collet précédent, après le 60^{me} coup.*

6 » 10 Démontage. Nous constatons que le collet commence à glisser sur le tube. Il s'est déplacé d'environ 1 millimètre, mesuré derrière le collet, d'où accentuation de la saillie du collet sur le tube.

- 11 à 20 Le glissement du collet sur le tube atteint plus de 2 m/m .
Le collet se disloque visiblement et abandonne le tube.
21 » 25 Le collet continue à se décoller.
26 » 39 Au 39^{me} coup, le collet tombe par terre (fig. 7).

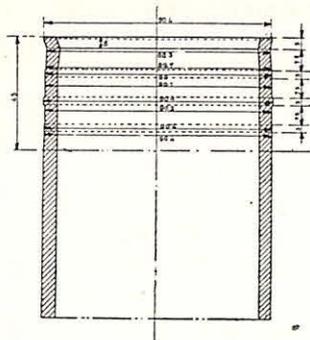


Fig. 7. — ESSAI N° 2.
Aspect du tube après arrachement du collet.

Observation. — Il a fallu 39 coups pour arracher complètement le collet, mais dès la première constatation, c'est-à-dire après le 5^{me} coup, le collet ne présentait plus qu'une résistance affaiblie.

N° 3. — *Marque : I-C. — Choc central. — Mandriné.*

L'essai est également conduit avec un collet de contre-choc, comme butée.

- 1 Démontage. Le collet est légèrement décollé.
2 » » » »
3 » » » »
4 et 5 » » » » , sans différence appréciable.
6 à 10 Le collet de contre-choc s'arrache. L'essai est suspendu pour remandrinier ce dernier.
11 » 15 Le collet est nettement décollé et forme une légère saillie sur l'extrémité du tube.
16 » 25 Collet décollé d'environ 1 m/m .
26 » 30 Le décollément s'accroît.
31 » 40 Le collet de contre-choc se décolle. L'essai est suspendu.
Observation. — Le collet a été décollé, légèrement, il est vrai, au premier coup. Après le 15^{me} coup, il commence à glisser sur le

tube. L'essai n'a pas été poursuivi, les essais suivants ayant démontré que des résultats ne pouvaient être comparés qu'en obtenant une fixation absolue du tube dans son étai.

N° 4. — *Marque : I-D. — Choc central. — Brasé.*

Pour nous mettre dans les mêmes conditions que dans l'essai n° 1 (I-A), l'essai n° 4 (I-D) sera fait sans collet de contre-choc, c'est-à-dire, en laissant glisser le tube dans l'étai de serrage.

La distance entre l'extrémité lisse du tube et l'étai de serrage, est $X = 87 \text{ m/m}$.

- 1 à 5 $X = 68 \text{ m/m}$. Nous notons un soupçon de décollement sur la face du joint. La trace est tout à fait légère et serait imperceptible pour un œil non averti.
6 » 10 $X = 53 \text{ m/m}$. Pas de modification au joint.
11 » 15 $X = 41 \text{ m/m}$. » » »
16 » 20 $X = 30 \text{ m/m}$. » » »
21 » 25 $X = 18 \text{ m/m}$. » » »

Nous replaçons le tube dans l'étai de façon à faire $X = 93 \text{ m/m}$.

- 26 » 60 Après le 30^{me} coup, $X = 76 \text{ m/m}$.
» 35^{me} » $X = 64 \text{ m/m}$.
» 40^{me} » $X = 52 \text{ m/m}$.
» 45^{me} » $X = 41 \text{ m/m}$.
» 50^{me} » $X = 30 \text{ m/m}$.
» 55^{me} » $X = 19 \text{ m/m}$.
» 60^{me} » $X = 9 \text{ m/m}$.

Démontage : Pas d'accroissement sensible de décollement. L'essai est suspendu provisoirement. Nous placerons un collet de contre-choc mandriné.

- 60 » 100 L'essai repris dans ces conditions, nous conduit au 100^{me} coup.
Démontage : Néant.
100 » 110 Le collet de contre-choc se décolle. Essai suspendu.

N° 5. — *Marque : I-E. — Choc central. — Brasé.*

Le tube est muni d'un collet de contre-choc.

- 1 à 5 Démontage : Néant.
6 » 10 » Très légère trace de décollement, à peine perceptible, sur la face.

- 11 à 20 Démontage : Même état.
 21 » 40 » » »
 41 » 60 » » »
 61 » 100 Nous constatons que la brasure se détache derrière le collet.
 Démontage : Nous constatons sur la face du collet un décollement intéressant environ les 5/8 de la circonférence.
 101 » 115 Le décollement s'accroît.
 116 » 130 L'accentuation du décollement progresse. Au 130^{me} coup, le décollement est complet.
 Au 131^{me} coup, le collet est arraché (fig. 8).

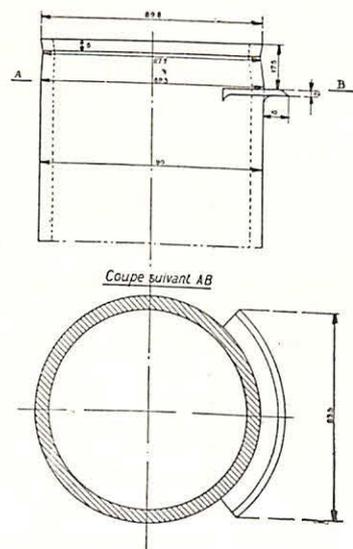


Fig. 8. — ESSAI N° 5.
 Aspect du tube après arrachement du collet.

Observation. — La brasure était parfaite. Elle avait pénétré entre le tube et le collet sur toute la portée de celui-ci.

N° 6. — *Marque : I-F. — Choc central. — Brasé.*

Le tube est muni d'un collet de contre-choc.

- 1 à 10 *Apparence* de décollement de la brasure sur la face arrière du collet sur un arc de 5 à 6 centimètres de développement.
 Démontage. Rien à observer sur la face du collet. Vérification

faite du décollement, il apparaît qu'il ne s'agit pas du décollement proprement dit de la brasure, mais plutôt d'un écaillage de lignes de borax fondu, qui a servi au brasage.

- 11 à 15 Le collet mandriné de contre-choc décolle.
 Dans ces conditions, nous arrêtons l'essai et décidons de renouveler la série complète des 6 essais après avoir muni chacun des 6 tubes, d'une bague ou d'un collet de butée fortement fixé de façon à éviter *tout glissement*, qui fausserait les résultats.
 Les nouveaux essais seront exécutés avec un marteau de choc de 35 kilogs.

Essais au choc latéral.

N° 7. — *Marque : II-G. — Choc latéral. — Mandriné.*

La hauteur de chute du marteau est réduite à 1^m500.

- 1 Collet légèrement décollé.
- 2 » » »
- 3 La hauteur de chute est reportée à 1^m800, comme auparavant.
- 3 Le décollement du tube s'indique plus nettement.

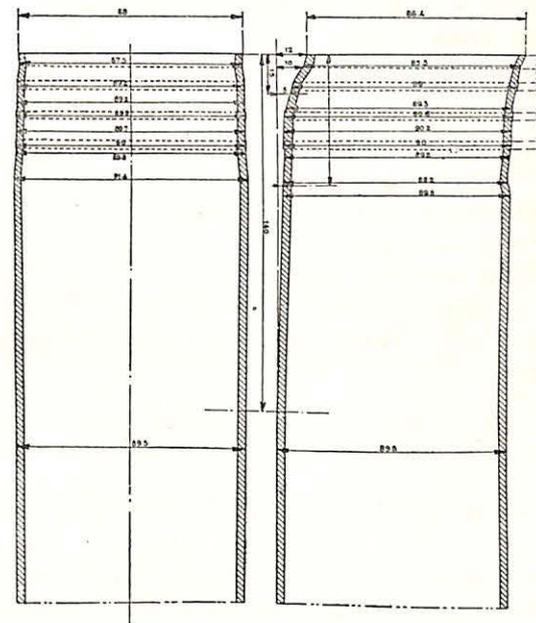


Fig. 9. — ESSAI N° 7.
 Aspect du tube après arrachement du collet.

- 4 et 5 Le décollement s'accroît. A partir du 3^{me} coup, le tube commence à glisser dans son carcan.
- 6 à 10 Le décollement s'étend sur 1/3 de la circonférence.
- 11 » 20 » » à la 1/2 de la circonférence.
- 20 » 24 » » à toute la circonférence.
- 25 » 30 Après le 30^{me} coup, le collet a pris par rapport au tube, une inclinaison régulière, c'est-à-dire que l'effet du choc s'est fait sentir, non seulement, à l'endroit où il est appliqué, mais qu'il a disloqué le collet tout entier, qui se comporte comme un bloc rigide.
- 31 » 35 Le collet est complètement déchaussé et laisse une large ouverture baillante entre son rebord et le tube (fig. 9).

N° 8. — *Marque II-H. — Choc latéral. — Mandriné.*

Etant donné que le tube précédent a glissé dans l'étau, nous assurons sa fixité au moyen d'une broche de butée.

- 1 Le collet est décollé sur le 1/3 de la circonférence.
- 2 » » sur la 1/2 de la circonférence.
- 3 et 4 » » sur la totalité de la circonférence.
- 5 » se dégage du tube.
- 6 à 17 » s'incline de plus en plus et tombe au 17^{me} coup.

N° 9. — *Marque : II-I. — Choc latéral. — Mandriné.*

- 1 Collet décollé sur la 1/2 de la circonférence.
- 2 et 3 Le décollement s'accroît.
- 4 Le collet forme saillie sur le tube.
- 5 à 7 » commence à glisser sur le tube.
- 8 » 19 » continue à glisser, s'incline, est complètement détaché au 19^{me} coup.

N° 10. — *Marque : II-J. — Choc latéral. — Brasé.*

- 1 » 10 Au 10^{me} coup, aucun décollement n'est visible, mais le collet commence à fléchir à l'endroit où le choc est appliqué.
- 11 » 30 Aucun décollement visible, mais la flexion du collet s'accroît. Pendant cette série de coups, le tube glisse légèrement dans l'étau.
- 31 » 35 Au 35^{me} coup, la brasure commence à se fissurer derrière le collet; cette fissure est due à l'allongement qu'elle a subi par suite de la

flexion du bord du collet. Par contre, on ne constate rien sur la face du collet.

- 36 à 37 Le collet se décolle sur la face.
- 38 » 40 Le collet est décollé sur la 1/2 de la circonférence. Il peut être considéré comme perdu.

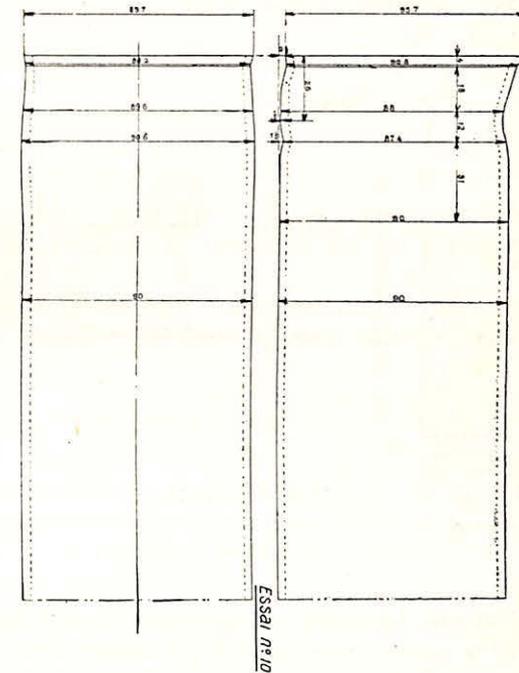


Fig. 10. — ESSAI N° 10.
Aspect du tube après arrachement du collet.

- 41 » 44 Le collet est complètement décollé, excepté sur une petite partie inférieure.
- Observation.* — La brasure est excellente (fig. 10).

N° 11. — *Marque II-K. — Choc latéral. — Brasé.*

- 1 » 10 Rien à noter.
- 11 » 20 Le collet se déforme, mais il n'y a pas de décollement.
- 25 » 35 Accentuation de la déformation, sans décollement.
- 36 Un commencement de cassure se montre derrière le collet. Rien sur la face.

- 37 » 40 Accentuation de la cassure derrière le collet. Rien sur la face (fig. 11).
 41 » 67 Au 67^{me} coup, le collet commence à se décoller sur la face.

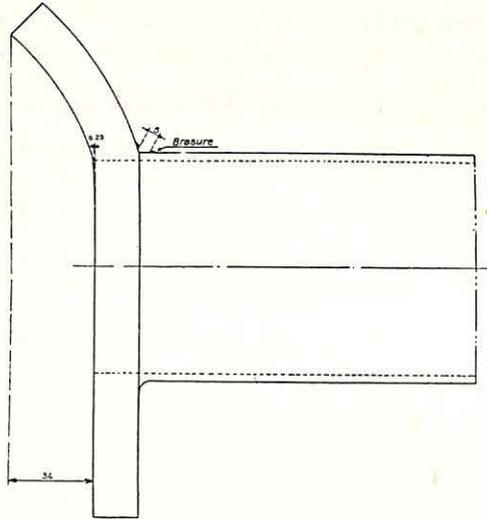


Fig. 11. -- ESSAI N° 11.

Aspect de l'assemblage après le 40^e coup. La brasure présente une cassure d'environ 5 millimètres de largeur.

- 68 » 80 L'essai est arrêté. Le collet est nettement décollé derrière sur environ 2/3 de la circonférence, mais il est encore bien fixé sur la face.

N° 12. — Marque : II-L. — Choc latéral. — Brasé.

- 1 » 8 Le collet se déforme.
 9 et 10 Apparition d'une soufflure qui s'ouvre, derrière le collet.
 11 Légère cassure au même endroit.
 12 et 13 La cassure apparaît nettement.
 14 à 30 La cassure se poursuit, s'agrandit et au 30^{me} coup le collet montre du décollement sur la face.
 31 » 40 Au 40^{me} coup, le collet est complètement arraché sur la 1/2 de la circonférence correspondant à l'application du choc. L'autre moitié est intacte.

Observation. — Il résulte nettement de ces trois derniers essais, qu'au lieu de se disloquer entièrement dès les premiers coups, le

collet brasé résiste au choc tant qu'il ne subit pas une flexion accentuée au point de provoquer l'arrachement de la brasure par un allongement excessif.

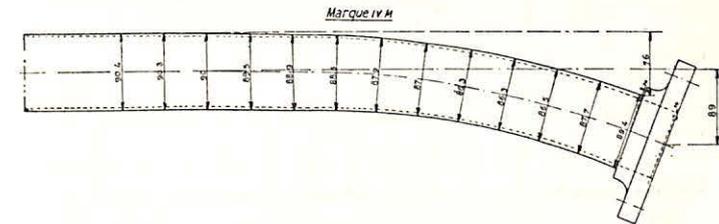
Essais à la flexion unique.

N° 13. — Marque : IV-M. — Flexion unique. — Mandriné.

(Voir schéma de l'installation de l'essai fig. 3).

La traction est lentement et progressivement portée à 230 kilos. A ce moment, le collet commence à se décoller. La traction est poussée à 240 kilos, et ne dépasse pas ce chiffre, car le collet cède doucement par l'effet de la formation de l'arc que décrit le tube (fig. 12).

En forçant, nous arrivons à une traction de 250 kilos. Mais, à peine arrivé à ce chiffre, l'effort retombe à 230. Le tube se cintre de plus en plus.



Essai n° 13

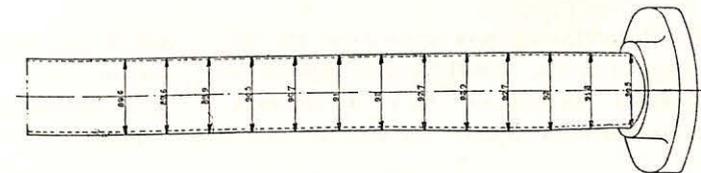


Fig. 12. — ESSAI N° 13.

Aspect du tube et de l'assemblage au moment où le collet va se dégager complètement.

La traction est poussée à fond à 260, puis à 300, enfin à 305 kilos. Sous cet effort, le tube commence à sortir du collet. Démontage.

La fig. 12 montre l'état du collet faisant saillie sur le tube, ainsi que celui du tube dont la section s'est modifiée.

N° 14. — *Marque : IV-P. — Flexion unique. — Brasé.*

Les tractions sont poussées progressivement jusque 195 kilos, 255 kilos, 270 kilos, 280 kilos, 300 kilos, sans que l'examen après l'application de chacun de ces efforts ne révèle aucun indice de diminution de résistance.

A 310 kilos, le collet commence à faiblir. La brasure cède et la tension retombe à 240 (fig. 13).

Observation. — Ces essais difficiles à mesurer ne paraissent pas assez concluants et devraient être repris dans d'autres conditions,

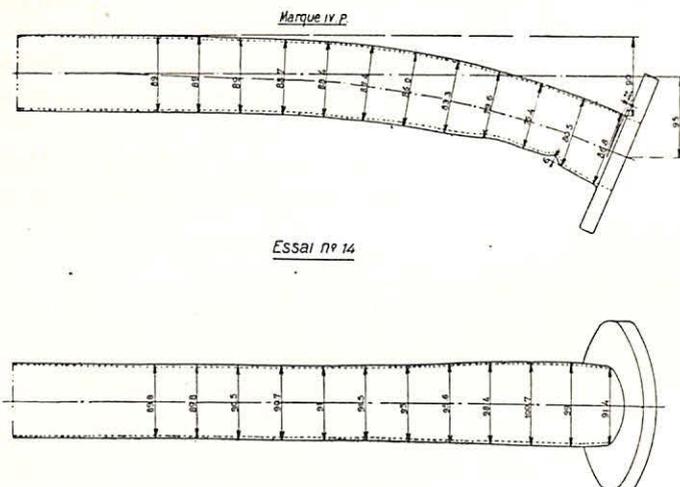


Fig 13. — ESSAI N° 14.

Aspect du tube et de l'assemblage à la fin de l'essai.

en faisant intervenir non seulement les efforts appliqués, mais aussi les arcs de cintrage et les déformations de section du tube.

En présence de ces résultats, les autres essais préparés en vue de flexion unique et de flexions répétées ne sont pas exécutés.

Essais à la traction directe.

N° 15. — *Marque : V-S. — Traction directe. — Mandriné.*

Le collet commence à glisser le long du tube et à se dégager sous un effort d'environ 10,000 kilos, mais celui-ci n'a pu être mesuré que d'une façon assez peu précise, étant donnée la rapidité avec

laquelle le collet est arrivé au point où sa résistance commençait à faiblir, ce qui n'a pas permis de conduire le contre-poids avec une précision suffisante pour obtenir l'équilibre parfait du fléau de la machine.

N° 16. — *Marque : V-T. — Traction directe. — Mandriné.*

Essai annulé par suite d'une fausse manœuvre.

N° 17. — *Marque : V-U. — Traction directe. — Mandriné.*

L'équilibre a été obtenu au chiffre de 18,340 kilos, mais pour les mêmes raisons que dans l'essai n° 15 (V-S), il est très possible que l'effort, qui a déterminé le commencement du glissement du collet, était supérieur à ce chiffre et que l'équilibre s'est produit au moment où la valeur décroissante de la résistance du collet sur le tube, a rencontré la valeur croissante de pesée du contre-poids (fig. 14).

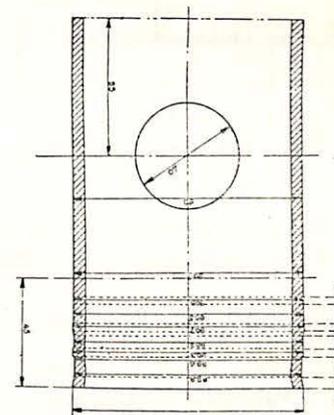


Fig. 14. — ESSAI N° 17.

Tube après dégagement du collet.

Observation. — Les essais, étant indécis, ne sont pas considérés comme concluants et doivent être repris.

N° 18. — *Marque : V-V. — Traction directe. — Brasé.*

L'équilibre est obtenu à 28,220 kilos. A ce moment, la goupille (voir fig. 4) qui relie le tube à la pince engagée dans les mâchoires de traction, déforme le tube, dont les ouvertures circulaires s'allongent

gent en boutonnières jusqu'à, finalement, cisailer le tube entre celles-ci et son extrémité lisse (fig. 15). Donc, l'effort en question

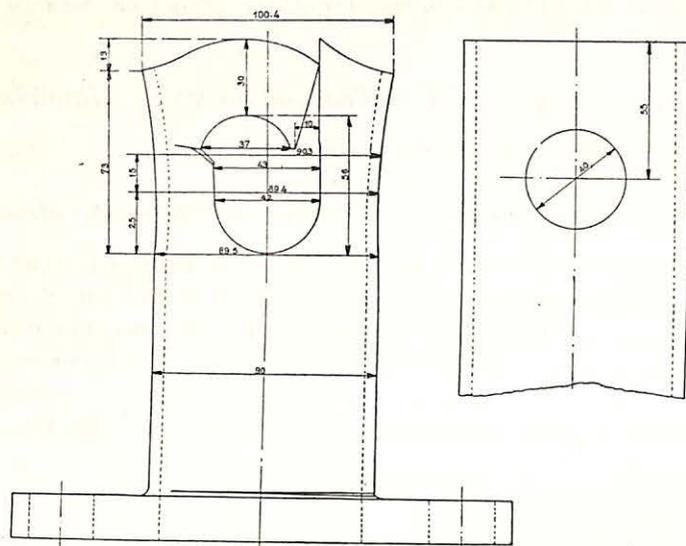


Fig. 15. — ESSAI N° 18.

Rupture du tube, à l'endroit des ouvertures circulaires où passe la goupille.

est inférieur à celui qui serait nécessaire pour arracher le collet. Celui-ci ne présente d'ailleurs aucun indice d'affaiblissement.

N° 19. — *Marque : V-W. — Traction directe. — Brasé.*

Même remarque et même résultat que dans l'essai précédent. L'effort sous lequel le tube s'est déchiré atteint 25,100 kilos.

N° 20. — *Marque : V-X. — Traction directe. — Brasé.*

Même remarque et même résultat que dans les deux essais précédents.

L'effort de traction atteint 24,940 kilos.

Observation. — Bien que ces essais n'aient donné aucun résultat réellement mesurable, ils ont fait ressortir, cependant, que les assemblages par collets mandrinés soumis à l'épreuve étaient moins résistants que les tubes employés, attendu que ceux-ci se sont séparés de leurs assemblages sans qu'il y eût même un commencement de

déformation des ouvertures circulaires dans lesquelles étaient engagée la goupille de liaison, tandis que les collets brasés ont, sans affaiblissement apparent, résisté à des efforts sous lesquels les tubes se sont déformés et brisés.

Nous pouvons donc dire, d'après les chiffres relevés, que les collets mandrinés en question se sont décollés sous une traction d'environ 18,000 kilos, tandis que les collets brasés résistaient sans trace apparente d'effort à des tractions d'au moins 25,000 kilos.

Ces essais seront repris suivant un programme plus précis, déterminé d'après les résultats déjà acquis.

Il a été également décidé que des essais de traction seraient faits sur des tubes munis de collets, ni brasés, ni mandrinés, mais simplement maintenus par le rabattement de l'extrémité du tube sur le chanfrein du collet, — autrement dit, *rivés*.

DEUXIÈME JOURNÉE D'ESSAIS

Vendredi 19 mai 1916

Sont présentés à l'examen et aux essais :

1° *Au choc central :*

4 collets mandrinés, dont 2 rivés et 2 non rivés ;

3 collets brasés et rivés.

Toutes ces éprouvettes portent à l'autre bout du tube une bague brasée destinée à servir de butée pour empêcher tout glissement du tube dans le carcan.

2° *A la traction :*

5 collets mandrinés, dont 2 non rivés et 3 rivés ;

6 collets brasés et rivés ;

6 collets ni mandrinés, ni brasés, mais simplement rivés.

Afin d'éviter le déchirement du tube plutôt que l'arrachement du collet, sous l'effort de la traction de la machine, les deux premiers groupes d'éprouvettes sont munies, à l'autre bout, d'une bague brasée, qui renforcera la résistance du tube.

Choc central.

N. B. — Le marteau a été remplacé et pèse 35 kgs 600 au lieu de 21 kgs 700.

Hauteur de chute : 1^m800.

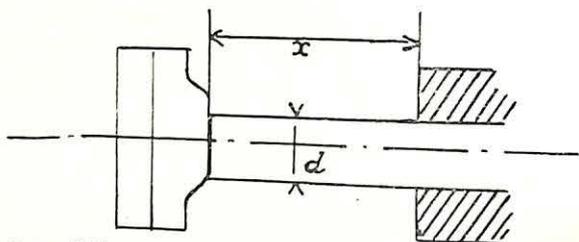
N° 21. — *Marque : A. — Choc central. — Mandriné et rivé.*

- 1 à 6 Démontage. Constatons une très légère trace de décollement.
 7 » 15 Démontage. Légère accentuation de décollement sur tout le pourtour.
 16 » 25 Démontage. Le décollement est net. Le collet forme saillie d'environ 1/10 de millimètre sur le tube.
 26 » 30 Démontage. La saillie du collet sur le tube atteint environ 1/2 millimètre.
 31 » 47 Pendant cette succession de coups, le collet glisse de plus en plus et s'échappe au 47^{me} coup.

N. B. — *Les côtes refoulées du tube sont encore parfaitement marquées aux endroits qu'elles occupaient dans les rainures du collet. Les rainures du collet sont intactes. Le mandrinage est considéré comme excellent.*

N° 22. — *Marque : B. — Choc central. — Mandriné et rivé.*

- 1 » 5 Démontage. Imperceptible décollement sur une partie du pourtour.
 6 » 15 Démontage. Apparence d'une accentuation légère.
 16 » 25 Démontage. Très légère accentuation du décollement.
 26 » 35 Démontage. Même situation.



- 36 » 50 Démontage. Même situation. Cependant, il paraît se produire un commencement, mais presque imperceptible, d'une saillie du collet sur le tube.
 51 » 65 Démontage. Même situation.

- 66 à 85 Démontage. Rien de changé sur la face, mais nous constatons que le tube s'allonge et que sa section diminue. (Voir croquis.)

Nous mesurons, pour un diamètre initial du tube de 90 millimètres, un diamètre réduit $d = 89$ millimètres ; la distance X entre le collet et le carcan = 81 millimètres,

- 86 » 100 Démontage. Situation inchangée.

$$d = 88,8 \text{ m/m.}$$

$$X = 82 \text{ m/m.}$$

- 101 » 125 Démontage. Le collet paraît se décoller à la partie inférieure du tube, une assez forte rainure se manifeste à cet endroit et le collet fait une légère saillie sur le tube. Mais dans la région opposée, c'est-à-dire à la partie supérieure du tube, c'est, au contraire, le tube qui fait saillie sur le collet ; celui-ci paraît donc basculer sur l'extrémité du tube.

$$d = 88,7 \text{ m/m.}$$

$$X = 84 \text{ m/m.}$$

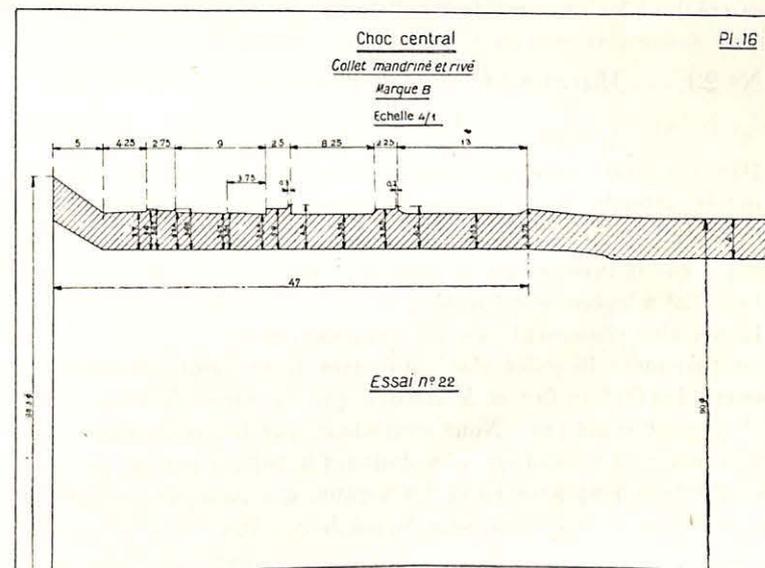


Fig. 16. — ESSAI N° 22.

Section dans la paroi du tube, montrant le relief des saillies « accrochantes » d'un bon mandrinage.

- 126 » 150 Démontage. Situation inchangée sur la face.

$$d = 88,5 \text{ m/m.}$$

$$X = 85 \text{ m/m.}$$

151 à 200 Démontage.

$$d = 88,4 \text{ m/m.}$$

$$X = 86 \text{ m/m.}$$

Le collet paraît nettement décollé du tube dont il est séparé par une forte rainure circulaire. Dans cette situation, nous sommes d'accord de considérer le collet comme complètement ébranlé et incapable de résister à une nouvelle série de 25 coups. Il nous semble plus intéressant de ne pas poursuivre l'essai jusqu'à la limite et de pratiquer une section transversale à travers le tube et le collet de façon à nous rendre compte du mode suivant lequel la désagrégation se produit.

Nous constatons que contrairement à notre attente, les côtes du tube sont encore parfaitement accrochées dans les rainures et que le collet, dans cet état, aurait vraisemblablement été capable de supporter encore une longue série de coups. La fig. n° 16 indique mieux que des explications, la façon énergique dont le tube s'était encastré dans les rainures de mandrinage.

N° 23. — *Marque : C. — Choc central. — Mandriné, non rivé.*

Dans cet essai, nous ne démonterons plus le plateau de butée du mandrin, attendu que l'absence de rivure ne nous permettrait pas d'observer la progression du décollement, tant que le collet ne glissera pas sur le tube, ce qui se constatera aisément derrière le collet.

1 à 5 Le collet a légèrement bougé.

6 » 10 Le premier glissement s'est un peu accentué.

11 » 41 Le glissement du collet s'accroît très légèrement au début, de plus en plus fort au fur et à mesure que la série s'allonge, et au 41^{me} coup, le collet part. Nous constatons que le mandrinage était fort prononcé. Le collet en abandonnant le tube a grippé, le métal s'est partiellement arraché et les arrêtes des rainures du collet se sont cisailées par endroits, sous forme de copeaux.

N° 24. — *Marque : C¹. — Choc central. — Mandriné non rivé.*

1 » 5 Le collet a légèrement bougé.

6 » 10 Légère accentuation.

11 » 18 Le collet glisse et part au 18^{me} coup. Nous constatons que le man-

drinage était parfait. Les surfaces se sont décollées sans grippage. Il n'y a pas de trace d'arrachement.

N° 25. — *Marque : D. — Choc central. — Brasé et rivé.*

Diamètre du tube pris en un point déterminé = 90 m/m.

Ce diamètre restera inchangé pendant tout l'essai.

1 à 5 Démontage. Néant.

6 » 15 Démontage. Néant.

16 » 25 Démontage. Néant.

26 » 40 Démontage. Néant.

41 » 65 Démontage. Néant.

66 » 90 Démontage. Néant.

91 » 125 Démontage. Un examen *très attentif* permet de *supposer* qu'il y a une *apparence* d'un *très léger* décollement sur un tout petit arc du joint.

126 » 150 Démontage. Même état.

151 » 200 Démontage. Même état.

201 » 250 Démontage. Même état. Etant donné qu'il ne se produit pas de modification, l'essai est suspendu.

N° 26. — *Marque : E. — Choc central. — Brasé et rivé.*

$$d = 89,9 \text{ m/m.}$$

1 » 5 Démontage. Néant.

6 » 15 Démontage. Néant.

16 » 25 Démontage. Néant.

26 » 40 Démontage. Néant.

41 » 65 Démontage. Néant.

66 » 90 Démontage. Néant.

$$d = 89,5 \text{ m/m.}$$

91 » 125 Démontage. Néant.

$$d = 89 \text{ m/m.}$$

La diminution de diamètre permet de supposer qu'il y a un léger allongement du tube.

126 » 150 Démontage. Néant.

$$d = 89 \text{ m/m.}$$

151 » 200 Un examen derrière le collet seulement ne révèle rien.

$$d = 88,8 \text{ m/m.}$$

201 » 250 Démontage. Néant.

$$d = 88,5 \text{ m/m.}$$

Nous suspendons également cet essai pour la même raison.

N° 27. — *Marque : F. — Choc central. — Brasé et rivé.*

$$d = 89,9 \text{ mm.}$$

- 1 » 15 Démontage. Néant.
 16 » 40 Démontage. Néant.
 41 » 65 Démontage. Constatons un très léger commencement de décollement sur la partie inférieure de la circonférence.

$$d = 89,8 \text{ mm.}$$

- 66 à 90 Démontage. Très légère accentuation du décollement.
 91 » 125 Démontage. Même état.

$$d = 89,8 \text{ mm.}$$

- 126 » 150 Démontage. Même état.
 151 » 200 Démontage. Légère accentuation du décollement à la partie inférieure.

$$d = 89,7 \text{ mm.}$$

- 201 » 250 Démontage. Le décollement apparaît bien net cette fois, sur environ 1/4 de la circonférence à la partie inférieure. Le collet, à cet endroit, paraît faire une très légère saillie sur le tube, et derrière le collet, toujours dans la même région, la brasure révèle une mince fissure.

- 251 » 275 L'examen derrière le collet indique une légère aggravation de la fissure.

- 276 » 300 L'examen derrière le collet indique de nouveau une légère aggravation de la fissure.

- 301 » 325 Même état.

- 326 » 350 Même état.

- 351 » 375 La cassure derrière le collet s'étend très lentement.

- 376 » 400 La cassure continue à s'étendre sur environ la 1/2 de la circonférence.

- 401 » 421 La cassure se propage tout autour du tube et au 421^{me} coup, le collet part brusquement.

Etant donné la façon dont les 3 essais sur tube brasé se sont comportés et la résistance plutôt supérieure que présentaient les collets *D* et *E*, les essais n'ont pas été repris au moyen de ces 2 derniers, et nous avons admis qu'ils résisteraient au moins à 421 coups.

N. B. Il ressort de ces 7 expériences qu'un seul collet mandriné a résisté à au moins 200 coups, après lesquels, il était encore parfaitement adhérent au tube, bien que, sur la face, la présence d'une rainure parût indiquer qu'il avait cependant subi un fort ébranlement, tandis que, des 3 collets brasés, deux n'ont pas manifesté le

moindre affaiblissement après 250 coups, et le 3^{me}, dont l'état paraissait déjà modifié après le 65^{me} coup, a pu, néanmoins, tenir jusqu'au 421^{me} coup.

Traction.

Les éprouvettes portent, à une extrémité, le collet mandriné ou brasé et, à l'autre extrémité, une bague brasée de renforcement.

N° 28. — *Marque : I. — Traction. — Mandriné, sans rivure.*

Sous l'effort de 37,200 kilos, le tube et la bague brasée de renforcement se déchirent. Cependant, le collet présente un commen-

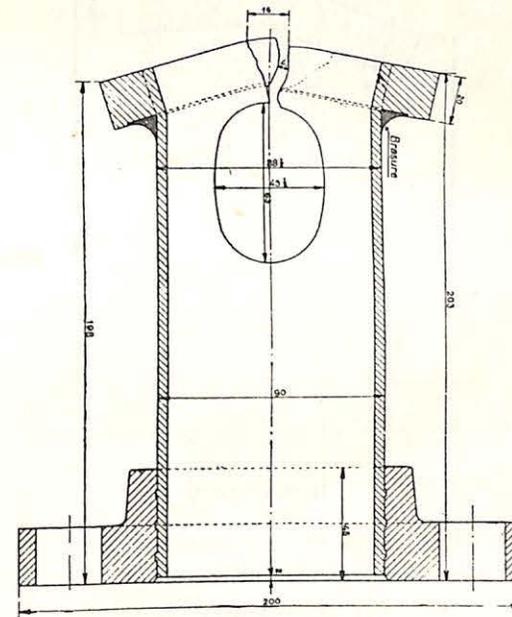


Fig. 17. — ESSAI N° 28.

Rupture de l'éprouvette à la bague de renforcement.

cement de déboîtement et forme saillie de 2 millimètres sur le tube (fig. 17).

N° 36. — *Marque : 10. — Traction. — Brasé.*

Cette succession de cassures du tube à des efforts inférieurs à ceux des essais précédents paraît indiquer que, par suite du double réchauffement que le tube a subi à l'occasion des deux brasages du collet et de la bague de renforcement, le métal s'est recuit outre mesure et ne présente plus sa résistance normale.

Afin de lui rendre sa dureté, nous réchauffons l'éprouvette n° 10 en protégeant les deux brassures contre l'action du feu par un empâtement d'argile, puis plongeons le tube dans l'eau froide.

Dans ces conditions, le tube et la bague se cassent encore à 32,400 kilos.

N. B. — Les essais n°s 33, 34, 35 et 36 n'amènent donc aucune conclusion et sont abandonnés pour être repris dans les conditions permettant d'obtenir un résultat.

L'examen des collets brasés ne révèle en tout cas aucune altération.

N° 37. — *Marque : 13. — Traction. — Rivé, sans mandrinage.*

A 12,500 kilos, le collet glisse.

N° 38. — *Marque : 14. — Traction. — Rivé, sans mandrinage.*

A 16.700 kilos, le collet glisse.

N° 39. — *Marque : 16. — Traction. — Rivé, sans mandrinage.*

A 17,100 kilos, le collet glisse.

Les autres essais sur collets rivés, sans mandrinage, ne sont pas exécutés, attendu que les essais n°s 37, 38 et 39 n'avaient eu d'autre but que d'indiquer la valeur de résistance de la rivure, et que celle-ci ressort suffisamment des trois essais exécutés et peut être considérée comme étant de l'ordre de 15.000 kilos environ.

N. B. — En plus des expériences ci-dessus, nous avons également fait un essai de traction sur une éprouvette composée d'un secteur de collet brasé et de la partie correspondante du tube, la traction étant dirigée dans le plan du collet, suivant le rayon passant par le

centre du secteur, de façon à obtenir une indication sur la résistance de la brasure à un effort qui tendrait à séparer les deux surfaces qu'elle réunit, non pas par glissement ou cisaillement, comme dans les essais qui ont été exécutés précédemment, mais par décollement direct sous l'action d'un effort perpendiculaire aux surfaces en contact.

Cette éprouvette est représentée à la fig. n° 20.

Dans ces conditions, nous avons obtenu un effort de traction de

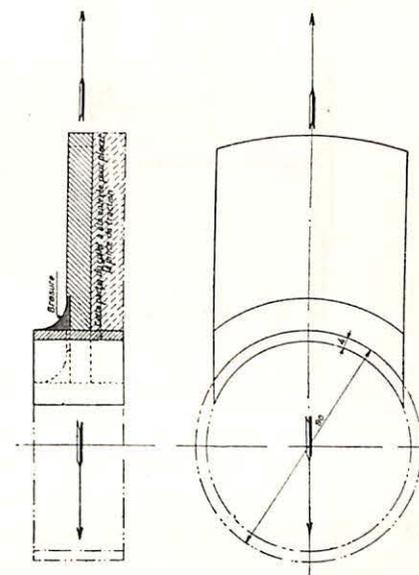


Fig 20

7,150 kilos qui, réparti sur la surface totale de contact correspondant à 1,380 millimètres donne une résistance de 5 kgs 2 par millimètre carré.

TROISIÈME SÉANCE DU 30 JUIN 1916

consacrée aux essais de traction sur collets brasés.

Jusqu'ici, les essais de traction sur collets brasés ont toujours amené la rupture ou la déchirure du tube.

Nous avons, cette fois, brasé six collets sur des tubes présentant une épaisseur de 6 1/2 millimètres (diamètre extérieur : 95 milli-

mètres, diamètre intérieur : 82 millimètres) et ramenés à l'épaisseur de 4 millimètres à l'extrémité portant le collet, par tournage (fig. 21).

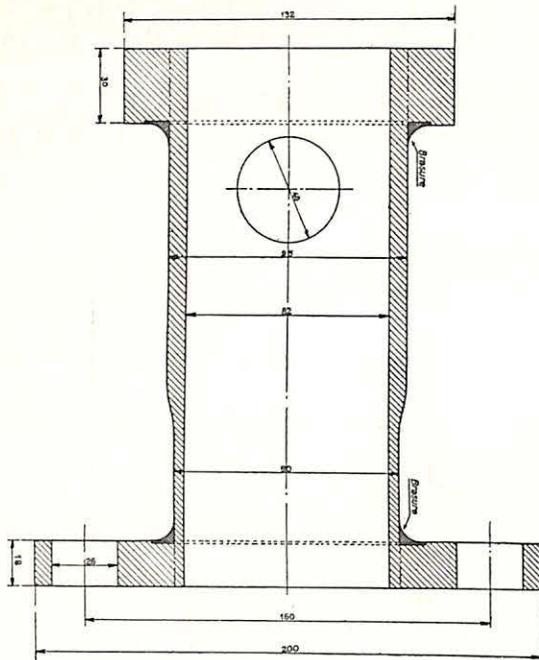


Fig. 21. — Epreuve pour les essais nos 40 à 45.

Dans ces conditions, la résistance du tube est considérablement renforcée. A l'endroit du brasage, les choses restent telles qu'elles étaient précédemment. Nous avons, de plus, renforcé la résistance du tube par une bague brasée, comme dans la deuxième série d'essais.

N° 40. — *Marque : I. — Traction. — Brasé.*

L'effort de traction monte à 42,150 kilos.

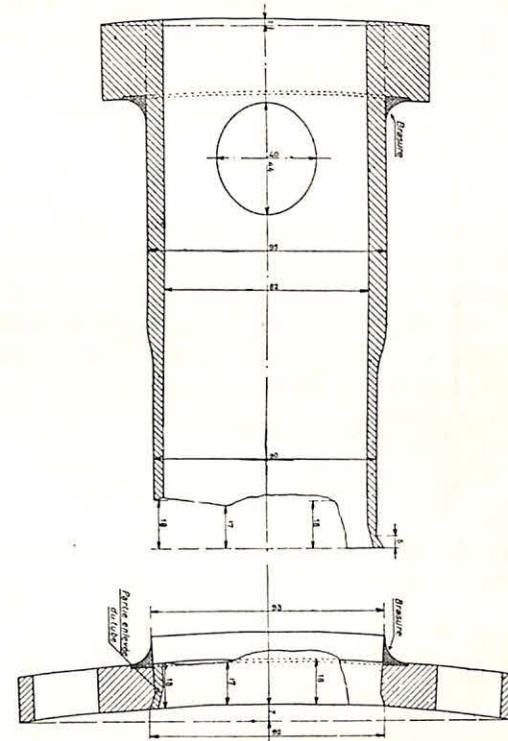
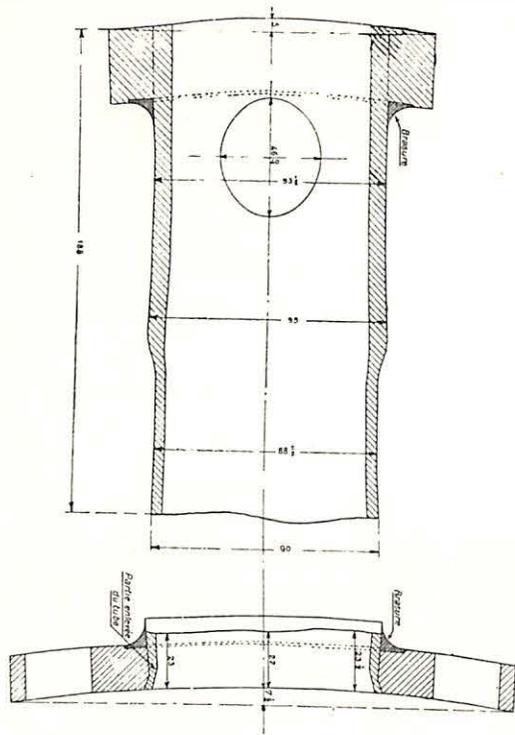


Fig. 22. — ESSAI N° 40.
Cassure du tube dans l'assemblage.

Le tube se casse à l'intérieur du collet à mi-hauteur de celui-ci et sur environ les trois quarts de la circonférence du tube (fig. 22).

N° 41. — *Marque : II. — Traction. — Brasé.*

Effort de rupture : 45,600 kilos.

Fig. 23. — ESSAI N° 41.
Cassure du tube dans l'assemblage.

Le tube se casse à l'intérieur du collet aux trois quarts de sa hauteur sur toute sa circonférence (fig. 23).

N° 42. — *Marque : III. — Traction. — Brasé.*

Effort de rupture : 41,150 kilos.

Cette fois, il ne se produit pas de rupture proprement dite, mais un décollement du collet. Ce décollement se fait en deux fois, c'est-à-dire que le collet commence à céder en un point de sa circonférence, puis il cède définitivement sous l'effort en question.

L'examen des surfaces séparées révèle qu'il y a eu, en plusieurs endroits, un arrachement de l'acier.

N° 43. — *Marque : IV. — Traction. — Brasé.*

Cet essai donne 34,050 kilos, mais il n'est pas concluant en ce sens que les deux collets assemblés n'ont pas été soumis à une traction bien perpendiculaire à leur plan d'assemblage. Les tractions inférieures et supérieures se sont exercées suivant un angle assez important atteignant environ 160 degrés et résultant de ce que les pattes destinées à être saisies par les mâchoires de la machine se sont cintrées par suite des efforts qu'elles ont subis dans les trois premiers essais.

Afin de remédier à cet inconvénient, nous faisons redresser ces pièces et les refroidissons dans l'eau, mais l'opération conduite rapidement pour ne pas retarder les essais a pour résultat de tremper les pattes et de nous donner des surfaces dans lesquelles les mâchoires ne parviennent plus à mordre et nous n'obtenons plus, malgré toutes les précautions, un serrage suffisant. Les pinces glissent et nous forcent à suspendre les essais sur les échantillons marqués V et VI.

Le 7 juillet 1916. — Nous avons procédé officieusement à la rupture des essais marqués V et VI avec de nouvelles pattes recuites et des mâchoires trempées.

N° 44. — *Marque : V. — Traction. — Brasé.*

L'essai n° V a donné 38,200 kilos. Des arrachements de métal sont visibles et la brasure en deux endroits s'est cassée, les deux parties restant collées sur le tube d'une part et sur le collet de l'autre, ce qui démontre que l'adhérence à l'acier est au moins égale à la résistance de la brasure elle-même.

N° 45. — *Marque : VI. — Traction. — Brasé.*

L'essai n° VI est monté à 41,200 kilos. A ce moment, la patte de la broche supérieure s'est allongée progressivement et s'est rompue (fig. 24).

L'examen de la bride brasée ne révèle aucun commencement d'arrachement. Le collet est seulement légèrement voilé. Nous

n'avons pas poursuivi l'essai au moyen d'une nouvelle pince, estimant qu'il était plus intéressant de conserver l'échantillon tel quel,

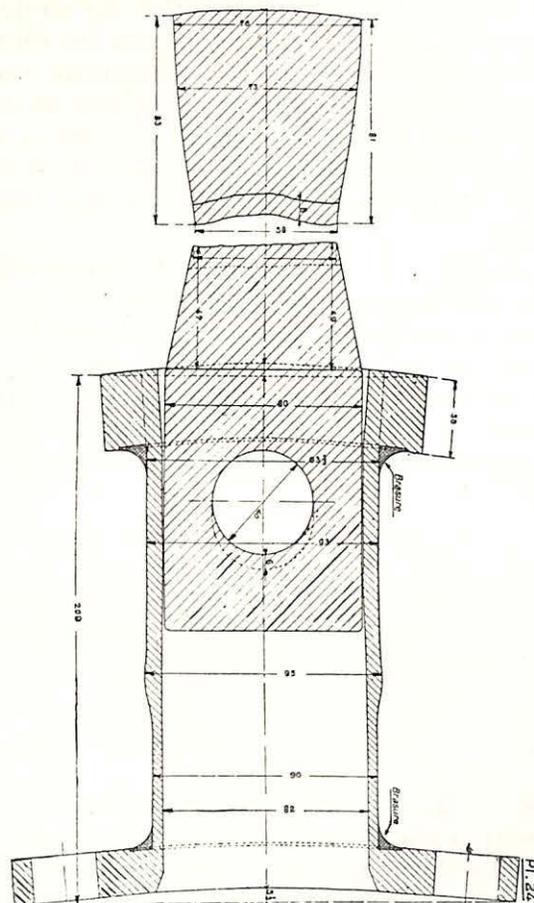


Fig 24 — ESSAI N° 45.
Rupture de la patte supérieure.

attendu que sa résistance de 41,200 kilos était suffisamment concluante pour qu'il fût inutile d'aller jusqu'à la rupture complète.

Le Directeur technique,
F. DE JAER.

Examen micrographique d'un collet brasé.

La série d'essais a été clôturée par une visite au laboratoire de métallographie de la Société anonyme d'Ougrée-Marihaye, qui s'est offerte obligeamment à préparer quelques coupes dans un collet brasé et à les examiner au point de vue micrographique.

Elle a bien voulu nous adresser des photographies de ces coupes, accompagnées d'un rapport que nous reproduisons ci-dessous presque en entier :

«... Quatre cas peuvent se présenter : (+) (1)

» 1° La soudure n'est qu'un simple collage des métaux, acier sur cuivre, et la résistance à la séparation des collets du tuyau n'est due qu'à l'adhérence des surfaces en contact et du frottement des surfaces.

» Evidemment c'est le cas qui offre le plus d'aléas.

» Les surfaces des métaux ne sont jamais parfaitement propres et les oxydes peuvent former avec ces impuretés, une pellicule de scorie, ou des globules de scories, qui s'interposent entre les surfaces et empêchent une adhérence parfaite, de plus il pourrait y avoir décollement pour différentes raisons (variation de température, chocs, etc.);

» 2° Il y a dans la soudure une interpénétration des deux métaux; c'est à-dire que le cuivre pénètre dans l'acier qui l'enveloppe et réciproquement l'acier a des pénétrations dans le cuivre (fig. 1).

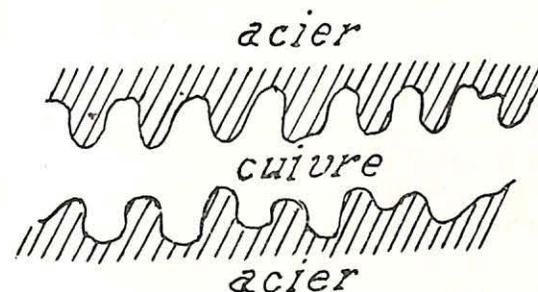


Fig. 1.

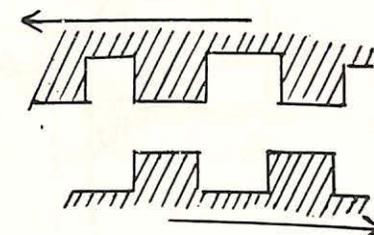


Fig. 2.

» Ce mode d'adhérence est déjà beaucoup supérieur au premier, car d'abord les surfaces de contact sont considérablement multipliées et ensuite la résistance de frottement est remplacée par la somme des résistances des interpénétrations (fig. 2);

» 3° Un autre cas possible serait la mixtion entre les deux métaux

(1) (+) Il s'agit de la conformation interne de la soudure.

- » en contact avec formation d'un alliage Cu-Fe intermédiaire.
- » Dans ce cas la délimitation des métaux ne serait pas nette, nous aurions successivement :
- » L'acier, puis une zone d'un alliage Cu-Fe de plus en plus riche en Cu, puis du Cu, ensuite de nouveau l'alliage Cu-Fe de plus en plus pauvre en Cu et finalement de nouveau l'acier.
- » Il faudrait dans ce cas une température de soudage assez élevée pour ramollir et même fondre les éléments en présence. Le Cu fond à 1,080° et l'acier se ramollit vers 1,300-1,400°.
- » Nous ne savons pas si on atteint ces températures dans le brasage, cependant il est très probable que ces deux métaux, comme beaucoup d'autres se mélangent avant leur fusion complète, — ce qui explique l'apparition de ce phénomène dans la brasure.
- » Les alliages Fer-Cuivre, n'ont guère été étudiés jusqu'à l'heure actuelle et les données sont rares sur ce sujet ;
- » 4° Enfin le dernier cas, serait le contact intime avec mélange des deux aciers en contact et expulsion du cuivre par pression. Ce serait évidemment le mode de soudage le plus robuste et qui offrirait le plus de garanties. Seulement, il exige une très haute température.
- » L'examen des différentes soudures nous a révélé les métaux en présence, Fer et Cuivre, dans les quatre stades que nous venons d'observer. Nous avons épinglé par ci, par là, quelques cas intéressants et qui nous montrent clairement les différents degrés de soudage ».

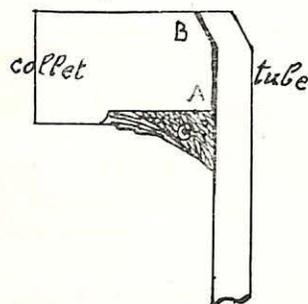


Fig. 3.

La planche I nous représente une longueur de 4,4 m/m de soudure vue sous un grossissement de 125 fois à partir du point A (de droite à gauche) (fig. 3).

La planche II donne une autre soudure au même grossissement, mais sur une longueur double (8,8 m/m) et à partir du point B (fig. 3).

De l'examen de ces micrographies, il appert :

- » 1° Que l'épaisseur de la soudure est très faible, en général de 0,16 m/m à 0,024 m/m ;
- » 2° La bande de cuivre n'est pas absolument régulière, on constate des gondolements et même en certains points, de petites boursouffures.

- » Ceci prouverait, qu'il y a eu ramollissement des métaux en présence, et par conséquent, déformations de leurs surfaces sous l'action de la pression.
- » Une petite remarque qui vient confirmer ce fait, c'est que ces petites boursouffures sont surtout du côté du collet où le métal est plus riche en carbone et a par conséquent un point de fusion plus bas ;
- » 3° Tout le long de la ligne séparatrice du cuivre et de l'acier, on remarque comme des gouttelettes prêtes à se détacher de la masse-mère pour se noyer dans l'autre métal et ceci se produit réciproquement d'un métal dans l'autre.
- » Il y a très peu d'endroits où ne se rencontrent de ces interpénétrations qu'on voit très bien dans les planches III, IV, V, VI, VII et VIII.
- » Comme précédemment, ces interpénétrations sont toujours plus nombreuses et surtout plus profondes du côté du collet (métal plus dur) ;
- » 4° Dans de nombreuses places, on voit des gouttelettes détachées de l'acier, former des flots séparés au sein du cuivre (pl. III-IV) ;
- » 5° Il est des endroits où la séparation entre cuivre et acier est peu nette et vus sous un fort grossissement, nous constatons la soudure complète acier sur acier, avec expulsion de cuivre en gouttelettes isolées, il n'existe plus par place, de séparation entre le collet et le tuyau (pl. VII et VIII) ;
- » 6° Enfin, mais ceci est plus rare, nous avons trouvé quelques cas où la zone intermédiaire n'était pas du cuivre, les attaques à l'acide ne marquaient ni cuivre ni fer, peut-être est-ce un alliage Cu-Fe. Il faudrait une étude plus approfondie pour se prononcer (pl. VI).
- » De cet examen, nous concluons :
- » Qu'en général la soudure se fait par des interpénétrations très prononcées, qui vont même en de nombreux endroits jusqu'au contact des deux aciers.
- » Il est très peu d'endroits où il n'existe que le simple contact de surfaces planes et encore ne les trouve-t-on que dans la région C de la soudure (fig. 3), là où il y a eu peu ou pas de pression.
- » Donc la résistance au décollement de la soudure sera à peu près égale à la résistance à la traction du cuivre interposé et nous pensons qu'un chauffage très régulier et plus fort peut encore améliorer la brasure dans de notables proportions ».

CHAPITRE II. — Discussion des résultats et conclusions.

Il ne peut être question de tirer des conclusions formelles d'un si petit nombre d'essais qui constituent plutôt des tâtonnements que des expériences précises. Quoi qu'il en soit, il est permis cependant de se faire une idée déjà assez nette de la valeur relative des deux modes d'assemblage.

Afin de mieux faire ressortir les résultats acquis, nous les disposerons sous forme de tableau, dressés de manière à pouvoir les traduire en diagrammes. Dans ce but, nous supposerons que chaque essai se subdivise en trois phases :

- 1° Phase de résistance parfaite ;
- 2° Phase d'ébranlement ;
- 3° Phase de dislocation.

La phase de résistance sera celle où aucune modification apparente de l'assemblage ne se manifeste.

La phase d'ébranlement s'étendra de la première modification apparente au premier déplacement du collet sur le tube.

La phase de dislocation s'étendra du premier déplacement du collet sur le tube à l'arrachement ou au décollement total correspondant à l'arrachement.

I. — ESSAIS AU CHOC CENTRAL.

Date	Numéro	Marque		Résistance de à	Ebranlement de à	Dislocation de à	OBSERVATIONS
5 mai	1	I-A	Mdné	1 5	6 60	61 ?	Arrêté après 90 coups. Glissement du tube dans l'étau.
—	2	I-B	»	1 —	— 5	6 39	
—	3	I-C	»	1 —	— 15	16 ?	Arrêté après 40 coups. Glissement du collet de contre-choc.

I. — ESSAIS AU CHOC CENTRAL (suite).

Date	Numéro	Marque		Résistance de à	Ebranlement de à	Dislocation de à	OBSERVATIONS
5 mai	4	I-D	Brasé	1 5	6 ?	—	Arrêté à 110 coups. Collet de contre-choc se décolle.
—	5	I-E	»	1 10	11 130	— 131	
—	6	I-F	»	1 ?	—	—	Arrêté après 15 coups. Collet de contre-choc se décolle.
19 mai	21	A	Mdné	1 6	7 25	26 47	
—	22	B	»	1 5	6 —	— ?	Arrêté après 200 coups. La dislocation paraissant complète
19 mai	23	C	Mdné non rivé	1 —	— 5	6 41	
—	24	C	»	1 —	— 5	6 18	
19 mai	25	D	Brasé	1 125	126 ?	—	Arrêté à 250 coups. Le collet ne révélant aucune modification.
—	26	E	»	1 ?	—	—	Idem.
—	27	F	»	1 65	66 250	251 421	
II. — ESSAIS AU CHOC LATÉRAL.							
5 mai	7	II-C	Mdn	1 —	2 24	25 35	
—	8	II-H	»	1 —	2 4	5 17	
—	9	II-I	»	1 —	2 3	4 19	
5 mai	10	II-J	Brs	1 30	31 35	36 44	
—	11	II-K	»	1 35	36 80	—	Arrêté après 80 coups. Rien sur la face.
—	12	II-L	»	1 8	9 30	31 —	Arrêté après 40 coups. Un demi-collet intact.

III. — ESSAIS A LA RUPTURE. — TRACTION DIRECTE.

Date	Numéro	Marque	Rupture ou arrachement	OBSERVATIONS
5 mai	15	V-S Mandriné	10,000	Douteux. Tube intact.
—	16	V-T »	?	Fausse manœuvre. Tube intact.
—	17	V-U »	18,340	Douteux. Tube intact.
—	18	V-V Brasé	28,220	Collet intact. Tube déchiré.
—	19	V-W »	25,100	Idem.
—	20	V-X »	24,940	Idem.
19 mai	28	1 Mdné-non rivé	37,200	Tube et bague de renforcement déchirés. Commencement de déboîtement du collet.
—	29	3 »	41,050	
—	30	4 Mandriné	37,400	
—	31	5 »	43,400	Tube cassé. Collet encore bien serti.
—	32	6 »	34,800	
—	33	7 Brasé	26,100	Tube cassé.
—	34	8 »	32,200	Idem.
—	35	9 »	28,500	Idem.
—	36	10 »	32,400	Idem.
—	37	13 Simplem. rivé	12,500	A titre d'indication sur la valeur de la rivure
—	38	14 »	16,700	Idem.
—	39	15 »	17,100	Idem.

III. — ESSAIS A LA RUPTURE. — TRACTION DIRECTE (suite).

Date	Numéro	Marque	Rupture ou arrachement	OBSERVATIONS
30 juin	40	I Brasé	42,150	Tube cassé dans le collet.
—	41	II »	45,600	Idem.
—	42	III »	41,150	Décollement du collet. Sans cassure.
—	43	IV »	34,050	Faussé par obliquité des efforts de traction.
7 juillet	44	V »	38,200	Décollement du collet.
—	45	VI »	41,200	Pince de serrage cassée. Pas de modification du collet.

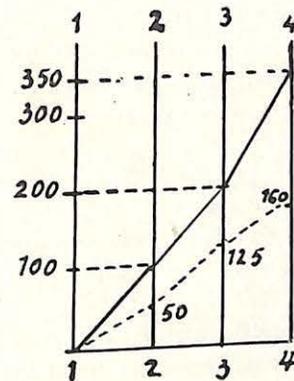
DIAGRAMMES

Nous traduisons ces résultats en diagrammes, comme suit :

Diagrammes I et II.

Nous portons en abscisses trois longueurs quelconques égales.

A leurs extrémités, nous élevons des verticales 1, 2, 3, 4. Nous avons ainsi tracé trois bandes verticales, trois zones, qui sont censées figurer les phases de résistance 1, 2, d'ébranlement 2, 3, et de dislocation 3, 4.



En ordonnées, nous portons, sur ces verticales des longueurs représentant le nombre de coups appliqués pour obtenir une modification apparente de l'assemblage (commencement de l'ébranlement-verticale 2) ou un déplacement du collet sur le tube (commencement de dislocation-verticale 3) ou l'arrachement (fin de l'essai-verticale 4).

Si, par exemple, le collet supporte 100 coups avant d'être « ébranlé », nous retracerons la droite 0, 100 dans la phase « résistance », entre les verticales 1, 2.

De même, si, pour passer de l'ébranlement à la dislocation, il faut appliquer 100 nouveaux coups, de 101 à 200, nous tracerons la droite 101, 200 (ou mieux 100-200 pour assurer la continuité du diagramme) dans la phase « ébranlement ». Enfin, si, pour aller à l'arrachement, il faut donner 350 coups, nous obtiendrons le diagramme total 0, 100, 200, 350.

Il va de soi que plus un diagramme se relèvera, plus la résistance du collet à l'arrachement final sera grande. Ainsi le diagramme 0, 100, 200, 350 est évidemment plus favorable que le diagramme 0, 50, 125, 160.

Lorsque nous n'aurons pas obtenu de résultat dans une phase déterminée, ou que nous n'aurons pas poussé l'essai jusqu'à obtenir de résultat, nous indiquerons, par une ligne *en pointillé*, le point (c'est-à-dire le nombre de coups) vers lequel l'essai tendait ou auquel il est arrivé, en ayant soin, au moyen d'une petite flèche dirigée vers la gauche, d'attirer l'attention sur l'incertitude du résultat, qui devait être supérieur, ce qui aurait déplacé la ligne en pointillé vers la gauche, dans le sens de la flèche.

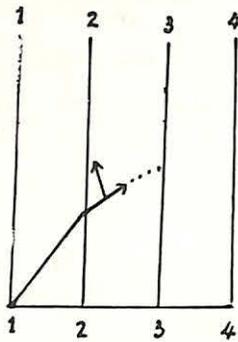
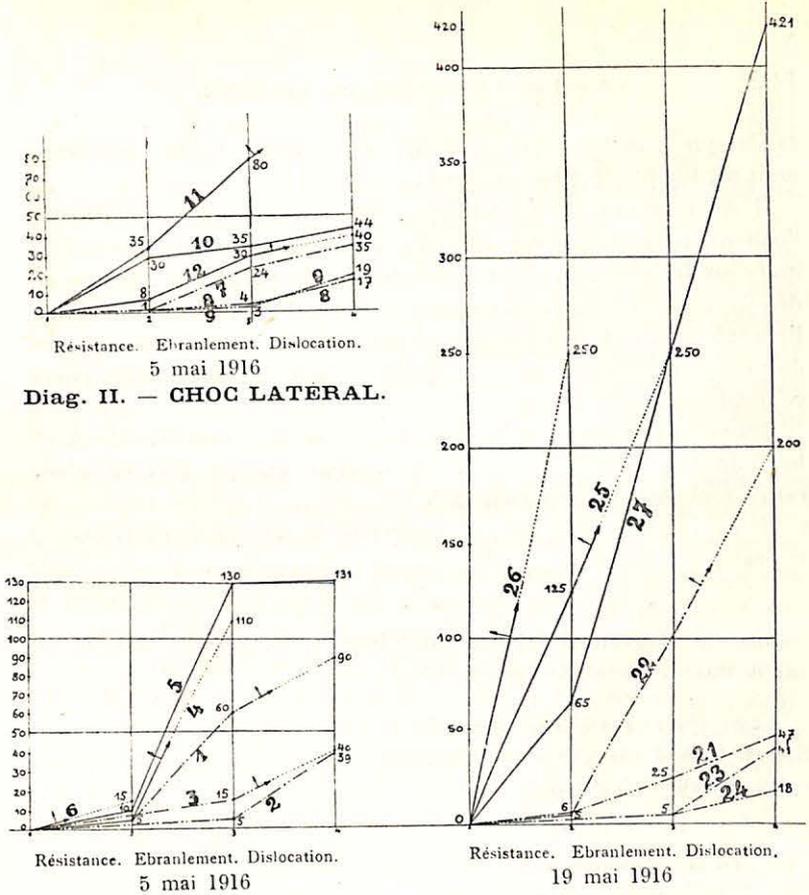


Diagramme III.

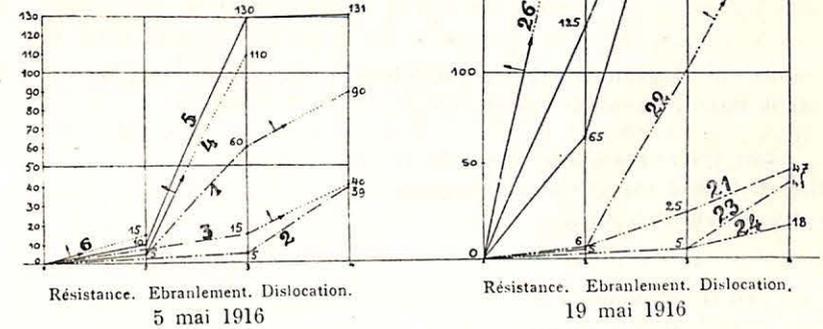
Nous portons en ordonnées les efforts de rupture constatés, en accompagnant d'un point d'interrogation les résultats douteux et en prolongeant d'une flèche verticale les ordonnées correspondant aux efforts qui ont amené une rupture, *autre part qu'à l'assemblage*. Dans ce cas, ce dernier était capable d'une résistance supérieure.

Nous remarquons que dans les diagrammes I et II, les tracés correspondant aux collets brasés sont partout plus favorables que ceux correspondant aux collets mandrinés, aussi bien dans les tracés incertains que dans les tracés définitifs.

La différence en faveur des collets brasés du diagramme I est particulièrement marquée dans les essais du 19 mai, alors que toute la puissance du coup de marteau a pu être absorbée par l'assemblage,

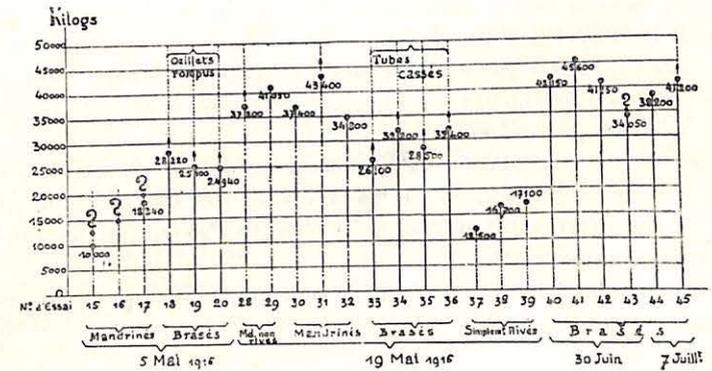


Diag. I. — CHOC CENTRAL.



Résistance. Ebranlement. Dislocation.
5 mai 1916

Résistance. Ebranlement. Dislocation.
19 mai 1916



Diag. III. — TRACTION DIRECTE.

LÉGENDE :

- Collets brasés.
- Collets mandrinés.

Les numéros en caractères gras sont ceux des essais correspondants.

tandis que, lors des premiers essais, une partie de cette puissance était perdue par le glissement du tube dans l'étai.

Il est remarquable surtout que, bien que les essais du 19 mai donnent, pour les collets mandrinés, des résultats plus favorables que ceux du 5 mai, au point de vue de la dislocation finale, le nombre de coups qui amène l'ébranlement est en moyenne de 1 à 5. Donc l'ébranlement se produit dès les premiers chocs, et cette circonstance doit être sérieusement notée au point de vue de l'étanchéité. Nous reviendrons sur ce point.

Quant aux collets brasés, le total de dislocation est très élevé, et le nombre de coups amenant l'ébranlement, quoique fort variable, est en tout cas bien supérieur à 5.

Même remarque en ce qui concerne le diagramme II. (Choc latéral.)

Dans le diagramme III (traction directe), les résultats sont favorables aussi aux collets brasés.

Nous remarquons que les collets mandrinés essayés le 19 mai donnent sans exception des résultats autrement considérables que ceux essayés le 5 mai.

D'une façon générale, les collets mandrinés essayés le 19 mai ont donné de meilleurs résultats que ceux essayés le 5 mai, au choc central, mais surtout à la traction directe. Cela provient du fait que les collets essayés le 5 mai ont été mandrinés sur des tubes provenant de magasin, tandis que les deuxièmes, essayés le 19 mai, l'ont été sur des tubes exactement identiques aux premiers, *mais dont l'extrémité avait été préalablement recuite* (1).

Ceci est une constatation extrêmement importante et qu'on pouvait prévoir, d'ailleurs, car le mandrinage étant une opération qui déplace du métal, il est évident qu'il réussira d'autant mieux que le métal est plus malléable.

L'examen des échantillons, après essais, a montré qu'en concordance avec les résultats, les tubes non recuits (1) présentaient des

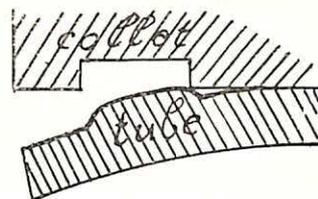
(1) N. B. — Il est indispensable, pour éviter tout malentendu, de faire remarquer que les tubes sont toujours recuits.

Il s'agit ici d'un recuit *supplémentaire* des extrémités du tube, sur une longueur de 10 à 20 centimètres.

saillies d'encastrement faiblement apparentes, tandis que dans les tubes recuits, elles étaient bien visibles.

Il est utile d'insister sur la forme de ces saillies. Les collets à mandriner portent ordinairement deux et même trois rainures, suivant leurs dimensions. Il nous a paru que la première saillie, celle de l'extrémité, était plus forte, mieux marquée que les suivantes, qui vont en s'affaiblissant. Ce n'est pas absolument général, mais nous l'avons constaté dans la plupart des cas. Il n'y a donc pas, à notre avis, grand intérêt à multiplier le nombre des rainures. De plus, nous l'avons déjà signalé au début de cette note, jamais la cavité de la rainure n'est remplie complètement par la saillie du tube. Lorsqu'il s'agit de tubes non recuits, les saillies sont peu apparentes, elles représentent des bourrelets arrondis, qu'il est parfois bien malaisé de délimiter et que le doigt perçoit à peine. Il n'est pas nécessaire d'exercer un grand effort pour détruire un tel assemblage. Les premiers essais du 5 mai l'ont du reste démontré. Sous l'action du choc ou de la traction, l'arête de la rainure glisse sur

la faible convexité de la saillie et comme le collet a plus de résistance à l'expansion que le tube n'en a au rétrécissement, celui-ci fléchit sous la pression, se *retreint*, et le collet se dégage tout aisément.



Suivant que la saillie est plus ou moins forte, ce glissement du collet peut déterminer, ou un certain arrachement de la crête de la saillie, ce qui dénoterait déjà une fixation convenable, ou un grippement des surfaces en contact, mais il peut se faire aussi, et c'est le cas le plus fréquent, à frottement plus ou moins doux, *sans plus*.

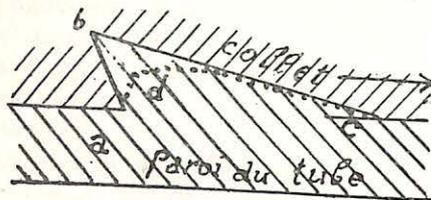
Lorsqu'il s'agit de tubes recuits, insistons, ... *bien* recuits, et en acier extra doux, c'est à dire lorsque les conditions de malléabilité sont les mieux remplies, la saillie, sans garnir complètement la rainure, est cependant mieux venue, elle est plus nette, et, dans *quelques cas* bien réussis, elle est alors ce que nous appellerons « *accrochante* ». Cela signifie que le métal est refoulé franchement et qu'il vient s'appliquer contre les parois latérales de la rainure, sur une faible hauteur, il est vrai, — quelques dixièmes de millimètres, — mais suffisante pour éviter le mouvement de glissement dont il vient d'être parlé. Tant que la saillie n'est pas accrochante, le glissement est possible, souvent alors avec arrachement ou grippement.

ment. Quant la saillie est *accrochante*, l'assemblage peut être considéré comme bon, au point de vue de la résistance, tout au moins.

Quel que soit, en tout cas, le degré de recuit du tube et la perfection du mandrinage, on ne peut jamais être certain que le tube sera *accroché* au collet. Les essais ont donné, sur 4 éprouvettes soumises au choc central et 5 éprouvettes soumises à la traction directe, soit sur 9 éprouvettes examinées le 19 mai, deux cas d'accrochage. Or, ces 9 éprouvettes avaient été préparées exactement dans les mêmes conditions sur des tubes identiques.

Il faut remarquer que l'action du mandrinage a précisément pour effet de produire une espèce de laminage à froid du tube, qui écroute rapidement le métal et modifie ainsi ses propriétés — notamment sa malléabilité — pendant l'opération même. Nous avions espéré que si l'on rendait sa malléabilité à l'acier par un recuit, un nouveau mandrinage enfoncerait davantage le métal dans les rainures et finirait peut être par les remplir. Nous avons ainsi mandriné des tubes en trois reprises interrompues par deux recuits. Le résultat a été nul. La saillie était à peine plus accentuée que dans les tubes mandrinés en une passe; par contre, le collet ayant été forcément recuit en même temps que le tube, les arêtes vives des rainures paraissaient adoucies, comme pourvues d'un léger arrondi, et l'action énergique du mandrin, répétée par trois fois, avait plutôt fait fluer le métal du tube entre le collet et le mandrin — et, résultat inattendu, le collet s'était lui-même expansé!

Nous avons cherché aussi à augmenter les chances d'accrochage en remplaçant les rainures rectangulaires par des rainures triangulaires, dont une face faiblement inclinée *bc* vers l'extrémité du tube et l'autre, à forte inclinaison *ab* dans le même sens. Nous espérons obtenir une saillie à paroi latérale *ad* nettement verticale et bien accrochante. Le tube s'est comporté comme si la rainure était



simplement rectangulaire. Bref, nos tentatives en vue de renforcer le mandrinage ou du moins d'assurer que la saillie fût accrochante n'ont donné aucun résultat sérieux.

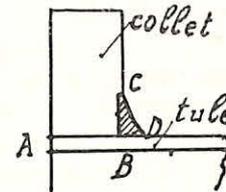
En résumé, le mandrinage parfait remplissant la rainure est, pratiquement, et à notre connaissance du moins, impossible à réaliser. Le mandrinage sur tubes bien recuits *peut* donner de bons résultats

mais *sans garantie* et le mandrinage sur tubes non recuits, tels qu'ils sont fournis dans le commerce, donne des résultats plus qu'aléatoires.

Étanchéité. — Nous n'avons envisagé jusqu'ici que la question de résistance de l'assemblage. Il y a lieu de se préoccuper encore de son étanchéité. Bien que les essais n'aient pas été étudiés dans ce sens, faute de la possibilité de monter une installation convenable, pendant l'occupation, il n'est pas présomptueux de déclarer a priori que, dès qu'il a subi un choc un peu violent, l'assemblage mandriné risque fort de donner lieu à des fuites. En effet, l'ébranlement décolle les parois du tube et du collet pressées l'une contre l'autre, comme on peut le constater sur la face du collet. D'autre part, si même il y a accrochage des saillies du tube dans les rainures, cet accrochage ne règne sans doute pas sur toute la périphérie, mais est localisé en certaines zones où le métal du tube s'est mieux prêté à l'expansion, et il n'est pas improbable, qu'entre ces zones, il existe des solutions de continuité, des fissures imperceptibles, mais suffisantes pour le passage du fluide — vapeur ou autre — qui circule dans la tuyauterie.

Nous avons vu que les collets mandrinés donnaient des résultats inférieurs aux collets brasés. Ceux-ci, dans tous les essais, se sont parfaitement comportés. Leur résistance a même dépassé nos prévisions.

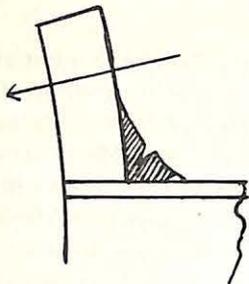
Quant à l'étanchéité, nous remarquons que le collet brasé est bien près de sa dislocation, lorsque la brasure commence à se fissurer. En effet, nous pouvons distinguer deux zones de brasage, la première (AB) intéressant la partie du collet en contact avec le tube, qui, bien que fortement serrée contre le tube, ne l'est pas au point



de ne pas laisser s'infiltrer de la brasure liquide, la deuxième (CBD) représentant les surfaces perpendiculaires du collet et du tube en liaison par l'intermédiaire de l'anneau de brasure de section triangulaire. Tant que la partie AB résiste au cisaillement, l'anneau ne fatigue pas.

Lorsque le collet commence à glisser sur le tube ou que, sans glisser, il a une tendance à fléchir, la brasure s'allonge; ceci est très visible, notamment dans les essais au choc latéral, où une

partie du collet fléchit, entraînant avec lui la partie correspondante de l'anneau triangulaire.



C'est seulement lorsque cet allongement dépasse la limite d'élasticité, c'est-à-dire lorsque le collet s'est déformé à un point inadmissible en pratique, c'est-à-dire encore à la suite d'efforts exagérés et accidentels, que l'étanchéité pourrait commencer à être compromise par suite de fissures. Et l'on peut affirmer que, contrairement au collet man-

driné, tant que le collet brasé maintient sa résistance, il maintient aussi l'étanchéité.

Nous devons donc admettre qu'un collet simplement bien brasé est au moins aussi résistant et sans doute beaucoup plus étanche que le collet le mieux mandriné.

Ce qui vient d'être exposé s'applique à des assemblages soigneusement exécutés par un personnel compétent. Comparons à ce sujet l'opération du brasage et celle du mandrinage.

Le brasage exige un outillage fixe comprenant au minimum :

1° Un foyer à coke (forge ronde) à vent soufflé ; un appareil de levage permettant de dresser le tube verticalement au dessus du foyer et qui consiste habituellement en un treuil à main avec une poulie de renvoi suspendue en un point situé à une hauteur de 6 à 12 mètres ; une meule actionnée, pour nettoyer la paroi du tube sur une longueur de quelques centimètres à l'endroit du collet et de la basure ; le tout dans un endroit couvert ;

2° Des matières premières : coke, brasure, borax, de qualité contrôlée ;

3° Du personnel : un bon ouvrier brasseur, un aide.

Voilà donc une installation déjà relativement compliquée et nous la simplifions à dessein. En réalité, elle sera presque toujours complétée par un ou deux tours, pour préparer, avant brasage, les collets qui sont généralement achetés bruts, et pour tourner et dresser les assemblages après brasage, l'opération ayant parfois une tendance à voiler très légèrement le collet.

Tout ce matériel n'est pas ou guère déplaçable. Le brasage s'exé-

cute donc à l'atelier, dans de bonnes conditions de travail et de surveillance, et il est confié à un spécialiste.

Remarquons de suite que, le nécessaire étant réuni, le brasage proprement dit se réduit à une opération de chauffe, qui exige une certaine habileté, un certain coup d'œil, *mais qui ne fatigue pas plus l'ouvrier pour être réussie que pour être ratée*. Elle se fait de la même façon, et pour une dimension donnée, elle exige sensiblement le même temps, quelle que soit la qualité de l'acier qui peut varier de l'extra doux au demi dur. Aucune cause externe, ni même interne n'intervient pour modifier le travail et troubler l'ouvrier.

Est-ce à dire qu'il exécutera toujours des brasures parfaites ? Nullement, il peut avoir une défaillance. — *Errare humanum est*. — Il peut chauffer trop peu sa brasure et soustraire l'assemblage à l'action du feu avant qu'elle n'ait pris, ou bien la chauffer trop fort, et la laisser couler dans le foyer. Mais le cas est exceptionnel et il y a encore de grandes chances pour qu'il s'en aperçoive, ou si pas lui, du moins l'ouvrier tourneur chargé de parachever l'anneau de brasure derrière le collet, ou même encore l'ouvrier qui monte la colonne de tuyaux, et qui, en serrant les boulons de l'assemblage, sentira le cé dage du collet mal brasé, car un collet mal brasé ne tient pas, il rend même un son spécial quand on le frappe.

Les causes d'insuccès sont donc réduites à l'extrême limite, tant par suite des bonnes conditions d'installation que de la régularité du travail et de la spécialisation de l'ouvrier, et les indices de malfaçon assez nets pour que celle-ci ne passe pas inaperçue.

Quant au mandrinage, en principe, il réclame, en tout et pour tout, un étau pour serrer le tube et un appareil à mandriner *fort léger*. L'étau se trouve partout ; l'appareil à mandriner se porte sous le bras. Point n'est besoin de treuil, ni de poulie, ni de forge à coke, ni de brasure, ni de borax, ni de tour, puisque les collets à mandriner sont fournis par le commerce tout prêts à être montés et que le mandrinage ne les déforme pas. Il s'ensuit donc une grande facilité, une grande liberté d'allure, qui, précisément, rend le mandrinage dangereux.

En atelier, il est vrai, *dans les mêmes bonnes conditions de surveillance et d'installation que le brasage*, on peut admettre que le mandrinage donne des résultats aussi convenables que possible. Les tubes seront *recuits* aux extrémités, avant de subir le travail d'expansion. Celui-ci pourra être exécuté mécaniquement, en faisant tourner le tube saisi dans les mâchoires d'un tour et en fixant le mandrin. Le

matériel sera de suite augmenté, comme on le voit, d'un four à recuire les bouts de tubes et d'un tour spécial pour tubes. Et, dans cette hypothèse même, nous savons que la formation des saillies sera encore fonction de la plus ou moins grande malléabilité de l'acier du tube, et qu'elles ne seront *accrochantes* que dans un nombre de cas limité.

Mais, si le travail se fait sur le chantier de montage, ce qui est praticable, du moment qu'il s'agit de mandrinage, les choses changent. D'abord, il n'y a presque plus de surveillance. Les ouvriers — généralement non spécialistes, — quelquefois des manœuvres, — tournent le mandrin à la main; l'opération est fatigante, d'autant plus que le tube est plus dur, et, naturellement, les hommes qui en sont chargés ont une tendance à ne pas pousser l'expansion au degré voulu, par lassitude. De plus, inutile de dire que, dans ce cas, quatre-vingt-dix-neuf fois sur cent, les extrémités des tubes ne sont pas recuites, et que les saillies obtenues appartiennent à la catégorie de celles qui donnent lieu à un simple glissement du collet sur le tube, même sans grippement.

Cette brève étude, établie à la suite d'expériences assez sommaires, mais déjà bien édifiantes, appelle des conclusions.

A première vue, celles-ci paraissent devoir être favorables au collet brasé. Nous nous garderons bien, cependant, de nous prononcer de façon définitive et catégorique. Les expériences ont fait ressortir que les collets brasés avaient donné des résultats au moins équivalents à ceux des collets mandrinés, et nous pensons qu'elles ont été de nature à modifier le sentiment, pour ne pas dire la méfiance, que manifestaient à l'égard des collets brasés l'Association Vinçotte d'abord, et l'Administration des Mines ensuite.

La seule conclusion réelle qui s'impose, à notre avis, c'est que, *quel que soit le type d'assemblage adopté*, son exécution doit être confiée à un atelier bien outillé et sérieux, où le travail est en mains d'ouvriers spécialisés, contrôlés par un personnel technique compétent et consciencieux. Dans ces conditions, l'un et l'autre type donneront des résultats, si pas absolument garantis, du moins fort suffisants pour la plupart des applications industrielles; car on pourrait se demander, en effet, comment il se fait que l'on ne constate pas plus d'accidents, eu égard au grand nombre de tuyauteries en service dans toutes les industries, et assemblées sans contrôle.

Un calcul simple indiquera que cela provient vraisemblablement de ce que les assemblages, même peu résistants, travaillent en général avec un coefficient de sécurité très large.

Ainsi, dans le cas des tubes de 90 millimètres de diamètre extérieur, 82 millimètres de diamètre intérieur, qui ont servi aux essais, la surface de la section mesurée intérieurement au tube étant de 52,8 c², il s'ensuit que l'arrachement du collet mandriné sur tube non recuit (essais nos 15, 16, 17), qui s'est fait probablement vers 15,000 kilogrammes, correspondrait à une pression intérieure de

$$\frac{15,000}{52,8} = 285 \text{ atmosphères.}$$

Or, jamais il ne viendrait à l'idée d'adopter l'assemblage en question dans des tuyauteries marchant à plus d'une vingtaine d'atmosphères de pression normale. Le coefficient de sécurité serait donc ici de

$$\frac{285}{20} = 14,25.$$

En calculant les pressions non pas d'après la section intérieure du tube, mais, cas extrême, d'après la surface du cercle tangent aux trous de boulons ($D = 16,0^{\circ} - 2^{\circ},6 = 13^{\circ},4$) soit 141 c², on trouverait que l'arrachement de 15.000 kilogrammes correspondrait à une pression intérieure de

$$\frac{15,000}{141} = 106 \text{ atmosphères}$$

et que marchant à 20 atmosphères, le coefficient de sécurité serait encore de

$$\frac{106}{20} = 5,3.$$

Il serait imprudent, cependant, de se fier à ces coefficients et d'admettre que les assemblages sont, en tout cas, assez résistants, car, rien ne nous permet de garantir que ce chiffre de 15,000 kilogrammes sera atteint chaque fois, l'incertitude règne sur la résistance de l'assemblage; nous ne sommes — pour employer une expression familière, mais qui dépeint la situation — « *ni dans le mandrinage, ni dans la brasure* ». Il faut encore prévoir les coups de bélier, les efforts répétés de dilatation et de contraction, les efforts dus à des irrégularités de montage, etc. D'une part, l'assemblage peut devoir résister à des efforts plus considérables que ceux prévus et, d'autre part, sa résistance peut être bien inférieure à celle sur laquelle on comptait.

Il faut donc, tout en s'en rapportant au hasard, mettre le plus de chances de son côté, en donnant la préférence, pour la confection de

l'assemblage, à une main-d'œuvre qui saura le réaliser dans les meilleures conditions.

Mais alors, demandera-t-on, quels assemblages emploierons-nous lorsque la sécurité est de rigueur? lorsqu'il s'agira de colonnes soumises à des fatigues sérieuses ou qui pourraient présenter du danger en cas de rupturé, telle que les conduites de vapeur à haute pression?

Nous aurons deux cas à considérer, celui de tubes peu épais et celui de tubes suffisamment épais pour supporter le filetage.

Pour des tuyauteries d'épaisseur faible, en-dessous de 4 millimètres, par exemple, nous combinerons le mandrinage et le brasage. Le collet — ou mieux *la bague* — sera muni d'une rainure, le tube sera bien mandriné, puis rivé, et enfin on brasera.

Pour des tuyauteries d'épaisseur au moins égale à 4 millimètres, au lieu de mandrinage, on emploiera le filetage, — qui peut, en somme, être considéré comme un mandrinage parfait, — plus le brasage.

L'objection à ce dernier mode d'assemblage présenté par l'Association Vinçotte (rapport 1911-1912, pages 33, 34) est que « *par suite de l'irrégularité d'épaisseur et du manque de cylindricité des tuyaux, par suite de leur montage défectueux sur le tour et de leur faible épaisseur, il arrive bien souvent que, sur une partie plus ou moins grande de la circonférence, il ne reste plus de métal au creux du filet* ».

Ces observations sont très judicieuses. Cependant, remarquons que l'irrégularité d'épaisseur ne peut, dans une fabrication normale, dépasser 15 % de l'épaisseur nominale. Pour un tube de 4 millimètres, — cas de nos tubes d'essai, — celle-ci varierait donc entre 3,4 et 4,6. Ces chiffres sont des *extrêmes*.

Le filetage, ordinairement à 11 filets par pouce, d'une profondeur de $1^{\text{m}}/5$, laisserait à fond de filet une épaisseur variant entre les chiffres — extrêmes aussi — de $1^{\text{m}}/9$ et $3^{\text{m}}/1$, en moyenne $2^{\text{m}}/5$, et la résistance à la rupture par traction donnerait, pour une section de 660^{m^2} utile mesurée à fond du filet, un effort total de $660 \times 40 = 26,400$ kilogrammes qui assureraient, pour une pression de marche de 20 atmosphères, un coefficient de sécurité de plus de 9, basé sur *des données précises*. Nous insistons sur ces termes « *données précises* ». Ici, en effet, il n'y a plus d'alcas. Nous

connaissons les dimensions du tube, son épaisseur, et nous savons que les filetages du tube et du collet se sont pénétrés réciproquement comme ne pourraient le faire les saillies et les rainures de l'assemblage le mieux mandriné. En réalité, ce coefficient 9 serait dépassé par suite du renforcement dû au brasage.

D'autre part, en ce qui concerne la cylindricité, dans tout atelier qui se respecte, le tube à fileter est d'abord *remoulé*, c'est-à-dire qu'après avoir réchauffé les extrémités sur une longueur de 20 à 30 centimètres, on les passe dans une matrice en deux pièces, *exactement cylindrique*, qui corrige l'ovalisation éventuelle. Le filetage est ensuite confié à de bons ouvriers tourneurs travaillant au moyen de tours spéciaux, qui permettent de centrer le tube de façon précise. Le travail est ainsi presque mathématiquement parfait.

D'ailleurs, si la diminution d'épaisseur à fond du filet peut donner lieu à des inquiétudes, il existe un moyen radical de les supprimer : il suffit de renforcer de $1^{\text{m}}/5$ l'épaisseur de l'extrémité du tube sur une longueur correspondant à la partie filetée de l'assemblage. Ce renforcement, ou *refoulement*, *exécuté à la presse hydraulique*, compense la diminution de résistance due au filetage; il donne lieu, naturellement, à une légère augmentation des frais, mais il procure toute sécurité.

Cette courte digression, par laquelle nous terminons, porte encore en elle sa conclusion, *toujours la même* :

Le travail sera bon, s'il est bien fait, et, pour bien le faire, il faut être outillé en conséquence, avoir l'expérience et ne pas ménager ses soins et son attention.

Ceci est vrai pour tous les genres de travaux, mais spécialement en matière d'assemblages de tuyauteries.

F. D.
1919.

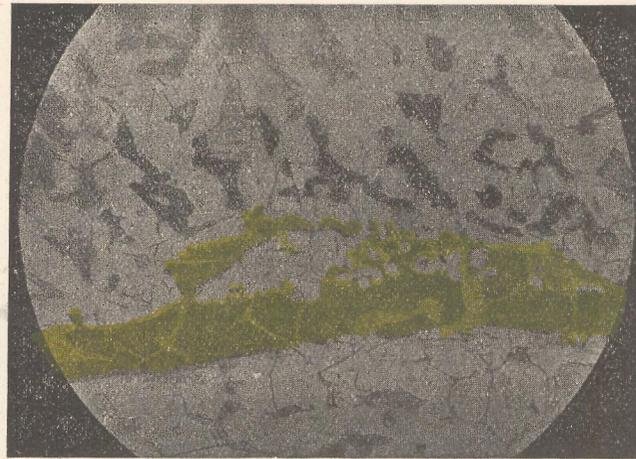


PLANCHE III.
G = 500 X.



PLANCHE IV.
G = 500 X.
Extrait de la Micro 732. Pl. II.



PLANCHE V.
G. = 500 X



PLANCHE VI.
G = 500 X.
Extrait de la Micro 729. Pl. II.

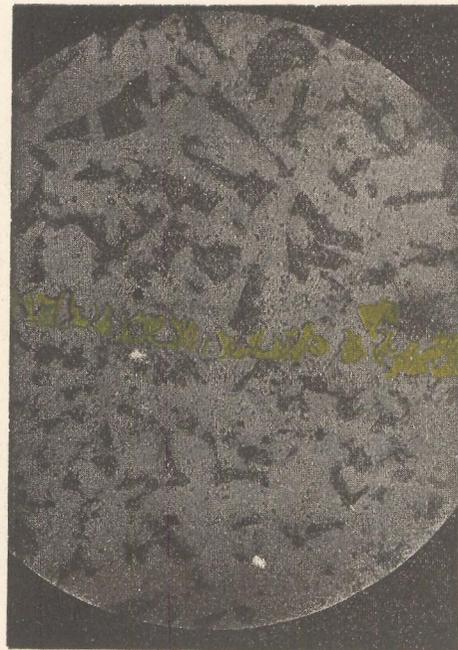


PLANCHE VII.
G = 500 X.

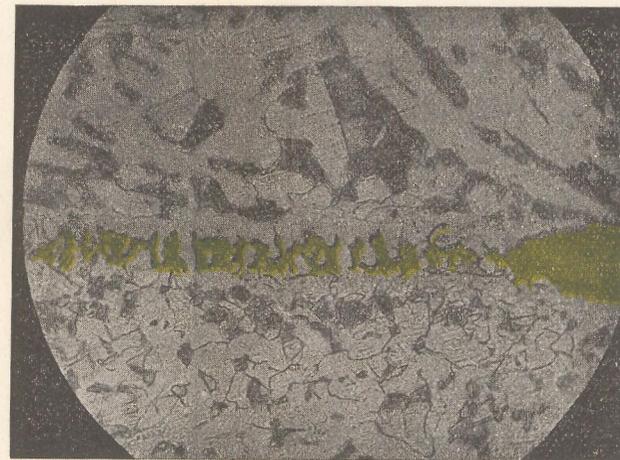


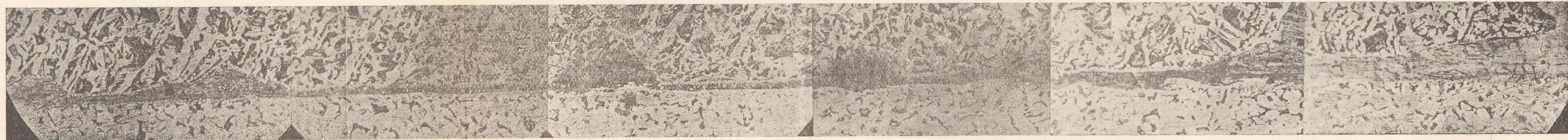
PLANCHE VIII.
G = 500 X.
Extrait de la Micro 728. Pl. II.



PLANCHE IX.
G = 500 X.
Extrait des Micros 716-717. Pl. II.



PLANCHE X.
G = 500 X.
Extrait des Micros 733-734. Pl. II.



715

714

713

712

711

710

N° 1034

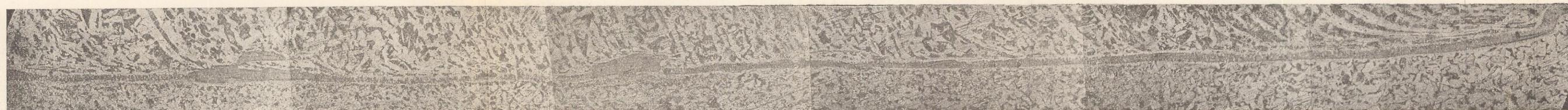
Micro : 710, 711, 712, 713, 714, 715

G = 125 X

PLANCHE I

Pl. VIII, Gross. 500 X

Pl. IX, Gross. 500 X



728

727

719

718

717

716

Pl. X, Gross. 500 X

Pl. IV, Gross. 500 X

Pl. VI, Gross. 500 X



734

733

732

731

730

729

N° 1037

Micro : 716, 717, 718, 719, 727, 728, 729, 730, 731, 732, 734

G = 125 X

PLANCHE II

COUP D'ŒIL

SUR L'INDUSTRIE

Minière et Métallurgique

dans les pays étrangers

EN 1913 ET PENDANT LES ANNÉES DE GUERRE

PAR

A. DELMER

Ingénieur principal des Mines.

Suite (1)

FRANCE

INDUSTRIE CHARBONNIÈRE

Avant la guerre, la production de charbon avait atteint 40,844,000 tonnes (1913) y compris 793,000 tonnes de lignite. Les différents bassins houillers disposés autour du massif central, ceux de la Loire, de Bourgogne et du Nivernais, du Gard, de Tarne et Aveyron avaient une production relativement constante. Dans le département du Nord, l'accroissement de l'extraction était faible mais régulier ; ce n'est que dans le Pas-de-Calais que le progrès était sensible.

L'invasion allemande priva l'industrie française de toutes les mines du Nord et d'une partie de celles du Pas-de-Calais. Les houillères de la partie envahie produisaient en temps normal 21 millions de tonnes.

La désorganisation des premiers mois de la guerre fit tomber la production des mines du territoire non envahi à 60 % de la normale. Peu à peu, on ramena au travail les mineurs de la réserve de

(1) Voir *Annales des Mines de Belgique*, t. XX (1919), 1^{re} liv., p. 309.

l'armée territoriale, puis des classes les plus anciennes de la territoriale et on enrôla les mineurs réfugiés du nord de la France et de la Belgique. Vers le milieu de mars 1915, on atteignit le rendement d'avant-guerre et la production continua à croître.

La mise en sursis et le renvoi à la mine des travailleurs qualifiés se généralisèrent. Au cours de 1916, les mineurs des classes 1902 et plus anciennes furent mis à la disposition des houillères. Le 15 février 1917, la mesure était étendue aux classes 1903 à 1906; le 15 mai, aux trois classes suivantes; enfin, le 30 juin, aux classes de 1910 à 1912. Ces décisions renvoyèrent aux charbonnages cinquante mille ouvriers. Le nombre des prisonniers de guerre mis à la disposition des mines était de 12,000 à 14,000.

Un service spécial fut créé sous le contrôle de la commission militaire des mines pour éviter tout abus et pour n'envoyer aux mines que les ouvriers qualifiés.

FRANCE

Production. — Commerce extérieur. — Consommation.

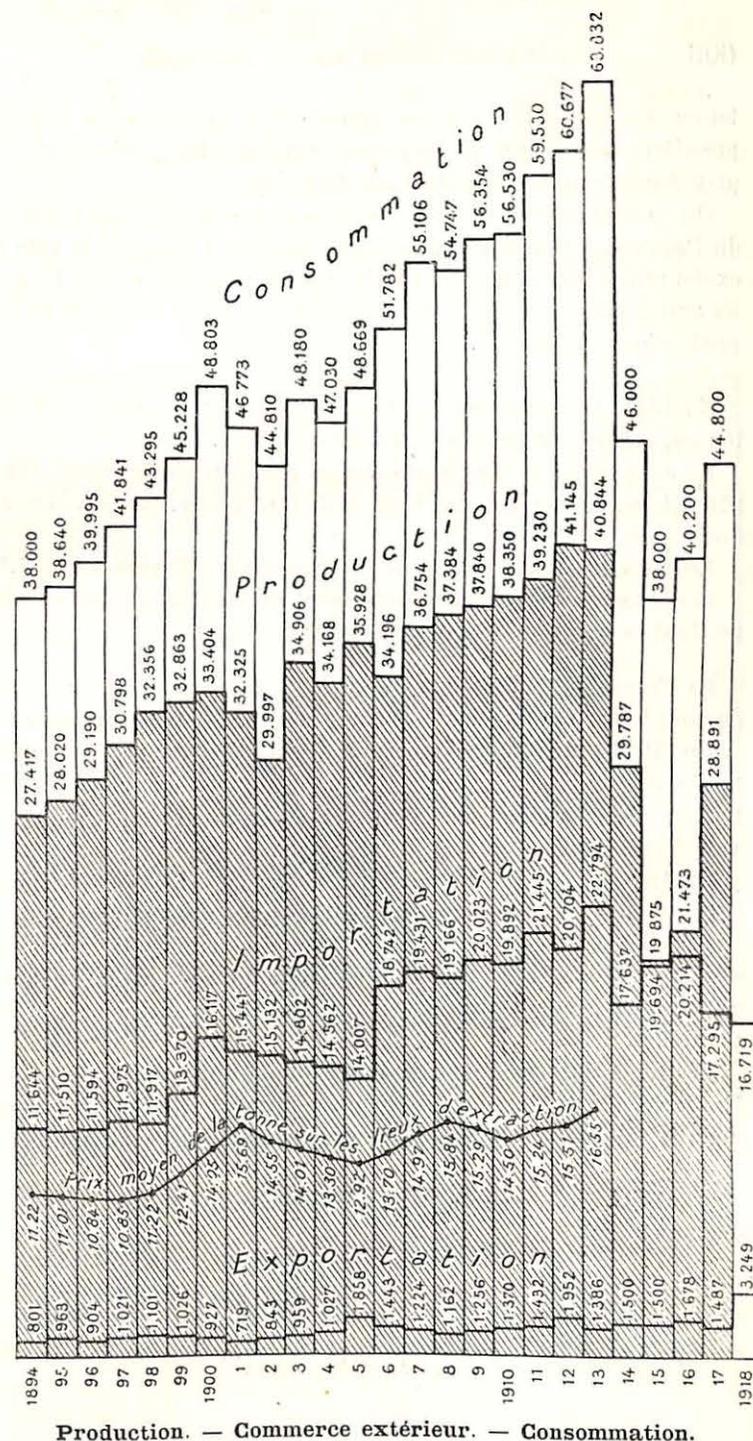
Unité : 1 000 tonnes.

	Production	Importation	Exportation	Consommation
1913.	40,844	23,719	1,501	64,834
1914.	29,787	18,057	1,500 (1)	46,000 (1)
1915.	19,909	19,983	1,500 (1)	38,000 (1)
1916.	21,473	20,422	1,678	40,000 (1)
1917.	28,891	17,454	1,487	44,800 (1)
1918.	28,000 (1)	16,821	3,249	41,572 (1)

(1) Chiffres approximatifs.

Le problème de la main-d'œuvre étant résolu, il y eut encore de grandes difficultés à vaincre pour développer l'outillage et assurer l'approvisionnement des charbonnages. Des organismes d'achats en commun furent constitués qui groupaient toutes les houillères et les mines métalliques et établissaient un contingentement.

Enfin, les difficultés de transport n'entravèrent pas trop l'explo-



tation des houillères, car les combustibles et toutes les matières premières nécessaires à l'industrie charbonnière jouissaient d'un privilège sur toutes les autres marchandises.

On parvint de cette manière à relever la production. Les houillères du Pas-de-Calais arrivèrent en 1917 à combler à peu près le vide des exploitations restées dans la partie envahie ; le bassin de la Loire et les autres bassins atteignirent respectivement 136 et 168 % de leur production normale (1).

En 1913, la production annuelle par ouvrier du fond fut de 279 tonnes, et par ouvrier sans distinction, de 201.

En cette même année, la production par journée de travail fut de 978 kilogr. par ouvrier du fond et de 695 kilogr. par ouvrier sans distinction.

Les frais de main-d'œuvre par tonne produite s'élevèrent à fr. 7.77.

Les renseignements sur le rendement et les salaires des ouvriers pendant la guerre n'ont pas été publiés.

La France dut parer à l'insuffisance croissante de sa production de houille par des importations d'année en année plus considérables.

En 1913, la France importait 18,711,000 tonnes de houille, 3,070,000 tonnes de coke et 1,086,000 tonnes d'agglomérés, soit 23,795,000 en remplaçant le coke et les agglomérés par leur équivalent en houille.

La Grande-Bretagne fournissait à la France 11,431,000 tonnes ; l'Allemagne 6,847,000 tonnes et la Belgique 4,986,000 tonnes.

Le déficit causé par la diminution de la production et la suppression des importations allemandes et belges ne put être comblé pendant la guerre que partiellement par l'augmentation des importations britanniques.

Les Etats-Unis ne fournirent presque pas de combustibles à la France pendant la guerre. La France exporta en Italie une certaine quantité de houille ; pour ménager la marine marchande alliée et

(1) D'après le rapporteur de la loi sur les mines, les productions furent les suivantes :

	1913	1917
Pas-de-Calais . . . tonnes	12,218,000	11,450,000
Loire »	3,340,000	4,548,000
Les autres bassins . . . »	7,690,000	12,893,000

(Journal Officiel du 5 décembre 1918, p. 3253).

éviter la zone dangereuse de la Méditerranée, la Grande-Bretagne augmenta ses exportations en France à charge pour cette dernière de fournir quelques centaines de milliers de tonnes à l'Italie. Les exportations françaises des trois dernières années furent destinées presque exclusivement à ce pays.

La consommation de la France en combustibles minéraux pendant l'année 1913 se résume de la manière suivante :

Unité : 1,000 tonnes métriques.

	Houille Anthracite et Lignite	Coke	Agglo- mérés
Production française	40,844	4,027	3,673
Diminution du stock	167	—	—
Importations { directes	18,711	3,070	1,086
{ provisions à bord de navires français	1,414	—	129
ENSEMBLE	61,136	7,097	4,888
A déduire { Exportations	1,114	205	124
{ Quantité de houille { coke . . .	5,427	—	—
{ transformée en . { agglomérés,	3,375	—	—
ENSEMBLE	9,916	205	124
Reste acquis à la consommation en 1913 . .	51,220	6,892	4,764
Soit en remplaçant le coke et les agglomérés par la houille correspondante		64,834	

La production française a été de 63 % de la consommation. Cette proportion baissait durant la décade précédant la guerre de 1 % environ par année.

La pénurie de combustible pendant la guerre créa une situation difficile en France et nécessita la création, sous le contrôle du

Ministère de la reconstitution, d'un bureau national des charbons qui devint plus tard l'office central des charbons. Cette institution répartissait le charbon aux groupements qui le distribuaient aux consommateurs. La valeur de la houille sur le carreau de la mine était fixée par le Ministre mais différait du prix de vente car une péréquation des prix des charbons indigènes et importés se faisait.

La production ne se relèvera que lentement après la guerre. L'augmentation de l'extraction réalisée dans certains bassins pendant la guerre ne se maintiendra pas ; depuis l'armistice, la baisse est sensible ; les mines se sont épuisées et dans bien des cas l'exploitation intense n'a été possible qu'à cause du prix exceptionnellement élevé de la houille, de la nécessité pour les clients d'accepter n'importe quel charbon et de l'emploi d'ouvriers mineurs venant du pays envahi et de prisonniers. Si, au bout d'un temps relativement long, la France revient à la production de 1913, c'est-à-dire à 40 millions de tonnes, le résultat sera satisfaisant.

En 1913, la consommation était de près de 65 millions ; la Lorraine réannexée augmentera cette consommation de plus de 11 millions de tonnes. Pour tenir compte de l'accroissement normal de la consommation et du développement industriel du centre de la France pendant la guerre, il faut encore ajouter une dizaine de millions de tonnes. Ainsi donc, lorsque l'industrie du Nord et de l'Est de la France aura été restaurée, le pays consommera annuellement 86 millions de tonnes. Le déficit sera de 46 millions. L'annexion du bassin de la Sarre à la France réduira ce déficit à 32 millions de tonnes environ.

L'EMPLOI DES MARTEAUX-PIQUEURS

POUR L'ABATAGE DE LA HOUILLE

DANS LA PROVINCE DE LIÈGE

NOTE DE

M. JEAN LEBACQZ

Ingénieur principal des Mines, à Liège

CHAPITRE 1^{er}.

Généralités.

Les exploitants des mines belges ont examiné, depuis longtemps, la possibilité d'appliquer les procédés mécaniques à l'abatage de la houille, mais surtout depuis la mise en vigueur de la loi du 31 décembre 1909 sur la durée du travail dans les travaux souterrains.

L'introduction de ces procédés mécaniques avait dès lors un but direct, celui de maintenir l'extraction autant que possible à son taux antérieur, même si la réduction du temps de travail devait avoir pour conséquence une diminution de production.

Dans la province de Liège, l'emploi des haveuses n'a guère eu de succès ; quelques charbonnages ont essayé ces appareils pour les abandonner bientôt après. Dans un seul charbonnage, on fait encore usage d'une haveuse Pick-Quick, à l'aide de laquelle on a réalisé une production nette de 15,600 tonnes en 1916, avec un rendement journalier de 5'59 par abatteur.

Les conditions d'application de ces machines, le mode de travail employé et les résultats que l'on peut obtenir à l'aide de ces engins ayant été mis en évidence de nombreuses fois dans des publications bien connues dans notre pays, notamment dans les *Annales des Mines de Belgique*, nous n'y reviendrons pas.

L'insuccès des haveuses dans le bassin de Liège doit être attribué, certes, en partie au fait que le gisement ne se prête pas bien à

l'emploi de ces engins, notamment au manque d'homogénéité des couches ; mais il est aussi, pour une grande part, la conséquence de la vogue acquise rapidement par les marteaux-piqueurs à air comprimé.

Cette vogue s'explique avant tout par les bons résultats que ces appareils ont donnés au point de vue du rendement et généralement aussi du prix de revient.

Ces considérations ont déjà leur importance en temps normal, mais cette importance augmentera encore considérablement après la période troublée que nous traversons actuellement ; la main-d'œuvre deviendra certainement très rare et par conséquent elle sera très chère ; il en résultera infailliblement un développement toujours plus grand des procédés susceptibles de réaliser une économie de main-d'œuvre, ou plutôt de suppléer au manque de main-d'œuvre.

Dans le tableau ci-après nous avons indiqué le nombre de marteaux-piqueurs de chaque système moyennement en usage en 1916 dans les différents charbonnages de la province de Liège, la production nette obtenue à l'aide de ces appareils au cours de la dite année, la production totale nette de 1916, ainsi que le pourcentage de l'extraction obtenue par l'emploi de ce procédé d'abatage.

NUMÉROS D'ORDRE	DÉSIGNATION DES CHARBONNAGES (Ordre alphabétique)	NOMBRE DE MARTEAUX-PIQUEURS EN VEINE						Production en 1916 à l'aide de marteaux TONNEAUX	Production totale en 1916 TONNEAUX	Proportion %	
		Le Liégeois	François	Thomas	Le Belge	Ingersoll	Divers				TOTAUX
1	Abhooz et Bonne-Foi-Hareng	128	»	»	2	8	»	138	101.510	128.060	79
2	Ans	75	»	»	2	»	2	79	28.000	94.700	30
3	Arbre Saint-Michel	7	»	»	»	»	»	7	5.700	87.800	6
4	Basse-Ransy.	10	»	»	»	»	»	10	13.000	31.660	41
5	Batterie	26	8	»	»	71	»	105	80.300	147.100	54
6	Belle-View et Bien-Venue	»	»	»	»	»	»	»	»	29.390	»
7	Bicquet-Gorée	»	»	»	»	»	»	»	»	16.190	»
8	Bois de Gives et de Saint-Paul.	»	»	»	»	»	»	»	»	20.900	»
9	Bonne-Fin-Bâneux.	41	23	»	»	13	9	86	57.140	190.000	30
10	Bonnier	65	»	»	»	»	2	67	22.020	83.710	26
11	Cheratte	17	»	»	»	»	»	17	15.000	36.200	41
12	Cockerill.	»	»	»	»	»	»	»	»	171.740	»
13	Concorde	»	»	»	»	»	»	»	»	146.930	»
14	Cowette-Ruffin	»	»	»	»	»	»	»	»	26.020	»
15	Crahay	»	»	»	»	»	»	»	»	68.620	»
16	Espérance (à Wanze)	»	»	»	»	»	»	»	»	1.800	»
17	Espérance et Bonne-Fortune.	82	24	3	8	19	18	154	124.320	293.250	42
18	Espérance et Violette.	44	4	53	2	36	9	148	122.690	193.400	63
19	Gosson-Lagasse.	»	»	»	»	»	»	»	»	170.100	»
20	Grande Bacnure	»	»	»	»	»	»	»	»	76.230	»
21	Halbosart-Kivelterrie	»	»	»	»	»	»	»	»	6.990	»
22	Hasard-Fléron	51	»	»	14	»	»	65	61.500	142.570	43
23	Herve-Wergifosse	6	3	»	»	»	»	9	3.910	40.010	10
24	Horloz	12	»	»	»	»	»	12	6.000	214.380	3
25	Kessales-Artistes	35	»	»	»	»	»	35	9.180	272.150	3
26	La Haye.	40	18	4	2	18	46	128	37.000	195.210	19
27	Lonette	»	»	»	»	»	»	»	»	24.210	»
28	Marihaye	24	»	»	»	»	»	24	10.600	262.790	4
29	Micheroux	13	»	»	»	»	»	13	3.500	60.450	6
30	Minerie	45	»	»	»	»	»	45	20.000	48.540	41
31	Nouvelle Montagne	»	»	»	»	»	»	»	»	80.450	»
32	Ougrée	»	»	»	»	»	»	»	»	49.780	»
33	Patience-Beaujonc	6	»	11	»	66	»	83	83.730	188.330	44
34	Petite Bacnure	»	»	»	»	»	»	»	»	36.200	»
35	Quatre-Jean	8	»	»	2	4	4	18	6.000	51.660	12
36	Sart d'Avette et Bois des Moines	4	»	»	»	»	»	4	1.500	41.130	4
37	Sclessin-Val-Benoît.	62	»	»	»	»	8	70	40.500	188.000	22
38	Six-Bonniers	6	»	»	»	»	»	6	2.000	68.920	3
39	Steppes (Fond Piquette)	»	»	»	»	»	»	»	»	30.690	»
40	Trou-Souris, Houlleux, Homvent	»	»	»	»	»	»	»	»	68.000	»
41	Wandre	24	»	»	»	7	»	31	20.780	60.690	34
42	Wérister	20	»	»	»	»	»	20	7.100	80.400	9
	TOTAUX	851	80	71	32	242	98	1.374	882.980	4.223.350	21

Il résulte de ce tableau que, sur les 42 mines en activité que comporte la province de Liège, 17, c'est-à-dire 40 % de ces mines, n'utilisent pas de procédés mécaniques d'abatage ou les utilisent d'une façon insignifiante ; 12 mines, c'est-à-dire 29 % de l'ensemble, ont produit moins du quart de leur extraction à l'aide de marteaux-piqueurs ; 10 mines, c'est-à-dire 24 % du total, ont extrait à l'aide de ces appareils plus d'un quart et moins de la moitié de leur production, et dans 3 mines, c'est-à-dire 7 % du total, plus de la moitié de la production a été faite à l'aide de marteaux-piqueurs.

On voit immédiatement qu'on peut encore réaliser beaucoup de progrès dans ce domaine.

La récapitulation du nombre d'appareils de chaque type actuellement employés est donnée ci-dessous :

TYPE DES APPAREILS	Nombre total d'appareils employés	Proportion sur l'ensemble des appareils
Le Liégeois	851	62 %
François	80	6 %
Thomas	71	4 %
Le Belge	32	2 %
Ingersoll	242	18 %
Divers.	98	8 %
TOTAUX	1.374	100 %

Les caractéristiques des principaux types d'appareils telles qu'elles résultent des données fournies par les constructeurs, sont indiquées dans le tableau ci-après :

TYPE DES MARTEAUX	Course théorique du piston frappeur	Diamètre du piston frappeur	Longueur totale de l'appareil	Poids total de l'appareil sans le pic	Pression	Nombre de coups par minute	Consommation d'air comprimé par minute
	m/m	m/m	m/m	Kgs	Atm.		Litres
Le Liégeois. Type C .	109	30	420	7,750	5	900	142
» » C ₂ .	115	30	426	7,050	5	980	132
» » B ₂ .	140	30	460	7,325	5	860	130
» » E .	90	28	370	6,350	5	1.150	125
François. Type 1915 .	122	35	410	7,280	5 1/2	1,100	120
Thomas	90	34	350	6,500	4	1,200	130
Le Belge. Type normal	80	35	405	6,700	5	1,600	115
» » fort .	135	35	490	8,500	5	1,000	110
» » court .	70	35	365	5,575	5	2,000	95
Ingersoll. 56 H . .	152	32	480	7,500	5	1,250	115
» MP 1	65	36,4	460	7,300	5	1,200	100

Un certain nombre de ces appareils ont déjà été décrits dans les *Annales des Mines de Belgique* ou dans d'autres publications répandues dans notre pays, mais la plupart des types ont subi des modifications ou ont fait l'objet de perfectionnements depuis les époques auxquelles se rapportent ces descriptions.

D'autres appareils et notamment ceux dénommés « Le Liégeois » qui sont les plus employés dans notre province et portent d'ailleurs le nom des habitants du chef-lieu de celle-ci, n'ont pas encore eu les honneurs de la publicité. Il en est de même du marteau Thomas et du marteau « Le Belge », ce dernier étant un nouveau venu.

Nous croyons donc qu'il est utile de donner une description

succincte des différents types de marteaux-piqueurs. Cette description fera l'objet du chapitre suivant.

Les renseignements que nous avons pu obtenir pour faire une comparaison entre les appareils des divers systèmes ne permettent guère de conclure de façon certaine au sujet de la valeur de chacun de ces types.

Dans certains charbonnages, on trouve que tous les systèmes se valent, ou à peu près. Dans quelques-uns, on préfère le marteau « Le Liégeois » ou « Thomas » ou « François » ; dans plusieurs mines, on estime que le marteau « Ingersoll » est franchement supérieur aux autres, tant au point de vue de l'usure des pièces qu'au point de vue des résultats qu'il donne.

Le marteau « Le Belge » est introduit dans les mines depuis trop peu de temps pour que l'on puisse émettre une opinion basée sur la pratique de ce système.

Au charbonnage de Bonne-Espérance, Batterie et Violette, on a fait des essais comparatifs, au point de vue du travail effectué, entre un marteau Ingersoll et un marteau d'un autre système. Le travail a été mesuré par la vitesse d'enfoncement dans un saumon de plomb bien homogène ; la consommation d'air comprimé résultait des indications d'un compteur. On a constaté, en un quart de minute, un enfoncement de 90 m/m avec le marteau Ingersoll et de 78 m/m avec l'autre marteau essayé. La consommation d'air comprimé a été, pour chacun des deux marteaux, de 120 litres par minute à la pression de 5 1/2 kgs/cm².

CHAPITRE II.

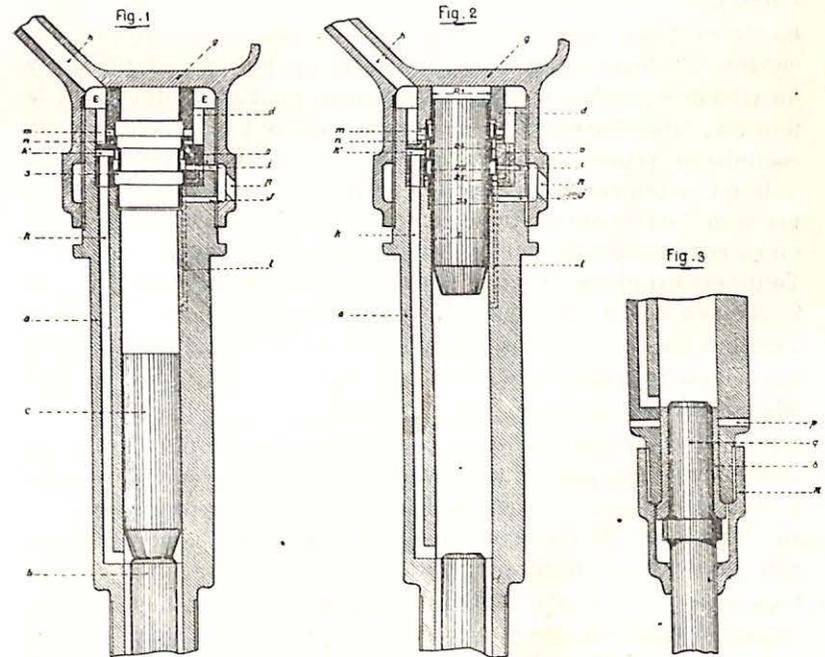
Description des principaux types de marteaux-piqueurs.

1° *Marteau « Le Liégeois », fabriqué par les ateliers Léonard Rocour, à Ans (directeur M. Eloy).*

Dans cet appareil, la distribution est assurée par une soupape tubulaire très légère, ou tiroir distributeur, placée dans l'axe du cylindre. Le piston frappeur est cylindrique, sans rainure ni gorge spéciale. Sur la figure 1 ci-après, le piston frappeur *c* est représenté dans la position qu'il occupe au moment où il vient de terminer sa course vers l'avant, c'est-à-dire sa course utile. Dans cette position, l'air comprimé est introduit dans la chambre circulaire *E* du cylindre par le canal *h* ménagé dans la poignée et arrive à l'arrière du piston par les passages *m* de la culasse, l'avant du piston étant alors en

communication avec l'extérieur par le conduit *k*, par le passage circulaire *k'* qui communique en ce moment avec le canal *i* ; c'est ce dernier qui conduit l'air à l'orifice d'échappement *R*. En même temps, par le canal *l*, une partie d'air comprimé peut s'introduire sous le rebord que présente le distributeur, ce qui oblige ce dernier à se déplacer vers l'arrière et à prendre la position indiquée sur la figure 2.

Jusqu'à ce moment, le distributeur était maintenu dans la position de la figure 1 par la pression sur la surface annulaire comprise entre les cercles de diamètres D_4 et D_1 ; mais du fait que l'air comprimé



passé par le conduit *l*, la pression agit sur la surface annulaire comprise entre les cercles de diamètre D_5 et D_1 ; comme D_5 est plus grand que D_4 , le distributeur sera poussé vers l'arrière pour occuper la position indiquée sur la figure 2. Dans cette position du distributeur, les orifices des canaux *m* d'amenée de l'air sont fermés et l'arrière du cylindre est mis en communication avec l'extérieur par les passages *J* qui sont découverts.

Les orifices des petits passages *n* sont également découverts, ce qui

permet à l'air qui se trouve à l'intérieur du cylindre de passer par les canaux k' et k et d'arriver ainsi à l'avant du piston. Ce dernier est donc obligé d'effectuer sa course arrière.

Tout le temps que dure la course avant du piston, le distributeur est maintenu dans la position indiquée sur la figure 2 par la pression de l'air comprimé arrivant par le conduit o et s'exerçant sur la surface annulaire comprise entre les cercles de diamètres D_5 et D_3 . En effectuant sa course arrière, le piston frappeur comprime de l'air dans le fond du cylindre et cet air exerce sa pression sur la surface annulaire comprise entre les cercles de diamètres D_5 et D_1 . La résultante entre cette pression et celle qui tend à maintenir le distributeur en place est une pression sur la surface annulaire comprise entre les cercles de diamètres D_3 et D_1 . Comme D_3 est plus grand que D_1 , le distributeur se déplace pour reprendre la position indiquée sur la figure 1. Immédiatement, l'air comprimé affluant de nouveau par les conduits m , pousse le piston vers l'avant et le cycle recommence.

Il est à remarquer qu'aussitôt que l'outil ne travaille plus, le marteau s'arrête automatiquement. Par l'inspection de la figure 3, on se rend aisément compte de quelle manière cet arrêt est réalisé : l'outil est maintenu dans le cylindre par le manchon de retenue M et il est en même temps engagé, par son emmanchement q , dans une busette b qui coulisse dans la partie antérieure du cylindre. Suivant la position qu'occupe cette busette, les orifices des passages p communiquant avec l'extérieur, sont fermés ou ouverts. Quand l'ouvrier cesse d'appuyer sur l'outil, la busette est chassée vers l'avant, en même temps que l'outil ; les passages p sont découverts, l'air comprimé s'échappe directement au dehors au lieu d'exercer une pression sur le piston, et le marteau s'arrête. L'ouvrier est donc obligé de pousser continuellement sur l'outil pour le faire travailler. Toutefois, l'effort que l'ouvrier doit faire pour maintenir l'appareil en fonctionnement est très faible. En effet, par suite du petit diamètre des passages n (2 millimètres) par lesquels passe l'air comprimé destiné à produire le mouvement arrière du piston, cet air se détend et la pression qui en résulte est très faible. Il suit de là également que lorsque l'arrêt automatique se réalise, c'est-à-dire chaque fois que la poussée exercée sur l'appareil est insuffisante pour en assurer le bon fonctionnement, la perte d'air qui se produit est insignifiante.

Les avantages que le constructeur fait valoir en faveur de son marteau-piqueur sont les suivantes :

Le cylindre distributeur commande toutes les phases de la distri-

bution, de telle façon que l'admission est toujours fermée avant que l'échappement commence ; il n'y a donc jamais de contrepression lors de la course utile du piston frappeur. Avec ce système de distribution, la longueur du piston frappeur est indépendante de la longueur de la course, ce qui permet l'utilisation complète du cylindre et la réalisation du maximum de course pour l'encombrement le plus faible. Cette question a surtout de l'importance pour les marteaux puissants, pour lesquels une longue course est particulièrement désirable. La puissance de frappe augmente, en effet, avec le carré de la vitesse du piston et celle-ci augmente avec la course.

Au point de vue de la maniabilité de l'instrument, il est avantageux de réaliser la puissance voulue en augmentant la course, plutôt que le diamètre du piston frappeur et le nombre de coups. Les appareils à grands diamètres produisent, en effet, des réactions plus élevées sur les bras et le nombre de ces réactions est évidemment égal au nombre de coups. Un grand nombre de coups rend, en outre, l'appareil plus bruyant.

Le constructeur fait encore ressortir que, dans son ensemble, la distribution permet une symétrie absolue des principaux organes, de sorte qu'aucun point de repère n'est nécessaire pour le montage de l'appareil, ce qui est un avantage au point de vue de l'entretien.

Quant à l'arrêt automatique, il est d'une grande utilité pour empêcher les accidents provenant du fonctionnement intempestif ou d'un moment d'inattention de l'ouvrier. En évitant le fonctionnement à vide, on supprime, en outre, une consommation inutile d'air comprimé et, en même temps, la cause la plus fréquente des ruptures des pièces de l'appareil.

La description qui précède s'applique au marteau appelé « type C », qui est actuellement le plus employé.

Les ateliers Rocour construisent encore trois autres types de marteaux piqueurs, dénommés respectivement « type C_2 », « type B_2 » et « type E », dont les caractéristiques sont données dans le tableau ci-avant.

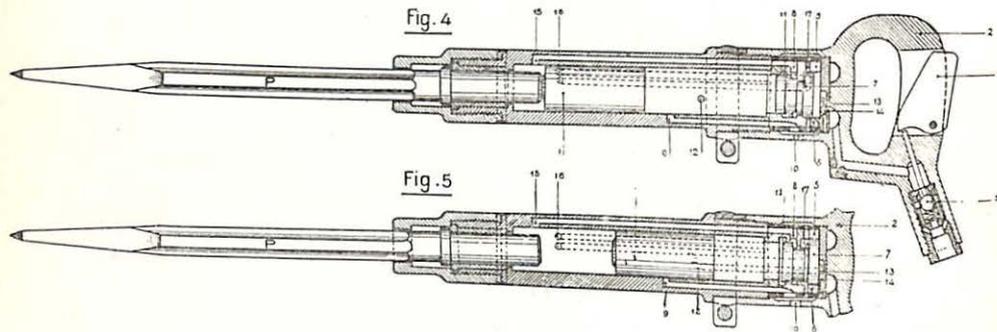
2^o Marteau piqueur François.

La Société anonyme des Etablissements François, à Selessin, construit actuellement un marteau piqueur qu'elle appelle « Type 1915 » (35 ^m/m) et qui est représenté sur les figures 4 et 5.

Ce marteau comporte, comme le précédent, un tiroir distributeur

placé dans l'axe du cylindre. La figure 4 constitue une coupe du marteau au moment où le piston frappeur 1 se trouve à la fin de sa course avant. L'arrivée de l'air comprimé se fait par la soupape 3 commandée par la gâchette 4; l'air entre dans la boîte de distribution 5 par le conduit 6. Le tiroir distributeur 7 se trouvant dans sa position extrême avant (vers la gauche du dessin), l'air comprimé passe par la rainure circulaire 8, agit sur la face avant du piston frappeur, qui est poussé vers l'arrière (vers la droite du dessin). L'air qui se trouvait à l'arrière du piston frappeur s'échappe par le conduit longitudinal 9 et l'ouverture 10. Dans sa course arrière, le piston dépasse l'orifice du conduit 9, qui se trouve ainsi obturé, et l'air qui n'a pu s'échapper est comprimé entre le piston et le fond du cylindre; la pression qui s'exerce de ce fait sur le tiroir distributeur a pour effet de produire un déplacement de ce tiroir vers l'arrière, de manière à lui faire occuper la position indiquée sur la figure 5.

Sur cette figure 5, le piston frappeur est représenté à la fin de sa

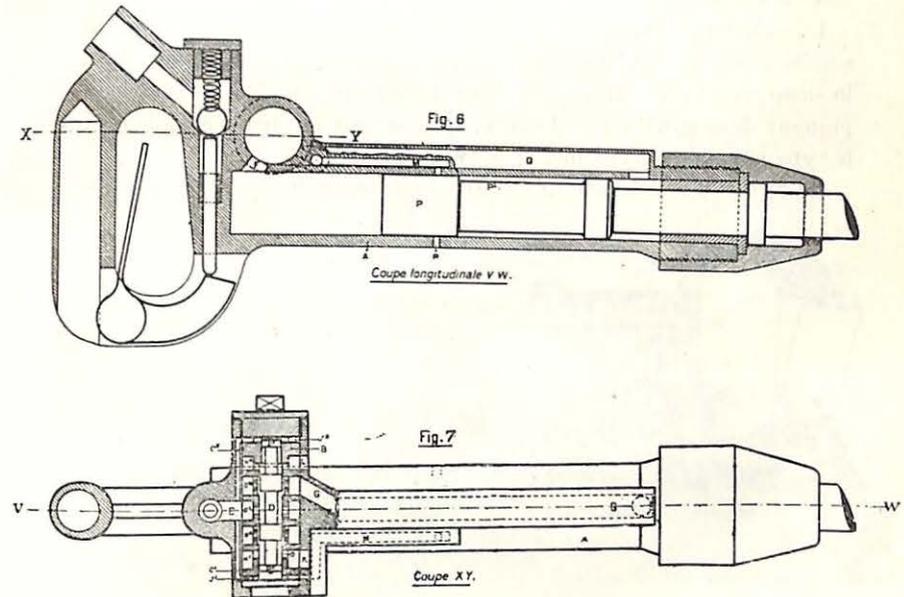


course arrière; l'air comprimé arrive directement en contact avec la face arrière du piston frappeur, par la rainure circulaire 11, et le piston est lancé sur le pic *P*. Dans cette course avant, le piston frappeur découvre l'orifice 12 d'un conduit aboutissant au couvercle 14 de la boîte de distribution, lequel est percé de l'ouverture 13. L'air comprimé arrive ainsi, par ce conduit, jusqu'au tiroir distributeur 7 qui est repoussé vers l'avant et reprend la position indiquée sur la figure 4.

Pendant la course avant du piston frappeur, l'air qui se trouve à l'avant de ce piston s'échappe par les conduits 15, 16 et 17 et par la partie annulaire de la boîte, et sort à l'extérieur par l'ouverture 10 jusqu'à ce qu'une nouvelle course commence.

3° Marteau piqueur Thomas.

Contrairement à ce qui a lieu pour les deux marteaux précédents, la distribution, dans le marteau système Thomas, se fait par un tiroir cylindrique ou piston distributeur différentiel *D* placé à l'extérieur du cylindre proprement dit et dont l'axe est perpendiculaire à celui de ce cylindre, comme on le voit sur les figures 6 et 7. Dans ces dessins, les organes occupent la position correspondant à l'instant où le piston frappeur arrive à l'extrémité de sa course avant; à ce moment, la rainure *Bm* communique avec la rai-



nure *Bi*, de sorte que l'air comprimé, pénétrant par le conduit *E*, peut passer à l'avant du piston frappeur en suivant le conduit *G*. Le piston revient en arrière et, dès que l'ouverture *R* est découverte, le fluide s'échappe à l'extérieur; en même temps, la pression d'air comprimé qui régnait dans le conduit *M* et, partant, sur la surface *Dm*, retombe à la pression atmosphérique et le piston distributeur est déplacé grâce à la pression d'air comprimé qui est admis sur la surface *Di* par le conduit *Cr*.

Le déplacement du piston distributeur a pour effet d'interrompre la communication entre les conduits *E* et *G* et de mettre ce dernier

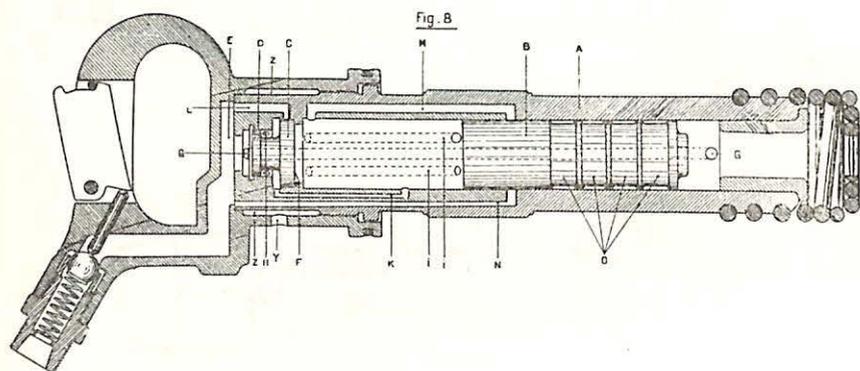
conduit en communication avec la rainure HII et, par conséquent, avec l'ouverture d'échappement L.

En même temps, l'admission se fait par la rainure BII et le conduit F (fig. 6) à l'arrière du piston, lequel est de nouveau poussé vers l'avant. Dans cette course avant, dès que le piston recouvre l'orifice du conduit M, le fluide admis par le conduit Cr, ne pouvant plus s'échapper, exerce sa pression sur la surface DU qui revient à sa position primitive, la surface DI n'étant, à ce moment, soumise qu'à la pression admosphérique.

4° Marteau piqueur « Le Belge ».

Les ateliers Duquesne, à Bierset-Awans, construisent, pour la société anonyme « L'Outillage minier », récemment constituée, dont le siège social est à Bruxelles, rue de Namur, n° 59, un marteau piqueur dénommé « Le Belge », qui se fait en trois grandeurs : le type normal, le type fort et le type court.

La figure 8 représente une coupe longitudinale du type normal.

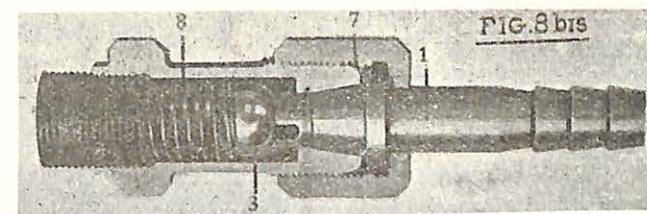


Cette figure indique la position des organes quand le piston frappeur est à la fin de sa course avant. Lorsque, en poussant sur la gâchette, on admet l'air comprimé dans la chambre E, la pression agit sur la face postérieure D du distributeur C dont la face antérieure F, communiquant directement avec le cylindre, n'est soumise, à ce moment, qu'à la pression atmosphérique ; les canaux I communiquent, en effet, dans cette position, avec la chambre de détente Z percée des ouvertures Y donnant accès à l'air libre et le conduit K communique avec les orifices H de petits canaux arrivant également dans cette chambre de détente. Le distributeur est donc également maintenu dans sa position extrême avant.

L'orifice arrière du conduit G se trouvant dégagée, l'air comprimé pénètre dans ce conduit, lequel débouche, d'autre part, à l'avant du piston. Ce dernier est lancé vers l'arrière et, dès que les rainures O dont il est muni se trouvent en regard du conduit N, l'air comprimé, pénétrant par ce conduit, passe dans le conduit M et arrive ainsi sur la face arrière du distributeur C, qui est poussé vers la gauche. Par ce mouvement, le conduit K, communiquant avec l'air libre, est obturé, de même que l'orifice arrière du conduit G ; l'orifice du conduit L, au contraire, est découvert, ce qui permet à l'air comprimé d'arriver sur la face arrière du piston ; ce dernier est donc de nouveau lancé vers l'avant.

Pendant cette course avant, l'échappement de l'air comprimé emprisonné à l'avant du piston se fait par le conduit G, dont l'orifice arrière communique avec les orifices H et, par conséquent, avec l'air libre, lorsque le distributeur est à l'extrémité de sa course arrière.

Dans les marteaux du type fort et du type court, les rainures O du piston sont supprimées ; les conduits M et N également. Le déplacement du distributeur C est obtenu simplement par la compression de l'air qui se produit à l'arrière du piston pendant la course de retour.



Prise d'air à fermeture automatique.

— Nous croyons intéressant ce signaler que la société anonyme « L'Outillage minier » construit un appareil qui remplace avantageusement, nous semble-t-il, les robinets dont sont habituellement munies les conduites d'air comprimé. Cet appareil, désigné sous le nom de « prise d'air à fermeture automatique », est basé sur le principe de la bille. On se rend aisément compte de son mode de fonctionnement par l'examen de la figure 8bis. Lorsqu'on visse l'écrou 7 sur le corps 8, la busette de raccord 1 repousse la bille 3, ce qui permet l'admission de l'air comprimé. En dévissant le raccord, la busette libère la bille et celle-ci s'applique sur son siège ;

elle empêche donc le passage de l'air. Cet appareil ne permet ainsi l'arrivée de l'air que lorsqu'il se trouve monté et la conduite se referme automatiquement dès qu'on le démonte.

5° Marteaux piqueurs Ingersoll.

On utilise actuellement, dans les mines du bassin du Liège, deux types de marteaux piqueurs construits par la Compagnie Ingersoll-Rand : le marteau type 56 H et le marteau « valveless » type MP 1.

Marteaux piqueurs « Ingersoll »

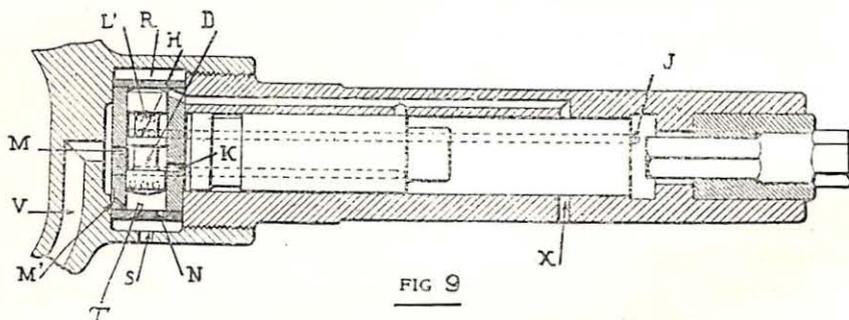


FIG. 9

Type Crown

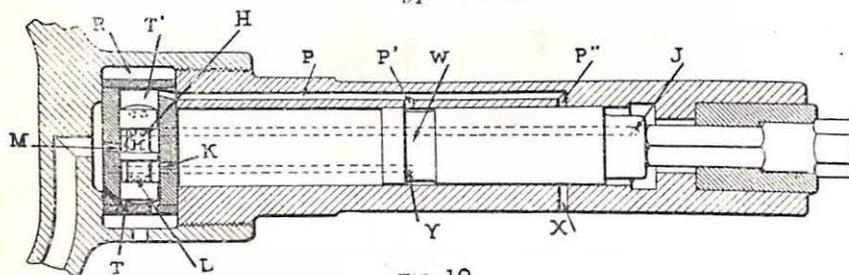


FIG. 10

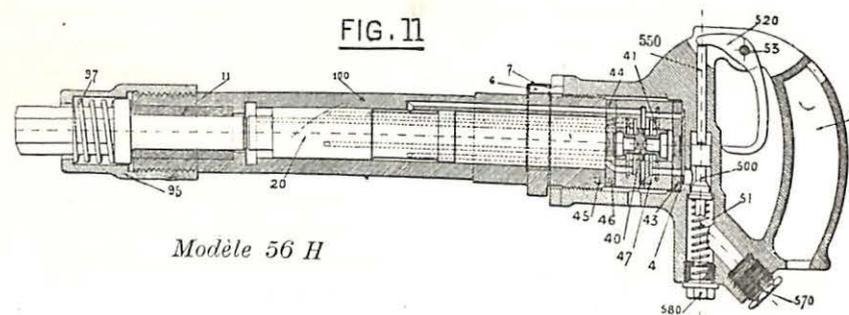


FIG. 11

Modèle 56 H

Marteau type 56 H.

Ce marteau est muni d'une distribution du type « Crown » modifié. La distribution Crown primitive est représentée schématiquement sur les figures 9 et 10. Cette distribution est caractérisée par un tiroir cylindrique D placé dans la poignée, transversalement à l'axe du cylindre proprement dit.

Lorsque les organes se trouvent dans la position indiquée sur la figure 9, l'air est admis dans le canal V de la poignée, dès que l'on exerce une pression sur la gâchette fixée sur la poignée, et pénètre dans la boîte de distribution en passant par les ouvertures M et M'. Une partie de l'air remplissant la chambre T de la boîte de distribution s'échappe par l'ouverture N, de manière à y maintenir une pression intermédiaire entre la pression atmosphérique et la pression utilisée. Il en résulte que le distributeur est maintenu levé et que l'air comprimé, passant par les ouvertures M, contourne la valve D et, par les canaux K, arrive en contact avec la face arrière du piston frappeur ; ce dernier est lancé en avant de manière à occuper la position indiquée sur la figure 10.

Pendant cette course avant, l'air, chassé par le piston, s'échappe par les ouvertures X, J, H et L, ainsi que par la chambre d'échappement R qui entoure la boîte de distribution.

Quand le piston est au bout de sa course avant, l'orifice Y est découvert, ce qui permet à l'air de s'introduire dans la gorge W du piston ; de là, il arrive, par l'ouverture P' et le conduit P, dans la chambre T' de la boîte de distribution. La pression de l'air dans cette chambre étant ainsi supérieure à celle qui règne dans la chambre T, la valve de distribution est poussée vers le bas et vient occuper la position indiquée sur la figure 10.

L'air comprimé arrivant par les ouvertures M, s'introduit alors, par l'orifice H d'un conduit débouchant en J, sur la face avant du piston, ce qui force ce dernier à revenir en arrière et à occuper de nouveau la position indiquée sur la figure 9.

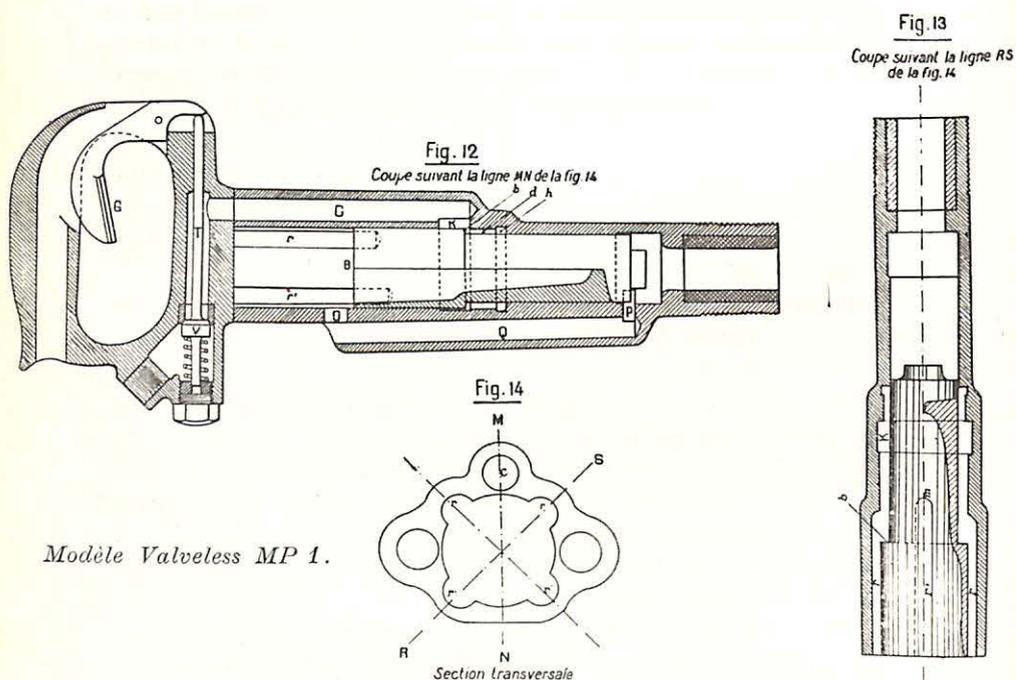
Pendant ce mouvement de retour, l'air emprisonné entre la face arrière du piston et le fond du cylindre, est chassé par les ouvertures K et L dans la chambre d'échappement R.

Dès que le piston frappeur, pendant sa course de retour, a mis à découvert les orifices P' et X, la pression diminue dans le canal P et dans la chambre T' ; elle devient inférieure à la pression intermédiaire régnant dans la chambre T et, par conséquent, la valve de

distribution reprend la position qu'indique la figure 9, et une nouvelle course commence.

On voit que la vitesse de déplacement de la valve de distribution est liée à la grandeur des orifices d'écoulement; ceux-ci sont déterminés expérimentalement, de manière que le retour du piston soit assez rapide et qu'en même temps il se forme un matelas d'air suffisant à l'arrière pour qu'il rebondisse en avant.

L'inconvénient du système est que l'un de ces petits orifices vient à s'obstruer.



Modèle Valveless MP 1.

Cette distribution a été modifiée en ce sens que, dans le modèle 56 H, qui est représenté sur la figure 11, la valve est cylindrique et oscillante; elle est équilibrée par la pression d'air et tourne dans la chambre de distribution. Le principe de la distribution reste le même.

Marteau « Valveless type MP 1 ».

Dans ce marteau, la distribution se fait sans valve, comme son nom l'indique. Il est représenté sur les figures 12, 13 et 14.

Le fonctionnement de l'appareil est le suivant :

Lorsqu'on appuie sur la gâchette G fixée sur la poignée, la tige T descend, la soupape V s'ouvre et l'air comprimé pénètre dans le canal C et dans le conduit entourant la tige T.

Comme on le voit sur la figure 12, sur laquelle la moitié supérieure du piston frappeur est représentée en vue, tandis que la moitié inférieure est représentée en coupe, ce piston est creux et à diamètre intérieur différentiel. Le piston étant supposé se trouver au début de sa course avant, c'est-à-dire au fond du cylindre, à gauche du dessin, l'air comprimé passe de la chambre K autour de la partie moins large du piston et arrive dans la partie creuse du piston, grâce aux rainures r et r' (voir figures 13 et 14); le piston est ainsi lancé en avant et l'admission cesse aussitôt que le rebord b du piston atteint l'extrémité m de la rainure la plus longue.

Dès que la face arrière du piston a dépassé l'ouverture O, l'air s'échappe par cette ouverture et le piston est ramené en arrière par l'effet de la pression, sur le rebord b du piston, de l'air comprimé accumulé dans le conduit d et dans la chambre circulaire h.

Pendant la course avant, l'air refoulé par le piston distributeur s'est échappé à l'extérieur par l'orifice P et le canal Q.

Ce marteau ne possède donc pas de piston distributeur. Il est plus léger que les autres types et les réparations et remplacements de pièces sont réduits à un minimum.

CHAPITRE III.

Conditions d'emploi des marteaux piqueurs et organisation du travail.

Les marteaux piqueurs s'emploient dans les conditions de gisement les plus diverses, tant au point de vue de l'ouverture que de l'inclinaison des couches, et on fait usage de ces appareils aussi bien lorsque l'exploitation a lieu par tailles chassantes que lorsqu'elle a lieu par tailles montantes.

Dans le tableau ci-après, nous avons indiqué le nombre de chantiers dans lesquels on utilisait des marteaux piqueurs, fin de l'année 1916, dans les mines de la province de Liège. Nous y avons subdivisé les cas d'application suivant l'ouverture des couches, suivant leur inclinaison et suivant le mode d'exploitation.

Subdivision des couches suivant l'ouverture suivant l'inclinaison et suivant le mode d'exploitation.	Nombre de cas d'application des marteaux	
	Nombres absolus	Pourcentage du nombre total d'application
Couches d'une ouverture de moins de 0 ^m 40.	12	11 %
» » de 0 ^m 40 à 0 ^m 60 . . .	40	36 %
» » de 0 ^m 60 à 0 ^m 80 . . .	31	28 %
» » de 0 ^m 80 à 1 ^m 00 . . .	15	13 %
» » de plus de 1 ^m 00 . . .	14	12 %
TOTAUX . . .	112	100 %
Couches d'une inclinaison de moins de 10° . . .	14	12 %
» » de 10 à 20° . . .	52	47 %
» » de 20 à 30° . . .	28	25 %
» » de 30 à 45° . . .	6	5 %
» » de plus de 45° . . .	12	11 %
TOTAUX . . .	112	100 %
Chantiers exploités par tailles chassantes . . .	72	64 %
» » » montantes . . .	40	36 %
TOTAUX . . .	112	100 %

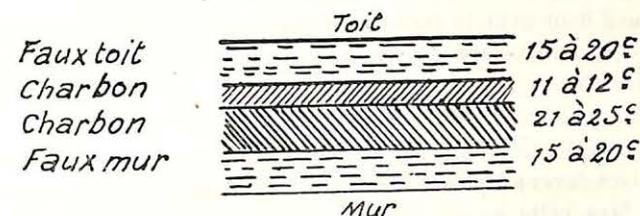
On voit, par l'examen de ce tableau, que les cas d'application sont surtout fréquents dans les couches d'une ouverture de 0^m40 à 0^m60 et de 0^m60 à 0^m80, ainsi que pour les inclinaisons variant de 10 à 20 degrés. Ce sont d'ailleurs les conditions qui se rencontrent le plus souvent dans notre bassin.

Nous traiterons en détail, dans un chapitre suivant, la question du rendement et du prix de revient, mais il convient de faire remarquer dès maintenant que les résultats obtenus varient avec les conditions de gisement et, notamment, avec l'ouverture de la couche.

La dureté de la veine joue également un rôle très important. Dans certaines couches, particulièrement dures, on avait fait des essais d'exploitation par les procédés ordinaires, mais les résultats obtenus n'avaient pas été favorables.

On a repris le déhouillement à l'aide de marteaux piqueurs et on a pu réaliser des bénéfices.

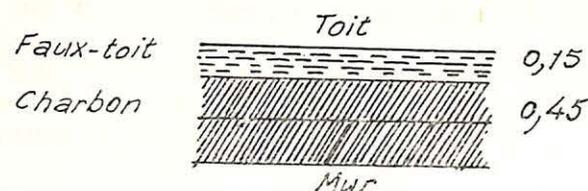
Un exemple de l'espèce est donné par une couche inclinée de 18 à 25°, dont la composition est indiquée ci-dessous.



Le charbon est très dur, de même que le faux mur ; les ouvriers enlèvent le charbon et le faux mur à l'aide de marteaux pics. On exploite par tailles montantes (2 abatteurs par taille) et on obtient un rendement de 1.600 à 1.800 kilogrammes par abatteur, alors qu'à l'aide des procédés ordinaires, on n'obtenait que 1.000 à 1.200 kilogrammes, et encore, les abatteurs n'enlevaient-ils pas le faux mur. Il est à noter qu'en 1912, les opérateurs de la haveuse à barre Pick-Quick et le directeur de la Diamond Coal Cutter Cy (haveuse à disque), ont visité des chantiers ouverts dans cette couche en vue de l'application éventuelle des engins fabriqués par les usines qu'ils représentent ; ils ont tous deux renoncé à faire l'essai des haveuses, les premiers, à cause de la faible puissance de la couche, le second, à cause de la dureté du mur.

La présence d'un faux toit ou d'un toit peu résistant occasionnant des difficultés de boisage, peuvent réduire à néant les avantages dus à l'emploi des marteaux ; une ouverture trop réduite augmente également les difficultés d'application de ces appareils.

Par contre, un cas probant de l'efficacité des marteaux a été donné par une couche, inclinée de 10 à 12°, ayant la composition ci-dessous, dont le sillon de charbon présentait, vers la mi-hauteur,



une intercalation assez dure, par suite de laquelle les havresses à main s'émoussaient très rapidement. De plus, la couche contenait des nœuds composés de pyrite, ce qui a même fait avorter un essai d'abatage à la haveuse mécanique entrepris dans cette couche. Le manque d'homogénéité était cause que l'appareil fonctionnait d'une façon très irrégulière ; il s'arrêtait même complètement dans ces parties dures.

Enfin, les chantiers traversaient des zones où le charbon était d'une dureté telle que l'effet utile de l'abatteur employant des outils ordinaires devenait presque nul. On a généralisé l'emploi des marteaux dans cette couche que l'on exploite par tailles montantes de 20 mètres de longueur, en plaçant trois ouvriers dans chaque taille ; le rendement par abatteur a été, en moyenne, de 2,000 kilogrammes.

Dans une autre couche, de 0^m42 de puissance, en deux lits sans intercalation schisteuse, bon toit et bon mur, charbon très dur, inclinaison 14°, exploitation par tailles montantes de 25 mètres de longueur, quatre ouvriers par taille, on a obtenu 2,650 kilogrammes par abatteur au marteau ; un essai d'exploitation par les procédés ordinaires n'avait donné qu'un rendement de 1,540 kilogrammes par abatteur.

Il résulte également du tableau ci-dessus que les cas d'application des marteaux piqueurs sont plus fréquents dans les exploitations par tailles chassantes que dans celles par tailles montantes. Cela

doit provenir, pensons-nous, de ce que, dans notre bassin, on exploite plus souvent par tailles chassantes que par tailles montantes. D'ailleurs, les deux systèmes offrent des avantages et des inconvénients au point de vue de l'emploi des marteaux. Un des avantages pratiques du système par tailles montantes, c'est qu'il rend inutile le déplacement des conduites d'air au fur et à mesure de l'avancement du front de taille ; il suffit, en effet, de placer la conduite dans la montée et d'allonger cette conduite progressivement, de manière à suivre le front d'abatage. Le dernier élément de tuyaux porte autant de tubulures qu'il y a de marteaux en fonctionnement et, sur chacune de ces tubulures, on branche un tuyau en caoutchouc allant aux appareils. Par contre, dans les tailles chassantes, on dispose d'un plus grand espace pour placer et déplacer les tuyaux ; il faut moins de tuyaux, ce qui diminue la perte de charge et les fuites ; en outre, la surveillance est constante.

Dans un charbonnage, on a même transformé, dans certains chantiers, au moment de l'introduction des marteaux piqueurs, les tailles montantes précédemment existantes en tailles chassantes, mais c'était surtout afin de pouvoir y appliquer le remblayage hydraulique ; en même temps, on profitait, dans une plus large mesure, des clivages. Les ouvriers ont été répartis dans les tailles de façon qu'à chaque marteau corresponde un front d'attaque de 20 mètres environ, le long duquel tous les services étaient assurés par deux ouvriers (abatage, boisage, épierrage, boutage).

Le travail dans la taille était réglé de la façon suivante : le front de taille étant rectiligne et les remblais en étant distants de la largeur d'une havée, les ouvriers à la veine abattent le charbon à intervalles réguliers, de façon à créer des excavations d'une profondeur de deux havées ; les piliers qui subsistent après cette opération sont ensuite enlevés simultanément par tous les ouvriers de la taille, de sorte que le front de taille redevient rectiligne et se trouve à trois havées du remblai. Deux havées sont remblayées en une fois et la troisième sert au transport lors de la reprise de l'attaque du front.

C'est le seul cas, parmi ceux qui nous ont été signalés, où une modification de l'organisation du travail fut reconnue nécessaire au moment de l'application des marteaux piqueurs, et encore, nous le répétons, c'était plutôt pour rendre possible le remblayage à l'eau.

C'est évidemment un avantage qu'en général l'emploi de ces engins n'apporte guère de changement dans les habitudes des

ouvriers et c'est aussi une des raisons qui expliquent la grande vogue que ces appareils ont rapidement acquise.

L'abatteur se sert du marteau au lieu de se servir de la havresse, puis il dégage le charbon et effectue le boisage comme d'ordinaire. Il y aurait peut-être avantage à utiliser l'habileté d'un abatteur en chargeant d'autres ouvriers de toutes les besognes accessoires ; mais il est probable que le travail au marteau, sans interruption, pendant toute la durée d'un poste, serait au-dessus de la force d'un homme.

Au point de vue du maniement de l'outil, il y a une tendance bien accusée, de la part des ouvriers, à préférer les marteaux légers à frappe rapide ; une diminution de poids du piston, même faible, atténue considérablement les chocs que l'ouvrier ressent dans le poignet et dans l'avant-bras. Toutefois, dans des couches particulièrement dures, il est arrivé que les ouvriers, de leur propre gré, demandaient des marteaux puissants, tout en n'ignorant pas qu'ils étaient plus fatigants à manier.

Les marteaux à faible masse et à frappe rapide ont encore l'avantage d'occasionner moins de bris d'outils.

Avec le marteau-pic, il n'est plus nécessaire que l'abatteur possède des qualités professionnelles spéciales. Alors que l'apprentissage du travail à la havresse est très lent, un ouvrier quelconque acquiert assez facilement le maniement du marteau piqueur. Il y a là un élément qui n'est pas à dédaigner, surtout si, dans l'avenir, une pénurie de main-d'œuvre se fait sentir.

Reste évidemment la question du boisage qui exige une pratique beaucoup plus longue et qui est de la plus haute importance au point de vue des chances d'accident.

En ce qui concerne la nature des produits abattus, il semble bien qu'avec le marteau, on obtient moins de grosses houilles. De plus, dans des couches renfermant des intercalations schisteuses, celles-ci ne sont pas si bien séparées du charbon, soit parce que les pierres constituant ces intercalations sont abattues en même temps que les houilles, soit parce que le havage préalable n'est plus reconnu nécessaire.

Au point de vue de la sécurité, nous estimons que l'avantage se trouve du côté du travail à l'outil à la main ; dans ce dernier cas, l'abatage se fait, en effet, plus méthodiquement, avec moins de brutalité ; les pierres susceptibles de se détacher peuvent être mieux

reconnues, tant à la vue que par l'auscultation ; le boisage peut se faire plus facilement, au fur et à mesure de l'abatage ; enfin, le bruit occasionné par le fonctionnement des marteaux peut empêcher l'ouvrier d'entendre le craquement précurseur d'une poussée des terrains.

Les auteurs signalent généralement qu'un avantage indirect des marteaux-pics consiste en ce fait que l'air qui s'en échappe contribue à l'assainissement du chantier d'une manière appréciable. Cet avantage nous paraît discutable, car le ventilateur doit aspirer cet air en tous cas. Il y a seulement une diminution de résistance à l'amenée de l'air au chantier, mais non au retour.

Les marteaux piqueurs produisent d'autant plus de travail qu'ils fonctionnent à une pression d'air comprimé plus élevée. C'est surtout dans les couches dures que cette condition a de l'importance ; mais on ne peut pas augmenter la pression outre mesure, parce qu'il en résulterait trop de bris d'aiguilles.

Quoi qu'il en soit, pour obtenir une pression suffisante au chantier, il est indispensable de prévoir largement les diamètres des conduites d'air comprimé, surtout dans les puits et dans les galeries principales. Plusieurs directeurs de charbonnages nous ont déclaré avoir dû renoncer à l'emploi de ces engins dans certains chantiers assez éloignés du puits, parce que les tuyauteries principales, ayant un diamètre trop faible, la pression d'air comprimé à front de taille n'était pas suffisante pour obtenir un bon fonctionnement des marteaux.

Pour éviter ces mécomptes, il faut toujours calculer le diamètre des tuyauteries en se plaçant dans l'hypothèse que les chantiers soient arrivés au voisinage de la limite et en tenant compte du nombre maximum de marteaux à utiliser simultanément dans les chantiers. On aura ainsi un diamètre de tuyauterie peut-être trop fort pour les débuts de l'exploitation, mais l'augmentation de dépense de premier établissement qui en résultera sera rapidement regagnée, et au-delà, par la diminution de la perte de charge qui sera la conséquence du fort diamètre des tuyaux.

Pour les 40 sièges de la province de Liège dans lesquels on utilise des marteaux piqueurs, nous avons pu recueillir, à ce sujet, les données suivantes :

DIAMÈTRES INTÉRIEURS DES TUYAUTERIES PLACÉES DANS LES PUIITS	Nombres absolus	Proportion sur l'ensemble
Nombre de sièges pour lesquels ce diamètre est inférieur à 100 m/m	8	25 %
Nombre de sièges pour lesquels ce diamètre est compris entre 100 et 125 m/m.	22	55 %
Nombre de sièges pour lesquels ce diamètre est compris entre 125 et 150 m/m.	10	20 %
TOTAUX	40	100 %

DIAMÈTRES INTÉRIEURS DES TUYAUTERIES PLACÉES DANS LES GALERIES PRINCIPALES	Nombres absolus	Proportion sur l'ensemble
Nombre de sièges pour lesquels ce diamètre est inférieur à 75 m/m	23	57,5 %
Nombre de sièges pour lesquels ce diamètre est compris entre 75 et 100 m/m	12	30 %
Nombre de sièges pour lesquels ce diamètre est compris entre 100 et 125 m/m.	5	12,5 %
TOTAUX	40	100 %

La plupart des compresseurs actuellement en usage sont du type sec, de sorte que l'inconvénient résultant de l'entraînement d'eau dans les conduites est, en général, diminué; mais il se condense toujours une certaine quantité de vapeur d'eau dans les tuyauteries; pour empêcher cette eau d'arriver aux appareils d'utilisation, il est à conseiller d'installer, à chaque étage, un réservoir permettant de purger périodiquement les conduites; on remédie ainsi, en même temps, à l'inconvénient de voir les tuyauteries attaquées par l'air humide.

Pour parer aux ennuis résultant de l'entraînement des poussières dans les conduites et dans les appareils, il convient de munir

les compresseurs de toiles filtrantes; mais ce dispositif n'existe que dans de rares installations; dans d'autres cas, on a placé des toiles filtrantes dans les tuyauteries, à l'entrée des galeries principales, ou même à l'entrée des chantiers. Ce procédé à l'inconvénient de réduire assez sensiblement la section de passage de l'air; on est ainsi amené à calculer les conduites plus largement.

Enfin, certains marteaux sont eux-mêmes munis de toiles, comme on l'a vu par les descriptions des appareils. Il est, en effet, très important d'empêcher l'arrivée des grains de poussières dans les organes de la distribution et c'est pourquoi les exploitants ne sauraient apporter trop d'attention aux mesures ayant pour objet de prévenir cet inconvénient.

Un dernier point très important lorsque l'exploitation se fait à l'aide de marteaux piqueurs, c'est d'assurer un dégagement rapide des produits abattus. En taille montante, on peut parfois, par une disposition heureuse des tôles de boutage, obtenir que le charbon abattu tombe de lui-même sur les tôles; lorsqu'on dispose d'un personnel suffisant, il vaut souvent même mieux adjoindre un manoeuvre au haveur; on obtiendra ainsi un produit plus propre que quand le boutage est supprimé. Si la pente n'est pas assez forte pour que le charbon abattu descende par son propre poids, il sera souvent avantageux d'installer des couloirs oscillants. Cette question mériterait de faire l'objet d'une étude spéciale.

Le charbonnage d'Abhoos et Bonne-Foi-Hareng a bien voulu nous communiquer des renseignements détaillés concernant les dépenses effectuées avant la guerre pour l'installation de l'air comprimé au siège de Milmort. Nous croyons qu'il n'est pas sans intérêt de les reproduire ici, à l'intention surtout des charbonnages dans lesquels on n'utilise pas encore l'air comprimé.

Le compresseur, fourni par la maison François, de Sclessin, est à compression étagée, à deux étages; il comprend quatre cylindres montés deux à deux en tandem, avec manivelle calée à 90° sur l'arbre du volant-poulie. Les soupapes de distribution se ferment automatiquement dès que la pression du réservoir atteint 6 atmosphères, pression maximum tolérée.

Le nombre de mètres cubes d'air aspiré par heure est de 2.160.

Le nombre de tours par minute est de 120; le diamètre de la poulie volant, de 3^m50 et la largeur, de 0^m60.

Le compresseur est actionné, par l'intermédiaire d'une courroie,

par un électro-moteur du type asynchrone triphasé à 3,000 volts, d'une puissance de 160 kw. ; il tourne à raison de 600 tours par minute. Le courant est fourni par la centrale du siège d'Abhoos.

Les dépenses ont été les suivantes :

Bâtiment du compresseur	Fr. 6.416,98	
Compresseur	fr. 12.250,00	
Moteur électrique et raccordement	8.000,00	
Courroies	980,00	
Filtre à air	490,00	
Réservoir à air comprimé.	2.250,00	
	-----	23.970,00
<i>Tuyauteries et robinets.</i>		
300 mètres tuyaux de 120 ^{m/m} diamètre intérieur, à 5,50 le mètre	1.665,00	
3.500 mètres tuyaux de 70 ^{m/m} diamètre intérieur, à 2,18 le mètre	7.630,00	
6.500 mètres tuyaux de 49 ^{m/m} diamètre intérieur, à 1,52 le mètre	9.880,00	
	-----	19.175,00
4 tés de 127/76 (diam. extér.)	}	2.992,10
10 tés de 76/76 id.		
100 tés de 76/54 id.		
200 tés de 54/54 id.		
5 soupapes de 120 ^{m/m}	}	2.960,00
10 id. de 70 ^{m/m}		
15 robinets de 45 ^{m/m}		
50 id. de 30 ^{m/m}		
<i>Marteaux, pneumatiques et accessoires.</i>		
74 marteaux de marques diverses		17.216,00
840 mètres de tuyaux en caoutchouc	2.100,00	
Accessoires (raccords Lupant, carcans hercule, plateaux avec Nippels, etc.)	827,30	
	-----	2.927,30
483 kilogrammes d'acier	582,90	
1 machine à faire les embases	500,00	
1 machine à réparer les fleurets.	1.100,00	
1 compteur d'air	315,00	
	-----	2.497,90
Total.	fr. 71.738,30	

CHAPITRE IV.

Résultats obtenus. — Rendement et prix de revient.

Pour que l'emploi des marteaux-piqueurs procure un avantage, il faut évidemment que l'augmentation de rendement obtenue à l'aide de ces appareils soit suffisante pour compenser le supplément de dépenses que leur emploi exige.

C'est ce que fait remarquer notamment M. Denoël dans son étude sur les moyens de production et l'effet utile de l'ouvrier dans les houillères belges. Il s'exprime, en effet, comme il suit : (documents publiés par la Commission d'enquête sur la durée du travail dans les mines de houille, p. 67).

« L'économie sur les frais d'abatage ne devient appréciable que » si l'augmentation d'effet utile est d'au moins 36 à 30 % . »

M. Renier, dans une note publiée en annexe à ce même travail et intitulé « Note sur l'emploi des marteaux-pneumatiques pour l'abatage de la houille », s'exprime de la manière suivante, page 13 :

« Dans la notice qu'elle a rédigée pour l'Exposition Franco-Britannique (Londres 1908), la Compagnie des Mines de Lens » annonce que le marteau-piqueur peut procurer une augmentation » de rendement de 100 % .

« Il paraît que lors des essais, des ouvriers exceptionnels ont atteint » les chiffres signalés par les fournisseurs (200 à 300 %), mais il faut » calculer sur une moyenne et surtout sur une moyenne normale ; » les résultats sont alors moins extraordinaires.

« Dans le chantier en tailles chassantes décrit ci-dessus, le rendement avait augmenté de 40 %, ce qui est déjà remarquable » .

Dans le pays de Galles, on a trouvé que le rendement était augmenté de 64 % par l'emploi du marteau-piqueur (rapport de l'ingénieur en chef Léon. Circulaire du Comité des houillères de France, 1^{er} juin 1908).

Dans les *Annales des Mines de Belgique*, de nombreux exemples d'augmentation de rendement ont été publiés en ces dernières années.

En ce qui concerne spécialement les mines de la province de Liège, un assez grand nombre de charbonnages n'ont pu nous fournir des éléments comparatifs entre l'effet utile de l'ouvrier travaillant à l'aide des outils ordinaires et l'effet utile d'un abatteur employant le marteau piqueur.

Une comparaison exacte n'est évidemment possible que lorsque le gisement est d'une régularité suffisante en ce qui concerne la puissance, la dureté, l'inclinaison de la couche, la proportion de schiste qu'elle renferme. D'autre part, on se trouve, pour le moment, dans des conditions tout à fait spéciales dues à l'état de guerre, notamment au point de vue de l'état précaire de la santé des ouvriers insuffisamment nourris.

Quoiqu'il en soit, des comparaisons ont été faites, avec une approximation satisfaisante, dans une cinquantaine de cas d'application des marteaux; les augmentations de rendement signalées sont les suivantes :

- Dans 6 cas, l'augmentation est inférieure à 40 %;
- Dans 10 cas, elle varie entre 40 et 50 %;
- Dans 14 cas, elle varie entre 50 et 75 %;
- Dans 5 cas, elle varie entre 75 et 100 %, et
- Dans 15 cas, l'augmentation est supérieure à 100 %.

Parmi ces 15 derniers cas, il y en a 2 où l'augmentation a été respectivement de 170 % et de 208 % et 3 dans lesquels la couche était considérée comme pratiquement inexploitable par les procédés ordinaires.

L'augmentation de rendement est donc très variable. On peut déterminer par le calcul quelle doit être cette augmentation pour qu'il y ait avantage à employer les marteaux piqueurs. A cet effet, il faut d'abord connaître la dépense occasionnée par un marteau piqueur en un poste de travail.

Le Comité central des Houillères de France donne (dans la note technique n° 165 du 1^{er} juin 1908), le calcul suivant pour l'établissement de cette dépense aux mines de Dourges :

1° Amortissement du marteau en 2 ans	fr. 0,50
2° Tuyauteries, robinetteries.	0,307
3° Graissage	0,05
4° Entretien, pièces de rechange	0,328
5° Air comprimé	0,948
6° Marteaux en réserve	0,005
TOTAL.	fr. 2,138

Cette dépense deviendrait fr. 2,638, si l'on admettrait l'amortissement des appareils en un an, comme le conseillent certains constructeurs.

M. Brocard, dans l'étude publiée à ce sujet dans le *Bulletin de la*

Société de l'Industrie minière, en mai 1909, estime également « qu'on peut fixer à une année la durée de service effectif d'un marteau piqueur, quel qu'en soit le système, car pendant ce laps de temps, on aura eu l'occasion de le renouveler, soit en bloc, soit par pièces détaillées. »

Cet auteur décompose comme il suit la dépense occasionnée par l'emploi des marteaux piqueurs :

DÉSIGNATION DES DÉPENSES.	PAR TONNE	PAR JOUR
	Fr.	Fr.
Entretien, graissage, outillage	0.030	0.60
Déplacement des conduites d'air.	0.025	0.50
Consommation d'air comprimé	0.013	0.26
Caoutchouc	0.010	0.20
Amortissement	0.050	1.00
TOTALS	0.128	2.56

M. Denoël, dans le travail déjà cité, écrit : « Un marteau coûte de » 2 à 3 francs par jour en air comprimé, entretien et amortissement. »

Nous avons cherché à établir, aussi exactement que possible, le prix de revient d'un marteau, en un jour, dans notre bassin houiller. Certains charbonnages nous ont fourni à ce sujet des renseignements très détaillés et nous devons à l'obligeance des directeurs de ces charbonnages de pouvoir les reproduire ci-après :

Charbonnage de Patience et Beaujonc.

Des calculs comparatifs absolument complets ont été faits pour plusieurs couches, exploitées d'abord à la havresse, ensuite au marteau-pic, dans le but de déterminer les prix de revient et les rendements de chacun de ces modes d'exploitation.

Nous donnerons ces calculs pour un certain nombre de chantiers.

Pour la couche n° 9 du siège Fanny, on a comparé la période du 28 juillet 1912 au 2 novembre 1912, au cours de laquelle l'exploitation se faisait à la havresse, à la période du 27 juillet 1913 au

1^{er} novembre 1913, pendant laquelle le déhouillement s'est effectué au marteau-pic.

Le chantier comportait trois tailles chassantes, dont deux seulement ont été pourvues de marteaux, la troisième étant en étreinte; dans les deux autres tailles, la couche a conservé moyennement pendant cette période la composition suivante :

Faux-toit	0 ^m 04
Charbon	0 ^m 61
Pierre	0 ^m 19
Charbon	0 ^m 21

En 1912, pendant la période considérée, la couche avait la composition indiquée ci-dessous :

Faux-toit	0 ^m 02
Charbon	0 ^m 69
Pierre	0 ^m 10
Charbon	0 ^m 20

Voici les éléments du prix de revient salaires du travail à la havresse (surveillance non comprise) :

Période du 28 juillet 1912 au 2 novembre 1912.

Production en tonnes : 6279,59.

	Journées	Salaires
Haveurs	2.531	fr. 15.031,96
Bouteurs	638	2.019,70
Bosseyeurs	369	2.037,78
Remblayeurs	1.460	6.661,50
Serveurs	552	2.623,80
Répareurs	1.065	5.763,22
Transport	1.594	8.232,12
Totaux	8.209	fr. 42.370,08

Prix de revient à la tonne nette	fr. 6.74
Rendement net par haveur	t. 2,481
Salaires moyen d'exploitation	fr. 5.16

Quant à l'exploitation pendant la seconde période, elle comporte les éléments ci-après :

Période du 27 juillet 1913 au 1^{er} novembre 1913.

Production nette effectuée à l'aide de marteaux . . . t.	6670,598
Production totale nette du chantier t.	7749,186
Nombre de journées de haveurs travaillant au marteau	1426
Rendement des haveurs travaillant au marteau . . . t.	4,677

	Journées	Salaires
Haveurs	1994	fr. 12894,19
Bouteurs	684	2173,60
Bosseyeurs	313	1859,17
Remblayeurs	866	4441,50
Serveurs	535	2452,65
Répareurs	832	4656,32
Transports	1911	10380,97
Totaux	7135	fr. 38858,40

Dépenses ramenées au taux des salaires de 1912 :

$$7135 \times \text{fr. } 5,16 = \text{fr. } 36816,60$$

Prix de revient à la tonne nette (salaires ramenués à ceux de 1912)

$$\frac{36.816,60}{7749,186} = 4.75.$$

Il y a eu 11 marteaux utilisés, dont 2 en réserve; les dépenses nécessitées par les marteaux pendant la période considérée ont été les suivantes :

Main-d'œuvre pour réparations et entretien . . . fr.	10,33
Fournitures de magasin	128,10
Pièces de rechange et pointerolles	303,00
Amortissement de 11 marteaux en un an (pendant 7 quinzaines) le prix moyen d'achat d'un marteau ayant été de fr. 223,13 : $223,13 \times 11 \times \frac{7}{26} =$	660,81
Amortissement de 9 tuyaux, à 60 francs pièce, en 6 mois (pendant 7 quinzaines) : $9 \times 60 \times \frac{7}{13} =$	290,77

Coût de l'air comprimé. — Pour déterminer la quantité d'air comprimé qu'un marteau piqueur consomme en un jour, le charbonnage a enregistré, au moyen d'un compteur, la quantité d'air com-

primé utilisée dans certaines tailles pendant la durée d'un poste ; cette observation a donné une moyenne de 13m^3500 pour la consommation d'un marteau en un poste ; mais comme au moment de ces essais l'installation était toute récente, les marteaux étaient neufs, les tuyaux venaient d'être installés, les joints et robinets étaient parfaitement étanches, le charbonnage estime qu'il faut doubler ce chiffre pour obtenir la consommation habituelle de la pratique et compter donc sur 27 mètres cubes pour tenir compte des pertes, des fuites et pour laisser une certaine marge pour les variations possibles dans la durée du fonctionnement effectif des marteaux ou cours d'un poste.

Quant au prix d'un mètre cube d'air comprimé, il est encore très discuté. Le charbonnage de Patience et Beaujone l'évalue à fr. 0.04, ce qui donne donc pour le coût de l'air comprimé consommé par un marteau en un poste, $27 \times 0,04 = \text{fr. } 1,07$.

Or, pendant la période envisagée, il y a eu 713 marteaux-jour ; la dépense d'air comprimé au cours de cette période a donc été de fr. 770,04.

Le total général des dépenses occasionnées pendant cette période ressort ainsi à fr. 2.163,13.

La dépense occasionnée pour une tonne nette abattue à l'aide de marteaux est donc de $\frac{2.163,13}{6670,598} = \text{fr. } 0,32$, et la dépense occasionnée par un marteau en un jour est de $\frac{2.163,13}{713} = \text{fr. } 3,03$.

La dépense occasionnée par les marteaux pour une tonne nette abattue dans tout le chantier, partie au marteau, partie à la havresse, ressort à $\frac{2.163,13}{7.749,186} = \text{fr. } 0,29$.

Les mêmes calculs ont été faits pour les chantiers suivants du siège Fanny :

Couche Dure Veine, exploitée du 8 septembre 1912 au 30 novembre 1912, à l'aide des procédés ordinaires au moyen des tailles montantes, et du 7 septembre 1913 au 29 novembre 1913, par tailles chassantes, en partie à l'aide de marteaux-pics. On a utilisé 16 marteaux, dont 4 en réserve. La composition de la couche était la suivante :

Charbon	0 ^m 39
Pierre	0 ^m 11
Charbon	0 ^m 20
Faux-mur	0 ^m 04

Couche Mona. — Exploitée pendant les mêmes périodes que la couche précédente, en 1912 par tailles montantes, à l'aide de la havresse, en 1913 par tailles chassantes à l'aide de marteaux-pics ; on utilisa 4 marteaux, plus un de réserve.

Couche n° 8. — Exploitée par trois tailles chassantes, déhouillée à la havresse du 28 juillet 1912 au 2 novembre 1912. Deux de ces tailles furent munies de marteaux-pics le 27 juillet 1913, la troisième au mois d'octobre de la même année ; on étudia l'exploitation jusqu'au 1^{er} novembre 1913. La couche avait moyennement les compositions suivantes :

	En 1912	En 1913
Besy	0,08	0,30
Charbon	0,50	0,45
Havage	0,03	0,03
Charbon	0,33	0,35

Il y a eu 17 marteaux utilisés, dont 3 de réserve ; deux tailles avaient chacune 5 marteaux actifs ; la troisième en avait 4.

Enfin, on fit la même comparaison au siège Beaujone, dans la *couche Charnapré* pour l'exploitation effectuée du 6 octobre 1912 au 14 décembre 1912, à la havresse par tailles montantes et pour celle effectuée du 5 octobre 1913 au 13 décembre 1913, en partie par tailles chassantes, avec travail partiel au marteau-pic. On a utilisé 6 marteaux, dont un de réserve.

Les résultats d'ensemble de ces observations et calculs sont résumés dans le tableau ci-dessous :

	SIÈGE FANNY. — COUCHES				SIÈGE BEAUJONC. COUCHE CHARNAÏRÉ
	DURE VEINE	MONA	No 8	No 9	
Production nette, travail à la havresse en 1912.	1.699	1.608	7.854	6.280	1.273
» partie au marteau, partie à la havresse. en 1913	2.123	940	6.413	7.479	2.219
» réalisée à l'aide des marteaux en 1913.	1.720	940	5.391	6.670	1.617
Rendement net de l'abatteur travaillant à la havresse.	1,80	2,40	2,81	2,48	1,31
» au marteau-pic	2,76	3,87	4,46	4,68	2,88
Augmentation de rendement	53 %	61 %	59 %	88 %	119 %
Salaires à la tonne nette produite en 1912 à la havresse	9,10	8,35	4,23	6,74	9,07
Salaires à la tonne nette produite en 1913, partie à la havresse, partie au marteau-pic.	9,38	9,37	4,28	4,92	7,39
Dépenses occasionnées par l'emploi des marteaux.	2.079	740	2.071	2.163	860
Nombre de marteaux-jours	624	243	604	713	281
Dépenses occasionnées par les marteaux pour une tonne nette produite en 1913, partie au marteau, partie à la havresse.	0,98	0,79	0,32	0,29	0,39
Coût total d'une tonne nette produite en 1913, partie au marteau, partie à la havresse	10,36	10,16	4,60	5,21	7,78
Bénéfice à la tonne	»	»	»	1,53	1,29
Perte à la tonne	1,36	1,81	0,37	»	»
Dépense occasionnée par les marteaux pour une tonne produite uniquement à l'aide des marteaux.	1,21	0,79	0,38	0,32	0,53
Coût d'un marteau par jour	3,39	3,04	3,43	3,03	3,05

Les derniers renseignements de ce tableau, le coût d'un marteau par jour de travail, a été contrôlé à l'aide des dépenses relevées au cours d'une année, du 15 février 1913 au 15 février 1914, ainsi qu'il résulte du tableau ci-après :

Main-d'œuvre, forges, entretien et fabrication de pics	fr.	0,084
Outils (pics et aciers)		0,127
Pièces de rechange		0,235
Fournitures diverses		0,262
Amortissement d'un marteau (en un an)		0,744
Amortissement d'un tuyau (en 6 mois)		0,400
Consommation d'air comprimé (27m ³ à fr. 0.04)		1,080
TOTAL.	fr.	2,932

D'après ces données, cette dépense s'élèverait donc à fr. 2,932.

On peut dire, en somme, qu'il résulte des expériences et calculs effectués par le charbonnage de Patience et Beaujonc, que la dépense occasionnée par un marteau en un jour est de 3 francs en nombre rond en moyenne, non compris l'amortissement du compresseur et des canalisations.

Il est à remarquer que l'amortissement des marteaux a été prévu en un an, alors que certains constructeurs ou auteurs conseillent d'amortir ces appareils en 2 ans ; comme nous le verrons plus loin, ce laps de temps est même dépassé dans plusieurs charbonnages.

Au charbonnage d'Abhooz et Bonne-Foi-Hareng, la dépense nécessitée par un marteau en un jour a été déterminée de la façon suivante, pour chacun des deux sièges.

Au siège d'Abhooz, le nombre de journées faites à l'aide de marteaux-piqueurs pendant les six derniers mois de 1915 s'élève à 5428. La production nette obtenue à l'aide de ces appareils pendant cette période a été de 29620 tonnes.

Le rendement d'un haveur au marteau a donc été de :

$$\frac{29.620}{5.428} = 5,457.$$

Les dépenses occasionnées par l'emploi des marteaux ont été les suivantes :

DÉSIGNATION DES DÉPENSES	Au total Fr.	Par marteau- jour Fr.
1 ^o Dépenses directes du compresseur, huiles, graisses, électricité, machinistes (coût de l'air comprimé)	3.560,24	0,66
2 ^o Entretien des marteaux, pièces cassées	1.878,46	0,35
3 ^o Amortissement, en 15 ans, du compresseur et des tuyauteries	3.369,00	0,61
4 ^o Amortissement pour nouvelles pièces mises en service (marteaux, tuyaux en caoutchouc, etc.)	3.892,28	0,72
TOTAUX	12.700,88	2,34

Le coût d'un marteau en un poste a donc été de fr. 2,34 ; le coût d'un marteau à la tonne a été de $\frac{2,34}{5,447} = \text{fr. } 0,43$.

Pour le siège de Milmort, on a fait des calculs analogues pour toute l'année 1916.

Le nombre de journées faites à l'aide de marteaux au cours de la dite année a été de 14793 ; la production nette réalisée par les haveurs munis de ces appareils a été de 45559 tonnes et le rendement par haveur au marteau, de tonnes 3,08.

Les dépenses occasionnées par les marteaux ont été les suivantes :

DÉSIGNATION DES DÉPENSES	Au total Fr.	Par marteau- jour Fr.
1 ^o Dépenses directes du compresseur, huiles, graisses, machiniste, force motrice (coût de l'air comprimé)	6.441,85	0,44
2 ^o Entretien des marteaux, huiles, pièces remplacées	3.977,74	0,27
3 ^o Amortissement en 15 ans, 5 %, du compresseur et des canalisations principales	5.727,00	0,39
4 ^o Divers amortissements extraordinaires, notamment tuyaux flexibles (amortis en 12 mois)	1.246,43	0,08
5 ^o Amortissement des marteaux : En 1914 et 1915, on a acheté 90 marteaux pour 29873 fr. 16 cent. ; le nombre d'appareils moyennement en service a été de 71 en 1914, 51 en 1915, 50 en 1916. Aucun des 90 marteaux n'est encore hors de service ; mais, pour être prudent, on peut amortir le coût de ces marteaux en 4 ans ; on obtient ainsi $\frac{29.873,16}{4}$	7.468,29	0,50
TOTAUX	24.861,31	1,68

Le coût d'un marteau-jour ressort donc à fr. 1,68 et le coût d'un marteau à la tonne, à $\frac{1,68}{3,08} = \text{fr. } 0,55$.

On voit que ces données diffèrent assez sensiblement de celles obtenues au siège d'Abhooz. On pourrait admettre les nombres ronds de 2 francs pour le coût d'un marteau-jour et de fr. 0,50 pour le coût d'un marteau à la tonne.

En comparant les six derniers mois de 1912 aux six derniers mois de 1915, cette société a trouvé que, grâce à l'emploi des marteaux, la production a augmenté de 24 % au siège d'Abhooz et de 15,3 % au siège de Milmort ; que cette augmentation de production lui a valu un bénéfice de 93860 francs au premier de ces sièges et de 57592 francs au second ; qu'enfin, le prix de revient salaires à la tonne

a été diminué de fr. 1.10 au siège d'Abhoos et de fr. 0.76 au siège de Milmort, par l'emploi des marteaux-piqueurs.

A ma demande, la durée du fonctionnement effectif des marteaux piqueurs en un poste a été observée dans les différents chantiers ci-après :

COUCHES	Puis- sance m.	Toit	Durée de fonction- nement	Produc- tion Tonneaux	OBSERVATIONS
Grande Veine d'Oupeye.	0.50	Bon	3 h. 39'	6	Un boteur dans la taille.
» des Dames	0.55	»	1 h. 50'	7	Pas de boteur »
» »	0.55	»	2 h. 50'	9	Un boteur »
» »	1.00	»	1 h. 27'	11	Pas de boteur »

On voit que la durée du fonctionnement effectif d'un marteau piqueur varie à peu près du simple au double, suivant que l'ouvrier qui s'en sert doit effectuer le boutage ou qu'il a un boteur à sa disposition.

— Le charbonnage de Sclessin-Val-Benoît (société anonyme des Charbonnages du Bois d'Avroy) évalue de la façon suivante le prix de revient d'un marteau-pic en un jour.

1° *Air comprimé.* — La détermination du prix de revient d'un mètre cube d'air comprimé a été faite spécialement à notre demande ; elle a eu lieu sur un compresseur Compound tournant à 110 tours par minute, la pression de refoulement étant de 6 atmosphères. Le volume engendré par heure fut de 550 mètres cubes ; le rendement volumétrique du compresseur étant 0.86, le volume d'air réellement aspiré a été de $550 \times 0.86 = 475$ mètres cubes.

Pour obtenir le volume d'air comprimé à 6 atmosphères, il faudrait, théoriquement, diviser ce nombre de 475 mètres cubes par 7, en supposant que la compression soit isothermique ; mais, pour tenir compte de ce qu'en pratique la compression n'est jamais isothermique et, en outre, de ce que la pression de refoulement n'est pas constamment de 6 atmosphères exactement, nous diviserons par 6 au lieu de diviser par 7, comme le font d'ailleurs généralement les constructeurs. Nous obtiendrons donc $\frac{475}{6} = 79$ mètres cubes d'air comprimé à 6 atmosphères.

La puissance absorbée fut de 63 kw.h. Le prix de revient d'un kw.h. est estimé, par le charbonnage, à fr. 0.03, de sorte que la dépense a donc été de $63 \times 0,03 = \text{fr. } 1.89$, soit $\frac{1,89}{79} = \text{fr. } 0,024$ par mètre cube ; nous adopterons fr. 0.025 pour tenir compte de certains frais accessoires.

D'après les observations faites par la direction de ce charbonnage, un marteau-pic consomme, en un poste, 43 m³ d'air, les abatteurs n'ayant pas de besognes accessoires à effectuer, si ce n'est le boisage.

La dépense d'air comprimé en un poste est donc de $43 \times 0.025 = \dots \dots \dots \text{fr. } 1,07$

2° *Amortissement et entretien.* — A ce charbonnage on a constaté qu'un marteau convenablement entretenu et dont les pièces usées ou brisées sont réparées ou remplacées au fur et à mesure des besoins, peut durer 500 jours. Le coût d'un marteau étant de 200 francs et un marteau de réserve étant nécessaire sur 4 marteaux en service, l'amortissement ressort à $\frac{200}{500} \times 1,25 = \dots \dots \dots \text{fr. } 0,50$

3° *Amortissement des tuyaux en caoutchouc.* — Un tuyau de 15 mètres, longueur moyennement nécessaire pour un marteau, coûte 90 francs et est hors de service au bout de 150 jours ; l'amortissement en un jour représente donc $\frac{90}{150} = \dots \dots \dots \text{fr. } 0,60$

4° *Pose des tuyaux en fer, des joints, des boulons d'attache, amortissement de ce matériel, graissage des marteaux, etc.* fr. 0,40

5° *Aiguilles.* — 105 aiguilles à 3 francs par an pour 21 marteaux, soit par marteau-jour fr. 0,05

Total du coût d'un marteau-jour. fr. 2,62

Etant donné cette dépense, le charbonnage obtient, pour le prix de revient à la tonne dans divers chantiers, les résultats indiqués dans le tableau ci-après :

DÉSIGNATION DES CHANTIERS	Rendement en tonnes par abatteur			Salaires jour- nalier moyen de l'abatteur		Dépense totale par journée au marteau	Prix de revient de l'abatage à la tonne		Différence entre le prix de revient au marteau et celui à la havresse	RÉSULTATS
	Tx à la havresse	Tx au marteau	% Augmen- tation	Fr. à la havresse	Fr. au marteau		Fr. à la havresse	Fr. au marteau		
1. Jean Michel . . .	4,39	5,84	30	5,40	5,43	8,05	1,23	1,38	+ 1,15	Augmentation du prix de revient.
2. Houlleux . . .	5,05	7,25	40	5,74	6,238	9,00	1,13	1,24	- 0,11	Diminution
3. » . . .	5,54	9,30	67	5,36	6,05	8,67	0,96	0,93	- 0,03	»
4. Grand-Moulin . .	4,17	7,00	68	5,60	6,88	9,50	1,34	1,36	+ 0,02	Augmentation
5. Dure Veine . . .	3,74	10,00	170	6,33	7,20	9,82	10,70	0,98	- 0,72	Diminution
6. » . . .	4,85	10,60	119	6,22	6,70	9,32	1,28	0,88	- 0,40	»
7. Malgarrie . . .	5,00	9,02	80	5,45	7,07	9,69	1,09	1,07	- 0,02	»
8. Castagnette . . .	5,31	8,22	55	5,83	6,68					»
Hayement . . .				3,76	3,50					»
Total . . .				9,59	10,18	12,80	1,81	1,56	- 0,25	»
9. Graway . . .	5,74	11,70	104	5,75	7,55	10,17	1,00	0,87	- 0,13	»
10. Désirée . . .	2,76	5,93	115	5,60	7,21	9,83	3,12	1,66	- 1,46	»
11. Bienvenue . . .	5,42	16,70	208	5,98	7,78					»
Hayement . . .				1,38	3,96					»
Total . . .				7,36	10,74	13,36	1,35	0,80	- 0,55	»

On voit que les résultats sont très variables d'un chantier à l'autre. Dans les quatre chantiers pour lesquels le prix de revient à la tonne a diminué dans des proportions notables (nos 5, 6, 10 et 11), la couche est composée d'un faux-mur de 12 à 15 centimètres d'épaisseur et d'une seule laie de charbon de 0^m70 de puissance pour le premier, de 0^m90 pour le second de 0^m50 pour chacun des deux derniers. Le charbon est assez dur dans les chantiers nos 5 et 10 ; il est facile à abattre dans le chantier n° 11 et il est très dur à certains endroits dans le chantier n° 6 ; les couches gisent en planteurs inclinées de 5 à 22° ; dans le chantier n° 10 seul, le hayement du faux-mur se fait pendant le poste de jour ; dans les trois autres, il se fait pendant la nuit ; mais dans les quatre cas, ce travail s'effectue au marteau. Les terrains encaissants sont considérés comme résistants.

Les chantiers pour lesquels le prix de revient à la tonne n'a pas baissé sensiblement, ainsi que ceux dans lesquels il a augmenté, à savoir les nos 1, 2, 3, 4 et 7 sont ouverts dans des couches composées de plusieurs laies avec intercalations schisteuses ; les laies de charbon sont généralement faciles à abattre ; dans les chantiers nos 1, 4 et 7, les terrains encaissants sont peu résistants.

La durée de fonctionnement effectif d'un marteau-piqueur en un poste a été observée, à notre demande, dans ce charbonnage, dans des chantiers où l'ouvrier à la veine ne fait pas d'autres besognes que l'abatage et le boilage. Voici les constatations faites :

SIÈGES	COUCHES	Durée de fonctionnement du marteau	Production Tonneaux	Surface déhouillée M ²
Grand Bac . . .	Jean Michel . . .	4 h. 35'	10,5	11,00
» . . .	Dure Veine . . .	4 h. 20'	11,5	11,00
Perron . . .	Houlleux . . .	4 h. 32'	11,0	7,00
» . . .	Wicha . . .	5 h. 05'	8,5	5,80
» . . .	Désirée . . .	4 h. 10'	7,5	10,00
	MOYENNES.	4 h. 32'	9,8	8,96

On voit, par comparaison avec les chiffres donnés plus haut, que la durée de fonctionnement n'est guère constante. Or, la dépense occasionnée par un marteau-piqueur en un poste est fonction de cette durée, car de cette durée dépend la consommation d'air comprimé, l'usure, l'entretien, etc. Il n'est donc pas étonnant que l'on obtienne des résultats très différents d'un charbonnage à l'autre, pour les divers éléments composant cette dépense, comme on le verra par le tableau reproduit dans le chapitre suivant.

CHAPITRE V.

CONCLUSIONS.

A l'aide des exemples donnés dans le chapitre précédent, on peut dresser le tableau ci-après pour déterminer le coût d'un marteau en un jour.

DÉCOMPOSITION DES DÉPENSES	Charbonnage d'Abhooz et Bonne-Foi- Hareng		Charbonnage du Bois d'Avray	Charbonnage de Patience et Beaujone	Brocard	Comité central des Houillères de France	Denoël		
	Siège d'Abhooz	Siège de Milmort							
1. Air comprimé	0,66	0,44	1,07	1,08	0,26	0,95	2 à 3 francs.		
2. Entretien des marteaux, pièces remplacées, etc.	0,35	0,27	0,55	0,71	0,60	0,38			
3. Aiguilles									
4. Amortissement des marteaux .	0,72	0,58	0,60	0,74	1,00	0,50			
5. Amortissement des tuyaux en caoutchouc				0,40	—	0,50		—	—
6. Déplacement des tuyaux en fer, joints, boulons, amortissement du matériel.									
7. Amortissement du compresseur et des tuyauteries principales .	0,61	0,39	—	—	—	—			
TOTAUX	2,34	1,68	2,62	2,93	2,56	2,14	2,50		

Laissant de côté le cas du siège de Milmort du charbonnage d'Abhooz et Bonne-Foi-Hareng, où le coût d'un marteau-jour est estimé exceptionnellement bas et, bien que l'amortissement du compresseur n'ait été envisagé qu'à ce charbonnage, il est permis de déduire de ce tableau qu'un marteau-piqueur occasionne, en un poste, un supplément de dépenses de fr. 2,50 en chiffres ronds. Il en résulte que si le salaire de l'ouvrier à veine est de 5 francs par jour, l'augmentation de rendement doit être supérieure à $\frac{2.50}{5.00} = 50\%$ pour que l'on soit certain de réaliser une économie d'argent à employer les marteaux-piqueurs. Si le salaire de l'ouvrier à veine était de 6 ou de 7 francs, cette augmentation devrait être respectivement de $\frac{2.50}{6.00} = 42\%$ et de $\frac{2.50}{7.00} = 36\%$.

Mais dans les cas où l'économie d'argent est insignifiante ou nulle, même lorsqu'il y a perte, il y aura encore souvent avantage à employer ces appareils, parce que cet emploi permet d'augmenter la production avec le même nombre d'ouvriers et, par conséquent, de suppléer au manque de personnel.

En outre, les qualités professionnelles ne jouent plus un rôle prépondérant lorsque l'abatage se fait mécaniquement et ce côté de la question sera des plus importants après la période troublée que nous traversons ; la pénurie de main d'œuvre sera probablement très grande, de sorte que les exploitants seront forcés d'embaucher des ouvriers sans se montrer trop difficiles dans le choix. (Il est bien évident que les exploitants auront le devoir de veiller, néanmoins, à ce que le boisage soit exécuté dans toutes les conditions désirables de sécurité).

Ces conclusions sont du reste connues de tout le monde, ou à peu près, et ont déjà été mises en lumière par plusieurs auteurs. Nous nous estimerions heureux si la présente étude avait pour résultat de convaincre les exploitants n'ayant pas encore introduit les marteaux piqueurs dans leurs travaux, que l'emploi de ces appareils s'impose dans les circonstances actuelles et d'engager ceux qui emploient déjà ces engins à en multiplier les cas d'utilisation. Nous aurions ainsi contribué, pour une certaine part, à maintenir notre industrie nationale à la hauteur de sa tâche.

Octobre 1918.

LE RAPPORT FINAL
DU
Service des Recherches minières
DES PAYS-BAS ⁽¹⁾

ANALYSE PAR

ET. ASSELBERGHS

Docteur en Sciences, géologue au Service Géologique de Belgique.

On se souvient qu'en 1903 le Gouvernement hollandais se réserva la prospection minière dans les provinces du Limbourg, du Brabant septentrional, de la Gueldre et de l'Overijssel ; cette mesure fut étendue en 1908 au pays tout entier.

L'étude géologique et minière du pays fut confiée au « Service des Recherches minières du Royaume » qui publia, de 1904 à 1914, les résultats de ses recherches dans des rapports annuels (*Jaarverslag der Rijksopsporing van Delfstoffen over* Amsterdam). M. van Waterschoot van der Gracht, qui dirigea le Service depuis 1905 avec tant de compétence, nous présente aujourd'hui un Rapport final qui termine cette série de publications intéressantes. Cet ouvrage renferme l'étude synthétique des Pays-Bas au point de vue géologique et minier telle qu'elle se dégage des données nombreuses recueillies pendant les années 1903 à 1916.

(1) W.-A.-J.-M. VAN WATERSCHOOT VAN DER GRACHT. — *Eindverslag over de Onderzoekingen en Uitkomsten van den Dienst der Rijksopsporing van Delfstoffen in Nederland 1903-1916*. — Volume in-4^o de 664 pages avec Atlas (60×74 cm.), 33 cartes et coupes. — Amsterdam, Electrische Drukkerij « 't Kasteel van Aemstel », 1918. — En vente chez Martinus Nijhoff, Lange Voorhout, La Haye. Prix : 40 florins.

La plus grande partie du mémoire est due à M. van Waterschoot van der Gracht ; le paléobotaniste M. Jongmans y décrit le houiller productif au point de vue stratigraphique, et le géologue M. Reinhold donne les résultats de l'étude tectonique et minière du Limbourg méridional.

Faisons ressortir d'emblée l'importance du travail fourni par le Service des Recherches minières en disant que la Hollande lui doit la découverte et l'étude de régions minières, dont les ressources en houille peuvent être évaluées à 5,256 millions de tonnes.

La carte ci-jointe, qui est une réduction d'un fragment de la planche 13 de l'Atlas facilitera, la lecture du texte ci-dessous.

CHAPITRE I.

Aperçu historique.

Sur les instances du Dr Beyerinck qui avait reconnu les probabilités d'existence de la houille à des profondeurs pratiquement exploitables en dehors du Limbourg méridional, le gouvernement hollandais fonda en 1903 le Service des Recherches minières du Royaume. Beyerinck en devint le directeur. A la suite des résultats malheureux de deux premiers sondages qui n'avaient pas atteint la base du tertiaire aux profondeurs de 680 et de 790 mètres, il donna sa démission (1905).

Son successeur, M. van Waterschoot van der Gracht, aborda l'étude des sondages faits le long des frontières méridionale et orientale de la Hollande, et arriva à la conclusion que la surface des formations paléozoïques n'était pas, comme le pensait Beyerinck, un plateau largement ondulé s'inclinant régulièrement vers le Nord-Ouest, mais une région fortement faillée, divisée en fosses et en horsts. Il supposa que la zone d'affaissement qui commence à Duren et à Euskirchen, en Allemagne, passe entre Sittard et Roermond et s'étend en s'élargissant vers Eindhoven ; à l'Ouest, elle serait limitée par le horst du Limbourg hollandais, à l'Est, par le horst allemand d'Erkelenz et Elmpt.

Une étude approfondie de la géographie physique et de la géologie montra que les limites entre les horsts et les fosses correspondent, à la surface du sol, à des escarpements formés de couches tertiaires anciennes, alors que dans la plaine avoisinante on ne trouvait que de

l'holocène. Cette étude géomorphologique amena l'auteur à envisager l'existence du horst du Peel (1), qui est le prolongement, sur territoire hollandais, du horst allemand d'Erkelenz, où l'on avait reconnu la présence de houille.

L'hypothèse fut confirmée par la recoupe du houiller productif au grand sondage d'Helenaveen (1906). Un sondage fait à 10 kilomètres plus au Sud recoupa la houille à 730 mètres ; par contre, à Griendtsveen, on se trouvait toujours dans le grès bigarré à 1,155 mètres ; on avait atteint la limite nord du horst.

Bientôt on trouva un moyen pratique pour la délimitation des horsts, c'est-à-dire des régions où le charbon pouvait être rencontré à moins de mille mètres.

L'étude de nombreux sondages superficiels montra au géologue Tesch que toutes les coupes pouvaient être rapportées à deux types. Tantôt le gravier récent (diluvium) repose sur du sable glauconifère marin, tantôt il en est séparé par une formation fluviatile composée de sables blancs quartzeux avec lentilles argileuses, bois fossiles et avec graviers contenant des fossiles silicifiés d'âge jurassique. La comparaison de ces coupes avec les parties supérieures des cinq grands sondages déjà effectués permit de conclure que les formations fluviatiles se rencontraient seulement dans les sondages improductifs, dans les sondages ouverts au-dessus des fosses. On effectua donc de nombreux sondages superficiels, dépassant rarement soixante mètres de profondeur, pour la délimitation des horsts et des fosses. Quelques grands sondages confirmèrent les données ainsi acquises.

Cette étude montra que la crête du Peel, qui s'étend jusque Reek et Grave-sur-Meuse, est divisée en deux parties par l'affaissement transversal de Griendtsveen et de Venray.

Les grands sondages, forés entièrement à la couronne, donnèrent des indications précises sur la formation houillère, qui parut analogue à celle de Westphalie. Répartis à la surface avec jugement et méthode, ils fournirent une coupe dans la série houillère, de 1,200 mètres et montrèrent que le horst du Peel est composé, en réalité, de trois compartiments accolés et allongés du N.-W. au S.-E.

A partir de 1906, on explora les provinces de la Gueldre et de la Twenthe, ce qui amena la découverte du horst peu étendu de

(1) Le Peel est une région allongée du Nord-Ouest vers le Sud-Est, s'étendant entre Bois-le-Duc ('s Hertogenbosch) et Grave-sur-Meuse d'une part, et la frontière hollando-germanique au Sud-Est du cours de la Meuse entre Roermonde et Venlo, d'autre part.

Winterswyck et du horst de Buurse. A noter la présence, dans le Permien et le Triasique, de couches salines d'environ 120 mètres de puissance.

Le sondage d'Oploo, foré en 1912 dans le horst septentrional du Peel, montra que le charbon s'y trouve à des profondeurs trop fortes.

De même, le sondage de Woensdrecht, effectué en 1912-1914 pour rechercher le prolongement du bassin houiller de la Campine dans le Brabant hollandais, fut négatif au point de vue industriel.

Enfin, depuis 1907, le Service des Recherches du Royaume s'occupa aussi de l'étude géologique du district minier du Limbourg méridional.

Un résumé des grands sondages et l'exposé du budget du Service terminent l'aperçu historique. Notons, en passant, que les frais totaux (sondages, publications, personnel, etc.) s'élèvent à 2 1/2 millions de florins pour la période de 1903 à 1916 inclus. Les vingt-cinq grands sondages représentent une longueur totale de 27,360 mètres. Il est bon de dire ici que les coupes détaillées des grands sondages ont été publiées, pour la plupart, dans les rapports annuels ; les autres sont insérées dans le Rapport final.

CHAPITRE II.

La Structure géologique de la Hollande.

Ce chapitre est capital pour tous ceux qui s'intéressent à la géologie de la Hollande. Sans insister au sujet de l'ouvrage de Staring, *De Bodem van Nederland* (1860), et de la publication de même titre de M. J. van Baren, — les sept premières parties ont paru de 1908 à 1915, Amsterdam — nous possédons comme description géologique des Pays-Bas l'étude d'ensemble de MM. Molengraaff et van Waterschoot van der Gracht publiée en 1913 dans le « *Handbuch der Regionalen Geologie* » vol. I, 3, Heidelberg.

La Hollande appartient au même complexe géologique que la Belgique ; elle comprend donc une couverture de terrains mésozoïques et cénozoïques et un socle paléozoïque. Toutefois, dans les provinces septentrionales, le revêtement des couches postpaléozoïques présente des traces de plissement (plissement saxonien (1) de Stille).

Les couches les plus anciennes de la Hollande actuellement recon-

(1) *Non* de Lapparent et Munier Chalmas.

nues, appartiennent au Carboniférien. Le Dinantien a été recoupé au sondage de Woensdrecht entre les profondeurs de 1,176 et 1,205 mètres ; le Houiller, reconnu dans de nombreux sondages, sera étudié plus loin.

D'après M. van Waterschoot van der Gracht, la poussée hercynienne qui produisit dans le bassin houiller de Belgique un empilement de nappes de charriage, détermina plus au Nord, en Hollande, la fracture du sol paléozoïque en de nombreux compartiments, donnant lieu ainsi à une alternance de fosses et de horsts ou plateaux.

A partir du Permien supérieur, la Hollande fit partie d'un grand géosynclinal dans lequel se déposèrent les énormes dépôts postérieurs au Houiller. Cependant, pendant le Jurassique moyen et supérieur, les parties centrale et sud-orientale du pays émergèrent ce qui donna lieu à l'ablation d'une série de couches qu'on évalue à 3,000 mètres ; aussi, dans le Limbourg, on ne trouve plus ni le Permien ni le Triasique, si ce n'est dans les compartiments fortement affaissés.

Le Thuringien ou Permien supérieur débute par un conglomérat grossier sur lequel reposent des marnes sableuses, avec calcaires. Au-dessus viennent des dépôts salins, composés principalement de sel gemme, et accompagnés d'anhydrite et, en moindre quantité, de sels potassiques et magnésiens. Les couches salines et les marnes et dolomies avec anhydrite qui les surmontent, ont été enlevées par l'érosion dans la région du Peel.

Le Triasique inférieur est représenté par des marnes rouges et du grès micacé rouge sombre avec des bancs poudingiformes à la partie moyenne. Le Triasique moyen, formé de calcaire gris et rougeâtre à *Gervillia socialis* et à *Myophoria vulgaris* et de calcaire schisteux et de marne avec gypse et anhydrite, est connu dans les sondages de la Gueldre et de la Twente ; cet étage, enlevé par érosion sur les horsts du Peel, existe probablement encore dans les parties affaissées.

Le Triasique supérieur n'a pas été recoupé ; néanmoins, il y a des présomptions pour que ces couches se soient déposées, car elles ont été rencontrées à Neeroeteren (Limbourg belge) et à Geest (Province rhénane). De même, des sondages faits le long de la frontière, ont donné des échantillons des couches à *Avicula contorta* du Rhétien.

Le Jurassique inférieur ayant été atteint par les sondages de Drove, près de Düren et de Neeroeteren ; sept cents mètres de Jurassique ayant été recoupés dans le graben de Bislich près de Xanten, en Alle-

magne. M. van Waterschoot van der Gracht suppose que le Jurassique inférieur s'est déposé dans la Hollande méridionale, mais qu'il y a été enlevé par érosion. Des affleurements sont visibles vers la frontière orientale des provinces de la Gueldre et d'Overyssel; on y trouve des argiles schisteuses vert foncé avec calcaire gris du Lias et des marnes avec couches oolithiques du Dogger. Le Jurassique serait bien représenté dans le sous-sol du centre et du Nord de la Hollande où il se reliait au Jurassique de l'Angleterre et à celui de l'Allemagne du Nord.

Le Crétacique repose en discordance sur des couches de plus en plus anciennes au fur et à mesure qu'on se dirige vers le Sud. Dans l'Overyssel, il repose sur du Jurassique moyen; dans la région du Peel, il est mis en contact avec le Triasique inférieur; et dans le Limbourg méridional, il est susjacent au Carbonifère. D'après l'auteur, l'érosion précrétacée aurait enlevé sur les horsts du Limbourg 1,000 à 2,500 mètres de Carbonifère, 500 à 900 mètres de Permotriasique et 700 mètres de Jurassique.

Les faits observés permettent de conclure que le Crétacique est présent dans toute la Hollande, sauf sur les horsts les plus élevées de la Gueldre, de la Twenthe et de la partie orientale du Limbourg méridional.

Le Wealdien et le Néocomien affleurent dans l'Overyssel. Le Wealdien, qui, d'après l'auteur, n'est qu'un facies saumâtre et d'eau douce des couches les plus anciennes du Néocomien, est représenté par des argilites foncées, fossilifères et par des marnes en minces couches avec faune saumâtre. Le Néocomien inférieur (Valanginien) et moyen (Hauterivien) sont caractérisés respectivement par de l'argile foncée avec pyrite et septaria et par des sables et grès. Le Néocomien supérieur, ou Barrémien, et l'Aptien ne sont pas connus avec certitude. Les sables verts à *Inoceramus concentricus* et l'argile à *Belemnites minimus* de l'Albien, les marnes à *Belemnites ultimus* et les calcaires sableux et siliceux du Céno-manien affleurent ou se rencontrent à de faibles profondeurs aux environs de Winterswyk.

Le Turonien semble faire défaut dans l'Overyssel; il n'est pas connu avec certitude dans la Gueldre.

Le Sénonien est bien développé: les couches les plus anciennes (Emscher Mergel) ont été rencontrées dans les sondages de Coevorden et Ootmarsum. Dans le Limbourg méridional et la région du Peel, le Sénonien inférieur est caractérisé par des sables glauconi-

fères, le supérieur par de la craie et du tuffeau. Vers l'Ouest, l'élément calcareux devient prépondérant et le sable glauconifère, se réduisant à une couche à la base, le Sénonien acquiert ainsi les caractères du Sénonien de l'Angleterre.

Les mouvements du sol pendant la période mésozoïque sont décelés par le recul et l'avance des formations littorales et lagunaires de la partie sud-est de la Hollande.

Nous assistons ainsi aux transgressions du Jurassique inférieur vers Winterswyk et du Wealdien, à la grande transgression céno-manienne à Oploo et à Goch, à celle du Sénonien dans le Peel, le Limbourg méridional et la Campine.

Des plissements ont affecté partiellement le Crétacé supérieur aux environs de Winterswyk; de plus, les failles du Limbourg se seraient accentuées pendant le Sénonien.

Durant l'Eocène et l'Oligocène, une mer peu profonde couvre à peu près toute la Hollande, laissant émergés le Limbourg méridional et les régions frontières d'Overyssel, de la Gueldre et de Zélande. A partir de l'Eocène, les dépôts fluviatiles acquièrent une telle importance qu'ils comblent graduellement cette mer peu profonde, de telle sorte que, de bas en haut et du Nord-Ouest vers le Sud-Est, on assiste au passage insensible des couches marines à des dépôts continentaux par l'intermédiaire de dépôts littoraux.

Paléocène. Le Montien n'est connu que dans la région du Peel, où il a un facies continental: argiles et sables fins avec une couche de lignite. Le Heersien et le Landenien de la Hollande orientale ont des caractères de mer peu profonde; on retrouve le caractère littoral dans le Landenien supérieur du Sud-Ouest. Comme caractères lithologiques, nous avons: gravier de silex et marnes blanches du Heersien, sables glauconifères fins et grès du Landenien inférieur, sables fins, blancs, gris et brunâtres avec débris ligniteux du Landenien supérieur.

L'Eocène proprement dit n'existe pas dans le Nord-Est de la Belgique, dans le Limbourg méridional et dans la région sud du Peel. Il est bien connu dans les parties S.-W., E. et N.-E. des Pays-Bas. On peut y distinguer les assises suivantes: l'Yprésien: argile grasse grise, intercalant de minces strates sableuses et surmontée de sables très fins verdâtres; le Bruxellien (facies Panisélien): quelques mètres d'argile grasse verdâtre et des sables argileux passant à des sables glauconifères avec grès; ensemble

s'étendant du Laekenien à l'Asschien inclus et composé comme suit : gravier de *Nummulites laevigatus* et *N. scaber* ; sable fin gris, avec grès, à *N. Heberti-variolaris* ; sable fin gris avec grès à *N. Orbigny-Wemmelensis* ; bande noire riche en *N. Orbigny-Wemmelensis* ; argile grasse gris foncé et sables verdâtres, très fins.

Hormis le Limbourg méridional, où le débouché d'un fleuve a provoqué le dépôt de couches saumâtres, les dépôts marins de l'Oligocène ont recouvert la Hollande entière. Le Tongrien est représenté par des sables glauconieux avec *Ostrea ventilabrum*, à la base desquels se voit un gravier renfermant des cailloux de phosphorite, des silex roulés et des dents de requins. Ensuite, viennent les sables fins verdâtres, légèrement argileux à *Nucula compta* du Rupélien inférieur, les argiles vert foncé, sableuses, avec septaria et *Leda Deshayesiana* du Rupélien supérieur. Localement, dans le Limbourg méridional, il y a, à la base du Rupélien, un facies saumâtre à *Cerithium plicatum* et à *Cyrena semistriata*. L'Oligocène supérieur est caractérisé par des sables glauconieux, fins, légèrement argileux.

Pendant le Miocène, le littoral recule vers le Nord jusqu'à une ligne Swalmen-Brüggen. Au Sud de cette ligne, nous trouvons le Miocène continental. Ces dépôts sont bien connus dans la partie centrale du Limbourg où ils sont formés de sables très quartzeux, très fins, micacés et de couches argileuses peu nombreuses.

Le Miocène marin est formé d'un ensemble de sables glauconieux, très fins, argileux, micacés que leur teinte foncée permet de distinguer des sables oligocènes. L'auteur y a distingué des couches à *Panopaea Menardi* qu'il synchronise avec les sables d'Edeghem et qu'il range dans le Miocène moyen, et des couches à *Pectunculus pilosus* (= sables noirs d'Anvers), dont il fait le Miocène supérieur. La partie inférieure de cet étage semble donc faire défaut. Le Miocène marin affleure dans les régions frontières de la Gueldre et de l'Overijssel.

La faune et la flore du Pliocène dénotent un refroidissement notable, précurseur de l'époque glaciaire. On assiste de plus en plus à l'empiètement du SE vers le NW du facies fluviatile sur le facies maritime de telle sorte qu'à la fin du Pliocène, des dépôts continentaux se constituent dans une grande partie de la Hollande. Ce sont des graviers quartzeux (*Kieseloolithe*) et des sables grossiers à stratification entrecroisée, avec des lentilles de graviers fins, d'argile et,

dans le Limbourg méridional, de couches de lignite. Ces dépôts ne se retrouvent pas sur les horsts.

Le Pliocène marin renferme les assises suivantes : à la base, il y a une couche de sable glauconifère plutôt grossier avec débris de poissons, os de cétacés et fossiles roulés du Miocène. On y rencontre *Lingula Dumortieri* et *Ditrupa subulata*. Le Diestien, reconnu dans la Zélande et la partie ouest du Brabant septentrional, est représenté par des sables coquilliers glauconifères, partiellement argileux, à faune marine. Au-dessus viennent les sables glauconifères gris vert et vert clair, à espèces littorales, du Poederlien-Scaldisien, qui est connu au Sud d'une ligne Rotterdam-Utrecht et qui affleure dans la Flandre zélandaise près de Kauten. L'Amstélien est constitué par des sables très fins, micacés et de l'argile sableuse, alternant avec des sables plus grossiers à faune marine (littorale). Dans la partie centrale du pays, les faunes marines des couches supérieures sont remplacées par des espèces terrestres. L'étage supérieur est l'Icénien : sables fins et moyens, renfermant localement du gravier fin, des silex et des coquilles roulées. A Woensdrecht, on y a trouvé *Astarte borealis* et *Neptunea despecta*.

Les deux cinquièmes du territoire hollandais sont recouverts de dépôts pleistocènes qu'on peut diviser en deux parties : le Diluvium fluviatile (graviers du Rhin et de la Meuse, graviers de la haute terrasse) dont l'ensemble forme un delta gigantesque s'étendant depuis Liège et Bonn jusqu'à la côte orientale de l'Angleterre et jusqu'au Doggersbank de la mer du Nord, c'est le Diluvium méridional ; et le Diluvium glaciaire et fluvio-glaciaire, contemporain de la troisième période glaciaire, et qui est dû à la fonte de la calotte glaciaire scandinave. Ce dernier qui est appelé Diluvium septentrional ou scandinave, recouvre les dépôts fluviatiles au Nord d'une ligne Nimègue-Leyde.

Il y a, en outre, des dépôts pleistocènes plus récents : signalons les couches marines d'Eem à *Bittium reticulatum* de la Hollande du Nord et de la vallée de l'Eem, et le löss du Limbourg méridional qui est postérieur aux dépôts de la haute et moyenne terrasse, mais antérieur aux dépôts de la basse terrasse.

Comme dépôts holocènes, citons les dépôts de mer peu profonde à l'Ouest d'une ligne Muiderberg-Gouda-Dordrecht-Gorkum-Bergenop-Zoom et les alluvions modernes des cours d'eau. C'est de cette époque que date la formation du cordon dunal, qui donna lieu à la région des polders.

Parmi les mouvements récents du sol, l'auteur signale l'approfondissement notable des trois grandes fosses qui sont jalonnées par Duren's Hertogenbosch-Amsterdam, Venlo-Amersfoort, Duisbourg-Deventer-Kampen. Ainsi, la grande fosse Sittard-Ruremonde serait descendue de 500 mètres par rapport aux horsts, depuis le Miocène. Actuellement encore, le sol hollandais aurait des tendances à descendre; les mesures prises indiquent une descente séculaire de 5 à 10 centimètres pour la côte de la Frise, de 10 à 12 centimètres pour la côte occidentale (1).

CHAPITRE III.

Stratigraphie du houiller productif par le Dr. Jongmans.

M. Jongmans fait un rappel historique de ses opinions antérieures et passe ensuite à l'étude stratigraphique du houiller par régions, savoir: Woensdrecht, le Limbourg méridional, le Peel, les sondages de Winterswyk et de Buurse. Ces derniers n'ont fourni que des données incomplètes.

A) La flore trouvée dans le houiller de Woensdrecht est un mélange de formes du Houiller moyen et du Houiller inférieur. L'auteur place les couches recoupées dans le Houiller inférieur (assise d'Andenne + assise de Chokier); elles sont plus anciennes que les couches de charbon maigre de Westphalie.

B) *Limbourg méridional*. — Le houiller a la composition suivante, de haut en bas:

« Maurits groep »: richesse en charbon assez régulière. A la partie supérieure, nombreuses couches de houille peu épaisses

(1) La question de l'abaissement du sol des Pays-Bas fit l'objet d'une discussion suscitée par la Société géologique des Pays-Bas en octobre 1916, et à laquelle prirent une part active MM. Blaupot ten Cate, Blink, Beekman, Giffen, Molengraaf, Rammer, Steenhuis et Tutein Nolthenius. Cfr. *Geologisch-Mijnbouwkundig Genootschap voor Nederland en Koloniën*. Verslagen der Geologische Sectie, 2^e partie, t. IV, 1916, pp. 120-233. Une note de M. Van der Sleen, sur le même sujet, a paru dans le tome VII, 1918, pp. 273-275. — Voir aussi: D. H. S. Blaupot ten Cate. *Verhandelingen van het Geol.-Mijnbouwk.-Genootschap*, Géol. série, t. VI, 2^e partie, 1918, pp. 259-266.

réunies en faisceaux; en un point, banc intercalé à *Lingula*. Couches plus épaisses à la partie inférieure. A la base, niveau à *Lingula* recoupé en de nombreux points.

« Hendrik groep »: à la partie supérieure, couches de houille nombreuses et épaisses; grande abondance de *Neuropteris callosa*. Partie inférieure, très pauvre; en général, une couche exploitable, — parfois, un petit faisceau, — sous laquelle il y a une zone arénacée. A deux reprises, à la base de cette zone, on a recoupé un banc à *Lingula*. Des banes à lamellibranches se rencontrent aussi dans cette assise.

« Wilhelmina groep »: vers la partie supérieure, de nombreuses couches de houille réparties inégalement dans les divers sondages, ce qui rend la synchronisation difficile. Base: couche *Furth* (de la région de la Wurm). Dans la zone inférieure, les veines exploitables sont mieux caractérisées, la richesse en charbon est régulière. Le niveau *Steinknipp* en constitue la base.

« Baarlo groep »: Zone pauvre, stampes gréseuses épaisses.

Au point de vue de la teneur en matières volatiles, on constate, pour les mêmes couches, une augmentation dans la direction du Nord-Ouest, ce qui concorde avec les observations faites dans les régions voisines.

c) *Région du Peel*. — Le horst du Peel est divisé en trois compartiments longitudinaux; ci-après les assises recoupées dans chacun d'eux:

Horst oriental: zone inférieure de *Wilhelmina groep* et *Baarlo groep*.

Fosse centrale: *Wilhelmina* et *Baarlo groep*.

Horst occidental: zone inférieure de *Maurits groep*, *Hendrik groep* et zone supérieure de *Wilhelmina groep*.

La composition des assises est, en gros, identique à celle qui a été constatée dans le Limbourg.

Le *Maurits groep* est caractérisé par l'abondance de *Neuropteris callosa*; on n'y a pas trouvé de niveau à *Lingula*.

Dans le *Hendrik groep*, il y a une zone riche renfermant abondamment *N. tenuifolia* et encore quelques *N. callosa*, et une zone pauvre dans laquelle il n'y a qu'une couche ou un faisceau de couches.

La zone supérieure du *Wilhelmina groep* est constituée par de nombreuses couches plus irrégulières, caractérisées souvent par l'apparition de *N. microphylla* et riches en *Linopteris* et *N. obliqua*.

La richesse en charbon diminue en descendant ; vers la base on trouve un groupe de deux couches qui correspondent aux couches *Voss* et *Sonneschein* de la Westphalie.

Le *Baarlo groep* représente les charbons maigres de la Westphalie.

La teneur en matières volatiles augmente dans la direction du Nord-Ouest. De plus, on aurait constaté que, pour un même niveau, la teneur est plus riche sur le horst oriental que dans la fosse, plus riche au centre que sur le horst occidental ; et que, dans un même compartiment, la teneur augmente vers le Nord-Ouest.

L'auteur passe ensuite à une étude comparative entre les régions houillères de la Hollande et les bassins de Westphalie, de Belgique et du Nord de la France. Il arrive aux conclusions suivantes :

1° La distinction de quatre grandes zones qu'il a dénommées en Hollande, *Maurits*, *Hendrik*, *Wilhelmina* et *Baarlo groep*, peut se poursuivre depuis le Nord de la France jusqu'à l'Est de Westphalie ;

2° La flore de chaque zone présente partout les mêmes caractères ;

3° La teneur en matières volatiles va en diminuant depuis l'Est de la Westphalie jusqu'au Rhin et en augmentant depuis le Rhin jusque dans la Campine ;

4° Les niveaux marins, quoique constants sur de grandes distances, varient cependant énormément si l'on envisage des régions éloignées et vont même jusqu'à disparaître. De plus, il devient de plus en plus évident que ces horizons sont plus nombreux qu'on ne l'avait pensé tout d'abord.

Les résultats de ses études de synchronisation se trouvent reproduits dans un vaste tableau que nous résumons ci-dessous.

HOLLANDE	WESTPHALIE	CAMPINE	LIÈGE SERAING	MONS
<i>Maurits groep.</i> Zone supérieure : 500 à 600 m. Banc à <i>Lingula</i> (Limbourg)	Partie supérieure des charbons à longue flamme.	Zone 1 et partie supérieure de zone 2.	Partie riche au-dessus de Dure Veine (la D. V. au-dessus de Naviron).	Zone du Flénu.
Zone inférieure : environ 150 m. Banc à <i>Lingula</i> (Limbourg).				Petit Buisson.
<i>Hendrik groep.</i> Zone supérieure : environ 300 m.	Partie inférieure des charbons à longue flamme et charbons à gaz.	Partie inférieure de zone 2.	Partie moins riche entre Dure Veine et Naviron	Petit Buisson à Petite Désirée.
Zone inférieure : 100 à 150 m. Base : partie gréseuse et localement, niv. à <i>Lingula</i> .				Petite Désirée à Plate Veine.
<i>Wilhelmina groep.</i> Zone supérieure : ± 300 m. Niv. Rauschenwerk-Groot Athwerk.	300 m. Niveau marin à goniatites au-dessus de Röttgersbank.	Charbons gras.	Zone 3 : environ 240 m.	Zone riche : 300 m.
Zone inférieure : ± 200 m.				Niveau marin au-dessus de Grande Veine.
Zone inférieure : ± 200 m.	200 m. Grès et conglomérat Sonneschein (Stein Knipp).		Zone 4 : environ 160 m.	Zone plus pauvre et gréseuse : 150 m. Stenaye.
<i>Baarlo groep.</i> Zone sup. et moyenne : ± 700 m. Zone inférieure : épaisseur ?	Charbons maigres.		Zone 5 : ± 750 m.	Partie très pauvre : 580 m. jusqu'au Calcaire carbonifère. Godinette au Calcaire carbonifère.

La colonne du tableau de M. Jongmans relative aux bassins houillers du Nord de la France a été construite d'après les données publiées par M. Defline au Congrès de Toronto (1913). Elle ne peut évidemment être maintenue, les publications postérieures de MM. Barrois et Carpentier ont, en effet, démontré que les divers faisceaux distingués par les auteurs, et notamment par M. Defline, sur la base de la teneur en matières volatiles, sont la répétition plus ou moins complète d'une même série.

CHAPITRE IV.

Considérations sur les régions minières et sur les résultats de l'étude géologique du Limbourg méridional.

I. — Région du Peel.

A) Région minière à l'Est de Ruremondé dans les communes de Vlodrop et de Melick-Herkenbosch.

La région a une superficie d'environ 1,000 H.A. Le houiller se rencontre sous un revêtement de 400 à 450 mètres de morts-terrains dont voici la succession :

Holocène (5 à 15 mètres) : dépôts fluviatiles de la terrasse principale de la Meuse ;

Miocène continental (38 mètres) : sables blancs et foncés, et lignites du Bas-Rhin ;

Oligocène marin (environ 200 mètres) : sables glauconifères et argiles à *Septaria* ;

Paléocène (100 à 150 mètres) : sables fins glauconifères avec grès du Heersien ; argile compacte et sables fins du Montien ;

Sénonien supérieur : calcaire compact ou oolithique, gris clair, alternant avec du tuffeau.

Le Houiller recoupé appartiendrait à la partie supérieure du *Wilhelmina groep* ; on y rencontre une couche de 3^m50 et plusieurs couches de plus de 2 mètres d'épaisseur ; les couches inclinent régulièrement vers le Nord.

L'auteur évalue à 60.3 millions de tonnes, les ressources en charbon existantes entre les profondeurs de 450 et 700 mètres. La teneur en matières volatiles est de 14 à 18 %. Il conclut que cette région est favorable à l'établissement d'un siège minier qui pourrait avoir une production annuelle de 800,000 à 1,000,000 de tonnes d'un charbon

dont la qualité semble excellente ; peut-être y trouvera-t-on aussi des charbons propres à la navigation. En ce qui regarde le fonçage des puits, il est à remarquer que les couches paléocènes et crétacées sont très aquifères ; aussi le procédé par congélation est-il à préconiser.

La situation au point de vue des moyens de transport est favorable, la voie ferrée Anvers-Gladbach passant à proximité.

b) Région minière du Peel proprement dit. — Cette région couvre une étendue de 20,000 hectares, dont 14,000 ont une épaisseur de morts-terrains de 650 à 800 mètres, et 6,000 hectares avec une épaisseur variant de 800 à 1,200 mètres.

Les sondages ont recoupé les couches suivantes :

Holocène (10 à 18 mètres) : formations fluviatiles de terrasses ;

Miocène supérieur et moyen, marin, passant à des formations continentales à l'Est d'une ligne Swalmen-Belfeld. Ce sont des sables très fins, micacés et argileux qui sont de vrais sables bouillants à l'Est de la Meuse (130 à 170 mètres) ;

Oligocène supérieur (150 à 200 mètres) : sable glauconifère fin avec bancs coquilliers passant à des sables argileux et localement à de l'argile sableuse ;

Oligocène moyen : argiles à *septaria* (80 à 140 mètres) reposant sur 10 à 40 mètres de sables fins, parfois bouillants, légèrement glauconifères ;

Paléocène (80 à 160 mètres) : argile à fossiles marins du Landenien et du Heersien supérieur ; sable glauconifère fin du Heersien inférieur ; sables argileux et argiles du Montien avec débris de végétaux et lignite.

Au Nord d'une ligne Liessel-Sevenum, de l'Eocène proprement dit apparaît au-dessus du Landenien.

Le Crétacique (\pm 200 mètres) comprend le tuffeau blanc et gris blanc représentant le Danien et le Maestrichtien, les marnes et calcaires marneux de Wulpen, les sables argileux et marnes sableuses grises et vertes de l'assise de Herve avec quelques bancs calcaireux et des lentilles disséminées de graviers, enfin des argiles à végétaux alternant avec des sables aquifères et qui représentent l'assise d'Aix-la-Chapelle.

Le Triasique et le Permien apparaissent au Nord d'une ligne qui relie Meijel à Maasbree ; on a recoupé les parties moyenne et inférieure du Triasique inférieur et des marnes intercalées de grès et de calcaires de la zone inférieure du Zechstein ou Thuringien. A la base, un conglomérat grossier.

Houiller. — Au point de vue industriel, la partie méridionale du horst oriental est d'une valeur nulle; l'exploitation de la partie septentrionale est problématique, vu la pauvreté en charbon; en effet, on n'y a rencontré que la partie inférieure du *Wilhelmina groep*. Dans la région méridionale du compartiment central, — la seule connue, — on a recoupé la zone supérieure du *Wilhelmina groep*. Les ressources en houille sont grandes dans le horst occidental où l'on rencontre les deux assises supérieures. Les couches ne dépassent nulle part deux mètres; les épaisseurs de 0^m60 à 1^m20 sont très rares. En règle générale, les couches inclinent légèrement en moyenne vers le Nord.

Les ressources en houille sont données dans un tableau que nous reproduisons ici :

RESSOURCES EN MILLIONS DE TONNES.

a) Au-dessus de 1,200 mètres.

	Teneur % en matières volatiles					TOTAUX
	35 à 30	30 à 25	25 à 20	20 à 14	< 14	
Horst oriental.	—	—	—	235	—	235
Fosse centrale.	—	226.2	330.6	—	—	556.8
Horst occidental.	102	208.8	382.8	220.4	—	914
TOTAUX . .	102	435	713.4	455.4	—	1,705.8

b) Réserves d'avenir au-dessous de 1,200 mètres.

	Teneur % en matières volatiles					TOTAUX
	35 à 30	30 à 25	25 à 20	20 à 14	< 14	
Horst oriental.	—	—	—	—	—	—
Fosse centrale.	—	—	236.6	87	—	323.6
Horst occidental.	—	127.6	81.2	208.8	58	475.6
TOTAUX . .	—	127.6	317.8	295.8	58	799.2

Les régions qui entrent, en tout premier lieu, en ligne de compte pour une exploitation éventuelle sont la partie méridionale de la fosse centrale (3,000 H.A.) et la majeure partie du horst occidental, s'étendant depuis Swalmen jusqu'au-delà d'Helenaveen (6,000 H.A.). Le fonçage des puits rencontrera des difficultés grandes, mais non insurmontables, et sera, de ce fait, très coûteux.

II. — Régions minières de la Gueldre et de la Twenthe.

Les recherches géologiques faites dans ces provinces depuis 1908 ont amené la découverte de deux régions importantes au point de vue minier: la région à l'Est et à l'Ouest de Winterswyk, et la région de Buurse-Hengelo.

Région de Winterswyk. — Superficie, 7,000 hectares. La puissance des couches aquifères du Cénozoïque ne dépasse pas cent mètres. Les couches mésozoïques et permienues sont sans danger, à part une zone aquifère éventuelle dans les calcaires et dolomies cassotés du Thuringien. Le fonçage des puits ne rencontrerait donc pas de graves difficultés.

Dans le Thuringien, il y a une épaisseur de sel gemme de 150 mètres; les couches salines, dont la quantité est évaluée à 22,050 millions de tonnes, se rencontrent à 700 mètres de profondeur vers le Sud et à 1,000 mètres vers le Nord. Il y a, de plus, au sein du Triasique inférieur, une couche de sel gemme de 20 à 30 mètres; dans le sondage de Ratum, elle avait disparu, par suite de dissolution.

Le sel gemme renferme souvent des sels potassiques, principalement du sel dur (*Hartsalz*) et parfois de la sylvinite qui lui sont intimement liés. Dans le mélange, on trouve à peine 2 à 5 % de K₂O, teneur trop faible pour une exploitation; localement, existent des bancs où le pourcentage s'élève à 14.6 %.

L'auteur ne prévoit pas la découverte de sels potassiques exploitables.

La formation houillère se rencontre à des profondeurs variant entre 1,000 et 1,300 mètres. Les ressources en charbon de la région, jusqu'à une profondeur de 1,400 mètres, sont évaluées à 324.8 millions de tonnes; la teneur en matières volatiles varie de 34 à 37 %.

Région de Buurse-Hengelo. — Superficie, 5,500 hectares. Les sondages ont montré que les morts-terrains sont composés comme

suit : sur 50 à 120 mètres, Quaternaire et Eocène aquifères ; 750 à 850 mètres de Triasique inférieur qui renferme une couche de 30 mètres d'épaisseur de sel gemme et d'anhydrite ; on en évalue la quantité à 2,100 millions de tonnes.

Après avoir traversé le Thuringien, dont les couches salines sont plus épaisses qu'à Winterswyk, on a atteint le Houiller à une profondeur de 1,200 à 1,250 mètres. Les données acquises sont insuffisantes pour passer à l'évaluation des ressources en sel et en charbon de la région.

III. — Résultats des recherches géologiques faites dans le Limbourg méridional.

A) Stratigraphie.

Pliocène, facies continental : complexe formé de graviers très quartzeux, de sables, d'argiles et de lignites qu'on rencontre sous le gravier de la terrasse principale, dans les parties effondrées.

Miocène, facies continental : sables quartzeux avec lignite et un niveau caractéristique : une couche de silex bleus bien roulés.

Oligocène supérieur : sable peu glauconifère à faune marine. Dans l'assise moyenne, on a la succession suivante : argiles sableuses avec septaria et un banc de graviers à la base ; sables argileux, légèrement glauconifères à *Nucula compta* et débris ligniteux ; argile verdâtre à faune saumâtre à Cérithes et à Cyrènes. L'assise inférieure est caractérisée, à l'Ouest de Heerlen, par des sables glauconifères argileux à faune marine (*Ostrea ventilabrum*), se terminant à la base par un gravier avec silex, nodules de phosphorite et dents de requins ; à l'Est par des sables légèrement glauconifères avec lignite, débris de bois et traces d'une faune saumâtre.

Paléocène. On a recoupé quelques mètres d'argiles montiennes dans le sondage de Lutterade.

Le Crétacique affleure dans la partie sud du Limbourg et disparaît sous les couches tertiaires au Nord d'une ligne Meersen-Fauquemont-Heerlen.

Le Sénonien supérieur est représenté par la craie maestrichtienne et la craie de Gulpen. Le Maestrichtien est une craie tuffeau avec des horizons renfermant des silex, et passant, à la partie supérieure, à une alternance de tuffeau sableux et de calcaire dur. La puissance totale peut être évaluée à 150 mètres. La craie de Gulpen est constituée par un niveau de craie blanche à silex (13 mètres) représentant la craie

de Spiennes du Hainaut, et se terminant par un conglomérat avec fossiles roulés et dents de requins ; et par un niveau de craie blanche sans silex (craie de Nouvelles) épais de 45 mètres, devenant sableux et glauconifère vers la base où se voit un conglomérat.

Le Sénonien inférieur comprend les sables glauconifères de Herve (80 à 90 mètres), sables argileux et marnes sableuses vertes avec, à la base, une couche de graviers assez constante, et les sables d'Aix-la-Chapelle, sables quartzeux blancs avec lentilles argileuses blanches, brunes et violettes, parfois avec débris de végétaux. Ces derniers, dont l'épaisseur, variable, atteint 85 mètres et davantage, seraient le facies continental et côtier de l'assise de Herve.

Les sondages ont montré qu'au Nord de la faille de Heerlerheide, le Crétacique n'est plus représenté que par le Sénonien supérieur fortement réduit.

Les renseignements recueillis sur le Houiller seront donnés plus loin (c).

B) Tectonique. (Les chapitres B, C et D sont dus au géologue Reinhold).

La surface houillère se présente sous forme d'une pénéplaine inclinant légèrement vers le Nord-Nord-Ouest. L'érosion a enlevé le Houiller productif vers le Sud et l'Ouest ; au Nord, la région minière est limitée par la présence de morts-terrains allant en s'épaississant. Vers le Nord-Est, le jeu des failles a enfoui le Houiller à des profondeurs trop considérables, au-delà de la faille de la Roer.

Les plis serrés du bassin de Liège qu'on retrouve dans l'extrémité méridionale du Limbourg, se résolvent plus au Nord en larges ondulations. D'autre part, des failles transversales ont partagé le Houiller en compartiments allongés du N.-W. au S.-E. qui, eux-mêmes, sont subdivisés par trois zones de failles perpendiculaires aux premières. Ces compartiments, dont l'origine remonte à la période permo-carbonifère, auraient subi diverses oscillations pendant les périodes subséquentes ; actuellement encore, on enregistrerait des mouvements le long des failles. Les principales failles sont celles de Sandgewand, de Feldbiss, d'Heerlerheide et de Elsloo-Geul.

Le plissement du Houiller et le jeu de l'érosion font que les sondages rencontrent alternativement du Houiller supérieur et inférieur en se dirigeant du Sud-Est vers le Nord-Ouest. D'autre part, du fait que l'inclinaison moyenne des couches est plus forte que la

pente de la pénélaine paléozoïque, on rencontre au Nord des niveaux plus récents qu'au Sud.

c) *Houiller*. — Ressources.

Les ressources en houille du Limbourg méridional, au-dessus de 1,200 mètres, peuvent se décomposer comme suit :

Charbons à longue flamme (+ de 35 % teneur en mat. vol.)	206,090,000 tonnes.
» à gaz (35 à 30 %)	483,300,000 »
» gras (30 à 20 %)	1,396,700,000 »
» demi-gras (20 à 14 %)	927,200,000 »
» maigres (— de 14 %)	1,541,400,000 »

En tenant compte de la houille exploitée depuis 1847, et si on enlève 30 % pour les couches de moins de 40 centimètres, pour les dérangements et les travaux de sécurité, on arrive à un chiffre global d'environ 3,166 millions de tonnes.

En 1913, M. van Waterschoot van der Gracht a évalué les ressources existantes entre les profondeurs de 1,200 à 1,800 mètres, à 67 millions de tonnes de charbons demi-gras et maigres et à 564 millions de tonnes de charbons gras.

d) *Autres substances utiles*.

1. *Minerais*. — M. Reinhold donne un aperçu des minerais de plomb et de zinc exploités dans la région faillée de la frontière belgo-allemande et conclut à la possibilité d'existence de filons suffisamment riches dans le Carboniférien de la vallée de la Geule.

2. *Sables divers*. — On emploie pour la confection des mortiers les sables holocènes et pliocènes de la partie nord du Limbourg méridional, et les sables blancs du Sénonien inférieur des environs de Vaals, sables plutôt grossiers, à arêtes vives.

Pour la fabrication du verre et du cristal, on exploite les sables miocènes à l'Est d'une ligne reliant Schaesberg, Heerlen, Heerlenheide, Hoensbroek, Wijnandsrade et Beek. Ce sont des sables blancs, à grains fins et moyens, très purs, contenant 98.20 à 99.86 % de Si O₂.

Enfin, on emploie, comme sables de fonderie, les sables glauconifères et argileux du Hervien qui affleurent aux environs de Benzenrade et de Simpelveld.

3. *Argiles*. — Les briqueteries exploitent la couche superficielle (1 mètre) non calcareuse du löss, qui forme le manteau superficiel de la majeure partie du Limbourg méridional.

On trouve des argiles réfractaires dans les sables d'Aix-la-Chapelle

et, localement, dans le Pliocène. Il est à remarquer que la plupart des argiles intercalées dans les sables pliocènes ont une température de fusion trop basse par suite de leur teneur en Fe₂O₃, Mg O. Des sables renfermant jusqu'à 10 % de kaolin et intercalant des lentilles d'une argile gris clair et blanche se rencontrent à l'extrémité méridionale de la province ; malheureusement ces couches sont trop éloignées de toute voie de communication.

4. *Roches calcareuses*. — Le tuffeau de Maestricht exploité activement à la Montagne Saint-Pierre et à Fauquemont sert de pierre à bâtir ; la résistance à l'écrasement est de 4 kgr. par cm² (1). Par suite de sa porosité et de sa grande teneur en carbonate, on s'en sert pour le marnage. Il ne convient pas à la fabrication du verre blanc, sa teneur en fer étant trop forte, mais il entre dans la fabrication du verre noir et vert pour bouteilles. Les silex sont employés dans la fabrication du papier d'émeri, de meules artificielles, etc.

La partie inférieure du Maestrichtien ou craie de Kunrade, est composée de couches dures exploitées comme pierre à bâtir et de couches tendres servant au marnage des champs. On en fait aussi de la chaux. Cette assise est exploitée activement dans de nombreuses carrières, depuis Schin-sur-Geule et, plus loin vers l'Est, vers Heerlen et Simpelveld.

5. *Matériaux pour le ciment Portland*. — On exploite, à ces fins, la couche de base de la craie très quartzreuse de Gulpen.

Passant en revue les différentes roches calcaires et argileuses qui affleurent dans le Limbourg, l'auteur conclut qu'il s'y trouve de nombreuses couches propres à entrer dans la composition du ciment Portland.

6. *Lignite*. — Les conditions d'exploitation du lignite sont assez défavorables : les régions sont relativement peu étendues, on a une épaisseur moyenne de 8 mètres de couches de couverture pour 7^m50 de lignite, ce qui met les exploitations hollandaises en état d'infériorité marquée avec les allemandes — (1 mètre de revêtement pour 3 mètres de lignite) — qui, de plus, ont à leur disposition des moyens de communication moins coûteux. Ce fut la rareté du combustible en Hollande et les difficultés d'importation pendant la guerre qui amenèrent l'exploitation des couches de lignite. Ces

(1) De plus amples détails se trouvent dans L. Keuller, Notice sur les pierres à bâtir du terrain crétacé du Limbourg belge et hollandais. *Ann. Société géologique de Belgique*, t. XXXIX, 1911-1912, pp. B 390-399.

couches sont d'âge miocène à l'Ouest de la faille de Sandgewand, d'âge pliocène à l'Est de cette fracture.

Voici les renseignements connus actuellement et fournis par le Bureau central des lignites de Delft: teneur en eau 52 %, cendres 8 %; pouvoir calorifique : 2,500 tel quel ; 6,000 à 6,500 après séchage et purification.

CHAPITRE IV.

Quelques considérations sur le fonçage des puits au travers des couches aquifères et sur l'exploitation minière à grande profondeur.

M. van Waterschoot van der Gracht donne les résultats acquis en Hollande et en Campine à l'aide des procédés par congélation ou par cimentation. Il conclut que, théoriquement, à 600 mètres, on n'a pas encore atteint la limite d'applicabilité du procédé par congélation pour lequel les difficultés augmentent fortement en profondeur.

Passant à la région du Peel, il fait remarquer qu'à l'Est de la Meuse, tout le Tertiaire est aquifère, à part les marnes landeniennes et heersiennes; à l'Ouest, l'Oligocène en entier et la partie moyenne du Miocène sont secs. Il y a, ensuite, une zone très aquifère (50 à 100 mètres) dans le tuffeau et la craie de Nouvelles. Plus bas, on ne rencontrerait aucune difficulté. De ces données, il résulte que le procédé par congélation s'impose jusqu'à une profondeur de 475 mètres, jusqu'à la rencontre des marnes paléocènes. La craie de Nouvelles pourrait être cimentée. Le point délicat est la traversée du tuffeau, pour lequel le procédé par cimentation n'est guère applicable avec assez de sécurité, par suite des propriétés filtrantes de la roche.

Les exploitations à grande profondeur sont limitées par la température et par le surélévement des frais d'exploitation dus à l'augmentation des pressions du terrain. En ce qui concerne la température, il n'y a, d'après l'auteur, aucune raison pour avancer que l'exploitation ne puisse descendre jusqu'à 1,400 à 1,500 mètres dans le Peel et la Hollande orientale. Dans la partie sud-occidentale du Limbourg, les températures semblent être plus élevées.

Quant au second point, qui est d'ordre purement économique, on ne peut donner aucune règle générale, puisque les conditions

varient de siège à siège. Toutefois, l'expérience montre que c'est surtout à partir de 800 mètres que les difficultés et, par conséquent, les frais augmentent.

L'auteur termine ce chapitre en indiquant les exploitations les plus profondes des pays voisins. Retenons-en qu'en Angleterre et en Belgique on est descendu jusqu'au-dessous de 1,200 mètres, que 4 puits dépassent 1,000 mètres en Westphalie, que dans la Saar et en Silésie aucun puits n'était, en 1912, à plus de 800 mètres de profondeur.

CHAPITRE V.

CONCLUSIONS.

Les études du Service des Recherches ont donné les résultats suivants : Dans la région du Peel (étendue : 19,500 H.A.) il y a 1,766,100,000 tonnes de charbon au-dessus de 1,200 mètres et une réserve possible de 799 millions de tonnes.

Les ressources de Winterswijk (7,000 H.A.) au-dessus de 1,400 mètres, sont de 22,050 millions de tonnes de sel gemme, et 324,800,000 tonnes de charbon d'une teneur en matières volatiles de 37 à 34 %.

Les environs de Buurse-Hengelo (5,500 H.A.) renferment dans le sous-sol 1,575 millions de tonnes de sel gemme; enfin, le Limbourg méridional a des ressources en charbon, au-dessus de 1,200 mètres, évaluées à 3 165,903,527 tonnes et dans le Nord-Ouest, une réserve de 600 millions de tonnes.

Les ressources en charbon de la Hollande s'élèvent donc à 5,256,803,527 tonnes, plus les réserves.

D'autre part, les recherches ont rendu probable l'existence de matières utiles à des profondeurs exploitables, dans les régions suivantes : du sel gemme du Triasique inférieur dans la partie nord de la région de Winterswijk et sous Eibergen, du sel gemme à des profondeurs de 400 à 500 mètres au Nord et à l'Ouest de la région Buurse-Hengeloo, de la houille vers la profondeur limite dans la région Buurse-Hengeloo.

Dans un épilogue, l'auteur préconise la fondation d'un Service géologique qui aurait pour but l'étude et la conservation des nombreuses collections minéralogiques et paléontologiques réunies par le Service des Recherches, et le rassemblement et la coordination de toutes les données géologiques concernant la Hollande, afin de préparer la révision de la carte géologique du pays.

Esquisse tectonique des gisements houillers belges, hollandais et westphaliens, et des régions septentrionales limitrophes

(Annexée au Rapport annuel pour 1914, pl. III et reproduite
dans le Rapport final, pl. 13).

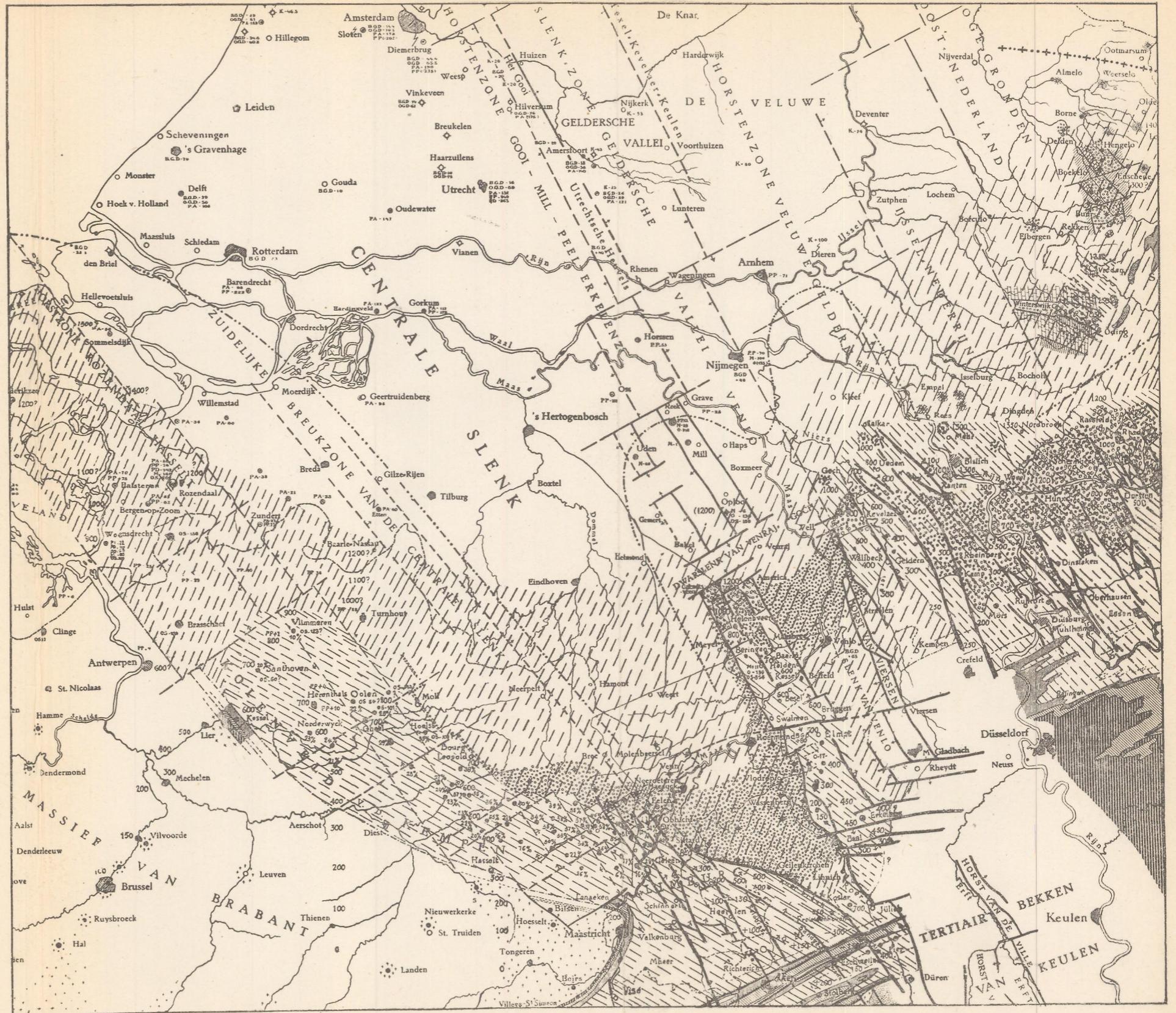
PAR

W. VAN WATERSHOOT VAN DER GRACHT.

Fragment réduit à l'échelle approximative de 1/850.000.

LÉGENDE :

-  Cénozoïque (enlevé dans les régions minières).
 -  Crétacique supérieur (celui du Limbourg n'est pas indiqué).
 -  Crétacique inférieur.
 -  Jurassique.
 -  Triasique et Permien.
 -  Extension probable du Houiller.
 -  Bassins houillers.
 -  Calcaire carbonifère.
 -  Famennien.
 -  Frasnien, Givétien.
 -  Dévonien inférieur.
 -  Cambro-silurien.
 -  Failles reconnues } La flèche indique la partie affaissée.
 -  hypothétiques }
 -  Charriages.
 -  Limite probable des massifs paléozoïques dans la Campine et près de Geldern.
 -  Limite entre le Houiller productif et le Houiller stérile.
 -  Zone probable du premier seuil continental mésozoïque.
 -  Zone probable du deuxième seuil continental.
 -  Sondage ayant atteint le Paléozoïque
 -  — n'ayant pas atteint le Paléozoïque
 -  — n'ayant pas dépassé le Pliocène
 -  — — le Miocène
 -  — — l'Oligocène
 -  — — l'Eocène
 -  — — le Diluvium
 -  108 Profondeur à laquelle un étage a été recoupé
 -  (-335) L'étage n'a pas été atteint à cette profondeur
 -  751 Profondeur du paléozoïque
 -  (1125) Le paléozoïque n'a pas été atteint à cette profondeur.
- | | |
|-----|---------------------------|
| K | = Argile à blocaux. |
| BGD | = Diluvium supérieur |
| OGD | = Diluvium inférieur. |
| P | = Pliocène (en général). |
| PI | = Icélien. PA = Amstélien |
| PP | = Poederlien. |
| PD | = Diestien. M = Miocène. |
| O | = Oligocène. |
| OS | = Argile à Septaria. |
| EA | = Asschien (Eocène). |



RAPPORTS ADMINISTRATIFS

EXTRAITS DE RAPPORTS

DE

M. O. LEDOUBLE

Ingénieur en chef, Directeur du 4^e arrondissement des Mines, à Charleroi,

SUR LES

Travaux du 2^{me} semestre 1914, du 2^{me} semestre 1915,
du 1^{er} semestre 1916.

Essai d'étauçons métalliques amovibles pour le soutènement des longues tailles.

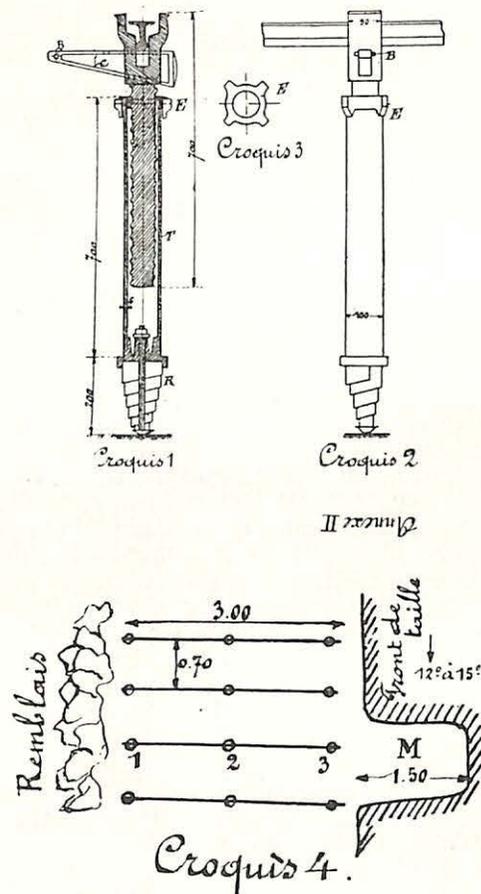
J'extrait du rapport de M. l'Ingénieur Legrand la note suivante relative à un nouveau système d'étauçonnage métallique des tailles essayé au charbonnage de Sacré-Madame; l'expérience peut seule dire ce que vaut le système, qui me paraît inapplicable dans des terrains peu résistants.

La Direction du charbonnage de Sacré-Madame a fait un essai d'étauçonnage métallique dans une taille chassante de la couche : « Sillon du toit de Cense » exploitée par l'étage de 720^m70 du puits Piches; cette couche a une puissance de 0^m65 à 0^m90 et une ouverture de 0^m75 à 1^m10; le toit est assez bon; il est constitué successivement d'un banc de schiste dur de 0^m30, puis d'un banc de schiste feuilleté de 0^m90 et enfin de schiste résistant; l'inclinaison varie de 12 à 15 degrés; la taille, de 50 mètres de longueur, est desservie par couloirs oscillants sur rouleaux.

L'étauçon est formé (croquis 1, 2 et 3) d'un tube T en tôle d'acier dans lequel coulisse, par l'intermédiaire d'un écrou E, une tige filetée en acier coulé; la tête de cette tige est divisée en 2 branches pour recevoir un rail vignole renversé; un coin C, à ergot d'arrêt B, règle le calage du rail; à sa base, le tube est réuni à un ressort en spirale R par un boulon à tête pointue.

Le soutènement de la taille (croquis 4) se compose de rails de 3 mètres, alignés perpendiculairement au front d'abatage, à 0^m70 de distance, et soutenus chacun par 3 étauçons. Lorsque l'ouvrier à veine a déhouillé la couche en M sur une profondeur de 1^m50, il vient d'abord frapper, à l'aide du dos de son

pic, les coins des étançons 3, 2, 1 et rend ainsi libre le rail dont le patin retombe sur les rebords intérieurs des têtes des étançons; puis il desserre l'étançon 1 en frappant, de la même façon, sur les saillies de l'écrou, ce qui a pour effet de détendre le ressort inférieur et de décoller du toit la tête de l'étançon; revenu ensuite en M, il fait glisser le rail de 1^m50 en



avant et replace à l'extrémité de celui-ci l'étançon 1 qu'il a enlevé; il termine en recalant à l'aide des coins le rail avancé.

Pour que de légères ondulations du toit n'empêchent pas l'avancement du rail et pour faciliter l'enlèvement de l'étançon, on intercale, entre le terrain et la tête de l'étançon, une planchette de 0^m15 x 0^m15 x 0^m04. Les étançons pèsent de 14 à

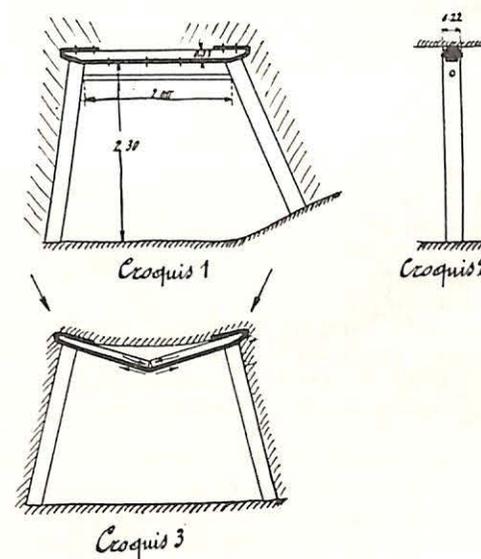
12 kg., dont 7 kg. environ pour le tube et 9 kg. pour la tige filetée; celle-ci mesure de 360 à 550 ^m/_m de façon à ne pas devoir être relevée de plus de 0^m15 à 0^m20; quant au tube proprement dit, il a de 320 à 630 ^m/_m. Les rails pèsent 14 kg. au mètre; le matériel complet en étançons et rails, pour une taille de 50 mètres revient à 3,600 francs environ (1).

Ce soutènement n'est évidemment applicable que dans des terrains réguliers et assez durs; il a donné, dans l'exemple cité, des résultats très satisfaisants qui n'ont pu être évalués économiquement car, à cause de la guerre, l'essai n'a duré que 4 à 5 semaines; il est spécialement indiqué dans des exploitations par longues tailles desservies par couloirs où l'avancement est rapide et le remblayage soigné.

Utilisation des anciens câbles plats en acier comme moyen de soutènement des voies (2).

M. l'Ingénieur Legrand me communique la note suivante relatant les essais faits aux Charbonnages d'Amerœur dans le but d'utiliser les vieux câbles plats en acier.

Utilisation des vieux câbles en acier

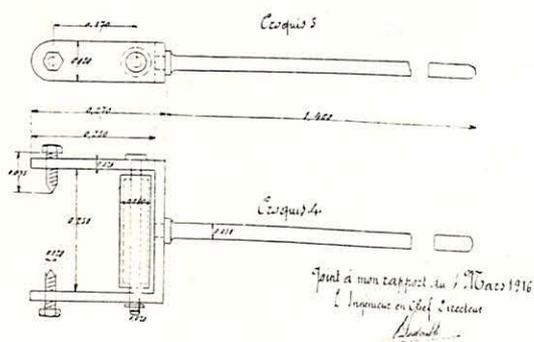


(1) Prix de 1914.

(2) Voir, sur le même sujet, une note de M. l'Ingénieur principal G. Lemaire parue dans le tome XVIII (1913) des *Annales des Mines de Belgique*, page 539.

« La Direction du Charbonnage d'Amerscœur a généralisé l'utilisation des anciens câbles plats en acier comme moyen de renforcement des bèles de boisage, spécialement dans les galeries où la portée de ces bèles est assez grande, comme dans les plans inclinés, dans les grandes galeries de roulage et aux stations de croisement.

Dès le début, on clouait le câble à la partie inférieure des bèles laissées telles quelles, mais, sous l'influence de la première poussée du toit, la bèle tournait assez souvent sur elle-même avant de se casser et, lorsque la rupture se produisait, le câble déplacé travaillait mal. Actuellement, pour éviter cet inconvénient, on emploie des bois demi-ronds, en sapin, de 0^m22 à 0^m24 de diamètre, coupés un peu en sifflet ou arrondis à leurs extrémités (croquis 1 et 2). Le câble est cloué, à l'aide d'anciens crampons de rails à bout aminci, sur la partie plate de la bèle et ses extrémités sont ensuite repliées et clouées sur la partie courbe; pour plier les câbles, on se sert d'une fourche en fer (croquis 4 et 5) qui prend appui sur la bèle au moyen de ses deux vis supérieures; à coup de marteau, on fait en sorte qu'il y ait le moins de « flou » possible aux courbures du câble. Lorsqu'on craint une poussée latérale, on ajoute, sous la bèle, un poussard en bois de 0^m08 à 0^m10 de diamètre qui est enlevé dans la suite. Parfois, sous l'action de cette poussée qui provoque une compression de la bèle et un rapprochement des têtes des montants, le câble se gondole quelque peu mais cela n'offre pas d'inconvénient; en effet, après rupture de la



bèle qui se produit peu de temps après le placement et heureusement plus vite qu'avec une bèle à section entière, le câble entre entièrement en tension; on observe que le câble pénètre dans le bois aux extrémités de la bèle. Là où la poussée latérale a été prédominante, il subsiste (croquis 3) un intervalle appréciable entre le terrain et le milieu de la

bèle tandis que les têtes des montants s'écrasent fortement et s'ouvrent; dans ces conditions, on voit que la bèle joue encore un rôle puisque, tant qu'elle résiste à la compression, elle maintient le câble sous tension, ce qui s'oppose au rapprochement des têtes des montants. Ce cas s'est principalement produit dans les plans inclinés; comme les montants d'un de ceux-ci étaient fortement écrasés et même ouverts, on dut les enlever, les câbles détendus forcèrent alors les bèles à reprendre sensiblement leur position horizontale et à venir s'appuyer sur les remblais; peu après, sans qu'on eut remplacé les montants, les câbles se remirent de nouveau en tension; aussi depuis lors établit-on les plans inclinés de la façon suivante: dans un mur peu dur, l'ouvrier trace deux rainures latérales au marteau à pointe tandis que dans un terrain plus résistant il fore, au marteau à air comprimé, une série de trous verticaux de 0^m40 de profondeur, écartés de 0^m20 à 0^m25; ensuite il fait partir une mine centrale avec ou sans mines latérales; les blocs de pierre provenant du mur servent à élever de part et d'autre du plan des « murtias » soignés et assez larges sur lesquels viennent reposer, par l'intermédiaire d'une petite pièce de bois, les extrémités des « bèles armées »; la pièce de bois a pour but de donner plus d'assise à la bèle et de la maintenir dans sa position primitive lors du tassement.

Des résultats très encourageants ont été notamment obtenus, par l'application de ce système de soutènement, dans la voie de la couche Malfaite au niveau de 575 mètres où le roulage se fait par locomotive à accumulateurs. L'exploitation dans cette couche a été entreprise au début de 1912 puis continuée assez régulièrement; il y a environ 8 mois, quand on a commencé à employer les câbles, avec bèles rondes d'abord, puis demi-rondes ensuite, la voie avait 400 mètres de longueur et exigeait pour son entretien 4 à 5 recarreurs et deux ouvriers remplaçant les bois. Actuellement, la voie mesure 650 mètres de longueur et ne nécessite plus que 2 recarreurs et 1 ouvrier. Ce n'est que lors du deuxième recarriage de la voie, soit à une centaine de mètres en arrière du front que l'on place des bèles avec câbles, distancées comme d'habitude de 1 mètre environ; cependant on les essaie maintenant au premier recarriage.

L'économie de ce système est donc évidente et, actuellement surtout, la diminution de la consommation de bois a une grande importance.

L'enlèvement des bèles armées se fait aussi facilement et de la même façon que s'il s'agissait d'une bèle ordinaire; les câbles provenant des voies sont réemployés; dans les plans inclinés, lorsqu'une bèle « a été repassée » de chaque côté de celle qui est défectueuse, on retire le bois demi-rond en le sciant à proximité des montants mais le câble, devenu lâche,

est abandonné car il est coincé à ses 2 bouts entre toit et mur-tia; généralement il est ainsi retenu au-dessus du nouveau sclimbage. »

Remplacement d'un cuvelage

par enfoncement de tours descendantes en palplanches métalliques au siège n° 17 du Charbonnage de Monbeau-Fontaine.

(Note de M. l'Ingénieur **DESSALLES**) (1).

« Le siège n° 17 du Charbonnage de Monceau-Fontaine est situé au « Bois des Vallées », à Piéton; en cet endroit, le terrain houiller est recouvert d'une trentaine de mètres de terrains tertiaires renfermant 3 niveaux aquifères. Le puits O était pourvu, dans la traversée de ces morts-terrains, d'un cuvelage en bois de 2^m70 de longueur sur 1^m65 de largeur, dont la base se trouvait à 7 mètres environ dans le terrain houiller.

Depuis quelques années, ce cuvelage devenait défectueux; il en résultait une chute assez abondante d'eau dans le puits, d'où les inconvénients suivants : augmentation de l'épuisement, mauvaises conditions de fonctionnement des câbles, difficultés d'entretien du puits, gêne pour la circulation du personnel. Ces inconvénients et la crainte d'une rupture du cuvelage décidèrent la direction à étudier son remplacement.

Différents procédés furent examinés. Le procédé par tour pénétrante offrait de grandes difficultés d'enfoncement; le procédé par congélation rencontrait un sérieux obstacle dans l'existence d'une circulation d'eau dans les sables, par suite de la présence de sources au voisinage du siège. L'idée d'enfoncer, autour du puits, des pieux Frankignoul, idée suggérée par M. l'Ingénieur Losseau, attaché par M. Vogels à l'étude et à l'exécution de ce travail, amena le Charbonnage à soumettre son projet à la Société des « Pieux armés Frankignoul » de Liège. C'est cette société qui proposa d'enfoncer à travers les terrains aquifères une tour cylindrique formée de palplanches en acier.

Des sondages préparatoires avaient donné pour les terrains surmontant le houiller, la composition suivante :

(1) Cet intéressant travail a fait l'objet d'une conférence de M. Vogels, Directeur des travaux au charbonnage susdit, à l'Association des Ingénieurs de l'Ecole de Mons, conférence qui sera publiée dans le bulletin de cette société; je ne ferai que résumer les grandes lignes de la question, renvoyant pour de plus amples détails et en particulier pour le prix de revient à la dite publication.

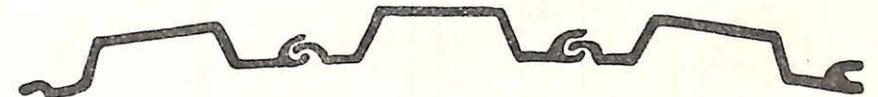
	Epaisseur	Profondeur totale
Déblais	4.30	4.30
Bruxellien : Sable argileux jaune avec gravier aquifère.	4.70	9.00
Yprésien : Argile jaune	1.60	9.00
Argile bleue	2.70	13.30
Sable gris verdâtre aquifère	7.00	20.30
Argile noire	2.30	22.60
Landennien : Sable jaune	0.60	23.20
Sable blanc	0.95	24.15
Sable verdâtre aquifère.	5.95	30.10

Houiller.

Profitant de l'expérience acquise lors du creusement du puits B, la direction fit traverser le premier niveau suivant la méthode ordinaire par palplanches en bois. On creusa ainsi le puits sur 6^m30 de diamètre et 13^m30 de profondeur; le revêtement provisoire était constitué par les palplanches soutenues par des cadres polygonaux en bois.

Pour traverser les deux autres niveaux aquifères, on adopta le projet Frankignoul. Celui-ci consistait à enfoncer à travers le 2° niveau une première tour cylindrique de 10 mètres de hauteur, formée de palplanches spéciales; puis, après avoir enlevé à l'intérieur de cette première tour, l'ancien cuvelage et les terres qui l'enveloppent, à enfoncer une deuxième tour de diamètre un peu plus faible pour traverser le troisième niveau aquifère.

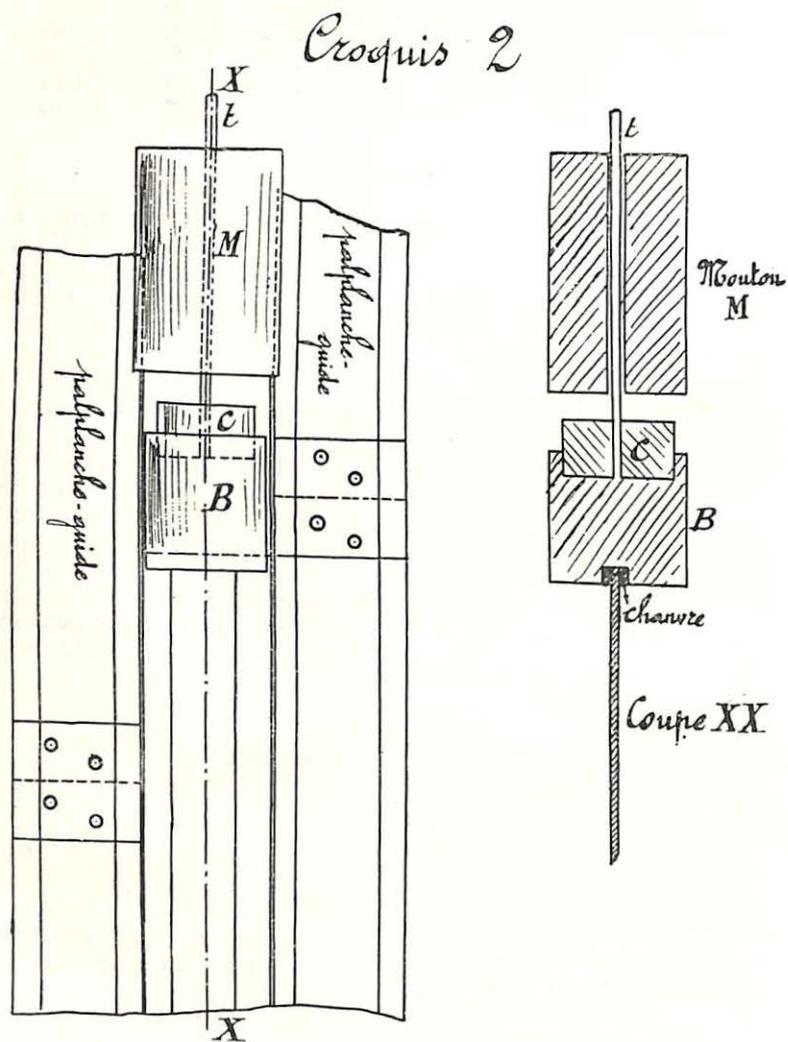
Les palplanches sont des poutrelles en acier de profil spécial représenté par le croquis 1; ce croquis montre également de quelle façon les palplanches s'assemblent l'une à l'autre pour former un cylindre complet.



Croquis 1

Les palplanches du premier cylindre furent assemblées dans la partie creusée à niveau vide et y formèrent une tour de 10 mètres de hauteur et 5^m79 de diamètre intérieur; elles devaient être enfoncées une à une en les « battant » au moyen d'un « mouton ». En vue de manœuvrer celui-ci, on établit à la surface du puits, un plancher reposant sur des galets; ceux-

ci roulaient sur un rail circulaire posé lui-même sur une couronne, en béton armé, construite à l'orifice du puits; sur le plancher, un treuil à vapeur avec embrayage à friction permettait de soulever et de laisser retomber le mouton. On « coiffait » la tête de la palplanche « battue » d'un bloc en acier B (croquis 2); ce bloc renfermait à sa partie supérieure



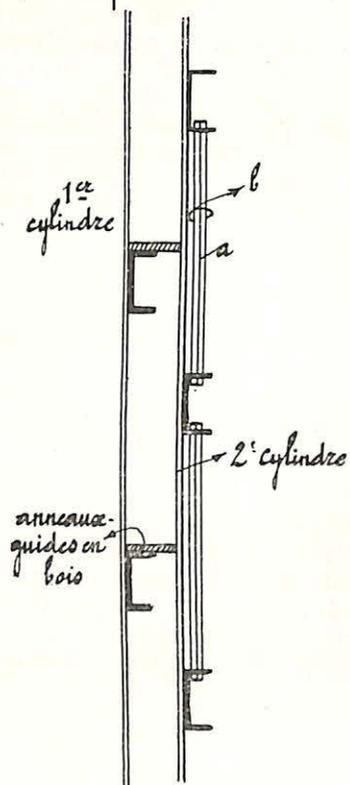
un cylindre en bois C; on interposait du chanvre dans la rainure ménagée dans le bloc pour le fixer sur la palplanche. Le mouton retombait sur le cylindre sans le déformer; le mouton M était guidé dans sa chute par une tige *t*, faisant corps avec le bloc B et, comme il avait un diamètre égal à la largeur d'une palplanche, on le guidait, en outre, par 2 segments de palplanches voisines de celle battue; on employait des moutons de poids différents. le plus lourd pesait 2,000 kg. Afin de descendre aussi verticalement que possible et de conserver la forme circulaire du cylindre, après avoir enfoncé une palplanche de 0^m60 à 0^m80, on faisait effectuer au plancher de la surface une rotation de 180° et on battait la palplanche symétrique par rapport à l'axe du puits. De plus, on guidait les palplanches de la façon suivante : Au fond de la partie creusée par palplanches en bois, on avait établi un anneau circulaire en bois, à l'extérieur des palplanches, et, à l'intérieur, on avait placé un anneau, formé par des fers I, arc-bouté au moyen de poussards en bois sur l'ancien couvage. A 4 mètres au-dessus du fond de l'avant-puits, étaient installés un guide extérieur et un guide intérieur en bois.

On put enfoncer sans grande difficulté le premier cylindre sur 9^m50 de hauteur; on faisait environ 0^m80 d'avancement par jour; on procéda alors à l'enlèvement des terres et de l'ancien couvage, à l'intérieur des palplanches métalliques. En descendant, on calfatait les joints avec du chanvre goudronné. Au fur et à mesure de la descente, on plaçait, à l'intérieur des palplanches, des cercles en fer pour maintenir la forme du cylindre. Mais on constata bientôt que la section n'était pas restée constante et qu'elle diminuait en profondeur sous l'action de la poussée extérieure; aussi, au niveau de 23 mètres, la section, par suite de la mobilité relative des palplanches, avait pris une forme étoilée de 5^m16 de diamètre intérieur.

Comme on se proposait d'avoir, après bétonnage, un diamètre intérieur d'au moins 4^m20, on ne pouvait enfoncer le deuxième cylindre comme le premier. On résolut donc de faire suivre de près l'enfoncement, par l'enlèvement des terres, de façon à guider constamment par des anneaux de fer, la deuxième tour descendante.

Les palplanches destinées à former cette dernière, longues de 12 mètres, furent assemblées au fond de la première tour; afin de permettre le passage du mouton, d'ailleurs modifié, on ne put donner que 5 mètres de diamètre à la deuxième tour; on établit, à l'intérieur des anneaux en fer (voir croquis 3), maintenus à des distances invariables par des tirants

Croquis 3



a, qui les empêchent de s'écarter, et des tuyaux *b* concentriques qui n'en permettent pas le rapprochement.

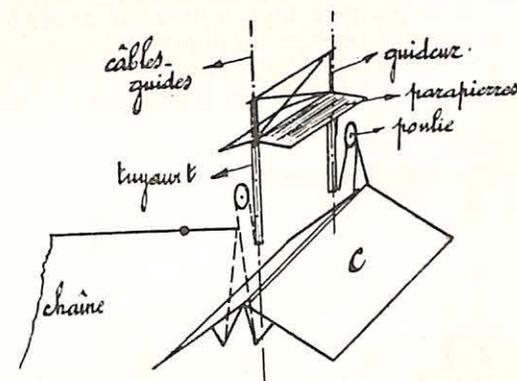
A l'extérieur, la tour était guidée par des anneaux en fer des premières palplanches.

Quand la tour était enfoncée de 0^m80 environ, on déblayait à l'intérieur, on plaçait un cercle à sa base, puis on l'enfonçait de nouveau. Malgré l'adoption de ce système, les palplanches, bien que biseautées vers l'extérieur, à leur base, tendaient à se rapprocher du centre du puits, et on dut, vers la fin du travail, enfoncer à l'avant des palplanches, entre le dernier anneau et celles-ci, des coins qui les forçaient à dévier vers l'extérieur. On fit ainsi pénétrer la deuxième tour de 1 mètre environ dans le terrain houiller; le diamètre conservé à la base était d'environ 4^m80.

Pour l'enlèvement des déblais, le cuffat était suspendu suivant un système préconisé par M. Vogels pour éviter les rotations.

Au niveau du sommet de la deuxième série de palplanches, on avait établi un plancher pour diriger le mouton; ce plancher servait aussi de plancher de protection pour les ouvriers; il était pourvu de clapets *C* s'ouvrant sous le poids du guideur du cuffat, grâce à un dispositif imaginé par M. Losseau et représenté en perspective par le croquis 4. Le guideur pourvu

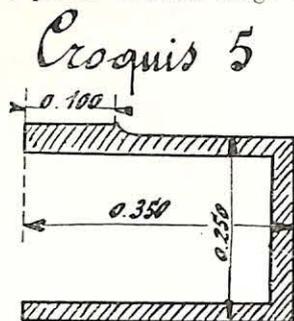
Croquis 4



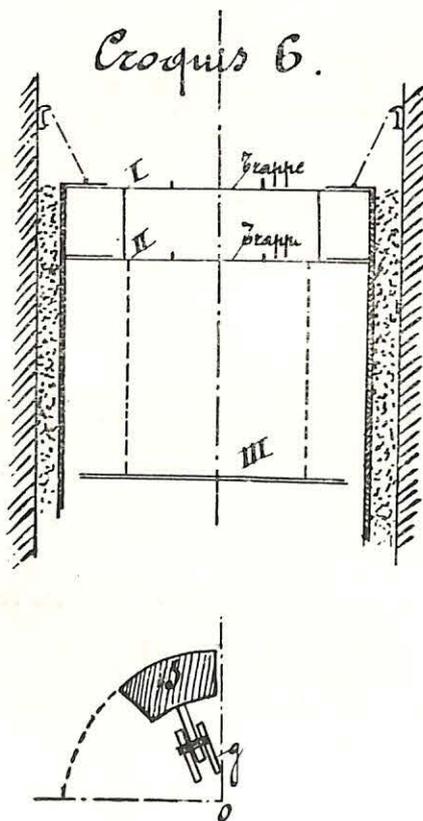
d'un parapierre, en venant reposer sur les tuyaux *t*, soulève les clapets *C*; deux leviers *L* chargés à l'extrémité du grand bras d'une chaîne-contrepois, aident le curseur dans l'opération du soulèvement; des cordes descendant de l'extrémité des leviers au fond du puits permettent de lever les trappes à la main. Outre son automaticité, ce dispositif a comme avantage de diminuer les chocs sur la patte du câble, lors de la reprise du « guideur » à la remonte.

Bétonnage. — Le terrain houiller ayant été recoupé à 30^m10 par les palplanches, elles furent enfoncées, comme je l'ai dit, de 1^m00 environ dans le houiller. On agrandit alors le puits par creusement ordinaire en descendant jusqu'à 10 mètres dans le houiller. Au niveau de 40 mètres, on installa sur une assise en béton, une trousse en fonte de 4^m00 de diamètre intérieur,

composée de segments ayant la forme ci-contre (croquis 5), comportant une partie dressée large de 10 centimètres, afin



d'y poser éventuellement un cuvelage en fonte; à l'arrière de la trousse, on fit un picotage en bois, suivant le procédé classique. Alors on put commencer le bétonnage en laissant au puits un diamètre intérieur de 4^m30 environ. Ce travail a été fait sans maintenir les eaux à l'arrière des palplanches, en ména-



geant, à travers celles-ci, une ouverture dans laquelle passait un tuyau qui fut rempli de ciment, lorsque le travail fut terminé. Le bétonnage s'exécuta suivant un procédé analogue à celui usité pour le puits n° 19. Les ouvriers se tenaient sur un plancher I, en bois, assez léger; ce plancher est suspendu, par l'intermédiaire de deux mouffes à des poutrelles placées à la surface; les cordes de ces mouffes s'enroulaient sur des treuils à bras; pendant le travail de bétonnage, le plancher était amarré par des chaînes à l'un des cadres circulaires placés à l'intérieur des palplanches; dans les chaînes étaient intercalés des tendeurs analogues aux tendeurs de wagons, afin de régler exactement la position des planchers. Ce plancher est extensible grâce à la présence de 8 secteurs mobiles pouvant glisser dans des glissières *g*; à un mètre sous ce plancher, s'en trouve un second, dit plancher de sûreté, analogue au premier et réuni à celui-ci par une charpente en bois; ces planchers maintiennent les panneaux de bétonnage; ces derniers, au nombre de 11, pour un diamètre de 4^m30 étaient formés par de simples planches de 1^m00 de hauteur, 0^m20 de largeur et 0^m02 d'épaisseur, juxtaposées, réunies par des fers plats qui laissent aux panneaux une certaine flexibilité; les différents panneaux étaient réunis par de petites planches clouées.

A 10 mètres sous ce plancher de sûreté, s'en trouvait un troisième (III), suspendu aux deux premiers par des chaînes, c'était le plancher de reprise des cintres; on y avait accès par le cuffat, à travers des trappes ménagées dans les deux planchers supérieurs. Les chaînes du plancher III pouvaient être rattachées aux cadres des parois.

A 10 mètres au maximum au-dessus du plancher I on maintenait le plancher de protection suspendu à deux treuils, plancher que j'ai déjà décrit dans la partie creusement.

Le bétonnage se faisait au moyen de pilonneuses à air comprimé. Le béton était préparé au moyen d'une bétonnière construite par l'Ingénieur Losseau; dans cette machine, le dosage de ciment et de gravier se fait par un dispositif analogue au distributeur des machines à agglomérés; deux vis hélicoïdales à pas inverses, convenablement calculés, amènent l'une le ciment, l'autre le gravier; le mélange était additionné d'eau pendant qu'il tombait dans une trémie à chicanes conduisant au cuffat. A l'intérieur du puits, le béton était recouvert d'un plafonnage de 2 centimètres d'épaisseur fait avec du ciment additionné d'un produit spécial appelé « steganos » dont je ne connais pas la composition chimique, mais qui paraît être à base de goudron — et qui jouit de la propriété d'imperméabiliser le béton, tout au moins jusqu'à des pressions d'une atmosphère.

Ce travail, bien qu'étant le premier de l'espèce exécuté par

la Société Frankignoul, a marché assez rapidement, sans que le prix de revient en soit excessif.

Il semble que ce procédé pourra être appliqué avec plus de facilité pour le creusement de nouveaux puits, à travers des épaisseurs de morts-terrains relativement faibles. »

BIBLIOGRAPHIE

Utilisation des déchets de mines et de mauvais combustibles, par

M. F. BLACHE, ingénieur civil des Mines, chef du service des Usines de la Société des Mines de Montrambert.

(*Bulletin de la Société de l'industrie minière*, 1^{re} livr. de 1919).

La question de l'utilisation des mauvais combustibles était déjà, à la veille de la guerre, l'objet de recherches suivies; elle est de plus en plus à l'ordre du jour, surtout après les odieuses dévastations allemandes qui ont, pour de longues années, réduit considérablement la production du Nord et du Pas de Calais.

M. Blache, qui dès 1910, dans le *Bulletin de l'Industrie minière*, avait mis en lumière l'importance de l'utilisation des déchets et mauvais combustibles, indique aujourd'hui comment le problème a été résolu à Montrambert : il s'agit d'un charbon à 42.50 % de cendres, riche encore en matières volatiles, mais collant et à cendres moyennement fusibles. Ces charbons de Montrambert sont des combustibles à 36 % de matières volatiles (chiffres ramenés au charbon pur); cette teneur est encore de 18 à 20 %, dans les combustibles impurs soumis aux essais.

Le traitement direct du combustible au gazogène échoua par suite des propriétés physiques de ces charbons collants, qui provoquaient des agglomérations dans les gazogènes.

La solution, qui a été couronnée de succès, a consisté à scinder le traitement en deux parties : d'une part, le combustible cendreux est transformé en coke dans des fours à carneaux horizontaux, avec récupération des sous-produits et utilisation des chaleurs perdues; d'autre part, le coke impur (à 50 % de cendres) est traité au gazogène; les gaz alimentent un moteur commandant une installation électrique.

M. Blache, après avoir exposé les bilans thermique et chimique de l'installation, indique les résultats industriels : l'usine d'essais de la société de Montrambert est en marche continue depuis juin 1918 et assure d'une façon régulière les services électriques de la division de Montrambert en rejetant un excédent sur le réseau général de la Compagnie électrique de la Loire et du Centre. La fourniture mensuelle est de 200,000 kilowatts-heure; M. Blache établit que le KWH. est produit par la gazéification de moins de 1 k. 500 de coke à 50 % de cendres.

M. Blache termine sa note par des conclusions dont nous extrairons celle qui nous paraît d'application la plus immé-

diate et qui vise l'industrie houillère : « Le point de départ de toute installation industrielle d'utilisation de déchets, doit être une centrale à gaz de gazogène tirant du combustible tous les produits utilisables au point de vue chimique et thermique.

Pour l'industrie houillère, cette centrale sera étudiée en vue de l'utilisation sur place des déchets et mauvais combustibles, qui ne peuvent être transportés. Les gaz produits pourront, après récupération des sous-produits, être utilisés, soit dans des moteurs à gaz, soit sous des chaudières pour la production de la force motrice. On libérerait de cette façon 7 à 8 % de la production houillère qui sont employés aux services de l'exploitation et qui pourraient être réservés à d'autres usages.

La force ainsi produite serait bien supérieure à celle qui est nécessaire à la marche d'une exploitation et l'on conçoit facilement dans un district minier la création de centrales à gaz et de centrales électriques utilisant tous les mauvais combustibles et alimentant non seulement les services des exploitations, mais fournissant leurs excédents sous ces deux formes aux industries qui vivent et pourraient se développer dans leur voisinage. »

La note de M. Blache donne la solution d'un cas déterminé du problème; les données varient avec les combustibles à traiter; elle peut fournir de précieuses indications à tous les chercheurs et la publication de cette note rendra à tous de grands services.

AD. B.

Quelques questions d'avenir dans l'industrie minière, par le capitaine

LANGROGNE, ingénieur au corps des Mines, à Metz. (*Bulletin de l'industrie minière*, 1^{re} livraison de 1919).

Cette note constitue le premier chapitre d'un travail où l'auteur se propose d'étudier l'application de la méthode Taylor à la mine; un décret du 30 juin 1918 a institué au ministère français du commerce une *Commission technique permanente de standardisation* qui a pour mission d'assurer l'unification des types dans la construction mécanique et métallique, de grouper toutes les études déjà entreprises dans cette voie et de proposer toutes les décisions propres à ce résultat. Cette commission a un programme extrêmement vaste, puisqu'elle s'adressera à toutes les branches de l'industrie.

La diversité incroyable du matériel et des matériaux tendant au même but (rails, profilés, tôles, berlines, moteurs, etc.) est aussi fâcheuse pour le constructeur qui ne peut fabriquer en série que pour le consommateur qui est soumis au caprice de son fournisseur : un effort d'unification, de standardisa-

tion s'impose et entraînera une amélioration certaine dans la situation économique des industries où il sera couronné de succès. Aussi, ces efforts sont-ils encouragés par les autorités officielles.

En ce qui concerne les mines, sous l'impulsion du ministère et du Comité des houillères de France, les mines envahies se sont constituées en un groupement qui établit le programme des travaux à exécuter pour la reprise des exploitations. Un comptoir central effectue les achats de machines; les pompes de dénoyage, les treuils divers, les moteurs sont réduits à quelques types étudiés et choisis.

Après la catastrophe qui a atteint les mines du Nord et du Pas de Calais et a fait disparaître momentanément les tendances particularistes, ce groupement a le plus de raison d'arriver à ses fins.

Des essais de groupements régionaux d'achats pour les houillères de chacun des autres arrondissements minéralogiques français, créés fin 1917, donnèrent peu de résultat en ce qui concerne l'unification d'outillage.

M. Langrogne croit que ces échecs sont dû à ce que le problème d'unification n'a pas été suffisamment étudié. Il faut définir standardisation comme l'unification *sur un type constituant le modèle du genre*. Il faut donc que le modèle existe, que ses qualités aient été vérifiées et soient indiscutables.

Comment un industriel consentira-t-il à modifier, par exemple, une berline qu'il a adoptée après études pour adopter, dans le seul but d'unification, un type imposé qu'il ne connaît pas ?

C'est pourquoi il faut au groupement un centre d'études en contact permanent avec les industriels en cause, non point un laboratoire fermé, mais un organe vivant et mobile qui utilise comme champ d'expériences les exploitations elles-mêmes : la standardisation ne doit pas résulter de la contrainte, mais de la conviction.

Etendant le problème et quittant le domaine du matériel technique, M. Langrogne esquisse l'application de la standardisation au chapitre des ventes, dénominations commerciales, taxations, salaires; il arrive à envisager l'avenir de l'industrie et à prévoir d'autres réformes d'ordre économique : constitution de puissants cartels de producteurs, égalisation régionale des salaires, etc.

L'auteur conclut que les houillères doivent se communiquer les fruits détaillés de leur expérience personnelle et ouvrir toutes grandes leurs portes aux chercheurs, laissant la voie libre au progrès. Il préconise une station centrale d'essais, dont le programme serait étendu à tous les problèmes pratiques qui se posent dans l'industrie minière. Le projet est grandiose et mérite d'être mûri.

AD. B.

La situation des industries en Belgique, en février 1919, après les dévastations allemandes.

(Publication du Ministère Belge de l'Industrie, du Travail et du Ravitaillement.)

Cette brochure donne le résultat d'une enquête faite, à la demande de M. le Ministre Wauters, par l'Administration des Mines et par l'Inspection du Travail ; elle décrit, en un tableau sobre mais véritablement navrant, l'état de détresse où se trouve notre pauvre pays au lendemain de l'odieux régime de l'occupation allemande.

Le pillage systématique, la destruction froide, cynique, méthodique de nos moyens de production, la paralysie complète de toute notre organisation industrielle y sont exposés par un ensemble de témoignages accablants.

Le rapport comprend deux parties : la première vise les industries relevant de l'Administration des Mines (charbonnages, cokeries, usines métallurgiques et carrières) ; la seconde, toutes les autres industries, ressortissant à l'Inspection du Travail.

Nous nous attacherons plus spécialement, pour nos lecteurs, à résumer la première partie, en faisant de larges emprunts au préambule dont M. le Directeur Général des Mines J. Libert, fait précéder les extraits les plus intéressants des rapports des Ingénieurs en chef des neuf arrondissements miniers.

Passons en revue les différentes industries du groupe des mines.

A. — Charbonnages.

Cette industrie est celle qui a peut-être le moins souffert, ayant pu continuer à fonctionner pendant l'occupation et ayant échappé à la sauvage destruction opérée dans les mines du Nord de la France, destruction que les Allemands se proposaient bien d'appliquer aux mines belges si l'armistice n'était intervenu avant qu'ils n'aient pu mettre leurs desseins à exécution.

Le tableau ci-dessous indique comment la production est tombée en 1918 à un taux représentant 60 % du tonnage extrait en 1913.

Production en tonnes métriques.

ANNÉES	Couchant de Mons	Centre	Charleroi	Namur	Liège	Le Royaume
1913	4,406,550	3,458,640	8,148,020	829,900	5,998,480	22,841,590
1914	3,578,840	2,701,550	5,764,410	534,180	4,135,070	16,714,050
1915	3,310,200	2,573,430	3,875,690	410,660	4,007,520	14,177,500
1916	3,705,540	3,212,860	5,223,970	497,150	4,223,350	16,862,870
1917	3,869,680	2,785,400	4,671,240	437,870	3,155,510	14,919,700
1918	3,281,720	2,559,610	4,493,630	374,440	3,112,530	13,821,930

Le manque d'explosifs, d'huiles et graisses, de chevaux, de câbles d'extraction, de machines, de moyens de transport, crée autant de difficultés à vaincre pour revenir progressivement à l'ancienne production.

Quant au bassin de la Campine, la guerre en a sérieusement retardé la mise à fruit ; un seul siège (Winterslag), où la recoupe du terrain houiller devait se faire avec une certaine solennité le 4 août 1914, a pu poursuivre ses travaux et a extrait le premier charbon du bassin (11,640 tonnes en 1917, 65,670 tonnes en 1918) ; les travaux de la plupart des autres concessions ont dû être interrompus et, pour plusieurs, l'impossibilité de se procurer actuellement les pièces de cuvelage, les machines de toute espèce, les charpentes, etc., entraînera de longs retards.

B. — Fours à coke.

La production est tombée au 1/7 de sa valeur normale, comme le montre le tableau ci-dessus :

Production en tonnes métriques.

ANNÉES	Hainaut	Liège	Autres provinces	Le Royaume
1913	2,200,180	877,130	445,690	3,523,000
1914	1,406,460	595,210	?	2,001,670
1915	424,460	90,140	»	514,600
1916	667,530	124,820	»	792,350
1917	648,210	27,830	»	676,040
1918	509,150	13,060	»	522,210

Les fours à coke qui ont fonctionné pendant l'occupation ou ont été entretenus sont en état de reprendre prochainement leur service ; beaucoup n'ont pas été entretenus ; d'autres ont été démolis par les allemands (à Cockerill, notamment) ; beaucoup ont eu toute leur installation de récupération enlevée ou détruite.

Certains fours, notamment dans le bassin de Liège, utilisaient des mélanges de charbons belges et de charbons étrangers plus riches en matières volatiles : ils ne pourront être remis à feu que lorsqu'on disposera de ces charbons.

C. — Fabriques d'agglomérés.

Les fabriques d'agglomérés ont été généralement respectées par le pouvoir occupant ; la plupart de ces fabriques devaient d'ailleurs fournir les briquettes nécessaires à l'alimentation des locomotives circulant sur le réseau.

Production en tonnes métriques.

ANNÉES	Hainaut	Namur	Liège	Autres Provinces	Le Royaume
1913	1,864,200	171,010	453,350	120,000	2,608,640
1914	1,371,480	128,730	299,490	?	1,799,700
1915	968,470	135,220	386,410	»	1,409,100
1916	1,300,850	166,710	468,260	»	1,935,820
1917	707,690	70,130	204,110	»	981,930
1918					

D. — Usines sidérurgiques.

C'est surtout dans cette industrie que la rage destructrice des Allemands s'est révélée ; donnons d'abord le tableau d'ensemble présenté par M. le Directeur Général Libert :

« En règle générale, les usines sidérurgiques, qui n'ont pas fonctionné pendant l'occupation allemande, ont été détruites ou tout au moins fortement saccagées.

Parmi celles qui ont été réquisitionnées par le pouvoir occupant, il en est aussi qui ont été partiellement détruites dans les derniers temps. Il paraît hors de doute que nos ennemis ont saccagé nos usines, principalement dans le but d'empêcher la renaissance industrielle du pays.

La situation de l'industrie sidérurgique est, dans son ensemble, réellement lamentable.

Des usines importantes, telles que celles de Thy-le-Château, Monceau-Saint-Fiacre, Bonnehill, Thiébaud ont été totalement détruites.

D'autres, telles que la Providence, Clabecq et la plupart des grandes usines du bassin de Liège, ont subi des mutilations importantes ; des hauts fourneaux ont été démolis en tout ou en partie, des trains de laminoirs ont été détruits et des aciéries ont été saccagées.

Pour celles qui ont été détruites, il est impossible, même approximativement, de dire quand elles pourront être reconstruites et mises en état de fonctionnement.

Pour celles qui n'ont été que partiellement saccagées, on s'efforcera de réparer et de remettre en activité les parties restées debout.

Ces usines pourront généralement, après quelques mois de réparations, reprendre une partie de leur ancienne activité. Quelques usines, mais c'est le petit nombre, ont peu ou point souffert. Elles peuvent, dès maintenant, fonctionner ou seront remises en marche dans quelques mois.

Pour aider à la reprise de cette importante branche de l'industrie, il est nécessaire notamment :

- 1° D'activer le rétablissement des moyens de transport ;
- 2° De faire en sorte que les usines puissent remplacer, le plus tôt possible, les appareils et machines de toutes espèces qui leur ont été enlevés ;
- 3° De faire savoir aux industriels, quand et dans quelles conditions, ils pourront être indemnisés ».

Le tableau de la production indique la disparition complète, à partir de 1917, de notre industrie sidérurgique :

Production de fers et d'aciers finis (en tonnes métriques).

ANNÉES	Hainaut	Liège	Luxembourg	Namur	Autres Provinces	Le Royaume
1913	1,189,650	896,360	» (1)	31,030	107,020	2,224,060
1914	641,560	519,860	»	14,870	62,490	1,547,410
1915	76,590	85,580	»	»	2,200	164,370
1916	130,945	90,260	»	»	2,130	200,821
1917	»	»	»	»	»	»
1918	»	»	»	»	»	»

(1) Le Luxembourg ne produit que de la fonte.

Mais lorsque l'on feuillette les rapports des ingénieurs en chef directeurs des arrondissements donnant la situation particulière des usines, on contient avec peine son indignation.

Citons quelques exemples :

3^e arrondissement (Centre). Rapport de M. l'Ingénieur en chef LIBOTTE.

Laminoirs de La Croyère, à La Louvière. — Cet établissement, simple transformateur de mitrailles de fer et de demi-produits d'aciers en fers marchands et aciers marchands, a été, peut-on dire, complètement supprimé au cours de l'occupation.

Il devra subir une réédification totale pour pouvoir être mis en activité et ce, à une époque qu'il est impossible de déterminer.

Usines Charles Vermot, Valère Mabille et R. Pelgrims, à Morlanwelz. — Ces établissements peuvent être considérés comme entièrement supprimés par suite de l'enlèvement de tout le matériel par l'autorité occupante. Aucune précision ne peut être émise quant à la réédification et la remise en activité.

4^e arrondissement (Charleroi) rapport M. l'ingénieur principal GHYSEN :

Usines de la Providence. — Il reste à la division de Dampremy, un haut fourneau non démoli ; toutefois, les conduites à gaz ont été enlevées. Il faudra *trois ou quatre mois*, pour les mettre en ordre de marche, à partir du moment où les tôles nécessaires à la construction des conduites pourront être commandées.

Usines de Thy-le-Château. — Elles sont pour ainsi dire entièrement démolies, et il est impossible de prévoir quand on pourra recommencer la fabrication.

Usines de Monceau-Saint-Fiacre. — Seule l'aciérie n'est pas démolie ; il faudra *sept ou huit mois* pour que l'on puisse y travailler, à condition bien entendu d'avoir des matières premières.

Usines Bonehill. — La division de Marchienne est complètement démolie ; il en est de même de celle de Hourpes où seule la batterie des fours à coke est intacte. On compte la mettre à feu d'ici deux ou trois mois.

Laminoirs Thiébaud. — Ils sont entièrement démolis.

Fabrique de fer de Charleroi. — Il reste un seul train à tôle fines, que les allemands ont exploité ; il est en fort mauvais état et exige des réparations importantes ; on est occupé à le démonter ; les fours doivent être démolis et reconstruits ; l'usine possède les briques réfractaires nécessaires ; il faut sept à huit mois avant de pouvoir recommencer la fabrication avec ce seul train, si on trouve un moteur pour le commander.

5^e arrondissement à Charleroi. Rapport de M. l'ingénieur en chef PEPIN.

Les Hauts fourneaux du Sud de Châtelineau et de l'Usine de Moncheret sont en grande partie détruits.

Aux Usines de Sambre-et-Moselle, les Allemands ont enlevé presque toutes les canalisations électriques, les cuivres, les bronzes et les pièces de rechange. Les usines principales, situées à Montigny-sur-Sambre, n'ont pas fonctionné pendant la guerre. Les laminoirs à tôles du Phénix, à Châtelineau, ont été réquisitionnés en janvier 1916 par les Allemands, qui y ont exploité, jusqu'au moment de l'armistice, le train à tôles moyennes. En 1918, les Allemands ont démoli une partie de cette usine.

Les Usines du Hainaut sont à peu près intactes. Elles ont été réquisitionnées fin 1917, par les Allemands, qui ont remis en service deux hauts-fourneaux, les aciéries Thomas et Martin, et les laminoirs. Ces usines ont relativement peu souffert. Toutefois, les deux hauts-fourneaux précités (qui sont les plus petits) demanderont des réparations importantes. Les deux grands hauts-fourneaux sont en ordre de marche.

Les laminoirs du Marais, qui ont été en activité pendant l'occupation allemande, sont presque intacts.

Les laminoirs de Châtelet ont partiellement travaillé pendant la guerre ; ils ont relativement peu souffert.

L'aciérie Brachot a chômé complètement pendant la guerre ; elle est relativement bien conservée. La direction de cette usine a pu récupérer certaines machines, qui avaient été enlevées.

Usines de Clabecq. — L'usine est complètement démolie ; trois à quatre cents ouvriers sont occupés au nettoyage des ruines.

La direction déclare ne pouvoir indiquer, même approximativement, la date à laquelle une reprise, même partielle, du travail pourra se faire.

Usines Henricot, à Court-Saint Etienne. — La fonderie de fer a travaillé d'une façon intermittente pendant de très courtes périodes à l'achèvement de cuvelages destinés aux charbonnages de la Campine.

Les usines sont inactives par suite du manque de matières premières et aussi parce que la majeure partie de l'outillage a été enlevée par les Allemands.

La direction est parvenue à récupérer une partie du matériel et si les fontes nécessaires ainsi que les commandes arrivaient, l'usine pourrait être remise partiellement en marche en avril prochain.

6^{me} arrondissement (provinces de Namur et Luxembourg). Rapport de M. l'ingénieur en chef BOCKHOLTZ.

Les usines ont beaucoup souffert ; celles de Marche-les-Dames, Thy-le-Château, Athus, Halanzy, Musson ont été systématiquement détruites à des degrés divers et il se passera de longs mois avant qu'elles puissent être remises en activité.

Pour conserver le souvenir de ces destructions systématiques, je décrirai sommairement les dégâts commis par les Allemands.

Les deux hauts-fourneaux de Musson sont démolis jusqu'au niveau du creuset ; tous les appareils Cowper rasés, les chaudières à vapeur,

les machines enlevées ; les dynamos, moteurs électriques, tableaux de distribution, canalisations et accessoires divers disparus.

A Halanzy, un haut-fourneau est complètement détruit, le second en partie. Les neuf appareils Cowper sont démolis ainsi que toutes les conduites de gaz, d'eau et de vent. Quatre locomotives ont disparu. Comme appareils à vapeur, il reste en tout trois chaudières et une machine soufflante partiellement épargnées.

L'usine d'Athus a moins souffert bien que les dégâts y soient encore considérables. Dans la division des hauts-fourneaux, on a, à part quatre transformateurs, enlevé ou brisé tout l'appareillage électrique, deux machines soufflantes, des moteurs de pompe, les tuyères, les moteurs commandant les racloirs des économiseurs, une partie des tuyauteries de vapeur. Dans la division de l'aciérie et du laminoir, on a pris toutes les pièces en cuivre et en bronze, les lignes de trolley, les machines pour la préparation de la dolomie, etc. Plusieurs machines-outils de l'atelier de réparation, cinq locomotives, les wagons sont disparus.

A l'aciérie de Marche-les-Dames, tout l'outillage et presque tout le matériel ont été enlevés.

A la Compagnie générale des Aciers à Thy-le-Château, seule la salle des machines et quelques machines-outils ont échappé aux réquisitions.

Aux usines Saint-Eloi, l'appareillage est en grande partie enlevé ou détruit.

Seule l'usine à cuivre de Warnant a été relativement épargnée. On n'y a pris que deux machines, les matières premières et fabriquées.

8^{me} arrondissement (Liège). Rapport de M. l'Ingénieur en chef JULIN.

Société anonyme d'Athus-Grivegnée. — La société, expulsée de ses établissements en novembre 1916, en a repris possession le 12 novembre 1918 ; la direction a constaté alors que le haut-fourneau et ses appareils accessoires avaient été entièrement démolis et que la centrale électrique de 5,000 chevaux, ainsi toute l'installation du laminoir à tôles fortes avaient disparu. Depuis la reprise en possession de l'usine, environ 400 ouvriers y sont employés aux nettoyages, aux inventaires et aux réparations. Actuellement, on pourrait réactiver deux fours Martin de 25 tonnes, un laminoir à

barres et un laminoir à tôles ; en outre, dans un ou deux mois, on pourrait remettre à feu un troisième four, et activer deux petits laminoirs à aciers marchands. Mais pour cela, il faudrait que l'usine reçoive, ce qu'elle attend avec impatience : des charbons à gaz (30 p. c. de matières volatiles) provenant des charbonnages de Flénu ou d'Angleterre.

Société anonyme des Aciéries d'Angleur. — Usines de Selessin, à Tilleur et de Renory, à Angleur. — Dans l'usine de Renory, deux trains moyens ont été démontés et emportés.

L'usine de Renory pourrait être remise en partie en activité, si elle recevait les matières premières, au sujet de la fourniture desquelles la Société a engagé des pourparlers, qui aboutiront bientôt, sans doute.

Quant à l'usine de Tilleur, ses fours à coke, deux hauts-fourneaux et deux cornues Thomas pourraient être remis en service très prochainement, si les Aciéries d'Angleur pouvaient recevoir les matières premières, particulièrement les minerais, les charbons à coke et du coke.

En ce qui concerne les laminoirs, qui constituent la partie vitale de l'usine de Tilleur, il faudra nécessairement plusieurs années pour les rétablir, parce que la plus grande partie de ces installations : machines, laminoirs, outillages, a été démontée par les Allemands.

9^{me} arrondissement (Liège). Rapport de M. l'Ingénieur en chef LEDOUBLE.

Établissements Cockerill, hauts-fourneaux. — Des 7 hauts-fourneaux que possédait la Société, 2 sont complètement rasés avec tous leurs accessoires ; 3 sont en grande partie démolis de même que les Cowper qui les alimentent ; 2 restent complets et doivent être simplement remis en état.

Il ne peut être présumé d'époque à laquelle la reprise normale du travail des 5 hauts-fourneaux détruits sera possible.

Aciéries. — La Société possède actuellement 2 fours Martin, dont 1 seul est en bon état, 2 mélangeurs, dont 1 démolé, 1 convertisseur, 16 fours à réchauffer, 4 laminoirs, 4 pilons, 32 pits et 1 four électrique. Les Allemands ont détruit 3 fours à acier, 4 convertisseurs, 6 fours à réchauffer, 6 laminoirs, etc., indépendamment d'un très grand nombre de machines qui ont été enlevées.

La Direction espère pouvoir, dans les trois mois, commencer un travail partiel avec un seul four Martin, pour autant, naturelle-

ment, qu'on puisse recevoir les matériaux réfractaires nécessaires à la remise en ordre du four; mais il ne peut être prévu de délai pour la reprise du travail normal.

Usines d'Ougrée-Marihaye, hauts-fourneaux. — Il existait deux groupes de 4 hauts-fourneaux. Le premier groupe est complètement démoli (fourneaux, Cowper, appareils d'épuration, etc.). Les 4 hauts-fourneaux du second groupe sont intacts, mais les appareils de chargement, ponts roulants, trémies et une partie des tuyauteries ont été démontés. On compte pouvoir réfectionner cette batterie de manière à pouvoir mettre un haut-fourneau à feu dès le courant du mois de mai; un second serait remis en service un mois plus tard, les 2 autres dans un temps indéterminé. Il est évident que la remise à feu des 2 hauts-fourneaux n'aura lieu dans les délais susdits que si la Société parvient à constituer un stock de minerai suffisant et si elle a la certitude de l'arrivée régulière des charbons et des minerais.

L'installation de la soufflerie et la centrale électrique ont également souffert de l'occupation. Des 6 machines soufflantes, 5 ont été démolies, l'autre est partiellement démontée.

Dans la centrale électrique, un moteur de 1,500 HP. a été démoli, de même que les tableaux de distribution et les barres conductrices du courant. De nombreux câbles électriques ont été enlevés. Quoi qu'il en soit, la soufflerie et la centrale pourront être remises, dans un délai de trois mois, en état de fonctionner, au quart de la puissance produite avant la guerre. Leur réfection complète est subordonnée à la réception de machines et de matières premières commandées à l'étranger. Les hauts-fourneaux emploient actuellement 350 ouvriers occupés à des travaux de nettoyage et de réparations.

Acieries. — A cette division, les ravages sont considérables. Une installation de 4 fours Martin, qui a été utilisée par l'occupant, est restée à peu près intacte. Un de ces fours fonctionne actuellement, il produit 40 tonnes d'acier par jour. Des matières premières manquent pour permettre de réparer les trois autres fours. On espère cependant que, dans deux ou trois mois, les fours seront réfectionnés; la production s'élèvera alors à 160 tonnes.

Un gros laminoir (train de 500), un laminoir à petits fers (cornières, poutrelles) et un laminoir de la tréfilerie sont indemnes, ayant été utilisés par l'occupant. Ils sont en marche actuellement. On y lamine les 40 tonnes d'acier produits par le four Martin qui est à feu.

Tous les autres laminoirs, ainsi que leurs accessoires, sont démolis, totalement ou en partie. Les convertisseurs servant à la fabrication de l'acier Thomas sont partiellement démontés, les blooming ont disparu; de même, ont été enlevés 179 moteurs électriques, 18 chaudières à vapeur, des machines à gaz et à vapeur d'une puissance totale de 8,300 HP, 18 ponts roulants, 1,900 mètres carrés de surface de halles, des locomotives, machines-outils, etc.

L'usine à bandages est complètement rasée. Dans l'usine à fer-blanc, le four à réchauffer et les laminoirs ont disparu. Tout a été systématiquement détruit, même les fondations des machines, afin de retarder la remise en marche de l'usine. On conçoit qu'il faudra beaucoup de temps pour réparer un tel désastre et que la production devra forcément être limitée aux 160 tonnes susdites pendant plusieurs mois.

La direction ne peut fixer de délai pour une reprise plus conséquente de la division. Des matières premières et des machines ont été commandées à l'étranger, mais leur fourniture est liée à une question de délai de fabrication et de transport. On pourrait évidemment espérer une reprise assez rapide de l'usine, si on parvenait à mettre à sa disposition des machines réquisitionnées dans la partie occupée de l'Allemagne et analogues à celles qui ont été enlevées.

La division des aciéries occupe aujourd'hui 1,200 ouvriers, la plupart faisant des travaux de déblayage des halles et de réfection de bâtiments, voies ferrées, machines, etc.

Société anonyme d'Espérance-Longdoz, à Seraing. — Deux fourneaux ont été simplement dépouillés de leurs tuyères en cuivre et de leur tuyauterie. Ils pourraient toutefois, toute autre considération à part, être remis à feu d'ici à deux mois, si l'on parvenait à les munir de tuyères, fût-ce en acier? La question est à l'examen. Le troisième fourneau doit être considéré comme perdu. Tout le gueulard (appareils de chargement, etc.) est enlevé, de même que la cuve avec ses accessoires; les appareils Cowper de ce fourneau sont démolis. La reconstruction prendra un an à partir du moment, encore inconnu, où l'on disposera des matériaux nécessaires.

La centrale électrique est restée en activité et n'a pas souffert; mais, dans l'usine, toutes les lignes et environ 80 moteurs ont été enlevés. Il en est de même des wagons de service intérieurs pour le transport des minerais. Quoi qu'il en soit, on pourrait prévoir la remise en service assez rapide de deux fourneaux, n'étant l'absence complète, pour un temps indéterminé, de toutes matières premières.

Les fines à coke du pays sont trop maigres pour fournir un bon coke et les usines du bassin traitaient des mélanges de fines belges et allemandes. Le fret est encore prohibitif pour l'importation des fines anglaises. Cependant, la question de beaucoup la plus grave, est celle du minerai. Celui-ci venait en majeure partie de la Lorraine française et on ignore encore quand les minières de ces régions pourront être remises en activité et surtout quand le transport des minerais sera assuré de façon régulière, conditions essentielles pour cette usine, dont les paires à minerais sont très restreints. On doit peu compter, paraît-il, sur les minerais de Suède et d'Espagne.

A la division des aciéries. — Il ne reste qu'un train trio sur cinq. Deux convertisseurs sur quatre pourraient être rapidement mis en état de fonctionner. Les lingotières, sept ou huit ponts roulants ont été enlevés. Cette division n'a été active que pendant deux périodes de trois semaines pour laminier quelques lingots réchauffés, que l'on transformait en largets. Ceux-ci ont été traités pour tôles fines, aux usines de Longdoz. Cette division occupait normalement 650 ouvriers et produisait 150,000 tonnes d'acier brut et 30,000 tonnes d'acier fini. Environ 30 ouvriers sont actuellement occupés à des réparations. La remise en activité de l'aciérie est liée à celle des hauts-fourneaux, dont elle dépend entièrement.

Ce rapide coup d'œil montre combien est juste la conclusion de M. l'Ingénieur en chef Directeur du 9^{me} arrondissement : les ravages terribles causés par le brigandage des Allemands dans nos usines sidérurgiques ne permettent pas d'espérer sous peu une reprise quelque peu importante du travail.

E. — Usines à zinc et à plomb.

On sait la place importante occupée par la Belgique dans ces industries, dans celle du zinc surtout, qui prit naissance en Belgique et y conserva toujours une importance primordiale. Le tableau suivant montre, sans nécessiter aucun commentaire, la mort de ces industries ; les productions des deux dernières années sont d'ailleurs effectuées dans des usines à capitaux partiellement allemands avec des minerais provenant vraisemblablement de saisies faites dans les autres usines belges.

Tonnes métriques.

ANNÉES	PRODUCTION DE ZINC		PRODUCTION DE PLOMB
	Brut	Laminé	
1913	204,220	51,490	103,480
1914	145,925	30,780	70,980
1915	51,660	21,350	16,770
1916	22,930	8,045	15,560
1917	10,290	1,675	22,745
1918	»	»	»

Les usines à zinc et à plomb de la Société Dumont frères, à Selaigneaux, ont été presque entièrement détruites par les Allemands. Ces usines avaient été complètement modernisées ces dernières années ; les Allemands qui présidaient aux destructions choisissaient avec soin comme victimes les usines les plus capables de soutenir leur concurrence. Dans l'usine à plomb, machines, transmissions, tuyauteries, voies ferrées, matériel roulant, fours, cuves et jusqu'aux charpentes de la toiture de la halle des demi hauts-fourneaux, tout a été enlevé, entièrement ou partiellement démoli. C'est une usine à reconstruire. Dans l'usine à zinc, la destruction a été moins complète, mais la plus grande partie est à reconstruire.

Les usines de Baelen de la Vieille-Montagne, l'usine à zinc de Boom ont été dépouillées d'une grande partie de leur matériel et de leur outillage.

Par contre, les usines d'Hoboken et d'Overpelt, où sont engagés des capitaux allemands, n'ont pas souffert et leur production n'a été atteinte que faute de minerais.

Le problème de la reprise de l'industrie du zinc en Belgique justifie bien des inquiétudes. Le minerai venait exclusivement de l'étranger, surtout de l'Australie. La reprise est liée à la possibilité d'amener ces minerais, ce que le coût actuel du fret ne permet pas encore de prévoir. D'autre part, de grosses usines à zinc ont été établies pendant la guerre, en Angleterre notamment et ont modifié les conditions du marché mondial.

A quel moment l'industrie du zinc pourra-t-elle reprendre ? Le pourra-t-elle jamais ?

Le dommage causé à la Belgique est impossible à évaluer et il semble que nos grands alliés ne se soient pas toujours suffisamment rendu compte des conséquences incalculables de la paralysie de nos industries.

F. — Carrières.

La valeur de la production est tombée de 70 millions de francs en 1913 à 10 millions en 1918.

Valeur de la production (en francs).

ANNÉES	Brabant	Hainaut	Liège	Limbourg	Luxembourg	Namur	Le Royaume
1913	5,696,650	32,125,050	16,908,700	39,950	1,711,100	14,130,350	70,611,800
1914	5,367,000	20,101,550	9,591,000	30,550	1,035,200	9,431,600	45,556,900
1915	1,164,300	4,016,700	3,388,450	»	936,000	2,568,450	12,073,900
1916	1,630,100	6,900,800	5,411,850	»	1,020,400	4,524,000	19,487,150
1917	91,900	3,922,100	1,745,400	»	121,000	4,432,800	10,313,100
1918							

Un certain nombre de carrières de pierres à chaux et à ciment, de pavés et de pierrailles ont été réquisitionnés par les Allemands et exploités à leur profit ; elles sont généralement en état de reprendre leur exploitation, quand l'occupant n'a pas enlevé le matériel au moment du départ.

Les carrières de pierres de taille, de marbres, d'ardoises ont cessé toute exploitation. Leur remise en activité est liée à la reprise des constructions de bâtiments, d'ouvrages d'art, etc.

Les moyens de transport font défaut : les Allemands ont notamment enlevé les voies de chemins de fer vicinaux qui traversaient toute la région des carrières du Condroz et de Sprimont-Pouleur.

Les carrières exploitées par les Allemands ne sont pas toujours sorties indemnes, disions-nous plus haut : à titre d'exemple, extrayons les lignes suivantes du rapport de M. l'Ingénieur en

chef Delbrouck sur l'important groupe de carrières de porphyre de Lessines qui produisait normalement plus de 30 millions de pavés et un million de mètres cubes de moellons, pierrailles ou ballast :

« Peu de temps après la déclaration de guerre, les carrières de Lessines ont dû chômer, comme la plupart des autres industries belges.

Dès la fin de novembre 1914, les Allemands ont réquisitionné les pierrailles concassées qui se trouvaient en stock. Ils s'aperçurent que les dépôts de ces pierrailles touchaient à leur fin et voulurent en faire fabriquer. D'un geste unanime, patrons et ouvriers s'y refusèrent énergiquement et subirent, de ce chef, de dures peines d'emprisonnement et des exactions particulièrement pénibles.

Toutes les carrières de Lessines furent mises sous séquestre dès le mois de septembre 1915 ; elles furent presque toutes mises successivement en exploitation par les Allemands.

Cette exploitation fut conduite sans aucun souci d'avenir, par une direction allemande incompétente, dans le seul but de produire, d'une façon intensive, les pierrailles qui étaient employées à des besoins militaires.

Les carrières souffrirent beaucoup de cette façon de procéder, spécialement au point de vue de l'outillage, dont, au moment de l'armistice, on ne trouva qu'une partie et ce dans un état lamentable.

Peu de temps avant leur retraite, les Allemands ont dispersé, dans toutes les directions, les 22 locomotives à écartement normal, ont rendu inutilisables les locomotives à petit écartement ou les ont emportées ; ont détruit une partie des raccordements industriels, enlevé toutes les courroies, etc. »

Autre exemple, cité par M. Delbrouck :

« *Carrières de Porphyre de Bierghes.* — Ces carrières ont été mises sous séquestre et exploitées par les Allemands jusqu'aux derniers jours de l'occupation.

Elles ont été abandonnées dans un état lamentable : des machines importantes ont été enlevées, tout le matériel a été saccagé et il n'est pas possible de fixer une date pour la reprise normale de l'exploitation. »

La même situation existe aux carrières de Quenast.

Les carrières de la Meuse, de l'Ourthe, de l'Amblève et de la Vesdre sont en état de reprendre leur travail, mais elles en sont empêchées par le manque de moyens de transport pour écouler la production.

Nous ne citerons que pour mémoire l'industrie, négligeable en Belgique, des mines métalliques et minières; la valeur de la production y est tombée de 866,050 francs en 1913 à 282.600 fr. en 1917.

Telle est, résumée dans ses grandes lignes, la situation de l'industrie soumise à la surveillance de l'Administration des Mines; ces établissements groupent une partie importante de la grosse industrie et nous nous y sommes arrêtés plus spécialement.

Mais il ne faudrait pas croire que les dévastations aient épargné la moyenne et même la petite industrie: les rapports de M. J. Brughmans, Inspecteur général du Travail et des divers Inspecteurs de district fournissent à ce sujet des détails édifiants. Le pillage systématique — constate M. l'Inspecteur principal De Bruycker, à Bruxelles — par tranches successives, avec ou sans bon de réquisition, fut organisé par les autorités allemandes, de main de maître et de nombreuses industries sont acculées de ce chef au chômage partiel ou total. Dans tout le pays, les Allemands ont volé toutes les matières premières, tous les produits finis, les courroies de transmission, la plupart des moteurs à gaz et à essence, les dynamos et moteurs électriques, les machines-outils, nombre de machines à vapeur; tout le matériel en cuivre des brasseries et distilleries, les pièces de cuivre des tissages, les presses de nombreuses imprimeries ont été enlevés; il n'est pas jusqu'aux petites forges de village qui n'aient été frappées par enlèvement d'outillage.

Cette dévastation systématique ne prenait d'ailleurs pas toujours la peine de se dissimuler sous forme d'enlèvement de matériel: dans tous les districts, on signale des exemples incroyables de destructions cyniques: machines brisées sur place, usines incendiées, matériel divers transformé en bois à brûler, etc.; c'est ainsi qu'à Bruges, par exemple, les vandales ayant enlevé dans la petite usine « Laminiers à plomb, société anonyme », les machines motrices, les machines-outils, tout l'outillage amovible, démolirent les fours et coulèrent du ciment sous les presses pour les rendre inutilisables; par ailleurs,

ils allèrent jusqu'à faire sauter les fondations après enlèvement des machines, pour retarder encore les travaux de reconstruction; au tissage Boin et Wattine, à Courtrai, tous les métiers ont été cassés sur place; nombre de tissages et de teillages de cette région sont dans ce cas.

Aucune industrie n'a été épargnée; c'est ainsi que l'on compte même des destructions dans les centrales électriques, que l'occupant respectait en général dans une préoccupation de sécurité publique: à Courtrai, il y enlevèrent les générateurs à vapeur; à Isegheem, la centrale fut transformée en salles de bains pour soldats; à Maria-kerke, elle fut mise hors d'usage par destruction. Les industries de la construction mécanique (ateliers de construction, chaudronneries, fonderies de fer et de cuivre, etc.) semblent avoir le plus souffert; les dévastations sont plus étendues dans les zones d'étapes où régnait un véritable régime de terreur; aussi le rapport de M. l'Inspecteur Mommens, chargé du district de la Flandre occidentale, révèle-t-il une situation particulièrement lamentable.

Quant à la reprise du travail, elle est entravée partout par les mêmes causes générales: 1° enlèvement de l'outillage; 2° manque de matières premières; 3° difficultés de transport.

N'était l'énergie bien connue de la race, on se demanderait s'il est possible de reconstruire l'édifice si laborieusement élevé et de sauver de l'anéantissement le fruit de tant d'efforts persévérants.

AD. BREYRE.

DOCUMENTS ADMINISTRATIFS

Recrutement des Ingénieurs du Corps des Mines pour l'année 1919.

ALBERT, *Roi des Belges*,

A tous présents et à venir, SALUT.

Revu l'arrêté royal du 21 septembre 1894, organique du Service et du Corps des Ingénieurs des Mines et les arrêtés royaux complétant ou modifiant ce règlement organique;

Vu l'arrêté royal du 29 juillet 1907, modifié par l'arrêté royal du 8 août 1912 sur le recrutement des Ingénieurs du Corps des Mines;

Considérant qu'il y a lieu, dans les circonstances présentes, de déroger aux règles de l'arrêté royal du 29 juillet 1907 pour permettre une rapide réorganisation du service des mines et de favoriser notamment les jeunes gens qui ont servi dans l'armée belge ou une armée alliée pendant la guerre;

Sur la proposition de Notre Ministre de l'Industrie, du Travail et du Ravitaillement,

Nous avons arrêté et arrêtons :

Article premier. — A titre exceptionnel et temporaire, il sera pourvu aux places vacantes dans le Corps des Mines, pour l'année 1919, sans procéder au concours préalable prévu par l'arrêté royal du 29 juillet 1907.

Ces places seront conférées aux Belges, nés après le 31 décembre 1888, porteurs du diplôme légal d'ingénieur civil des mines, de préférence à ceux d'entre eux ayant servi dans l'armée belge ou dans une armée alliée pendant la guerre, sur proposition d'une commission nommée par le Ministre de l'Industrie, du Travail et du Ravitaillement pour examiner les titres des intéressés.

Cette commission est composée du Directeur Général des Mines, Président, d'un Conseiller du Gouvernement, de fonctionnaires du Corps des Mines et d'un représentant de chacune des Universités de Bruxelles, Liège et Louvain, de préférence le titulaire du Cours d'exploitation des Mines.

Article 2. — Les nominations d'Ingénieurs de 3^e classe des Mines, seront faites à titre temporaire; elles seront rendues définitives, s'il y a lieu, après une année au moins d'exercice des dites fonctions, et sur avis du Comité permanent des Mines, moyennant une épreuve de régularisation dont les conditions seront fixées par arrêté ministériel.

Article 3. — Les Belges qui ont été déportés en Allemagne sont assimilés aux militaires désignés à l'article premier.

Article 4. — Notre Ministre de l'Industrie, du Travail et du Ravitaillement est chargé de l'exécution du présent arrêté.

Donné à Bruxelles, le 31 mars 1919.

ALBERT.

Par le Roi :

*Le Ministre de l'Industrie, du Travail
et du Ravitaillement.*

J. WAUTERS.

Règlement général de police sur les mines, minières
et carrières souterraines.

Arrêté royal du 5 mai 1919.

ALBERT, Roi des Belges,

A TOUS PRÉSENTS ET A VENIR, SALUT.

Vu les articles 6 et 97 de la Constitution ;

Vu l'article 15 de 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 ;

Vu l'avis du 4 avril 1919 du Conseil des Mines ;

Sur la proposition de Notre Ministre de l'Industrie, du Travail et du Ravitaillement,

NOUS AVONS ARRÊTÉ ET ARRÊTONS :

ARTICLE PREMIER. — Lorsque l'intégrité d'une mine, la solidité des travaux, la sécurité et la santé des ouvriers occupés dans une exploitation de mine, de minière ou de carrière souterraine pourra être compromise par quelque cause que ce soit, l'exploitant ou son délégué est tenu d'en avertir l'Autorité locale et l'Ingénieur en chef Directeur de l'Arrondissement minier et celui-ci, aussitôt qu'il en aura connaissance, fera son rapport au Gouverneur de la province et proposera les mesures propres à faire cesser le danger.

Il en sera de même si les dépendances superficielles des mines, minières et carrières souterraines compromettent la sûreté, la salubrité ou la commodité publiques.

ART. 2 — La Députation permanente du Conseil provincial, après avoir entendu l'exploitant ou son délégué, prescrira les dispositions nécessaires par un arrêté qui ne sera exécutoire qu'après approbation du Ministre de l'Industrie, du Travail et du Ravitaillement qui prendra au préalable l'avis du Conseil des Mines.

En cas d'urgence, l'Ingénieur en chef Directeur des Mines en fera mention dans son rapport et la Députation permanente pourra ordonner que son arrêté soit provisoirement exécuté.

ART. 3. — Le même Collège, également sur l'avis du même fonctionnaire, prescrira les mesures destinées à assurer la conservation

des propriétés et des eaux utiles de la surface qui pourrait être menacée par les exploitations souterraines.

ART. 4. — En cas de danger imminent, soit au fond, soit à la surface, l'Ingénieur des Mines fera, sous sa responsabilité, les réquisitions nécessaires aux autorités locales pour qu'il y soit pourvu sur le champ, d'après les dispositions qu'il jugera convenables, ainsi qu'il est pratiqué en matière de voirie lors du péril imminent de la chute d'un édifice.

ART. 5 — Lorsqu'une partie ou la totalité d'une exploitation souterraine sera dans un état de délabrement ou de vétusté tel que la vie des personnes aura été compromise, ou pourrait l'être et que l'Ingénieur en chef Directeur de l'Arrondissement minier ne jugera pas possible de la réparer convenablement, ce fonctionnaire en fera rapport au Gouverneur de la province qui entendra l'exploitant ou son délégué. La Députation permanente du Conseil provincial pourra ordonner la fermeture des travaux ainsi que l'exécution des mesures nécessaires pour assurer la sécurité publique.

Il sera statué par le Ministre de l'Industrie, du Travail et du Ravitaillement sur le pourvoi de l'exploitant en cause, sans préjudice des dispositions portées, pour le cas d'urgence, dans le paragraphe final de l'article 2 du présent règlement.

ART. 6. — En cas de refus ou de retard de l'exploitant à exécuter les travaux ordonnés en vertu des prescriptions qui précèdent ou de celles faisant l'objet d'autres règlements, il y sera pourvu d'office sous la direction de l'Ingénieur en chef Directeur de l'Arrondissement minier ou de son délégué et sous le contrôle du Bourgmestre de la commune pour ce qui concerne les travaux à effectuer à la surface.

ART. 7. — L'exploitation des mines, des minières et des carrières souterraines sera soumise aux prescriptions d'arrêtés royaux spéciaux concernant : la tenue des plans des travaux ; les voies d'accès, les puits et la circulation dans ces puits ; le transport et la circulation à l'intérieur des travaux ; l'aérage, l'éclairage et l'emploi des explosifs ; les mesures à prendre en cas d'accidents ; l'organisation de la surveillance ; l'emploi des moteurs à vapeur, électriques ou à inflammation intérieure de mélanges gazeux ; l'ankylostomiasie, etc.

ART. 8. — Sont soustraites au régime des établissements dangereux, insalubres ou incommodes, les dépendances immédiates des mines, minières et carrières souterraines, comprenant notamment, avec les moteurs y installés, les dépôts de matières stériles, les ate-

liers de préparation et de lavage des charbons et des minerais, les ateliers pour le travail des produits des carrières, les forges et ateliers de réparation des outils et du matériel de l'exploitation, les charpenteries et menuiseries, les lampisteries, à l'exception de celles où l'on manipule des essences inflammables, les magasins servant de dépôts de bois, d'huiles fixes et d'autres substances nécessaires à l'exploitation, à l'exception des explosifs et des essences inflammables.

L'exploitation de ces dépendances sera subordonnée aux prescriptions d'un règlement spécial, indépendamment de celles faisant l'objet de règlements concernant les appareils à vapeur, les installations électriques et les explosifs.

ART. 9. — Les dépendances superficielles des mines, minières et carrières souterraines sont placées sous la surveillance des Ingénieurs 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. 10. — Les infractions aux dispositions du présent arrêté seront poursuivies et punies conformément aux dispositions des articles 39 et 40 de 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.

ART. 11. — Sont abrogés les articles 3, 4, 5 et 7 du décret impérial du 3 janvier 1813 sur les mines et minières, les articles 76 et 77 de l'arrêté royal du 28 avril 1884 sur les mines et les articles 5, 6, 7 et 8 de l'arrêté royal du 29 février 1852 sur les carrières souterraines.

ART. 12. — Notre Ministre de l'Industrie, du Travail et du Ravitaillement est chargé de l'exécution du présent arrêté.

Donné à Bruxelles, le 5 mai 1919.

ALBERT

Par le Roi :

Le Ministre de l'Industrie, du Travail
et du Ravitaillement,

J. WAUTERS.

MINISTÈRE
DE L'INDUSTRIE, DU TRAVAIL ET DU RAVITAILLEMENT
—
ADMINISTRATION DES MINES

Police des mines. — Eclairage.
Verres de lampes de sûreté. — Marque reconnue.

LE MINISTRE DE L'INDUSTRIE, DU TRAVAIL
ET DU RAVITAILLEMENT,

Vu l'arrêté du 20 décembre 1906 pris en exécution de l'article 3 de l'arrêté royal du 9 août 1904 et prescrivant que les verres de lampes de sûreté employées pour l'éclairage des mines à grisou des deuxième et troisième catégories porteront une marque spéciale reconnue par décision ministérielle ;

Vu la circulaire du 20 décembre 1906, relative aux conditions que ces verres doivent remplir pour que l'emploi puisse en être autorisé ;

Vu la demande introduite par M. ARTHUR RAY, rue Fontainas, 12, à Bruxelles, au nom de la firme JOHN MONCRIEFF, de Perth (Ecosse), en vue de la reconnaissance de la marque  reproduite ci-contre ;

Considérant que les verres portant la dite marque ont subi au siège d'expériences de l'Etat, à Frameries, les épreuves prévues par la circulaire prérappelée du 20 décembre 1906,

DÉIDE :

ARTICLE UNIQUE. — La marque  rappelée ci-dessus est reconnue.

Expédition de la présente décision sera adressée, pour information, à M. Arthur Ray, rue Fontainas, 12, à Bruxelles, et à MM. les Inspecteurs généraux des mines, et, pour expédition, à MM. les Ingénieurs en chef Directeurs des dix arrondissements des mines.

Bruxelles, le 30 avril 1919.

Le Ministre de l'Industrie, du Travail et du Ravitaillement,
J. WAUTERS.

Caisses de Prévoyance
Arrêté royal du 10 avril 1919 modifiant l'arrêté organique
du 1^{er} octobre 1911.

ALBERT, *Roi des Belges,*

A TOUS PRÉSENTS ET A VENIR, SALUT,

Considérant qu'il y a lieu d'assurer l'exécution de la loi du 26 mai 1914, sur les pensions des ouvriers mineurs et de mettre l'organisation des caisses de prévoyance en harmonie avec les nouvelles attributions qui sont assignées par la dite loi à ces institutions ;

Revu l'arrêté royal du 1^{er} octobre 1911, organique des Caisses de prévoyance ;

Sur la proposition de Notre Ministre de l'Industrie, du Travail et du Ravitaillement,

Nous avons arrêté et arrêtons :

Article premier. — Les modifications suivantes sont apportées à Notre arrêté du 1^{er} octobre 1911 :

ART. 1^{er}. —

1^o L'objet ou les objets en vue desquels l'association est établie dans les limites fixées par les lois du 28 mars 1868, du 5 juin 1911 et du 26 mai 1914 ;

ART. 14. — La commission permanente des caisses de prévoyance en faveur des ouvriers mineurs, instituée auprès du Ministère de l'Industrie, du Travail et du Ravitaillement, aura pour mission de délibérer sur toutes les questions qui lui seront soumises par le Ministre au sujet de l'application des lois du 28 mars 1868, du 5 juin 1911 et du 26 mai 1914, sur les pensions des ouvriers mineurs.

Article 2. — Notre Ministre de l'Industrie, du Travail et du Ravitaillement est chargé de l'exécution du présent arrêté.
Donné à Bruxelles, le 10 avril 1919.

ALBERT.

Par le Roi :
*Le Ministre de l'Industrie, du Travail
et du Ravitaillement,*
J. WAUTERS.

APPAREILS A VAPEUR

RÈGLEMENT DE POLICE

Arrêté royal du 28 mars 1919. — Arrêté ministériel
du 30 mars 1919.

RAPPORT AU ROI

SIRE,

Le Chapitre IV du Titre 1^{er} du Règlement de police des Appareils à vapeur du 28 mai 1884 a été remplacé par les dispositions de l'arrêté royal du 15 décembre 1906. Ce chapitre était, de beaucoup, le plus important et les nouvelles prescriptions édictées ont réalisé un grand progrès dans les règles relatives à la construction des chaudières; il était nécessaire de promulguer ces prescriptions avant que ne fût terminée la revision du règlement général et des divers arrêtés qui l'avaient complété successivement.

Cette revision est actuellement achevée et rien ne s'oppose plus à la promulgation d'un nouveau règlement général à la hauteur des progrès réalisés, non seulement dans la construction des chaudières à vapeur, mais encore dans leur utilisation.

Il a été reconnu qu'il n'y avait plus de raison de comprendre les machines dans la réglementation spéciale des appareils à vapeur, que celle-ci ne devait plus s'appliquer qu'aux chaudières qui présentent un danger et des inconvénients particuliers et qui réclament conséquemment une réglementation distincte de celle des établissements dangereux, insalubres et incommodes.

D'autre part, il n'y a plus de raison d'étendre cette réglementation spéciale aux appareils à vapeur établis dans les travaux souterrains

des mines, minières et carrières. Ni la sécurité, ni la commodité du voisinage ne sont alors en cause et les prescriptions que le fonctionnement des appareils à vapeur réclame pour assurer la sécurité des travaux et celle des ouvriers y occupés sont plutôt du ressort de la police des dites exploitations souterraines. D'ailleurs, le développement toujours croissant de l'utilisation de l'énergie sous forme de courant électrique, et les inconvénients résultant de l'emploi d'appareils à vapeur, tant au point de vue de la sécurité que de la salubrité, auront pour conséquence la disparition progressive de ces derniers appareils des travaux souterrains.

Les progrès de la technique imposent l'obligation d'une nouvelle classification des chaudières à vapeur. Le règlement du 28 mai 1884 établissait une classe de générateurs de vapeur et une autre d'appareils de fabrication. Cette classification ne se justifie plus et il y a lieu, actuellement, de distinguer, comme en électricité, des appareils producteurs d'énergie mécanique et des appareils consommateurs d'énergie; les premiers sont appelés des générateurs de vapeur et les seconds des récipients de vapeur quelle que soit leur destination.

L'expérience a fait reconnaître la nécessité de confier aux Députations permanentes des Conseils provinciaux et, dans certains cas, aux Gouverneurs des provinces, le soin de délivrer les autorisations ou actes en tenant lieu relativement à l'établissement des chaudières à vapeur fixes et à la mise en usage des chaudières à vapeur mobiles. Les Députations permanentes doivent d'ailleurs intervenir, sous le régime de la réglementation actuelle, quand il y a lieu d'autoriser les établissements dangereux, insalubres ou incommodes, qui comprennent presque toujours des chaudières à vapeur.

La nouvelle réglementation proposée établit, en vue du chauffage central des locaux notamment, une classe spéciale de chaudières dont la capacité est supérieure à cent litres d'eau et dont le timbre ne dépasse pas un demi-kilogramme par centimètre carré; elle instaure, pour ces appareils, un régime spécial qui, tout en assurant la sécurité, favorise le développement de ce mode de chauffage.

D'autre part, le projet exclut de toute réglementation les chaudières d'une capacité ne dépassant pas vingt-cinq litres, quelle que soit la pression de leur timbre. Ces appareils ne présentent guère de danger et la sécurité du voisinage ne peut être compromise en cas d'explosion. Ils ne sont, en général, appelés à fonctionner que dans des conditions toutes particulières et d'une façon non continue. Leur surveillance ne pourrait d'ailleurs être qu'illusoire. La responsabilité

de celui qui emploie ces petites chaudières reste d'ailleurs entière.

Le chapitre relatif aux appareils de sûreté a été complètement révisé de manière à rendre le fonctionnement de ces appareils plus efficace et plus sûr et plus en harmonie avec les types nouveaux et divers des chaudières employées actuellement dans l'industrie.

Les prescriptions du règlement du 15 décembre 1906 ont été revues à la suite de l'expérience fournie par leur mise en pratique. Il a été reconnu, notamment en ce qui concerne le renouvellement de l'épreuve des chaudières de locomotives, qu'il y avait lieu d'adopter d'autres règles tenant compte de l'exercice d'une surveillance plus efficace que celle organisée par le règlement du 28 mai 1884. Le chapitre relatif à cette surveillance a été modifié et complété de façon à augmenter davantage la sécurité du fonctionnement des appareils à vapeur. Dorénavant, les visites des chaudières ne seront plus effectuées que par des agents capables et réellement indépendants et ces visites s'entendront aux appareils de sûreté et aux accessoires des chaudières. Ces agents auxiliaires viendront ainsi plus utilement que par le passé en aide au personnel chargé de la surveillance officielle.

Le projet de nouvelle réglementation constitue, sous tous rapports, un progrès marqué sur l'ancienne et est de nature à assurer, dans une plus grande mesure encore, la sécurité publique, tout en donnant satisfaction tant aux constructeurs qu'à ceux qui font emploi des chaudières à vapeur.

J'ai l'honneur d'être, Sire, de Votre Majesté, le très fidèle et dévoué Ministre,

J. WAUTERS.

ALBERT, *Roi des Belges*,

A tous présents et à venir, SALUT.

Vu les articles 6 et 97 de la Constitution ;

Vu la loi du 5 mai 1888, relative à l'inspection des établissements dangereux, insalubres et incommodes et à la surveillance des machines et chaudières à vapeur ;

Revu l'arrêté royal du 28 mai 1884, modifié par celui du 15 décembre 1906 sur les appareils à vapeur ;

Considérant qu'il y a lieu de mettre les prescriptions réglementaires régissant les appareils à vapeur en harmonie avec les progrès réalisés dans l'industrie et d'assurer d'une façon plus efficace la sécurité publique par une surveillance plus rigoureuse ;

Considérant qu'il y a lieu d'exclure les machines de la réglementation spéciale des appareils à vapeur et de ne plus comprendre dans celles-ci que les chaudières destinées à la production ou à l'utilisation de la vapeur ;

Vu l'avis de la Commission consultative permanente pour les appareils à vapeur ;

Sur la proposition de Notre Ministre de l'Industrie, du Travail et du Ravitaillement,

NOUS AVONS ARRÊTÉ ET ARRÊTONS :

Les appareils dans lesquels la vapeur d'eau est produite ou utilisée seront régis à l'avenir par les dispositions suivantes :

TITRE PREMIER.

Dispositions relatives aux générateurs de vapeur.

CHAPITRE PREMIER.

Chaudières placées à demeure.

PREMIÈRE SECTION. — Etablissement et mise en usage.

ARTICLE PREMIER. — Aucune chaudière à vapeur d'une capacité supérieure à vingt-cinq litres, destinée à fonctionner à demeure à une pression dépassant un demi-kilogramme par centimètre carré, ne peut être établie qu'en vertu d'une autorisation administrative.

Sont assimilés aux chaudières : les réchauffeurs d'eau et les surchauffeurs de vapeur.

ART. 2. — La demande en autorisation sera adressée au Gouverneur de la province.

Elle fera connaître :

- 1° Le nom et le domicile du demandeur ;
- 2° La commune et le lieu où la chaudière doit être établie ;
- 3° La forme et les dimensions de la chaudière, la nature et l'épaisseur de ses parois ;
- 4° Le mode de chauffage, la surface de grille et la surface de chauffe ;
- 5° Le timbre ;
- 6° Le nom et le domicile du vendeur de la chaudière ou l'origine de celle-ci ;
- 7° Le numéro distinctif de la chaudière si l'établissement possède plusieurs générateurs ;
- 8° L'usage auquel la chaudière est destinée.

A la demande seront joints, en double expédition, des plans et des coupes, en nombre suffisant pour déterminer le système et les dimensions caractéristiques de la chaudière, du foyer et des carneaux.

Il y sera joint, également en double expédition, un plan de la localité, indiquant l'emplacement de la chaudière et des bâtiments et voies publiques situés à moins de cinquante mètres de cet emplacement ; les noms des propriétaires et éventuellement ceux des locataires principaux des bâtiments susdits seront portés sur ce plan dont l'exactitude devra être certifiée par un géomètre juré ou par le directeur du cadastre.

ART. 3. — Le Collège des bourgmestre et échevins de la commune sur le territoire de laquelle la chaudière sera établie est chargé de donner avis de la demande, par écrit, individuellement et à domicile, aux propriétaires et aux locataires principaux des bâtiments situés à moins de 50 mètres de l'emplacement projeté.

Un avis indiquant l'objet de la demande sera en outre affiché pendant quinze jours, dans la forme usitée pour les publications officielles.

Il sera justifié de l'accomplissement de ces formalités par un certificat du dit Collège.

Les mêmes formalités de publicité seront accomplies dans les communes limitrophes sur le territoire desquelles s'étend le rayon tracé au plan des lieux conformément à l'article 2.

ART. 4. — Les réclamations auxquelles la demande donnera lieu seront recueillies par les soins d'un membre du Collège échevinal ou d'un commissaire de police délégué. Le procès-verbal ouvert à cet effet contiendra les réclamations faites verbalement ; il sera signé par les comparants et mentionnera les réclamations faites par écrit ; celles-ci seront annexées au dit procès-verbal, qui sera clos à l'expiration du délai fixé à l'article précédent.

ART. 5. — Si, à l'expiration de ce délai, aucune réclamation ne s'est produite, le Gouverneur en donnera immédiatement acte au demandeur. Cet acte vaudra autorisation d'établir la chaudière.

ART. 6. — En cas de réclamation, le dossier sera transmis sans retard, par le Gouverneur, au chef de service pour la surveillance des appareils à vapeur qui fera son rapport dans le délai de quinze jours.

ART. 7. — Sur le rapport de ce fonctionnaire, la Députation permanente du Conseil provincial statuera, dans les quinze jours, en motivant sa décision.

Copie de cette décision sera transmise au demandeur par l'intermédiaire de l'administration communale ; celle-ci la fera afficher dans le plus bref délai possible.

ART. 8. — Les intéressés pourront, dans le délai de dix jours à partir de la date des affiches, se pourvoir auprès du Roi contre cette décision.

ART. 9. — Les autorisations d'établir des chaudières à vapeur sont subordonnées aux conditions jugées nécessaires dans l'intérêt de la sécurité, de la salubrité et de la commodité publiques.

ART. 10. — Par dérogation à l'article 2, pour les chaudières dont la capacité ne dépasse pas cent litres, la demande en autorisation sera remplacée par une déclaration contenant les renseignements du paragraphe 2 du dit article et il y sera joint, en double expédition, des plans et des coupes de la chaudière, comme il est dit au paragraphe 3.

Il sera immédiatement donné acte de cette déclaration au demandeur. Le paragraphe final de l'article 5 est applicable à cet acte.

ART. 11. — La Députation permanente du Conseil provincial pourra, en tout temps, subordonner le fonctionnement des chaudières à vapeur à des conditions analogues à celles visées à l'article 9. En ce cas, ce collège prendra, au préalable, l'avis du chef de service pour la surveillance des appareils à vapeur et entendra l'industriel en cause.

Le recours au Roi sera ouvert à ce dernier comme il est dit à l'article 8.

ART. 12. — L'autorité compétente peut s'assurer, en tout temps, de l'accomplissement des conditions imposées en vertu des articles 9 et 11.

En cas d'inobservation de celles-ci, l'autorisation d'établissement peut être retirée.

ART. 13. — L'autorisation d'établir une chaudière à vapeur sera considérée comme non avenue s'il n'en a pas été fait usage dans le délai de deux ans.

Elle cessera aussi ses effets après une période d'inactivité de la chaudière de plus de dix années.

Il en sera de même lorsque la chaudière viendra à être enlevée, à moins que ce ne soit pour la remplacer à bref délai par une autre identique.

ART. 14. — Toute modification importante apportée, soit à l'emplacement, soit au système, soit aux dimensions d'une chaudière, de même que toute majoration du timbre de celle-ci, devra donner lieu au renouvellement des formalités ci-dessus mentionnées.

ART. 15. — L'autorité appelée à statuer sur les demandes d'autorisation d'établissements dangereux, insalubres ou incommodes de 1^{re} classe statuera également au sujet des chaudières à vapeur dont l'installation serait comprise dans ces demandes.

Celles-ci devront contenir les éléments indiqués à l'article 2 du présent arrêté et seront soumises aux formalités prescrites par les articles 3, 4 et 6.

ART. 16. — Aucune chaudière établie à demeure ne pourra être mise en activité avant que le fonctionnaire chargé de la surveillance n'ait constaté par procès-verbal qu'elle satisfait entièrement aux prescriptions réglementaires et aux conditions de l'autorisation d'établissement.

Ce fonctionnaire pourra exiger qu'il soit procédé, également avant la mise en usage, à une visite complète de la chaudière, ainsi qu'il est dit à l'article 65.

La constatation visée au paragraphe premier sera faite dans les quinze jours de l'information donnée à cet effet par le propriétaire de la chaudière au chef de service pour la surveillance des appareils à vapeur.

Le procès-verbal dont il s'agit constituera l'autorisation de mise en usage de la chaudière

DEUXIÈME SECTION. — Mesures de sûreté.

ART. 17. — Chaque chaudière doit être munie d'au moins deux soupapes de sûreté laissant s'écouler la vapeur dès que sa pression atteint la limite maximum fixée par le timbre; toutefois, les chaudières d'une capacité ne dépassant pas cent litres pourront ne porter qu'une soupape.

Ces soupapes seront établies directement sur la chambre de vapeur.

Chaque soupape sera chargée par un poids unique agissant soit directement, soit à l'extrémité d'un levier.

La charge sera calculée sur le diamètre intérieur augmenté de deux millimètres.

ART. 18. — Lorsque la chaudière ne porte pas plus de deux soupapes, chacune d'elles doit suffire pour évacuer toute la vapeur produite, quelle que soit l'activité du feu, sans que la pression de la vapeur dépasse de plus d'un dixième la pression indiquée par le timbre.

Si la chaudière porte plus de deux soupapes, celles-ci seront disposées de façon que n étant le nombre total de soupapes, $\frac{n}{2}$ ou $\frac{n+1}{2}$

d'entre elles (selon que n est pair ou impair) permettent à la vapeur de s'écouler dans les conditions spécifiées au paragraphe précédent. Le diamètre des soupapes ne pourra être inférieur à vingt millimètres, ni supérieur à cent millimètres.

ART. 19. — Quand des chaudières timbrées à des pressions différentes seront associées en batteries, la conduite de vapeur qui les réunit portera deux soupapes de sûreté telles que chacune d'elles devra suffire pour empêcher que la pression de la vapeur dans la chaudière dont le timbre est le moins élevé dépasse, en aucune circonstance, de plus d'un dixième la pression indiquée par ce timbre.

On se conformera, pour ce qui concerne le diamètre de ces soupapes, ainsi que le calcul et l'application de la charge, aux prescriptions des articles 17 et 18.

ART. 20. — Tout surchauffeur de vapeur séparé de la chaudière par un modérateur sera muni d'une soupape de sûreté capable de limiter la pression au taux fixé par les articles précédents, à moins que les dispositions prises n'excluent l'éventualité d'une élévation de la pression au-delà du timbre. Le diamètre de cette soupape ne pourra être inférieur à vingt millimètres.

Tout réchauffeur d'eau dont la communication avec la chaudière pourra être interceptée par un appareil de fermeture, portera une ou plusieurs soupapes présentant l'efficacité requise ; le diamètre des soupapes ne pourra être inférieur à quarante millimètres.

La charge des soupapes des surchauffeurs de vapeur et des réchauffeurs d'eau sera calculée et exercée comme il est dit à l'article 17.

ART. 21. — Les soupapes seront établies de manière que l'échappement de la vapeur ou de l'eau chaude ne puisse occasionner d'accident.

ART. 22. — Chaque chaudière sera munie d'un manomètre placé à la vue du chauffeur et gradué de manière à indiquer en kilogrammes par centimètre carré la pression de la vapeur.

Une marque très apparente indiquera sur l'échelle du manomètre la limite que la pression ne doit pas dépasser.

Le tuyau qui amène la vapeur au manomètre sera fixé directement sur la chambre de vapeur de la chaudière.

Chaque chaudière sera en outre pourvue d'un robinet muni d'une bride de trois centimètres de diamètre et de six millimètres d'épaisseur destinée à recevoir, au besoin, un manomètre de vérification.

ART. 23. — La limite inférieure du niveau de l'eau dans chaque chaudière est fixée à un décimètre au-dessus du point le plus élevé des carnaux, tubes ou conduits de la flamme ou de gaz de la combustion.

Elle sera indiquée, d'une manière très apparente, au voisinage de chaque indicateur de niveau d'eau.

Ces prescriptions ne s'appliquent pas :

1° Aux surchauffeurs de vapeur ;

2° Aux éléments de petit diamètre tels que tubes et cheminées de chaudières verticales.

Les surchauffeurs de vapeur devront être munis de dispositifs qui permettent de les soustraire au courant gazeux quand la vapeur n'y circule pas, à moins qu'ils ne soient remplis d'eau.

ART. 24. — Chaque chaudière doit être munie de deux appareils indicateurs du niveau de l'eau, indépendants l'un de l'autre, placés à la vue de l'ouvrier chargé de l'alimentation et facilement accessibles.

L'un de ces indicateurs sera un tube en verre ou tout autre appareil équivalent, disposé de manière que le niveau de l'eau s'y établisse à la même hauteur que dans la chaudière et puisse être directement observé ; l'indicateur devra pouvoir être facilement nettoyé et remplacé.

Des dispositions doivent être prises pour parer aux dangers provenant de bris des tubes, sans que cela puisse nuire à la visibilité du niveau.

Le second indicateur pourra être, soit un appareil semblable au précédent, soit tout autre d'un fonctionnement assuré, à l'exclusion notamment des robinets de jauge et des flotteurs avec boîtes à bourrage.

Toutefois, des robinets de jauge pourront être employés dans le cas de très petites chaudières où le placement de deux indicateurs en verre sera reconnu impossible.

Peuvent être considérés comme indépendants l'un de l'autre, des indicateurs greffés sur les mêmes tubulures, pour autant que ces dernières aient un diamètre intérieur d'au moins soixante millimètres et qu'elles soient disposées de manière à pouvoir être facilement nettoyées.

ART. 25. — Chaque chaudière sera, en outre, munie d'un appareil destiné à donner l'alarme lorsque le niveau de l'eau descend en-dessous de la limite fixée par l'article 23.

ART. 26. — Dans les chaudières à foyers intérieurs, à l'exception des chaudières de bateaux et de celles qui sont exclusivement chauffées par les gaz, un boulon garni de plomb sera fixé au point le plus élevé des tôles de chaque foyer, à l'effet de donner issue à la vapeur dans le cas où ces tôles seraient chauffées à sec. Le diamètre du remplissage fusible ne pourra être inférieur à douze millimètres.

ART. 27. — Par dérogation aux articles 24, 25 et 26, les chau-

dières autoclaves dont le volume ne dépasse pas un mètre cube et qui sont chauffées à feu nu sans qu'il soit fait un prélèvement d'eau ou de vapeur pendant l'opération, pourront ne porter qu'un seul appareil indicateur du niveau de l'eau ou même un simple robinet de jauge à hauteur du niveau minimum de l'eau.

ART. 28. — A l'exception de celles qui sont mentionnées à l'article précédent, les chaudières doivent être munies d'un moyen d'alimentation d'eau d'un effet assuré.

Le tuyau d'alimentation devra porter, à proximité de chaque chaudière, une soupape de retenue disposée de manière à se fermer automatiquement par la pression de la chaudière; il en sera de même pour tout réchauffeur d'eau.

ART. 29. — Les tuyaux de communication établis entre les réchauffeurs et les chaudières ne pourront avoir moins de dix centimètres de diamètre intérieur; ils ne pourront porter d'obturateur que si les réchauffeurs sont munis de soupapes de sûreté. Ces tuyaux seront, dans tous les cas, disposés de manière à pouvoir être facilement nettoyés.

ART. 30. — Dans les batteries de chaudières, chaque unité devra pouvoir être alimentée séparément et le tuyau d'alimentation ne devra pas plonger de plus de dix centimètres sous le niveau réglementaire de l'eau.

Est considéré comme unité au point de vue des prescriptions qui précèdent, tout système de plusieurs chaudières communiquant les unes avec les autres de telle manière qu'elles présentent même niveau d'eau et même pression de vapeur.

ART. 31. — Chaque chaudière sera munie d'une soupape ou d'un robinet d'arrêt de vapeur, placé autant que possible à l'origine du tuyau de conduite de vapeur, sur la chaudière même.

ART. 32. — Les portes des foyers, les boîtes à tubes et les boîtes à fumée seront pourvues de fermetures solides, établies de manière à empêcher, en cas d'avarie, les retours de flammes ou les projections d'eau ou de vapeur à l'extérieur.

ART. 33. — Toute chambre de chauffe doit présenter des dimensions telles que les opérations de la chauffe et de l'entretien courant puissent s'y effectuer sans danger.

Elle doit en outre offrir au chauffeur des moyens de retraite faciles et sûrs.

Les plateformes des massifs doivent être bien éclairées et posséder des moyens d'accès aisément praticables.

L'accès de ces plateformes est interdit, sauf pour le service de la chaufferie.

CHAPITRE DEUXIÈME.

Chaudières à vapeur mobiles.

ART. 34. — Sont considérées comme chaudières mobiles :

1° Les chaudières de locomotives, c'est-à-dire celles qui se déplacent par l'action du mécanisme qu'elles activent ;

2° Les chaudières locomobiles, comprenant les chaudières aisément transportables qui ne fonctionnent que d'une manière temporaire en un même lieu et n'exigent à cette fin aucune construction. Toutefois, ces dernières sont assujetties aux mêmes règles que les chaudières fixes lorsqu'elles restent plus de six mois en fonctionnement au même emplacement.

ART. 35. — Aucune chaudière mobile d'une capacité supérieure à vingt-cinq litres et timbrée à une pression dépassant un demi-kilogramme par centimètre carré, ne pourra être mise en usage qu'après une autorisation délivrée par le Gouverneur de la province où elle doit fonctionner en premier lieu.

ART. 36. — La demande en autorisation contiendra la description détaillée de la chaudière et il y sera annexé, en double expédition, des plans et coupes de cet appareil, le tout en la forme indiquée à l'article 2 pour les chaudières placées à demeure.

ART. 37. — L'autorisation de mise en usage sera délivrée sur le vu du procès-verbal dressé par le fonctionnaire chargé de la surveillance des appareils à vapeur, constatant que la chaudière satisfait en tous points aux prescriptions du règlement.

Les prescriptions des paragraphes 2 et 3 de l'article 16 sont applicables à l'instruction de la demande.

ART. 38. — Cette autorisation est valable pour tout le royaume.

Toutefois, le tiers acquéreur d'une chaudière à vapeur mobile est tenu d'en faire la déclaration, dans le délai de quinze jours de la date de son acquisition, au Gouverneur de la province du lieu du dépôt de la chaudière ou du domicile du nouveau propriétaire.

Acte de cette déclaration sera donné au tiers acquéreur par le Gouverneur, sur rapport du chef de service pour la surveillance des appareils à vapeur.

ART. 39. — Toute chaudière à vapeur mobile portera deux plaques ; sur la première figureront, en caractères très apparents, l'indication de la province où l'autorisation aura été délivrée en premier lieu et le numéro d'ordre de cette autorisation ; sur la seconde, seront inscrits, également en caractères très apparents, le nom et le domicile du propriétaire, ainsi qu'un numéro d'ordre si ce propriétaire possède plusieurs chaudières mobiles.

ART. 40. — Les chaudières mobiles seront pourvues des appareils de sûreté prescrits par la deuxième section du chapitre premier du présent règlement, sauf les modifications indiquées aux articles 41 et 42.

ART. 41. — Les soupapes de sûreté peuvent être chargées au moyen de ressorts agissant soit directement, soit à l'extrémité d'un levier. La limitation de la tension des ressorts sera assurée au moyen d'une bague d'arrêt ou d'un dispositif équivalent.

ART. 42. — L'emploi d'un appareil d'alarme pour le niveau de l'eau n'est pas obligatoire pour les chaudières mobiles.

ART. 43. — Les chaudières reprises au 1^o de l'article 34 doivent être pourvues d'un moyen d'alimentation indépendant du fonctionnement des machines qu'elles alimentent.

CHAPITRE TROISIÈME.

Matériaux. — Calcul des épaisseurs. — Epreuves.

ART. 44. — Il ne peut être employé pour la construction des chaudières à vapeur que des matériaux présentant toute garantie de sécurité. Le choix des matériaux et la détermination des épaisseurs sont laissés à l'appréciation du propriétaire de la chaudière et du constructeur, sous la responsabilité de ceux-ci et pour autant qu'il soit satisfait aux prescriptions suivantes.

ART. 45. — L'usage de la fonte de fer est interdit pour toutes les parties chauffées des chaudières, à l'exception des réchauffeurs d'eau et des surchauffeurs de vapeur formés de tubes non soumis à l'action directe des flammes, dont le diamètre intérieur ne dépasse pas deux cents millimètres et qui sont séparés des chaudières par des soupapes de retenue ou des modérateurs de vapeur.

Pour les parties non chauffées, l'emploi de la fonte n'est permis que pour les têtes et boîtes de raccord des tubes bouilleurs et des tubes réchauffeurs et pour les fonds des dômes, quand le diamètre

intérieur n'est pas supérieur à sept cent cinquante millimètres et pour autant que le timbre ne dépasse pas six kilogrammes.

L'emploi de l'acier coulé, du bronze et du laiton coulés est interdit dans les parties chauffées des chaudières proprement dites, à l'exception des boîtes de raccord des chaudières tubulaires dont les tubes n'ont pas plus de cent vingt millimètres de diamètre intérieur.

Les tôles en acier doux employées dans la construction des chaudières ne peuvent provenir de lingots produits au convertisseur.

ART. 46. — Les tôles de fer ou d'acier entrant dans la construction d'une chaudière doivent porter des marques au poinçon indiquant d'une manière explicite leur origine et leur qualité.

La définition de la qualité des tôles devra comprendre au moins les indications suivantes :

1^o Les résistances à la rupture par traction en kilogrammes par millimètre carré de section, dans le sens du laminage et dans le sens perpendiculaire à celui-ci ;

2^o Les allongements, exprimés en millièmes pour cent, dont les tôles sont susceptibles lorsqu'elles sont soumises, en éprouvettes de deux cents millimètres de longueur, à des efforts de traction dans le sens du laminage et dans le sens perpendiculaire à celui-ci.

Les marques ci-dessus définies seront disposées de manière à rester visibles après la construction de la chaudière.

Si ces marques font défaut, la résistance du métal à la rupture sera considérée comme étant au maximum de trente kilogrammes par millimètre carré dans le sens du laminage et de vingt-cinq kilogrammes par millimètre carré dans le sens perpendiculaire. Si le sens du laminage ne peut être établi, on prendra comme résistance vingt-cinq kilogrammes.

Un arrêté ministériel fixera les formules et coefficients à employer pour le calcul des différentes parties des chaudières à vapeur en ce qui concerne la sécurité.

ART. 47. — Les chaudières à vapeur ne pourront être mises en usage avant d'avoir subi une pression d'épreuve égale à une fois et demie la pression maximum sous laquelle elles doivent fonctionner, sans que la surcharge d'épreuve puisse être inférieure à un kilogramme, ni supérieure à cinq kilogrammes par centimètre carré.

Pour les réchauffeurs d'eau et les surchauffeurs de vapeur construits en métaux coulés, la pression d'épreuve sera triple de celle du timbre, sans que la surcharge d'épreuve soit supérieure à 15 kilogrammes par centimètre carré.

ART. 48. — L'épreuve sera renouvelée :

1° Pour toutes les chaudières indistinctement :

a) Après chaque réparation essentielle et notamment lors du remplacement total ou partiel de l'une des tôles soumises à l'action directe du feu ;

b) Après un chômage dépassant deux ans ;

c) Lorsque le chef de service pour la surveillance des appareils à vapeur le jugera à propos, à raison des doutes qu'il aurait conçus sur la solidité d'une chaudière ayant fait une période d'usage plus ou moins longue ;

d) Chaque fois que le propriétaire ou celui qui emploie la chaudière en fera la demande ;

e) Lorsque le timbre devra être majoré ou abaissé ;

2° Pour les chaudières fixes chaque fois qu'elles sont déplacées ;

3° Pour les chaudières des locomotives des chemins de fer et des tramways, les chaudières des bateaux à l'exclusion de celles des navires (1) et les chaudières des machines routières et des rouleaux-compresseurs, au moins une fois tous les trois ans ;

4° Pour les chaudières des navires, au moins une fois par an à moins que les dimensions ne soient suffisantes pour en permettre un examen complet par l'intérieur.

Les prescriptions des 3° et 4° ne sont pas applicables aux surchauffeurs de vapeur.

ART. 49. — Le renouvellement de l'épreuve devra être précédé d'un examen approfondi ayant pour but de constater l'état de conservation des diverses parties de la chaudière.

Les alinéas 3, 4 et 5 de l'article 65 et l'article 67 sont applicables à cet examen.

ART. 50. — L'épreuve sera faite à l'eau froide et devra être prolongée pendant le temps nécessaire à l'examen de toutes les parties de la chaudière. La pression sera indiquée par un manomètre étalon.

Le propriétaire de la chaudière ou, le cas échéant, celui qui emploie celle-ci, fournira aux agents de l'administration les moyens de faire l'épreuve et en supportera les frais et les conséquences.

ART. 51. — Pour toute nouvelle chaudière à mettre en service,

(1) On entend par navires : tous bâtiments de 25 tonneaux de jauge ou plus qui font ou sont destinés à faire habituellement en mer le transport des personnes ou des choses, la pêche, le remorquage ou toute autre opération lucrative de navigation.

l'épreuve sera faite avant qu'elle soit entourée d'une enveloppe quelconque, de manière que toutes les parties en soient aisément visibles et accessibles.

Lors des renouvellements d'épreuve effectués en exécution de l'article 48, les chaudières devront être dégarnies de leur enveloppe totalement ou partiellement, selon ce qui sera jugé nécessaire par le fonctionnaire chargé de procéder à l'épreuve.

Toutefois, pour les chaudières mobiles, après chaque période de trois ans, les enveloppes seront enlevées de manière à permettre un examen complet.

La prescription du paragraphe précédent ne s'applique pas aux chaudières des navires.

Pour subir l'épreuve, les différentes parties de la chaudière devront être entièrement assemblées ; toutefois, l'assemblage ne sera pas exigé si ces parties ne doivent être réunies que par des tuyaux pouvant être facilement démontés et placés en dehors du foyer et des conduits de flamme.

ART. 52. — Toute demande d'épreuve sera adressée au chef de service pour la surveillance des appareils à vapeur. Elle indiquera les dimensions de la chaudière, la nature, la qualité et l'épaisseur des matériaux employés, ainsi que la pression maximum sous laquelle la chaudière doit fonctionner.

Pour toute nouvelle chaudière à mettre en service, cette demande sera accompagnée d'un plan donnant les indications nécessaires pour qu'il soit possible de vérifier si cet appareil satisfait aux prescriptions relatives à la sécurité.

ART. 53. — Toute chaudière qui ne satisfait pas aux prescriptions des articles 44, 45 et 46 ou qui présenterait des vices de construction ou à laquelle l'épreuve ferait découvrir des défauts graves, ne pourra être timbrée.

En cas de réclamation du propriétaire de la chaudière ou de celui qui emploie celle-ci, il est statué par Notre Ministre de l'Industrie, du Travail et du Ravitaillement.

ART. 54. — Pour toute chaudière nouvelle, le fonctionnaire qui a procédé à l'épreuve marquera, au poinçon, sur une plaque fixée à un endroit visible, le timbre indiquant, en kilogrammes par centimètre carré, la pression maximum à laquelle la chaudière peut fonctionner et le millésime de l'épreuve. Cette plaque portera, en outre, le nom du constructeur et un numéro de fabrication.

Toute nouvelle épreuve nécessitée par la modification du timbre

sera constatée par le placement d'une nouvelle plaque à proximité de la précédente, qui devra être maintenue.

Le fonctionnaire précité poinçonnera de plus les têtes des vis qui fixent ces plaques.

ART. 55. — Copie, en simple expédition, du procès-verbal d'épreuve sera délivrée par le chef de service pour la surveillance des appareils à vapeur au propriétaire de la chaudière ou à celui qui emploie celle-ci.

TITRE II.

Dispositions relatives aux récipients de vapeur.

ART. 56. — Sont soumis aux dispositions suivantes : les collecteurs et assécheurs, ainsi que les autres récipients de formes diverses, d'une capacité d'au moins trois cents litres, qui reçoivent de la vapeur d'un générateur distinct, à l'exception : 1° des appareils dans lesquels la pression ne peut dépasser un demi-kilogramme par centimètre carré ; 2° des cylindres des machines, des enveloppes des turbines et des tuyauteries ; 3° des cylindres sécheurs des machines à papier, des cylindres d'apprêt et des presses continues à cylindrer en usage dans l'industrie textile et autres appareils assimilables.

ART. 57. — Ces récipients devront faire l'objet, préalablement à la mise en usage, d'une déclaration adressée au Gouverneur de la province du lieu d'installation s'il s'agit d'appareils fixes, du lieu du dépôt ou du domicile du propriétaire s'il s'agit d'appareils mobiles.

ART. 58. — La déclaration contiendra la description détaillée du récipient et de ses accessoires et il y sera annexé, en double expédition, des plans et des coupes en nombre suffisant pour déterminer le système et les dimensions caractéristiques de l'appareil.

ART. 59. — Les articles 16, 37 et 38 concernant les générateurs de vapeur sont applicables aux récipients.

ART. 60. — Les récipients de vapeur soumis à la formalité de la déclaration doivent satisfaire, au point de vue de la construction et de l'épreuve préalable à la mise en usage, aux règles et formalités qui ont été indiquées pour les générateurs de vapeur.

Toutefois, les récipients dont la capacité ne dépasse pas un mètre cube ne sont pas soumis aux prescriptions relatives aux marques des tôles.

ART. 61. — Tout récipient de vapeur timbré à une pression inférieure à celle du générateur qui l'alimente devra porter les appareils de sûreté ci-après :

1° Un manomètre avec ajutage, conformément aux prescriptions de l'article 22 ;

2° Une soupape de sûreté si la capacité ne dépasse pas un mètre cube et deux soupapes si cette capacité est supérieure à un mètre cube ; chacune de ces soupapes devra suffire pour empêcher que la pression de la vapeur dans le récipient dépasse, en aucune circonstance, de plus d'un dixième la pression indiquée par le timbre.

On se conformera, en ce qui concerne le diamètre minimum, ainsi que le calcul et l'application de la charge, aux prescriptions des articles 17 et 18.

Les soupapes pourront être placées, soit sur le récipient même, soit sur le tuyau d'arrivée de la vapeur entre le robinet d'admission de celle-ci et le récipient.

ART. 62. — Les récipients mobiles porteront les plaques prescrites par l'article 39 ; leurs soupapes de sûreté pourront être chargées par ressorts dans les conditions indiquées à l'article 41.

TITRE III.

Conduite et entretien des chaudières à vapeur.

ART. 63. — Les générateurs et les récipients de vapeur en activité, ainsi que leurs appareils de sûreté doivent être tenus en bon état de fonctionnement.

ART. 64. — La conduite des chaudières à vapeur ne doit être confiée qu'à des agents sobres et expérimentés.

ART. 65. — Celui qui emploie un générateur de vapeur est tenu, indépendamment de l'examen habituel qui se fait lors des nettoyages, de le faire visiter au moins une fois chaque année, pour s'assurer qu'il présente en tous ses points la résistance nécessaire et que les appareils de sûreté et autres accessoires satisfont aux conditions requises ; l'intervalle entre deux visites successives ne peut dépasser treize mois.

Indépendamment de cette visite, il sera procédé, au moins une fois chaque année, à la visite des appareils de sécurité, la chaudière étant sous pression de vapeur.

Ne peuvent être chargés de ces visites que des agents dont le caractère, l'indépendance et l'aptitude à reconnaître les défauts des chaudières et en apprécier les effets présentent toutes les garanties désirables.

L'agent visiteur ne sera ni le propriétaire de la chaudière, ni celui qui emploie celle-ci, ni une personne à leur service. Il ne sera ni le constructeur, ni le fournisseur de la chaudière, ni l'agent de ceux-ci. Il ne pourra avoir procédé à la réparation de la chaudière, ni la réparer à la suite de cette visite. Enfin, il ne pourra faire le commerce ou la représentation d'appareils de sûreté, fournitures ou accessoires quelconques pour chaudières à vapeur.

Ces interdictions ne s'appliquent pas aux agents chargés de la visite des appareils à vapeur ressortissant aux divers services de l'Etat.

ART. 66. — Tout générateur de vapeur doit également être visité avant la remise à feu s'il a chômé pendant plus de dix mois et chaque fois qu'il présente le moindre symptôme de danger.

ART. 67. — L'agent qui aura fait une visite de chaudière dressera, avec croquis s'il y a lieu, un procès-verbal indiquant l'état de conservation de chacune des parties qui intéressent la sécurité de la marche et la manière dont il a été constaté, ainsi que l'état des appareils de sûreté.

Il déclarera dans ce procès-verbal si, à son avis, la chaudière peut encore fonctionner avec sécurité pendant le délai réglementaire, à la pression marquée par le timbre, ou s'il est nécessaire de la réparer ou de la visiter à nouveau avant l'expiration de ce terme.

Lorsque certaines parties de la chaudière sont inaccessibles, le même procès-verbal indiquera le délai à l'expiration duquel elles devront être rendues visibles, en précisant les raisons qui permettent d'attendre avec sécurité l'expiration de ce terme. Toutefois, après chaque période de trois ans, les enveloppes des chaudières mobiles, autres que les chaudières des navires, seront enlevées de manière à permettre un examen complet de ces appareils.

ART. 68. — Les récipients de vapeur seront visités, dans les mêmes conditions que les générateurs, aussi souvent que de besoin, afin que la sécurité de leur fonctionnement soit assuré. L'espace de ces visites, qui ne pourra excéder trois ans, est laissé à l'appréciation de ceux qui font usage des dits récipients et sous leur responsabilité. Toutefois, la visite annuelle des appareils de sûreté reste obligatoire.

ART. 69. — Quiconque emploie un générateur ou un récipient de vapeur est tenu de présenter les procès-verbaux de visite à toute réquisition des fonctionnaires chargés de la surveillance.

ART. 70. — Il doit également tenir un registre spécial dans lequel seront consignés et décrits, à leur date, pour chaque chaudière à vapeur, les nettoyages et les réparations.

Ce registre doit être coté et paraphé par un représentant de la police locale. Il sera présenté à toute réquisition des fonctionnaires chargés de la surveillance.

TITRE IV.

Dispositions relatives aux générateurs de vapeur à basse pression.

ART. 71. — Les générateurs de vapeur ou groupes de générateurs présentant isolément ou ensemble une capacité supérieure à cent litres d'eau mesurée au niveau normal de marche et dans lesquels la pression ne peut dépasser un demi-kilogramme par centimètre carré, sont soumis aux prescriptions ci-après :

1° Ils ne pourront être mis en usage avant qu'une déclaration n'ait été faite par le propriétaire au Gouverneur de la province du lieu d'installation, qui en donnera acte ;

2° Ils seront de construction robuste et soignée ;

3° Ils seront munis des dispositifs de sûreté suivants :

a) Un tube de verre pour l'indication du niveau de l'eau ;

b) Un appareil d'un système efficace destiné à arrêter la combustion dès que la pression dépassera un demi-kilogramme par centimètre carré ;

c) Un tube d'équilibre d'une section de cent cinquante millimètres carrés au moins par mètre carré de surface de chauffe du générateur de vapeur, sans que son diamètre intérieur puisse être inférieur à trente-cinq millimètres ; ce tube aura des dimensions telles que, quelles que soient ses dispositions, la hauteur de charge d'eau sous la pression de la vapeur ne puisse dépasser cinq mètres ; il ne portera aucun appareil de fermeture et sera disposé de manière à ne pouvoir provoquer le vidange de la chaudière, ni donner lieu à aucun accident de personne par suite d'un dégagement d'eau et de vapeur. Ce tube pourra être remplacé par tout autre appareil reconnu efficace.

Est considéré comme chaudière unique, un ensemble de généra-

teurs dans lesquels les chambres d'eau et de vapeur sont réunies par des communications ne portant aucun appareil de fermeture, pourvu que l'installation satisfasse aux conditions suivantes :

a) Chacun des corps de la chaudière sera muni d'un tube de verre pour l'indication du niveau de l'eau ;

b) La section de chacune des communications des corps de la chaudière entre eux et avec le tube d'équilibre sera établie proportionnellement à la surface de chauffe totalisée des corps qu'elle dessert, à raison de cent cinquante millimètres carré au moins par mètre carré de surface de chauffe des générateurs ;

c) Les appareils de fermeture établis sur les communications entre les chambres d'eau seront disposés de manière à indiquer nettement s'ils sont ouverts ou fermés ; ces appareils ne pourront isoler un ou plusieurs corps de la chaudière que lorsque ceux-ci seront hors feu.

ART. 72. — Le propriétaire de la chaudière et celui qui emploie celle-ci sont responsables, chacun en ce qui le concerne, de l'observation des dispositions qui précèdent.

TITRE V.

Surveillance administrative, accidents, pénalités, etc.

ART. 73. — Sous réserve des dispositions à prendre en vertu de l'article 82, Notre Ministre de l'Industrie, du Travail et du Ravitaillement désigne les fonctionnaires qui seront chargés de la surveillance des appareils à vapeur.

ART. 74. — Ces fonctionnaires visiteront, aussi souvent qu'il sera jugé utile, les appareils à vapeur de leur ressort. Ils pourront procéder à toutes les vérifications nécessaires, sans interrompre toutefois le fonctionnement des dits appareils.

ART. 75. — Quiconque emploie une chaudière à vapeur est obligé de tenir un registre destiné à recevoir les observations des fonctionnaires chargés de la surveillance en ce qui concerne l'installation et l'état d'entretien des appareils et de leurs accessoires.

Il est tenu, en outre, de conserver les actes, arrêtés d'autorisation et procès-verbaux, ainsi que les plans y annexés et qui ont été délivrés conformément aux articles 5, 7, 16, 37, 38 et 59.

Ce registre et ces documents constitueront un ensemble qui sera désigné sous le nom de permis d'emploi.

Ces permis devront être présentés à toute réquisition des fonctionnaires chargés de la surveillance.

Pour les appareils à vapeur à basse pression, la présentation de l'acte de la déclaration est seule obligatoire.

ART. 76. — Quiconque se propose d'utiliser une chaudière locomobile dûment autorisée est tenu d'en faire la déclaration au bourgmestre de la commune dans laquelle cet appareil doit fonctionner, en mentionnant la durée probable de son stationnement dans cette localité.

Le bourgmestre transmettra immédiatement cette déclaration au chef de service pour la surveillance des appareils à vapeur du ressort.

ART. 77. — Le bourgmestre fera, sur la réquisition du fonctionnaire technique compétent, cesser immédiatement le fonctionnement d'un appareil à vapeur qui présenterait un danger imminent, sauf recours à Notre Ministre de l'Industrie, du Travail et du Ravitaillement.

ART. 78. — Tout accident grave survenu à une chaudière à vapeur sera immédiatement porté à la connaissance du chef de service pour la surveillance des appareils à vapeur et du bourgmestre de la commune, par celui qui emploie la chaudière.

ART. 79. — Sauf les mesures à prendre, le cas échéant pour retirer ou secourir les victimes ou prévenir un nouvel accident, toutes les parties de l'appareil seront laissées dans la position où elles se trouveront après l'accident, jusqu'à ce que le fonctionnaire technique compétent ait les constatations nécessaires.

ART. 80. — La constatation et la répression des infractions aux dispositions du présent règlement auront lieu conformément à la loi du 5 mai 1888, sans préjudice des poursuites à exercer en vertu du Code pénal, s'il y a lieu.

ART. 81. — Notre Ministre de l'Industrie, du Travail et du Ravitaillement pourra accorder dispense de l'accomplissement des prescriptions du présent règlement dans le cas où il reconnaîtrait que cette dispense ne pourrait occasionner d'inconvénient.

Pour l'octroi des dispenses, il prendra l'avis de l'avis de la Commission consultative permanente pour les appareils à vapeur.

ART. 82. — Un arrêté spécial règle le régime d'établissement et de mise en usage, ainsi que la surveillance des chaudières à vapeur ressortissant aux divers services de l'Etat.

ART. 83. — Notre Ministre de l'Industrie, du Travail et du Ravitaillement fera publier, chaque année, dans le *Moniteur*, le relevé des accidents arrivés pendant l'année précédente aux chaudières à vapeur. Ce relevé mentionnera le nom du constructeur, celui du propriétaire, les effets de l'accident et les causes reconnues ou présumées de celui-ci.

ART. 84. — Le présent règlement entrera en vigueur le 1^{er} mai 1919.

A cette date, les arrêtés royaux du 28 mai 1884, du 26 juin 1886, du 19 avril 1887, du 31 janvier 1889, du 18 juillet 1894 et du 15 décembre 1906 seront abrogés.

ART. 85. — Notre Ministre de l'Industrie, du Travail et du Ravitaillement est chargé de l'exécution du présent arrêté.

Donné à Bruxelles, le 28 mars 1919.

ALBERT.

Par le Roi :

*Le Ministre de l'Industrie,
du Travail et du Ravitaillement,*

J. WAUTERS.

APPAREILS A VAPEUR

Arrêté ministériel du 30 mars 1919 fixant les règles de construction.

LE MINISTRE DE L'INDUSTRIE, DU TRAVAIL
ET DU RAVITAILLEMENT,

Vu l'arrêté royal du 28 mars 1919 portant règlement général sur les chaudières à vapeur, et notamment le paragraphe final de l'article 46 stipulant qu'un arrêté ministériel fixera les formules et les coefficients à employer pour le calcul des différentes parties des générateurs de vapeur en ce qui concerne la sécurité, et l'article 60 stipulant que les récipients de vapeur soumis à la formalité de la déclaration doivent satisfaire, au point de vue de la construction, aux règles indiquées pour les générateurs,

ARRÊTE :

ARTICLE UNIQUE. — Les formules et les coefficients à employer pour le calcul des différentes parties des chaudières à vapeur, en ce qui concerne la sécurité, sont établis comme il suit :

A. — *Enveloppes cylindriques.*

$$e = \frac{a. p. D.}{200. b. t.} + 1.$$

e = épaisseur en millimètres ;

p = chiffre indiqué par le timbre ;

D = le plus grand diamètre intérieur en millimètres ;

t = charge de rupture du métal à la traction par millimètre carré de section ;

a = coefficient de sécurité, qui sera pris égal à 4.5 ; toutefois pour les rivures à deux couvre-joints couvrant chacun toutes les lignes de rivets, pour les joints soudés et les viroles fabriquées sans soudure, ce coefficient pourra être pris égal à 4, sauf pour les chaudières des locomotives des chemins de fer et des tramways timbrées à plus de 12 kilogrammes par centimètre carré, pour lesquelles ce coefficient pourra être pris égal à 3.75.

b = coefficient de résistance relative du joint par rapport à la tôle, pleine ; ce coefficient sera calculé, pour la ligne extérieure de rivets par la formule $\frac{l-d}{t}$, où d est le diamètre des trous de rivets et l leur distance de centre à centre.

On s'assurera que la tôle et les rivets dans les autres lignes présentent une résistance suffisante.

L'épaisseur totale des couvre-joints sera au moins les $\frac{5}{4}$ de celle de la tôle.

Pour les joints soudés, le coefficient b sera pris égal à 0.70 au maximum.

La résistance au cisaillement des rivets ne devra pas être inférieure à celle qui a servi de base au calcul de la résistance de la tôle dans la ligne de rivure, le millimètre additionnel non compris.

On admettra que le coefficient de résistance au cisaillement du métal des rivets est égal aux $\frac{4}{5}$ du coefficient de la résistance à la traction du même métal ; on adoptera, pour le calcul du diamètre des rivets avant la pose, un coefficient de sécurité égal à 4.5.

L'application de la formule (1) :

$$e = \frac{a. p. D.}{400. b. t.} + 1.$$

devra donner, pour les rivures transversales des enveloppes cylindriques, une résistance au moins égale à celle qui a servi de base au calcul de la résistance de la tôle dans le sens longitudinal ; le diamètre des rivets sera calculé comme précédemment.

N. B. Les coefficients de sécurité à adopter pour le calcul des assemblages longitudinaux et pour le calcul des assemblages transversaux d'une même chaudière devront éventuellement différer selon les systèmes adoptés.

Quand il s'agira de corps cylindriques non chauffés dans toutes leurs parties, le millimètre additionnel sera supprimé, sauf pour les chaudières de bateaux.

Les bords des trous d'homme et autres ouvertures pratiquées dans les corps cylindriques des chaudières à vapeur devront être efficacement renforcés chaque fois que le produit $L b p$ sera égal ou plus grand que 1200 dans le sens longitudinal et 2400 dans le sens transversal ;

L = longueur totale de l'ouverture en millimètres ;

p = chiffre indiqué par le timbre ;

b = coefficient de résistance de la rivure longitudinale.

Le renforcement sera également de rigueur chaque fois que la

(1) Cette formule est également applicable aux parties sphériques des chaudières.

longueur de l'ouverture dépassera 250 millimètres dans le sens longitudinal et 500 millimètres dans le sens transversal.

Tout renfort aura une section pleine au moins égale à celle de la partie du métal manquant et sera fixé au corps cylindrique, de manière qu'en toute section les attaches présenteront au moins la résistance du métal enlevé dans cette section.

Ne sont pas considérés comme renforts, les piétements en métaux coulés rivés aux corps cylindriques ; les parties en saillie des piétements ou autres pièces en métaux laminés n'interviendront dans le calcul que pour une hauteur maximum de 50 millimètres.

B. — Enveloppes tronçonniques.

Pour les enveloppes tronçonniques, on adoptera, pour le calcul de l'épaisseur des tôles de chacune des viroles, le plus grand diamètre intérieur, en appliquant les règles prescrites pour les enveloppes cylindriques.

C. — Fonds bombés à bouts emboutis et non entretoisés.

$$e = \frac{a. p. r}{200 t.} + 1.$$

a , p et t ayant la même signification que ci-dessus, r étant le rayon de courbure du fond bombé et a étant pris égal à 5.

L'épaisseur d'un fonds bombé ne pourra toutefois pas être inférieure à celle nécessaire pour donner à l'assemblage de ce fond avec le corps cylindrique une résistance suffisante calculée comme il est indiqué au paragraphe A.

Les mêmes observations doivent être faites qu'au paragraphe A en ce qui concerne le millimètre additionnel.

D. — Foyers et tubes intérieurs cylindriques.

1° Foyers et tubes lisses.

$$e = \frac{p. d}{f.} \left[1 + \sqrt{1 + \frac{k}{p} \times \frac{L}{L+D}} \right] + 3$$

e = épaisseur en millimètres ;

p = chiffre indiqué par le timbre ;

D = diamètre extérieur en millimètres ;

$f = 2,400$ pour le fer et 2,880 pour l'acier ;

$k = 100$ ou 70, suivant que le foyer est horizontal ou vertical quand les rivures sont à recouvrement, et à 80 ou à 50 dans les mêmes cas, quand les rivures sont à doubles couvre-joints ou que les joints sont soudés ;

$L =$ distance entre les armatures efficaces (1) ; s'il existe des bouilleurs transversaux, cette dimension sera comptée entre les axes des bouilleurs parallèles ;

2° Foyers ondulés ou à nervures :

$$e = \frac{2 p \cdot D}{f} + 3$$

Les lettres ont les mêmes significations qu'au 1°.

E. — Foyers et tubes tronconiques.

On appliquera les mêmes formules que pour les foyers et tubes cylindriques, en adoptant pour D le plus grand diamètre extérieur de chaque virole.

F. — Parois planes entretoisées.

$$e = 1.5 + 0.1 \sqrt{(a^2 + b^2) \frac{p \cdot c}{t}}$$

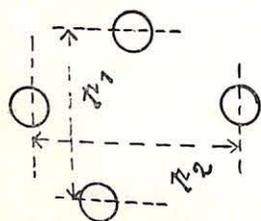
$e =$ épaisseur en millimètres ;

$p =$ chiffre indiqué par le timbre ;

$t =$ charge de rupture en kilogrammes par millimètre carré ;

$a =$ la distance des entretoises ou des tirants en millimètres ;

$b =$ la distance des rangées d'entretoises ou de tirants en millimètres.



Dans le cas où les tirants ou les entretoises sont disposés en ordre irrégulier comme dans le croquis ci-contre, on remplacera $(a^2 + b^2)$ par $1/4 (p_1 + p_2)^2$;

c est une constante dont la valeur dépend de la disposition des entretoises ou des tirants ;

$c = 0.735$ quand les tirants ou les entretoises seront vissés dans la tôle et rivés ;

(1) La circulaire ministérielle du 25 mai 1877 fait connaître les principaux dispositifs d'armatures efficaces adoptés par les constructeurs.

$c = 0.568$ quand ils seront vissés dans la tôle et fixés à l'intérieur par un écrou, ou quand il y aura un écrou à un bout et que l'autre bout sera taraudé dans une tôle ayant une épaisseur au moins égale aux 2/3 de leur diamètre et rivé ;

$c = 0.542$ lorsque les tirants ou les entretoises seront fixés par des écrous sur chaque face de la tôle et qu'entre l'écrou extérieur et la tôle se trouvera une rondelle ayant les 2/3 de l'épaisseur de la tôle, avec un diamètre égal à 4/10 de la distance des files d'entretoises ;

$c = 0.481$ lorsque les tirants ou les entretoises seront fixés par des écrous sur chaque face de la tôle et qu'entre l'écrou extérieur et la tôle se trouvera une rondelle rivée à la tôle et ayant les 3/4 de son épaisseur, avec un diamètre égal à 0.6 de la distance des files d'entretoises ;

$c = 0.437$ lorsque les rondelles extérieures seront remplacées par des bandes continues de tôle ayant une largeur égale à 0.6 au moins de la distance des files d'entretoises et une épaisseur égale aux 3/4 au moins de celle de la tôle ; ces bandes devront être solidement rivées à la tôle.

G. — Parois planes non consolidées.

$$e = 0.06 l \sqrt{\frac{p}{t}}$$

$e =$ la plus grande distance en millimètres entre deux renforts efficaces ;

p et t ont les mêmes significations que ci-dessus.

Cette formule s'applique aux fonds ou parties de fonds avec bords emboutis ou assemblés par cornières avec les corps cylindriques.

H. — Pièces en métaux coulés.

Le coefficient de sécurité à adopter ne pourra être inférieur à 6.

I. — Entretoises.

Le coefficient de sécurité à adopter ne pourra être inférieur à 7.

J. — Boulons.

Le coefficient de sécurité à adopter ne pourra être inférieur à 10. Les résultats trouvés par les formules et coefficients ci-dessus devront être arrondis au millimètre supérieur.

Les épaisseurs des éléments des chaudières qui ne sont pas prévus ci-dessus seront fixées par le constructeur, sous sa responsabilité ;

ces éléments ne devront subir aucune déformation permanente pendant l'épreuve réglementaire.

Aucun élément d'une chaudière à vapeur ne pourra avoir une épaisseur inférieure à 7 millimètres, à l'exception des tubes d'un diamètre intérieur ne dépassant pas 200 millimètres.

Bruxelles, le 30 mars 1919.

*Le Ministre de l'Industrie, du Travail
et du Ravitaillement,*
J. WAUTERS.

Appareils à Vapeur

Répartition du service de la surveillance

LE MINISTRE DE L'INDUSTRIE, DU TRAVAIL
ET DU RAVITAILLEMENT.

Vu l'article 73 de l'arrêté royal du 28 mars 1919 concernant la police des appareils à vapeur, lequel stipule notamment :
« Notre Ministre de l'Industrie, du Travail et du Ravitaillement désigne les fonctionnaires qui seront chargés de la surveillance des appareils à vapeur. »

Vu l'arrêté royal du 25 mai 1895 qui a transféré au Ministère de l'Industrie et du Travail l'administration centrale des mines dont ressortit le service de surveillance des machines à vapeur du royaume;

Vu l'arrêté royal du 10 octobre 1887, réglant la surveillance des appareils à vapeur dépendant des services de l'Etat ainsi que l'arrêté ministériel du 20 mars 1901, qui a désigné les fonctionnaires chargés de la surveillance des appareils à vapeur autres que ceux qui sont régis par l'arrêté royal du 10 octobre 1887 précité;

Vu l'arrêté royal du 6 mars 1919 créant un dixième arrondissement des mines à Hasselt, ainsi que la note de M. le Directeur Général des Ponts et Chaussées du 31 mars 1919;

Considérant que la mise à fruit des mines de la Campine fait du Limbourg une province minière;

Considérant qu'il y a lieu dans l'intérêt du service de compléter et de modifier les dispositions de l'arrêté susvisé du 20 mars 1901;

Arrête :

Article premier. — Outre la mission de surveillance qui leur est dévolue en application de l'arrêté royal susmentionné du 10 octobre 1887, le corps des ingénieurs des mines et le

corps des ingénieurs des ponts et chaussées sont chargés, sous notre autorité, de veiller et de pourvoir à l'exécution des lois, règlements et arrêtés concernant la police des appareils à vapeur tant fixes que mobiles.

Art. 2. — Les ingénieurs du corps des mines exerceront cette mission :

1° Dans tous les établissements privés et dans ceux qui dépendent des autorités communales et provinciales des provinces minières : Liège, Namur, Hainaut, Luxembourg et Limbourg;

2° Dans les établissements privés régis par les arrêtés royaux du 28 août 1911 et du 31 janvier 1912, existant ou qui seraient établis dans les provinces d'Anvers, de Brabant, de la Flandre Orientale et de la Flandre Occidentale;

3° Dans toutes les carrières à ciel ouvert de l'arrondissement de Nivelles et de la partie de l'arrondissement de Bruxelles située au sud de la route de Nivelles à Hal et Ninove.

Art. 3. — Les ingénieurs du corps des Ponts et Chaussées exerceront la mission susmentionnée dans tous les établissements privés et dans ceux qui dépendent des autorités communales et provinciales des provinces d'Anvers, de Brabant, de la Flandre Orientale et de la Flandre Occidentale autres que ceux qui sont énumérés dans l'article précédent.

Sont aussi placés, pour toute l'étendue du royaume, dans les attributions des ingénieurs des ponts et chaussées, tant des services spéciaux que des services de province, les appareils à vapeur, tant fixes que mobiles, du service de la navigation ainsi que ceux qui intéressent directement la navigation.

Art. 4. — Sont assimilés aux appareils à vapeur des établissements privés, en ce qui concerne la répartition de leur surveillance, ceux qui sont employés par des entrepreneurs dans les chantiers de travaux exécutés pour le compte des diverses administrations de l'Etat, à l'exception toutefois des appareils qui doivent ultérieurement devenir la propriété de ces administrations, si celles-ci jugent préférable de pourvoir elles-mêmes à cette surveillance.

Cette assimilation est étendue aux appareils à vapeur loués par l'Etat dans les cas où celui-ci exécuterait des travaux en régie.

Art. 5. — Sont rapportées toutes les dispositions antérieures relatives à l'objet du présent arrêté et notamment celles contenues dans l'arrêté du 20 mars 1901.

Bruxelles, le 25 avril 1919.

*Le Ministre de l'Industrie, du Travail
et du Ravitaillement,*

J. WAUTERS.

Administration des Mines et Inspection du travail et des établissements dangereux, insalubres ou incommodes.

Classement des appareils à vapeur.

ALBERT, *Roi des Belges,*

A TOUS PRÉSENTS ET A VENIR, SALUT.

Vu l'arrêté royal du 31 mai 1887 portant classement des établissements réputés dangereux, insalubres ou incommodes ;

Vu l'arrêté royal du 28 mars 1919 portant réglementation générale sur les chaudières à vapeur ;

Vu l'avis de la direction générale des mines et celui du service central de l'inspection des établissements dangereux, insalubres ou incommodes ;

Sur la proposition de Notre Ministre de l'Industrie, du Travail et du Ravitaillement,

Nous avons arrêté et arrêtons :

Article 1^{er}. La rubrique : Machines et chaudières à vapeur. — *Régime spécial*, est remplacée par la suivante :

« Chaudières à vapeur, — *Régime spécial*. »

Art. 2. Les machines à vapeur sont rangées dans la rubrique : Moteurs, procédés de travail ou machines pouvant occasionner un choc ou un bruit nuisible ou incommode...2 ⊙

Art. 3. Notre Ministre de l'Industrie, du Travail et du Ravitaillement est chargé de l'exécution du présent arrêté.

Donné à Bruxelles, le 15 avril 1919.

ALBERT.

Par le Roi :

*Le Ministre de l'Industrie, du Travail
et du Ravitaillement,*

J. WAUTERS.

APPAREILS A VAPEUR

ACCIDENTS SURVENUS

EN 1918

NOS D'ORDRE	DATE de l'accident	A. Nature et situation de l'établissement où l'appareil était placé; B. Noms des propriétaires de l'appareil; C. Noms des constructeurs id. D. Date de mise en service.	NATURE FORME ET DESTINATION DE L'APPAREIL Détails divers	EXPLOSION		
				CIRCONSTANCES	SUITES	CAUSES PRÉSUMÉES
1	9 janvier 1918	A. Puits n° 2 (Sacré-Français) des charbonnages Réunis de Charleroi ; B. Société anonyme des Charbonnages Réunis Mambourg, à Charleroi. C. Jos. Mathot et fils, à Chénée. D. 24 septembre 1909.	Chaudière à tubes d'eau, système Mathot, de 300 mètres carrés de surface de chauffe, constituée d'un faisceau de 174 tubes inclinés, de 5 ^m 500 de longueur, 90 millimètres de diamètre, surmonté de deux corps cylindriques de 7 ^m 750 de longueur et 1 ^m 400 de diamètre.	Le chauffeur était occupé à purger les tubes indicateurs de niveau d'eau; pour ce faire, il avait la figure protégée par un masque métallique. Au moment où il ouvrait le robinet du tube indicateur, ce dernier se brisa et un éclat de verre, perçant le masque, le blessa grièvement à l'œil.	Un ouvrier grièvement blessé.	Brusque dilatation du verre sous l'action de la vapeur.
2	10 février 1918	A. Société anonyme des Charbonnages du Poirier, à Montigny-sur-Sambre (Salle des chaudières de la Centrale électrique). B. Société anonyme des charbonnages du Poirier, à Montigny-sur-Sambre C. Carnoy - Vandenstein, à Gand D. 1908.	Corps de soupape à vapeur en fonte, ou peut être en fonte aciérée, entouré d'un calorifuge (de 0 ^m 050 d'épaisseur), et intercalée dans la conduite collective de la vapeur qui relie les chaudières aux turbines. Cette soupape fonctionnait depuis 9 ans.	Cette soupape, au moment où la pression de la vapeur devait être voisine de 12 atmosphères (timbre des chaudières) et sa température de 250°, a fait explosion un dimanche. Un ouvrier placé à proximité, a été atteint par un jet de vapeur surchauffée, tandis que les éclats de métal n'ont fait qu'atteindre la maçonnerie du massif des chaudières et y produire une brèche.	L'ouvrier est mort des suites de ses brûlures. Dégâts matériels peu importants.	Phénomène de dilatation. Ceux-ci étaient dus à des variations de régime se produisant ordinairement le dimanche; ces variations ont agi sur une pièce à épaisseurs inégales par suite d'un défaut de coulée.
3	1 ^{er} juin 1918	A. Atelier de chaudronnerie, rue Grande Foxhalle, n° 152, à Herstal. B. Jean-Olivier Boret, à Herstal. L'appareil était donné en location au sieur Marcel Remy, industriel, à Herstal, qui l'utilisait dans une partie de l'atelier précité, appartenant au sieur Joseph Ledent. C. Devil-Châtel et Cie, à Molenbeek-Saint-Jean. D. 10 juin 1908.	Chaudière cylindrique, verticale, à foyer intérieur et cheminée intérieure excentrique, timbrée à 5 kilogrammes par centimètre carré, fixée à un petit chariot monté sur 4 roues, chauffée au charbon et alimentée au moyen d'eau provenant de la distribution communale. Ses différents éléments constitutifs présentent les dimensions suivantes : Corps enveloppe : $h = 1\text{m}700$, $d = 0\text{m}700$, tôles de fer 10 m/m ; Foyer : $h = 1\text{m}260$, $d = 0\text{m}596$, tôles de fer de 10 m/m ; Cheminée : $h = 0\text{m}430$, $d = 0\text{m}210$, tôles de fer de 8 m/m ; Surface de chauffe : 2 m ² . Cet appareil a été visité intérieurement et extérieurement, pour la dernière fois, le 27 février 1918, par un agent de la Chaudronnerie G. Deprez-Coheur, à Grâce-Berleur, lequel a déclaré, dans un certificat, « que le » » boulon fusible était en bon état, » qu'il n'avait pas constaté de fuite, » que le nettoyage était bien fait et » qu'à son avis la chaudière pouvait » fonctionner avec sécurité pendant	La chaudière avait été mise à feu vers 9 1/2 heures du matin; peu de temps avant midi, le chauffeur avait alimenté ce générateur, purgé le tube indicateur, nettoyé le feu, puis jeté sur celui-ci 4 pelletées d'un mélange de charbon tout-venant et de braisettes. Quittant alors immédiatement l'établissement, il constata que le manomètre marquait 2 1/4 atmosphères et que le niveau de l'eau dans le tube indicateur correspondait à celui de l'index. Quelques instants plus tard, ce chauffeur rentra dans l'atelier pour y reprendre sa montre qu'il avait oubliée; il ressortit aussitôt et il était à peine parvenu à 20 mètres de l'atelier lorsque la chaudière fit tout à coup explosion. Violamment soulevé par celle-ci, le générateur retomba à quelques mètres de son emplacement, après avoir brisé une partie des charpentes et de la toiture, qui s'effondrèrent. Le contremaître, qui était assis non loin sur un banc, fut légèrement blessé, mais couvert de brûlures qui entraînèrent sa mort peu de temps après l'accident. La chaudière fut détachée du chariot et celui-ci fut brisé en deux parties, dont l'une	Un contremaître brûlé mortellement et dégâts matériels relativement importants.	Réduction d'épaisseur de la tôle du foyer par corrosion graduelle. Fente dans le congé réunissant le tube foyer intérieur à la plaque d'assise de la chaudière et ovalisation du dit tube vers son milieu, due vraisemblablement à un amincissement par corrosion graduelle.

NOS D'ORDRE	DATE de l'accident	A. Nature et situation de l'établissement où l'appareil était placé; B. Noms des propriétaires de l'appareil; C. Noms des constructeurs id. D. Date de mise en service.	NATURE FORME ET DESTINATION DE L'APPAREIL Détails divers	EXPLOSION		
				CIRCONSTANCES	SUITES	CAUSES PRÉSUMÉES
4	14 décembre	<p>A. Siège Belle-Vue du Charbonnage de Belle-Vue et Bien-Venue, à Herstal.</p> <p>B. Société anonyme du Charbonnage de Belle-Vue et B en-Venue, à Herstal.</p> <p>C. Jean Marck, à Herstal.</p> <p>D. Environ 3 ans.</p>	<p>» un an au timbre de 5 kilogrammes » par centimètre carré ».</p> <p>Son dernier nettoyage fut effectué le 28 mai 1918 par le chauffeur chargé de la conduite et de la surveillance de cet appareil.</p> <p>Pièce creuse en bronze, filetée intérieurement sur une partie de sa longueur et vissée dans le couvercle d'un purgeur automatique intercalé sur une conduite de vapeur dépendant de la batterie de chaudières timbrées à 6 atmosphères.</p> <p>Cette pièce sert à maintenir une tige portant une soupape permettant de faire fonctionner le purgeur automatiquement ou directement. Ce purgeur est constitué d'un réservoir en fonte de 210 millimètres de diamètre extérieur et de 300 millimètres de hauteur.</p> <p>Au moment de l'accident, les manomètres des chaudières marquaient 4 atmosphères.</p>	<p>resta en place, tandis que l'autre était projetée à 8 mètres de distance.</p> <p>Le manomètre fut retrouvé dans un jardin voisin ; il était faussé et marquait 1,8 atmosphère ; près de lui gisait le tube indicateur brisé. Le corps-enveloppe du générateur ne présentait aucune particularité ; seul, le bris de l'étrier et du boulon de fixation de la porte supérieure de lavage avait provoqué la chute de la dite porte. Aux abords de cette dernière, la tôle mesurait 8^m/m68 à 8^m/m8 d'épaisseur. Le fond du foyer avait été arraché de la cheminée, le long et au-dessus de la rivure. La tôle cylindrique, repliée sur elle-même, n'adhérait plus à la rivure inférieure que sur 0^m350 de longueur environ. Elle était arrachée le long de cette rivure sur le restant de ce pourtour, et détachée le long d'une partie de la rivure de la porte de chargement ; plusieurs morceaux en avaient été arrachés dans la région inférieure et projetés au loin. En maints endroits, sur les bords de ces fragments, la tôle présentait des dédoublements.</p> <p>Aucune rivure n'a cédé.</p> <p>Mesurée en 22 points, le long des déchirures, l'épaisseur de la tôle variait de 5^m/m9 à 8^m/m.</p> <p>Un ouvrier forgeron était occupé à puiser, au moyen de seaux, les eaux accumulées dans la cave où se trouvait installé le purgeur, lorsque la pièce en bronze maintenant la tige portant la soupape de cet appareil se brisa et sauta tout à coup.</p> <p>Le principal fragment de cette pièce fut retrouvé dans des boues, 18 jours après l'accident et il fut constaté alors que la partie filetée de cette pièce, qui s'engageait dans le couvercle du purgeur, avait presque complètement disparu, de même que la partie filetée intérieurement et recouvrant la vis de la tige de la soupape de cet appareil.</p> <p>Le métal présentait dans la cassure une soufflure importante intéressant presque toute l'épaisseur de la pièce sur une longueur de 5 à 6 millimètres.</p> <p>La pièce brisée était, en outre, quelque peu déformée et l'un des bords était aplati.</p>	<p>L'ouvrier forgeron fut brûlé assez grièvement au pied droit, au poing droit et à la face.</p>	<p>Importante soufflure existant dans la pièce, accompagnée peut-être d'un choc.</p>

**Commissions ressortissant à la Direction générale
des Mines.**

**Indemnités de route et de séjour et jetons de présence des Membres
de ces Commissions,**

ALBERT, *Roi des Belges,*

A TOUS PRÉSENTS ET A VENIR, SALUT.

Vu notre arrêté du 23 janvier 1898, modifié par celui du 8 juin 1899, fixant les frais de route et de séjour des Membres des diverses Commissions ressortissant à la Direction Générale des Mines :

Considérant qu'il y a lieu de tenir compte dans une certaine mesure du relèvement des tarifs des chemins de fer et de l'augmentation du prix de la vie ;

Sur la proposition de Notre Ministre de l'Industrie, du Travail et du Ravitaillement,

Nous avons arrêté et arrêtons :

Article 1^{er}. — L'indemnité pour frais de séjour des Membres des diverses Commissions ressortissant à la Direction Générale des Mines est fixée à 15 francs.

Elle est doublée lorsque les intéressés doivent exceptionnellement passer la nuit hors de leur résidence.

Art. 2. — Les frais de route sont fixés à 15 centimes par kilomètre.

Ceux qui sont effectués par voie ordinaire ne peuvent être portés en compte que lorsque la distance entre le lieu de départ ou de destination et la station de voie ferrée la plus voisine dépasse 3 km.

Art. 3. — Les distances portées en comptes seront calculées :

a) Pour les voyages par chemins de fer, d'après les indications du « Guide Officiel des voyageurs » ;

b) Pour les parcours par voie ordinaire, d'après le « Dictionnaire Officiel des distances légales ».

Art. 4. — Il ne sera alloué de frais de route et séjour que lorsque les déplacements dépassent 5 kilomètres.

Art. 5. — Les Membres des Commissions techniques jouiront d'un jeton de présence de 15 francs par jour de séance. Ce jeton sera

respectivement de 20 et de 25 francs pour le Secrétaire et le Président des dites Commissions.

Art. 6. — Les frais de routes et de séjour sont liquidés sur états dressés par chacun des Membres des Commissions ou sur un état collectif dressé à chaque séance ou après une série de séances.

Ces divers états doivent être approuvés par le Président la Commission en cause.

Art. 7. — Les dispositions qui précèdent sont applicables aux personnes qui seraient appelées vis-à-vis des Commissions pour les éclairer sur des points spéciaux.

Art. 8. — Nos arrêtés du 23 janvier 1898 et du 8 juin 1899 sont rapportés.

Art. 9. — Notre Ministre de l'Industrie, du Travail et du Ravitaillement est chargé de l'exécution du présent arrêté.

Donné à Bruxelles, le 15 avril 1919.

ALBERT.

Par le Roi :

*Le Ministre de l'Industrie, du Travail
et du Ravitaillement,*

J. WAUTERS.

SOMMAIRE DE LA 2^{me} LIVRAISON, TOME XX

SERVICE DES ACCIDENTS MINIERES ET DU GRISOU

Les accidents survenus sur les plans inclinés, de 1889 à 1912, dans les mines de houille de Belgique (2 ^e suite)	V. Watteyne et L. Lebens 351
--	------------------------------

MÉMOIRES

Les gisements houillers de la Belgique (3 ^e suite)	A. Renier 433
---	---------------

NOTES DIVERSES

Essais comparatifs sur Collets mandrinés et Collets brasés.	F. De Jaer 541
Coup d'œil sur l'industrie minière et métallurgique dans les pays étrangers, en 1913 et pendant les années de guerre (suite)	A. Delmer 603
L'emploi des marteaux-piqueurs pour l'abatage de la houille dans la province de Liège	J. Lebacqz 609
Rapport final du service de recherches minières des Pays-Bas, analyse	Et. Asselberghs 653

EXTRAITS DE RAPPORTS ADMINISTRATIFS

4 ^{me} arrondissement (1914, 1915 et 1916). — Essai d'étauçons métalliques amovibles par le soutènement de longues tailles. — Utilisation des anciens câbles plats en acier comme moyen de soutènement des voies — Remplacement d'un cuvelage par enfouissement de tours descendantes en palplanches métalliques au siège n° 17 du Charbonnage de Monbeau-Fontaine	O. Ledouble 677
---	-----------------

BIBLIOGRAPHIE

Utilisation des déchets de mines et de mauvais combustibles, par M. F. BLACHE (<i>Bulletin de la Société de l'industrie minérale</i> , 1 ^{re} livr. de 1919)	691
Quelques questions d'avenir dans l'industrie minière, par le capitaine LANGROGNE. (<i>Bulletin de l'industrie minérale</i> , 1 ^{re} livraison de 1919)	692
La situation des industries en Belgique, en février 1919, après les dévastations allemandes.	695

DOCUMENTS ADMINISTRATIFS

<i>Corps des mines :</i>	
Arrêté royal du 31 mars 1919 sur le recrutement des Ingénieurs pour l'année 1919	713
<i>Police des mines :</i>	
Règlement général de police sur les mines, minières et carrières souterraines — Arrêté royal du 5 mai 1919	715
Eclairage, Verres de lampes de sûreté, Marque reconnue. — Arrêté ministériel du 30 avril 1919	718
<i>Caisses de prévoyance :</i>	
Arrêté royal du 10 avril 1919 modifiant l'arrêté organique du 1 ^{er} octobre 1911	719
<i>Appareils à vapeur :</i>	
Arrêté royal du 28 mars 1919 portant règlement général sur les chaudières à vapeur	720
Arrêté ministériel du 30 mars 1919 fixant les règles de construction	743
Répartition du service de la surveillance : arrêté ministériel du 25 avril 1919	748
Classement des appareils à vapeur. — Arrêté royal du 15 avril 1919	750
Appareils à vapeur : accidents survenus en 1918	751
Commissions ressortissant à la Direction générale des mines. — Indemnités de route et de séjour et jetons de présence des Membres de ces Commissions : arrêté royal du 15 avril 1919.	756