

# RAPPORTS ADMINISTRATIFS

## EXTRAITS D'UN RAPPORT DE M. A. MARCETTE

Ingénieur en chef Directeur du 1<sup>er</sup> Arrondissement des Mines, à Mons

### SUR LES TRAVAUX DU 2<sup>e</sup> SEMESTRE 1902

*Charbonnage de l'Espérance à Baudour : Creusement  
de tunnels inclinés (1).*

[62225]

M. l'Ingénieur A. Hallet, chargé provisoirement de la surveillance du 5<sup>e</sup> district, m'a adressé un rapport dans lequel il esquisse le programme des travaux à exécuter pour la mise à fruit de la concession ainsi que leur état d'avancement.

Je dois faire remarquer qu'au point de vue de l'importance du gisement et de la méthode suivie pour l'attaquer, cet ingénieur se borne à exposer les vues et les opinions de la direction des travaux.

Je fais également toutes mes réserves à ce sujet tout en constatant que les premières difficultés du projet ont été surmontées heureusement par M. l'Ingénieur C. Richir, chargé de son exécution.

Ceci dit, voici en quels termes s'exprime M. Hallet :

« Ces travaux consistent dans l'enfoncement de deux tunnels inclinés, dont les orifices sont à 1,300 mètres au Nord de la gare de Baudour, à un affleurement du terrain houiller inférieur. Le but est de mettre à découvert les veines du gisement, lequel est recouvert d'une forte épaisseur de morts-terrains aquifères.

» La concession de l'Espérance, d'une étendue totale de 1,500 hectares, est située au Nord du canal de Mons à Condé, et à l'Ouest de

---

(1) Voir *Annales des Mines de Belgique*, t. VII, 1<sup>re</sup> livr., p. 30, et 3<sup>e</sup> livr., p. 144, et t. VIII, 1<sup>re</sup> livr., p. 75.

celle de Ghlin dont la mise à fruit a nécessité le fonçage de puits de 300 mètres à travers les morts-terrains aquifères et conséquemment une immobilisation considérable de capitaux.

» Le plan (fig. 1) figuré ci-après et dressé à l'échelle 1/80,000 fait connaître sa position; il renseigne également les emplacements de plusieurs sondages avec la profondeur à laquelle chacun d'eux a recoupé le terrain houiller. Les deux plus récents sont situés sur la concession d'Hautrage; ils sont renseignés par les lettres *A* et *B*. La figure 2 donne la coupe hypothétique Nord-Sud passant entre les deux sondages, soit à 5,600 mètres à l'Ouest des tunnels. A son inspection, on reconnaît que la traversée des morts-terrains par des puits verticaux présenteraient de sérieuses difficultés, surtout vers le Nord où le terrain houiller n'est pas recouvert, comme au Midi, d'un manteau imperméable de dièves (turonien ou tourtia de Mons).

» C'est pour éviter ces difficultés que la Société anonyme des charbonnages de Baudour a décidé de creuser des tunnels inclinés sous les morts-terrains, en profitant de cette circonstance que dans le Nord de sa concession le terrain houiller affleure sous une faible épaisseur de sables. Le plan (fig. 1) renseigne la direction générale des phlhanites ainsi que la position d'un banc de calcaire à crinoïdes intercalé dans le houiller inférieur même.

» Les veines que l'on espère recouper par les tunnels ou par des bouveaux qui partiraient de ces derniers, appartiennent au comble Nord du bassin. Elles sont exploitées au charbonnage de Ghlin et de « Blaton-Bernissart » entre lesquels est situé celui de l'Espérance. Il est assez difficile de les raccorder du gisement du Borinage situé au Sud, par suite des dérangements rencontrés dans ce bassin, dans la zone limitrophe au canal de Mons à Condé. Certains pensent même qu'ils indiquent le passage de la faille du Centre dans le Borinage.

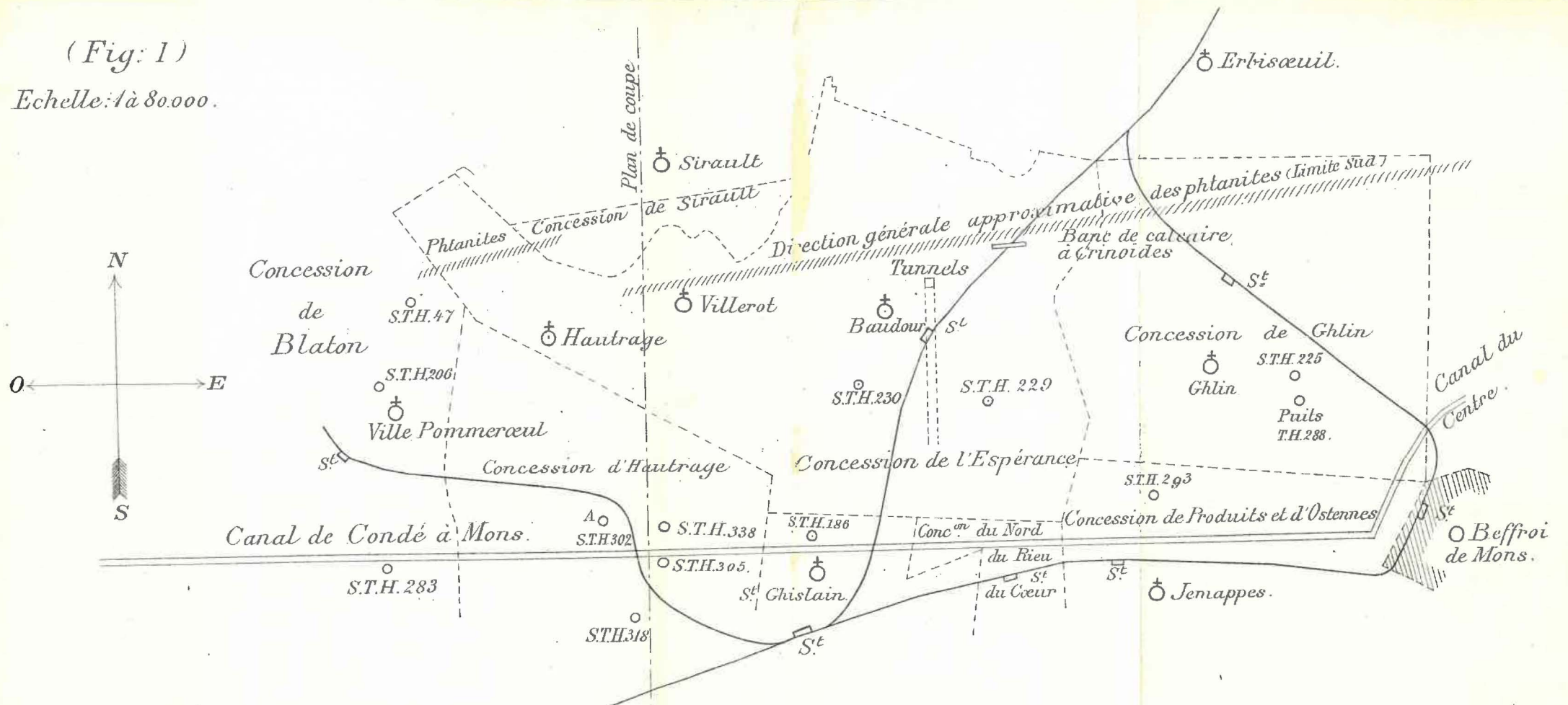
» Les tunnels en creusement sont inclinés de 20° sur l'horizon; ils sont représentés figures 3 et 4. Le projet de la Direction du charbonnage est de les faire servir tous deux à l'extraction; l'air entrerait par l'un et ferait son retour par l'autre.

» Le transport s'y ferait d'une façon continue, par chariots roulant sous des monorails.

L'avantage du système, d'après son inventeur M. Passelecq, consisterait dans l'emploi d'une machine à marche continue pour l'extraction des produits. La continuité de la marche rendrait possible l'emploi de la condensation pour la vapeur; il y aurait donc de ce chef une économie en plus de celle qu'on réaliserait par la suppression

(Fig: 1)

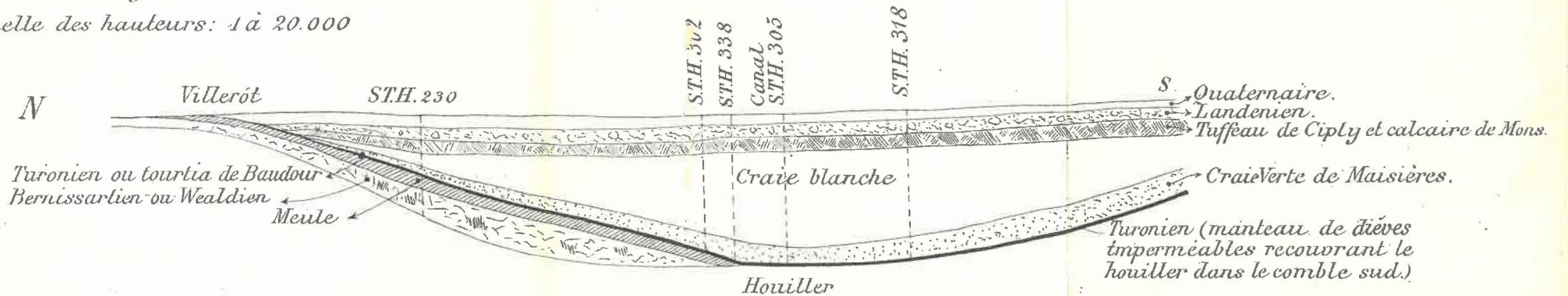
Echelle: 1 à 80.000.



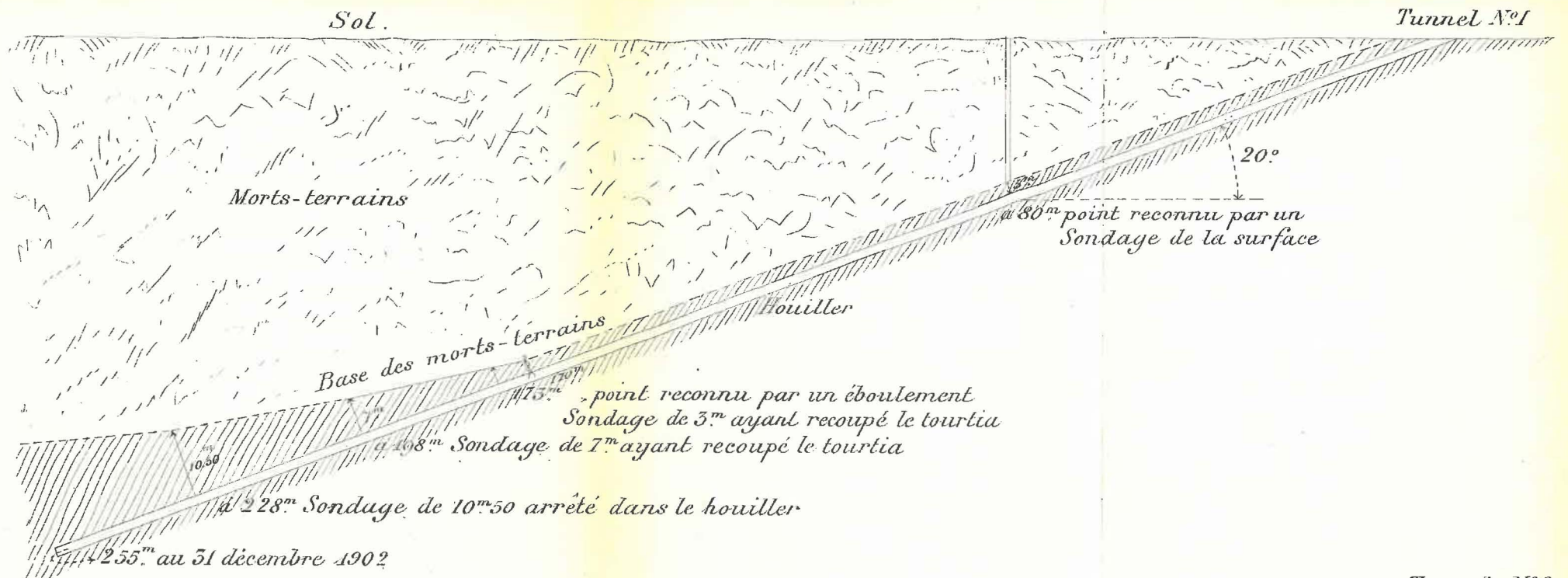
(Fig: 2)

Echelle des longueurs: 1 à 40.000

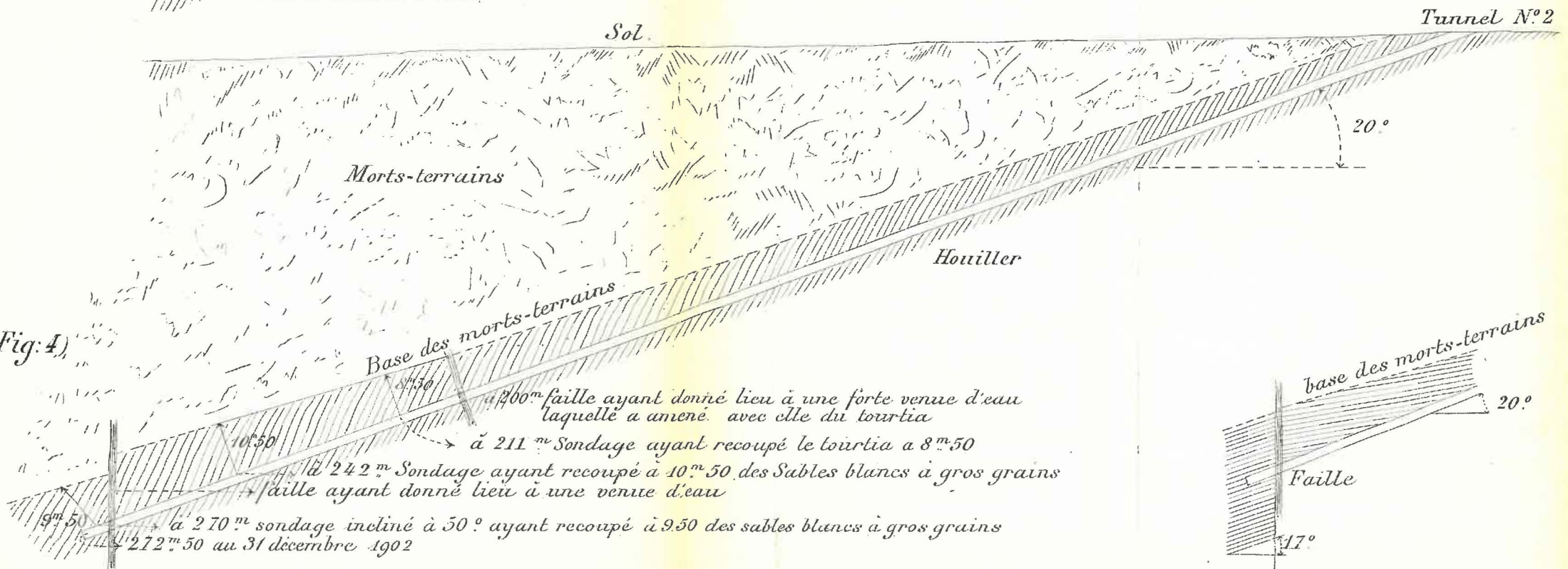
Echelle des hauteurs: 1 à 20.000



(Fig:3)



(Fig:4)



des pertes de vapeur dues aux arrêts et aux mises en marche dans les moteurs d'extraction ordinaires.

» La longueur que doivent atteindre les tunnels, pour que des travers-bancs horizontaux pris à leurs extrémités permettent d'ouvrir un premier étage d'exploitation, est de 1,500 mètres.

» La section des deux galeries maçonnées est représentée figure 5. En terre nue, elle a 4<sup>m</sup>30 de hauteur et 4 mètres de largeur.

» Leurs longueurs, au 31 décembre 1902, étaient respectivement de 255 mètres et 272<sup>m</sup>50, ce qui correspond à des hauteurs verticales de 87 et de 93 mètres. Les avancements de l'année 1902 ont été de 145 mètres et 187<sup>m</sup>50; ils ont été inférieurs à ceux qu'on avait espéré. Cela résulte de diverses difficultés rencontrées dans le creusement et dues à la proximité persistante des morts-terrains, circonstance que n'avaient pas fait prévoir deux sondages situés à 2,100 mètres, en moyenne, au Sud des orifices. Ces sondages indiquent que l'inclinaison moyenne de la surface du terrain houiller est de 10 à 12°. On avait supposé qu'il en était ainsi à l'affleurement du houiller et on croyait qu'en donnant 20° d'inclinaison aux tunnels, ceux-ci s'écarteraient rapidement des morts-terrains. Malheureusement, l'expérience a démontré que la falaise houillère était plus rapide qu'on ne l'avait cru, de sorte que la base des morts-terrains est restée à peu près parallèle aux galeries en creusement jusqu'à la profondeur de 170 mètres, à partir de laquelle la pente a commencé à s'adoucir comme le montre la coupe, figure 3.

» Cette proximité des morts-terrains a eu pour effet d'amener des venues d'eau assez fortes dans les tunnels et d'en ralentir le creusement. C'est ainsi qu'à la profondeur de 200 mètres, le tunnel n° 2 a recoupé une faille donnant communication au tourtia et par laquelle l'eau vint en abondance et inonda la galeric sur une certaine hauteur ce qui interrompit le travail pendant plusieurs jours. Pour diminuer ces venues, on a appliqué le procédé Portier, c'est-à-dire qu'on a injecté du ciment derrière la maçonnerie de revêtement. Néanmoins, la cassure dont je viens de parler, livre encore passage à 18 mètres cubes d'eau à l'heure. Celle-ci est recueillie par des tuyaux qui traversent la maçonnerie et qui l'amènent dans deux bacs en tôle de 7<sup>m</sup>35 chacun, dans lesquels puise une pompe électrique de 30 chevaux montée sur un chariot. Ce dernier est attaché à un câble ce qui permettrait de remonter la pompe dans l'éventualité d'un coup d'eau important.

» Comme malgré tous les soins pris pour les recueillir, une partie

des eaux ruisselle jusqu'au front d'abatage, une « pompette » les reprend, en suivant l'enfoncement, et les refoule dans les bacs.

» Chacun des tunnels possède une pompe électrique de 30 chevaux. Il en existe, en outre, une de 15 chevaux.

» L'abatage de la roche dans les tunnels se fait à la dynamite. Les trous de mine se creusent à la main parce que le peu de dureté des terrains traversés n'a pas permis de continuer l'emploi des perforatrices électriques qui furent essayées dès le début. Toutefois, lorsque les tunnels se seront suffisamment écartés des morts-terrains et que la dureté des roches aura augmenté, on emploiera de nouveau la perforatrice.

» Diverses méthodes de creusement ont été essayées. A l'origine, on abattait la roche sur la section entière et une faible longueur, puis on exécutait la maçonnerie.

» Plus tard, on eut recours à la méthode des gradins droits, au nombre de trois; seulement, il en résulta de grandes difficultés dans le soutènement. On a enfin adopté au cours du semestre écoulé, un mode de travail qui s'inspire de la méthode belge pour le creusement des tunnels. Il consiste à revêtir immédiatement de maçonnerie, des passes successives de 5 mètres en commençant par la voûte et des portions de pieds-droits reposant sur une aire provisoire. La succession des opérations est la suivante :

» On creuse au ciel de la galerie, sur toute sa largeur, une excavation de 5 mètres de longueur, dont la hauteur varie de 1<sup>m</sup>30 à 3<sup>m</sup>20 et que l'on boise à l'aide de bèles soutenues par des étançons en bois (fig. 6). Pendant le creusement, on maçonne les deux portions trapézoïdales de pieds-droits et on fait les épaulements de la voûte. Après quoi on place en travers de la voie, des poutrelles clamées au milieu et dont les extrémités sont logées dans les pieds-droits. Sur ces poutrelles, on fait reposer le plancher des maçons et des vis-bottes V (fig. 7) que l'on serre contre les bèles dont on supprime les étançons. Dès lors, le travail est prêt pour l'exécution de la voûte qui s'opère pendant que les mineurs achèvent le creusement de la passe, sous le plancher des maçons. Enfin, pendant le creusement d'une nouvelle brèche au ciel de la galerie, les maçons construisent le radier et achèvent les pieds-droits de la passe précédente. Ce mode de travail a, sur les autres, les avantages de mettre à nu une moindre surface de terrain, d'éviter l'emploi d'étançons trop longs et de diminuer le temps pendant lequel les ouvriers doivent travailler dans l'eau. Par contre, il est plus long et plus coûteux. Aussi reviendra-t-on au

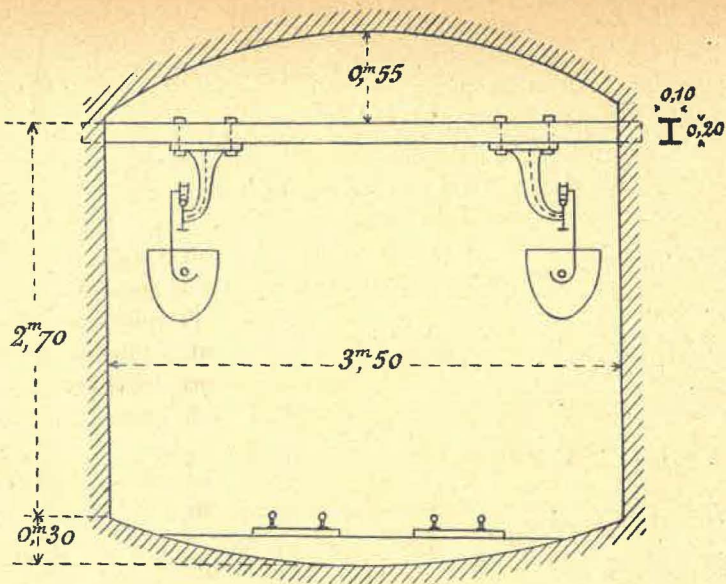


FIG. 5.

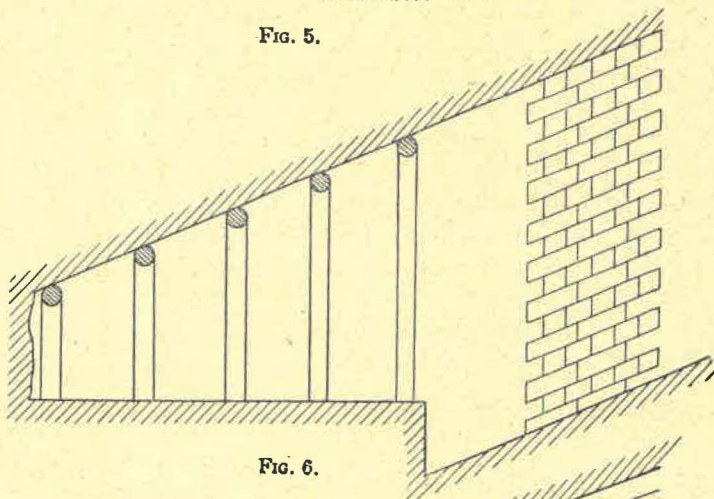


FIG. 6.

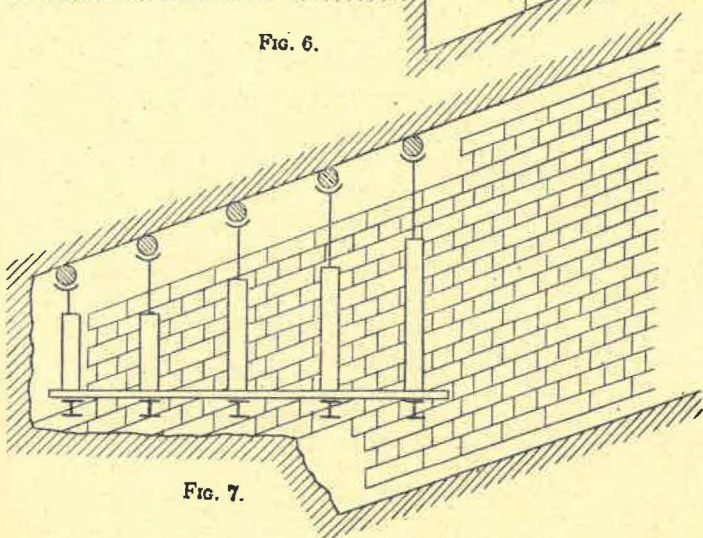


FIG. 7.

premier mode, dès que l'on aura atteint des terrains suffisamment résistants, ce qui, espère-t-on, ne tardera plus, comme l'ont montré des sondages faits au ciel des tunnels (fig. 3 et 4).

» L'extraction des déblais et la descente des matériaux nécessaires aux maçons, se font respectivement par deux monorails suspendus et

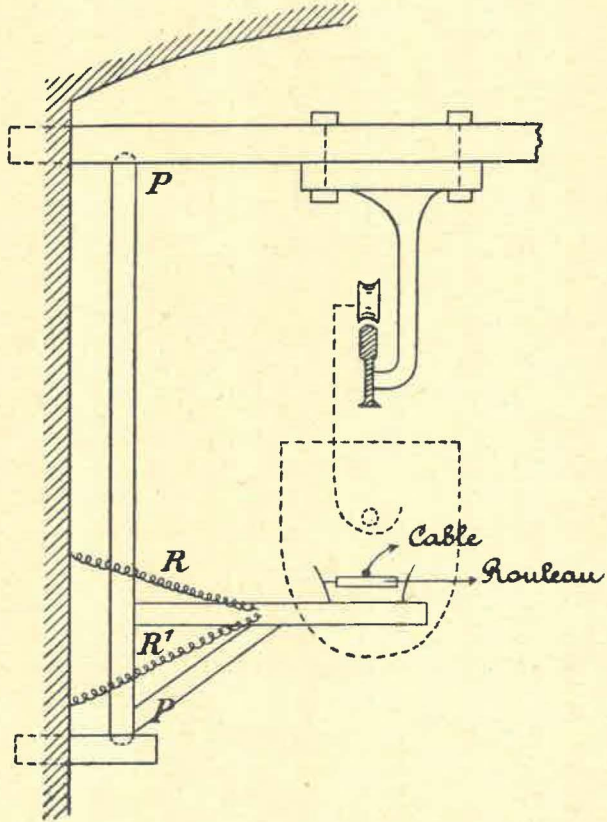


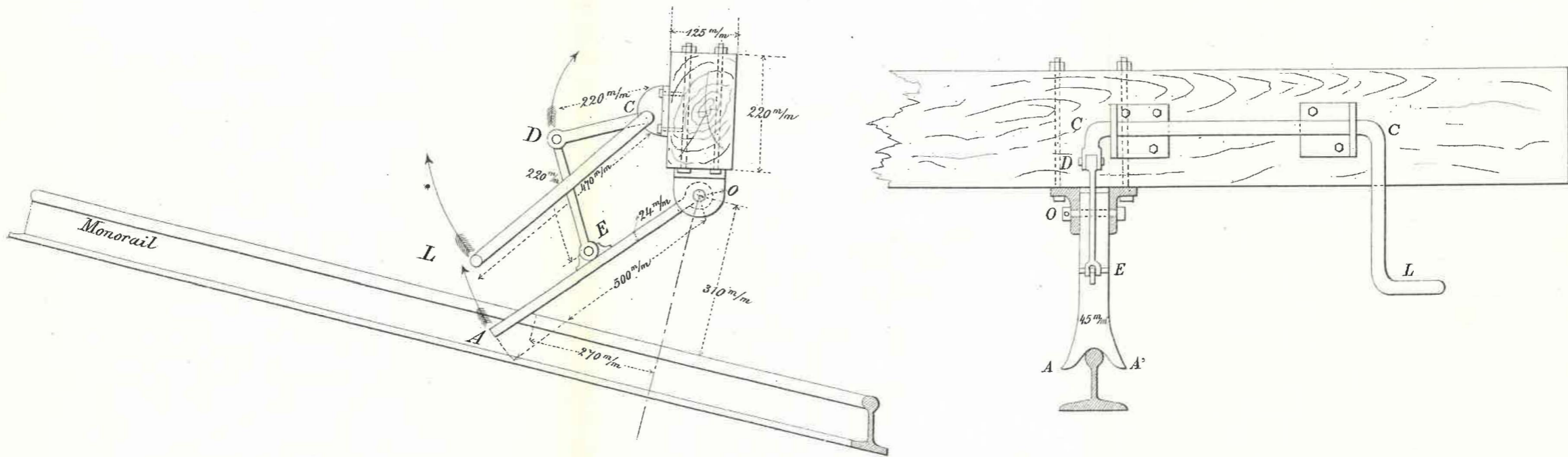
FIG. 8.

deux voies ordinaires reposant sur le sol (fig. 5). Deux treuils à vapeur sont placés à la tête de chaque tunnel.

» Les voies assises sur le sol ne présentent rien de particulier ; elles sont munies de taquets à leur tête dans le but d'empêcher la descente des véhicules qu'on manœuvre à la recette. A l'arrière des



(Fig. 9)



chariots pleins montant les voies, on a adapté une solide fourche de retenue. Cette fourche ne peut être enlevée; pendant la descente, on la relève et on l'attache par un crochet au bord de la tôle du chariot.

» Les voies aériennes ont nécessité la recherche de divers dispositifs; d'abord dans le but d'éviter que le câble ne traîne sur le sol, ensuite pour prévenir la descente intempestive des berlines pendant le chargement.

» Le câble tracteur passe sur des rouleaux horizontaux dont les axes de rotation sont soutenus par des consoles encastrées dans le pied-droit voisin du tunnel; les rouleaux sont placés en dessous du chemin parcouru par les berlines et n'entravent évidemment pas leur passage. Mais à la tête de la galerie, la pente de la voie se réduit à  $13''$ , tandis qu'elle est de  $20^{\circ}$  partout ailleurs; il en résulte que le câble subit une inflexion qui le ferait traîner sur le sol, si le premier rouleau n'avait été surélevé au niveau des berlines; ce rouleau est disposé de façon à s'effacer au passage des véhicules suspendus au rail. A cet effet, il est rendu mobile autour d'un axe vertical  $PP$  (fig. 8) et il est ramené dans sa position normale à la voie, par deux ressorts antagonistes  $R$  et  $R'$ . En somme, on a appliqué un système de « ferme-porte » bien connu.

» Pour prévenir la descente intempestive des wagonnets en chargement à la tête d'un monorail, on s'était contenté jusqu'au mois d'octobre dernier de les attacher à une traverse à l'aide d'une chaîne terminée par un crochet. Mais un accident attribué au décrochage de cette chaîne a amené notre Administration à exiger l'établissement de taquets de sûreté. La figure 9 fait connaître le dispositif de taquets imaginé par la Direction. Voici en quoi il consiste :

» Un taquet  $OA$ , mobile autour de l'axe  $O$ , se termine par une fourche dont les branches  $A$  et  $A'$  saisissent le bourrelet du rail. Ce taquet s'efface automatiquement au passage du chariot montant et retombe immédiatement par son propre poids; s'il s'agit de livrer passage à un chariot descendant, l'ouvrier relève le levier  $L$  qui soulève le taquet par l'intermédiaire de l'articulation  $ED$ ,  $DC$ .

» L'aérage de chacun des tunnels est assuré par un ventilateur Schiele installé à l'orifice et foulant l'air frais dans des canars en tôles.

» L'éclairage souterrain se fait par des lampes à l'huile, des essais de lampes électriques à incandescence n'ayant pas donné des résultats satisfaisants, parce que les eaux chargées de calcaire qui

tombaient sur les fils conducteurs, les mettaient rapidement hors de service.

» Pendant le dernier semestre, on a installé une machine à vapeur de 225 chevaux et une dynamo de 125 kilowatts. Elles serviront d'appareils de réserve. »

*Charbonnage de Blaton à Bernissart; siège d'Harchies : Foncement par le procédé Poetsch (1).*

[62225]

Puits n° 1. — Du 1<sup>er</sup> au 30 juillet 1902, le puits a été creusé et maçonné entre 275 et 280 mètres.

Du 31 juillet au 7 août, le travail d'enfoncement a été repris et poussé jusqu'à 281<sup>m</sup>50. A cette profondeur une venue d'eau sous pression s'étant déclarée, cet avancement de 1<sup>m</sup>50 a été bétonné et le fonçage a été arrêté. On commença alors à préparer le montage de l'armature en acier destiné à aveugler la venue due à l'éclatement du raccord en bois entre les deux passes du cuvelage au niveau de 230 mètres, accident que j'ai signalé dans un rapport précédent. En vue de faciliter la pose de cette armature, des injections de ciment derrière le cuvelage furent décidées. Les mois d'août, septembre, octobre et novembre se passèrent à forer et tarauder dans les brides de la trousse et de l'anneau du cuvelage touchant au raccord, les trous de goujons destinés à fixer l'armature ainsi que dix-neuf trous à travers le cuvelage et le béton destinés aux tuyaux d'injection de ciment. Ces dix-neuf trous ont été répartis comme suit sur la hauteur du cuvelage :

2 (l'un au Nord, l'autre au Sud),	à la profondeur de	46 <sup>m</sup> 25;
2 ( id. id. ),	id.	51 <sup>m</sup> 75;
2 ( id. id. ),	id.	96 <sup>m</sup> 05;
2 ( id. id. ),	id.	102 <sup>m</sup> 05;
2 ( id. id. ),	id.	147 <sup>m</sup> 20;
2 ( id. id. );	id.	155 <sup>m</sup> 25;
2 ( id. id. ),	id.	200 <sup>m</sup> 40;
1 (au sud) . . . . .	id.	223 <sup>m</sup> 00;
2 (l'un au Nord, l'autre au Sud),	id.	227 <sup>m</sup> 50;
2 ( id. id. ),	id.	242 <sup>m</sup> 65.

(1) Voir *Annales des Mines de Belgique*, t. V, 2<sup>e</sup> livr., p. 264, 3<sup>me</sup> livr., p. 467; t. VI, 1<sup>re</sup> livr., p. 167, 3<sup>e</sup> livr., p. 529; t. VII, 1<sup>re</sup> livr., p. 24, 3<sup>e</sup> livr., p. 731 et t. VIII, 1<sup>re</sup> livr., p. 73.

Sauf les trous Nord à 155 et 200 mètres, il n'y a que les trous Sud, c'est-à-dire ceux placés à l'aval pendage des couches, qui aient donné de l'eau.

Lors des différents rematages du cuvelage, il avait déjà été constaté que c'était précisément du côté Sud que se rencontraient les fuites les plus importantes.

Tous ces orifices ont été pourvus de robinets. Les bacs à ciment ont été placés en haut du châssis à molettes d'où deux colonnes de tuyaux descendaient dans le puits en regard des orifices Nord et Sud percés dans le cuvelage. Les injections furent faites pendant les interruptions de la gelée, c'est-à-dire du 27 novembre au 3 décembre, du 13 au 27 décembre et du 6 au 8 janvier 1903, dans les seuls orifices ayant donné lieu à une venue d'eau.

Elles absorbèrent 9,400 kilogrammes de ciment et diminuèrent les venues de moitié.

Entretemps, du 3 au 13 décembre et du 28 décembre au 5 janvier 1903, le cuvelage fut rematé du haut en bas, côté Sud, et sur toute sa périphérie de 220 à 230 mètres, ce qui réduisit au 5 janvier la venue à 3<sup>m</sup>867 à l'heure. Après les injections de janvier, celle-ci tomba à 1 mètre cube.

Voici qu'elle a été l'importance des venues d'eau à l'heure :

	Minimum.	Maximum.	Moyenne.
En juillet . . .	5 <sup>m</sup> 016	7 <sup>m</sup> 420	5 <sup>m</sup> 833
Août . . .	4 <sup>m</sup> 340	7 <sup>m</sup> 700	6 <sup>m</sup> 456
Septembre . .	6 <sup>m</sup> 500	8 <sup>m</sup> 200	7 <sup>m</sup> 375
Octobre . . .	7 <sup>m</sup> 351	12 <sup>m</sup> 210	7 <sup>m</sup> 616
Novembre . .	7 <sup>m</sup> 654	11 <sup>m</sup> 320	8 <sup>m</sup> 900
Décembre . .	4 <sup>m</sup> 450	5 <sup>m</sup> 474	4 <sup>m</sup> 962

Les minimums s'observèrent à la suite d'un rematage important; quant aux maximums, ils correspondaient à des arrêts de la pompe Tangye fonctionnant à 240 mètres et à un refroidissement du cuvelage.

Cette pompe a pu être arrêtée définitivement fin novembre.

Puits n° 2. — En juillet, août et septembre 1902, le creusement du puits n° 2 a été poussé de 174<sup>m</sup>30 à 235<sup>m</sup>20. Le terrain houiller a été rencontré à la profondeur de 226<sup>m</sup>70. A 228<sup>m</sup>30, on a recoupé une veinette de 0<sup>m</sup>25. En octobre et novembre, le cuvelage a été posé de 235<sup>m</sup>20 à 111<sup>m</sup>70. Les joints ont été rematés au plomb, puis on a procédé au placement des tuyaux d'aérage pour reprendre l'enfoncement.

En décembre, le puits a été creusé en terrain houiller de 235<sup>m</sup>20 à 256<sup>m</sup>05.

A 236<sup>m</sup>20 on a recoupé une veinette de 0<sup>m</sup>10 de charbon avec 0<sup>m</sup>30 de laveries.

A 245<sup>m</sup>50, une veine de 0<sup>m</sup>80 en une laie.

A 250<sup>m</sup>40, une passée de 0<sup>m</sup>10.

Du 27 au 31 décembre, les deux trousses inférieures ont été picotées.

La venue d'eau par les divers lits de charbon n'atteint pas 100 litres à l'heure.

Les circuits frigorifiques n<sup>os</sup> 3, 8bis, 13 et 15 sont restés intacts jusqu'au fond du puits et ont fonctionné jusqu'à la pose du cuvelage. Au cours de cette opération, ils ont été recoupés respectivement jusqu'aux niveaux de 110, 179, 190 et 213 mètres, cotes à partir desquelles ils pénétraient à l'intérieur du puits, ce qui avait dû nécessiter déjà l'enlèvement de leurs tubes de revêtement pendant le creusement. Le tube de sondage n<sup>o</sup> 1, qui ne renfermait pas de circuit, a été enlevé jusqu'au fond à partir de la profondeur de 174<sup>m</sup>30.

La congélation persiste dans de bonnes conditions jusqu'à la profondeur de 235 mètres, extrémités des circuits; le cuvelage est couvert de givre jusqu'à cette profondeur.

Les appareils frigorifiques ont fonctionné régulièrement pendant le semestre; à signaler seulement qu'en octobre le circuit n<sup>o</sup> 8bis ayant perdu de l'eau salée, il a fallu le remplacer par un petit circuit de sauvetage du système déjà décrit.

Du 1<sup>er</sup> juillet au 12 septembre, l'élévation de la température a obligé de remettre en marche le troisième compresseur.

*Charbonnages Réunis de l'Agrappe; Puits n<sup>o</sup> 2: Méthode d'exploitation par gradins droits pour la prévention des dégagements instantanés de grisou.*

[6222 : 66281]

Dans mon rapport sur les travaux exécutés pendant le 2<sup>a</sup> semestre de 1901 (1), j'avais exposé la méthode suivie aux charbonnages de

(1) Voir *Annales des Mines de Belgique*, t. VII, 3<sup>e</sup> livr., p. 738.

Grande-Chevalière et Midi de Dour, pour l'exploitation des dressants dans les couches particulièrement sujettes à des dégagements instantanés de grisou, et l'heureuse application que la Direction des Charbonnages-Réunis de l'Agrappe a faite de cette méthode pour le déhouillement de la couche Chauffournoise à son puits n° 2 (La Cour).

Pour bien se rendre compte des résultats obtenus, il convient de se rappeler que cette dernière couche est peut-être une des plus dangereuses au point de vue des dégagements subits de grisou. Malgré toutes les précautions prises : trous de sondes de 5 mètres de longueur et de 0<sup>m</sup>10 à 0<sup>m</sup>12 de diamètre criblant le front de taille, malgré des avancements fort réduits, malgré l'expérience consommée des ouvriers et d'un personnel surveillant d'élite, dont l'attention était toujours en éveil, on ne parvenait pas, en exploitant par la méthode des maintenages, à éviter la production des dégagements brusques avec poussées de charbon.

La note suivante de M. l'Ingénieur A. Hallet rend compte des résultats obtenus par le nouveau mode de travail adopté :

« En mon rapport sur les travaux du 2<sup>e</sup> semestre 1901, j'avais décrit la nouvelle méthode adoptée pour l'exploitation de la couche Chauffournoise à l'étage de 610 mètres du puits n° 2. Je disais notamment que neuf dégagements instantanés s'étaient produits dans cette veine sur une distance de 200 mètres et pendant une période de trois ans. Sur les conseils de M. l'Ingénieur en chef Directeur du 1<sup>er</sup> arrondissement, la Direction du charbonnage adopta un autre système d'exploitation, lequel consiste à disposer l'ensemble des fronts de taille en gradins droits et chaque front de taille suivant une ligne oblique dont le sommet est en avant, tandis que l'ancienne méthode consistait à faire marcher en avant la coupure du retour d'air du chantier.

» Un dégagement instantané survenu le 24 juin 1902, et décrit en mon rapport du 9 juillet, a fourni un argument en faveur de la méthode nouvellement adoptée, car il s'est produit dans une taille qui par exception avançait en ferme.

» Le chantier comportait quatre tailles au-dessous d'un crochon. Celle située sous ce dernier était devenue dangereuse à travailler, à cause des poussées de terrains, et la Direction de la mine l'avait arrêtée dans la crainte d'un éboulement. C'est ainsi qu'au moment du dégagement, le front de la deuxième taille se trouvait à 22 mètres en avant de celui qui avait été abandonné.

» Le dégagement s'est produit dans l'angle supérieur de la deuxième taille (fig. 10), c'est-à-dire en un point du chantier dont le grisou n'avait pas été drainé par le passage de la taille supérieure.

» Cet accident est le seul de ce genre qui se soit produit depuis l'adoption de la nouvelle méthode et je pense qu'elle est la cause principale de l'absence de tout autre dégagement instantané, depuis un an et demi qu'elle est appliquée.

» La composition de la veine était :

» Très bon toit (mur géologique);

Béziers . . .	0 <sup>m</sup> 25	
Laie . . .	0 <sup>m</sup> 09	0 <sup>m</sup> 09
Laie . . .	0 <sup>m</sup> 70	0 <sup>m</sup> 70
Faux mur .	0 <sup>m</sup> 02	
Très bon mur.		

Ouverture . 1<sup>m</sup>06 Puissance en charbon 0<sup>m</sup>79

» L'avancement hebdomadaire des ouvriers à veine variait entre 2<sup>m</sup>50 et 3 mètres. Des trous de sonde de 5 mètres de longueur chacun, existaient en nombre assez considérable en divers points des fronts de taille. Ils sont indiqués sur le croquis ci-dessous. On en voit deux à l'endroit où le dégagement a eu lieu.

» La teneur en matières volatiles de la veine était de 19 %.

» Le nombre de tonnes de charbon projetées par le gaz a été de 45 environ. »

*Charbonnage du Buisson : Fermeture des cages pendant la translation du personnel.*

[62268 : 6228]

M. l'Ingénieur Lemaire décrit dans les termes suivants, un dispositif de barrière pour la fermeture des cages d'extraction appliquée au charbonnage du Buisson, à Hornu :

« Jusqu'à présent, au charbonnage du Buisson, la fermeture des petits côtés des cages pendant la translation du personnel, était assurée par de simples barres amovibles, dont les extrémités recourbées s'engageaient dans des œillets fixés aux bandes horizontales des longs côtés des cages.

» M. Hector Baugniet, directeur des travaux de ce charbonnage, a complété ce mode tout à fait insuffisant de fermeture, en fixant aux

Endroit du dégagement

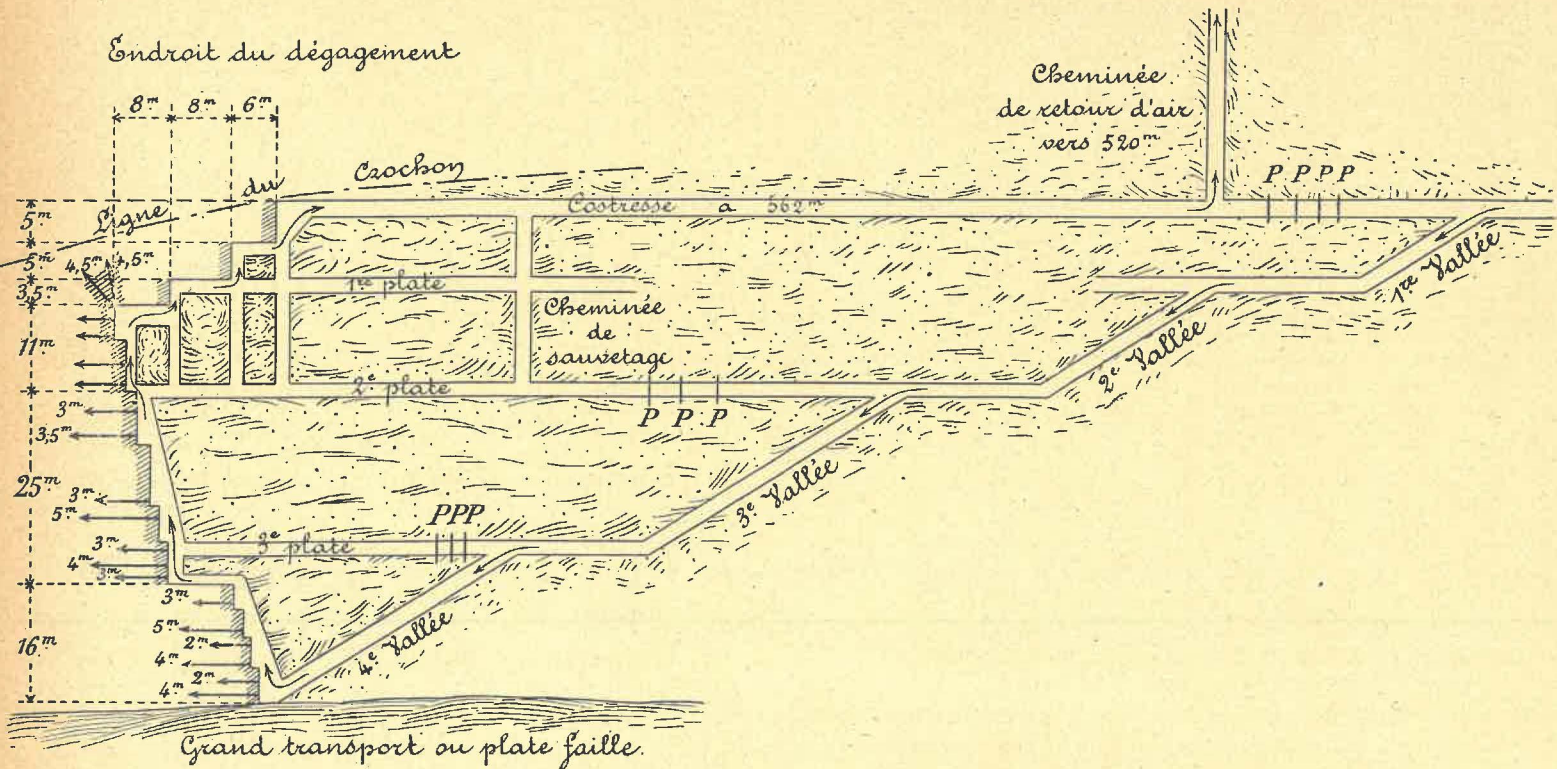


FIG. 10.



barres amovibles un cadre en fer, dont les angles opposés sont reliés par des fers plats formant croix de Saint-André.

» Les montants verticaux de ce cadre s'engagent par leurs extrémités inférieures, dans des ouvertures ménagées dans le palier inférieur de l'étage (fig. 11).

» Ce mode de fermeture constitue une sérieuse amélioration. Ces barrières sont simples, solides et peu coûteuses; leur mise en place et leur enlèvement se font très rapidement. Elles ont sur d'autres systèmes, l'avantage de ne pas pouvoir s'ouvrir intempestivement. Entre le haut de la porte et le palier supérieur de l'étage existe un jeu de 0<sup>m</sup>30, ce qui, en cas de nécessité, permet aux ouvriers de saisir le cordon de sonnette qui pend dans le puits. Les ouvriers ne sont pas prisonniers dans la cage; en cas d'arrêt par suite d'ancrage ou de déraillement, ils peuvent en sortir facilement en soulevant la porte.

» Le principal reproche qu'on puisse leur faire, c'est d'être amovibles. Leur placement dépend de la vigilance des taqueurs qui peuvent négliger de les placer ou de les renvoyer à la recette où se fait l'embarquement du personnel.

*Charbonnage de Bois-de-Boussu; Puits n° 10 (Vedette) : Installation d'une pompeuse à vapeur dans les travaux souterrains.*

[62254]

M. l'Ingénieur M. Hallet me donne les renseignements ci-après, relatifs à l'installation d'une pompeuse à vapeur installée à l'étage de 661 mètres du puits n° 10 (Vedette) du charbonnage de Bois-de-Boussu.

« Le charbonnage de Bois-de-Boussu comprend quatre sièges d'extraction, dont les venues journalières sont respectivement :

1° Puits n° 4 (Alliance) . . .	340 mètres cubes.
2° Id. n° 5 (Sentinelle) . . .	60 id.
3° Id. n° 9 (Saint-Antoine). . .	100 id.
4° Id. n° 10 (Vedette). . .	300 id.

Soit au total. . . 800 mètres cubes.

» Des voies d'exhaure relie, d'une part le puits Saint-Antoine, d'autre part les puits Alliance et Sentinelle, au siège Vedette où l'épuisement est centralisé. Jusque dans ces derniers temps, l'exhaure

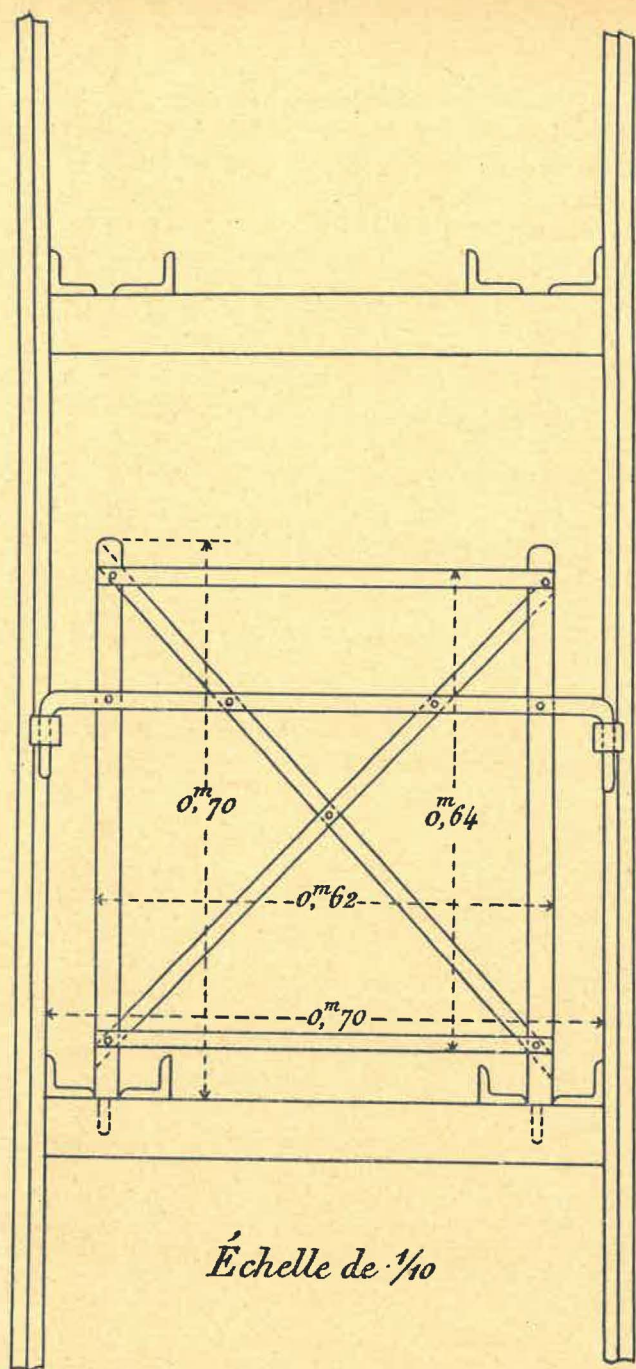


FIG. 11.

y a été fait au moyen d'une machine à traction directe à simple effet, alimentée de vapeur à 3 atmosphères, dont le cylindre avait 3<sup>m</sup>20 de diamètre et le piston 3<sup>m</sup>50 de course. Cette machine, installée en 1855, comportait en dernier lieu 14 répétitions et relevait les eaux de la profondeur de 661 mètres. Sa consommation énorme et des accidents fréquents de maîtresse-tige, dont plusieurs eurent pour conséquence l'inondation de l'étage de 661 mètres, décidèrent la Direction à la remplacer par une pompeuse souterraine à vapeur.

» Il convenait toutefois, avant d'entreprendre l'installation du nouvel engin à l'étage de 661 mètres, de s'assurer contre l'inondation toujours possible de ce niveau en cas de nouvel accident à la maîtresse-tige. C'est dans ce but qu'en 1901 fut montée une pompeuse à vapeur à l'étage de 483 mètres du puits Alliance, dont la venue est la plus forte. De cette manière, la quantité d'eau à épuiser par jour au siège Vedette n'était plus que de 460 mètres cubes et il était possible de l'extraire par les cages du puits d'aérage.

» Dès lors, maître des eaux, on s'occupa activement du creusement de la nouvelle chambre de la machine, puis du montage de la pompeuse et du placement, dans le puits d'extraction, des colonnes à vapeur et à eau.

» L'installation dont il s'agit étant une des plus profondes, où l'on fasse usage de la vapeur, il m'a paru intéressant d'en donner une courte description. Jusqu'à présent aucun essai de consommation n'a été fait sur cette machine et l'on s'est borné à relever son rendement volumétrique.

» Les conditions à remplir étaient les suivantes : Epuiser à la profondeur de 661 mètres, un volume de 800 mètres cubes en 12 heures. La machine d'épuisement doit donc être capable d'un débit de 1<sup>m</sup>311 par minute.

» Le problème a été résolu de la manière suivante, par la Société *La Meuse*, à Liège :

» La machine à vapeur compound, à deux cylindres parallèles, dont les manivelles sont calées à 90° aux extrémités de l'arbre du volant, actionne quatre pompes à simple effet assemblées deux à deux par leurs fonds pleins. Les deux plongeurs d'un même groupe sont reliés par des traverses et des tirants situés de part et d'autre des corps de pompe. Chacun des groupes de plongeurs est attelé directement sur le prolongement de la tige d'un des pistons à vapeur. Le condenseur à mélange est placé à la suite des pompes commandées par le grand cylindre.

» Le cylindre à haute pression est à détente Meyer, variable à la main; la distribution du cylindre à basse pression est faite par un tiroir-plan. Un régulateur, placé sur la conduite d'amenée de la vapeur, maintient l'allure à 50 tours par minute.

» Les dimensions principales de la machine sont :

Diamètre du petit cylindre. . . . .	600 millimètres.
Id. du grand cylindre . . . . .	1,000 id.
Course commune . . . . .	800 id.
Admission au petit cylindre en marche normale . . . . .	6/10
Diamètre de la pompe à air à double effet. . . . .	350 id.
Hauteur de l'aspira- tion au condenseur { minimum . . . . .	2 <sup>m</sup> 70
{ maximum. . . . .	6 <sup>m</sup> 30
Diamètre des deux pompes alimen- taires du réservoir d'air . . . . .	30 millimètres.
Diamètre des quatre plongeurs des pompes d'exhaure . . . . .	106 id.
Capacité du réservoir d'air . . . . .	153 litres.

» Avant son arrivée au cylindre, la vapeur passe par un réservoir de purge pourvu d'un purgeur automatique et chargé de débarrasser la vapeur de l'eau qu'elle contient.

» Le volant a un diamètre de 3<sup>m</sup>50 et un poids de 5,200 kilogs.

» *Pompes.* — Les corps de pompe ont une forme ovoïde.

» Les chapelles d'aspiration, au nombre de quatre, sont placées latéralement et sont reliées à deux conduites (une pour chaque groupe de pompe) qui leur amènent, en charge, l'eau rejetée par le condenseur dans un réservoir. Ce dernier est muni d'un trop plein avec retour aux burguets. L'eau est aspirée par le vide du condenseur; une soupape de retenue placée sur l'aspiration, empêche le désamorçage. D'après des renseignements qui m'ont été fournis, la température de l'eau serait de 28° à l'entrée du condenseur et de 39° à la sortie. Le vide obtenu est de 740 millimètres de mercure.

» Les chapelles de refoulement, au nombre de quatre également, sont placées au dessus des corps de pompe; elles sont reliées au réservoir d'air commun au moyen de quatre tuyaux coudés, avec interposition d'une soupape de retenue près de la cloche à air.

» Les soupapes d'aspiration, aussi bien que celles de refoulement, sont simples, en bronze, avec sièges de même métal. Leur levée est réglable de l'extérieur.

» Le débit mesuré à la vitesse de 50 tours a été trouvé de  $1^{\text{m}^3}333$  par minute, auquel correspond un rendement volumétrique de 94.4 %.

» Le réservoir d'air est alimenté au moyen de deux petites pompes placées aux deux côtés du condenseur et actionnées par la tige de la pompe à air au moyen d'une crosse d'attelage.

» *Colonne de refoulement.* — La conduite de refoulement, d'un diamètre de 150 millimètres, est formée de tuyaux en acier étiré de 5 mètres de longueur et d'épaisseur variable avec la profondeur. Ils ont été éprouvés à l'usine à une pression double de celle qu'ils auront à supporter.

» Les joints entre les tuyaux sont formés par bout mâle et bout femelle, avec interposition de caoutchouc.

» La colonne est attachée tous les 5 mètres par un carcan en fer rond à une pièce de support en bois. De plus des soupapes de retenues placées immédiatement au dessus des boîtes de dilatation (à 562, 462, 362, 262, 162 et 62 mètres), divisent la conduite en tronçons de 100 mètres. Un tube d'équilibre en cuivre, avec robinet, met en communication deux sections consécutives.

» Les tuyaux contenant les sièges de ces clapets sont munis de pattes d'assise reposant sur deux traverses en bois appuyées d'une part sur une poutrelle en fer, et potelées d'autre part dans la maçonnerie du puits.

» La colonne a une longueur totale de 696 mètres.

» Elle présente les coudes suivants :

Au fond	Avant la cloche à air. . . . .	2 de 90°
		2 de 90°
	Après id. id. . . . .	1 de 126°
		1 de 90°
Au jour . . . . .		2 de 90°
		1 de 140°
		1 de 90°

» La hauteur de refoulement est de 660 mètres :

» Pression à la base  $\left\{ \begin{array}{l} \text{à l'arrêt} . . . . . 62 \text{ atmosphères} \\ \text{en marche légères oscillations} 64 \text{ id.} \end{array} \right.$

» *Conduite de vapeur.* — Le diamètre, la nature et la longueur des tuyaux, leur mode de suspension, la constitution des joints, sont les mêmes que pour la conduite d'exhaure.

» La colonne comporte, outre un coude avec patte d'assise à la

partie inférieure, 13 tuyaux droits avec pattes d'assise et compensateurs distants de 50 mètres et placés à 612, 562, 512, 462, 412, 362, 312, 262, 212, 162, 112, 62 et 12 mètres.

» Sa longueur est :

Au jour. . . . .	85 mètres.
Dans le puits . . . .	655 id.
Au fond . . . . .	30 id.

Total. . . . 770 mètres.

» Elle présente 15 coudes qui se répartissent comme suit :

Au jour . . . . .	}	2 de 90°
		1 de 123°
		4 de 90°
Au fond . . . . .	}	1 de 90°
		1 de 176°
		1 de 98°
		5 de 90°

» Cette tuyauterie est enveloppée d'un revêtement calorifuge se composant d'une première couverture d'amiante en carton de 3 millimètres d'épaisseur, entourée de plaques de liège de 25 millimètres d'épaisseur ; le tout est fortement serré par un fil de fer galvanisé de 2 millimètres de diamètre, enroulé en hélice autour du tuyau ; enfin vient une dernière enveloppe en toile goudronnée.

» La canalisation est pourvue, à la surface, d'une soupape de retenue automatique destinée à empêcher tout afflux de vapeur en cas de rupture d'un tuyau. Dans la partie comprise entre la chambre de la machine et le puits, une enveloppe en tôle protège le personnel contre les jets éventuels de vapeur. Enfin, en face de la tuyauterie, les cages sont armées de tôles pleines, amovibles le long des petits côtés.

» *Chambre de la machine.* — Elle présente les dimensions suivantes :

Longueur . . . . .	20 mètres.
Largeur . . . . .	5 id.
Hauteur . . . . .	3 <sup>m</sup> 50.

Il y circule un volume d'air de 2<sup>m</sup>3700 par seconde, lequel subit une élévation de température de 24 — 19 = 5°. Le départ de l'air se fait par deux guichets réglables situés l'un au plafond de la chambre, l'autre à mi-hauteur.

*Charbonnage de Bonne-Veine ; Puits Le Fief :  
Tachographe Karlik.*

[62267]

Je reproduis, ci-après, une note intéressante de M. l'ingénieur Marcel Hallet sur une application du tachographe Karlik à la machine d'extraction du puits du Fief du charbonnage de Bonne-Veine :

« On sait tout l'intérêt qu'il y a, pour un industriel, de connaître la répartition, au cours d'une journée, du travail fait par ses machines et de pouvoir se rendre compte des vitesses réalisées à chaque instant.

» L'emploi des tachographes ou indicateurs de vitesse enregistreurs résout la question. En ce qui concerne notamment les machines d'extraction, il met l'Ingénieur à même de connaître les heures des accrocs, l'importance des retards qu'ils entraînent, la vitesse de la machine au moment d'un accident — déraillement de cage, rupture de câble, etc... — le temps consacré à la visite du puits et des câbles, etc.

» Malheureusement, la plupart des tachographes ou bien sont peu sensibles ou, s'ils le sont suffisamment, deviennent d'une construction compliquée et sont par suite sujets à de fréquents dérangements ; leurs diagrammes manquent de clarté ; enfin, leur construction reposant généralement sur le principe du régulateur centrifuge, ils présentent une sensibilité variable avec la vitesse.

» Partant de ces considérations, M. Karlik a recherché et conçu un appareil pour lequel il revendique les avantages suivants :

» 1° Construction la plus simple possible, donc minimum de chance de dérèglement et prix modéré ;

» 2° Sensibilité égale à toutes les vitesses, depuis les plus réduites ;

» 3° Lecture facile et possible en tout temps du diagramme enregistré sur une bande de papier unique et de longueur modérée, changée journellement.

» Ce tachographe comprend, comme tous les appareils de son espèce, un tachomètre et un appareil enregistreur.

» Le tachomètre se compose d'un système de vases communicants : un tube central relativement large et deux tubes latéraux plus étroits, placés symétriquement par rapport à l'axe du tube central. Le système est rempli de mercure jusqu'à une hauteur déterminée. Les tubes latéraux présentent une courbure, déterminée mathématiquement,

telle que, le tout étant animé d'un mouvement de rotation autour de l'axe de symétrie, la force centrifuge y refoule le mercure et fasse baisser son niveau dans le tube central en *raison directe* du nombre de tours. Un flotteur suit les oscillations de la surface du mercure dans le tube axial et actionne, par l'intermédiaire d'un levier, le style traceur. On peut donc, en changeant le rapport des bras de levier, modifier à volonté l'échelle des ordonnées.

» Par sa construction même (nous reviendrons plus loin sur la recherche de la forme des tubes latéraux), l'appareil Karlik présente une égale précision à toutes les vitesses, même aux plus petites; il est de plus particulièrement apte à enregistrer la marche des machines à variations rapides de vitesse, telles que les machines d'extraction et de laminoirs.

» Le système enregistreur comprend un tambour, sur lequel est enroulée la bande de papier sans fin, et deux styles: un fixe, placé à la hauteur correspondant à une vitesse nulle, traçant sur la bande qui se déplace devant lui, l'axe des abscisses; l'autre mobile, inscrivait le diagramme et commandé, comme nous avons vu, par l'extrémité du levier relié d'autre part au flotteur.

» Le tambour porte au centre de son fond supérieur un écrou dans lequel s'engage une tige verticale fixe portant un filet de vis à pas très allongé. Sous l'action de son poids le cylindre tend à descendre en tournant le long de la tige. Un mouvement d'horlogerie régularise ce double mouvement de rotation et de translation. L'axe des abscisses, tracé par le style fixe, formera donc une hélice d'un pas égal à celui de la vis et entre les spires de laquelle se dessinera le diagramme des vitesses.

» Par ce dispositif on peut, tout en n'employant qu'une bande de papier de longueur relativement faible et par conséquent très maniable ( $1^m00 \times 0^m24$ ), enregistrer la marche de la machine pendant 24 heures et obtenir néanmoins une échelle des temps (abscisses) suffisamment grande pour permettre des lectures précises. (Le tambour effectue un tour complet en 2 heures, ce qui donne une superposition de 12 diagrammes pour une marche de 24 heures; la graduation de la bande de papier est faite en heures et minutes, la longueur représentant une minute étant de 9 millimètres.)

» L'appareil étant enfermé dans une cage vitrée sur ses quatre faces, l'inspection complète du diagramme peut se faire facilement à tout instant de la journée et ce, sans qu'il soit nécessaire de la détacher du tambour.



» Le tachographe est ordinairement complété par l'adjonction d'une grande aiguille mue par le levier du flotteur et indiquant au machiniste, en se déplaçant devant un cadran gradué, la vitesse de la machine ou des cages dans le puits, s'il s'agit d'un moteur d'extraction.

» L'appareil peut aussi être muni d'un signal électrique, mis en marche lorsque la vitesse maximum tolérée vient à être dépassée. Il suffit, à cet effet, de fixer latéralement à la tige du flotteur une pointe recourbée vers le bas, venant plonger dans le mercure que contient un petit godet placé à hauteur convenable et fermant ainsi le circuit électrique d'une sonnerie. Pour les machines d'extraction, on fait même usage de deux godets situés à des hauteurs différentes et servant, l'un lors de la translation du personnel, l'autre pour l'extraction des produits.

» Cette description générale de l'appareil terminée, occupons-nous du principe sur lequel repose sa construction ainsi que de la détermination de la forme à donner aux tubes latéraux.

» On sait que si l'on considère un fluide homogène, sollicité par la pesanteur seule, contenu dans un vase quelconque et que l'on suppose le tout animé d'un mouvement de rotation uniforme autour d'un axe vertical — axe des  $z$  — le principe de D'Alembert permet d'écrire l'équation (GRAINDORGE : *Mécanique analytique*, t. III, p. 27) :

$$dp = \rho (-gdz + w^2x dx + w^2y dy)$$

dans laquelle  $p$  est la pression au point  $(x y z)$  du fluide,

$\rho$  la densité du liquide,

$w$  la vitesse angulaire,

$g$  l'accélération due à la pesanteur.

» L'équation différentielle des surfaces de niveau ( $p = \text{const}$ ) est donc :

$$w^2x dx + w^2y dy - g dz = 0$$

et en intégrant :

$$w^2(x^2 + y^2) - 2g(z - c) = 0 \quad (1)$$

» Cette dernière équation représente des paraboloïdes de révolution autour de l'axe des  $z$ . La parabole méridienne du plan des  $xz$  est donc :

$$w^2x^2 = 2g(z - c) \quad (2)$$

ou

$$x^2 = \frac{2g}{w^2}(z - c)$$

» Le paramètre de la parabole étant indépendant de  $c$ , celle-ci ne change pas de grandeur avec  $c$  et par conséquent avec  $p$  : seule la position du sommet en dépend.

» La surface du liquide étant une surface de niveau, a son équation comprise dans (1).

» Cherchons à déterminer la valeur correspondante de  $c$  dans le cas particulier d'un vase ayant la forme d'un cylindre circulaire de rayon  $r$ . Il suffit d'écrire que le volume total compris entre la surface du liquide et le vase est égal au volume primitif du fluide.

» Soit  $h$  (fig. 12) la hauteur du liquide dans le vase en repos ; on a pour le volume primitif :

$$V = \pi r^2 h$$

» Le fond du vase étant pris pour plan des  $xy$ , la hauteur  $h'$  du point où la parabole génératrice (2) rencontre le cylindre, est déterminée en faisant  $x = r$ ,  $z = h'$  dans l'équation (2) :

$$w^2r^2 = 2g(h' - c)$$

$$c = h' - \frac{w^2r^2}{2g}$$

» Le volume compris entre la surface de niveau et le vase, est égal à la différence des volumes du cylindre de hauteur  $h'$  et du paraboloïde  $BCB'$ , soit :

$$V' = \pi r^2 h' - \frac{\pi w^2 r^4}{4g}$$

» Le volume  $V$  étant égal à  $V'$ , on a :

$$\pi r^2 h = \pi r'^2 h' - \frac{\pi w^2 r^4}{4g}$$

$$h' = h + \frac{w^2 r^2}{4g}$$

$$c = h - \frac{w^2 r^2}{4g} \quad (3)$$

» L'équation de la parabole  $BCB'$  devient :

$$w^2 x^2 = 2g \left( x - h + \frac{w^2 r^2}{4g} \right)$$

$$x = h + \frac{w^2}{2g} \left( x^2 - \frac{r^2}{2} \right)$$

» Cette dernière égalité permet de tracer les paraboles correspondant à différents nombres de tours, comme dans la figure 12.

» On voit que si nous plaçons à la surface du liquide un flotteur astreint à se mouvoir le long de l'axe des  $x$ , sa position nous permettra de déduire la vitesse de rotation du vase. Remarquons toutefois que la descente du flotteur sera proportionnelle au carré de la vitesse angulaire et non à la première puissance de celle-ci.

» On a en effet :

$$h - c = \frac{r^2}{2g} w^2$$

» Le mouvement du flotteur se fera donc suivant une loi parabolique, représentée figure 13.

» L'équation (1) est générale de même que l'égalité (2) que l'on en déduit; elle ne dépend ni de la densité du liquide, ni de la forme du

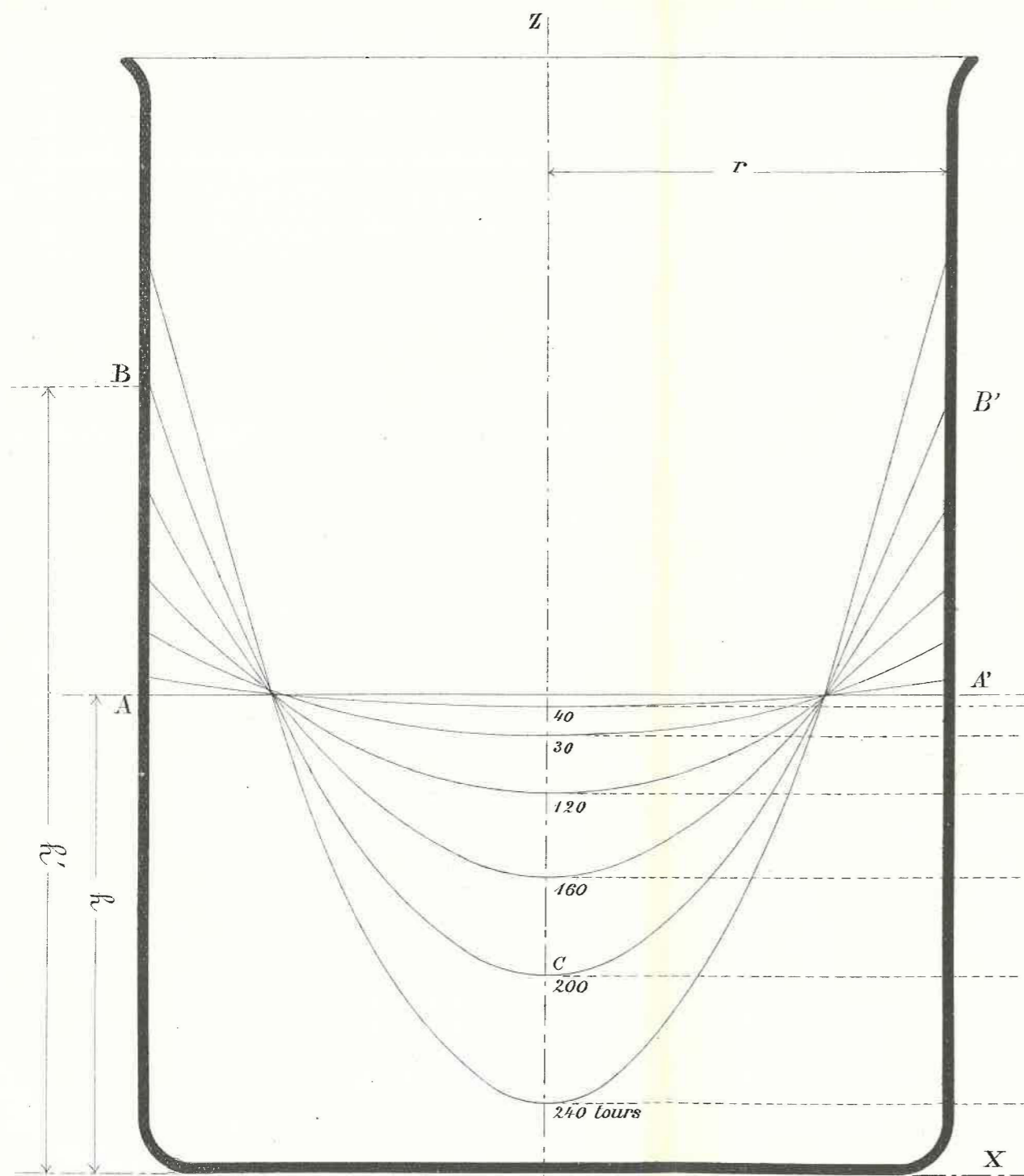


Fig: 12

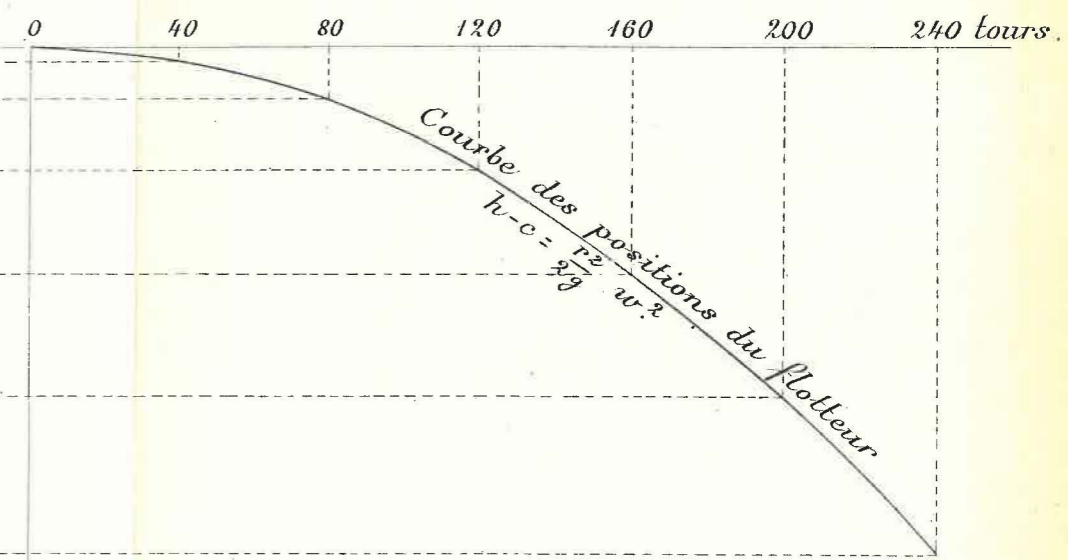


Fig: 13.

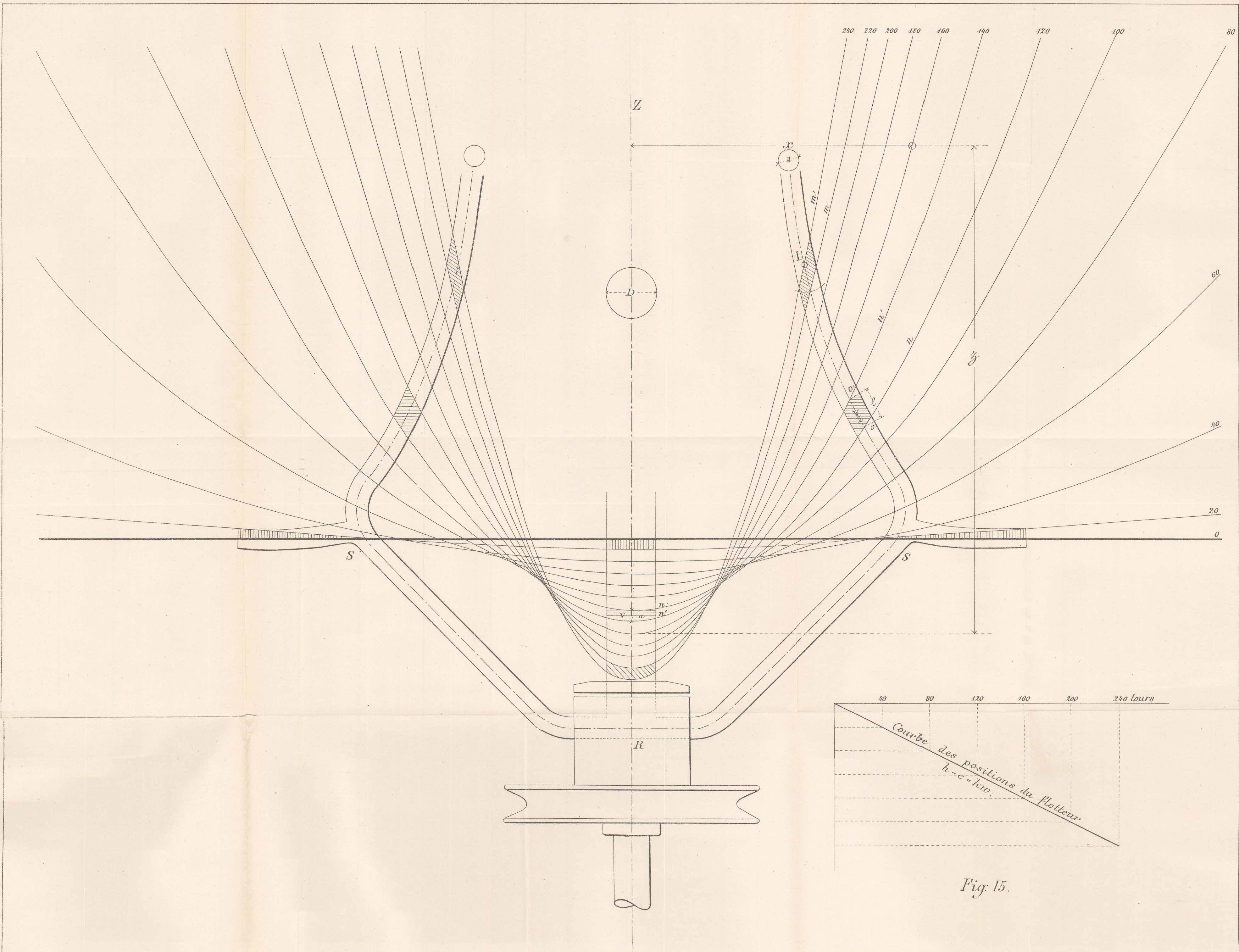


Fig. 14.

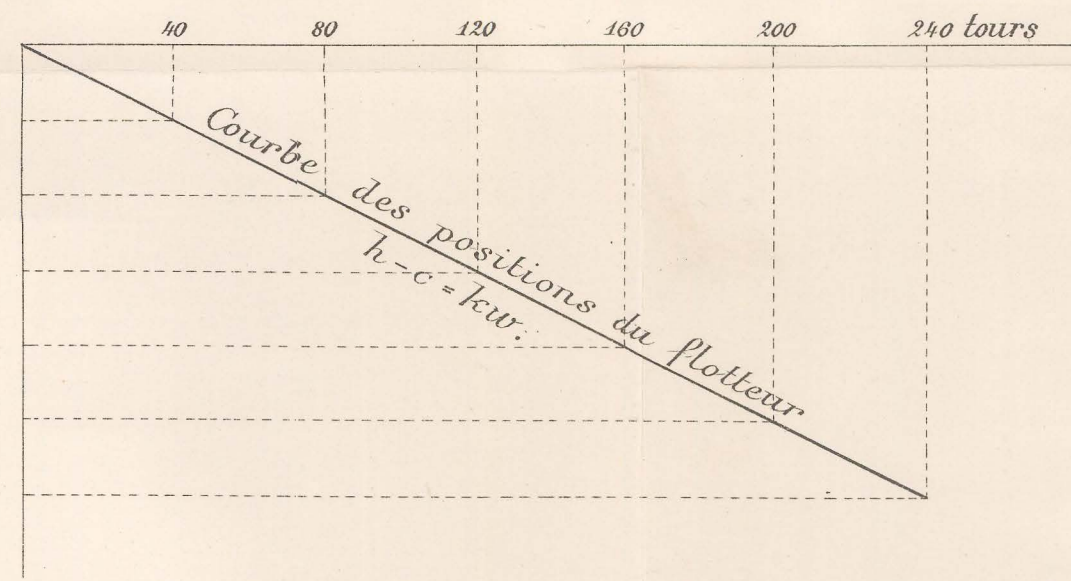


Fig. 15.

vase. Quelle que soit cette dernière les différents points de la surface du liquide appartiennent, pour une vitesse donnée, à un même paraboloïde de révolution de grandeur déterminée et la section méridienne passant par l'axe des  $z$  sera donc toujours une parabole.

On peut poser la condition, et c'est ce que fait M. Karlik, que le déplacement du sommet de la parabole génératrice soit directement proportionnel au nombre de tours ( $w$ ) et rechercher la forme qu'il convient de donner dans ce cas au réservoir. La recherche peut se faire graphiquement ou analytiquement.

» *Solution graphique* (fig. 14 et 15). Si dans l'équation (2) on fait  $c = 0$ , c'est-à-dire si l'on suppose la parabole rapportée au sommet, on a :

$$w^2 = \frac{2gz}{w^2}$$

» Le déplacement étant donné ( $5^m/m$  pour 20 tours par exemple), nous pouvons tracer les paraboles correspondant aux différents nombres de tours.

» Prenons l'axe des  $z$  comme axe d'un cylindre de diamètre  $D$ . Le volume  $V$  compris entre deux paraboloïdes  $n$  et  $n'$  et la surface cylindrique est le volume du liquide qui doit sortir du tube lorsque le nombre de tours varie de  $n$  à  $n'$ . Supposons qu'il s'écoule dans deux tubes de diamètre  $d$  placés symétriquement par rapport à l'axe des  $z$ ; chacun d'eux recevra donc un volume  $\frac{V}{2}$ , lequel sera nécessairement compris entre les deux paraboloïdes  $n$  et  $n'$ .

» Le volume  $V$  est facile à calculer exactement; on obtient toutefois une exactitude suffisante en supposant que l'on a affaire à un cylindre de hauteur  $a$  terminé par deux bases parallèles. Nous pouvons de même supposer que le volume  $\frac{V}{2}$  est égal à celui d'un cylindre de diamètre  $d$ , coupés par deux plans obliques (tangents aux paraboloïdes en  $o$  et  $o'$ ) et poser,  $l$  étant la longueur interceptée sur l'axe :

$$\frac{V}{2} = \frac{\pi d^2}{4} l$$

avec : 
$$V = \frac{\pi D^2}{4} a$$

d'où : 
$$l = \frac{a}{2} \left( \frac{D}{d} \right)^2$$

» Nous donnant le point d'intersection  $I$  de l'axe du tube et de la parabole correspondant au nombre de tours maximum, il est alors facile de tracer la direction de l'axe du tube entre les paraboles  $m$  et  $m'$ . On déterminera ainsi de proche en proche la courbure de l'axe du canal. On supprime toutefois, pour des facilités de construction, la dernière partie de la courbe que l'on remplace par des appendices convenablement déterminés.

» Les sections  $RS$  et  $RS'$  ont évidemment une forme quelconque et ne servent que de communication entre les parties utiles des trois tubes.

» Le calcul exact du volume  $V$  se ferait de la manière suivante :

$$V = V' - V'' = \overline{ABA'E'E} - \overline{CDC'E'E}$$

$$V' = \frac{\pi D^2}{4} h' - \frac{\pi w^2 D^4}{64g}$$

$$V'' = \frac{\pi D^2}{4} h'' - \frac{\pi w'^2 D^4}{64g}$$

$$V = \frac{\pi D^2}{4} (h' - h'') - \frac{\pi D^4}{64g} (w^2 - w'^2)$$

$$h' = a + \frac{D^2 w^2}{8g}$$

$$h'' = \frac{D^2 w'^2}{8g}$$

$$V = \frac{\pi D^2}{4} a - \frac{\pi D^4}{64g} (w'^2 - w^2)$$

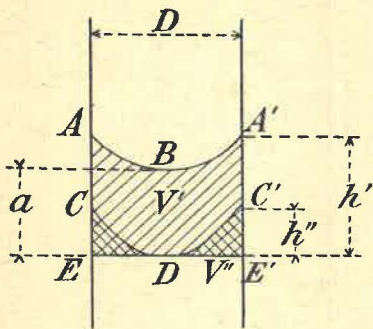
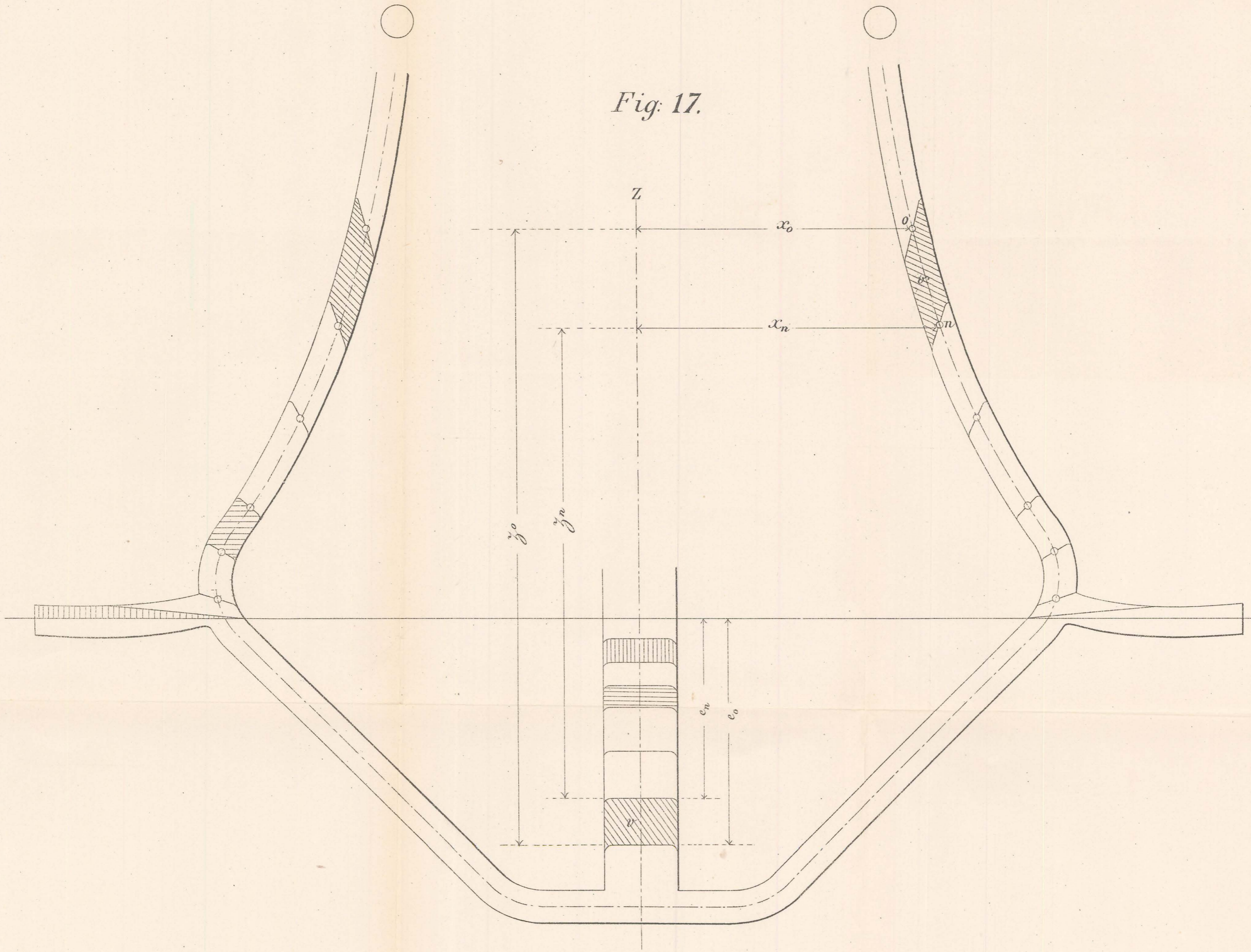


Fig. 16

Fig. 17.





» Pour apprécier l'erreur que l'on fait en négligeant le second terme du deuxième membre dans le cas le plus défavorable, prenons d'après la figure  $D = 2$  centimètres,  $w = \frac{2\pi n}{60} = \frac{2\pi \times 220}{60}$ ,  $w' = \frac{2\pi \times 240}{60}$  on obtient pour valeur du premier terme, 1 centimètre cube 570, et pour valeur du deuxième terme, 0 centimètre cube 081, soit une erreur de  $\frac{0,081}{1,57} = 5,15$  % au maximum.

» *Solution analytique* (fig. 17). Reprenons l'équation de la parabole rapportée au sommet :

$$\frac{w^2 x^2}{2g} = z$$

» La condition de proportionnalité entre le nombre de tours et l'abaissement ( $e$ ) du niveau de la surface du liquide dans le tube central se traduit par la relation :

$$w = e \times \text{const}$$

et l'équation de la parabole devient :

$$z = e^2 x^2 \times \text{const}$$

$$z_0 = x_0^2 e_0^2 \times \text{const}$$

$$z_n = x_n^2 e_n^2 \times \text{const}$$

$$\frac{z_0}{z_n} = \frac{x_0^2 e_0^2}{x_n^2 e_n^2}$$

$$x_n = x_0 \frac{e_0}{e_n} \sqrt{\frac{z_n}{z_0}} \quad (4)$$

» Dans cette dernière égalité  $x_0$  et  $z_0$  sont des quantités données, le rapport  $\frac{e_0}{e_n}$  est connu et  $x_n$  se déduit de l'égalité des volumes  $V$  et  $2V'$ , en faisant les mêmes hypothèses que ci-dessus. La longueur  $l$  de l'axe du tube latéral égale à :

$$l = \frac{\alpha}{2} \left( \frac{D}{d} \right)^2 = \frac{e_0 - e_n}{2} \left( \frac{D}{d} \right)^2 \quad (5)$$

a aussi pour valeur :

$$l^2 = (x_0 - x_n)^2 + (z_0 - z_n)^2 \quad (6)$$

» On déduit facilement des équations (4) (5) et (6) les valeurs de  $x_n$  et  $z_n$  en fonction de  $x_0$ ,  $z_0$ ,  $e_0$  et  $e_n$ .

» Remarquons que ces équations ne donnent pas les valeurs des coordonnées d'un point quelconque de l'axe du tube en fonction des coordonnées du point de départ ( $x_0$ ,  $z_0$ ) mais seulement les valeurs de  $x_n$  et  $z_n$  en fonction de la position d'un point suffisamment rapproché ( $x_0$ ,  $z_0$ ). Ceci résulte de l'hypothèse faite pour écrire l'équation (6), à savoir qu'on peut considérer l'axe rectiligne entre  $o$  et  $n$ .

» La méthode ne permet donc la détermination de la forme du tube que par points et de proche en proche.

» Revenons maintenant à la description de l'appareil pour présenter quelques observations qui trouvent ici leur place.

» J'ai représenté sur la figure 15 la poulie horizontale sur laquelle passe la courroie qui actionne le tachomètre. Cette courroie s'enroule d'autre part sur l'arbre de la machine dont on veut enregistrer la vitesse ou sur une seconde poulie rapportée sur cet arbre. La vitesse de rotation du tachomètre est fixée par sa construction même entre 0 et 240 tours à la minute. C'est donc en agissant sur les diamètres des deux poulies, ou seulement de celle de l'appareil lorsque la courroie est posée sur l'arbre, ainsi que sur le rapport des bras du levier du traceur que l'on arrive à déterminer une échelle simple pour les vitesses (ordonnées) compatible avec la hauteur maximum possible du diagramme, égale au pas de l'hélice.

» On voit également, qu'appliqué à un moteur d'extraction, le tachographe ne peut renseigner la vitesse exacte des cages dans le puits que s'il s'agit d'une machine à tambour cylindrique ou avec poulie Koepe. Dans le cas d'emploi d'un tambour conique ou de bobines, il ne peut donner que des indications approximatives, à moins de prendre son mouvement sur l'axe des molettes, ce qui n'est guère possible. On pourrait aussi, il est vrai, tourner la difficulté en commandant le tachographe par l'intermédiaire de deux cônes antiparallèles avec

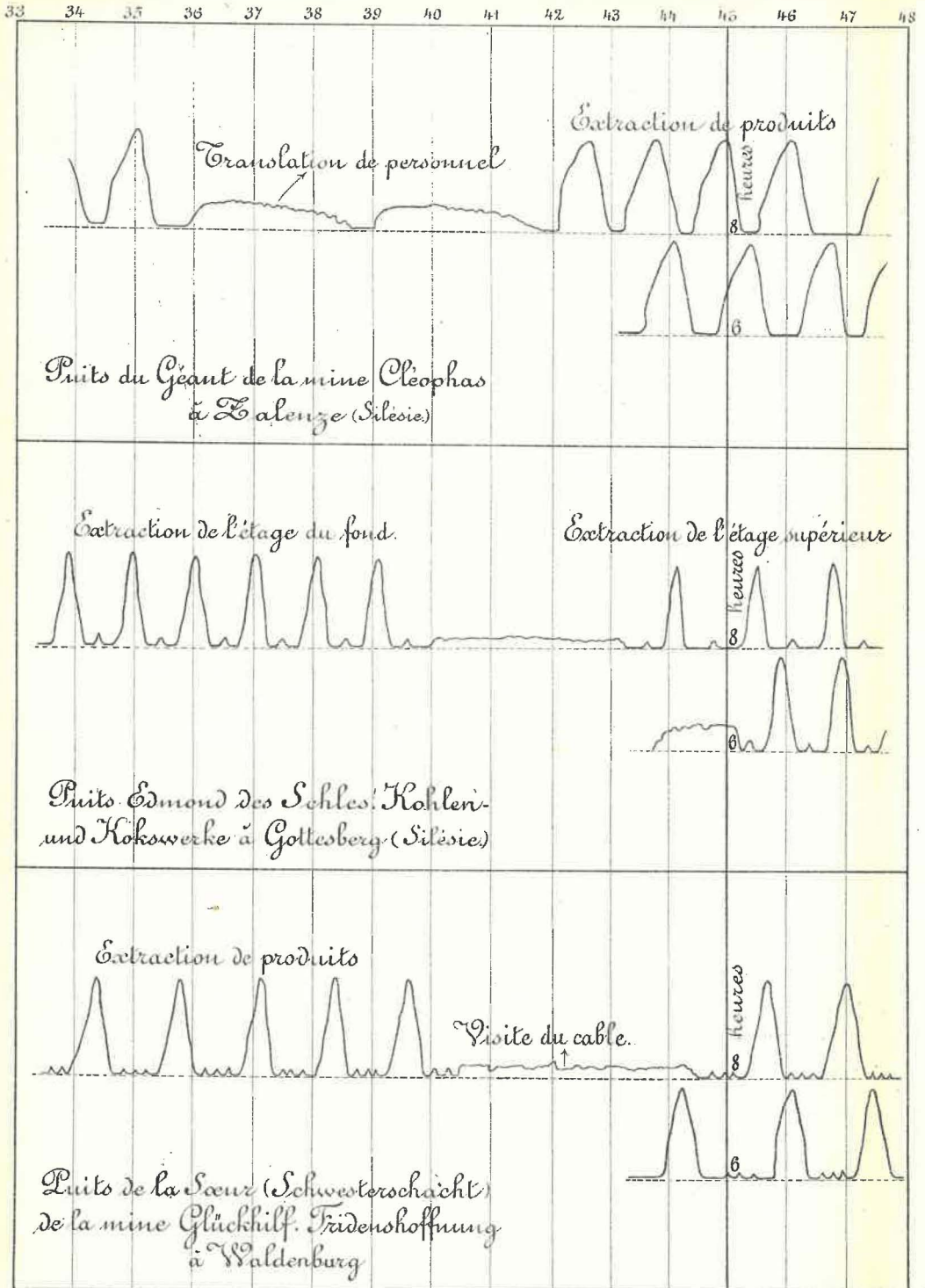


Fig. 18.

gorge hélicoïdale, mais leur construction ne laisserait pas d'être compliquée et coûteuse.

» La figure 18 représente divers diagrammes relevés avec le tachographe n° 1.

» Nous avons jusqu'à présent considéré spécialement l'application du tachographe aux machines à marche intermittente et à changements brusques de vitesse. Il est bien évident que l'emploi de cet appareil peut rendre aussi d'importants services avec les machines à marche continue ou à arrêts peu nombreux, pour lesquelles on cherche surtout un mouvement uniforme, telles que : moteurs actionnant les ventilateurs, les transports aériens ou par chaîne, ainsi que les métiers à tisser, les dynamo-génératrices destinées à l'éclairage et au transport de force, etc.

» Pour les premiers on cherche surtout à contrôler la régularité de la marche, à noter le nombre et l'importance approximative des arrêts. On peut alors se servir du tachographe n° II, plus petit que celui décrit ci-dessus et dont le tambour est simplement animé d'un mouvement de rotation (1 tour en 24 heures). On fait quelquefois usage du tambour à mouvement hélicoïdal pour enregistrer la marche de la machine pendant une semaine sans changer la bande de papier. Un second style fixe permet ordinairement de tracer la droite correspondant à la vitesse normale.

» Pour les machines commandant les métiers à tisser et les dynamos, on recherche surtout une grande uniformité de la vitesse de rotation. On fait alors usage du tachographe n° I modifié, appelé tachographe n° III, dans lequel on supprime toute la partie du diagramme relative à la période d'accélération à la mise en marche ainsi qu'aux arrêts. On peut de cette manière augmenter l'échelle des ordonnées et rendre les lectures d'autant plus précises. La ligne de vitesse nulle étant devenue inutile, est remplacée par celle correspondant à la vitesse normale.

» Pour montrer la précision que peut donner dans ce cas le tachographe Karlik, je signalerai qu'un diagramme de l'espèce, relevé sur une machine dynamo alimentant un transport de force et tournant normalement à 150 tours, avait une hauteur idéale de 50 millimètres, soit une échelle de 1 millimètre par 3 tours. »