

CHARBONNAGES DE MARIEMONT, L'OLIVE & CHAUD-BUISSON & CHARBONNAGE DE BASCOUP.

Le charbonnage de Mariemont et celui de Bascoup sont contigus et situés à la partie orientale du bassin du Centre du Hainaut. Ils ont une superficie de concession de 1476 hectares pour Mariemont et de 2680 hectares pour Bascoup. Bien que formant deux sociétés charbonnières distinctes, ils sont régis par une même administration et une même direction. Leur objet est l'exploitation de la belle série des couches du comble du Nord qui font depuis longtemps la prospérité des charbonnages situés sur les mêmes allures, et qui sont comprises entre la base du terrain houiller au Nord, formée par les phanites et le calcaire carbonifère, et un grand dérangement au Midi qui interrompt brusquement l'allure régulière du terrain.

Ces couches ont une puissance qui varie entre 0^m,40 et 1^m,60 ; elles fournissent un combustible propre aux différents usages industriels et aux besoins domestiques. Elles ont même pour ceux-ci une réputation toute spéciale.

L'extraction du charbon se fait actuellement par huit puits, cinq pour Mariemont et trois pour Bascoup. Les cinq premiers ont une production totale de 18300 hectolitres, celle des trois autres est de 11000 hectolitres. Les deux charbonnages réunis ont donc une production journalière de 29300 hectolitres.

Un nouveau siège établi sur la concession de Bascoup, donne lieu en ce moment, à un commencement d'exploitation. Les idées nouvelles qui ont présidé à son établissement, tant au point de vue des travaux intérieurs qu'à celui de l'installation des moteurs à vapeur, seront développées plus loin.

La population ouvrière qui fréquente ces nombreuses exploitations et qui s'élève environ à 4500, est certainement une des meilleures de la Bel-

gique. Les efforts persévérants des administrations qui se sont succédées depuis plusieurs générations ont eu pour but principal de relever constamment son état moral et intellectuel, de lui faire acquérir la stabilité si désirable dans les habitudes, en même temps qu'elles lui procuraient la sécurité dans le travail et les plus grandes commodités possibles dans la vie matérielle.

C'est au charbonnage de Mariemont qu'a été établie, en 1845, la première machine uniquement destinée à la remonte et à la descente des ouvriers, qui ait fonctionné en Belgique. Elle fut immédiatement connue sous le nom de Warocquère, du nom de M. Abel Warocqué qui, par les perfectionnements nombreux et bien entendus dont il avait doté la fahrkunst des Allemands, en avait, pour ainsi dire, fait un système spécial. Ce système a persisté jusqu'aujourd'hui, et cinq Warocquères fonctionnent actuellement, pour la transmission de tous les ouvriers à tous les puits indistinctement. Les profondeurs desservies par ces appareils varient entre 210 et 510 mètres, comme les étages d'exploitation, et aucun accident grave n'est survenu dans leur emploi depuis les premiers temps où elles ont commencé à fonctionner.

Les mêmes administrations ont également et depuis de nombreuses années, porté leurs vues vers l'importante question des logements des ouvriers. Elles ont envisagé cette question sous ses deux faces principales qui sont :

1° Encourager autant que possible l'achat des terrains et la construction des maisons par les ouvriers eux-mêmes, au moyen d'avances de fonds, sans intérêts et remboursables à longs termes.

2° Construire elles-mêmes des maisons spacieuses et commodes qu'elles louent à très-bas prix.

Les deux sociétés n'ont eu, jusqu'à présent, qu'à se féliciter de leurs efforts et des résultats auxquels elles sont parvenues.

La Société des Charbonnages de Mariemont possède actuellement 261 maisons et la Société du Charbonnage de Bascoup en possède 157. Toutes ces maisons sont construites à peu près sur le même plan et sont disséminées par groupes de 4 ou 6, au lieu d'affecter la forme de cité ouvrière que les ouvriers habitent généralement avec assez de répugnance. Chacune d'elles se compose d'une grande place d'habitation et de deux chambres à coucher au rez-de-chaussée, de deux chambres à coucher et d'un grenier à l'étage, d'une cave et de diverses dépendances. Toutes ces maisons sont éclairées au gaz. Un jardin assez grand est an-

nexé à chacune d'elles ; chaque ménage prend plaisir à le cultiver, tout comme il entretient, avec le plus grand soin, sa maison, dans un état de propreté vraiment remarquable. Ces maisons sont louées à raison de fr. 6,50 par mois, y compris l'éclairage.

Tous les ouvriers sont affiliés à la *Caisse de prévoyance des charbonnages du Centre*. Les Sociétés charbonnières ont, de plus, favorisé de tout leur pouvoir, et même provoqué au moyen de conférences données par les agents supérieurs, la formation de Sociétés coopératives de consommation et de Sociétés de Secours Mutuels en cas de blessures ou de maladie. Depuis leur origine, en 1869, ces sociétés n'ont fait que progresser et leur action bienfaisante s'étend de plus en plus. Elles sont divisées en sections dont 6 coopératives de consommation et 8 de secours mutuels, réparties sur les différentes communes situées sur le territoire des deux concessions et sur les communes limitrophes. Ces associations ne sont pas exclusives du reste, et admettent des affiliés appartenant à d'autres compagnies industrielles. Elles sont entièrement libres, sont régies par des statuts qui ont été discutés et définitivement admis par elles-mêmes, et administrées par des commissions d'ouvriers nommées en assemblée générale. Les Sociétés charbonnières n'interviennent qu'à titre de conseil dans les cas embarrassants et cette intervention n'a lieu qu'à la demande des commissions. Le chiffre d'affaires des 6 sections réunies de la société coopérative de consommation s'est élevé, au dernier exercice, à 264,541 fr. 33 c. Quant à la Société de secours mutuels, elle comptait, lors de sa formation, 460 affiliés, nombre qui s'est progressivement élevé à 1653.

Les deux Sociétés charbonnières n'ont pas perdu de vue les besoins intellectuels de la classe ouvrière. Elles ont encouragé l'instruction par des subventions considérables accordées aux écoles communales, aux écoles d'adultes et aux bibliothèques populaires ; et, grâce aux soins de son administrateur actuel, une école industrielle vient de se fonder dans la commune de Morlanwelz, siège de l'administration centrale des charbonnages, où 150 élèves reçoivent une instruction relativement fort avancée sur les éléments du calcul, de la géométrie, du dessin, et qui sera bientôt complétée par des cours où s'enseigneront la physique, la chimie, la géologie, l'arpentage, l'exploitation des mines, etc. Ces différentes branches sont enseignées par des professeurs qui tous, sont des ingénieurs attachés aux établissements. Le nombre des élèves augmente d'année en année, ce qui prouve, une fois de plus, l'avidité d'instruction

dont sont possédées les classes laborieuses, et combien de semblables institutions sont précieuses au point de vue de la moralité des masses.

Enfin, les sociétés charbonnières ont établi, en faveur de leurs employés, une *Caisse de pension et de retraite*, dans des conditions se rapprochant beaucoup de celles de la caisse établie par l'Etat belge pour ses fonctionnaires.

I.

TRAINAGE MÉCANIQUE PAR CHAÎNE SANS FIN A LA SURFACE.

PLAN RELIEF.

Les veines qui forment la série exploitée par les deux charbonnages, sont assez différentes au point de vue de la qualité et de la beauté des produits; il est parfois assez difficile, dans l'état actuel des choses, de faire des expéditions tout à fait convenables et entièrement satisfaisantes pour tous; du reste, depuis de longues années, l'expérience a démontré que des mélanges judicieusement faits, sont plus favorables et satisfont mieux les consommateurs, que des charbons provenant d'une même veine. Ces considérations doivent faire désirer la réunion des produits de tous les sièges d'exploitation en un seul centre de triage, de chargement et d'expédition. Outre les avantages énumérés plus haut, il doit en résulter d'autres, non moins importants, au point de vue de l'économie de la main-d'œuvre que nécessitent ces diverses opérations et de la centralisation du travail, d'où découlent une surveillance mieux entendue, un contrôle plus efficace et une responsabilité plus sérieuse.

Un projet de centralisation fut donc élaboré pour chacun des deux charbonnages. Ces projets sont basés sur l'emploi du système de *transport par chaîne sans fin*, pour amener, à ces ateliers centraux de triage et de chargement, les charbons de chacun des puits en activité, et d'un système de *trriage mécanique* par grilles mobiles, dû à M. Alph. Briart, et qui sera décrit dans sa notice particulière.

Le transport par chaîne sans fin est connu depuis longtemps dans le

district de Burnley du Lancashire ¹ où il a pris une très-grande extension, tant comme moyen de transport à la surface que comme trainage souterrain. Depuis quelques années, il commence à se répandre dans les autres districts de l'Angleterre; ses avantages ont également été appréciés sur le continent, et l'on peut citer quelques exemples où ce système a reçu des applications très-avantageuses. Mais, jusqu'à présent, il n'a été appliqué, ni sur le continent, ni même en Angleterre, sur une aussi vaste échelle qu'aux charbonnages de Mariemont et de Bascoup.

Le plan-relief représente, à l'échelle de un millimètre par mètre, les deux réseaux distincts de voies à chaîne sans fin des deux charbonnages, aboutissant chacun à son atelier central de triage et de chargement. Nous allons les décrire successivement. (Planche I.)

VOIES DE TRAINAGE.

A) *Charbonnage de Mariemont.*

Le sol de la concession de Mariemont est très-accidenté; il peut, sous ce rapport, être comparé au district de Burnley du Lancashire où, comme nous l'avons dit, le système de la chaîne sans fin a reçu tant d'applications. Les cinq puits actuellement en activité et leurs productions journalières sont :

Abel.	4,000 hectolitres.
Saint-Arthur	5,500 "
La Réunion.	3,300 "
L'Etoile.	3,500 "
Sainte-Henriette . . .	2,000 "

Ces puits sont séparés, comme on vient de le dire, par des accidents de terrains et des différences de niveau assez considérables. De plus, la surface est sillonnée de routes et de chemins de fer, toutes choses qui opposent des obstacles assez sérieux à la réalisation du projet. Le relief représente tous ces accidents de terrains, les routes et les voies ferrées avec la plus grande exactitude, ainsi que la manière dont tous ces obstacles ont été franchis.

Le réseau se compose d'une ligne principale de Saint-Arthur à l'atelier

¹ On the haulage of Coal..... Du transport mécanique de la houille, traduit par A. Briart et J. Weiler.

central de triage établi sur le plateau de Sainte-Henriette, et de cinq embranchements. La voie principale et les embranchements sont en ligne droite, condition très-favorable au bon fonctionnement du transport par chaîne sans fin, mais suivent, à peu de choses près, toutes les sinuosités du sol. Les inclinaisons y sont parfois très-fortes, comme on le verra par les détails qui vont suivre. Nous ajouterons ici que la Société des charbonnages, étant propriétaire de la forêt de Mariemont, elle a pu faire toute son installation sans sortir de chez elle et en évitant, par conséquent, toutes les difficultés relatives aux achats de terrains.

1° *Ligne principale.* Cette ligne est divisée en deux sections, la première part de Saint-Arthur et descend sous une route de grande communication qu'elle traverse en tunnel par une pente de 210 millimètres par mètre; de là, dans une première vallée où elle rencontre obliquement les remblais du chemin de fer de Baume à Marchiennes. Ce remblai est également traversé par un tunnel de 107 mètres de longueur. Ce tunnel a une section circulaire de 2^m,75 de diamètre, traverse le remblai vers le milieu de sa hauteur et débouche au-dessus du viaduc de la route Saint-Pierre. La ligne remonte alors jusqu'au plateau de réception de la Réunion où se termine la 1^{re} section et où se trouve installée une machine fixe qui lui imprime le mouvement ainsi qu'à l'embranchement d'Abel. Au-delà commence la seconde section qui a une longueur de 920 mètres. Elle gravit d'abord une colline jusqu'au carrefour de Montaigu qu'elle traverse par un tunnel de 72 mètres de longueur et de la même dimension que le précédent. Elle descend alors une seconde vallée, et, gravisant l'autre versant, arrive sur le plateau de Sainte-Henriette où se trouve l'atelier de triage et où est installée une machine fixe qui lui imprime le mouvement ainsi qu'aux quatre autres embranchements qui y aboutissent.

La première section de cette voie principale transporte donc les produits de la fosse Saint-Arthur jusqu'à la Réunion. La seconde section transporte, jusqu'à l'atelier de triage, les charbons des puits Saint-Arthur, la Réunion et Abel. Cette ligne principale a une longueur totale de 2,110 mètres.

2° *Embranchement d'Abel.* Cet embranchement part du puits Abel et a 598 mètres de longueur. Il passe en viaduc au-dessus d'une voie de grande communication et descend, par une pente assez forte (170 millimètres par mètre) jusqu'à la gare de l'Olive du chemin de fer de Manage à Mons, qu'il traverse en un tunnel de 35 mètres de longueur et du

même diamètre que ceux de la voie principale. Il remonte alors jusqu'au niveau de réception de la Réunion, après avoir passé, au moyen d'un viaduc tunnel au-dessous d'une route de grande communication. Cette voie de transport reçoit, comme nous l'avons dit, son mouvement de la machine fixe installée à la Réunion.

3° *Embranchement de Sainte-Henriette.* Cet embranchement n'a que 130 mètres de longueur; il est sensiblement horizontal et reçoit son mouvement de la machine fixe de Sainte-Henriette.

4° *Embranchement des ateliers et magasins.* Cet embranchement est divisé en deux parties réunies par une courbe qui se trouve à l'extrémité du chantier des bois découpés.

La première partie, de 480 mètres de longueur, descend du niveau de réception de l'atelier de triage jusqu'au niveau du sol, passe en viaduc-tunnel sous un sentier, en tunnel sous une route de grande communication et arrive enfin au coude dont il est parlé plus haut, où se trouve installée une poulie intermédiaire qui, au moyen de la chaîne du trainage même, imprime le mouvement à la seconde partie de cet embranchement. Cette seconde partie traverse tout le chantier des bois découpés et se rend directement dans la cour des ateliers de réparations et des magasins. Cet embranchement sert, comme on le voit, aux approvisionnements divers des différents puits. Tous les objets provenant des ateliers et magasins arriveront donc à l'atelier central de triage d'où ils seront distribués entre les différentes lignes. Il en est de même pour le retour : tous les objets à réparer, tout le matériel hors d'usage seront renvoyés, de chacun des puits à l'atelier central et de là aux magasins et ateliers de réparation. Chacun comprendra l'importance et les avantages de cette disposition au point de vue de l'économie et de la facilité de tous les services.

5° *Embranchement de l'Etoile.* Cet embranchement a 455 mètres de longueur. Il descend, comme le précédent, du niveau de réception de l'atelier central, traverse en viaduc-tunnel le même sentier, et remonte au niveau de réception du puits de l'Etoile.

6° *Embranchement du dépôt des terres.* Cet embranchement part du niveau de réception de l'atelier central de triage, et continue horizontalement jusqu'au dépôt des terres dans la vallée très-profonde qu'a traversé la seconde section de la voie principale. Cette ligne varie en longueur suivant l'avancement de ce dépôt, et reçoit toutes les terres provenant des différents puits.

Tel est l'ensemble des voies à chaîne sans fin, convergeant vers l'atelier central de triage et de chargement de Sainte-Henriette.

Comme on le voit, deux machines fixes sont nécessaires pour imprimer le mouvement à tout le système, l'une établie à la Réunion, de la force de 40 chevaux, pour la première partie de la voie principale et l'embranchement d'Abel; l'autre, établie à l'atelier central de triage, de la force de 80 chevaux, pour la seconde partie de la voie principale et les autres embranchements. Une seule machine motrice, placée au point de convergence des voies, à l'atelier central de triage, aurait, à la rigueur, pu suffire et aurait commandé une chaîne unique allant de Saint-Arthur jusqu'à la poulie motrice, mais cette chaîne eût dû avoir des dimensions telles qu'elle n'eût pas été d'un emploi très-facile, et l'on a préféré scinder en deux la voie principale et établir deux machines motrices.

Voici les renseignements principaux concernant les chaînes de transport, telles qu'elles ont été calculées, sur les différentes voies dont il vient d'être parlé.

DÉSIGNATION DES VOIES.	LONGUEURS.	DIAMÈTRE des FERS EMPLOYÉS.	POIDS PAR MÈTRE courant.	POIDS TOTAL.	PENTE MAXIMA.
		MILLIM.	KILOG.	KILOG.	MILLIM.
Voie principale :					
1 ^{re} section.	1840	16	4,7	8648	210
2 ^e section.	2400	22	9,0	21600	150
Embranchement d'Abel . .	1200	16	4,7	5640	170
Id. Sainte-Henriette. .	260	16	4,7	1269	niveau.
Id. magasins et ateliers.	1500	16	4,7	7050	100
Id. l'Etoile	920	16	4,7	4324	100
Id. dépôt des terres . .		16	4,7		niveau.
TOTAUX	8120			64731	

Les chariots sont attachés à ces chaînes par des fourches à demeure.

B) *Charbonnage de Bascoup.*

Le sol de la concession de Bascoup, dans la partie exploitée actuellement, est très-peu accidenté, contrairement à ce que nous avons vu pour

Mariemont. — Les trois puits en activité sont situés en rase campagne, à des différences de niveau qui ne sont pas bien considérables. L'établissement des voies de trainage a donc été relativement facile, mais comme on a dû acheter la plupart des terrains sur lesquels elles ont été installées, leur prix de revient a été relativement assez élevé.

Les trois puits en activité et leur production journalière sont :

Puits N° 3	3,000 hectolitres.
" N° 4	3,500 "
" Sainte-Catherine	4,500 "

Le réseau des voies de trainage se compose de trois lignes desservant ces trois puits, les ateliers et les magasins, et d'un embranchement pour les terres au N° 4.

1° *Voie de Sainte-Catherine.* Cette voie, d'une longueur totale de 930 mètres, part de Sainte-Catherine et, après avoir franchi un chemin vicinal au moyen d'un viaduc, descend et rencontre bientôt les maisons ouvrières et leurs jardins, appartenant à la Société, qu'elle traverse en tunnel sur 272 mètres de longueur. Ce tunnel, établi dans des terrains très-consistants, n'a pas la forme circulaire de ceux de Mariemont; il est composé d'une voûte reposant sur des pieds droits écartés de 2^m50 et qui sont réunis par un radier d'un bombement assez faible. Cette forme est plus économique que la précédente. Un aqueduc de 110 mètres de longueur a dû être construit pour la décharge des eaux qui pourraient s'introduire dans ce tunnel, soit par infiltration à travers la voûte et les terrains qu'elle supporte, soit par écoulement naturel le long des voies, et qui, sans cela, ne trouveraient pas d'issue. Ce tunnel se prolonge jusqu'au-delà de la route de Gosselies vers le Rœulx, voie de grande communication, au-delà de laquelle elle regagne le sol naturel qu'elle n'abandonne plus jusqu'aux abords de l'atelier central de triage et de chargement, où se trouve installé le moteur général du trainage et où elle remonte jusqu'au niveau de réception.

2° *Voie du N° 4.* Cette voie a 540 mètres de longueur. Elle est presque horizontale dans toute son étendue. Elle part du N° 4 où elle traverse le dommage du puits sur un viaduc assez long, ensuite la chaussée romaine également en viaduc. Le restant de son parcours jusqu'au N° 3 est en remblais. Elle passe assez près du puits du N° 3 pour le desservir, sans que cette fosse ait besoin d'une voie spéciale. Les chaînes y sont relevées par deux poulies, de manière à ce que l'on puisse y placer les

chariots avec la plus grande facilité. Du N° 3 elle se rend en viaduc jusqu'à l'atelier de triage en passant au-dessus d'une route et d'un chemin de fer appartenant au charbonnage.

4° *Voie des ateliers et magasins.* Cette voie n'est, à proprement parler, qu'un embranchement de la précédente. Elle a 400 mètres de longueur. Elle descend dans la cour des ateliers qu'elle traverse pour arriver dans les chantiers aux bois où elle se termine. Le même système de distribution centralisée de tout le matériel et de rentrée des objets à réparer ou hors de service, est aussi adopté pour le charbonnage de Bascoup.

4° *Embranchement pour le dépôt des terres.* Ce dépôt se fera au N° 4 et recevra les terres provenant des trois puits. A cet effet, la poulie de retour de la voie du N° 4 servira de poulie motrice intermédiaire et imprimera le mouvement à une chaîne sans fin, le long d'une voie montant jusqu'au sommet du dépôt.

II.

ATELIERS DE TRIAGE ET DE CHARGEMENT.

PLANS N° 1 ET 2.

A. *Charbonnage de Mariemont.*

Les charbons de ce charbonnage sont de différentes qualités. Il y a des veines dont les fines sont propres à la fabrication du coke. On doit donc retirer du charbon qu'elles fournissent, les gaillettes et les gailletteries.

Les autres sont employés à d'autres usages industriels ou à l'alimentation des foyers domestiques, et ne sont généralement séparés qu'en gaillettes et en menu gailleux. Les gailletteries provenant du triage du charbon de coke servent à l'embellissement du menu gailleux, quand il en est nécessaire. La séparation des gailletteries n'y est donc qu'accidentelle. Les plans N° 1 et 2 représentent une partie de l'atelier de triage. C'est un rectangle de 46,50 mètres de longueur sur 27,10 mètres de largeur. Deux lignes de culbuteurs y sont installés en longueur de chaque côté. Les chariots arrivant sur la plate-forme de réception, sont dirigés par deux voies distinctes occupant le centre du bâtiment, et des courbes les distribuent à chacun de ces culbuteurs. Ceux-ci les renversent latéralement sur des grilles mobiles du système Alph. Briart.

Les chariots sortent des culbuteurs du côté opposé à celui par lequel ils y sont entrés et des courbes les conduisent dans les voies des chariots vides aux deux côtés du bâtiment. Chacune des voies des chariots pleins ainsi que la voie des vides qui lui correspond, est mise en mouvement par une chaîne sans fin.

Chaque wagon de la surface arrivant au-dessous de la grille où il doit recevoir son chargement, se trouve sur une bascule, où il est pesé à vide, et ne bouge pas de place jusqu'à ce que le chargement soit complet, ce que la même bascule indique au surveillant chargé de ce soin. Ce système, un peu coûteux dans le principe, ne tardera pas à rendre de grands services au point de vue du contrôle et de l'économie des manœuvres.

B. *Charbonnage de Bascoup.*

Les charbons de Bascoup sont un peu différents des charbons de Mariemont. Ils sont peu propres à la fabrication du coke, mais, par contre, ils sont très-favorables à la production des gailletteries. Ils sont donc séparés en quatre catégories, savoir : une partie en gaillettes, gailletteries et fines et le restant en gaillettes et menu gailleux ; d'où deux systèmes de grilles qui sont également décrits dans la notice particulière de M. Briart. La forme du bâtiment et de ses divers aménagements sont, du reste, les mêmes qu'à Mariemont.

Le plan relief montre comment les deux ateliers de triage sont raccordés aux grands chemins de fer. Des gares spacieuses de distribution y sont installées et des voies nombreuses rendent les manœuvres aussi promptes que faciles.

III.

TRANSPORT SOUTERRAIN AUTOMOTEUR PAR CHAÎNE SANS FIN.

PLANS N° 3, 4, 5.

Ce système automoteur de transport a pour but de supprimer les moteurs mécaniques dont l'application, dans l'intérieur des mines, est toujours fort incommode et souvent très-dangereuse. — Il consiste à profiter du travail produit par la descente des charbons ou autres matières, le long de plans inclinés ou de puits spéciaux, pour provoquer le trainage

sur les voies horizontales. Dans ce cas, l'étage d'exploitation se trouve nécessairement à un niveau supérieur à celui de la chambre d'accrochage, et il faut que les chariots pleins, descendant de ce niveau supérieur, produisent la remonte des chariots vides, plus tout le parcours horizontal qu'ils doivent faire tant vides que pleins. En d'autres termes, chaque chariot doit produire son transport par le poids dont il est chargé descendant à l'étage inférieur.

Si nous appelons :

a , la charge utile d'un chariot en kilogrammes.

c , son poids mort.

f , le poids de chaîne que supporte chaque chariot, tant vide que plein.

z , le coefficient de résistance au roulement.

l , la distance horizontale parcourue pour une descente verticale de la charge sur un mètre de hauteur, ce qui développe un travail de $a \times l = a$ kilogrammètres. Le travail nécessité par le transport horizontal sera :

$$(2c + 2f + a) lz = a$$

d'où

$$l = \frac{a}{(2c + 2f + a) z}$$

Toutes ces valeurs sont connues quoique très-variables suivant les différents cas.

Supposons celui du charbonnage de Bascoup.

Le nouveau type adopté pour les chariots du fond, comporte :

$$a = 500 \text{ k.}$$

$$c = 250 \text{ k.}$$

Quant à la chaîne, elle variera nécessairement suivant les efforts qu'elle aura à supporter.

Supposons ici une chaîne de 16 millimètres de diamètre dont le poids est d'environ 5 kilog. par mètre courant; supposons de plus aux chariots un écartement moyen de 20 mètres. Chaque chariot supportera donc 20 mètres de chaîne, d'où

$$f = 100 \text{ kilog.}$$

Quant à la valeur de z , d'après les expériences qui ont été faites en Angleterre et en Belgique, nous pouvons la fixer à 0.02.

Nous aurons donc :

$$l = \frac{500}{(2 \times 250 + 2 \times 100 + 500) 0.02} = 20^m83.$$

La charge descendant d'une hauteur verticale de un mètre produira donc le trainage sur 20^m83 de longueur, aller et retour.

Il est facile, d'après cela, connaissant du reste toutes les circonstances du trainage, de calculer la hauteur de laquelle on doit faire descendre les chariots pour en opérer le transport à une distance donnée.

Bien que les autres systèmes de trainage ne soient pas absolument opposés à recevoir l'application de ce principe, c'est celui de la chaîne sans fin qui a été choisi comme étant celui qui s'y prête le mieux. C'est assez dire que toutes les galeries doivent être à double voie.

Trois applications de ce principe font partie de l'exposition des charbonnages de Mariemont et de Bascoup ; deux sont en activité et la troisième en projet pour le puits N° 5 de Bascoup dont l'installation générale sera décrite plus loin.

Les deux trainages en activité sont représentés sur les plans n° 3 et 4 et la teinte rouge représente les voies fonctionnant actuellement, la teinte bleue celles qui sont en préparation et la teinte verte, les voies projetées. Des coupes longitudinales accompagnent ces deux plans et donnent les profils des principales galeries de trainage.

(A) *Trainage automoteur de Saint-Arthur du charbonnage de Mariemont. (Plan n° 3.)*

Le niveau de la chambre d'accrochage se trouve à 476^m00 et l'exploitation se fait en partie à cet étage. L'étage supérieur, au niveau de 385 mètres, est encore à peu près intact. L'exploitation en est commencée depuis quelque temps et le trainage s'y fait de la manière suivante.

Du niveau de 476 mètres, on a creusé dans la veine à Laves un plan incliné en ligne droite jusqu'au niveau de 385^m00. Dans la même veine, au niveau de 385 mètres, on a établi une costresse qui est quelquefois en ligne droite et le plus souvent en courbe de rayons de 800 ou de 1000 mètres.

C'est cette costresse qui sera la voie principale de trainage pour cet étage, et c'est ce plan incliné qui sera en quelque sorte le moteur de ce trainage.

La poulie motrice se trouve dans l'axe du plan incliné et dans l'axe de la costresse. De cette costresse partiront des boueux qui recouperont toutes les veines tant au Nord qu'au Midi qui doivent faire l'objet de l'exploitation.

Des poulies intermédiaires y seront installées, recevront le mouvement de la chaîne de la voie principale, et le communiqueront aux chaînes des bouveaux de recoupe.

La hauteur verticale de descente des chariots est de 89 mètres. Le transport horizontal pourrait donc se prolonger à $20,83 \times 89 = 1853^m87$.

Les limites assignées aux travaux du puits ne permettront jamais de s'étendre aussi loin, de sorte que tout le trainage souterrain de ce nouvel étage, pourra se faire par ce système jusqu'à extinction complète.

(B) *Trainage automoteur de Sainte-Catherine du charbonnage de Bascoup. (Plan n° 4.)*

C'est à peu près le même cas qu'à Saint-Arthur, c'est-à-dire que l'exploitation se fait encore en partie au niveau de 210^m00, tandis que l'on commence déjà l'exploitation de l'étage de 120^m00, lequel est en grande partie intact. Le trainage de ce nouvel étage se fera dans deux directions, l'une à l'Est pour les veines du Nord, et l'autre au Sud pour les veines du Midi.

La voie principale dans la direction de l'Est, la seule en activité jusqu'à ce jour, se trouve au niveau de 210^m00 d'abord dans la veine qu'on a au mitan d'où elle passe dans la veine de derrière. Elle est divisée en deux parties, la plus voisine du puits est en ligne droite, l'autre est en courbe de 1000^m00 de rayon. Ces deux parties forment un coude à leur point de rencontre et sont réunies par une poulie intermédiaire. A l'extrémité de cette voie principale se trouve le pied du plan incliné qui lui communique le mouvement. Ce plan incliné est établi dans la veine de derrière, et de son sommet partent d'autres voies de trainage, dans différentes directions, qui reçoivent également le mouvement du plan incliné.

Il y a donc ici deux poulies motrices, l'une au pied du plan incliné qui communique le mouvement à la voie principale, l'autre au sommet qui fait marcher les voies de l'étage en exploitation. Contrairement à ce que nous avons vu pour Saint-Arthur, la poulie motrice qui développe le plus grand travail est au pied du plan incliné.

Le trainage du Midi se compose d'un plan incliné creusé en bouveau ou à travers bancs, jusqu'à la veine d'Argent qu'elle recoupe au niveau de 120^m00. Dans cette couche sera établie une costresse principale de trainage dans laquelle viendront se réunir plusieurs voies secondaires. Cette costresse est en ligne droite et obéit à toutes les sinuosités de la couche. Elle est seulement en préparation.

La puissance de transport de ces deux plans inclinés, dont la hauteur est de 90^m00, est de $90 \times 20.83 = 1874^m70$. Comme l'étendue des travaux du puits Sainte-Catherine dépasse cette limite vers le levant, une machine à vapeur sera installée à la surface, et suppléera, au moyen d'une transmission par câble automoteur descendant à l'étage de 210^m00, au travail insuffisant des plans inclinés.

C) *Projet de trainage automoteur pour le puits n° 5 du charbonnage de Bascoup. (Plan n° 5.)*

Le principe est le même, mais la disposition est différente dans quelques parties essentielles, et donnera une simplicité remarquable aux manœuvres du puits ainsi qu'aux manœuvres du trainage. Elle est représentée sur la coupe générale de ce puits et sur la vue en plan qui l'accompagne (plan n° 5). Malgré qu'elle ne soit encore qu'un projet, cette disposition est si simple, si rationnelle et fait si bien comprendre le principe du système qu'il est bon de la développer avec quelques détails.

Le puits d'extraction a 4^m25 de diamètre. Les cages d'extraction sont deux chariots par étage placés à la file l'un de l'autre. Une chambre d'accrochage sera creusée de chaque côté du puits au niveau de 240^m00 dans le sens de la longueur des cages. Deux galeries inclinées à simple file, l'une se dirigeant au Nord, l'autre au Sud, partiront de l'extrémité de chacune des deux chambres. Les deux galeries du Nord se rencontreront en un point situé au niveau de 150^m00; elles seront creusées en partie dans la grande veine du Parc. Les deux galeries du Midi, qui se croisent à travers banes sur toute leur étendue, se rencontreront de leur côté en un point situé au même niveau. Aux points de rencontre de ces galeries, tant au Nord qu'au Midi, seront installées les *pouliés motrices* du trainage. La position de ces points n'est pas indifférente; ils doivent se trouver exactement dans l'axe des voies d'allongement ou costresses et doivent servir de *voies principales de trainage* dirigées à l'Est et à l'Ouest des deux pouliés motrices.

Deux chaînes sans fin desserviront ces deux systèmes de plans inclinés, s'enroulant à peu près sur une demi-circonférence des pouliés motrices; elles descendront d'un côté avec les chariots pleins et remonteront de l'autre avec les chariots vides. Ces mêmes chaînes passeront sur des pouliés de renvoi aux deux extrémités des chambres d'accrochage et verseront le puits sans gêner ni les cages ni les manœuvres du puits,

ni celles des chambres d'accrochage. Tel est ce que l'on pourrait appeler le système moteur du trainage.

Quant au trainage proprement dit, au niveau de 150^m00, il sera établi sur le même principe que celui de Saint-Arthur décrit plus haut. Des bouveaux partiront des voies principales pour recouper toutes les veines, tant au Midi qu'au Nord, et le trainage s'y fera au moyen de chaînes recevant le mouvement de poulies intermédiaires.

IV.

COUPE PASSANT PAR LE PUIIS N° 5 DU CHARBONNAGE DE BASCOUP.

PLAN N° 5.

La formation houillère du district du centre est, en grande partie, recouverte de morts-terrains de puissance assez variable, formés par les terrains crétacés dans la partie occidentale et uniquement de couches tertiaires dans la partie orientale.

Voici les terrains traversés aux puits de Trazegnies et qui sont indiqués à la coupe, d'après la classification de Dumont :

<i>Limon hesbayan</i> ou terre à briques	0 ^m 60
Système Bruxel- lien. {	Sable gris jaunâtre à cailloux de grès blancs, aquifères depuis 1 ^m 50 de profondeur 6 ^m 10
Système Panisé- lien. {	Marnes et argilite jaunâtres passant au sable 2 ^m 90
	Sables argileux gris bleuâtres renfermant quelques bancs de cailloux glauconieux, très-aquifères. 14 ^m 00
Argile plastique bleuâtre	3 ^m 00
Sables gris, verdâtres, très-fins et très-aquifères	3 ^m 50
Total.	<hr/> 30 ^m 10

Terrain houiller. — Ainsi qu'il a été dit plus haut, les couches exploitées par les charbonnages du Centre, depuis le charbonnage de Bascoup à l'Est, jusqu'au charbonnage de Bracquegnies à l'Ouest, forment le comble du Nord ; elles s'inclinent du Nord au Sud sous un angle qui varie de 15° à 45°. Ces couches sont généralement peu accidentées, mais

leur allure régulière est brusquement interrompue au Midi par un dérangement très-important, presque parallèle aux plans de stratification et au-delà duquel les recherches tentées jusqu'à présent par différents charbonnages n'ont donné aucun résultat. Ce dérangement appuie vers le Nord en allant à l'Ouest, de sorte que la plus grande quantité des couches non atteintes et éliminées par lui doit se trouver à la partie orientale du district. — C'est en effet ce que le puits n° 5 a permis de constater : la veine Richesse n'est pas connue dans les concessions situées à l'Ouest, et même, dans la partie occidentale de la concession de Bascoup, elle n'a été, jusqu'à présent, recoupée qu'à Sainte-Catherine.

Voici la puissance et la composition des couches figurant sur la coupe exposée, tableau n° 5 en commençant par le haut.

Veine Richesse.	}	Charbon	0.24	
		Terres		0.04
		Charbon	0.17	
		Terres		0.06
		Charbon	0.72	
		Terres		0.08
		Charbon	0 12	
		Total.	<u>1.25</u>	<u>0.18</u>
Laie Sainte-Barbe.		Charbon	0.45	
Veine d'Argent.		Charbon	0.88	
Veine Vermeille.	}	Charbon	0.29	
		Terres		0 50
		Charbon	0.26	
		Total.	<u>0.55</u>	<u>0.50</u>
Veine d'Or.		Charbon	0.43	
Veine du Kiosque.		Charbon	0.45	
Grande veine du Parc.	}	Charbon	0.18	
		Terres		0.06
		Charbon	0.43	
		Terres		0.13
		Charbon	0.64	
		Total.	<u>1.25</u>	<u>0.19</u>

Veine de l'Exhaure.	}	Charbon	0.06	
		Terres		0.06
		Charbon	0.25	
		Terres		0.08
		Charbon	<u>0.35</u>	
		Total.	<u>0.66</u>	<u>0.14</u>
<hr/>				
Veine de l'Olive.		Charbon	1.00	
Veine Ardinoise.		Charbon	<u>0.50</u>	
<hr/>				
Veine de Derrière.	}	Charbon	0.90	
		Terres		0.07
		Charbon	<u>0.50</u>	
		Total.	<u>1.40</u>	<u>0.07</u>
<hr/>				
Veine qu'on have au mitan.	}	Charbon	0.40	
		Terres		0.35
		Charbon	<u>0.50</u>	
		Total.	<u>0.90</u>	<u>0.35</u>
<hr/>				
Veine de la Hestre.	}	Charbon	0.50	
		Terres		0.07
		Charbon	<u>0.25</u>	
		Total.	<u>0.75</u>	<u>0.07</u>
<hr/>				
Dure Veine.	}	Charbon	0.50	
		Terres		0.20
		Total.	<u>0.50</u>	<u>0.20</u>
<hr/>				
Veine à Cloyats.	}	Charbon	0.50	
		Terres		0.04
		Total.	<u>0.50</u>	<u>0.04</u>
<hr/>				
Veine de Nickel.	}	Charbon	0.10	
		Terres		0.45
		Charbon	0.35	
		Terres		0.30
		Charbon	0.30	
		Terres		0.30
		Charbon	<u>1.00</u>	
		Total.	<u>1.75</u>	<u>1.05</u>

V.

INSTALLATIONS GÉNÉRALES DU N° 5.

PLAN N° 6.

Puits.

Le siège d'exploitation de Trazegnies, désigné sous le nom de N° 5 du charbonnage de Bascoup, est établi dans une partie tout à fait vierge de la concession. — Il est composé de trois puits de formes circulaires, le premier destiné à la translation des ouvriers et à l'épuisement à 4^m25 de diamètre, le 2^e destiné à l'extraction, a également 4^m25 de diamètre. Quant au 3^e destiné à l'aérage, il n'a que 3^m00 de diamètre. Ce dernier puits pourra à un moment donné, être aussi utilisé pour l'extraction par l'application des clapets d'aérage (système A. Briart) qui sont décrits dans sa notice particulière. Les trois puits ont d'abord traversés les morts terrains dont la coupe a été donnée plus haut. Ceux-ci ont opposé à l'enfoncement de très sérieuses difficultés à cause de leur nature éboulense et de la grande quantité d'eau qu'ils renferment. Le niveau de l'eau se trouve à environ 1^m50 de la surface. Aucune des couches de sable rencontrées n'a pu être attaquée directement, c'est-à-dire à niveau vide et par épuisement. L'enfoncement a été fait à niveau plein par un procédé qui n'est pas entièrement nouveau mais qui n'avait jamais été appliqué sur une échelle aussi grande et sur lequel nous croyons devoir nous arrêter un instant. Des colonnes de cuvelage en fonte furent enfoncées au moyen de vis de pression à travers toute la masse des morts terrains et pénétrèrent de 1^m00 à 1^m30 dans le terrain houiller. Ces colonnes formées d'anneaux à collets d'une seule pièce, tournés et boulonnés l'un à l'autre, semblables à celles que M. Chaudron emploie dans son système, étaient munies à la partie inférieure de trousseaux coupantes qui reportaient le diamètre de l'excavation à 4^m50 pour les puits de 4^m25 de diamètre intérieur et à 3^m25 pour le puits de 3^m00 de diamètre. Les vis de pression, au nombre de huit, avaient leur point d'appui sur un échaffaudage très solide établi au-dessus de l'ouverture du puits, lequel supportait les différents appareils nécessaires à l'enfoncement et qui était en outre lesté, par une quantité de fonte brute dont le poids a dû être porté, à la fin de chaque opération, à 450,000 kilog.

Cette charge énorme était alors presque entièrement soulevée, et la pénétration dans le terrain houiller se faisait sous un effort de 650,000 kilog. y compris le poids du cuvelage lui-même. A mesure que la trousse pénétrait dans le terrain, on enlevait, au moyen de dragues, grappins, soupapes et autres instruments, les déblais sur toute la circonférence du puits. Ces instruments étaient manœuvrés du dessus du niveau de l'eau, et l'on ne faisait marcher la pompe d'épuisement que pour donner plus d'espace et rendre le draguage plus facile, tout en évitant de provoquer l'affluence des sables de l'extérieur du cuvelage dans le puits. L'excavation marchait donc presque parallèlement à la trousse dans les assises meubles et elle la devançait dans les assises plus résistantes, principalement dans le terrain houiller.

La base du cuvelage du puits d'air rencontra, à sa pénétration dans le terrain houiller, une veine de charbon assez puissante. Cette circonstance étant très défavorable à la fermeture du cuvelage à niveau vide ; l'on se décida à employer l'air comprimé, ce qui réussit du reste parfaitement et ne présenta rien de particulier à signaler.

Le même cas ne se renouvela pas aux autres puits. La trousse pénétra d'abord dans le terrain houiller altéré et assez plastique et ensuite plus dur, ou malgré l'action des vis, la colonne en fonte refusa d'avancer. L'on se décida alors à épuiser complètement, pour aller poser à quelque distance en dessous de la trousse coupante les trusses à picoter qui devaient former la fermeture définitive du cuvelage. Les eaux supérieures ne purent se faire jour par le joint fermé par la trousse coupante dans le terrain houiller qu'en très petite quantité, et cette importante opération put se faire sans encombre et à l'aide d'un épuisement très restreint.

Les trusses à picoter étant posées, on y éleva une colonne de cuvelage en anneaux fractionnés, jusqu'à la hauteur de la trousse coupante, que la prudence conseilla de ne pas démonter. Le joint définitif se fit au moyen d'une trousse renversée dont la face extérieure présentait une surface inclinée parallèle à la face intérieure de la trousse coupante. Le vide laissé entre ces deux surfaces fut soigneusement picoté et depuis leur établissement les trois cuvelages n'ont rien laissé à désirer.

Les trois puits furent alors continués dans le terrain houiller jusqu'à la profondeur de 250 mètres où doit être établi le niveau d'exhaure. Ils sont tous les trois maçonnés sur toute la partie qui n'est pas cuvelée.

BÂTIMENTS ET MACHINES.

Le plan N° 6 représente l'installation générale à la surface et les bâtiments du nouveau siège actuellement en construction.

Une très-grande salle de machines, de 15^m00 de largeur sur 42^m00 de longueur, renferme :

1° Deux machines d'épuisement du type qui sera décrit au chapitre VII. La grande quantité d'eau présumée qui devra être épuisée par ce nouveau siège, établi comme nous l'avons dit, dans une partie de la concession entièrement vierge, jointe à celle qui y sera amenée des exploitations pratiquées au couchant de la concession, nous ont amené à prévoir la nécessité de deux puissants moteurs d'exhaure. L'un des deux est en construction et l'autre sera installé aussitôt qu'il en sera nécessaire. Le moteur en construction est capable d'épuiser 1,2^m par coup; et admettant une vitesse de dix révolutions par minute, vitesse qui, nous en avons la conviction, pourra être très-notablement dépassée, il débiterait 300^m à l'heure. En supposant un second moteur semblable, l'épuisement total s'élèverait à 6000^m par journée de 10 heures seulement. Il est inutile d'insister sur les avantages considérables que présente l'installation de deux moteurs de cette force plutôt que celle d'un seul de force double.

2° Une machine de translation d'ouvriers. Cette machine occupe le troisième compartiment du puits. Son principe est celui des Warocquères légèrement modifié. L'équilibre est obtenu par la balance hydraulique, mais la force motrice, au lieu d'être appliquée directement à l'une des tiges, lui est transmise par un moteur spécial, à rotation continue et à détente, qui met en mouvement deux pistons, l'un refoulant l'eau d'un des côtés de la balance, alors que l'autre retire celle que contient l'autre côté de la balance. La course utile des paliers est de 5^m00, c'est-à-dire qu'ils sont placés à 10^m00 de distance sur chacune des tiges. Le moteur sera établi pour marcher à 40 révolutions par minute et au moyen d'engrenages. Cette vitesse sera réduite à 5 révolutions pour les pistons et par suite pour l'appareil de translation lui-même. La descente et la remonte auront donc lieu à raison de 10 pulsations ou 50^m00 par minute, et de cette façon les ouvriers seront rendus dans le fond du puits en 5 minutes,

3° Deux ventilateurs à force centrifuge (système Guibal). L'un des deux est actuellement en construction, le second suivra immédiatement, à cause de l'importance considérable que doivent acquérir les travaux d'ex-

ploration de ce siège dans un avenir peu éloigné. Ces deux appareils sont du type de 9^m00 de diamètre et 2^m00 de largeur. Il serait superflu d'entrer ici dans d'autres détails, le ventilateur Guibal étant suffisamment connu et apprécié par les ingénieurs de tous les pays.

4° Un cabestan à vapeur placé entre les deux ventilateurs, et destiné à toutes les manœuvres des pompes, des machines d'épuisement et de la machine de translation des ouvriers.

5° Deux machines alimentaires, munies chacune de deux fortes pompes. l'une aspirant l'eau froide du grand réservoir des machines d'exhaure, pour la refouler dans le réservoir à eau chaude; l'autre prenant l'eau chaude de ce dernier réservoir pour la refouler aux chaudières.

La décharge de la machine d'extraction, des machines des ventilateurs, de la machine à descendre et des machines alimentaires elles-mêmes, c'est-à-dire de tous les moteurs, sauf ceux d'épuisement qui sont à condensation, passe dans le réservoir à eau chaude, muni d'un seul tuyau de décharge.

Perpendiculairement à cette grande salle, se trouve le bâtiment d'extraction proprement dit formant T avec le précédent; il renferme :

1° La machine d'extraction : cette machine est à deux cylindres de 0^m80 de diamètre, du type vertical et munie de tambours cylindriques de 6^m00 de diamètre. Elle fonctionnera avec des cordes rondes en fil d'acier. Elle est munie de la détente du système Guinotte dont un modèle est exposé dans le même compartiment et au sujet de laquelle nous renverrons à sa notice particulière. Le plan nous dispense d'entrer dans d'autres détails au sujet de la construction de cette machine.

2° Le châssis à molettes ou belle-fleur. Le châssis est tout entier en fer laissant les abords du puits libres sur une largeur de 11^m00, et il supporte des poulies de 5^m00 de diamètre.

Les générateurs fournissant la vapeur à toutes ces machines, composent une batterie de 12 chaudières munies de tubes réchauffeurs et présentant chacun 85^m2 de surface de chauffe. Cette batterie est placée dans l'un des angles formés par les bâtiments dont nous venons de parler.

Enfin deux cheminées en tôle de 1^m80 de diamètre, revêtues de maçonnerie à l'intérieur sur la moitié de leur hauteur, activent les foyers de ces chaudières.

Adossé à la grande salle des machines se trouve le bâtiment renfermant les chauffoirs des ouvriers, les bureaux des porions et ingénieurs

ainsi que des lavoirs alimentés d'eau froide et d'eau chaude par les réservoirs des machines décrits plus haut.

Pour la construction de ces bâtiments, on s'est attaché à réaliser toutes les conditions qui peuvent assurer une hygiène aussi parfaite que possible, en même temps qu'une grande régularité dans le service et une grande facilité de surveillance.

VI.

MACHINE D'ÉPUISEMENT DU N° 5.

PLAN N° 7.

Le plan représente la machine d'épuisement qui ne tardera pas à être mise en activité ; elle est en voie d'exécution et le montage en sera effectué sous peu.

Ce type, étudié dans le bureau d'études des sociétés de Mariemont et de Bascoup, s'écarte, sur plusieurs points, des idées reçues pour la construction de ces machines, et nous croyons devoir entrer dans quelques détails pour faire comprendre la pensée qui a présidé à sa conception. Le point principal, et sur lequel nous appellerons l'attention immédiatement, est que cette machine, tout en étant à rotation et destinée à marcher à grande détente (1/10 d'admission au plus), n'est munie que d'un seul cylindre à vapeur, alors que le système de Woolf paraît avoir généralement conquis la suprématie pour ce genre de machines. Nous pensons que c'est à tort que l'on a considéré le système de Woolf comme étant le plus avantageux (et même comme le seul possible, selon certains ingénieurs), et c'est là ce que nous avons entrepris de démontrer.

Auparavant, jetons un coup d'œil rapide sur les autres points de la machine, en résumant brièvement les motifs des dispositions adoptées pour les organes principaux. A part la question du cylindre unique, celle de la distribution et la construction des volants, la disposition ne présente rien qui ne soit connu et qui n'ait déjà été adopté ou tout au moins proposé par divers constructeurs.

Les pompes sont renversées de façon que la maîtresse-tige travaille toujours et uniquement par traction. Le piston est fixe et la pompe mobile ; l'entretien du bourrage n'offre aucune difficulté, et il est garanti des

matières et des boues que l'eau entraîne avec elle, celles-ci trouvant un réservoir dans lequel elles peuvent se loger, et qu'il est aisé de nettoyer de temps en temps. Afin d'éviter les cadres, la maitresse-tige traverse le couvercle supérieur des jeux de pompe; et, si nous souscrivons ainsi à un bourrage en plus à chaque jeu, nous obtenons l'avantage bien plus grand de construire la maitresse-tige d'une simple barre de fer rond régissant du haut en bas du puits, et qui n'a nul besoin d'être guidée. Ce puits a 250 mètres de profondeur, et l'eau est refoulée par trois jeux de pompes, chacun faisant accomplir à l'eau une ascension de 80 à 85 mètres.

La machine motrice, à rotation continue, est à balancier. La maitresse-tige est attelée à l'extrémité de l'un des bras et mise en mouvement par le cylindre à vapeur qui agit sur l'extrémité de l'autre bras. L'arbre des volants, placé sous le cylindre à vapeur, est muni d'un volant à chacune de ses extrémités et chacun d'eux porte un bouton de manivelle attaqué par une bielle en retour. Le contre-poids, qui permet d'avoir un cylindre à double effet avec des pompes à simple effet, est suspendu à la tige du piston au moyen de quatre tringles descendant dans les fondations. Ces dernières, dans lesquelles est réservé un trou rectangulaire pour la course du contre-poids, sont en fonte; elles constituent un énorme damier, de 5^m00 de hauteur, dont il est aisé de remplir les vides de matières pondérantes, et elles présentent, par la solidarité existant entre ses parties, une résistance que ne peuvent pas offrir les fondations en maçonnerie et pierres de taille. Il est aisé de constater de suite :

1^o Que le balancier n'est jamais soumis qu'à l'effort de la maitresse-tige elle-même, c'est-à-dire, son poids, celui de la colonne d'eau et la force vive des seules masses que leur somme représente. Il est dégagé pour la plus grande partie de l'excès de la puissance sur la résistance dans le cylindre moteur, car cet excès se transforme, pour une faible part en force vive imprimée à la maitresse-tige et à la colonne d'eau, et pour la plus forte part en force vive imprimée au contre-poids et au volant.

Le balancier ne travaille jamais que dans un sens; c'est-à-dire que, n'ayant à supporter que l'effort exercé sur lui par la maitresse-tige, cet effort reste dans la même direction, que la course soit montante ou descendante. Chacun des rivets dont sont composés les assemblages du balancier tend toujours à conserver les mêmes points de contact; et, dans de pareilles conditions, le balancier est mis à l'abri des causes qui en

amènent si souvent la détérioration et même la rupture dans les machines de ce genre.

2° Que les bielles réunissant le piston au balancier sont dans les mêmes conditions que le balancier.

3° Que les bielles réunissant la traverse aux volants n'ont à supporter que les efforts nécessaires à transmettre et à reprendre la force vive aux volants.

4° Que les tringles réunissant par une seconde traverse la tige du piston au contre-poids n'ont à supporter que ce contre-poids plus l'effort nécessaire à lui imprimer sa vitesse.

5° Que par suite, l'effort exercé par la vapeur sur le piston se divise en trois parties : l'une qui se transmet au balancier par les petites bielles, la seconde aux volants par les grandes bielles et enfin la troisième au contre-poids par les tringles verticales : et que, *seule*, la tige du piston doit résister à tout l'effort que la vapeur exerce sur le piston moteur.

Nous ferons enfin remarquer que le mouvement de distribution a lieu par tiroirs. Dans une machine à rotation, il n'y a aucun motif exigeant que la mise en train ait lieu par la main du machiniste, et nous comparons volontiers la machine dont nous exposons les plans, à *une grande machine à élever l'eau*; nous pensons que les machines d'exhaure ne devraient pas être considérées comme un type spécial, étranger à celle-ci, mais bien comme des machines dans les mêmes conditions, dont les difficultés sont plus grandes, uniquement parce que les dimensions sont plus grandes.

Nous avons adopté comme tiroirs, les *pistons de distribution*, si répandus depuis quelque temps en Angleterre; et, comme système de détente, celui dû à M. Guinotte, directeur de nos sociétés, dont nous avons déjà parlé, et pour l'examen duquel nous devons renvoyer le lecteur au modèle exposé par l'inventeur dans ce même compartiment.

Cela étant exposé, nous pouvons aborder le point principal que nous avons signalé en commençant ce chapitre, et que nous résumerons comme suit :

Le type étant connu, pourquoi avons-nous donné la préférence à un seul cylindre à vapeur au lieu des deux du système de Woolf?

La meilleure machine à rotation est certainement celle qui permet d'extraire la plus grande quantité d'eau possible, la comparaison étant établie avec des pompes de mêmes dimensions. Quelle est donc la limite à la vitesse

et quels sont les motifs de cette limite? Nous pouvons répondre sans hésiter, que la limite est due aux tremblements, aux chocs qui se produisent lorsque la vitesse est trop grande, et nous pouvons dire que ces chocs proviennent du mouvement trop brusque des soupapes d'aspiration et de refoulement lors de leur fermeture et de leur ouverture. Or, ce mouvement des soupapes n'a lieu qu'aux extrémités de la course, *vers* les points morts: ces points sont les seuls dangereux, et ce sont, par suite, ceux qui doivent attirer toute notre attention.

Le but à atteindre nous paraît donc très-nettement indiqué: il faut s'attacher à rendre aussi minime que possible la vitesse vers les points morts, et se préoccuper fort peu de la vitesse maxima qui se présente vers le milieu de la course, la seule cependant que l'on ait vraiment l'habitude de calculer.

Aussi croyons-nous pouvoir poser ce théorème :

La meilleure machine sera celle qui, toutes choses égales d'ailleurs, et, pour une même vitesse moyenne, assurera la plus faible vitesse vers les points morts.

C'est en nous pénétrant de ce principe et en abordant les calculs laborieux que son examen complet nécessite, que nous en sommes arrivés à adopter le cylindre unique et à repousser le système de Woolf.

Le simple raisonnement fait d'ailleurs conclure de suite que la machine qui, *pour la même vitesse moyenne*, aura la plus faible vitesse vers les points morts, sera celle qui, vers le milieu de la course, offrira au contraire la plus grande vitesse. Cette plus grande vitesse qui a lieu *au point d'équilibre* entre la puissance et la résistance, sera la plus grande quand, en ce point, l'excès de la puissance sur la résistance aura été le plus grand.

Or, le but de la machine de Woolf est précisément de restreindre cet écart, de le rendre aussi petit que possible, d'obtenir enfin une *vitesse de rotation régulière*.

La machine à un cylindre donne à cet écart une valeur beaucoup plus grande: la vitesse au point d'équilibre sera aussi beaucoup plus grande, et, par suite, la vitesse vers les points morts sera beaucoup plus faible pour la même vitesse moyenne.

La vitesse de rotation sera donc irrégulière; mais il importe peu, nous semble-t-il, que le volant offre une vitesse irrégulière pouvant faire paraître la marche de la machine moins élégante, si cette irrégularité vient précisément nous donner la solution du problème cherché.

Les calculs nécessaires pour cette analyse peuvent heureusement être résumés et le lecteur pourra facilement suivre et apprécier la méthode que nous avons employée, en même temps que constater les résultats auxquels elle nous a conduits.

Nous prendrons nécessairement pour type notre machine, et nous la supposerons mise en mouvement, d'abord par deux cylindres de Woolf, et ensuite par le cylindre unique que nous avons adopté.

Nous ramènerons la résistance uniforme des pompes à la tige du piston à vapeur et nous poserons d'abord les diagrammes des forces motrices et résistantes. Enfin, nous supposerons la détente au 1/10 dans les deux cas, en admettant pour les cylindres de Woolf le rapport de 1 à 5 et l'admission dans le petit pendant la moitié de la course.

Nous obtenons ainsi les diagrammes représentés pl. II, fig. 1 et fig. 1'; la ligne pleine représente la force motrice et la ligne pointillée la résistance. La fig. 1 donne le cas des cylindres de Woolf, la fig. 1' le cas du cylindre unique. Ces diagrammes nous permettent de déterminer, en chaque point de la course, l'excès du travail de la puissance sur la résistance, et il nous est possible ainsi de déterminer la vitesse en chacun des points.

Appelons :

p , le poids de la maîtresse-tige.

P , » » colonne d'eau.

l , le bras du balancier vers les pompes.

L , » » jusqu'au centre d'action des cylindres.

P' , le contre-poids donné par : $P' = \left(\frac{P}{2} + p \right) \frac{l}{L}$.

v , la vitesse de la maîtresse-tige (rectiligne).

V , » du piston à vapeur (rectiligne).

x , » du bouton de manivelle (curviligne).

Q , le poids du volant ramené au bouton de manivelle.

Opérons sur la course ascendante des pompes.

En un point quelconque la force vive des masses en mouvement se composera de :

1° Force vive de la maîtresse-tige et de la masse d'eau mise en mouvement :

$$(P + p) \frac{v^2}{2g}$$

2° la force vive du contrepoids

$$\frac{P' V^2}{2g} = \left(\frac{P}{2} + p \right) \frac{lV^2}{L.2g}$$

3° la force vive du volant

$$\frac{Q}{2g} x^2$$

La force vive totale que nous appelleront N sera donc exprimée par

$$(P + p) \frac{Q^2}{2g} + \left(\frac{P}{2} + p \right) \frac{lV^2}{L \cdot 2g} + \frac{Q}{2g} x^2 = N$$

et comme $v = V \frac{l}{L}$,

$$N = \frac{V^2}{2g} \left\{ \frac{(P + p) l^2}{L^2} + \left(\frac{P}{2} + p \right) \frac{l}{L} \right\} + \frac{Q}{2g} x^2$$

Appelons C la quantité constante entre parenthèses :

$$N = \frac{CV^2}{2g} + \frac{Qx^2}{2g}.$$

Désignons par

T', l'excès de travail absorbé par les masses en un point quelconque.

x' , la vitesse du bouton de manivelle au point mort qui a précédé le point que l'on considère.

N', la force vive totale qui existait au moment du point mort.

Nous pourrions poser

$$N' = \frac{Qx'^2}{2g};$$

et, puisque

$$T = N - N'$$

nous aurons :

$$T = \frac{CV^2}{2g} + \frac{Q}{2g} (x^2 - x'^2).$$

Supposons la bielle infinie et appelons ω l'angle que fait la manivelle avec la ligne des points morts, au moment que l'on considère :

$$x = V \sin \omega$$

et

$$V^2 = \frac{x^2}{\sin^2 \omega}$$

Nous obtiendrons donc :

$$T = \frac{C}{2g} \frac{x^2}{\sin^2 \omega} + \frac{Q}{2g} x^2 - \frac{Q}{2g} x'^2$$

ou

$$T = \frac{1}{2g} \left\{ \left(\frac{C}{\sin^2 \omega} + Q \right) x^2 - Q x'^2 \right\};$$

et, posant

$$2g = c$$

$$cT = \left(\frac{C}{\sin^2 \omega} + Q \right) x^2 - Qx'^2$$

Si nous assignons une valeur à Q, les seules variables sont T, ω , x et x' . En donnant une valeur à x' , il ne reste que 3 variables; et, si nous remarquons que, pour une valeur déterminée de ω , nous connaissons la position du piston et, par suite, la valeur de T d'après les fig. 1 et 1', nous voyons que les variables sont réduites à ω et x .

Faisons pour un moment $Q = 5000$ kilog. ¹ et $x' = 0^m50$.

Pour $\omega = 10^\circ$, nous aurons $x = 0^m835$

" $\omega = 20^\circ$, " $x = 1^m222$

et ainsi de suite.

Représentons (fig. 2) les valeurs de x en les portant sur les rayons de la manivelle faisant avec la ligne des points morts les angles supposés de ω ; nous obtenons pour x les valeurs représentées par la courbe marquée *a*.

Si nous supposons $x' = 1^m$, nous obtenons les valeurs représentées par la courbe *b*. Et ainsi de suite.

En développant (fig. 3) la demi-circonférence parcourue par le bouton de manivelle, suivant la ligne droite AB, et portant les valeurs de x' et de x comme ordonnées, nous obtenons les courbes *a, b, c, d, e, f*, plus aisées à saisir.

Nous avons procédé sur chacune de ces courbes pour en déduire la vitesse moyenne ou plutôt le nombre de révolutions auquel chacune d'elles correspond. Les moyens employés pour atteindre ce résultat seraient trop longs à développer ici, et nous nous bornerons à dire qu'on peut les obtenir avec une très-grande précision.

Connaissant la vitesse moyenne, nous connaissons le nombre de révolutions auquel correspond chacune des courbes tracées, en supposant, bien entendu, que nous ayons opéré de la même façon pour la course descendante.

La formule

$$x = V \sin \omega$$

ou

$$V = \frac{x}{\sin \omega}$$

1. A partir de ce moment, au lieu de supposer que Q représente la masse du volant ramenée au bouton de manivelle, nous supposons cette masse ramenée à un diamètre de 8 mètres.

nous permet de déduire des courbes de la fig. 3, donnant la vitesse en chaque point du bouton de manivelle, la courbe des vitesses du piston et nous les avons reproduites fig. 4.

Toutes ces courbes supposent donc une même valeur de Q , mais des valeurs différentes de x' , et la figure indique pour chacune d'elles la valeur supposée de x' et le nombre de révolutions qui en résulte¹.

Donnons une deuxième valeur à Q et posons $Q = 15000$ kilog. Faisons varier x' de la même façon qui ci-dessus et nous obtiendrons les valeurs correspondantes de x et par suite de V . Les valeurs de x sont représentées fig. 5 et 6 et celles de V , fig. 7.

Les fig. 8, 9 et 10, pl. III, supposent $Q = 40000$ kilog.

Les fig. 11, 12 et 13 " " " $Q = 80000$ kilog.

De ces diverses figures, nous pouvons maintenant déduire d'autres courbes plus intéressantes. En effet, représentons par les abscisses d'une courbe la vitesse moyenne ou le nombre de révolutions de la machine et portons sur les ordonnées la valeur de x' . La fig. 3 nous donnera (fig. 14, pl. IV) la courbe a pour laquelle $Q = 5000$ kilog.

La fig. 6 nous donnera la courbe b pour laquelle $Q = 15000$ kilog.

" 9 " " " d " " $Q = 40000$ kilog.

De cette fig. 14 nous pouvons alors déduire les courbes de la fig. 15 dans laquelle les abscisses représentent les poids du volant, les ordonnées la valeur de x' ou la vitesse du bouton de manivelle au point mort; et ces courbes sont tracées dans l'hypothèse de révolutions dont le nombre varie de 4 à 20.

Opérons pour la machine à cylindre unique comme nous venons de le faire pour la machine à cylindres de Woolf. Nous trouverons les figures portant les mêmes numéros que pour l'autre machine mais avec la désignation « prime. »

Cela posé, signalons qu'il résulte de nos observations sur des machines en activité que la vitesse au point mort du bouton de manivelle peut atteindre, sans danger au point de vue des chocs dans les pompes, et pour quimachines dont les courses sont analogues aux nôtres, une valeur égale à 1^m80 au bouton de manivelle, dans le cas qui nous occupe; nous avons également constaté qu'elle peut descendre à 0^m25 (toujours pour notre cas), sans courir le risque de voir la machine s'arrêter aux points morts.

1. Il est nécessaire de signaler que nos courbes ne sont point tracées en supposant la bielle infinie, mais en tenant compte de son inclinaison. Il serait superflu d'entrer ici dans ces détails de la méthode suivie.

Ces limites étant posées, il devient aisé de tirer des conclusions sérieuses de nos fig. 15 et 15'.

Remarquons tout d'abord que les volants les plus faibles sont de beaucoup les plus avantageux pour les grandes vitesses et que cet avantage est beaucoup plus sensible pour la machine à un cylindre que pour la machine de Woolf. Si l'on considère comme indispensable de descendre à de très-faibles vitesses, il faut souscrire à des volants très-forts et par suite très-défectueux pour les grandes vitesses.

Nous avons pensé que ce résultat impose l'adoption d'un volant dont le poids puisse varier à volonté, et nous avons admis 40 tonnes comme chiffre le plus fort.

Un volant de cette intensité nécessite pratiquement le diamètre d'au moins 8^m que nous avons supposé ; et, avec ce diamètre, on ne peut pratiquement descendre en-dessous de 7 1/2 tonnes.

Admettons donc maintenant, dans l'un et l'autre cas :

1° Un volant de poids variable à volonté depuis 7 1/2 jusque 40 tonnes.

2° Une vitesse au point mort de 1^m80 comme maximum et 0^m25 comme minimum.

Traçons sur la fig. 15 le trait ABCDE, l'élément AB ayant 1^m80 pour ordonnée, l'élément CD, 0^m25, l'élément BC ayant pour abscisse la valeur minima 7 1/2 tonnes du volant et l'élément DE la valeur maxima 40 tonnes.

Dans la machine de Woolf, la vitesse pourra varier de 10 3/4 révolutions à 3 par minute ; et les vitesses au point mort relevées sur la ligne ABCDE seront les plus avantageuses, c'est-à-dire supposent, pour chacun des nombres de révolutions, le volant le plus avantageux. Elles sont reproduites par le trait plein de la fig. 16, pl. III.

Dans la machine à un cylindre, la vitesse pourra varier de 12 1/2 révolutions à 4 et les vitesses au point mort, déterminées également au moyen de la ligne A'B'C'D'E' tracée sur la fig. 15', sont reproduites par le trait pointillé de la fig. 16.

Cette dernière figure vient donc démontrer d'une manière frappante l'avantage que présente la machine à un cylindre sur celle à deux cylindres de Woolf, étant donné que la difficulté réelle et l'avantage le plus grand sont de pouvoir marcher à grande vitesse et non de pouvoir descendre à des vitesses très-faibles.

Nous ferons enfin remarquer que les quantités d'eau à épuiser par un siège ne se modifient pas instantanément, qu'il faut un temps assez long

pour qu'il soit nécessaire de recourir à la variation du poids du volant, et que cette variation pouvant être obtenue en quelques heures, nous croyons cette solution réellement pratique et sérieuse.





