

Le Génie civil. Revue générale des industries françaises et étrangères...

Le Génie civil. Revue générale des industries françaises et étrangères.... 1920/06/19.

1/ Les contenus accessibles sur le site Gallica sont pour la plupart des reproductions numériques d'oeuvres tombées dans le domaine public provenant des collections de la BnF. Leur réutilisation s'inscrit dans le cadre de la loi n°78-753 du 17 juillet 1978 :

- La réutilisation non commerciale de ces contenus est libre et gratuite dans le respect de la législation en vigueur et notamment du maintien de la mention de source.
- La réutilisation commerciale de ces contenus est payante et fait l'objet d'une licence. Est entendue par réutilisation commerciale la revente de contenus sous forme de produits élaborés ou de fourniture de service.

[CLIQUER ICI POUR ACCÉDER AUX TARIFS ET À LA LICENCE](#)

2/ Les contenus de Gallica sont la propriété de la BnF au sens de l'article L.2112-1 du code général de la propriété des personnes publiques.

3/ Quelques contenus sont soumis à un régime de réutilisation particulier. Il s'agit :

- des reproductions de documents protégés par un droit d'auteur appartenant à un tiers. Ces documents ne peuvent être réutilisés, sauf dans le cadre de la copie privée, sans l'autorisation préalable du titulaire des droits.
- des reproductions de documents conservés dans les bibliothèques ou autres institutions partenaires. Ceux-ci sont signalés par la mention Source gallica.BnF.fr / Bibliothèque municipale de ... (ou autre partenaire). L'utilisateur est invité à s'informer auprès de ces bibliothèques de leurs conditions de réutilisation.

4/ Gallica constitue une base de données, dont la BnF est le producteur, protégée au sens des articles L341-1 et suivants du code de la propriété intellectuelle.

5/ Les présentes conditions d'utilisation des contenus de Gallica sont régies par la loi française. En cas de réutilisation prévue dans un autre pays, il appartient à chaque utilisateur de vérifier la conformité de son projet avec le droit de ce pays.

6/ L'utilisateur s'engage à respecter les présentes conditions d'utilisation ainsi que la législation en vigueur, notamment en matière de propriété intellectuelle. En cas de non respect de ces dispositions, il est notamment passible d'une amende prévue par la loi du 17 juillet 1978.

7/ Pour obtenir un document de Gallica en haute définition, contacter reutilisationcommerciale@bnf.fr.

de gyroscope en acier fondu ayant 0^m914 (3 pieds) de diamètre et pesant 25 tonnes sont utilisés. Le prix de l'installation doit être élevé parce que ces pièces doivent être travaillées avec précision et exactement équilibrées au point de vue statique et dynamique.

Le gyroscope est enfermé dans une enveloppe étanche composée de quatre parties, deux formant une section annulaire entourant le plateau gyroscopique et deux pièces coniques dans lesquelles sont fixés les douilles de l'axe : on maintient un vide relatif dans les enveloppes. L'appareil est entraîné par un moteur électrique triphasé ; la vitesse périphérique du plateau est d'environ 165 mètres par seconde. La figure 3 représente l'installation d'un gyroscope unique à bord d'un yacht ; le poids d'un appareil complet est environ le centième du déplacement.

La figure 4 montre la rapidité de l'action du système Sperry ; le roulis du navire libre atteint 22° ; dès que le stabilisateur entre

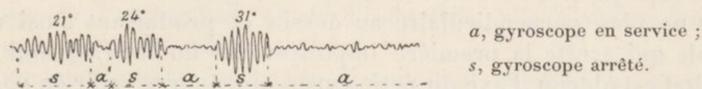


FIG. 4. — Courbe de variation de l'amplitude du roulis montrant l'action du gyroscope.

en jeu, l'oscillation se réduit à 2° environ ; quand on arrête le fonctionnement, elle passe à 31°, qui sont immédiatement ramenés à 3° par la remise en service du gyroscope.

On peut arriver, à l'aide du gyroscope, à faire rouler un navire en eau calme ; on obtient, par exemple, un roulis de 10°, on stoppe alors la précession et on voit les mouvements d'oscillation s'éteindre progressivement ; on peut ainsi se rendre compte dans une certaine mesure des conditions de navigabilité d'un bâtiment dans un bassin.

Les marins, qui ont de bonnes raisons pour être un peu sceptiques au sujet des inventions nouvelles, n'ont pas accepté ces méthodes sans réserves ; ils craignaient que, le navire ne roulant pas, la mer ne vint briser contre la coque, ce qui se passe sur les bâtiments trop chargés de l'avant qui ne s'élèvent pas à la lame ; nos cuirassés, type *France* par exemple, mouillent beaucoup quand il y a de la mer ; les navires en béton armé dont les formes de l'avant sont spéciales ne montent pas sur la lame, ils passent au travers, ce qui a été constaté à bord du *Faith* américain (1) de 6 000 tonnes qui, malgré cet inconvénient, a fait un service très actif et a subi sans avaries l'assaut de très grosses mers dans l'Atlantique et le Pacifique.

Or, il s'est trouvé que c'est exactement le contraire qui s'est produit quand on a utilisé le système gyroscopique Sperry, la lame ne brise pas sur les côtés, elle passe par-dessous.

Dans une étude de M. P. R. Jackson parue dans *l'Engineering*, du 2 avril, à laquelle nous avons emprunté en partie les documents de cette étude, on ne donne pas le prix de l'installation qui, comme nous l'avons dit, doit être assez élevé, mais qui doit être rapidement compensé :

1° Parce qu'il permet de supprimer les quilles à roulis qui, d'après les expériences faites dans les bassins, absorbent de 4 % à 6 % de la puissance dès que le navire tangue légèrement ;

2° Parce que, dans les grands mouvements de roulis, le bâtiment fait de très grandes embardées à droite et à gauche, qu'on est obligé de contrecarrer en mettant beaucoup de barre, ce qui diminue sérieusement la vitesse ;

3° Parce que quand un navire roule beaucoup, la résistance à la marche en avant augmente considérablement, les formes du navire couché étant beaucoup moins favorables à l'avancement que quand le navire est droit ;

4° Parce que dans toutes les rades foraines, notamment sur les côtes du Maroc, les navires gagneront un temps considérable dans le déchargement et l'embarquement de leurs cargaisons.

Le roulis présente par ailleurs des inconvénients multiples, bien des sinistres seront évités, quand cet instrument sera d'un emploi généralisé, notamment ceux qui sont produits par le déplacement des cargaisons en vrac, qui, malgré les précautions prises, se portent parfois d'un côté, faisant incliner le navire d'une façon permanente et le plaçant dans des situations très critiques dès qu'il fait mauvais temps. La figure 2 montre que le destroyer

n° 114 roulait de 42° de chaque bord ; dans ces conditions la vie à bord est insupportable et il se produit très fréquemment des accidents de personnes. Sur les croiseurs légers, les destroyers et même les sous-marins, qui roulent même en plongée, la vie de l'équipage est extrêmement pénible.

Avec des oscillations de cette nature, le métier des mécaniciens-graisseurs devient extrêmement dangereux, car ils sont exposés à être lancés dans les appareils en marche, et sur les destroyers, les croiseurs légers et les sous-marins, même à vitesse réduite, le nombre de tours des machines est considérable (de 300 à 400 par minute).

Sur les côtes du Maroc, dans l'Atlantique, il y a toujours de la houle et les navires roulent d'une façon continue ; le débarquement des passagers et du matériel, la mise à la mer des embarcations et leur hissage à bord présentent de sérieuses difficultés. D'autre part, une des principales causes de pertes d'animaux vivants provient des grands mouvements de roulis.

L'emploi des appareils stabilisateurs gyroscopiques rendra, de toute façon, la vie à bord plus facile et évitera bien des fatigues à l'équipage des navires.

A. POIDLOUË,

Capitaine de vaisseau en retraite.

CHEMINS DE FER

LES DISPOSITIONS TECHNIQUES SPÉCIALES

adoptées sur le réseau du Nord pendant la guerre.

Le réseau du Nord a été amené à prendre pendant la guerre un certain nombre de dispositions techniques : des raccordements directs ont été installés entre des lignes convergentes ; des voies uniques ont été doublées et des voies doubles ont été triplées, même quadruplées ; pour éviter les engorgements et embarras pouvant résulter de la plus grande intensité du trafic, on a aménagé les gares de ravitaillement, les gares de mouvement, les gares de prise d'eau, et des mesures spéciales ont été prises pour l'écoulement des trains. M. Moutier, sous-chef de l'exploitation de la Compagnie du Nord, examine ces différents points dans la *Revue générale des Chemins de fer*, de novembre.

Les *raccordements directs* n'ont présenté aucune difficulté spéciale. Un cas particulier mérite cependant d'être mentionné.

Sur la ligne de Boulogne à Amiens (fig. 1), à Hesdigneul, bifurcation de Saint-Omer, le raccordement direct aurait donné lieu à plus d'inconvénients que d'avantages. On a tiré parti de la présence d'un saut de mouton à la bifurcation pour faire passer les trains directement de la grande ligne sur la ligne locale, et les trains de Saint-Omer gagnaient la voie principale droite de la grande ligne, sans couper la voie de gauche. Grâce à cette disposition, toute attente a été évitée pour les trains à la bifurcation, la circulation se faisant dans un sens différent sur chacune des deux branches, suivant qu'on avait affaire à des trains de la direction de Boulogne, ou de la direction d'Abbeville, pour Saint-Omer et vice versa.

La durée du trajet des trains de Saint-Omer à Abbeville, ou inversement, se trouvait bien un peu augmentée à cause d'un rebroussement à Hesdigneul, mais leur régularité était assurée et on évitait tout arrêt de trains sur la ligne beaucoup plus fréquentée d'Amiens à Boulogne : c'était l'essentiel.

Doublement des lignes. — Sauf en quelques points où la traversée des rivières et des canaux a nécessité des services temporaires à voie unique pendant la construction, le doublement des lignes a pu être fait très rapidement, les plates-formes se trouvant établies pour deux voies.

Un cas spécial s'est présenté pour la création d'une seconde voie en tunnel, à Marseille-en-Beauvaisis. La voie unique comportait deux tunnels, l'un de 55 mètres, l'autre de 180 mètres, séparés par une tranchée de 80 mètres de longueur, d'une hauteur atteignant jusqu'à 20 mètres. Il fallait construire un deuxième tunnel indépendant. La solution de continuité ne pouvait être envisagée à cause des 25 000 mètres cubes de déblais de la tran-

(1) Voir la description de ce navire dans le *Génie Civil* du 17 août 1918 (t. LXXIII, n° 7, p. 121).

chée intermédiaire qu'il aurait fallu évacuer ; on se décida donc à construire un tunnel unique de 362 mètres de longueur.

Le nouveau tunnel, établi dans une craie très fissurée, est placé à une distance suffisante des deux premiers pour n'avoir aucune influence sur la tranchée intermédiaire ou sur la solidité des tunnels. Le revêtement est en béton composé de 200 kilogr. de ciment pour 400 litres de sable et 800 litres de cailloux.

L'attaque faite simultanément des deux côtés a commencé par

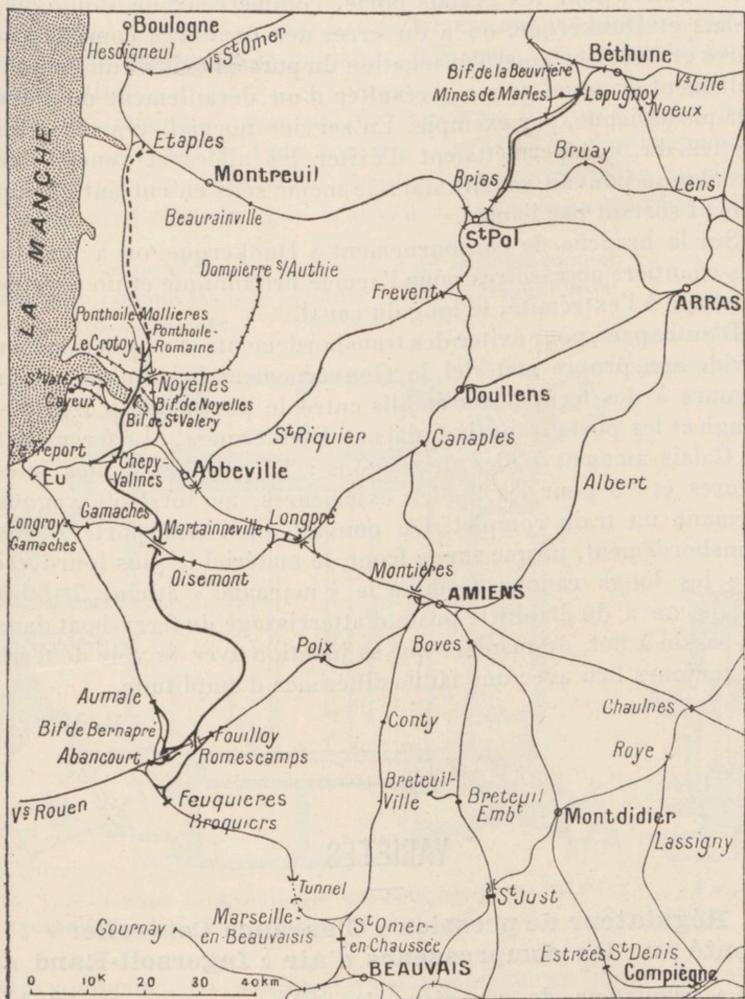


FIG. 1. — Extrait de la carte du réseau du Nord.

Les traits renforcés représentent les lignes triplées, quadruplées ou nouvelles. Le trait pointillé indique les travaux en cours au moment de l'armistice.

le percement d'une galerie de base A, suivant l'axe de l'ouvrage (fig. 2). Dès que cette galerie a été percée sur une vingtaine de mètres, on a ouvert une galerie de faite B, également dans l'axe de l'ouvrage. Les deux galeries ont été réunies par des cheminées verticales pour l'évacuation des déblais par des wagonnets et la galerie A.

On a successivement installé, aussi rapidement que possible, un troisième chantier pour procéder aux petits abatages de voûte et un quatrième chantier pour la pose des cintres C (fig. 3). Puis

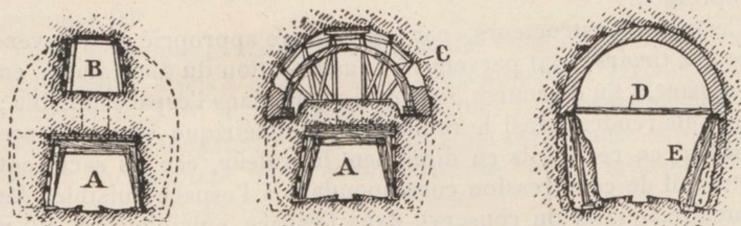


FIG. 2 à 4. — Coupes transversales des travaux d'exécution du tunnel de Marseille-en-Beauvaisis.

on a opéré le revêtement en béton ; les retombées de voûte étant maintenues à leur écartement par de forts étréssillons D et la voûte soutenue tous les deux mètres par de solides poteaux E (fig. 4), on a pu faire les terrassements des piédroits, puis en effectuer la maçonnerie.

Le tunnel a été mis en service le soixante-dix-septième jour après le commencement des travaux. Le nombre des ouvriers employés, mineurs réfugiés du Nord et du Pas-de-Calais, a varié de 520 à 630.

Triplement et quadruplement de voies. — Des triplements de voies ont été exécutés sur les parties en rampes continues d'une assez grande longueur, qui devenaient la cause d'un fort ralentissement.

Tel est le cas du triplement effectué entre Aumale et la bifurcation de Bernapré (fig. 1), près de la gare d'Abancourt qui constituait, sur la ligne du Tréport, l'entrée de la gare militaire régulatrice de Romescamps. Sur la double voie paire, présentant une rampe de 12 millimètres, sur 10 kilom. environ de longueur, où les trains pouvaient, en conséquence, s'arrêter pour ainsi dire à vue, on a supprimé le block-système normal, en lui substituant un block humain avec postes beaucoup moins espacés, ce qui a parfaitement fonctionné en donnant plus de souplesse à la circulation.

La ligne de Lapugnoy à Saint-Pol (fig. 1) a été également pourvue d'une troisième voie : elle présente, en effet, des rampes de 10 et 12 millimètres. Là, il s'agissait de faciliter l'écoulement des charbons qui n'étaient plus fournis que par les mines de Nœux, Béthune, et surtout Bruay et Marles. Ces transports se faisaient de nuit. Parfois, pendant le jour, un autre courant était établi pour le transport des troupes vers le front ; la troisième voie servait alors pour le sens de la circulation de Saint-Pol à Béthune. La voie nouvelle, devant doubler l'une ou l'autre des voies principales, a naturellement été dotée du block-système normal.

Comme quadruplements, on peut citer celui de Brias-Saint-Pol et celui de Lapugnoy à la bifurcation de la Beuvière.

On a aussi créé des *lignes neuves* : entre autres, celle prenant naissance à Feuquières-Broquiers (fig. 1) sur la ligne de Beauvais au Tréport, qui traversait, par un passage en dessus, la ligne d'Amiens à Rouen, près de Fouilloy, au nord de la gare régulatrice de Romescamps, et, par un passage en dessous, près de Martainneville, la ligne de Longpré à Longroy-Gamaches, côtoyait et traversait à niveau, à Chépy-Valines, la ligne d'Abbeville à Eu, et enfin aboutissait à la ligne d'Amiens à Boulogne, à Ponthoile-Mollières.

Cette ligne a permis d'avoir simultanément : un courant venant de l'ouest par Eu, Chépy-Valines, Ponthoile, pour continuer sur le front vers Etaples, Montreuil et la ligne de Saint-Pol ; — un courant du Havre ou de Rouen vers Saint-Pol, par Abancourt, Gamaches, raccordement de Martainneville, Chépy-Valines, Saint-Riquier ; — un troisième courant venant du sud, par Beauvais, Feuquières-Broquiers, abords de Fouilloy, raccordement sud de Martainneville, Oisemont, Longpré, Doullens, Saint-Pol ; — et enfin Rouen-Le Havre vers Montières-Saint-Pol et même vers le front d'Amiens, par Montières.

Moyens employés pour augmenter le débit des lignes. — Il était nécessaire que les lignes débitent pleinement, en toute sécurité ;

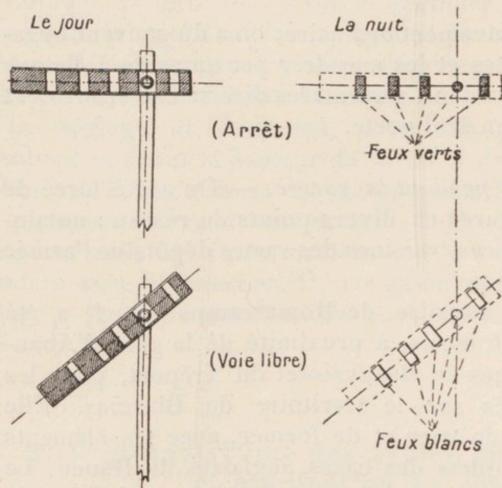


FIG. 5 et 6. — Palette annonciatrice.

il a donc fallu multiplier les signaux du block-système, de manière que les trains puissent se succéder proches les uns derrière les autres, sans que le mécanicien puisse avoir d'hésitation. Dans ce but, on a remplacé, autant que possible, les disques à distance qui imposent au mécanicien de se rendre immédiatement maître de sa vitesse, par des pa-

lettes annonciatrices (fig. 5 et 6) qui permettent une signalisation plus souple et, par suite, une plus grande rapidité de marche.

Afin d'empêcher des accumulations de trains successifs, par suite d'incidents impossibles à prévoir, on a installé dans les grandes gares de bifurcation un agent supérieur du mouvement, ayant une action directe sur la circulation de toutes les lignes convergentes et ne demandant aux gares amont que les trains susceptibles d'être reçus. Par le téléphone, cet agent était tou-

jours tenu au courant de la marche des trains tant en amont qu'en aval ; il pouvait préparer la place des trains qui s'approchaient et régler la marche des trains qui s'éloignaient. C'est le système d'origine américaine, appelé le « dispatching ».

Outre l'aménagement des lignes en vue d'un plus grand débit, il était indispensable d'organiser les gares de manière que les manœuvres locales se fassent en dehors de la voie principale et ne soient pas, par suite, une cause d'arrêt. Il fallait donc avoir dans chaque gare la place nécessaire pour y loger les trains qui lui étaient destinés et pour que toutes les manœuvres pour le déchargement pussent se faire dans l'intérieur de la gare.

Les dispositions prises à cet effet sont les suivantes : 1° création ou extension de voies de garage, de manière à pouvoir recevoir immédiatement tout train arrivant, même s'il y avait déjà dans la gare un train en opération ; 2° rattachement, quand c'était possible, du côté du cul-de-sac, des voies de débord en impasse,

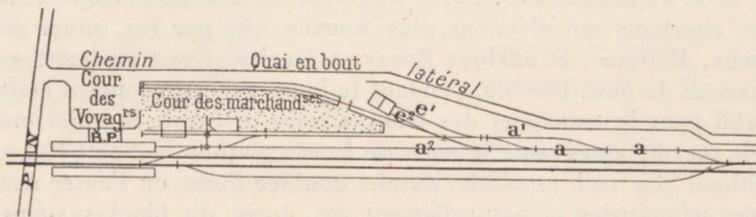


FIG. 7. — Gare de ravitaillement avec quai spécial à double accès.

de manière à les rendre accessibles pour aiguiller des deux côtés ; 3° création en tête du débord, d'une voie de manœuvre d'une assez grande longueur pour pouvoir vider d'un seul coup une quelconque des voies de débord, afin de pouvoir effectuer le classement de tous les wagons à l'arrivée.

La figure 7 montre que la gare utilisée normalement pour le ravitaillement pouvait servir aussi pour le débarquement des grands engins de guerre, par les quais à double accès reliés à la voie *a* ; chacune des voies *e*¹, *e*² recevait successivement les wagons à décharger placés sur la voie *a* ; elles se vidaient ensuite par les voies *a*¹ ou *a*² ; la machine en service réunissait

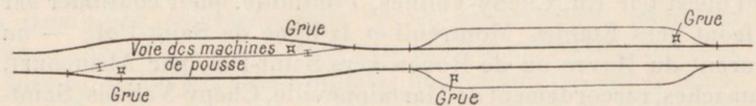


FIG. 8. — Gare d'alimentation en eau avec dispositions spéciales pour machines « de pousse ».

ensuite les wagons vides pour la formation des trains de retour, sans passer sur les voies principales.

Dans certaines gares d'alimentation en eau, on a pris, pour les machines de pousse, des dispositions spéciales que la figure 8 fait aisément comprendre.

Dans les gares de mouvement ordinaire, on a dû souvent organiser des entrées directes et les encadrer par un poste à chaque extrémité. Parfois, cependant, les entrées directes se trouvaient placées au centre avec un seul poste.

Grandes gares créées pendant la guerre. — On a été forcé de créer de très grandes gares en divers points du réseau : notamment des gares régulatrices, voisines des vastes dépôts de l'armée anglaise.

Ainsi la Régulatrice anglaise de Romescamps (fig. 1) a été construite par le génie français, à proximité de la gare d'Abancourt, confluent des lignes de Beauvais et du Tréport, pour les dépôts anglais installés sur le territoire de Blargies. Elle avait pour mission : 1° de trier et de former, avec les éléments arrivant par trains complets des bases anglaises de Rouen, Le Havre et Dieppe, les trains à destination du front anglais ; 2° de débrancher les trains en retour du front et de former les trains de matériel vide, d'emballages vides, des épaves de champs de bataille, de matériel à réparer, etc., à retourner vers les bases.

A la gare de Beaurainville, exclusivement construite par les Anglais, à mi-route entre Saint-Pol et Etaples, nos alliés ont installé, à la suite de l'offensive allemande du 21 mars 1918, un parc destiné au garage des trains sanitaires vides y attendant leur destination ; en outre, un faisceau de voies parallèles était disposé de façon à recevoir, entre chaque paire de voies, des approvisionnements de toutes sortes.

Aménagements spéciaux dans les ports de mer. — Il a fallu prendre dans les ports de mer des dispositions spéciales pour l'intensification du trafic et le stockage de matières premières, en attendant l'écoulement au fur et à mesure des besoins.

On a augmenté les voies de manutention et placé de nouveaux engins sur les ports du Tréport, de Boulogne, de Calais et de Dunkerque, et même sur les petits ports de Saint-Valéry et de Gravelines.

En outre, pour les grands ports, comme ceux de Boulogne, Calais et Dunkerque, on a dû créer des exutoires complémentaires et favoriser ainsi l'évacuation du port en évitant un embouteillage éventuel pouvant résulter d'un déraillement ou d'une attaque aérienne, par exemple. En service normal, ces secondes sorties du port permettaient d'éviter les allées et venues ; la circulation pouvait se faire dans le même sens en entrant par un côté et sortant par l'autre.

Sur la branche de contournement à Dunkerque, on a installé des chantiers accessoires pour l'armée britannique et un parc de stockage à l'extrémité, le long du canal.

D'autre part, pour éviter des transbordements et ne pas ramener à vide son propre matériel, le Gouvernement britannique a eu recours à des ferry-boats établis entre le port anglais Richborough et les ports français Calais et Dunkerque (1). Le ferry-boat de Calais amenait 4 files de wagons : 12 pour les 2 files intérieures et 13 pour les 2 files extérieures, au total 50 wagons formant un train complet. On pouvait ainsi transporter, sans transbordement, jusque sur le front, le matériel le plus lourd, tel que les longs canons. Comme le « marnage » atteint 7^m 50 à Calais, on a dû établir le poste d'atterrissage du ferry-boat dans un bassin à flot, de manière que sa jonction avec la voie de terre ait toujours lieu avec une faible différence d'amplitude.

R. M.

VARIÉTÉS

Régulateur de pression « Clearance Controller » monté sur les compresseurs d'air « Ingersoll-Rand ».

Le régulateur de pression, dans les compresseurs d'air, constitue un des organes les plus importants, et son influence sur la régularité et l'économie des machines est d'autant plus grande que ces machines, surtout celles commandées électriquement, sont plus puissantes. On est plus exposé, en effet, dans ce cas, aux à-coups dans la marche et il importe davantage de diminuer le plus possible les variations brusques du couple résistant pendant la marche à pleine puissance et aussi de réduire ce couple au minimum pendant la marche à vide, pour économiser la dépense de courant.

Quelle que soit la précision de la construction, il existe dans tout cylindre, à fin de course, un espace nuisible qui est d'ailleurs indispensable pour éviter les chocs, conséquence de l'usure ou d'un desserrage. Cet espace nuisible a pour résultat de diminuer l'effet utile de la cylindrée et le rendement volumétrique du compresseur.

Certains constructeurs, par un réglage approprié de l'ouverture des tiroirs, sont parvenus à l'amélioration du diagramme, en échappant, à fin de course, l'air comprimé, dans l'espace nuisible ; mais s'ils rendent ainsi le rendement volumétrique en apparence meilleur, en réalité ils en diminuent la valeur, car ils sacrifient le travail de compression correspondant à l'espace nuisible. Au contraire, quand on conserve dans l'espace nuisible l'air qui y est comprimé, on utilise, pendant la période de détente lors du retour du piston en sens inverse, la plus grande partie du travail de compression : il n'y a qu'un déficit léger dû aux pertes de chaleur et aux résistances passives des organes en mouvement.

La Compagnie Ingersoll-Rand a construit un dispositif permettant de récupérer la force accumulée dans l'espace nuisible, dont le volume peut être plus ou moins augmenté au moyen de capacités additionnelles. Son régulateur « Clearance Controller », basé sur ce principe de récupération, permet à la fois de régulariser la pression en la limitant à volonté, grâce à un dispositif

(1) Voir la description détaillée de cette installation dans le *Génie Civil* du 22 février 1919 (t. LXXIV, n° 8).

très sensible, et de faire varier le débit de la machine, en diminuant plus ou moins l'admission d'air, tout en le comprimant toujours à la même pression. La marche peut varier du plein débit au quart de débit sans modification sensible du rapport entre la puissance absorbée et le débit d'air comprimé.

Outre leurs clapets normaux, les cylindres du compresseur sont munis de soupapes spéciales S (fig. 1) reliant le cylindre à des réservoirs ou poches, au nombre de quatre par cylindre, qui, en marche normale, sont isolées par les clapets *b* (fig. 2), lors du refoulement. Ces poches sont naturellement de plus grand volume pour le cylindre à basse pression (BP) que pour celui à haute pression (HP).

Le régulateur proprement dit (fig. 3 et 4), placé entre les cylindres, se compose d'une soupape *c*, reliée à un diaphragme *d* constitué par une membrane souple. La face inférieure du diaphragme peut recevoir, par le tuyau *e*, la pression du réservoir

Les poches et une partie des cylindres se trouvant alors remplis par de l'air sous pression, les clapets d'aspiration des cylindres sont maintenus sur leurs sièges et empêchent toute admission de l'air extérieur dans les cylindres. En continuant leur course, les pistons amènent l'air des cylindres et des poches à la pression de l'air du réservoir : les soupapes de refoulement sont soulevées et l'air comprimé est refoulé dans le réservoir.

Au retour des pistons, pendant la période de détente, ces soupapes se referment ; la pression diminue dans les cylindres et les réservoirs auxiliaires jusqu'à égaler la pression atmosphérique : l'air pénètre alors dans les cylindres jusqu'à la fin de la course des pistons. Il en est ainsi tant que la pression du réservoir, dépassant la pression voulue, maintient soulevé le diaphragme *d*.

Nous avons vu que l'action du compresseur était progressivement diminuée par suite de la mise en action successive des quatre soupapes spéciales S sur chaque cylindre. Ces soupapes

FIG. 2. — Coupe d'une des soupapes dont le soulèvement met en communication le cylindre du compresseur avec les quatre réservoirs.

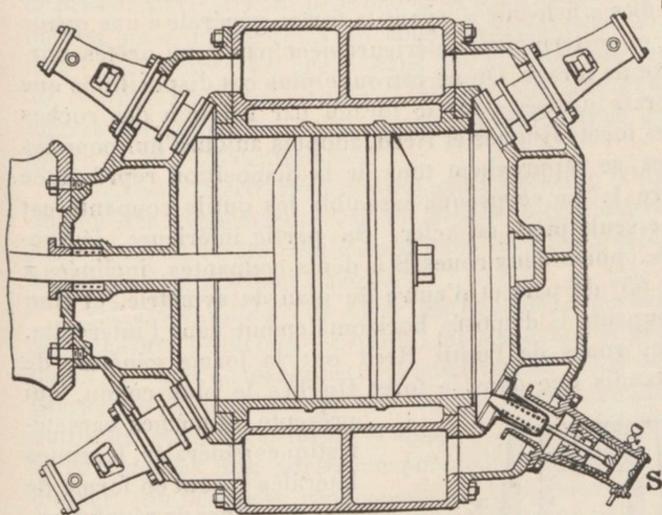


FIG. 1. — Coupe longitudinale du compresseur d'air Ingersoll-Rand, avec soupapes et poches spéciales.

d'air comprimé. La soupape *c* est maintenue en place par un levier A à contrepoids *f* agissant par l'intermédiaire d'un pointeau *g*.

Les contrepoids *f* peuvent être déplacés sur le levier A, pour permettre de régler la pression au degré convenable et d'équilibrer son action sous la soupape *c* ; un ressort amortisseur *h* empêche les soulèvements brusques du levier et les à-coups qui en résulteraient.

Le levier A, dans son mouvement, entraîne une tige articulée C, commandant le tiroir D, qui met successivement en communication, par les tubes numérotés 1, 2, 3, 4, les quatre soupapes spéciales S placées sur chaque cylindre, avec l'air comprimé amené du réservoir par le tube *i*. Dans un but d'équilibre, la tuyauterie adaptée aux tubes 1, 2, 3, 4 est disposée de manière à commander à la fois deux soupapes placées dans des positions diamétralement opposées, l'une sur le cylindre HP et l'autre sur le cylindre BP.

Quand le compresseur travaille dans les conditions normales, le régulateur n'a pas à fonctionner. L'air comprimé, arrivant par les tuyaux 1, 2, 3, 4, repousse les pistons *j* en comprimant les ressorts *k*. Les soupapes *b* se trouvent ainsi maintenues sur leurs sièges et interceptent toute communication entre l'intérieur du cylindre et le passage conduisant aux poches.

Lorsque la pression de l'air atteint dans le réservoir la limite fixée, elle agit par le tube *e* sous le diaphragme *d*, soulève le levier A et avec lui la tige C et le tiroir-distributeur D. Le tiroir découvre successivement les orifices permettant l'arrivée de l'air comprimé sur les faces des tiroirs cylindriques *n*. Par leur déplacement, ces tiroirs *n* font communiquer, l'un après l'autre, les tubes 1, 2, 3, 4 avec l'atmosphère par l'ouverture de sortie *o* placée à la partie inférieure du corps du régulateur. La pression de l'air comprimé sur le piston *j* cesse et le ressort antagoniste *k* repousse le piston et, soulevant de son siège la soupape *b*, met en communication la poche correspondante avec le cylindre. La même communication s'établit en même temps dans les cylindres à basse et à haute pression.

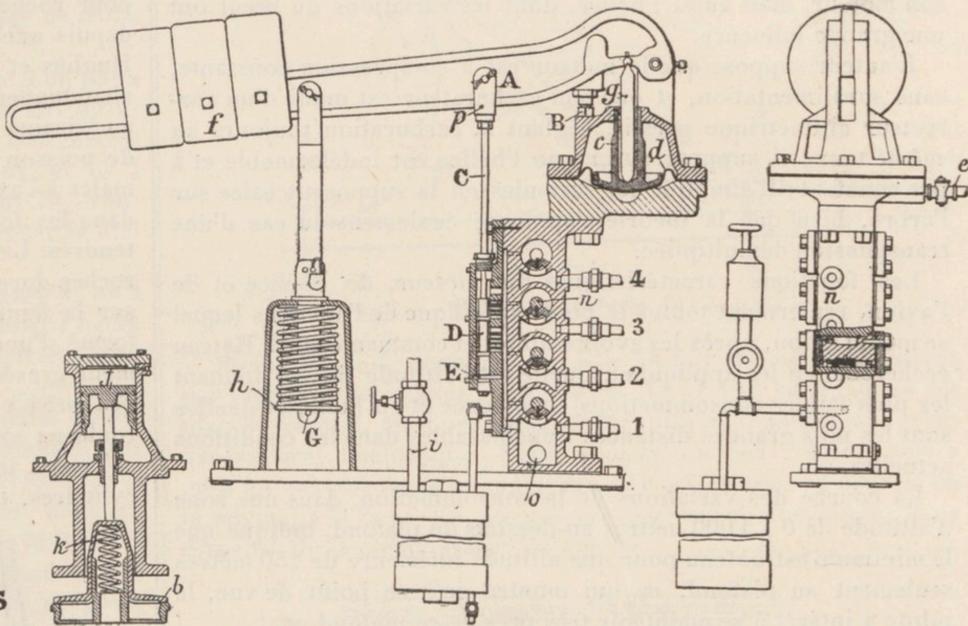


FIG. 3 et 4. — Coupe et élévation du régulateur de pression « Clearance Controller ».

ne sont pas toujours mises en action toutes les quatre. La quantité d'air comprimé, arrivant par le tube *e*, est réglée de façon à n'être admise que dans la proportion strictement nécessaire pour produire le déplacement convenable. En d'autres termes, suivant la pression existant dans le réservoir, chaque cylindre peut être mis en communication avec une, deux, trois ou quatre poches, d'où il résulte une diminution plus ou moins grande de la quantité d'air aspiré dans l'atmosphère, puis refoulé dans le réservoir à chaque coup de piston.

Lorsque la pression vient à diminuer, le contrepoids fait descendre la tige C et l'air comprimé pénètre à nouveau sur les pistons *j* ; les soupapes *b* sont refoulées sur leurs sièges et la machine reprend sa marche normale.

Le réglage de l'appareil, pour une pression quelconque, s'obtient en fixant la hauteur du levier A dans sa position limite inférieure à l'aide de la vis de pression B, de manière que le diaphragme soit rendu sur sa bride inférieure. Puis on règle la longueur de la tige C, de manière que la valve D vienne juste en contact avec le bouchon E, ce qu'on réalise en dévissant la chape *p*. On serre alors les écrous et contre-écrous.

Théorie analytique des avions en vol rectiligne et application au calcul des plus grandes distances franchissables.

M. A. Rateau, membre de l'Académie des Sciences, dont le *Génie Civil* a reproduit ou analysé les notes présentées à cette Académie, depuis l'année dernière, sur l'importante question du vol aux très hautes altitudes et aux très grandes vitesses (1), a résumé dans un intéressant travail l'exposé des principes de sa théorie sur ce sujet, et a précisé, à titre d'application de cette

(1) Voir le *Génie Civil* des 5 et 12 juillet et 9 août 1919 (t. LXXV, nos 1, 2 et 6), et des 28 février et 20 mars 1920 (t. LXXVI, nos 9 et 12) et le présent numéro, page 560.

théorie, le calcul de l'altitude du vol où les dépenses en essence et en huile sont minima, ainsi que le calcul des plus grandes distances franchissables dans les conditions actuelles.

Nous ne saurions résumer ce mémoire, que l'on pourra étudier dans l'*Aérophile* (numéro de mai), et nous nous bornerons à donner une idée du point de départ de l'auteur, et des résultats auxquels il aboutit.

Il a laissé de côté, ici, les méthodes graphiques et les courbes caractéristiques, si généralement employées pour l'étude des problèmes de l'aviation, considérant que, dans le cas présent, elles ne donnent pas une précision suffisante et ne montrent pas bien l'allure des phénomènes. De plus, elles sont d'une application laborieuse, tandis que la méthode analytique permet souvent de calculer immédiatement l'élément que l'on recherche.

La théorie de M. Rateau est fondée sur des fonctions caractéristiques qu'il établit en considérant, non seulement l'avion et son moteur, mais aussi l'hélice, dont les variations du recul ont une grande influence.

L'auteur suppose que le moteur est à compression constante, sans suralimentation, et que son carburateur est muni d'un correcteur altimétrique parfait, réglant la carburation toujours au même taux; il suppose aussi que l'hélice est indéformable et à pas constant; il simplifie les formules en la supposant calée sur l'arbre, bien que la théorie s'applique également au cas d'une transmission démultipliée.

Les fonctions caractéristiques du moteur, de l'hélice et de l'avion, renferment toutes le poids spécifique de l'air dans lequel se meut l'avion. Après les avoir établies et commentées, M. Rateau recherche, en les appliquant, quelle est l'altitude du vol donnant les plus faibles consommations en essence et en huile, et quelles sont les plus grandes distances franchissables dans les conditions actuelles.

La courbe des variations de la consommation, dans une zone d'altitude de 0 à 1 000 mètres au-dessous du plafond, indique que le minimum est obtenu pour une altitude inférieure de 150 mètres seulement au plafond, ce qui montre qu'à ce point de vue, le pilote a intérêt à se maintenir très près de ce plafond.

D'autre part, la question des distances maxima franchissables présente un grand intérêt pratique. Naturellement, le parcours maximum sera obtenu en partant avec la provision maximum de combustible et le vol à l'altitude de consommation minimum. Par une série de considérations entremêlées de calculs, M. Rateau

arrive à dresser le tableau suivant, où $\frac{P_0}{P_1}$ désigne le rapport des poids totaux, au départ et à l'arrivée; L_m la distance maximum franchissable, et Z l'altitude atteinte. Pratiquement, il est difficile d'obtenir des avions capables d'enlever une charge d'essence et d'huile notablement supérieure au double de leur poids propre, y compris les passagers: d'où la limitation du tableau au rapport $\frac{P_0}{P_1} = 3$.

$\frac{P_0}{P_1}$	L_m (kilom.)	Z (kilom.)
2	4 196	5,692
2,5	5 407	7,153
3	6 338	8,314

Il est vrai que ces nombres pourraient être sensiblement majorés, en admettant l'augmentation de certains coefficients, mais, de toute façon, on peut dire qu'actuellement 7 000 kilom. constituent un maximum. Pour le dépasser, conclut M. Rateau, il faudrait construire des avions offrant des qualités supérieures, et assurer, sans augmentation de poids notable, l'existence des pilotes, pendant une longue durée, à des altitudes supérieures à 5 000 mètres. Cette partie du problème, d'ordre physiologique, a fait l'objet d'un article dans le *Génie Civil* (1), où le docteur Guglielminetti a passé en revue les deux solutions préconisées: les bouteilles et masques à oxygène pour les pilotes, ou bien (avion Bréguet) la cabine hermétiquement close pour pilote, passagers et groupe moteur, cette cabine étant continuellement maintenue, grâce à un compresseur, pleine d'air à la pression de l'atmosphère voisine du sol.

(1) Voir le *Génie Civil* du 20 mars 1920 (t. LXXVI, n° 12). Un diagramme relatif au fonctionnement de l'avion Bréguet à cabine close y montre les limites des distances franchissables, suivant la charge et le plafond admis.

Le forage des puits de pétrole au moyen de perforatrices à rotation, système Hughes et Reed.

Le forage par rotation a été longtemps considéré comme susceptible de trouver seulement son application dans les roches de faible dureté, et on s'est habitué à faire emploi, pour toutes les roches dures, des perforatrices à percussion, en passant de l'un à l'autre type de perforatrice, suivant la dureté des couches rencontrées aux diverses profondeurs au cours d'un même travail. Cependant, l'expérience des entreprises américaines qui ont établi la plupart des puits à pétrole de création récente prouve qu'on est arrivé à adapter le forage à rotation aux roches de grande dureté, en choisissant convenablement les forets, et en adoptant des poids d'appareil et des vitesses de rotation appropriés à chaque diamètre de foret.

Les recherches qui ont abouti à la création des forets spéciaux pour roches dures n'ont commencé à donner de résultats que depuis une dizaine d'années, grâce aux travaux de Howard R. Hughes et à ceux de Reed. Leur premier résultat a été de faire abandonner définitivement, pour ce genre de travaux, les forets américains dits « fish-tail », ayant la forme générale d'une queue de poisson et se terminant inférieurement par deux arêtes normales à l'axe de forage. On ne retrouve plus ces dispositions que dans les forets utilisés pour le forage par rotation des roches tendres. Les forets Hughes et Reed, adoptés aujourd'hui pour les roches dures, se rapprochent tous de la disposition représentée sur la figure 1. Le corps qui assemble les outils coupants est formé d'une seule pièce en acier. Sa partie inférieure, légèrement évasée, porte deux roues B à dents coupantes, inclinées à peu près à 45° de part et d'autre du plan de symétrie, et cinq rouleaux coupants C disposés horizontalement dans l'intervalle.

Toutes les roues de l'outil Reed ont la forme générale de cylindres, tandis que dans le foret Hughes le plus connu, qui

présente les mêmes caractéristiques générales, les roues latérales B sont en forme de doubles cônes de révolution, les axes autour desquels ils tournent restant placés comme les axes des roues B dans la figure 1, mais la nappe intérieure des cônes venant occuper l'intervalle central et remplacer les rouleaux C, non employés dans cet outil Hughes. Les roues C du foret Reed de la figure 1 sont au nombre de six. Les roues intérieures sont de plus petit diamètre que les roues extérieures, la longueur de circonférence de chacune d'entre elles étant

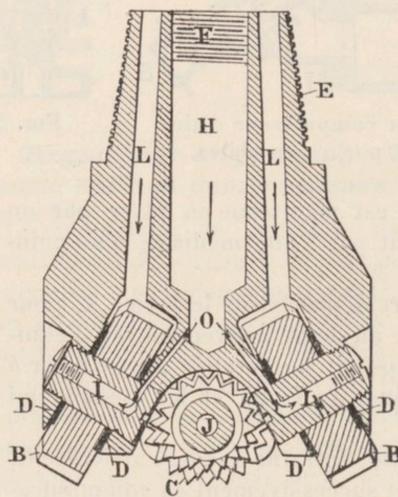


FIG. 1. — Perforatrice, système Reed.

en proportion du chemin parcouru par elle au cours de la rotation de l'outil. Des rondelles D, en acier à outils, garnissent les faces latérales des roues coupantes B, et, en supportant les efforts de poussée du système, elles en réduisent notablement l'usure et les jeux. Sur la tête du porte-outil se visse, en E, un manchon conique qui doit permettre de relier l'appareil, soit directement à une tige creuse de forage, soit à une sorte d'alésoir à roues coupantes disposées latéralement en vue de maintenir à la valeur voulue la section du trou.

Cette section tend en effet à diminuer, sous l'effet d'une légère usure des arêtes des roues B, mais il a été reconnu facile d'en maintenir le diamètre à une valeur uniforme, en montant, au-dessus du système à 8 roues qu'on vient de décrire, un jeu de roues supplémentaires, par exemple au nombre de 6, de 9 ou de 12, réparties en trois ou quatre groupes. L'alésage supérieur F de la tête porte-outils est lui-même fileté de manière à recevoir un mécanisme approprié de graissage, l'huile se déverse en H et gagne, suivant les flèches O, les canaux de graissage I et J des roues latérales et centrales. L'eau qui doit entraîner les débris de roches et refroidir les outils descend en L pour se répandre autour des différentes roues.

Avec ces outils du genre Hughes ou Reed, les alésoirs sont d'un emploi très répandu. Mais souvent aussi on monte la tête