Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 58 (1932)
Heft: 23

Artikel: Alimentation de moteurs Diesel par turbo-soufflantes
Autor: [s.n.]
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-44878

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 21.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

58e année 12 novembre 1932 N° 23

BULLETIN TECHNIQUE DE LA SUISSE ROMANDE

Rédaction : H. Demierre et J. Peitrequin, ingénieurs.

Paraissant tous les 15 jours

ORGANE DE PUBLICATION DE LA COMMISSION CENTRALE POUR LA NAVIGATION DU RHIN

ORGANE DE L'ASSOCIATION SUISSE DE TECHNIQUE SANITAIRE

ORGANE EN LANGUE FRANÇAISE DE LA SOCIÉTÉ SUISSE DES INGÉNIEURS ET DES ARCHITECTES

SOMMAIRE : *Alimentation de moteurs Diesel par turbo-soufflantes.* — *La question de l'arrêt automatique des trains,* par A.-E. Muller, ingénieur diplômé, à Wettingen (Suisse). — *La reconstruction de la Rive Droite, à Genève.* — *La protection de l'aluminium par oxydation,* par E. Herrmann, docteur ès sciences. — *Fondation George Montefiore.* — *Journée de la soudure.* — Nécrologie : *Maurice Turrettini.* — Bibliographie. — Carnet des concours.

Alimentation de moteurs Diesel par turbo-soufflantes.

L'emploi de l'alimentation des moteurs Diesel par turbo-soufflantes système Büchi pour augmenter la puissance de ceux-ci a pris ces dernières années un développement tel qu'il semble utile de renseigner les cercles d'ingénieurs sur cette invention de haute portée. Cette invention ayant trouvé une application étendue, tout particulièrement en Angleterre, comme aussi en Orient, au Japon, en Chine et autres pays, où elle jouit auprès des cercles compétents d'une estime très méritée, nous avons tout lieu de croire que cet article intéressera nos lecteurs. Il se base sur une conférence faite par M. Alfred Büchi, à Osaka et à Tokio.

Historique.

Après des essais de longue haleine avec les turbines à gaz effectués dans les établissements Carels Frères à Gand (Belgique) le conférencier prit, en 1905 déjà, un brevet pour l'emploi des gaz d'échappement de moteurs à combustion. D'après ce brevet l'air d'alimentation d'une machine à combustion est précomprimé dans une turbo-soufflante, avec refroidissement intermédiaire, et les gaz d'échappement sont utilisés dans une turbine. L'invention se rapportait aux machines à combustion telles que moteurs à gaz, moteurs d'automobiles et d'avions, comme aussi aux machines Diesel. Les relations de température et de pression étaient illustrées par les diagrammes d'entropie et d'indicateur, comme le fait voir la fig. 1 qui est une reproduction de celle du brevet. La fig. 2 représente la machine en coupe.

Un article paru, en 1909, dans la « Zeitschrift für das gesamte Turbinenwesen », traita de la suralimentation en général, où des pressions jusqu'à 5 atm. étaient envisagées.

Durant les années 1911-1914, il fut procédé, dans les établissements Sulzer Frères, à des essais approfondis avec un moteur Diesel de 20 CVe, avec alimentation par turbo-soufflante. Les pressions d'alimentation en air allèrent jusqu'à 3 atm. et les pressions maximales dans les cylindres jusqu'à 100 atm. La pression avant la turbine à gaz varia aussi jusqu'à 7 atm. La fig. 3 représente quelques diagrammes prélevés sur cette machine et qui parurent, en 1925, dans « The Engineer ». Dans le diagramme (*a*) la pression de l'air d'alimentation est de 2,05 atm., celle avant la turbine de 6,7 atm. et la pression moyenne indiquée de 13,33 atm. La puissance effective s'élève ainsi à 50 CV effectifs par rapport à 20 CVe pour la machine sans suralimentation, soit pour la machine normale. Sans tenir compte de la pompe d'insufflation, le rendement mécanique du moteur s'élève à 92 %. *b*) est un diagramme pris avec ressort faible, où *d*—*e* représente la contre-pression et *a*—*b* l'entrée de l'air d'alimentation. La pression de compression fut de 100 atm. Le diagramme *c*) donne la pression avant la turbine.

Comme cette machine était relativement faible, il fut difficile de trouver des intéressés pour des machines d'essais de plus grande puissance, malgré le rapport favorable du professeur Dr Stodola. Les maisons construisant les Diesel craignaient l'emploi de pressions de cylindre plus élevées et doutaient de la durée de la turbine à gaz

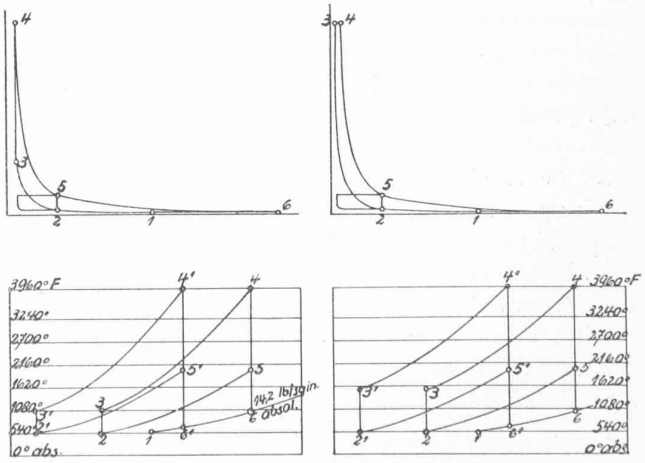

Fig. 1. — Brevet Büchi, 1905. Diagrammes relatifs à un cycle à volume constant (à gauche) et à un cycle à pression constante (à droite).

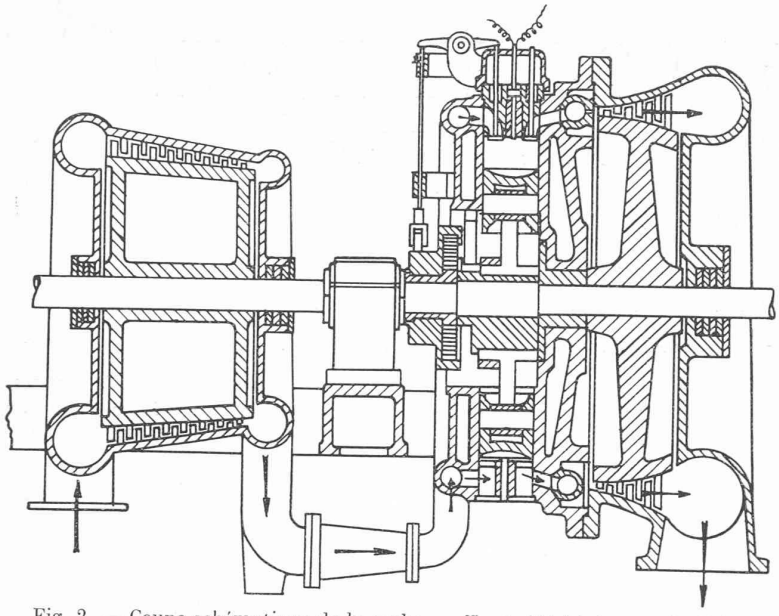

Fig. 2. — Coupe schématique de la turbo-soufflante Büchi, brevet de 1905.

d'échappement. Aujourd'hui, comme alors déjà, l'auteur est certain que dans la construction de moteurs Diesel l'introduction de pressions de cylindre plus élevées apporte un progrès tout aussi grand que dans les turbines à vapeur et qu'elle aura une excellente influence sur les prix, poids et consommations de combustible des moteurs. Les études et progrès effectués par la suite avaient pour but d'obtenir le maximum d'augmentation de puissance avec un minimum de pression d'alimentation et de températures. Il en résulta un nouveau brevet (1915) fixant le rendement des cylindres et de la turbine pour une pression des gaz d'échappement plus faible que celle de la pression d'alimentation en air. Ceci devait permettre de balayer les cylindres avec une partie de cet air et de refroidir ainsi intensément les parois très chaudes des cylindres, les soupapes etc. On obtient par là à nouveau une augmentation du poids de la charge d'air. Pour y arriver, la turbine à gaz actionne, indépendamment, la soufflante et le nombre de tours s'adapte d'une façon automatique à chaque charge du moteur.

Comme dit plus haut, les essais effectués par M. Büchi dans les usines Sulzer Frères, à Winterthour, donnèrent déjà pendant la période 1911-1914 des résultats tout à fait satisfaisants. Mais, en raison de la guerre, ces derniers ne furent publiés qu'en août 1925 (dans « The Engineer » et d'autres revues techniques). Entre temps M. Büchi avait étudié la question du balayage des cylindres. Preuve en est le brevet allemand 454 107 (demande déposée en Suisse, en novembre 1915) qui se base sur le résultat de ses calculs théoriques et de ses essais. Pour la première fois des essais furent effectués sur un moteur à combustion interne à quatre temps, avec balayage des cylindres par une charge d'air comprimé provenant d'une soufflante actionnée par une turbine à gaz d'échappement du moteur même.

Comme il y a toujours des gens qui cherchent à profiter d'une invention d'un tiers (surtout si elle promet d'être rémunératrice) ou qu'il peut y avoir coïncidence, ou aussi dualisme d'idées, il est utile de bien préciser les dates des brevets Büchi pour fixer la paternité du système d'alimentation par turbo-soufflante avec balayage. Des journaux français avaient, en effet, mis en doute plusieurs fois que ce fut M. Büchi le véritable inventeur de ce système.

En 1917, la Société Rateau fit des essais de turbo-alimentation avec des moteurs d'avion pour l'armée française. Les circonstances de la guerre ne permirent de publier ces brevets qu'en 1918. Par suite du manque de tout balayage les températures furent trop élevées et cette idée fut abandonnée. Contrairement à certaines assertions, les moteurs Rateau ont travaillé sans balayage. Par contre déjà à cette date M. Büchi était arrivé à employer le balayage. Il avait remarqué déjà que pour obtenir l'effet de balayage il était très utile de provoquer dans la conduite d'échappement des cylindres-moteurs des variations de pression. Dans cette idée il a adopté un groupement spécial des tuyauteries pour les rendre plus efficaces encore. Le brevet concernant ce balayage a été demandé le 30 novembre 1925 (brevet français N° 625 148). Depuis, le système Büchi a pris un développement extrêmement rapide et en automne 1927 les premiers navires avec turbo-alimentation tels que le « Preussen », « Hansastadt Danzig » et en 1928 le « Raby Castle » ont été mis en service régulier.

Feu le professeur Rateau est l'inventeur de génie du turbo-compresseur, machine dont aujourd'hui on ne pourrait se passer que difficilement. Quant à l'emploi dans les Diesel de la turbo-soufflante à gaz d'échappement et au balayage décrit plus haut, l'inventeur est bien M. A. Büchi, comme nous venons de l'indiquer.

Un autre point mis en doute dans plusieurs journaux français est la possibilité d'adopter le système Büchi à des moteurs d'un alésage supérieur à 560 mm, c'est-à-dire supérieur à l'alésage du moteur avec lequel le professeur Dr Stodola fit des essais si réussis. Sans qu'il soit nécessaire d'énumérer tous les moteurs dépassant cet alésage alimentés déjà d'après le système Büchi, il suffit d'attirer l'attention sur le « Reina del Pacifico » décrit dans « The Motorship », mars 1931, équipés de moteurs ayant un alésage de 630 mm et une course de 1200 mm. Ces

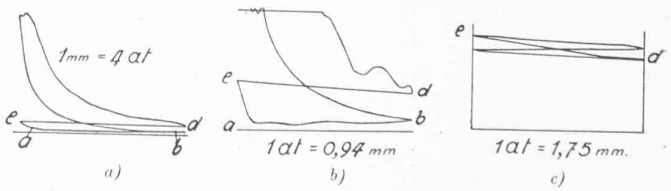

Fig. 3. — Diagrammes relevés sur le moteur Diesel à turbo-soufflante, en 1911.

moteurs, suralimentés avec turbo-soufflante et balayés d'après le système Büchi, travaillent en outre avec injection mécanique du combustible, comme du reste bien d'autres moteurs alimentés d'après le même système. Le total des moteurs alimentés d'après le système Büchi dépasse à l'heure qu'il est les 300 000 CV.

Fonctionnement.

Longtemps après, avec le concours de la Société suisse pour la construction de locomotives et de machines, à Winterthour, et de Brown Boveri & Cie, à Baden, il fut possible de procéder à des essais de plus grande envergure. Après des essais avec un moteur Diesel à quatre temps de 500 ch eff. survinrent bientôt des commandes pour la suralimentation des machines de 4000 ch des paquebots « Preussen » et « Hansastadt Danzig ». Pour des raisons de construction les pressions maximum ordinaires ne devaient pas être dépassées dans ces machines. Les tensions dues à la chaleur ne devaient pas, elles non plus, subir une élévation malgré la turbo-alimentation, car, comme on le sait, l'usure est proportionelle à ces tensions. Nous ajouterons, à ce sujet, qu'elles sont les plus faibles et les moins dangereuses dans les moteurs à quatre temps. Une augmentation de puissance en corrélation avec des températures plus élevées et une plus grande usure des pistons, chemises, segments, etc. comme c'est le cas dans les machines à deux temps par suite du plus grand nombre de courses de combustion, devrait absolument être évitée. Pour obtenir une puissance plus élevée, le poids d'air à la fin de la période d'aspiration doit être aussi grand que possible. On y arrivera en élevant la pression de l'air, tout en maintenant la température de l'air aussi basse que possible. C'est dans cette idée qu'en 1905 déjà Büchi prévoyait le refroidissement de l'air fourni par le compresseur. Le refroidissement de l'air exige cependant du compresseur une puissance plus grande. Des avantages ne peuvent donc être obtenus qu'avec des pressions d'air d'alimentation élevées. Toutefois comme on tendait plutôt à diminuer qu'à augmenter les tensions dues à la chaleur et qu'il n'était d'abord question que de pressions d'alimentation relativement basses, il fallut trouver un autre moyen de tenir basse la température de l'air de combustion. On y arriva par l'application d'un balayage énergique dont il a déjà été question plus haut. Comme suite à l'idée du brevet de 1915 qui prévoyait une pression d'air d'alimentation sensiblement supérieure à celle des gaz d'échappement, afin d'obtenir le balayage, il fallut trouver une nouvelle méthode permettant d'obtenir une différence de pression pour ce balayage, car avec les faibles pressions d'air d'alimentation employées et les pressions dans le cylindre, comme aussi les températures correspondant à celles des moteurs Diesel normaux à quatre temps, l'énergie des gaz d'échappement ne permettait d'obtenir qu'une pression d'air égale, à peu près, à celle des gaz d'échappement. Les différences de pression, résultant de l'identité de puissance de la turbine et de la soufflante, n'atteignent que 0,02-0,05 atm. en faveur de la pression de l'air. Mais, comme chaque technicien le sait, les résistances provoquées par les soupapes d'admission et d'échappement, ainsi que par les tuyauteries de la soufflante et de la turbine sont plus élevées. Pour avoir un balayage énergique il est nécessaire que la différence de pression soit plus forte. Plus élevée sera cette différence, meilleurs seront le balayage, l'évacuation des gaz brûlés hors du cylindre et le refroidissement des parois des cylindres, soupapes, culasses etc. et d'autant plus grande aussi la quantité d'air. Ceci amena à l'emploi de variations de pressions dans la conduite d'échappement. Les dimensions des tuyauteries d'échappement et des sections des soupapes, comme aussi la distribution pour les soupapes ont été prévues alors de façon qu'au moment de l'ouverture de l'échappement une élévation de la pression statique dans la conduite d'échappement ait lieu. Cette élévation de pression est nécessaire non seulement pour donner l'énergie nécessaire à la turbine pour l'air de charge, mais aussi pour l'air de balayage. Pendant le balayage, soit à la fin de l'expansion il se produit un abaissement marqué de la pression statique qui provoque d'un côté une expansion plus grande, et en conséquence, une pression et une température plus faible des gaz restés dans le cylindre. D'autre part cet abaissement donne la différence de pression nécessaire pour le balayage. Dans les machines à plusieurs cylindres l'échappement de quelques cylindres dans un même tube est prévu de façon que l'élévation de la pression à l'échappement d'un cylindre ne puisse altérer la période de balayage du cylindre précédent. Lorsque dans ces machines à plusieurs cylindres on emploiera plusieurs tubes d'échappement (généralement deux) ils déboucheront chacun dans une chambre séparée de la turbine. La fig. 4 fait voir les variations

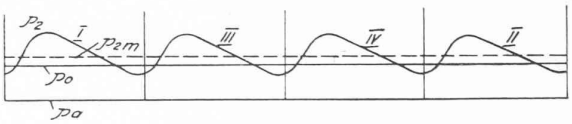

Fig. 4.

p_a = pression atmosphérique.
p_2 = pression dans le tube d'échappement avant la turbine.
p_o = pression de l'air d'alimentation.
p_{2m} = pression moyenne des gaz d'échappement.

de pression dans le tube d'échappement avant la turbine. Cette figure montre qu'il est possible d'obtenir un bon balayage même lorsque la pression moyenne des gaz est supérieure à celle de l'air d'alimentation. Dans un moteur à 6 cylindres la répartition de l'échappement des cylindres 1, 2 et 3 se fera très rationellement dans un tube commun et celui des cylindres 4, 5 et 6 dans un autre. La turbine étant disposée au milieu de la machine, les tuyauteries sont donc très courtes. La répartition dans 2 ou plusieurs tubes a pour avantage, par exemple dans une machine à double effet, de pouvoir desservir les deux parties d'un cylindre avec la même pression d'air, malgré que la pression des gaz d'échappement des parties inférieures des cylindres soit peut-être plus faible.

La forme de la courbe des variations de pression reste cependant la même en assurant un balayage tout aussi énergique. Le balayage que nous venons de décrire peut être employé aussi bien dans les machines à deux temps que dans celles à quatre temps.

Possibilités de développement.

Ces possibilités étant décrites dans l'ouvrage publié à l'occasion du 70e anniversaire du professeur Stodola [1], il suffira de les mentionner. Jusqu'à présent, il ne fut parlé que du cas où la turbine actionne uniquement la soufflante. Cependant, par l'élévation de la pression avant la turbine, cette dernière pourra alors donner un excédent de puissance. Par suite d'une meilleure expansion dans la turbine que dans le moteur, le rendement de l'installation s'élèvera. Moteur et turbine actionneraient tous deux une génératrice. Une autre possibilité consisterait à ne faire donner la puissance que par la turbine, le moteur n'actionnant alors que la soufflante. Cet emploi conviendrait particulièrement bien aux locomotives Diesel, car il supprimerait tous les systèmes de transmission de force, soit mécanique, soit électrique ou pneumatique, qui forment le plus grand obstacle au développement de ce genre de locomotives. Une machine pareille aurait le grand avantage d'être très souple, très sûre, et d'avoir un couple de démarrage élevé.

(A suivre.)

La question de l'arrêt automatique des trains

Par A. E. MULLER, ingénieur diplômé, à Wettingen (Suisse.)

Introduction.

Pendant de longues années les dispositifs mécaniques pour l'arrêt automatique des trains ont été combattus, ce qui a empêché leur introduction. Comme raison, on a particulièrement cité la résistance insuffisante de ces dispositifs contre les chocs aux vitesses élevées des véhicules. Cependant, les systèmes d'arrêt mécanique des trains appliqués depuis plusieurs années sur le réseau des chemins de fer urbains de Berlin [2] et d'Altona-Hambourg [3] ont démontré qu'en utilisant des pièces de déclenchement et de soupape de frein bien façonnées, il est possible d'obtenir des arrêts sûrs aux plus grandes vitesses et malgré les circonstances atmosphériques les plus défavorables.

A titre de nouvelle réfutation des préjugés à l'égard des dispositifs d'arrêt mécaniques, nous mentionnons brièvement le dispositif construit par M. Lüscher, Chef de dépôt du Chemin de fer du Lœtschberg (BLS). Ce dispositif a donné, pendant sa période d'essai de plus de trois ans sur la ligne du Lœtschberg, des résultats très satisfaisants sous tous les rapports.

[1] Voir un compte rendu de cet ouvrage à la page 166 du *Bulletin technique* du 13 juillet 1929, *Réd.*

[2] *Elektrische Bahnen*, 1930, cahier 12, page 361.

[3] *Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens*, 1930, cahier 9, page 210.

Description du dispositif d'arrêt.

L'appareil de voie. — En opposition avec les dispositifs de sécurité des chemins de fer urbains et suburbains de Berlin et d'Altona-Hambourg, l'appareil de voie du système Lüscher n'est pas situé en dehors des rails, mais entre ceux-ci. Des inconvénients (déclenchements involontaires par du ballast, de la neige gelée, ou des objets entrant dans le profil) n'ont pas été observés. Par contre, l'avantage de la simplicité de ce dispositif est évident.

L'appareil de voie (fig. 1) consiste en une rampe portée par un chevalet fixé aux rails, afin qu'elle puisse suivre tous les mouvements des rails et reste toujours dans une position déterminée par rapport à la voie. La forme, la pente et la longueur de la rampe sont choisies de telle façon qu'il en résulte les meilleures conditions de sollicitation et de fonctionnement. Le signal étant sur « Arrêt », la rampe se lève au moyen d'une commande forcée par un excentrique dans la position de travail. Si le signal est ouvert, la rampe reste sans effet. Des ressorts de compensation sont fixés des deux côtés de l'articulation de la rampe, de sorte que la surcharge de la commande du signal due au dispositif de sécurité est minime. Par conséquent, ce dispositif peut être adapté sans autre à des signaux commandés par câble ou électriquement. Le mécanisme de commande est protégé efficacement contre les influences perturbatrices (neige, glace, corps étrangers).

Dispositif de déclenchement sur le véhicule. — Le dispositif de déclenchement sur le véhicule consiste en un levier de déclenchement glissant sur la rampe et une valve de déclenchement embranchée sur la conduite générale (brevet allemand N° 502 052) qui provoque le fonctionnement du frein à air comprimé (frein rapide). La disposition générale des organes de déclenchement et la position réciproque du levier de déclenchement par rapport à la rampe sont visibles sur la fig. 1. Le mouvement du levier de déclenchement se fait dans le sens vertical sans aucune sollicitation à la flexion. La valve de déclenchement, représentée schématiquement, forme l'élément principal du dispositif sur la machine. La valve de déclenchement se compose d'une valve auxiliaire commandant la valve principale, et d'un piston à pression. Ce dernier est relié à la valve principale de manière que l'air comprimé passant à travers la valve auxiliaire ouverte et à travers la valve principale se rend au piston à pression. L'air comprimé agit sur le piston de façon à provoquer l'ouverture de l'orifice d'échappement de la conduite de frein.

La boîte A de la valve de déclenchement, reliée à la conduite principale de frein L, est formée de deux chambres B et D. Le fond de la chambre B sert en même temps de siège à la valve principale E, dont le corps traverse le fond et est solidaire du piston à pression K de la chambre D. Le piston K est chargé par le ressort W de manière que la valve principale E soit toujours pressée sur son siège. Un canal V part de l'orifice C, sous le siège de la valve principale, au-dessus du fond intermédiaire I,