Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande

Band: 30 (1904)

Heft: 20

Artikel: Alcool industriel: état actuel de la question de son utilisation pour l'éclairage et la production de force motrice

Autor: Rochat, Octave

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-24150

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: 09.12.2025

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

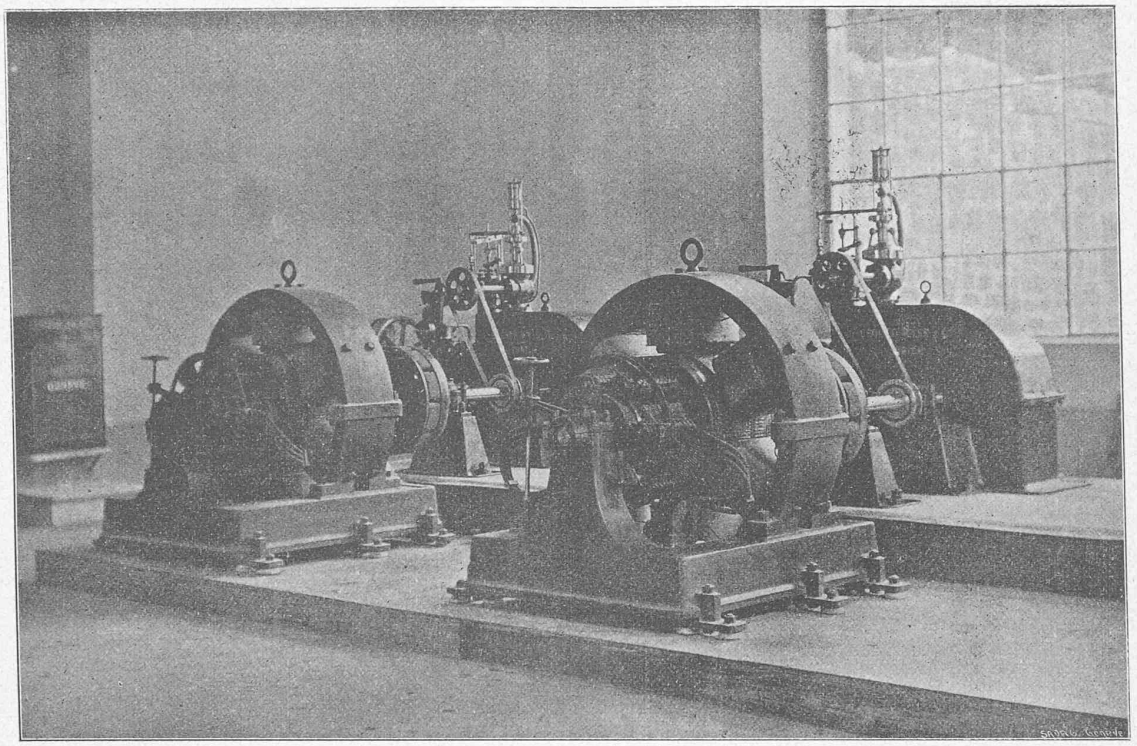

Fig. 30. — Groupes des excitatrices.

terrompue de 24 heures à pleine charge, sans que la température d'aucune de leurs parties ne dépasse de plus de 45° la température ambiante. Le rendement de ces machines est de 92 % à pleine charge.

(A suivre).

Alcool industriel.

Etat actuel de la question de son utilisation pour l'éclairage et la production de force motrice.

Par M. OCTAVE ROCHAT, ingénieur.

(Suite et fin) [1].

Carburation de l'air et combustion de l'alcool.

L'alcool s'enflamme à 17°, il bout à 78° et sa combustion peut se produire de deux manières différentes.

Lorsque l'air est en excès, on a la formule :

$$C^2 H^6 O + 6 O = 2 CO^2 + 3 H^2 O,$$

exprimant que la combustion est complète.

S'il est mesuré et à basse température, on aura plutôt la réaction :

$$C^2 H^6 O + O = C^2 H^4 O + H^2 O,$$

c'est-à-dire qu'il y a formation d'aldéhyde, laquelle à son tour se transforme en acide acétique, puis peut-être en éther.

Pour la production de force motrice, il y a donc un grand intérêt à brûler l'alcool en présence d'un excès d'oxygène, afin d'éviter la formation de corps plus ou moins corrosifs, tels que l'acide acétique, produit se retrouvant presque toujours dans les gaz de la combustion des moteurs actuels, souvent en très petites doses. Ceci porterait à croire qu'il y a constamment attaque de la soupape d'échappement. En cours de marche, il n'en est rien, mais, en temps d'arrêt, il peut se condenser un liquide acide qui attaquerait le métal. Il paraît indiqué, avant un repos prolongé surtout, de faire marcher le moteur quelques instants avec du pétrole ou de l'essence, afin d'expulser les vapeurs acides.

On a reproché, en outre, à l'alcool d'encrasser la soupape d'admission et même de la faire adhérer à son siège après refroidissement du moteur. D'expériences faites par M. Sorel, à Paris, sur les moteurs exposés en 1902, il ressort que ces reproches sont immérités ou très exagérés. Il est des soupapes qui, comme celles du moteur de la Société suisse pour la construction de machines à Winterthur, restèrent remarquablement propres. D'autres eurent quelque dépôt de noir de fumée et on put les attribuer à un défaut de vaporisation de l'alcool. Il est probable, en effet, que si l'alcool est simplement divisé en gouttelettes, celles qui se déposent sur la soupape surchauffée s'y décomposent, donnant naissance à des carbures plus ou moins riches en carbone.

Dans l'étude d'un moteur à gaz tonnant, et par suite dans celle du moteur à alcool, on doit porter une attention spéciale à la carburation de l'air, à la température des gaz carburés, ainsi qu'à la quantité d'air capable de produire une combustion complète.

Pour obtenir le meilleur effet possible, il convient de donner au mélange explosif la plus grande homogénéité, en

[1] Voir N° du 10 octobre 1904, page 353.

évitant l'existence de gouttelettes liquides; il faut donc chercher à réaliser une vaporisation absolue du combustible et son maintien à l'état de vapeur jusqu'au moment où la combustion est complète, c'est-à-dire se placer dans des conditions telles que le mélange explosif ne soit pas saturé à la température la plus basse par laquelle il passera.

La variation de la tension de vapeur a fait l'objet d'une étude de laquelle nous relèverons seulement qu'à 70° la benzine a une tension de vapeur de 557 mm., l'alcool dénaturé de 539 et l'alcool carburé 50 % de 820 mm. La carburation par la benzine donne ainsi un mélange dont la tension de vapeur n'est pas intermédiaire entre celle des constituants, mais très supérieure; de là, on déduit qu'il y a avantage à carburer l'alcool au point de vue de la volatilisation du liquide, de même qu'à celui de l'énergie disponible dans le combustible.

Théoriquement, la quantité d'air nécessaire à la combustion de 1 kg. d'alcool serait de 6 m³, tandis que les carbures légers du pétrole en réclament 11,8. Le nombre de calories entraînées par les gaz d'échappement se trouve donc être bien moindre que pour les autres combustibles liquides.

On pourrait calculer à quelle température ce volume d'air sera saturé de vapeurs d'alcool, mais, pour chercher à réaliser une vaporisation complète, il faudra s'éloigner de ces conditions limites. Aussi, dans certains moteurs, emploie-t-on les gaz d'échappement à réchauffer le mélange d'air et de combustible, afin d'élever la tension de vapeur, et, d'autre part, il convient d'augmenter la proportion d'air admise par kilogramme de combustible, dans une mesure d'autant plus grande que la volatilité du liquide sera plus faible.

Nous sommes là en présence d'un mal nécessaire, commun à tous les moteurs à explosion employant des combustibles liquides, puisqu'on abaisse la température au moment de l'explosion et que les gaz d'échappement, plus abondants, entraînent davantage de chaleur.

Les observations de M. Sorel, faites au concours international de 1903, sur la combustion dans les moteurs à alcool, ont montré un moteur lourd réalisant une combustion complète en n'employant que 1,3 fois la quantité d'air théoriquement nécessaire; mais, le plus souvent, il faut compter 1,5 à 1,7 fois et, dans ces conditions, les moteurs légers marcheraient encore très mal.

On doit, en effet, tenir compte du temps pendant lequel se fait la saturation de l'air. Or, un moteur à grande vitesse fera peut-être 1500 à 1800 tours par minute et un moteur relativement lourd et lent 180. La durée d'une course du piston représente alors $^1/_{60}$ ou $^1/_6$ de seconde et, dans les premier cas, il devient impossible d'obtenir la carburation complète de l'air. A la même température, l'alcool carburé possède naturellement une vitesse de vaporisation plus élevée que l'alcool dénaturé.

Nous avons encore à mentionner l'influence de la chaleur latente de vaporisation du liquide, intervenant pour abaisser la température du mélange, si l'on ne dispose pas d'une source convenable de chaleur.

Par le calcul, on trouve qu'au voisinage de 20° l'alcool dénaturé absorbe environ 280 calories par kg. pour sa vaporisation. A cette température, les chaleurs spécifiques de l'alcool et de l'air sont respectivement de 0,776 et 0,2375. Si l'on admet un volume d'air égal à 1,5 fois celui qui est théoriquement nécessaire pour la combustion, soit 9 m³ ou 11,6 kg. par kg. d'alcool, on obtient comme capacité calorifique du mélange :

$$\begin{array}{lll} \text{air} & 11{,}6 \times 0{,}2375 & = 2{,}755 \\ \text{alcool} & 1 \times 0{,}776 & = 0{,}776 \\ \hline & & 3{,}531 \text{ calories.} \end{array}$$

Voilà la chaleur qu'il cédera par un abaissement de température de 1° et, pour fournir les 280 calories, il y aurait un refroidissement de $\frac{280}{3{,}53} = 79°$.

Cherchons, à l'aide de la variation des tensions de vapeur d'alcool, à quelle température minimum est possible la saturation de ce volume d'air; on arrive à 17° environ. Pour une vaporisation complète et régulière le mélange devrait donc être à la température de 79° + 17°, soit 96°.

Ce calcul fait voir tout au moins qu'un réchauffage du carburateur du moteur est nécessaire.

En mettant en marche le moteur à la température ordinaire de 15 à 20°, sans recourir à une source de chaleur, il y aura refroidissement du liquide soumis à l'évaporation, l'alcool ne sera que partiellement vaporisé et, si l'explosion peut se produire, les gouttelettes d'alcool entraînées se vaporiseront, remplissant le cylindre d'un mélange de vapeurs avec des gaz en partie épuisés d'oxygène. De là, les fumées noires qui se produisent aux premières explosions jusqu'à ce que les gaz d'échappement ou les parois du cylindre soient capables de fournir la chaleur nécessaire à une meilleure vaporisation.

C'est pourquoi on a l'habitude de mettre en route le moteur avec de l'essence de pétrole et, après quelques minutes, on peut commencer le fonctionnement à l'alcool. Cette double alimentation n'entraîne guère de complication.

Avec l'alcool fortement carburé il faut peu de chose pour obtenir la vaporisation complète à la température ordinaire, la mise en marche est plus simple et, si de la fumée est parfois produite au début, ce sera en faible quantité.

Fonctionnement du moteur.

Le moteur à alcool, construit jusqu'ici, diffère très peu de celui à benzine et comprend généralement deux parties: le carburateur et le moteur proprement dit.

La construction du carburateur est chose difficile, car il faut pouvoir se passer de la présence continue du chauffeur, ce qui exclut, pour les moteurs fixes, l'emploi des carburateurs d'automobiles, et il importe que la carburation de l'air ne varie qu'entre des limites acceptables. Malgré de nombreux types, on peut dire qu'un très bon carburateur à alcool n'existe pas encore.

Tandis que certaines maisons de construction attribuent une grande importance à cet appareil et au réchauffage du

mélange d'air et de combustible, d'autres suppriment plus ou moins le carburateur.

Dans le moteur Otto, le liquide est injecté, finement pulvérisé, par une petite pompe débitant la quantité voulue, dans la culasse du cylindre où, grâce à la température des parois, il se volatilise et forme, avec l'air aspiré, le mélange explosif qui pénètre dans le cylindre.

Pour le moteur de la Société suisse de construction de machines à Winterthur, il n'y a plus de carburateur ; le liquide est injecté directement dans le cylindre et s'y vaporise rapidement. Il faut alors maintenir les parois du cylindre à une température plus élevée ; aussi plusieurs constructeurs n'emploient-ils pas, pour le refroidissement, le système de la circulation d'eau. L'enveloppe du cylindre est simplement remplie d'eau qui s'évapore par le développement de chaleur du moteur, en maintenant les parois extérieures à une température voisine de 100°. Avec la benzine et le pétrole il faut un refroidissement plus intense, pour éviter que les vapeurs facilement explosives de ces liquides ne donnent des inflammations prématurées.

La marche du moteur à alcool est à 4 temps. La première course du piston correspond à l'admission, la seconde à la compression du mélange tonnant. On sait que c'est à la compression que les moteurs à explosion doivent en partie leur bon rendement. Une forte compression donne une valeur élevée à la température d'explosion, et le rendement du cycle de travail d'un fluide est fonction de la chute de température qu'il subit pendant son évolution. Il y a une limite, puisqu'un gaz tonnant, brusquement comprimé, déflagre aussitôt que la température atteint une certaine valeur.

La théorie du moteur à gaz apprend que cette compression doit être en raison inverse de la puissance calorifique du combustible. Avec le pétrole ou la benzine elle est limitée à 4 ou 5 atmosphères, mais pour l'alcool elle peut être poussée beaucoup plus loin. On recourt à des pressions de 6 à 8 atmosphères, voire même de 12, donnant à l'explosion une pression de 30 à 40 atmosphères. Si l'on peut utiliser une compression aussi forte, cela tient à la haute température d'inflammation de l'alcool et à la quantité d'eau qu'il contient. Grâce à ces circonstances, le rendement des moteurs est plus élevé que celui des autres moteurs à explosion.

La troisième phase du cycle est celle de l'explosion du mélange et de sa détente. L'allumage est produit par une étincelle électrique, et certains diagrammes relevés sur des moteurs paraissent montrer que l'inflammation de l'alcool est moins brusque que celle de l'essence. La combustion et la détente dans les moteurs à gaz sont du reste des phénomènes très complexes, dont l'étude est difficile. On constate plus de douceur et d'élasticité dans le fonctionnement du moteur à alcool, cela est dû, en bonne partie, à la détente de la vapeur d'eau qui se trouve en quantité assez considérable à côté de l'alcool. Pendant la compression l'eau absorbe de la chaleur, pour la restituer sous forme de travail lors de la détente.

Cette remarque a été mise à profit par les constructeurs, entre autre par la maison Ganz, à Budapest, qui présenta, à l'Exposition de 1900, le moteur à benzine Banki, marchant avec injection d'eau. La compression y est élevée, la détente régulière, et le rendement du combustible atteint 30 %.

Enfin, commençant avec une légère avance, l'échappement se produit dans la quatrième course du piston, pendant laquelle on ne constate pas la traînée d'étincelles parfois produite par le moteur à pétrole, car la combustion est souvent plus complète. La température des gaz d'échappement est, d'après les expériences de M. Chauveau, un peu inférieure à celle du moteur à essence, ce qui contribue à améliorer le rendement.

Comparés à d'autres, les gaz brûlés peuvent presque être déclarés sans odeur. Des analyses faites par la maison de Deutz donnèrent une production d'acide carbonique de 0,47 kg. par cheval-heure avec la benzine et de 0,28 pour l'alcool, montrant ainsi une moindre viciation de l'air, qui peut parfois entrer en considération.

Consommation et rendement du moteur.

En examinant les résultats des essais les plus complets faits sur les moteurs à alcool, dus à M. Ringelmann, qui examina les moteurs exposés au concours international de 1902, nous trouvons que les consommations d'alcool dénaturé et d'alcool carburé 50 % sont entre elles dans le rapport de 10 à 7.

Parmi les moteurs ayant donné les meilleurs résultats, citons deux moteurs de la Société suisse de construction à Winterthur, dont l'un, de 4 chevaux, dépensa à pleine charge 0,479 kg. d'alcool dénaturé par cheval-heure, et l'autre, de 15 chevaux, 0,385 kg. Les nombres de tours étaient respectivement de 240 et 205 par minute. Un moteur français de la maison Bronhot brûla 0,340 kg. seulement.

Un moteur à marche rapide de Desmarais et Morane, de 10 chevaux, faisant 1000 tours, permit de constater une consommation de 0,400 à 0,472 kg. par cheval-heure.

Le prospectus de la maison Otto, à Deutz, garantit une consommation de 0,40 à 0,55 kg., suivant la puissance du moteur et que l'on marche à pleine ou à demi-charge.

Celui de la Société de construction de machines, à Winterthur, indique que la dépense varie entre 0,300 et 0,50 kg. par cheval-heure et qu'elle est à peu près proportionnelle à la force produite.

Par les soins du Ministère de l'industrie à Vienne, des expériences ont été faites l'année dernière avec un moteur à alcool de 8 chevaux et un moteur à benzine équivalent. Le premier à brûlé 0,45 litre et le second 0,48 litre.

En 1902, a eu lieu à Berlin un important concours de locomobiles à alcool. Les essais sur ces moteurs de 6 à 19 chevaux ont donné une consommation de 0,390 à 0,530 kg. à charge normale et de 0,500 à 0,680 à demi-charge, soit naturellement des valeurs supérieures à celles du moteur fixe.

Abordons maintenant le calcul du rendement calorifique du combustible.

Le travail d'un cheval-heure correspond à 75×3600 ou

270 000 kgm.; la valeur de l'équivalent mécanique de la chaleur étant de 425 kgm., on trouve que le cheval-heure correspond à $\frac{270\,000}{425} = 635$ calories.

Nous avons cité un moteur à alcool ayant dépensé 0,340 kg. par cheval-heure, mais prenons la consommation de 0,400 kg., garantie par les prospectus, et admettons 5800 calories comme puissance calorifique moyenne du kilogramme d'alcool.

Le rendement calorifique du combustible devient : $\frac{635}{0{,}4 \times 5800} = 27{,}3\,\%$; il serait de 32 % pour la consommation de 0,340 kgm., soit une valeur voisine du rendement du moteur Diesel.

Rappelons que la machine à vapeur la meilleure n'utilise guère que 15 % de l'énergie calorifique contenue dans le combustible. Le moteur à gaz, de puissance comparable à celle des moteurs à alcool, atteint un rendement de 23 %, bien que les moteurs puissants arrivent à des valeurs supérieures. Les rendements des bons moteurs à pétrole et à benzine ressortent par le calcul à 18 et 21 %.

Ainsi, malgré une puissance calorifique très inférieure, l'alcool utilisé comme source d'énergie mécanique donne de meilleurs résultats que la benzine.

La dépense par cheval-heure, exprimée en volume, est à peu près la même pour ces deux combustibles. Il s'en suit qu'au point de vue économique l'alcool peut entrer en concurrence avec la benzine lorsque le prix de l'hectolitre est le même ; or, c'est sensiblement le cas en Allemagne.

En France, en Autriche, il y a entre les coûts de l'hectolitre de benzine et d'alcool un certain écart qui n'empêchera pas celui-ci d'être préféré dans bien des cas.

Il est certain qu'il n'y a pas à mettre le moteur à alcool en parallèle avec d'autres, lorsqu'il s'agit de grandes puissances. De même que le moteur à essence, il restera celui de la petite industrie, là où n'existe pas de distribution d'énergie électrique, ni de puissance hydraulique ; mais le champ où il peut être utilisé, demeure immense et il paraît appelé à rendre de grands services dans les pays voisins, dont la législation sur l'alcool favorise considérablement l'écoulement d'un produit national.

C'est comme moteur agricole qu'il se répandra surtout ; on sait que les exploitations agricoles recourent toujours davantage à la machine, qui opère peu à peu pour l'agriculture un renouvellement de ses méthodes de travail. Il prend alors la forme de locomobile lui permettant de se transporter pour actionner, suivant l'époque, telle ou telle machine.

La locomobile à alcool présente sur celle à vapeur de nombreux avantages. Tout d'abord, n'ayant pas de foyer, elle est moins lourde et par suite plus facilement transportable. Le transport du combustible et de l'eau est également bien moindre et l'alcool se trouvera presque sur place. La mise en marche est très rapide et le combustible n'est consommé que pendant le fonctionnement du moteur.

Grâce à ces avantages, la locomobile à alcool se répand en Allemagne où elle est très appréciée, d'après une enquête faite par M. le professeur Strecker. De 120 propriétaires il a reçu une réponse au questionnaire qu'il leur avait adressé. Toutes font ressortir l'économie réalisée sur les transports et par la suppression d'un homme qui serait occupé à surveiller le foyer d'une locomobile à vapeur, tandis que le moteur à alcool peut être conduit par un ouvrier s'occupant encore d'un autre travail.

D'après les données fournies par ses correspondants, qui représentent donc les conditions pratiques du travail d'un moteur dans les fermes, M. Strecker, tenant compte de tout, fait ressortir en Allemagne le prix du cheval-heure effectif à 36 cent. pour la vapeur et à 25 cent. pour l'alcool.

Refaisant les calculs sur des données semblables pour la France, M. Siderski arrive à trouver aussi une économie en faveur de la locomobile à alcool.

En terminant, nous devons dire que l'emploi de l'alcool, comme source d'énergie, a aussi eu ses détracteurs. Nous avons lu les comptes-rendus d'essais faits par deux expérimentateurs allemands qui aboutissent à des coûts plus élevés qu'avec la benzine. Mais l'un d'eux avait surtout en vue l'automobile et nous croyons qu'ils ont utilisé, non un moteur construit en vue de l'alcool, mais un moteur à benzine.

Le moteur fixe à alcool est l'objet d'études diverses qui aboutiront à le perfectionner encore ; quant au moteur léger d'automobiles, les constructeurs ne l'ont guère établi sérieusement jusqu'ici pour l'alcool dénaturé, puisque les chauffeurs ne le réclamaient pas.

Société technique suisse de l'industrie du gaz et des eaux[1].

Les Eaux de Lausanne.

Communication de **M.E. Chastellain**, *ingénieur, chef du Service des Eaux, à la XXXIe assemblée annuelle, le 25 septembre 1904, à Lausanne.*

La ville de Lausanne est à ce jour alimentée :

1° *En eau potable,* principalement par son service communal des eaux, et en outre par deux sociétés privées ou associations de propriétaires, les eaux de Pierre-Ozaire et de Moilles Donnes.

2° *En eau industrielle,* par la Société des eaux de Bret.

Nous nous bornerons à vous exposer spécialement l'alimentation en eau potable du service communal.

Ce service dispose des eaux suivantes :

1° Des eaux des sources dites du Jorat, environ 1500 litres-minute, qui sont réservées aux quartiers élevés compris entre les altitudes de 590 à 700 m.

2° Des eaux du Pont-de-Pierre, d'un débit d'environ 3500 litres-minute, et enfin de celles du Pays-d'Enhaut, dont le débit est de 7000 litres-minute en hiver et de 13 000 litres-minute en été.

[2] Voir N° du 10 octobre 1904, page 355.