

Zeitschrift: Bulletin de la Société vaudoise des ingénieurs et des architectes
Band: 21 (1895)
Heft: 4

Artikel: Le moteur à gaz
Autor: Dowson, J. Emerson
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-18762>

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: 09.02.2026

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

d'alors seulement que date le véritable service chronométrique à l'observatoire dont la création est due à l'initiative de E. Plantamour d'une part, de la classe d'industrie et de commerce de l'autre, par l'institution, dès 1872, des concours de réglages spéciaux avec stipulations précises.

Le règlement de 1874 fut en vigueur jusqu'en 1879, époque à laquelle il fut transformé. De 1872 à 1879, la classe d'industrie et de commerce institua huit concours successifs à conditions légèrement variables.

Au concours international, offert par la classe d'industrie de la Société des arts à l'occasion du centenaire de cette société, en 1876, nous voyons un chronomètre de la maison Nardin au Locle atteindre les valeurs de marche et variations ci-après.

Variation moyenne diurne	$\pm 0^s26$
» » de position	$\pm 0^s43$
Erreur de compensation	$\pm 0^s01$

Ces concours étaient fréquentés par une partie seulement des chronomètres déposés dans la 1^{re} classe d'épreuves. Voici quelques chiffres y relatifs :

En 1872	30	pièces	furent	admisses	au	concours.
En 1873	28	»	»	»	»	»
En 1874	53	»	»	»	»	»
En 1875	47	»	»	»	»	»
En 1876	84	»	»	»	»	»
En 1877	63	»	»	»	»	»
En 1878	210	»	»	»	»	»
En 1879	136	»	»	»	»	»

De 1875 à 1879, soit pendant 5 ans, 1390 pièces ont subi les épreuves, dont 730 en première classe, 459 en deuxième et 201 en troisième.

Le règlement de 1879 introduisit plusieurs modifications importantes. Les épreuves thermiques devinrent beaucoup plus importantes, surtout dans la 1^{re} classe, appelée catégorie A. On créa aussi dans chaque catégorie (A, B et C) deux sortes de bulletins avec exigences différentes, les bulletins de marche simples et les bulletins très satisfaisants.

Dans la période comprise entre les années 1880 et 1890 soit pendant 11 ans, 6237 chronomètres subirent les épreuves, dont en catégorie A, 2376 pièces ; catégorie B, 1445 pièces ; catégorie C, 2416 pièces. Voici un exemple des résultats obtenus dans le concours de l'année 1885 par un chronomètre des frères Zentler, dans la classe A.

Variation moyenne diurne	$\pm 0^s24$
» » de position	$\pm 0^s39$
Erreur de compensation	$\pm 0^s017$

Durant cette même période la classe d'industrie a maintenu ses concours lesquels s'adressaient aux seuls chronomètres d'origine genevoise ayant obtenu un bulletin très satisfaisant aux épreuves de catégorie A.

En 1890, une nouvelle modification a été faite. Les bulletins des deux espèces de chaque catégorie ont été abolis et, actuellement, les épreuves de 1^{re} classe sont identiques, avec quelques exigences de plus, à celles qui conféraient le bulletin très satisfaisant de la catégorie A. Les concours annuels de réglage de la classe d'industrie et de commerce ont aussi continué

pour les chronomètres genevois ayant obtenu des bulletins de 1^{re} classe.

Sauf de rares exceptions, tous ces chronomètres de poche sont construits avec l'échappement à ancre. Tandis que les chronomètres de marine à suspension sont généralement pourvus de l'échappement dit à bascule.

Remarquons en terminant que la variation moyenne diurne par 24 heures indiquée ci-dessus, ne représente plus ^{que} le $\frac{1}{480}$ de celle tolérée au concours de 1792.

Lausanne, le 16 février 1895.

E. DE VALLIÈRE, ingénieur.

LE MOTEUR A GAZ

par J. EMERSON DOWSON,

Membre de l'institution des ingénieurs civils de Londres.

Traduction de A. de Reuterskiöld, ingénieur, à Lausanne.

Le moteur à gaz tend à supplanter le moteur à vapeur. Il y a quelques années il ne s'agissait encore que d'applications spéciales et de petites forces. Le générateur à gaz pauvre de Dowson lui a frayé récemment une voie nouvelle en dotant l'industrie d'un agent de force motrice très économique.

Le gaz résout le problème de la fumivorté et présente de tels avantages de commodité que même avec le gaz d'éclairage si coûteux, on le préfère souvent à la vapeur.

L'autorité de l'auteur donne à l'étude ci-après un intérêt particulier. Elle est extraite d'un recueil technique mensuel très apprécié *The engineering Review*, que notre société reçoit en échange du *Bulletin*.

Pour éviter des confusions, nous rappelons que sous les dénominations de : *gaz pauvre*, *gaz mixte*, *gaz Dowson*, *gaz pour force motrice* (en allemand *Kraftgas*), on entend un produit moyen dont la composition est intermédiaire entre le gaz d'éclairage et le gaz à l'eau. Le terme de *gaz pauvre* indique qu'il est moins riche en hydrogène et en calories que le gaz d'éclairage.

(Note de la rédaction.)

Les moteurs à gaz vendus en Angleterre jusqu'à aujourd'hui représentent une force d'à peu près 600 000 chevaux et une dépense annuelle de gaz d'éclairage de près d'un million de livres sterling. Depuis quelques années le rendement des appareils a été considérablement amélioré. On croyait au début que le système n'était pratiquement applicable qu'à de faibles forces, mais on est arrivé maintenant à livrer des moteurs de 200 chevaux à cylindre unique, et de 400 chevaux à deux cylindres.

Considéré au point de vue de l'équivalence mécanique de la chaleur, le rendement d'un moteur soit à vapeur, soit à gaz, résulte de la proportion de chaleur transformée en travail utile par la combustion. Ce rendement dépend essentiellement de la différence entre les pressions initiale et finale dans le cylindre ; et c'est parce que ce principe est maintenant mieux compris que les machines à vapeur récentes marchent à haute pression. Avec les moteurs à gaz la pression initiale est de plus du double de celle adoptée usuellement pour les moteurs à vapeur ; ceci déjà donne un grand avantage aux moteurs à gaz.

Examinons les rendements possibles : Au dire du professeur Kennedy, le moteur à vapeur convertit en travail au plus 30 % de l'énergie produite par la combustion, et le moteur à air chaud 50 % tandis que le moteur à gaz à foyer intérieur atteint

80 0/0. Ces chiffres sont des maxima théoriques ; en pratique les meilleures machines à vapeur ne dépassent pas 10 0/0 et celles à gaz environ 25 0/0.

Les moteurs à gaz ont subi de nombreux perfectionnements, notamment depuis deux ou trois ans. Le premier moteur à gaz Lenoir, introduit dans le commerce il y a une trentaine d'années, consommait plus de 100 pieds cubes (2m^3700) de gaz d'éclairage par cheval et par heure, tandis que les derniers modèles consomment au plus 18 à 25 pieds cubes (0m^3486 à 0m^3675). Un moteur Crossley, type spécial, qui vient d'être expérimenté, réduit la consommation par heure à 14 pieds cubes par cheval à l'indicateur et 16 $\frac{1}{2}$ pieds par cheval effectif au frein.

La remarquable invention du Dr Otto en 1876 a puissamment contribué à amener ce résultat. Suivant le Dr Otto, le point essentiel était la stratification de la charge introduite dans le cylindre ; mais les constructeurs ont depuis longtemps abandonné cette idée et il n'y a pas de doute que les succès du moteur Otto sont dus à la compression de la charge de gaz et d'air avant l'allumage et à la manière dont cette compression est effectuée dans le cylindre moteur.

Le Dr Otto voyait un grand avantage à retenir dans le cylindre une grande partie des produits de la combustion pour les mélanger à la charge suivante ; nous montrerons ci-après que sur ce point il était dans l'erreur.

Le moteur Otto a un cycle à quatre phases :

Première phase : Aspiration du mélange détonant, gaz et air.

Seconde phase : Compression du mélange.

Troisième phase : Inflammation et détente engendrant le travail.

Quatrième phase : Expulsion partielle des produits brûlés.

En vue de la compression un espace considérable est réservé entre le fond du cylindre et le piston ; cet espace reste occupé par les produits de la combustion qui se mélangent à la charge suivante de gaz et d'air. Si le gaz employé est du gaz d'éclairage il peut supporter d'être ainsi dilué, mais il est certain que plus il est dilué, plus la consommation par heure augmente, sans doute parce que la combustion est moins parfaite.

M. Clerk, M. Atkinson et d'autres ont construit des moteurs où les produits de la combustion sont plus ou moins éliminés, mais d'autres difficultés ont surgi et il paraît difficile d'arriver à éliminer complètement ces produits sans sacrifier la simplicité du cycle d'Otto.

Pour de petits moteurs l'objection n'a pas grande importance, mais pour des moteurs de grande dimension, il en résulte une augmentation sensible de la consommation du gaz. L'inconvénient est plus grand encore lorsqu'on emploie le gaz pauvre au lieu de gaz d'éclairage ; car à volume égal il est plus faible et supporte plus difficilement d'être dilué.

D'excellents résultats ont certainement été atteints avec les moteurs du type Otto, ce qui n'empêche pas de chercher à en obtenir de meilleurs. Des essais faits avec un moteur alimenté de gaz Dowson nous montrent une augmentation de force de plus de 30 0/0 tandis que la consommation du gaz par cheval est diminuée de 20 0/0 lorsque les produits de la combustion sont éliminés. Le gaz contient une forte proportion d'azote et un peu d'acide carbonique, or comme les $\frac{4}{5}$ environ de chaque volume d'air introduit dans le cylindre se compose

d'azote, on comprend qu'il n'est pas facile à chaque molécule d'oxygène d'arriver en contact avec les molécules d'hydrogène et d'oxyde de carbone.

Si nous laissons de côté pour un instant la question de l'influence des produits de la combustion demeurés dans le cylindre, nous pouvons nous représenter la charge comme formée de deux éléments en conflit, les $\frac{4}{5}$ du premier élément s'opposant à ce que son dernier cinquième s'associe à la première moitié de l'autre élément, dont la seconde moitié est aussi hostile à l'association. Lorsque la charge pénètre dans le cylindre elle se mêle aux produits de la combustion et la combinaison de l'oxygène avec les gaz combustibles est rendue encore plus difficile. A ces difficultés s'ajoute encore le fait que l'oxyde de carbone s'enflamme plus difficilement que l'hydrogène, probablement parce que le carbone a déjà en partie satisfait à son affinité pour l'oxygène.

Outre la combustion incomplète, ce mélange avec les produits de la combustion cause d'autres troubles plus ou moins graves ; par exemple lorsqu'un volume considérable de produits de la combustion reste dans le cylindre à une température élevée le moteur lui-même s'échauffe, la nouvelle charge se dilate en entrant dans le cylindre et pour un volume donné de gaz l'énergie est moindre. En outre, si l'espace réservé dans le cylindre est grand et que pour une cause quelconque une charge ne s'enflamme pas, après l'aspiration suivante la charge est d'autant plus forte et la pression causée par l'explosion devient exagérée.

Lorsque les produits de la combustion sont complètement éliminés l'allumage est plus rapide et il y a moins de perte de force avec du gaz de mauvaise qualité ; on évite presque complètement les explosions tardives, les pressions produites par les explosions successives sont plus régulières, ce qui donne un travail régulier ; la détonation causée par l'explosion qui succède à un coup raté est atténuée ; enfin et surtout, le moteur rend plus de travail sans accroissement de frottement.

Nous avons parlé de gaz de fabrication spéciale, parce que ce produit est avantageux pour les moteurs de grande dimension. Avec notre gaz il y a non seulement forte économie sur le gaz d'éclairage, mais le moteur à gaz donne alors de meilleurs résultats que le meilleur moteur à vapeur.

Crossley et d'autres constructeurs *garantissent* maintenant une consommation moyenne de 1 livre ($0\text{kg}450$) d'anthracite ou de 1 $\frac{1}{3}$ livre ($0\text{kg}600$) de coke par cheval et par heure pour les moteurs de 50 à 100 chevaux et une consommation moindre dans le cas de moteurs de plus grande dimension. Si donc en éliminant les produits de la combustion on peut arriver à réduire de 20 0/0 la consommation et qu'on fasse en outre la part des perfectionnements dont le matériel actuel paraît susceptible, il semble que l'on doive aboutir, dans un avenir plus ou moins rapproché, à un chiffre de consommation de $\frac{1}{2}$ livre de combustible par cheval et par heure.

Dans les meilleures machines à vapeur, sans condensation, de 100 chevaux, la consommation de bonne houille s'élève à 2 $\frac{1}{2}$ à 3 livres ($1\text{kg}25$ à $1\text{kg}35$) par cheval et par heure si la chaudière est à proximité de la machine. Lorsque la vapeur

doit être transportée à distance et lorsque les variations de pression sont considérables la consommation est beaucoup plus forte. Sir Frederick Bramwell indique, d'après une étude faite dans la ville de Birmingham en vue d'établir des conduites de distribution de force dans les rues, que la consommation de six moteurs de 5 à 30 chevaux pris au hasard dans la ville était au minimum de 9,6 livres et au maximum de 27,5 soit une moyenne dépassant 18 livres (7^{kg}_{100}).

Il faut qu'une chaudière à vapeur ait des proportions suffisantes pour livrer la vapeur avec régularité et accumuler une réserve d'eau et de vapeur constamment disponible. La vapeur comprimée dans la chaudière doit être transportée par les tuyaux à la pression voulue pour la machine, la chute de pression et le refroidissement des tuyaux amènent une déperdition de force de 10 % au moins et souvent beaucoup plus.

Dans le moteur à gaz au contraire le fluide pénètre dans le cylindre à une très faible pression et si le gaz se refroidit sur le trajet c'est même un avantage, car le gaz devient plus dense et un volume donné représente une énergie d'autant plus grande. Le mélange est comprimé dans le cylindre par la machine elle-même et lorsque la charge est allumée il y a immédiatement un grand développement de chaleur et une augmentation de pression.

Nous avons fait remarquer qu'avec la vapeur la condensation dans les tuyaux, etc., est considérable ; avec le gaz cette perte est évitée, et comme le gaz peut être transporté facilement à distance on peut sans inconvénient multiplier le nombre des moteurs de faible dimension et alléger les arbres de transmission, dans une même section d'un grand atelier.

Avec la vapeur, si une chaudière actionne un moteur unique placé à proximité, la vapeur est mal utilisée par le cylindre en cas de chômage d'une partie de l'outillage. Et si l'on adopte le système des moteurs distribués en divers points et actionnés par un générateur central, on tombe dans l'écueil des condensations dans le tuyautage.

Nous avons dit que les moteurs à gaz consomment moins de combustible que les meilleurs moteurs à vapeur et qu'en outre ils ne sont pas exposés à des pertes par condensation, mais ce n'est pas tout.

Un point de grande importance est la dépense parasite de combustible lorsque le feu est couvert. Avec des générateurs de grande dimension, on ne peut laisser éteindre le feu chaque soir, car le refroidissement de l'eau dans la chaudière et des parois du foyer, causerait une perte de temps à la reprise du service le lendemain matin. Le procédé usuel consiste donc à couvrir le feu et à le laisser brûler modérément toute la nuit. Dans les stations centrales de distribution électrique de Londres, où cette question a été étudiée avec beaucoup de soin, cette dépense est évaluée au 10 % du combustible et elle est probablement bien supérieure à ce chiffre dans les installations qui ne marchent que pendant huit à dix heures sur vingt-quatre. Dans le cas du gaz, le générateur reste bien en feu pendant les heures du chômage, mais il n'y a ici ni eau ni grosse maçonnerie à maintenir à une haute température et d'ailleurs la surface de refroidissement est peu considérable. L'auteur a procédé à des expériences destinées à déterminer les éléments de cette dépense,

en plaçant le générateur sur une balance. Voici dans quelles conditions :

Le gaz fabriqué pendant les heures de travail actionnait un moteur de 35 chevaux environ ; un joint hydraulique placé sur le tuyau de départ reliait la partie mobile du système à la partie fixe et permettait de suivre le jeu des pesées. Des relevés fréquents à la balance comparés aux diagrammes fournis par l'indicateur du cylindre moteur déterminaient la proportion de combustible transformée en travail. Ces constatations faites avec l'appareil en marche, on a procédé à la détermination de la consommation de combustible pendant un chômage de dix-huit heures consécutives, le feu étant maintenu en activité tout ce temps.

Une première expérience a constaté une perte en anthracite de 18 livres, soit de 1 livre par heure. Un essai semblable, avec un feu de coke dans le générateur, a constaté une perte de 60 livres pendant 17 heures, soit environ $3\frac{1}{2}$ livres par heure.

A Chelsea trois expériences faites avec un générateur alimentant environ 150 chevaux ont donné pour résultat une perte d'anthracite pendant la nuit de 6 à 8 livres par heure. A l'usine de MM. Crossley à Openshaw il a été procédé au mois de janvier 1893 aux expériences suivantes avec un générateur de 250 à 300 chevaux :

Le 19, arrêt à 8 heures du soir, reprise le lendemain à 5 heures du matin, consommation d'anthracite 69 livres en 9 heures, soit 7,6 par heure. Le 20, même arrêt, consommation 5,1 par heure. Le samedi 21, arrêt à 2 heures, reprise lundi 23 à 7 heures, consommation 3,9 par heure. Un léger courant d'air avait été ménagé pour empêcher le feu de s'éteindre. Ce grand générateur consomme en marche normale 275 livres d'anthracite par heure. Si donc on admet un travail de 10 heures par jour au lieu de 15 pour arriver à une moyenne journalière, le combustible consommé serait de 2750 livres. Il y aurait alors 14 heures de chômage et en prenant la consommation à $5\frac{1}{2}$ livres par heure la perte serait de 77 livres soit en tout une consommation de 2827 livres ; la dépense correspondant au chômage de 14 heures serait donc 2,8 % de la consommation totale de 24 heures. Nous pouvons aussi ajouter que les frais d'entretien et de réparations des chaudières à vapeur sont coûteux tandis que ceux d'une installation telle que celle d'Openshaw reviennent à 5 £ par an environ. En outre, il y a moins de cendres et de scories à enlever, on évite la dépense d'une grande cheminée, le salaire du chauffeur est le même que pour une installation à vapeur de même force ; les frais d'assurance sont moindres.

En résumé, nous caractérisons les mérites du moteur à gaz en disant qu'il a sur son concurrent les avantages suivants : Il convertit en travail une plus grande proportion de la chaleur dégagée par la combustion ; il consomme moins de combustible par heure de travail et par heure de chômage sous feu couvert ; enfin le moteur à vapeur, qui a progressé dans la mesure du possible, rencontrera toujours l'obstacle de la chaleur latente de la vapeur, tandis que les progrès réalisés par le moteur à gaz au cours des vingt dernières années laissent encore le champ ouvert au génie inventif des constructeurs.