

<b>Zeitschrift:</b>	Bulletin technique de la Suisse romande
<b>Band:</b>	41 (1915)
<b>Heft:</b>	13
<b>Artikel:</b>	Les machines thermiques et frigorifiques à l'Exposition nationale suisse de 1914, à Berne
<b>Autor:</b>	Cochand, J.
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-31612">https://doi.org/10.5169/seals-31612</a>

### **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:** 26.01.2026

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

# Bulletin technique de la Suisse romande

ORGANE EN LANGUE FRANÇAISE DE LA SOCIÉTÉ SUISSE DES INGÉNIEURS ET DES ARCHITECTES — PARAÎSSANT DEUX FOIS PAR MOIS

RÉDACTION : Lausanne, 2, rue du Valentin : Dr H. DEMIERRE, ingénieur.

**SOMMAIRE :** *Les machines thermiques et frigorifiques à l'exposition nationale suisse de 1914, à Berne*, par J. Cochand, ingénieur (suite). — Concours pour l'Ecole professionnelle, à Lausanne. — *Chronique*: Les succédanés de la benzine pour l'alimentation des moteurs. — Obusiers de campagne anglais. — Effet physiologique de l'explosion des obus. — L'application de l'électricité à la cuisson et au chauffage. — Société suisse des Ingénieurs et des Architectes. — *Bibliographie*. — Association amicale des anciens élèves de l'Ecole d'Ingénieurs.

## Les machines thermiques et frigorifiques à l'Exposition nationale suisse de 1914, à Berne.

par J. COCHAND, Professeur à l'Ecole d'ingénieurs de Lausanne.  
(Suite)<sup>1</sup>.

### Les machines soufflantes de MM. Brown, Boveri & Cie, Baden.

#### a) Turbo-soufflante pour aciéries Bessemer ou Thomas.

Le groupe se compose d'une turbine à vapeur de 2750 chevaux de puissance normale à la vitesse de 3 200 tours par minute (fig. 37) et d'une soufflante directement accouplée. La turbine est d'une construction normale comme le montre la figure, mais le tambour est d'un dessin spécial qui mérite notre attention. En effet il est forgé d'une seule pièce avec le tourillon du côté de la haute pression, ce qui permet d'éviter complètement pour cette partie soumise à des fluctuations de température considérables, les inconvénients résultant d'un tourillon fixé à chaud, c'est-à-dire une dislocation plus ou moins rapide de cette pièce et du tambour. Du côté de la basse pression où la variation de température est extrêmement faible, il n'y a aucun désavantage à se servir du procédé habituel, et l'on peut sans danger fixer le tourillon à chaud.

<sup>1</sup> Voir N° du 10 avril 1915, page 73.

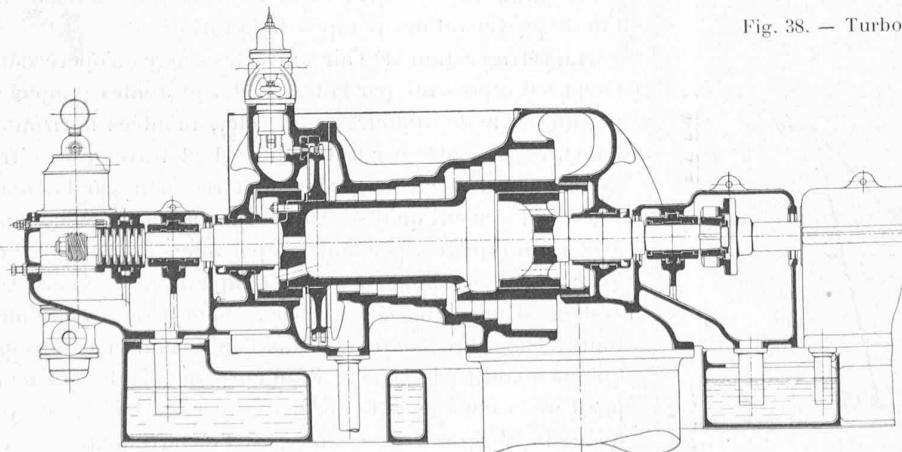


Fig. 37. — Turbine à vapeur de 2750 chevaux.

La soufflante (fig. 38) a été construite pour un débit normal de 700 m<sup>3</sup> d'air par minute à la pression effective de 2 à 2,5 kg/cm<sup>2</sup> et pour une vitesse de 3 200 tours par minute ; elle se compose de quatre roues mobiles montées en série. L'air est refoulé après deux compressions successives dans un réfrigérant spécial, dont nous reparlerons, où il est refroidi et ramené sensiblement à la température ambiante par injection d'eau. Dans les constructions

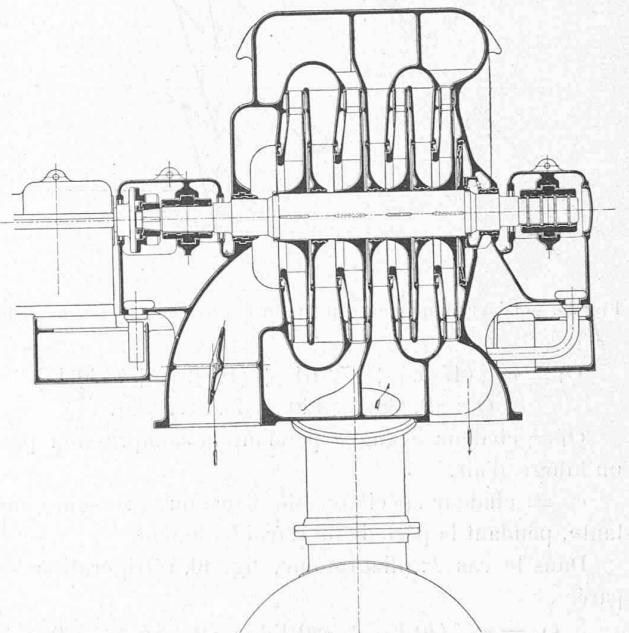


Fig. 38. — Turbo-soufflante à 4 étages pour 700 m<sup>3</sup> d'air.

anciennes on s'efforçait de réfrigérer l'air pendant presque toute la compression en faisant circuler l'eau dans la bâche de la soufflante pourvue à cet effet d'un manteau, mais sans cependant arriver au résultat désiré. Ceci était surtout le cas pour des grosses quantités d'air.

MM. Brown, Boveri & Cie compent qu'avec l'ancien système on arrivait à un refroidissement après chaque étage de 8 à 10° seulement, ce qui donne une élévation de

de température de l'air comprimé à 2 kg/cm<sup>2</sup> effectifs, d'environ 105° C., tandis qu'en utilisant un réfrigérant spécial et en refroidissant l'air seulement après les deux premières compressions, on arrive à une augmentation de température de 65° C.

Par le diagramme d'entropie pour l'air (fig. 39 et 40) on trouve en outre que le travail de compression dans le premier cas, est supérieur au second d'environ 7%.

En effet, le travail à fournir étant proportionnel à la quantité de chaleur dégagée pendant la compression, nous avons pour un kilogramme d'air, dans le cas 1: (fig. 39, réfrigération par la bâche),

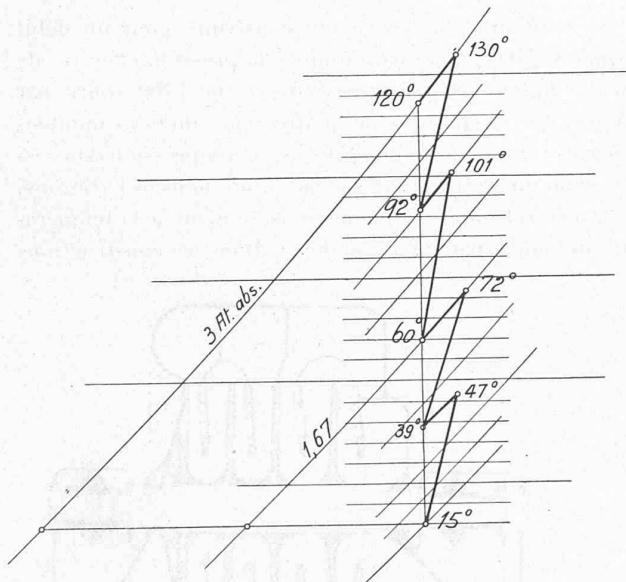


Fig. 39. — Diagramme d'entropie pour la réfrigération par la bâche.

$$Q_1 = c_p [(47-39) + (72-64) + (101-92) + (130-15)]$$

$$Q_1 = 0,2385 \times 140 = 33,4 \text{ Cal./kg.}$$

$Q_1$  = chaleur dégagée pendant la compression pour un kilogr. d'air.

$c_p$  = chaleur spécifique de l'air sous pression constante, pendant la période de refroidissement.

Dans le cas 2: (diagramme, fig. 40, réfrigération séparée).

$$Q_2 = c_p [(80-15) + (80-15)] = 0,2385 \times 130$$

$$Q_2 = 31,0 \text{ Cal/kg.}$$

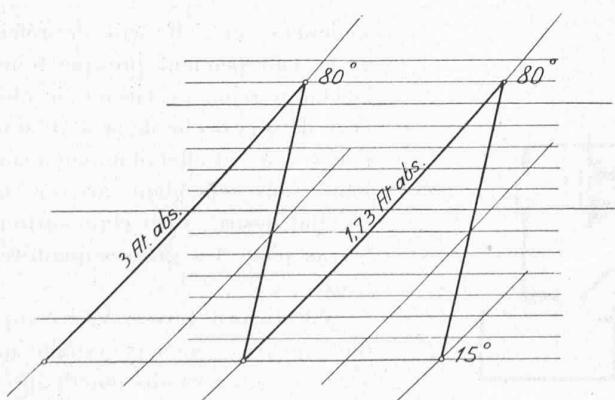


Fig. 40. — Diagramme d'entropie pour la réfrigération séparée.

Nous avons donc pour une compression ramenée à l'isothermique, dans les deux cas et en admettant un rendement identique de 75% pour toutes les roues mobiles, une amélioration pour le cas 2, de :

$$\frac{33,4 - 31,0}{33,4} \cdot 100 = 7,2\%$$

D'autre part la construction de la nouvelle soufflante est notablement simplifiée, ce qui motive complètement cette disposition, même si l'économie était égale dans les deux cas.

La soufflante (fig. 38) comme nous l'avons dit plus haut est à 4 étages. Les roues mobiles sont fixées sur un arbre largement dimensionné dont la vitesse critique est voisine de 3 900 tours par minute, donc supérieure d'environ 22% au nombre de tours maximum. La rigidité parfaite de l'arbre est nécessaire pour une soufflante de ce genre dont on doit fréquemment faire varier la vitesse, il serait impossible dans ces conditions d'avoir un arbre dont le nombre de tours critique est en dessous de la normale. La suppression de la réfrigération intermédiaire a permis d'adopter un diamètre d'arbre aussi fort sans que l'on se trouve gêné pour la construction des roues mobiles. Ces dernières se composent d'un disque à moyeu en acier de première qualité, les aubes sont en acier-nickel et sont rivées d'une part sur ce disque, d'autre part sur un plateau circulaire également en acier-nickel dont l'épaisseur augmente vers le centre, de manière à obtenir un corps d'égale résistance.

La bâche de la soufflante est divisée en deux parties par un plan horizontal passant par l'axe, elle contient les roues directrices qui sont rapportées et les douilles pour labyrinthes.

L'équilibrage de la poussée axiale s'effectue par un disque (à droite de la fig. 38) tournant entre deux systèmes de labyrinthes. La poussée est équilibrée automatiquement pour toutes les conditions de marche par le fait que le joint augmente plus ou moins, soit d'un côté soit de l'autre ce qui fait varier la pression sur la face droite du disque. Le palier de butée n'a donc rien ou peu à supporter. Cette disposition permet en outre d'éviter un joint à haute pression.

Le graissage des paliers se fait sous pression par de l'huile provenant des pompes de la turbine.

La réfrigération de l'air entre les étages s'opère dans l'appareil représenté par la fig. 41. L'eau froide est injectée par une série de tubulures *a b c*, etc., montées horizontalement. L'air entre par la tubulure *A* et traverse le réfrigérant dans toute sa longueur pour ressortir par la tubulure *B*. Il s'ensuit qu'il se trouve constamment en contact avec l'eau injectée, pendant son passage dans l'appareil et qu'il se refroidit finalement à la température de l'eau. Un système d'aubes disposées verticalement permet d'éliminer toute l'eau libre contenue dans l'air; celui-ci n'entraîne qu'une quantité de vapeur d'eau correspondante à sa température et comme cette dernière est assez basse, ce système de réfrigération n'offre pas d'inconvénient sous ce rapport.

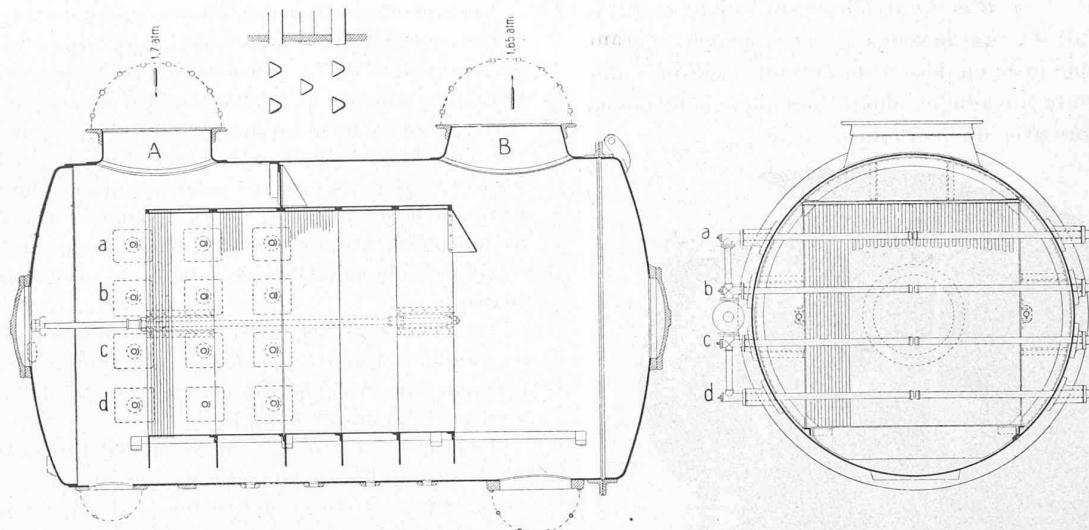


Fig. 41. — Réfrigérant d'air par injection.

Une vanne à flotteur laisse évacuer l'eau d'injection automatiquement et au fur et à mesure. Pour éviter que cette eau dépasse un niveau déterminé dans le réfrigérant, dans le cas où la vanne susdite ne fonctionnerait pas, l'eau d'injection est arrêtée automatiquement par le moyen d'une seconde vanne à flotteur, si toutefois elle atteint un niveau maximum déterminé.

#### b) Aspirateur de gaz.

MM. Brown, Boveri & Cie exposent encore un aspirateur de gaz (fig. 42) accouplé directement à un moteur électrique tournant à 3 000 tours par minute. L'appareil qui n'est pas autre chose qu'une soufflante est calculé pour une quantité de 41 000 mètres cubes de gaz à l'heure tout en obtenant une dépression de 1 700 mm, de colonne d'eau. Il sert à distribuer un gaz quelconque dans un réseau très étendu sous pression sensiblement constante. Il doit être

construit pour supporter une certaine variation de température et de manière que l'eau et le goudron qui se séparent du gaz pendant son passage dans la soufflante n'aient pas une influence notable sur le rendement de celle-ci. A cet effet on a prévu des tubulures ad hoc pour son évacuation normale et constante. Une turbo-soufflante de ce genre semble réunir toutes les qualités exigées, son rendement est en outre élevé et peut dépasser 70 % en prenant comme base, une compression isothermique.

Le réglage des turbo-soufflantes de MM. Brown, Boveri & Cie s'effectue au moyen d'un piston dont l'une des faces est en communication avec la conduite de refoulement. Ce piston est en relation avec une soupape d'échappement qui permet de laisser passer une certaine quantité d'air ou de gaz soit à l'air libre, soit dans la conduite d'aspiration pour éviter que l'on arrive en dessous du volume critique et qu'il se produise le phénomène connu sous le nom

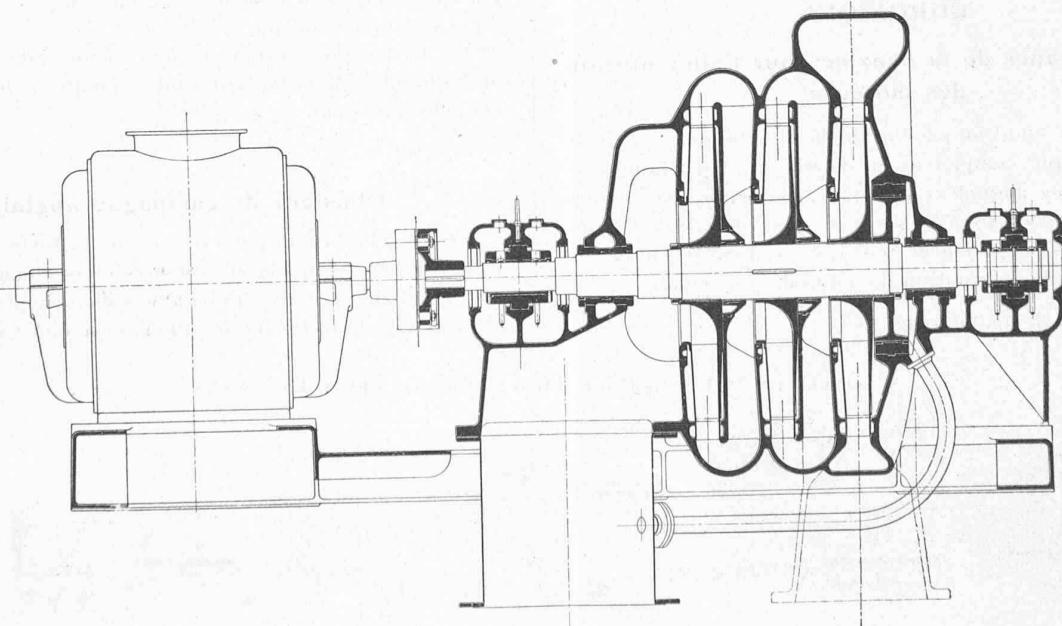


Fig. 42. — Aspirateur de gaz.

de « pompage » (voir *Bulletin technique* du 10 janvier 1915, page 3). On s'arrange que la soupape d'échappement n'entre en fonction que juste en dessus de la limite critique, afin que la soufflante travaille le plus économiquement possible mais encore avec une parfaite sécurité.

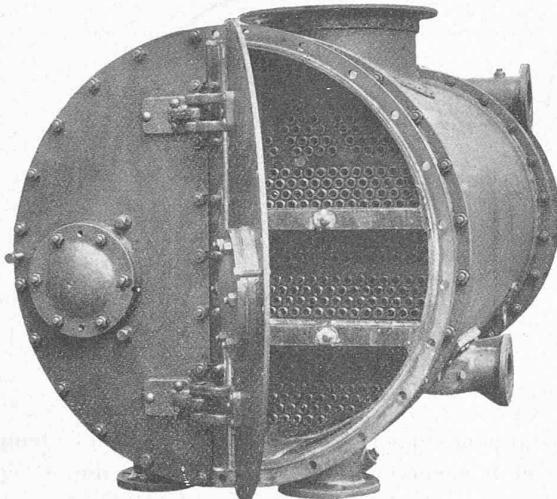


Fig. 43. — Condenseur à surface de 90 m<sup>2</sup>.

MM. Brown, Boveri & Cie exposent finalement un *condenseur de vapeur à surface*, de 90 m<sup>2</sup> (fig. 43), intéressant par le fait qu'il est divisé en deux compartiments parfaitement indépendants, qu'il est facile de nettoyer ou de réparer pendant la marche.

(A suivre).

#### Concours pour l'Ecole professionnelle, à Lausanne<sup>1</sup>.

Nous publions aux pages 148 à 153 une reproduction des deux projets « Emy » et « Mai » qui ont obtenu un troisième prix ex æquo.

#### CHRONIQUE

#### Les succédanés de la benzine pour l'alimentation des moteurs.

La benzine étant un produit de la distillation du pétrole qui fait presque complètement défaut en Allemagne, par suite du blocus auquel ce pays est soumis, les ingénieurs allemands se sont livrés à des recherches en vue de la suppler par des succédanés, tels que le benzol, l'huile de paraffine, l'huile de goudron, la naphtaline, l'alcool.

<sup>1</sup> Voir N° du 25 juin 1915, page 136.

*La naphtaline* est un produit de la distillation de la houille. Comme elle est solide à la température ordinaire, son point de fusion étant de 79°, elle ne peut être employée à l'alimentation des moteurs qu'à l'état fondu et moyennant des dispositifs qui en excluent l'usage pour les automobiles. En effet, au démarrage, le moteur doit être alimenté par la benzine, jusqu'à ce que les organes soient suffisamment réchauffés pour que la solidification de la naphtaline dans la machine ne soit plus à craindre. Même précaution avant l'arrêt, afin d'éviter que la naphtaline se solidifie et obstrue conduits et soupapes.

*L'huile de paraffine*, produit de la distillation du pétrole et du lignite, et *l'huile de goudron* doivent être pulvérisées sous pression dans les cylindres, au moyen de dispositifs analogues à ceux des moteurs Diesel.

*Le benzol* et *l'alcool* ne sont bien volatilisés que par un air de carburation à température élevée et leur emploi est assez délicat, en raison des risques de liquéfaction auxquels ils sont exposés pendant leur passage à travers les conduites. Leur pouvoir calorifique est, pour un kg. de combustible, de 9,000 à 10,000 calories pour le benzol et de 6,000 à 7,000 calories pour l'alcool. La puissance calorifique de la benzine est de 10,000 à 11,000 calories. (Nous rappelons que ces produits, tels qu'ils sont utilisés dans l'industrie, ne sont pas des composés chimiques purs, mais des mélanges en proportions diverses de différents constituants, ce qui explique que leur pouvoir calorifique varie d'un échantillon à un autre. Ainsi, par exemple, le benzol pour automobile, dit *benzol 90%*, contient environ 84 % de benzène, 15 % de toluène et 1 % de xylène; la benzine d'automobile est un mélange d'hydrocarbures saturés.

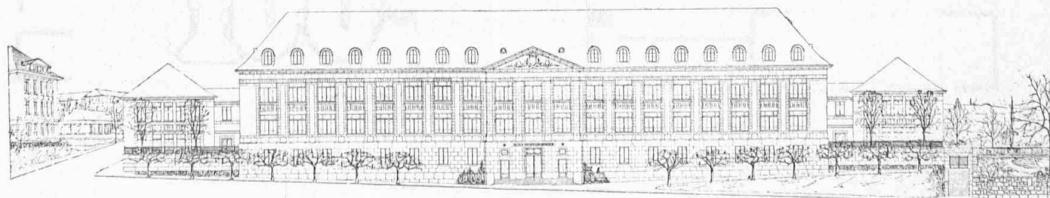
Lorsqu'on alimente un moteur à explosion au moyen de benzol ou d'alcool, le rapport du volume de la cylindrée à la fin de la compression au volume total du cylindre, rapport qui est de  $4/4$  à  $1/4,5$  pour la benzine, peut être abaissé à  $1/6,5$  à  $1/7$  pour le benzol et l'alcool. Ces deux combustibles ont en outre l'inconvénient de produire davantage de suie et l'alcool rouille facilement les pistons et les soupapes. Un autre inconvénient du benzol résulte de son point de fusion élevé, 5°. Un moyen de parer à sa congélation consiste à le mélanger à l'alcool ou au toluène.

Ce bref exposé est le résumé d'une causerie faite par M. Nallinger, à Mannheim, devant un auditoire de techniciens, et reproduite par la *Z. d. V. d. I.*

#### Obusiers de campagne anglais.

Les bouches à feu, pour résister aux efforts extrêmement considérables auxquels elles sont soumises pendant l'explosion de la charge doivent être faites d'un métal très résistant et pourvues de frettés et de manchons minutieusement ajustés.

#### CONCOURS POUR L'ECOLE PROFESSIONNELLE, A LAUSANNE



Façade sud du projet de MM. de Rham et Peloux, architectes, à Lausanne.