

Les figures marquantes et les progrès de l'industrie suisse des machines dès son origine

Autor(en): **Neeser, R. / Oguey, P.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin technique de la Suisse romande**

Band (Jahr): **64 (1938)**

Heft 5

PDF erstellt am: **12.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-49179>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Les figures marquantes et les progrès de l'industrie suisse des machines dès son origine,

par MM. R. NEESER, D^r h. c., et P. OGUEY, professeur, à
l'Ecole d'ingénieurs de Lausanne.

(Suite et fin.)¹

L'essor de l'industrie des machines sous l'influence de l'électrotechnique.

Le développement extraordinaire de l'électrotechnique est pour une très grande part à l'origine des progrès réalisés au cours de cette dernière période dans tout le domaine de la mécanique en ce sens que les besoins toujours plus considérables en énergie électrique poussèrent les constructeurs à augmenter constamment la puissance unitaire, la vitesse et le rendement des machines motrices.

Alors qu'à la fin du siècle dernier des unités de quelques milliers de chevaux constituaient un record sensationnel, le début de ce siècle vit successivement la puissance unitaire atteindre plusieurs dizaines de milliers de chevaux et même, comme nous le signalerons par la suite en parlant des turbines à vapeur, le chiffre imposant de 200 000 CV. Il est bien évident qu'une extrapolation de cette envergure, qu'il s'agisse de moteurs thermiques ou de moteurs hydrauliques, a mis la sagacité de nos ingénieurs à une très rude épreuve et c'est de cette époque que date la création de laboratoires importants non seulement dans nos Ecoles techniques, mais aussi chez les constructeurs, où s'élaborèrent, par une heureuse et patiente collaboration de la science et de l'expérience, les progrès dont nous allons faire une énumération rapide.

Dans certains domaines et plus particulièrement dans la construction des turbines à vapeur et des moteurs Diesel, tout était à créer. En hydraulique, l'emploi de la théorie des filets liquides à une dimension, qui avait suffi jusqu'alors au tracé des aubages des turbines, s'est révélé totalement insuffisante dès qu'il fallut songer à suivre les phénomènes de l'écoulement de l'eau au travers des turbines de grandes dimensions *Francis*, à hélice ou *Kaplan*, devant fonctionner parfois sous des chutes variant entre des limites extrêmement étendues. D'autre part, la nécessité d'adapter un type de turbine donné à des hauteurs de chute toujours plus considérables sans compromettre ni le rendement, ni la sécurité d'exploitation de la machine, suscita une série de difficultés nouvelles.

Les mêmes difficultés se rencontrèrent dans la construction des pompes centrifuges qui dut s'adapter à des hauteurs de refoulement toujours plus importantes ainsi que, dès la création des grandes accumulations hydrauliques destinées à améliorer l'économie des usines thermiques ou hydrauliques, à des puissances atteignant parfois près de 40 000 CV.

Il nous est agréable de rendre hommage ici à l'activité déployée à cette époque par le professeur Franz Prasil qui, par ses leçons marquées au coin du plus vibrant enthousiasme, comme aussi par ses recherches et ses écrits, a contribué si largement à l'étude des problèmes auxquels nous venons de faire allusion.

Les résultats des travaux entrepris dans ces différents domaines témoignent de l'énorme effort accompli par nos industriels. Nous croyons devoir féliciter à cette occasion celles de nos entreprises qui n'hésitent pas à publier l'essentiel de leurs expériences, soit dans la littérature technique, soit dans leurs revues périodiques ; certes, elles servent par là leurs propres intérêts en attirant l'attention du monde technique sur l'esprit scientifique qui préside à leurs constructions, mais elles se sont acquies un droit certain à la reconnaissance de l'industrie tout entière qui put bénéficier ainsi des solutions apportées à certains problèmes d'ordre général qui se posent dans toutes les branches de la mécanique. Qu'il nous suffise de citer l'étude de la répartition des pressions et vitesses sur un obstacle placé dans un fluide en mouvement, les phénomènes de cavitation, l'étude des matériaux soumis à

des conditions exceptionnelles d'efforts et de température, l'étude systématique de la lubrification des paliers grâce à laquelle les grippages appartiennent désormais à un passé qui semble définitivement révolu, l'emploi de la soudure électrique qui a complètement transformé la construction d'éléments importants des machines, etc.

Il convient de faire maintenant un rapide tour d'horizon afin de marquer quelques-unes des étapes franchies par notre industrie dans la période qui nous occupe.

A la fin du siècle dernier, les machines à vapeur à piston avaient atteint un degré de perfectionnement qui ne paraissait pas devoir être dépassé. Les unités de 6000 CV. exécutées par Sulzer frères constituaient un record de puissance et de bienfaisance.

Par la suite et au début de ce siècle, des améliorations furent encore réalisées, surtout au point de vue de la consommation de vapeur ; la machine à flux continu apporta en effet une solution heureuse en ce sens qu'elle permit de réaliser des consommations de vapeur inférieures à celles des machines compound et comparables, mais sous un encombrement notablement plus faible, à celles des machines à triple expansion. C'est ainsi que Sulzer frères ont installé, depuis le début du présent siècle, une puissance totale de plus de 150 000 CV en machines à flux continu.

D'ailleurs, les progrès réalisés dans la construction des générateurs de vapeur à très haute pression ont remis en honneur la machine à vapeur à pistons qui a ainsi trouvé d'intéressantes et nouvelles applications comme machines à contre-pression. Sulzer frères, utilisant ses expériences dans le domaine de la construction des compresseurs à gaz à haute pression, a livré plusieurs machines de ce type, à distribution par soupapes, fonctionnant avec 100 atm. à l'admission et 6 à 16 atm. de contre-pression.

De son côté, la Fabrique de Locomotives a construit, en 1928, une locomotive d'essai pour 60 atm. de pression d'admission dont les excellents résultats lui ont valu la commande d'une locomotive de 3000 CV, à haute pression, pour les Chemins de fer du Nord de la France. Les expériences acquises dans ce domaine ont engagé la *S. L. M.* à entreprendre la construction de machines à vapeur stationnaires à marche rapide, et une machine de 100 atm., d'une puissance de 1750 CV à 500 t/min. est en service régulier depuis plus d'un an, tandis que d'autres, du même type, sont actuellement en voie d'exécution.

Quant à la turbine à vapeur, qui devait prendre un essor si formidable, les chercheurs et savants de l'époque entrevoient dans ce nouveau type de moteur la solution idéale du problème de l'entraînement, par la vapeur, des machines électriques de grande puissance. Nous ne saurions passer sous silence l'influence déterminante que M. le professeur A. Stodola, tant par ses recherches et publications personnelles que par le nombre considérable d'élèves qui ont bénéficié de son remarquable enseignement, a exercée, non seulement sur le développement des turbines à vapeur, mais également sur celui des générateurs de vapeur, des moteurs Diesel et d'une manière générale sur tout ce qui touche, de près ou de loin, aux applications industrielles de la thermodynamique.

Dès 1900, la *S. A. Brown, Boveri & C^{ie} (B. B. C.)*, à Baden, fondée en 1891 par Charles Brown fils et son ami Walter Boveri, entreprend la fabrication des turbines à vapeur à réaction type Parsons et la pousse rapidement, sous l'impulsion d'Eric Brown, continuée par Adolf Meyer, à un grand degré de perfection.

A la même époque, les Ateliers de Construction Oerlikon débutent, dans ce domaine, en exécutant des turbines à action système Rateau, remplacées plus tard, sous la direction de H. Behn-Eschenburg, par une construction originale due à Joseph Karrer. Escher Wyss de son côté, lance, en 1904, après avoir mis en marche une première machine d'essai en 1902, la turbine Zoelly, création de son directeur d'alors H. Zoelly-Veillon.

Sulzer suit également le mouvement dès 1903, mais abandonne cette spécialité en 1911 pour consacrer ses efforts au développement du moteur Diesel.

¹ Voir *Bulletin technique* du 12 février 1938, page 48.

On se fera une idée des progrès réalisés en turbines à vapeur si l'on songe que nos constructeurs suisses ont exécuté au cours des dernières années des unités atteignant 75 000 kW et même une unité de 160 000 kW, livrée par *B. B. C.* pour la centrale de Helgate (New-York).

De plus, grâce aussi aux progrès réalisés dans la construction des chaudières, les pressions de régime ont été poussées jusqu'à 120 kg/cm² à 500° à la soupape d'admission, valeurs aujourd'hui courantes, pour des unités de grande puissance; nos constructeurs ont même à leur actif des unités, de moindre puissance il est vrai, mais utilisant des pressions de 180 et même 200 kg/cm².

L'un des inconvénients essentiels des usines à vapeur réside dans l'encombrement relativement considérable de leurs installations de chaudières ainsi que dans le manque de souplesse des générateurs de vapeur, qui rendent ces usines difficilement aptes à fonctionner comme centrales de pointe ou de secours. De tous temps, les constructeurs de chaudières ont cherché à remédier à ces insuffisances; ce problème a trouvé récemment plusieurs solutions intéressantes dont nous citerons les deux plus remarquables, le générateur «*Velox*» de Brown, Boveri & C^{ie} et la «*chaudière monotubulaire*» de Sulzer frères qui paraissent destinés à prendre un très gros développement grâce à leur encombrement extrêmement réduit, leur démarrage très rapide, leur rendement élevé et leur grande souplesse de marche.

Les caractéristiques essentielles du générateur *Velox*, dont la conception est due surtout aux travaux de Walter Noack, sont la combustion sous pression, les vitesses extrêmement élevées des gaz de combustion, l'excellente transmission de chaleur qui en est la conséquence et l'emploi d'une turbine à gaz qui emprunte aux gaz d'échappement l'énergie nécessaire à l'entraînement du compresseur d'air assurant la combustion sous pression. Les résultats obtenus par les générateurs *Velox* que *B. B. C.* livre industriellement depuis quelques années, ont justifié pleinement les espoirs que cette société avait mis dans le développement futur de ces appareils.

La chaudière monotubulaire Sulzer dont une première exécution industrielle date de 1932 et totalise déjà plus de 10 000 heures de service, se caractérise par son extrême simplicité constructive et la sécurité d'exploitation qui en est la conséquence; elle est constituée par un seul tuyau, enroulé sur lui-même et occupant l'espace parcouru par les gaz chauds provenant de la combustion. L'eau d'alimentation est introduite par une pompe à l'une des extrémités du tuyau, à une pression égale à la pression de régime augmentée des pertes de charge dans le tuyau, et ressort à l'autre extrémité sous forme de vapeur à la pression et à la température désirées qui sont maintenues constantes, quelle que soit la consommation de vapeur, par un système de servomoteurs à huile sous pression, commandés par thermostats et agissant simultanément sur les débits du combustible, plus de la soufflerie, et de la pompe d'alimentation. La conception et la mise au point de ce remarquable générateur est l'œuvre de l'un des directeurs de la Maison Emile Scheitlin.

Avant que ces progrès, de date récente, fussent réalisés, les usines à vapeur, comme nous l'avons rappelé plus haut, se prêtaient mal à une mise en marche rapide ou exigeaient des chaudières toujours en pression, et par suite une dépense inutile de combustible. C'est la raison pour laquelle la maison Sulzer, ayant reconnu les avantages que présentaient, à ce point de vue les moteurs à combustion interne, se lança résolument dans l'étude et la construction de ces moteurs. Elle avait acquis les droits d'exécution des moteurs à huile lourde dont l'inventeur, Rodolphe Diesel, n'était pas un inconnu pour elle puisqu'il avait travaillé autrefois comme volontaire dans ses ateliers de Winterthur. Un premier moteur d'essai fut exécuté en 1896, mais ce n'est qu'en 1903 que commença la fabrication industrielle de ces machines.

Les premiers moteurs étaient à quatre temps. En 1904 apparaît le moteur à deux temps, le premier moteur réversible en 1905 et la première locomotive Sulzer-Diesel en 1912. Le mérite du développement de ces moteurs revient à J. Sulzer-Imhoof et Walter Schenker. Citons enfin, parmi les réalisa-

tions modernes, l'équipement du premier paquebot à moteurs Diesel, d'une puissance de 14 600 CV, celui de la plus grande centrale électrique Diesel, de 50 000 CV ainsi que les puissantes locomotives Diesel-électriques de 4400 CV.

La Fabrique suisse de locomotives de Winterthur qui construisait des moteurs à combustion interne depuis 1886 et qui s'était spécialisée dans les moteurs à gaz pauvre dès 1900, s'intéresse aussi par la suite aux moteurs Diesel et prend une part active au perfectionnement de ce genre de machine. Elle pousse activement le problème de la suralimentation des moteurs Diesel d'après le procédé Alfred Büchi et l'applique pratiquement et avec succès dès 1928.

De plus, la *S. L. M.* a contribué au développement de la traction rapide en Suisse par la fourniture d'automotrices Diesel-électriques tant aux Chemins de fer fédéraux qu'à la Compagnie du Lötschberg.

Cette maison livre en outre pour les locomotives électriques, des châssis spéciaux, mettant à profit sa riche expérience dans ce domaine; preuve en soit, entre autres, la fourniture des châssis de locomotives de deux fois 4400 CV livrés aux Chemins de fer fédéraux pour une vitesse maximum de 100 km/h et susceptibles de remorquer des trains de 600 tonnes à 62 km/h sur rampe de 27 ‰.

Signalons enfin que la *S. L. M.* s'est acquis une juste renommée par ses pompes à vide, ses soufflantes et ses compresseurs rotatifs.

Quittons le rail pour la route et signalons la part prépondérante prise par la maison Saurer à Arbon sous l'impulsion tout d'abord d'Adolf Saurer, puis surtout de son fils Hippolyte Saurer-Hegner, dans le développement du moteur d'automobile. Dès 1894, Saurer construit des moteurs à pétrole, puis des moteurs à essence. Mais le grand mérite d'Hippolyte Saurer c'est d'avoir, dès 1908, date du premier camion à moteur Diesel, poussé la construction de ce mode de transport au degré de perfectionnement qu'il a atteint aujourd'hui.

Dans les industries du froid et de compresseurs, nos constructeurs suisses, ont su également se maintenir à l'avant-garde du progrès ainsi que le fait voir la rapide et sommaire énumération qui suit.

Sulzer frères qui, dès 1877, s'intéressent aux machines à glace, à ammoniacque, procédé Linde, développent leur machines à froid, surtout dès 1912, et livrent d'importantes installations frigorifiques dans le monde entier. Signalons l'exécution d'un compresseur à pistons à ammoniacque de 10 millions de frigories par heure, comme aussi celle d'un hyper-compresseur à ammoniacque pour 1150 kg/cm².

Escher Wyss débute en 1887 dans cette spécialité par les machines à acide carbonique et se signale en 1914 par la mise sur le marché d'un petit groupe frigorifère complètement automatique, ainsi que par un grand nombre d'installations importantes.

Brown, Boveri, qui dès 1906 s'intéresse aux compresseurs centrifuges, pousse très loin ces fabrications; ces machines s'adaptent particulièrement bien à l'entraînement par les turbines à vapeur et moteurs électriques et *B. B. C.* livre des groupes complets de très grande capacité comme par exemple des soufflantes de haut fourneau pour 15 700 m³/h à 3,5 kg/cm² et des turbo-compresseurs de 132 000 m³/h pour 9,5 kg/cm². Cette maison construit également des turbo-compresseurs pour des installations frigorifiques atteignant 8 millions de frigories par heure. Elle livre sous le nom de «*Frigibloc*», un appareil contenant, enfermés dans une enveloppe étanche, le compresseur et son moteur d'entraînement, l'évaporateur et le condenseur; elle fournit également des groupes turbo-compresseurs pour moteurs Diesel, dont la turbine est actionnée par les gaz d'échappement du moteur, et dont la soufflante permet, selon le procédé A. Büchi, d'augmenter la puissance du groupe jusqu'à 30 %.

La création des premières usines hydro-électriques de grande puissance se place dans les années 1890-1900. En 1891, à la suite d'un concours international, Paul Piccard obtenait pour sa maison, les Ateliers Fäesch et Piccard, à Genève, un premier prix et l'exécution des turbines centripètes doubles, à axe vertical, destinées aux chutes du Niagara; ces machines, de 5000 CV, puissance énorme pour l'époque, constituèrent un

record qui ne fut battu qu'en 1902, lorsqu'Escher Wyss & C^{ie} livra pour la même destination des unités de 10 000 CV à deux roues *Francis* et à axe vertical également.

Dans l'intervalle, les usines de Chèvres et de Rheinfelden équipées par Escher Wyss, sous la direction de Gustave Naville, comme celles de Beznau et de Hagneck, construites par Théodore Bell avaient montré la voie à suivre pour l'utilisation des cours d'eau à grand débit. La disposition adoptée, comportant plusieurs roues calées sur un même arbre vertical, permettait d'augmenter la vitesse des groupes et de réaliser l'accouplement direct avec un alternateur de grande puissance. D'autres usines, en particulier celles d'Augst-Wyhlen et de Wangen, sur l'Aar, furent également équipées, par la suite, de turbines à roues multiples, mais à axe horizontal.

Cependant, l'augmentation du nombre de roues motrices clavetées sur un même arbre, conduisit nécessairement à des complications mécaniques considérables ainsi qu'à des travaux de maçonnerie importants et coûteux. Aussi les constructeurs cherchèrent-ils à revenir à la turbine simple, à une seule roue motrice, en augmentant toujours davantage le débit de cette roue ainsi que sa vitesse de rotation. Ils réussirent ainsi à créer tout d'abord la turbine *Francis* dite rapide, dont les plus remarquables exemples furent les turbines de Chaney-Poungny sur le Rhône, livrées en partie par les Ateliers des Charmilles, maison qui reprit en 1921 le personnel et les ateliers de la S. A. Piccard, Pictet & C^{ie} de Genève, en partie par Escher Wyss; ces turbines à axe vertical fournissent environ 10 000 CV sous 9 m de chute en une seule roue motrice, tournant à 83,3 t/min.

Ce type de turbine dut cependant faire place aux turbines à roue hélice et aux turbines *Kaplan* qui se sont révélées plus avantageuses pour les installations à très basse chute.

Il convient de citer ici les recherches de Bell & C^{ie} qui livra, en 1922, les turbines à roue hélice, d'un type nouveau, de l'usine de la Matte, près de Berne (qui furent l'objet d'essais approfondis par M. le professeur Prasil, et ont trouvé une très large application, surtout aux Etats-Unis d'Amérique), ainsi que les Ateliers de Vevey, un des plus anciens ateliers de constructions mécaniques de la Suisse romande, auxquels Jules Michaud a attaché son nom, qui installèrent avec plein succès, les turbines à hélice de la nouvelle usine de Wynau sur l'Aar, en 1923.

Quant aux turbines *Kaplan* dont Escher Wyss & C^{ie} et les Ateliers des Charmilles possédaient seuls la licence pour la Suisse, elles firent leur apparition, dans notre pays par la turbine de 376 CV installée à Glattfelden par Escher Wyss & C^{ie}, en 1925, et par les deux turbines de 2000 CV sous 5 m de chute et 125 t/min., livrées en 1929 par les Ateliers des Charmilles pour l'ancienne usine de Wynau.

On se fera une idée des progrès réalisés au point de vue de la puissance unitaire, de la vitesse de rotation et du rendement des turbines à basse chute depuis 1896 par les chiffres du tableau suivant qui donne les caractéristiques essentielles des turbines, toutes à axe vertical, installées successivement dans les chambres de l'ancienne usine de Wynau dont on conserva naturellement les dimensions principales, mais dont les formes, tant à l'amont qu'à l'aval des turbines, furent modifiées dans le but de permettre le passage de débits sans cesse accrus.

| | 1 ^{re} étape | 2 ^{me} étape | 3 ^{me} étape | |
|---|-------------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------|
| Type de turbine | <i>Jonval</i> | <i>Francis</i> | <i>Hélice</i> | <i>Kaplan</i> |
| Constructeur | <i>Bell</i> | <i>Bell</i> | <i>Vevey</i> | <i>Charmilles</i> |
| Année d'installation | 1896 | 1910/16 | 1926 | 1929/37 |
| Mode d'entraînement des alternateurs | par engrenages coniques | | directs | |
| Chute nette, en mètres | 4,30 | 4,30 | 4,30 | 4,30 |
| Puissance électrique aux bornes, en kW | 440 | 520 | 760 | 1170 |
| Vitesse de rotation des turbines, en t/min. | 41,5 | 41,5 | 125 | 125 |
| Rendement global maximum environ | 50 % | 55 % | 84 % | 86 % |

Ainsi donc, entre les turbines *Jonval* de 1896 et les turbines *Kaplan* de la dernière période :

les puissances électriques débitées, en une seule roue, ont augmenté

dans le rapport de 1 à 2,67
les vitesses de rotation dans le rapport de 1 à 3,0
et les rendements globaux maxima dans le rapport
de 1 à 1,72

Il est intéressant d'autre part de citer encore la mise en service, en 1930, de l'usine de Schwærstadt, sur le Rhin, qui fut la première installation de turbines *Kaplan* de très grande puissance; les 4 turbines de cette usine ont été livrées par un consortium international dont faisaient partie la maison allemande J.-M. Voith, de Heidenheim, et les deux maisons suisses Escher Wyss, de Zurich, et Ateliers des Charmilles, de Genève.

Ces machines, de dimensions linéaires inconnues jusqu'alors, fournissent chacune 42 000 CV sous 12 m, à 75 t/min.

Signalons également les 5 turbines à hélice de 36 600 CV, à pales orientables, de l'usine de Kembs, exécutées sur dessins des Ateliers des Charmilles, par cette maison, en collaboration avec la Société Alsacienne de Constructions Mécaniques de Mulhouse.

L'évolution des turbines destinées à l'équipement des chutes utilisées par la turbine *Francis*, a été marquée par des progrès peut-être moins apparents, mais cependant sensibles; la limite d'emploi de la turbine *Francis* a été portée au delà de 300 m de chute; l'usine de Piottino sur le Tessin, comporte deux groupes des Ateliers des Charmilles de 30 000 CV, fonctionnant sous une chute de 330 m et celle de Zapello, équipée par Escher Wyss, 2 unités de 9000 CV sous 390 m.

Quant aux turbines à action, le type *Pelton*, à jet de section circulaire, s'est définitivement imposé. Le réglage de la vitesse qui exigeait autrefois des orifices compensateurs a fait place au réglage double par pointeau et défecteur, dont la première réalisation, selon les brevets Léon Dufour, qui date de 1906, est due à Piccard, Pictet & C^{ie}.

Parmi les dernières réalisations importantes de turbines *Pelton*, nous mentionnerons les turbines de Vermont qui, sous 700 m de chute, fournissent 34 000 CV en un seul jet, celles de la Handeck qui débitent, en deux jets actionnant une seule roue à axe vertical, 30 000 CV avec 540 m de chute, sorties des ateliers Escher Wyss et celles de l'Etzel à axe vertical également, de 22 000 CV en deux jets, sous 450 m de chute, livrées récemment par Escher Wyss et Th. Bell, les roues motrices fournies par cette dernière société étant munies de frettes d'acier réunissant entre elles les aubes de la couronne. Enfin, nous signalons les turbines de l'usine de la Dixence, dans le Valais, construites par les Ateliers des Charmilles; mises en marche en 1934, ces machines utilisent une chute de 1750 m, la plus haute du monde, et fournissent, en deux jets dont chacun actionne une roue mobile, ces deux roues étant placées en porte à faux aux extrémités de l'arbre d'un même alternateur, une puissance totale de 50 000 CV.

Les régulateurs mécaniques qui, au début de ce siècle, faisaient la gloire de nos constructeurs, ont été complètement détrônés par les régulateurs à huile, de haute sensibilité et de grande souplesse, dont le tachymètre, jadis commandé par courroie ou par engrenages, tend de plus en plus à être actionné par moteur électrique.

La construction des pompes centrifuges a débuté en Suisse, en 1860, où Sulzer frères livrèrent leur première machine de ce type; c'était une pompe à un étage et à basse pression. Mais, dès 1894, cette maison débutait dans la fabrication des pompes à haute pression, et en 1896, elle exposait, à Genève, sa première pompe multicellulaire, de 1000 CV, ouvrant ainsi une voie nouvelle à ce genre de machines.

Quelques années plus tard, Escher Wyss, en 1904, débutait également dans ce domaine; ces deux maisons ont réalisé par la suite, tant au point de vue de la puissance que de la hauteur de refoulement des progrès incessants comme en font preuve les pompes de 34 000 CV, et 165 m de refoulement livrées par Sulzer frères, celles de 24 000 CV et 200 m de refoulement exécutées par Escher Wyss, toutes deux pour des usines d'accumulation hydraulique et enfin, en très haute pression, les pompes de Tremorgio de fabrication Escher Wyss, de 10 000 CV refoulant à 920 m ainsi qu'une pompe d'alimentation de 2500 CV construite par Sulzer frères pour une pression de refoulement de 250 kg/cm².

L'industrie métallurgique se développe parallèlement à celle des machines :

La maison Oehler & C^{ie}, à Aarau, fondée en 1881 par Alfred Oehler et reprise en 1907 par Alfred Oehler fils, met en service, en 1907-1908, un four électrique, le premier en Suisse, du système Paul Girod, et s'assure rapidement, grâce à la qualité de ses pièces en acier coulé, une clientèle importante.

La maison Georges Fischer, à Schaffhouse, qui débute en 1886 dans la fabrication de l'acier coulé, abandonne successivement dès 1920 les procédés Martin et Bessemer en faveur des aciers électriques et développe ses moyens de production de façon à pouvoir livrer des pièces d'un poids unitaire allant jusqu'à 15 tonnes.

Il convient de signaler, dans cette courte énumération, l'influence sans cesse grandissante que les Usines Louis de Roll ont prise dans les domaines les plus divers de la mécanique. A côté de leurs fabrications courantes de produits finis, tels que vannes, appareils de levage et de transport, organes de transmission, etc., elles sont à même de fournir aujourd'hui des aciers de construction ou alliés de haute qualité, en pièces profilées ou forgées, comme aussi des fontes spéciales pour les usages les plus variés. Nous ne saurions oublier, à cette occasion, de mentionner la contribution importante que, grâce aux initiatives de leur directeur général, Ernest Dübi, ces usines ont apportée à l'étude des fontes grises de qualité.

La métallurgie a ainsi constamment amélioré la puissance de ses installations et la qualité de ses fournitures pour répondre aux exigences croissantes des constructeurs.

Notre pays n'a pas été épargné par la dernière crise mondiale. Les barrières douanières toujours plus élevées, la fermeture quasi totale des frontières et la politique autarcique de certains Etats ont paralysé pour un temps l'exportation dont vivait la majeure partie de notre industrie. Nos constructeurs de machines ont été mis à rude épreuve, mais leur courage et leur foi en l'avenir n'en ont pas été abattus ; bien au contraire, ils ont persévéré dans la recherche de progrès nouveaux, persuadés que la meilleure défense du produit suisse, c'est encore et toujours sa qualité. La reprise récente des échanges les récompense et leur donne raison. Puisse cette année où nous fêtons le centenaire de la S. I. A. ouvrir une ère de prospérité nouvelle pour l'industrie suisse des machines, facteur essentiel de notre économie nationale.

Trains-blocs italiens ¹.

Les trains-bloc entrés en service sur le réseau des voies ferrées d'Italie et complètement réalisés par l'industrie de ce pays possèdent une capacité et un confort semblables à ceux des meilleurs trains de luxe. Ils ont atteint, lors d'une récente démonstration sur la ligne Rome-Naples, la vitesse maximum de 201 km à l'heure, et la vitesse commerciale de 130 km.

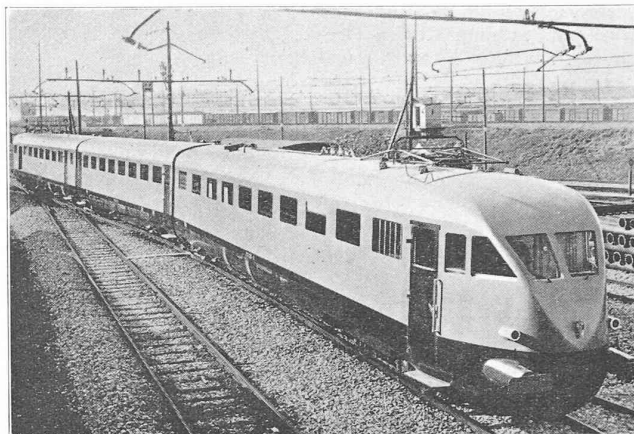
Une nouveauté : ces trains-bloc sont actionnés par des moteurs électriques alimentés par un courant continu de 3000 V.

Le train-bloc, tel qu'il est conçu, se compose de trois voitures communiquant entre elles, d'une longueur totale de 62,50 m, d'une largeur de 2,92 m et du poids total de 117 tonnes, à chargement complet.

La question du freinage, étudiée avec minutie a été résolue par l'emploi du distributeur *Breda* récemment adopté en Italie pour tout le matériel roulant. Cet appareil, spécialement étudié pour les grandes vitesses, comporte un dispositif spécial qui proportionne automatiquement la pression d'air dans les cylindres à frein, à la vitesse de marche.

Des trois voitures qui composent le train, celle du centre forme un salon de 1^{re} classe, avec 35 places. Dans les voitures des extrémités, en plus de deux salons, respectivement de

¹ La documentation de cette note nous a été obligeamment communiquée par M. le Consul d'Italie à Lausanne.



Train-bloc italien.

35 et 24 places, se trouvent la cuisine, le garde-manger, les porte-bagages et un compartiment réservé à la poste. Chaque voiture possède des W. C. et un petit emplacement pour les bagages à main encombrants. A l'heure des repas, de petites tables mobiles sont momentanément adaptées entre les fauteuils.

Le problème de l'aération a été également l'objet d'une étude toute particulière par le fait qu'en raison de la vitesse du train, toutes les fenêtres doivent rester fermées. C'est donc au moyen d'un système *ad hoc* que l'air, préalablement réchauffé ou rafraîchi, selon la température extérieure, circule dans les voitures. Son degré d'humidité est également réglé. Il se renouvelle toutes les six minutes.

Le chauffage électrique

par M. BUENZOD, ingénieur.
Office d'électricité de la Suisse romande ¹.

Messieurs,

La valeur d'une civilisation, a dit l'ingénieur humoriste de Pawlowski, se mesure par le rapport du temps employé par l'homme à un travail libre, c'est-à-dire exécuté de sa propre initiative, au temps nécessaire au travail forcé, travail exigé par la société pour les besoins matériels de ses membres.

Si l'on s'en tient à cette définition, il est de toute évidence que l'énergie électrique a été et sera un puissant facteur de civilisation susceptible de faire augmenter le rapport dans des proportions peut-être encore insoupçonnées.

Nous avons vu l'électricité s'installer en maîtresse incontestée dans le domaine de la lumière, puis dans celui de la force motrice. Elle envahit la médecine et s'attaque maintenant à l'éther lui-même qu'elle secoue de rude façon avec des longueurs d'ondes différentes pour porter à chacun des flots d'harmonie et d'éloquence répandus par orchestres et speakers dont la bonne volonté dépasse parfois les possibilités.

Quant au ménage, il faut bien que quelqu'un se sacrifie pour le faire ; la question des domestiques devient toujours plus épineuse. Aussi, là encore, demande-t-on de plus en plus à l'électricité de s'en charger. Elle le fera avec célérité, propreté, discrétion, et moyennant un salaire extrêmement modique.

Nous ne voulons évoquer aujourd'hui que l'une de ses applications qui fut longtemps modeste, mais qui, depuis quelque quinze ans, a pris un essor qui va grandissant : c'est l'*application thermique*.

Il y a plus d'un siècle que Joule, par une série mémorable

¹ Conférence faite à la Société vaudoise des ingénieurs et des architectes, le 28 janvier 1938.