

**Zeitschrift:** Bulletin technique de la Suisse romande  
**Band:** 55 (1929)  
**Heft:** 25

**Artikel:** Sur le principe des turbines Kaplan  
**Autor:** [s.n.]  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-42697>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 22.01.2025

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

Pour que, sous l'action de la charge et des deux couples, le système fondamental soit identique au système proposé, il faut que l'on ait

$$\Delta_A + \Delta_{B_{12}} = 0 \quad \text{et} \quad \Delta_F + \Delta_{E_{12}} = 0.$$

En appliquant 2 fois le théorème des 4 moments, la première condition donne

$$2,01 M_A + 2,01 M_{B_1} + 2 M_{B_2} + M_{E_2} = 0$$

ou 
$$2,98 M_A - 1,88 M_F + 6,95 = 0.$$

La deuxième donne ensuite

$$-1,88 M_A + 2,98 M_F - 6,95 = 0$$

et l'on trouve comme plus haut,

$$M_A = -1,43 \text{ mt} \quad \text{et} \quad M_F = +1,43 \text{ mt}.$$

G) La méthode employée ci-dessus peut se résumer comme suit : Par des sections appropriées, on partage le système proposé en systèmes fondamentaux, en remplaçant, dans chaque coupure, la continuité par un moment fléchissant, un effort tranchant et un effort normal. On calcule chacun des systèmes fondamentaux quand ils sont sollicités par les charges et les forces qui tiennent lieu de la continuité. On exprime enfin qu'à l'endroit où l'on a fait des coupures, les relations qui, dans le système proposé, lient les déformations, sont vérifiées.

Bien entendu, le nombre des systèmes fondamentaux varie dans chaque cas. Si  $K$  est l'ordre du système proposé,  $K_i$  celui du *ime* système fondamental, on aura

$$K = \sum K_i + e$$

$e$  étant le nombre d'équations à  $e$  inconnues qu'il faudra résoudre pour effectuer le calcul.

Il est clair que la décomposition en systèmes fondamentaux peut se faire de bien des façons différentes. Dans chaque cas, on choisira celle qui conduit aux calculs les plus simples et les plus rapides. Si l'on possède les volumes 2 et 3 de Kleinlogel, on s'arrangera, autant que possible, de façon à obtenir comme systèmes fondamentaux des systèmes calculés dans ces ouvrages. Ainsi, le champ d'application de ces volumes, si utiles déjà, est considérablement élargi et l'on pourra, en allant du simple au compliqué, s'attaquer au calcul de systèmes d'ordre très élevé et dont l'étude directe conduirait à des calculs d'une longueur rebutante et d'une exactitude sujette à caution.

## Sur le principe des turbines Kaplan.

Les turbines hydrauliques du type « hélice », à pales fixes ou à pales pivotantes, étant en grande vogue, M. G. Buchi caractérise donc ces machines avec beaucoup d'à propos, dans le numéro d'octobre dernier de *L'Energia Elettrica* (Milan), en une étude remarquable par sa clarté et sa précision, comme on en jugera par le résumé ci-dessous des chapitres exposant le principe des turbines Kaplan.

Les constructeurs ont coutume de représenter le comportement d'une turbine en fonction de trois paramètres essentiels — le débit ( $Q$ ), la vitesse ( $n$ ), exprimée en nombre de tours par minute, et le rendement ( $e$ ) — par une *surface topographique* dont  $Q$  et  $n$  sont, respectivement, l'ordonnée et l'abscisse et  $e$  la « cote ». Afin d'éliminer l'influence des variations de la hauteur de chute ( $H$ ) sur les variables  $Q$  et  $n$ , celles-ci sont rapportées, à l'aide des formules bien connues, à une chute arbitraire mais constante qui est, généralement, prise égale à un mètre.

Pour les mêmes raisons de convenance,  $Q$  et  $n$  peuvent être rapportés à cette chute unité *et*, simultanément, au diamètre unité de la roue ( $n_1^1, Q_1^1$ ). Ceci posé, les diagrammes de la figure 1 se lisent immédiatement. Sur la surface topographique [ $e = f(Q, n)$ ], le faisceau de lignes à peu près rectilignes représente la variation du débit en fonction de la vitesse, à ouverture ( $o$ ) constante du distributeur, chacune de ces lignes correspondant à une ouverture déterminée. Le diagramme supérieur [ $e = f(n)_{o=const.}$ ] représentant les variations du rendement à ouverture constante du distributeur, en fonction de la vitesse, est la projection sur un plan vertical et parallèle à l'axe des  $n$  des intersections de la surface topographique par des cylindres verticaux ayant pour directrices respectives les lignes  $Q = f(n)_{o=const.}$ . Enfin, le diagramme de droite représente les variations du rendement en fonction du débit, à vitesse constante, [ $e = f(Q)_{n=const.}$ ], autrement dit, les sections de la surface topographique par des plans verticaux parallèles à l'axe des  $Q$ . La comparaison des surfaces topographiques correspondant à des turbines de  $n_s$  (vitesse « caractéristique »  $n_s = n_1^1 \sqrt{10 Q_1^1}$ ) différents révèle que les ellipses (courbes de niveau) figuratives du rendement s'aplatissent de plus en plus et que leur grand axe s'oriente de plus en plus obliquement sur l'axe des ( $Q$ ) au fur et à mesure que  $n_s$  croît. De sorte que les courbes  $e = f(Q)_{n=const.}$  ou  $e = f(n)_{Q=const.}$  ( $P =$  puissance) affectent, pour les  $n_s$  élevés des turbines-hélices à *pales fixes*, la forme en « crochet » (voir fig. 2), caracté-

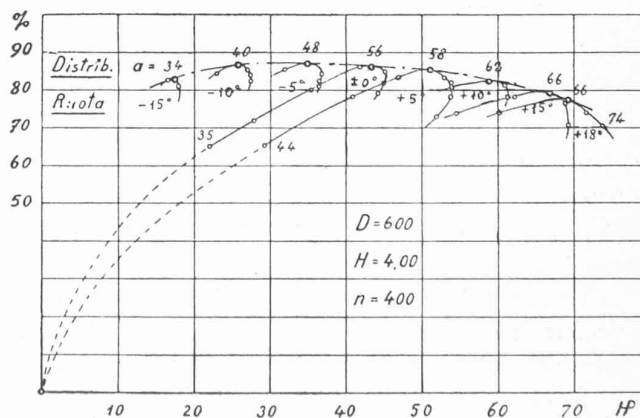


Fig. 2.

Rendements en fonction de la charge d'une turbine Kaplan. Courbes en « crochet » correspondant aux pales supposées fixes et courbe-enveloppe correspondant aux pales pivotantes de la turbine. *Distrib.* = distributeur. — *Ruota* = roue.

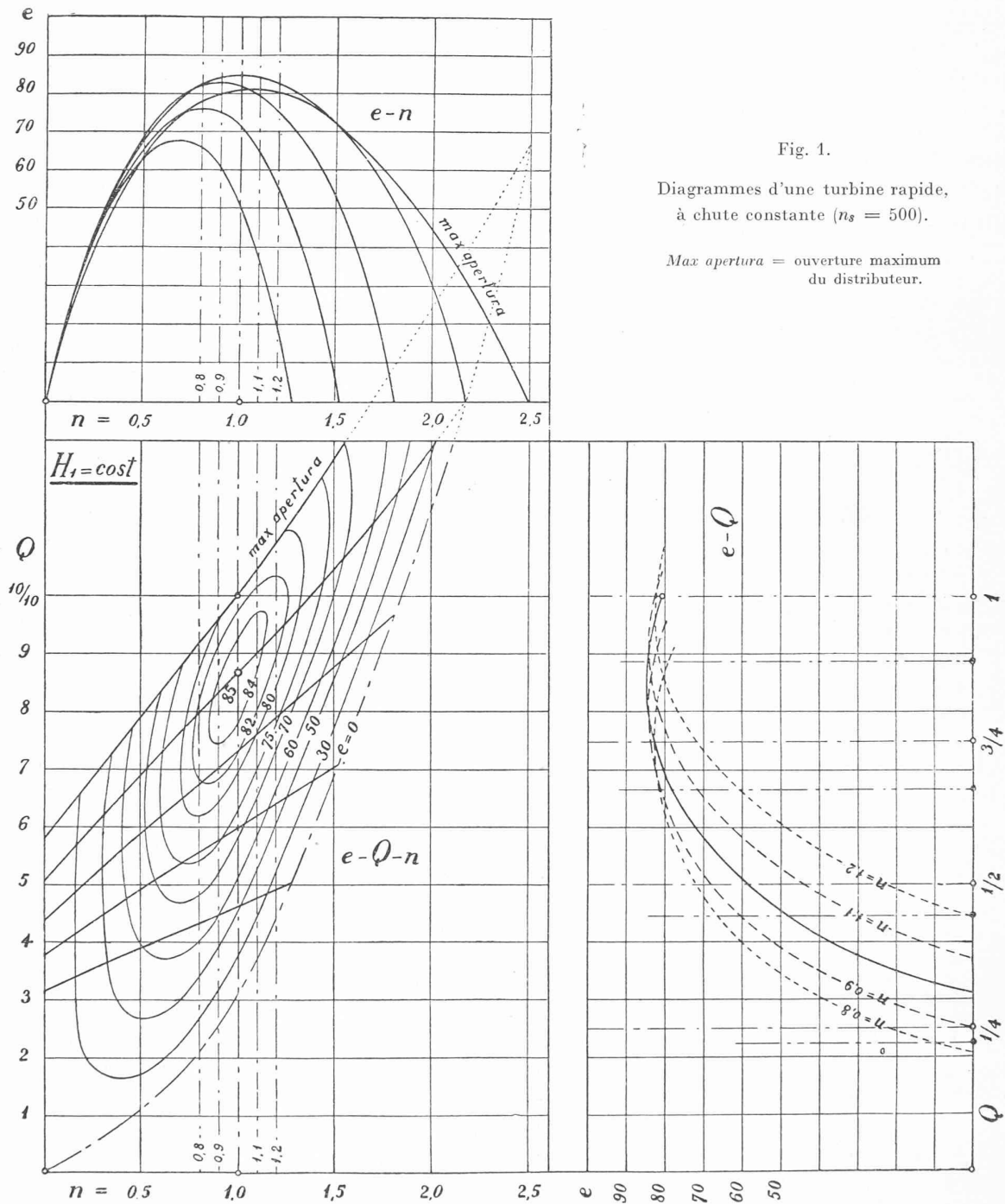


Fig. 1.

Diagrammes d'une turbine rapide, à chute constante ( $n_s = 500$ ).

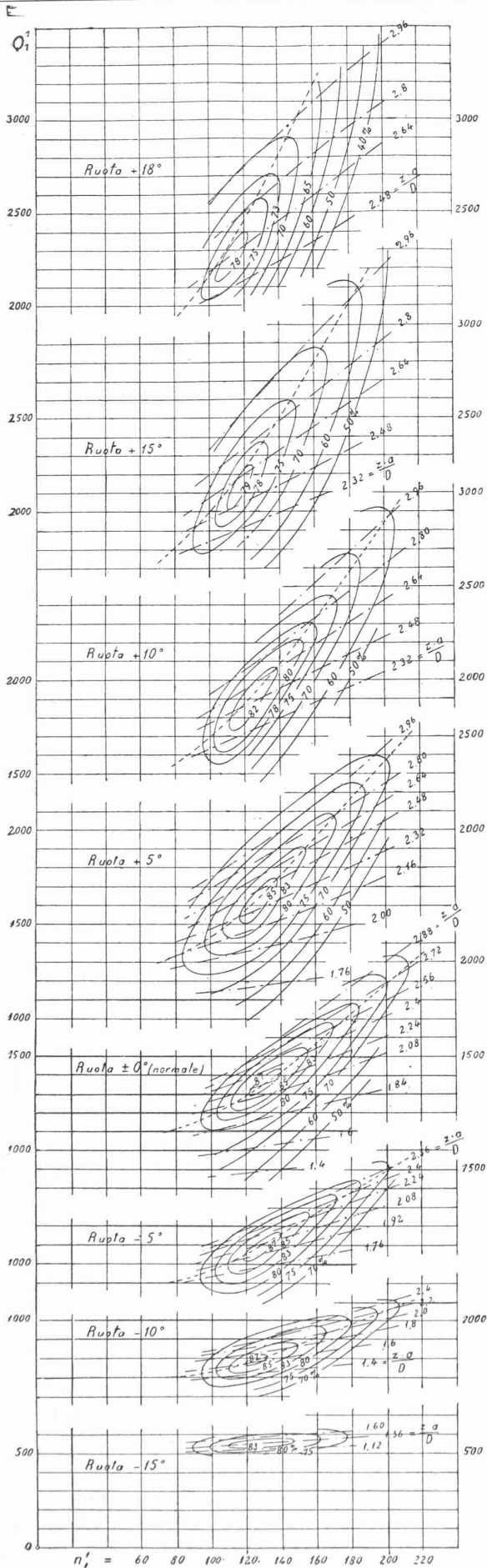
Max apertura = ouverture maximum du distributeur.

téristique de ces machines mais très défavorable puisqu'elle exprime leur incapacité de travailler, avec des rendements acceptables, sous des charges inférieures, et même de peu, à la charge normale.

Or on sait qu'à la suite de recherches systématiques, le professeur Kaplan est parvenu à éliminer cette tare des turbines-hélices en substituant aux pales fixes des pales pivotantes dont l'orientation est réglée en fonction du débit par un régulateur spécial agissant en conjugaison avec le régulateur des aubes du distributeur. L'efficacité de cette innovation est très clairement mise en évidence par les 8 surfaces topographiques de la figure 3 relatives à une turbine Kaplan à 4 pales. Chacune des surfaces

représente le comportement de ladite turbine dont les pales sont supposées immobilisées dans une des 8 orientations indiquées sur la figure et embrassant un angle de  $0^\circ$  à  $+18^\circ$  et de  $0^\circ$  à  $-15^\circ$ . Les lignes baptisées  $z\alpha/D$  représentent la variation du débit en fonction de la vitesse [ $Q = f(n)_{o=\text{const.}}$ ], pour des ouvertures constantes du distributeur exprimées précisément par le rapport  $z\alpha/D$ , où  $z$  est le nombre d'aubes du distributeur,  $\alpha$  leur écartement et  $D$ , le diamètre de la roue. Sur la figure 3 le débit et la vitesse sont rapportés à une chute = 1 et à un diamètre de la roue = 1, d'où les symboles  $Q_1^1$  et  $n_1^1$ .

Si nous calculons les rendements en fonction de la puissance pour chacune de ces surfaces, nous obtenons



la série de courbes « en crochet » de la figure 2 sur laquelle on peut lire l'ouverture du distributeur qui correspond au rendement maximum relatif à chaque orientation des pales. Mais, maintenant libérons les pales de la roue, c'est-à-dire rendons-leur la liberté de s'orienter, par pivotement autour de leur queue, conformément au débit à écouler (ou à la charge imposée), chaque famille d'ellipses correspondant aux différentes orien-

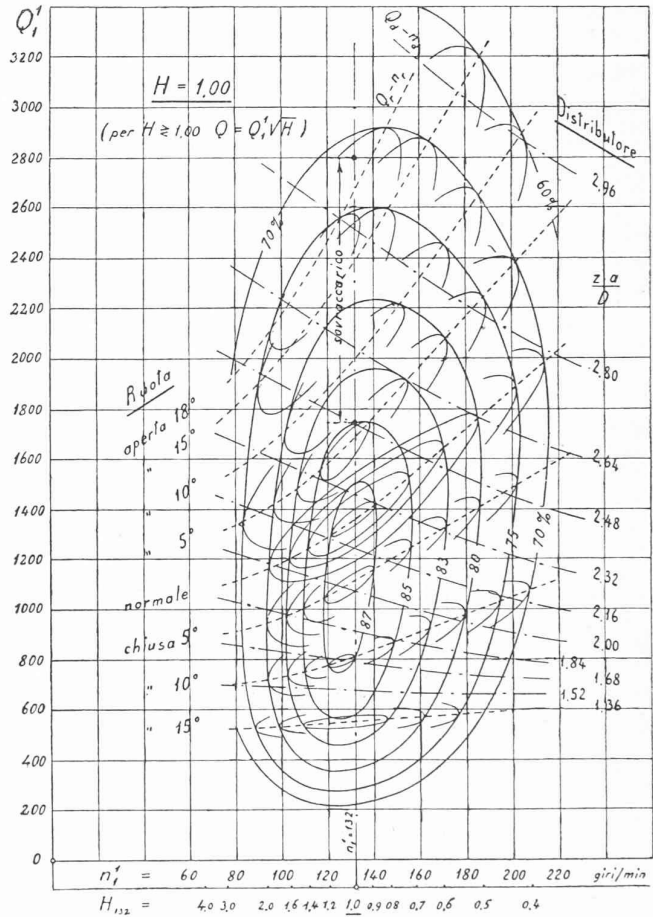


Fig. 4. — Surfaces topographiques correspondant aux pales d'une turbine-hélice supposées fixées dans 8 orientations différentes et surface topographique correspondant à la turbine Kaplan résultant du pivotement libre des dites pales.

Sovraccarico = capacité de surcharge.

tations de l'hélice supposée à pales fixes sera remplacée par son *enveloppe*, caractéristique des turbines Kaplan parce que les ellipses d'égal rendement se sont grandement élargies, tout en s'allongeant, et se sont redressées dans la direction de l'axe des ( $Q$ ), élargissement, allongement et redressement bien mis en évidence par la figure 4 où sont superposées les surfaces topographiques d'une roue Kaplan à pales supposées immobilisées dans

Fig. 3.

Surface topographique d'une turbine Kaplan, à 4 pales, construite par les Verkstaden Kristinehamn (Suède). Diamètre: 600 mm. Distributeur à 24 aubes de 240 mm de hauteur. Aspirateur système Kaplan, de 800 mm à son embouchure. Expériences faites sous une chute de 4 m.

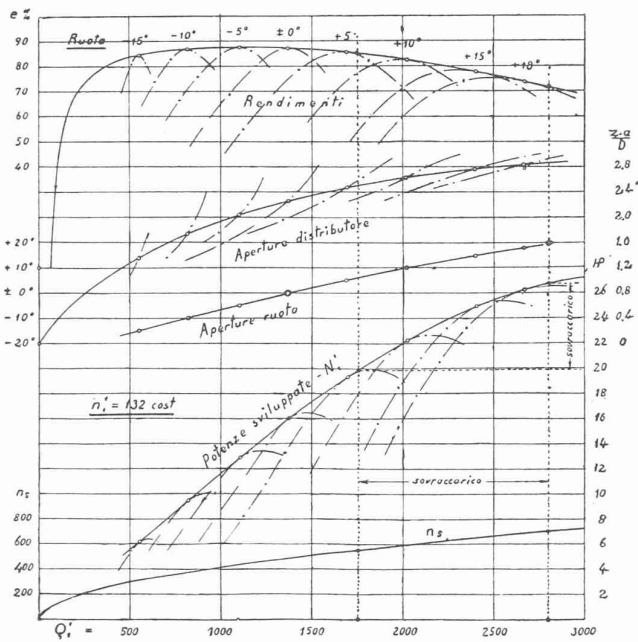


Fig. 5. — Caractéristiques de la turbine Kaplan individualisée par la surface topographique de la fig. 4.

*Ruota* = roue. — *Rendimenti* = rendements.  
*Apertura distributore* = ouvertures du distributeur.  
 » *ruota* = ouvertures de la roue.  
*Potenze sviluppate* = puissances développées.  
*Sovraccarico* = capacité de surcharge.

diverses orientations et la surface topographique de la même turbine à pales libres de pivoter autour de leur axe. A la surface topographique, enveloppe des surfaces topographiques élémentaires, correspondent les courbes de rendement  $e = f(Q_1)$ , enveloppes des courbes individuelles relatives aux orientations fixes et la figure 5 montre l'énorme avantage que ce pivotement des pales cause, sans parler de la *capacité de surcharge* dont sont dotées les turbines Kaplan et qui ressort des faits suivants : dans l'exemple envisagé ici, on admet que la charge « normale » de la turbine est atteinte quand le rendement est tombé à 0,85, ce qui correspond à un débit spécifique de 1750 l:sec. et à un  $n_s$  de 550, mais la figure 5 montre qu'on peut imposer à la turbine une *surcharge* correspondant à un débit de 2800 l:sec. (c'est-à-dire 1,6 fois la charge normale) et à un  $n_s = 700$  sans que le rendement s'abaisse au-dessous de 0,715. D'autre part le rendement à charge réduite reste supérieur à 0,80 jusqu'au débit de 375 l:sec, soit 0,214 de la charge normale. La turbine Kaplan concilie donc l'avantage des turbines à faible  $n_s$  d'avoir un rendement relativement peu sensible aux variations de la charge et celui des turbines-hélices à pales fixes d'avoir un rendement peu affecté par les variations de la vitesse et, en conséquence, par celles de la hauteur de chute.

La même figure met en regard les courbes « en crochet » de la puissance des hélices à pales fixes, en fonction du débit spécifique, et la courbe continuellement ascendante de la puissance d'une hélice Kaplan. On y trouvera encore les courbes figuratives de l'ouverture du distributeur, de l'ouverture de la roue Kaplan et du  $n_s$ , toujours en fonction du débit spécifique.

### Commande à distance, et par ondes herziennes, d'une porte de garage.

Cet ingénieux dispositif, inventé par M. Louis Martenet, ingénieur en chef du Service de l'Electricité de la ville de Neuchâtel, supprime toutes les manœuvres, sources d'ennuis et de perte de temps, que causent aux usagers des automobiles l'entrée au garage et la sortie du garage.

A cet effet, le garage est muni d'une porte faite d'un volet métallique (toute autre porte peut également être manœuvrée par le même dispositif). Le rideau est mû par un moteur électrique qui peut être actionné, tout comme un ascenseur, par des boutons de commande, logés dans une niche, à l'extérieur, à côté de la porte, et ce même moteur peut, lui-même, être *actionné à distance par ondes herziennes depuis l'automobile*.

Le propriétaire de l'auto (ou son chauffeur) s'en vient à pied prendre possession de sa machine, ouvre la niche où se trouvent les boutons de commande, presse sur l'un de ceux-ci et la porte immédiatement s'ouvre. Il monte sur sa machine, la met en marche, et sitôt après avoir franchi la porte du garage, et sans s'arrêter, presse sur le bouton de commande à distance T. S. F. placé sur le tablier de l'auto et ferme ainsi la porte derrière lui.

Après avoir vaqué à ses affaires le même automobiliste, rentrant, s'approchant du garage, à une distance de 10 à 15 mètres, presse sur le même bouton de commande placé sur le tablier, la porte s'ouvre et, sans s'arrêter, il s'engouffre dans son garage. La machine étant remise, il en descend, sort du garage, ferme le volet en pressant sur le bouton se trouvant dans la niche située à côté de la porte, cette niche est ensuite fermée à clef ainsi que le volet lui-même. Cette fermeture à clef a en outre pour effet de couper automatiquement tous les courants électriques à l'intérieur du garage.

En cas de manque du courant électrique, le volet peut également s'ouvrir à la main au moyen du dispositif prévu à cet effet.

La commande à distance par ondes herziennes est composée d'un *poste émetteur* placé sur l'auto et d'un *poste récepteur* se trouvant à l'intérieur du garage. Le poste émetteur est composé d'une bobine d'induction qui est en communication avec l'accumulateur électrique (de l'auto par un bouton placé sur le tablier de commande. Au garage se trouve une petite antenne extérieure à laquelle est relié un cohéreur (ou lampe à trois électrodes). Les ondes herziennes émises par la bobine d'induction placée sur l'auto viennent frapper l'antenne réceptrice, arrivent au cohéreur et ferment le circuit d'un relais lequel envoie le courant dans le moteur qui actionne le volet.

Si le volet est *ouvert* l'onde a pour effet de le fermer, si au contraire il est *fermé*, l'onde l'ouvrira. Le volet une fois fermé, il est impossible à une personne étrangère de l'ouvrir à la main, le moteur qui y est accouplé empêchant toute manœuvre de ce genre.

La longueur d'ondes utilisée peut varier de façon à empêcher la manœuvre d'une porte de garage par une machine étrangère à celui-ci.

### Y a-t-il un malaise ferroviaire en Suisse ?

M. l'avocat Niess étant empêché de faire sa conférence, aujourd'hui, 14 décembre, conformément au programme que nous avons publié à la page 250 de notre numéro du 19 octobre dernier, sera remplacé par M. E. Savary, ingénieur, qui répondra à la question « Y a-t-il un malaise ferroviaire en