

**Zeitschrift:** Bulletin technique de la Suisse romande  
**Band:** 48 (1922)  
**Heft:** 17

**Artikel:** Les moteurs Diesel: leur valeur économique comparée à celle d'autres machines motrices  
**Autor:** Buchi, Alfred  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-37420>

### **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:** 01.04.2025

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

# BULLETIN TECHNIQUE

## DE LA SUISSE ROMANDE

Réd. : D<sup>r</sup> H. DEMIERRE, ing.

Paraissant tous les 15 jours

ORGANE EN LANGUE FRANÇAISE DE LA SOCIÉTÉ SUISSE DES INGÉNIEURS ET DES ARCHITECTES

SOMMAIRE : *Les moteurs Diesel. Leur valeur économique comparée à celle d'autres machines motrices*, par M. ALFRED BUCHI, ingénieur en chef, à Winterthur (suite). — *Machine Amsler pour les essais statiques et dynamiques des bois*. — *Le four électrique Fiat*. — *Conduites forcées pour usines hydrauliques. Les tendances actuelles*. — *Sur l'emploi des ciments fondus*. — NÉCROLOGIE : Léon Marguerat. — SOCIÉTÉS : Section de Neuchâtel de la S. I. A. — Société suisse des ingénieurs et des architectes. — BIBLIOGRAPHIE :

### Les moteurs Diesel.

#### Leur valeur économique comparée à celle d'autres machines motrices,

par M. ALFRED BUCHI, ingénieur en chef, à Winterthur.

(Suite.)<sup>1</sup>

On s'est appliqué dans ce qui précède à exposer avec toute la clarté requise, les circonstances qui régissent la grande production d'énergie. On a largement tenu compte de tous les facteurs déterminants en cette matière. On peut résumer les conclusions principales touchant le moteur Diesel en disant qu'il est de beaucoup le plus économique de tous les moteurs, pour autant qu'il s'agit d'un service de pure réserve. De plus, il lui est donné de fournir l'énergie à meilleur compte que nul autre moteur quand il s'agit d'assumer un service de 1500 à 3000 heures par an. L'avantage est pour lui d'autant plus marqué que la charge moyenne est plus réduite, c'est-à-dire que le diagramme de charge présente des pointes plus prononcées. Le moteur Diesel peut être installé au lieu même de consommation de l'énergie ; il peut par conséquent fournir le courant électrique, sans transformation ni conversion, directement dans la forme et sous la tension requises. Cet avantage revêt une importance considérable dans les réseaux où le courant est fortement déwatté ; de même quand il se présente de fortes chutes de tension et quand pour servir la clientèle on est forcé de recourir à la conversion du courant primaire. Ces conclusions tiennent compte dans une large mesure des fluctuations possibles du marché de l'huile brute. Enfin, le moteur Diesel fournit pour ainsi dire gratuitement une quantité fort appréciable d'énergie calorifique qui peut trouver de bons débouchés dans les grandes agglomérations urbaines comme dans les centres industriels.

Il serait maintenant intéressant de vérifier numériquement sur un cas concret, à la lumière des considérations qui précèdent, les avantages acquis par l'emploi rationnel du moteur Diesel concurremment avec la force hydraulique. Pour procéder à cette vérification sur une base sérieuse, admettons avoir à satisfaire à une demande d'énergie identique par exemple à celle qui ressort du

Rapport annuel du Service électrique de la Ville de Zurich sur l'exercice 1920. La charge journalière varie de telle sorte que le diagramme de charge du 29 septembre se retrouve sensiblement le même pendant 93 jours ; celui du 1<sup>er</sup> juin, pendant 100 jours ; et celui du 2 décembre, pendant 120 jours. Pendant les 52 dimanches de l'année, la charge moyenne est de 7500 kw ; on lui a affecté un diagramme arbitrairement tracé. Ces quatre diagrammes journaliers sont reproduits fig. 7, en double. Ils montrent la variation de la puissance débitée, en kw, au primaire du lieu de consommation, sous 3000 à 6000 volts. En planimétrant ces diagrammes on constatera que la fourniture annuelle d'énergie atteint 130 100 000 kwh. La puissance développée au lieu de consommation atteint le maximum de 30 000 kw.

Il s'agit maintenant d'étudier et de comparer deux éventualités :

*Cas I.* La fourniture de l'énergie est assumée exclusivement par des forces hydrauliques, savoir : une usine de plaine couvrant la partie constante de la demande, et une grande usine de réserve, avec un bassin d'accumulation important, pour fournir les pointes de charge. L'usine de plaine est équipée pour une puissance nominale de 18 000 kw ; mais en basses-eaux, pendant 120 jours ouvrables de l'année, elle ne peut donner que 9000 kw (diagramme du 2 décembre). Pendant 93 autres jours, elle débite en moyenne 12 400 kw (diagramme du 29 septembre) ; enfin, pendant les 100 jours ouvrables restants, elle donne toute sa puissance nominale (diagramme du 1<sup>er</sup> juin). Le dimanche, elle suffit seule à subvenir aux besoins du réseau. L'usine avec accumulation est installée pour 24 500 kw nominaux. De sorte que les deux usines marchant en parallèle développent en étiage une puissance totale de 33 500 kw sur les barres de départ ; soit, après déduction des pertes en ligne et dans la transformation, 30 000 kw en chiffres ronds, au lieu de consommation ; sans d'ailleurs tenir compte de la faculté de surcharge des installations.

*Cas II.* L'usine hydraulique de plaine est conservée avec ses 18 000 kw de puissance nominale et ses 9000 kw en étiage. Par contre, pour couvrir les pointes de charge, on prévoit deux usines distinctes, savoir : une usine hydraulique avec accumulation, mais moins importante que celle prévue au cas I, et répondant aux désignations

<sup>1</sup> Voir *Bulletin technique* du 5 août 1922, page 186.

**Cas I :**  
**Usine hydraulique de plaine et grande**  
**usine avec accumulation.**

**Cas II : Usine hydraulique**  
**de plaine et usine hydraulique de moindre importance**  
**avec accumulation et centrale Diesel.**

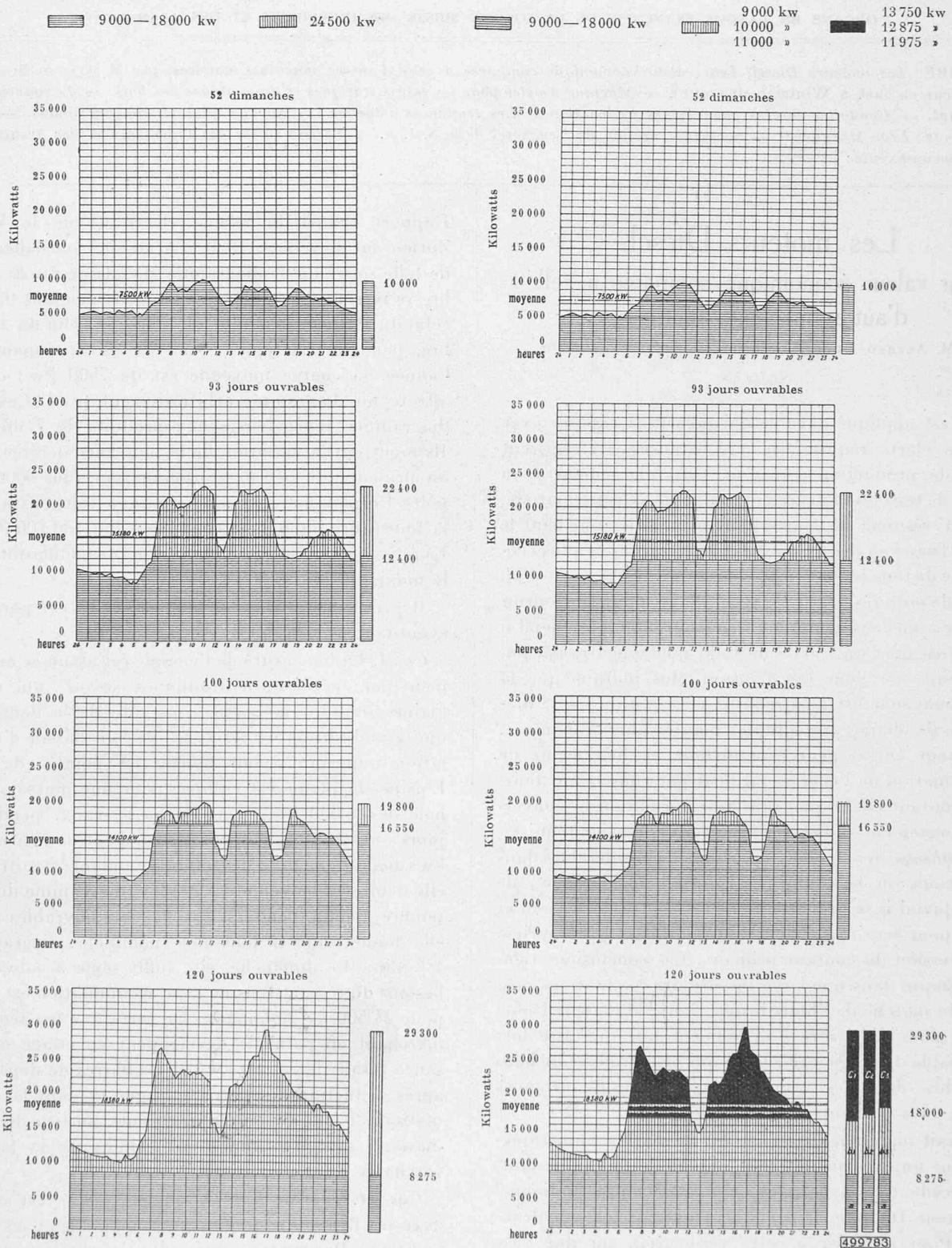


Fig. 7. — Fourniture d'énergie à raison de 130,1 millions de kw-heures par an.  
 Puissance nominale max. 30 000 kw sous 3000—6000 volts au primaire du lieu de consommation.

$b_1$ ,  $b_2$ , ou  $b_3$  ci-après ; et une centrale Diesel, désignée par  $c_1$ ,  $c_2$  ou  $c_3$  selon le cas. Les puissances respectives de ces deux usines sont les suivantes :

	Usine hydraulique avec accumulation		Centrale Diesel
$b_1$	9 000 kw	$c_1$	13 750 kw
$b_2$	10 000 kw	$c_2$	12 875 kw
$b_3$	11 000 kw	$c_3$	11 975 kw

De sorte qu'en étiage, en tenant compte des pertes en ligne et de transformation, on trouve encore un total de 30 000 kw disponible au lieu de consommation.

Le tableau ci-contre indique pour le cas I — tant pour l'usine de plaine que pour l'usine avec accumulation —

l'effet sur les résultats financiers d'une modification de la répartition de la puissance entre l'usine hydraulique avec accumulation avec la centrale Diesel, on a envisagé trois répartitions différentes. De plus, pour mettre en évidence l'influence des fluctuations possibles du prix de l'huile brute sur l'économie de l'installation, on a introduit dans ces calculs trois prix divers, savoir 90, 125 et 150 francs la tonne.

Le tableau III récapitule les résultats obtenus : capitaux nécessaires et dépenses annuelles. Il résulte de cette récapitulation que si l'on se conforme au cas II  $b_1c_1$  plutôt qu'au cas I, on réalise sur les capitaux une économie de 14 230 000 francs. Dans le cas II  $b_2c_2$ , cette économie est

**Cas I (force hydraulique exclusivement) : Usine de plaine et grande usine avec accumulation.**

a) Usine de plaine : Puissance nominale 18 000 kw. Puissance min. en étiage 9 000 kw.		b) Usine avec accumulation : Puissance max. 24 500 kw.	
<b>Débit annuel en kwh :</b>		<b>Débit annuel en kwh. :</b>	
	au lieu de consommation		au lieu de consommation
120 jours	$420 \times 8\ 275 \times 24 = 23\ 870\ 000$	120 jours	$420 \times 10\ 415 \times 24 = 29\ 130\ 000$
100 »	$100 \times 13\ 450 \times 24 = 32\ 300\ 000$	100 »	$100 \times 187 \times 24 = 4\ 550\ 000$
93 »	$93 \times 14\ 620 \times 24 = 26\ 020\ 000$	93 »	$93 \times 3\ 530 \times 24 = 7\ 880\ 000$
52 »	$52 \times 7\ 500 \times 24 = 9\ 350\ 000$		
	Total 91 540 000 kwh.		Total 38 560 000 kwh.
<b>Capitaux nécessaires :</b>		<b>Capitaux nécessaires :</b>	
Centrale . . . . .	18 000 kw. à 800.— = 14 400 000.—	Centrale . . . . .	24 500 kw. à 1000.— = 24 500 000.—
Ligne . . . . .	18 000 kw. à $\frac{100.}{0,75}$ = 2 400 000.—	Ligne . . . . .	24 500 kw. à $\frac{190.}{0,75}$ = 6 210 000.—
(cos $\varphi = 0,75$ ; longueur 50 km)		(cos $\varphi = 0,75$ ; longueur 100 km)	
Transformation au lieu de consommation	$\left\{ \begin{array}{l} 46\ 500\ \text{kw. à } \frac{100.}{0,75} = 2\ 202\ 000.— \\ \text{Total Fr. } 19\ 002\ 000.— \end{array} \right.$	Transformation au lieu de consommation	$\left\{ \begin{array}{l} 43\ 500\ \text{kw. à } \frac{100.}{0,75} = 4\ 800\ 000.— \\ \text{Total Fr. } 32\ 510\ 000.— \end{array} \right.$
<b>Dépenses annuelles :</b>		<b>Dépenses annuelles :</b>	
Centrale . . . . .	10 % de 14 400 000.— = 1 440 000.—	Centrale . . . . .	10 % de 24 500 000.— = 2 450 000.—
Ligne . . . . .	12 % de 2 400 000.— = 288 000.—	Ligne . . . . .	12 % de 6 210 000.— = 745 000.—
Transformation au lieu de consommation	$\left\{ \begin{array}{l} 12\ \% \text{ de } 2\ 202\ 000.— = 264\ 000.— \\ \text{Total Fr. } 1\ 992\ 500.— \end{array} \right.$	Transformation au lieu de consommation	$\left\{ \begin{array}{l} 12\ \% \text{ de } 4\ 800\ 000.— = 216\ 000.— \\ \text{Total Fr. } 3\ 411\ 000.— \end{array} \right.$

le nombre de kwh débités annuellement, les capitaux nécessaires pour l'érection des installations et les dépenses annuelles. On a admis pour l'usine de plaine, des frais d'établissement de 800 francs par kw de puissance nominale ; de 1000 francs pour l'usine avec accumulation. L'usine de plaine est supposée sise à 50 km du centre de consommation de l'énergie ; l'autre usine, à 100 km. En pleine charge, le cos  $\varphi$  est 0,75. Pour les frais relatifs à la ligne et à la station de transformation à l'arrivée, on a introduit les chiffres déjà admis plus haut. L'usine de plaine, y compris la ligne et la transformation, revient ainsi à 19 002 000 francs ; l'usine avec accumulation à 32 510 000 francs. Les dépenses annuelles sont calculées à raison de 10 % du capital d'établissement, en ce qui concerne les centrales ; de 12 % pour la ligne et la transformation. Ces dépenses se montent donc respectivement à 1 992 500 francs pour l'usine de plaine ; à 3 411 000 francs pour l'usine avec accumulation ; soit au total à 5 403 500 francs par an.

Le tableau II renferme les chiffres correspondants, pour le cas II. Comme convenu, afin de faire apparaître

de 13 369 500 francs ; elle est de 12 520 000 francs dans le cas II  $b_3c_3$ . Sur les dépenses annuelles prévues au cas I, on économise respectivement 895 000 francs dans le cas II  $b_1c_1$  quand la tonne d'huile brute est à 90 francs et 700 000 francs quand ce prix monte à 150 francs. Dans le cas II  $b_2c_2$ , ce sont respectivement des économies de 874 000 et 706 000 francs ; enfin dans le cas II  $b_3c_3$ , 863 000 et 726 000 francs. Ces constatations sont suggestives. On peut, comme on voit, économiser des sommes fort importantes en substituant à l'installation purement hydraulique une combinaison judicieuse de la centrale Diesel avec l'usine hydraulique. Cela résulte de ce que les frais d'établissement de la centrale thermique sont inférieurs à ceux que nécessite l'usine hydraulique avec accumulation ; par suite l'intérêt et l'amortissement sont moindres aussi. Or, quand la durée du service annuel est faible, la charge moyenne réduite, l'intérêt et l'amortissement constituent, pour la centrale Diesel aussi, le principal chiffre des dépenses annuelles ; l'achat du combustible absorbant alors relativement peu de numéraire. C'est pour cette raison d'ailleurs qu'une forte variation du prix

**CAS II (force hydraulique et moteur Diesel):**  
**Usine hydraulique de plaine, usine hydraulique avec accumulation et centrale Diesel.**

a) Usine de plaine.	b <sub>1</sub> ) Usine avec accumulation, 9000 kw.	b <sub>2</sub> ) Usine avec accumulation, 10 000 kw.	b <sub>3</sub> ) Usine avec accumulation, 11 000 kw.
<i>Débit annuel en kwh.</i>	<i>Débit annuel en kwh. : au lieu de consommation</i>	<i>Débit annuel en kwh. : au lieu de consommation</i>	<i>Débit annuel en kwh. : au lieu de consommation</i>
	120 × 6345 × 24 = 18 280 000 100 × 648 × 24 = 1 550 000 93 × 3530 × 24 = 7 880 000	120 × 6345 × 24 = 18 800 000 100 × 648 × 24 = 1 550 000 93 × 3530 × 24 = 7 880 000	120 × 6345 × 24 = 21 530 000 100 × 648 × 24 = 1 550 000 93 × 3530 × 24 = 7 880 000
Total : 94 540 000 kwh.	Total 27 710 000 kwh.	Total 29 230 000 kwh.	Total 30 960 000 kwh.
<i>Capitaux nécessaires :</i>	<i>Capitaux nécessaires :</i>	<i>Capitaux nécessaires :</i>	<i>Capitaux nécessaires :</i>
	Centrale 9 000 kw. à 1000 = 9 000 000.— Ligne 9 000 kw. à $\frac{190}{0,75}$ = 2 280 000.— Trans-formation } 6 000 kw. à $\frac{100}{0,75}$ = 800 000.—	Centr. 10 000 kw. à 1000 = 10 000 000.— Ligne 10 000 kw. à $\frac{190}{0,75}$ = 2 540 000.— Trans-formation } 6 000 kw. à $\frac{100}{0,75}$ = 800 000.—	Centr. 11 000 kw. à 1000 = 11 000 000.— Ligne 11 000 kw. à $\frac{190}{0,75}$ = 2 790 000.— Trans-formation } 6 000 kw. à $\frac{100}{0,75}$ = 800 000.—
Total : Fr. 49 002 000.—	Total Fr. 12 080 000.—	Total Fr. 13 340 000.—	Total Fr. 14 590 000.—
<i>Dépenses annuelles :</i>	<i>Dépenses annuelles :</i>	<i>Dépenses annuelles :</i>	<i>Dépenses annuelles :</i>
	9 000 000.— à 10% = 900 000.— 2 280 000.— à 12% = 274 000.— 800 000.— à 12% = 96 000.—	10 000 000.— à 10% = 1 000 000.— 2 540 000.— à 12% = 305 000.— 800 000.— à 12% = 96 000.—	11 000 000.— à 10% = 1 100 000.— 2 790 000.— à 12% = 335 000.— 800 000.— à 12% = 96 000.—
Total : Fr. 4 992 500.—	Total Fr. 1 270 000.—	Total Fr. 1 401 000.—	Total Fr. 1 531 000.—
<i>Débit annuel en kwh. :</i>	<b>c<sub>1</sub>) Centrale Diesel, 13 750 kw.</b>	<b>c<sub>2</sub>) Centrale Diesel, 12 875 kw.</b>	<b>c<sub>3</sub>) Centrale Diesel, 11 975 kw.</b>
	10 850 000 kwh.	9 330 000 kwh.	7 600 000 kwh.
<i>Capitaux nécessaires :</i>	13 750 kw. à 450.— = Fr. 6 200 000.—	Fr. 5 800 000.—	Fr. 5 400 000.—
<i>Dépenses annuelles :</i>	Fr. 90.— Fr. 125.— Fr. 150.—	Fr. 90.— Fr. 125.— Fr. 150.—	Fr. 90.— Fr. 125.— Fr. 150.—
<i>Prix de la tonne d'huile brute</i>	Fr. 90.— Fr. 125.— Fr. 150.—	Fr. 90.— Fr. 125.— Fr. 150.—	Fr. 90.— Fr. 125.— Fr. 150.—
13% Intérêt et Amortiss.	807 000.— 807 000.— 807 000.—	754 000.— 754 000.— 754 000.—	702 000.— 702 000.— 702 000.—
Combustible	294 000.— 407 500.— 489 000.—	252 000.— 350 800.— 420 000.—	205 000.— 285 000.— 342 000.—
Réparations	45 000.— 45 000.— 45 000.—	40 000.— 40 000.— 40 000.—	35 000.— 35 000.— 35 000.—
Personnel	50 000.— 50 000.— 50 000.—	45 000.— 45 000.— 45 000.—	40 000.— 40 000.— 40 000.—
Graissage et divers	50 000.— 50 000.— 50 000.—	45 000.— 45 000.— 45 000.—	35 000.— 35 000.— 35 000.—
Total Fr.	1 246 000.— 1 359 500.— 1 441 000.—	1 436 000.— 1 234 800.— 1 304 000.—	1 017 000.— 1 097 000.— 1 154 000.—

RÉCAPITULATION COMPARATIVE : *Tableau III.*

Cas I : Force hydraulique exclusivement.	Cas II : Force hydraulique et Moteur Diesel.					
<i>Capitaux nécessaires :</i>	<i>Capitaux nécessaires :</i>		<i>Capitaux nécessaires :</i>		<i>Capitaux nécessaires :</i>	
Usine hydr. de plaine . . . 49 002 000.—	a) Usine de plaine . . . 49 002 000.—	b <sub>1</sub> ) Usine avec accumulation . . . 12 080 000.—	a) Usine de plaine . . . 49 002 000.—	b <sub>2</sub> ) Usine avec accumulation . . . 13 340 500.—	b <sub>3</sub> ) Usine avec accumulation . . . 14 590 000.—	a) Usine de plaine . . . 49 002 000.—
Usine avec accumulation. 32 510 000.—	c <sub>1</sub> ) Centrale Diesel . . . 6 200 000.—	c <sub>2</sub> ) Centrale Diesel . . . 5 800 000.—	c <sub>2</sub> ) Centrale Diesel . . . 5 800 000.—	c <sub>3</sub> ) Centrale Diesel . . . 5 400 000.—	c <sub>3</sub> ) Centrale Diesel . . . 5 400 000.—	c <sub>3</sub> ) Centrale Diesel . . . 5 400 000.—
Total Fr. 51 512 000	Total Fr. 37 282 000.—	Total Fr. 38 442 500.—	Total Fr. 38 442 500.—	Total Fr. 38 992 000.—	Total Fr. 38 992 000.—	Total Fr. 38 992 000.—
<i>Economie de capitaux par rapport au cas I :</i>	Fr. 14 230 000.—		Fr. 13 369 500.—		Fr. 12 520 000.—	
<i>Dépenses annuelles :</i>						
Prix de la tonne d'huile brute . . . . . Fr.	90.— 125.— 150.—	90.— 125.— 150.—	90.— 125.— 150.—	90.— 125.— 150.—	90.— 125.— 150.—	90.— 125.— 150.—
Usine hydr. de plaine . . . 4 992 500.—	a) 4 992 500.— 4 992 500.— 4 992 500.—	b <sub>1</sub> ) 4 270 000.— 4 270 000.— 4 270 000.—	a) 4 992 500.— 4 992 500.— 4 992 500.—	b <sub>2</sub> ) 4 401 000.— 4 401 000.— 4 401 000.—	b <sub>3</sub> ) 4 531 000.— 4 531 000.— 4 531 000.—	a) 4 992 500.— 4 992 500.— 4 992 500.—
Usine avec accumulation . 3 414 000.—	c <sub>1</sub> ) 4 246 000.— 4 359 500.— 4 441 000.—	c <sub>2</sub> ) 4 436 000.— 4 234 800.— 4 304 000.—	c <sub>2</sub> ) 4 436 000.— 4 234 800.— 4 304 000.—	c <sub>3</sub> ) 4 017 000.— 4 097 000.— 4 154 000.—	c <sub>3</sub> ) 4 017 000.— 4 097 000.— 4 154 000.—	c <sub>3</sub> ) 4 017 000.— 4 097 000.— 4 154 000.—
Centrale Diesel	Fr. 4 508 500.— 4 622 000.— 4 703 500.—	Fr. 4 529 500.— 4 628 300.— 4 697 500.—	Fr. 4 529 500.— 4 628 300.— 4 697 500.—	Fr. 4 540 500.— 4 620 500.— 4 677 500.—	Fr. 4 540 500.— 4 620 500.— 4 677 500.—	Fr. 4 540 500.— 4 620 500.— 4 677 500.—
Total Fr. 5 403 500.—	Fr. 4 508 500.— 4 622 000.— 4 703 500.—	Fr. 4 529 500.— 4 628 300.— 4 697 500.—	Fr. 4 529 500.— 4 628 300.— 4 697 500.—	Fr. 4 540 500.— 4 620 500.— 4 677 500.—	Fr. 4 540 500.— 4 620 500.— 4 677 500.—	Fr. 4 540 500.— 4 620 500.— 4 677 500.—
<i>Economie annuelle introduite par l'emploi de la centrale Diesel :</i>	Fr. 895 000.— 781 500.— 700 000.—		Fr. 874 000.— 775 200.— 706 000.—		Fr. 863 000.— 783 000.— 726 000.—	
<i>Economie supplémentaire par récupération de la chaleur résiduelle :</i>	Fr. 108 500.— env.		Fr. 93 300.— env		Fr. 76 000.— env.	

de l'huile n'exerce en définitive qu'une influence minime sur l'économie du moteur Diesel.

Dans l'éventualité où la chaleur résiduelle du moteur Diesel peut être récupérée et utilisée avantageusement, on réalise de ce chef des économies supplémentaires qui — au cours actuel des charbons et pour l'exemple traité ici — peuvent varier entre 76 000 et 108 500 francs.

Enfin si, en installant une centrale Diesel au lieu de consommation, on peut éviter la conversion d'une partie de l'énergie en courant continu, par exemple, l'économie augmente encore. Il pourrait alors y avoir avantage, le cas échéant, à demander au moteur Diesel la fourniture d'une part plus importante de l'énergie totale du réseau.

En somme, par l'emploi rationnel du moteur Diesel — au service de réserve par exemple, avec durée de service réduite sous charge moyenne relativement faible, telle qu'elle résulte de l'allure coutumière des pointes de charge — les économies réalisées sont considérables. Cette situation avantageuse du moteur Diesel par rapport au moteur hydraulique au point de vue financier ne serait pas modifiée sensiblement même si les frais d'établissement et les dépenses d'exploitation subissaient de fortes variations.

Par contre, il faut reconnaître que lorsqu'il s'agit d'un service prolongé, sous une charge approximativement constante, l'énergie hydraulique reste la plus économique.

(A suivre.)

## Machine Amsler pour les essais statiques et dynamiques des bois.

La Commission française permanente de standardisation a élaboré des « Cahiers des charges unifiés relatifs aux bois », dont les principes découlent de remarquables recherches exécutées au Laboratoire des essais mécaniques de l'Aéronautique militaire française par MM. Breuil et Monnin et exposées dans les fascicules 29 et 30 (1919) du *Bulletin* de cet établissement. Quant aux cahiers des charges, ils ont paru dans le numéro d'octobre-décembre 1920 des *Mémoires de la Société des ingénieurs civils de France*. Entre autres innovations, ces cahiers des charges définissent des caractéristiques spéciales exprimant les propriétés mécaniques des bois en fonction de leur poids spécifique.

« A égalité de conditions, les résultats de l'essai des bois sont sous la dépendance directe du poids spécifique de l'échantillon soumis aux essais : les principales propriétés mécaniques des bois d'une même essence ou d'un même groupe d'essences varient plus rapidement que le poids spécifique et quelquefois plus vite que le carré du poids spécifique. Comme dans un même arbre, le poids spécifique présente des variations importantes, les chiffres des résistances obtenues aux essais — et ayant subi les corrections nécessaires, en raison des degrés d'humidité différente — sont indéfiniment variés. Ces chiffres ne peuvent qualifier la matière que si on rapporte

les résultats au poids spécifique de l'échantillon ou à l'une de ses puissances. »

Considérons, à titre d'exemple, le quotient  $\frac{C}{D}$  de la résistance unitaire à la compression, par le poids spécifique.

« Ce rapport, dit M. Monnin, n'est pas constant pour une même essence et il sera d'autant plus élevé que le poids spécifique est plus grand. Inversement, le bois le plus lourd donnera la plus grande résistance à la compression, par suite de son quotient élevé. On peut donc établir pour chaque essence une échelle de qualité dans laquelle le chiffre de la résistance à la compression et le chiffre de son rapport au poids spécifique vont tous deux en croissant. Or, ce quotient est précisément un critère des plus importants pour toutes les constructions mobiles, en particulier pour les avions ; il mesure la *résistance à égalité de poids* et permet de comparer entre elles toutes les essences. »

Le rapport  $\frac{C}{D}$ , baptisé *cote de qualité statique*, caractérise donc, au point de vue de la résistance à la compression les différents échantillons d'une même essence. Par contre le rapport  $\frac{C}{D^2}$  qui reste sensiblement constant pour les divers échantillons d'une même essence qualifie cette dernière. Voici, pour quelques essences<sup>1</sup>, la *cote de qualité spécifique*, c'est-à-dire le quotient  $\frac{C}{D^2} \cdot \frac{1}{100}$  :

Epicea : 21. — Spruce blanc, 17,5. — Pitchpin, 12. — Hêtre, 10,5. — Chêne, 10. — Frêne, 9,5.

Des « cotes » semblables ont été établies pour la résistance à la flexion statique et dynamique. On en trouvera la définition dans les publications citées plus haut.

C'est en vue d'éprouver les bois conformément aux cahiers des charges français que MM. A. J. Amsler et Cie, à Schaffhouse, ont construit, sous l'inspiration de M. P. Breuil, l'ingénieuse machine dont voici la description.

Cette machine sert 1° aux essais statiques des bois à la flexion, à la compression, à la traction, au fendage et à la dureté, et 2° aux essais dynamiques (ou essais de choc) par flexion. Les pièces d'épreuve, pour tous les essais statiques, sont prélevées dans une même barrette prismatique de 30 cm. de longueur à section carrée de 2 cm. de côté. Pour les essais dynamiques, on utilise une seconde barrette de même section et de même longueur.

Tout d'abord, pour les essais statiques, on soumet la barrette à l'épreuve de flexion, puis on confectionne dans ses fragments, pour l'essai à la compression, des prismes à base carrée de 2 cm. de côté et de 3 cm. de longueur, pour l'essai à la traction perpendiculairement aux fibres des barrettes de 7 cm. de longueur et de 2 × 2 cm. de section, et pour l'essai au fendage des barrettes de 4,5 cm. de longueur et également de 2 × 2 cm. de section. L'essai à la dureté se fait sur un fragment de longueur quelconque.

Pour l'essai de flexion statique, le barreau est placé sur deux appuis écartés de 24 cm. qui sont soulevés par la machine et le barreau est pressé contre un couteau médian  $e_2$  (fig. 5) et  $e$  (fig. 3). L'effort de flexion imposé au barreau est relevé sur un cadran. La flèche produite est enregistrée en fonction de

<sup>1</sup> *Bulletin de la Section technique de l'Aéronautique militaire*, fascicule 29, juin 1919.