

# HYDRAULIQUE

## Le dessableur, les turbines et la production d'énergie de l'Usine de Marleno

par Henri DUFOUR, Ingénieur S. I. A. à Lausanne

---

### INTRODUCTION

Les usines hydro-électriques de *Tel* ( $H = 70$  m.) et, immédiatement en aval, de *Marleno* ( $H = 130$  m.), sur la haute Adige, utilisent un débit de  $35 \text{ m}^3/\text{sec.}$  et produisent ensemble une puissance de 80.000 ch. Après l'agrandissement de la première et la construction de la seconde vers 1925, ces deux usines disposaient d'une prise d'eau commune représentée sur les fig. 1 et 2.

Pour supprimer l'usure, par endroits très marquée, des galeries, des canaux, des conduites forcées et atténuer celle des turbines, excessivement rapide et onéreuse, dont souffraient les deux usines, la « Società Alto Adige » du Groupe « Montecatini » à Milan, propriétaire de l'Usine de Marleno, a fait construire de 1929 à 1931 le dessableur de *Tel* selon les plans et avec les pièces spéciales que nous lui avons livrées. Elle a bien voulu nous autoriser à publier les résultats

qui vont suivre et nous nous faisons un plaisir de lui en exprimer ici nos remerciements bien sincères.

Vu le manque de place entre la prise d'eau et l'entrée du tunnel, le dessableur a dû être construit en souterrain dans l'éperon de rocher visible sur la fig. 1. Pour ne pas interrompre l'exploitation des usines, il fallut exécuter d'abord le bassin *Bg* avec sa vanne d'entrée  $V_1$ , sa galerie d'amenée, sa vanne de sortie  $V_2$ , son raccordement à la galerie de dérivation vers l'usine et sa galerie d'évacuation. L'eau ayant été détournée par le bassin *Bg* terminé, on put ensuite, sous la protection de sa vanne d'entrée  $V_1$  et d'un batardeau *b*, exécuter le bassin *Bd*. L'exploitation de ce grand dessableur à purge automatique et continue, excavé entièrement dans le gneiss et dont la fig. 3 donne une vue intérieure, ayant donné toute satisfaction, il nous a paru intéressant d'en faire connaître l'efficacité et les résultats pratiques très importants pour l'Usine de Marleno.

## EFFICACITÉ DU DESSABLEUR

Dans le but de vérifier la garantie d'efficacité donnée par l'inventeur, la « Società Alto Adige » fit procéder, le 1<sup>er</sup> juillet 1931, en présence de ses représentants, d'une délégation des « Azienda Elettrica Consorziata » des villes de Bolzano et

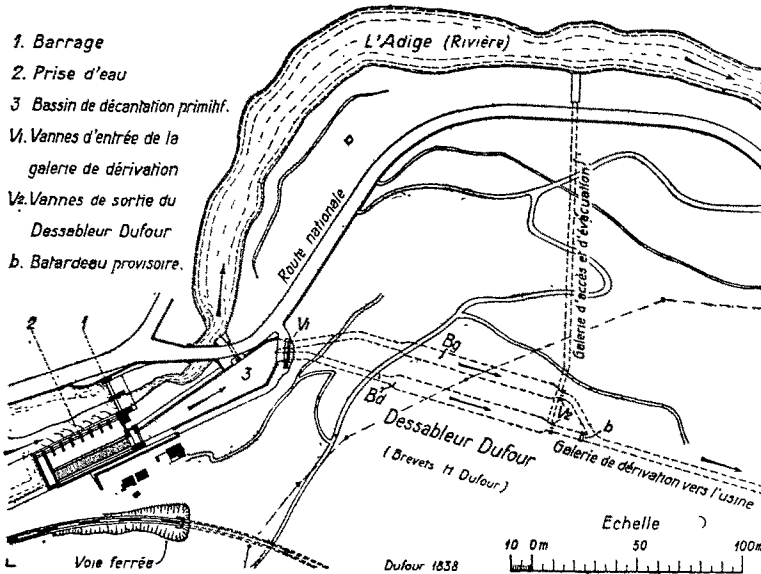


Fig. 1. — Plan de situation de la prise d'eau et du dessableur de Tel (sur l'Adige) pour 35 m<sup>3</sup>/sec.

de Merano, propriétaires de l'Usine de Tel, et de deux délégués du « Corpo Reale del Genio-Civile » de la province de Trento, à des épreuves de réception du dessableur. Par suite de la fonte des neiges et des glaciers, l'Adige était, ce jour-là, très grosse ; les usines étaient en marche à pleine charge, le dessableur débitait environ 37 m<sup>3</sup>/sec.

Les épreuves consistaient à prélever, dans l'axe vertical de la section de sortie d'un des bassins du dessableur, un peu en amont de la vanne V<sub>2</sub>, au moyen d'un dispositif spécial, au fond, au milieu et à la surface de l'eau, à intervalles réguliers, pendant trois heures, un volume total d'eau dessablée de 1.500 litres. Au moyen d'un autre dispositif situé à la sortie de la galerie d'évacuation, il fut prélevé, simultanément et pendant le même temps, un volume total d'eau de purge de 1.400 litres. (Cette inégalité des volumes d'eau prélevés résulte de la différence de capacité des récipients utilisés.)

Le volume du résidu de 1.500 litres d'eau dessablée a été de 119,95 cm<sup>3</sup>, sa composition granulométrique la suivante :

TABLEAU 1

Diamètre des grains	Volumes partiels
0 — 0,1 mm.	81,55 %
0,1 — 0,2 »	15,16 »
0,2 — 0,35 »	2,54 »
0,35 — 0,5 »	0,67 »
> 0,5 mm.	0,08 %
	100,00 %

Le résidu des 1.400 litres d'eau de purge contenait des

grains de toutes les dimensions entre ceux du limon le plus fin et ceux du gravier dont la plus grosse pierre mesurait 50 × 30 × 15 mm. Multipliés, pour la comparaison avec le résidu de l'eau dessablée, par le rapport 1,5 : 1,4, les résultats de l'analyse du résidu de l'eau de purge ont été les suivants :

Sur un volume total de résidu de 2.518 cm<sup>3</sup>, 1.714,5 cm<sup>3</sup>, soit le 68 %, passaient par le tamis à mailles carrées de 0,5 mm., le reste, soit 803,5 cm<sup>3</sup>, ou le 32 % était plus grossier.

La composition granulométrique des 1.714,5 cm<sup>3</sup> de résidu dont les grains étaient < 0,5 mm., a été la suivante :

TABLEAU 2

Diamètre des grains	Volumes partiels
0 — 0,1 mm.	11,89 %
0,1 — 0,2 »	24,60 »
0,2 — 0,35 »	29,84 »
0,35 — 0,5 »	33,67 »
	100,00 %

Le tableau 3 donne, pour leur comparaison, les volumes des diverses catégories de grains < 0,5 mm. contenus dans 1.500 litres d'eau dessablée et dans 1.500 litres d'eau de purge.

TABLEAU 3

Diamètre des grains	Volumes des résidus contenus dans 1.500 l.	
	d'eau dessablée	d'eau de purge
0 — 0,1 mm.	97,80 cm <sup>3</sup>	203,5 cm <sup>3</sup>
0,1 — 0,2 »	18,20 »	422,0 »
0,2 — 0,35 »	3,05 »	512,0 »
0,35 — 0,5 »	0,80 »	577,0 »
	119,85 cm <sup>3</sup>	1.714,5 cm <sup>3</sup>

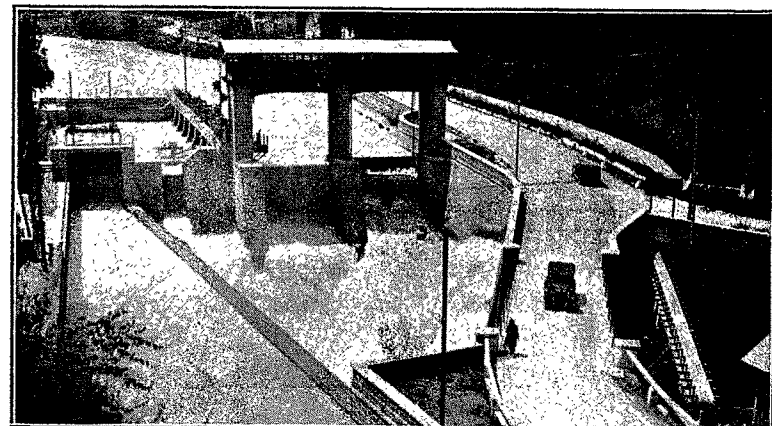


Fig. 2. — Prise d'eau de Tel (sur l'Adige) pour 35 m<sup>3</sup>/sec. Barrage à deux vannes, vannes d'entrée, grille horizontale, vanne d'admission, bassin de décantation primitif.

Le tableau 3 montre que 1.500 litres d'eau de purge contenaient 203,5 cm<sup>3</sup> de grains < 0,1 mm. alors que 1.500 litres d'eau dessablée n'en contenaient que 97,8 cm<sup>3</sup>. Le même phénomène, mais toujours plus fortement caractérisé, se retrouve dans les catégories de grains de 0,1 à 0,2 mm., 0,2 à 0,35 mm. et 0,35 à 0,5 mm. De ces chiffres, il résulte

que le dessableur élimine non seulement tous les grains dépassant 0,5 mm., mais aussi une très forte proportion de grains entre 0,5 et 0,35 mm., 0,35 et 0,2 mm., etc..., et même, encore une forte quantité de grains compris entre 0,1 et 0 mm.

De cette efficacité très poussée du dessableur, il résulte que

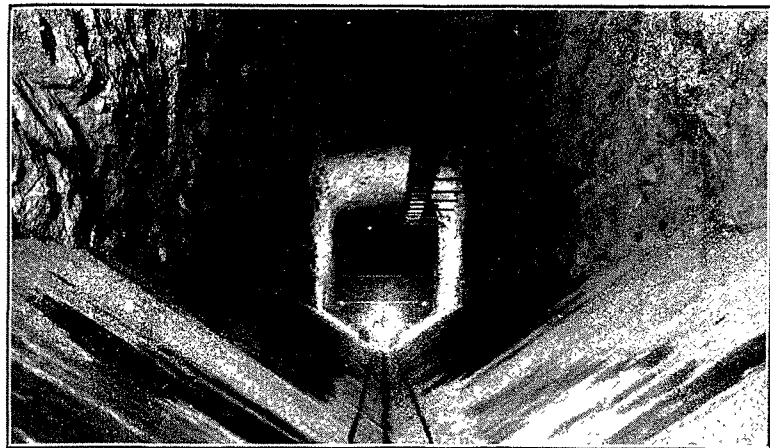


Fig. 3. — Dessableur de Tel (sur l'Adige) 35 m<sup>3</sup>/sec.  
Intérieur d'un bassin vu de l'aval, avec le purgeur, les fonds inclinés, la passerelle de service et, tout au fond, le tranquilliseur.

le limon non éliminé par lui et restant dans l'eau dessablée = eau motrice des turbines est, comme le fait voir le tableau 1, extrêmement fin. Les 81,55 + 15,16 = 96,71 % de son volume se composent de grains < 0,2 mm.

Relevons encore que pendant les épreuves, la teneur en limon de l'eau dessablée a été de 119,95 : 1.500 = 0,08 cm<sup>3</sup> par litre. Le débit du dessableur étant d'environ 37 m<sup>3</sup>/sec., la quantité de limon entraînée vers les turbines en 24 h., était ce jour-là de :

$$\frac{0,08 \times 37 \times 1.000 \times 86.400}{1.000 \times 1.000} = 254 \text{ m}^3$$

dont les 96,71 %, soit plus de 245 m<sup>3</sup>, étaient composés de grains < 0,2 mm.

Pendant les mêmes épreuves, la teneur en alluvions de l'eau de purge prélevée a été de 2.518 : 1.500 = 1,68 cm<sup>3</sup> par litre, soit 1,68 : 0,08 = 21 fois plus forte que la teneur en limon de l'eau dessablée. Le prélèvement de l'eau de purge au moyen d'un seul tuyau n'ayant eu lieu qu'en un seul point sur le milieu du radier de la galerie d'évacuation, la teneur en alluvions de l'eau prélevée était certainement plus élevée que la teneur moyenne en alluvions de l'eau de purge. Ces alluvions prélevées de l'eau de purge peuvent servir pour une comparaison qualitative avec les alluvions (limon) de l'eau dessablée, mais la teneur qui en résulte pour l'eau de purge ne peut être utilisée pour calculer la quantité d'alluvions évacuées par le dessableur.

On peut se demander si, à Tel, l'efficacité du dessableur qui, du débit très important de 37 m<sup>3</sup>/sec., permet d'éliminer la presque totalité des alluvions dépassant 0,2 mm. n'a pas été poussée trop loin et si un ouvrage de dimensions moindres et moins coûteux, n'aurait pas été suffisant pour la protection des tunnels, des canaux et aussi des turbines. L'exposé qui va suivre des résultats pratiques obtenus orientera le lecteur sur ce point.

## EXPLOITATION DES TUNNELS ET DES CANAUX

La courte période d'exploitation depuis la mise en service du dessableur, au printemps 1931, ne permet pas d'observer une nouvelle progression de l'usure des radiers des tunnels et des canaux ; de plus, selon les expériences faites dans d'autres usines, on peut être certain que le limon, dont la composition granulométrique donnée ci-dessus est extrêmement fine et qui est en suspension dans l'eau, ne pourra avoir qu'une action des plus minimes sur les enduits en ciment des radiers.

## EXPLOITATION DE L'USINE DE TEL

Cette usine, construite il y a près de 30 ans par les « Etschwerke » = Usines de l'Adige, pour un débit de 15 m<sup>3</sup>/sec., a été agrandie lors de la construction de celle de Marleno ; elle est aujourd'hui propriété des « Azienda Elettrica Consorziale », mais exploitée temporairement en partie par elles et en partie par la « Società Alto Adige ».

Avec le bassin de décantation primitif, la chambre de mise en charge, toujours en partie colmatée, remplissait mal son but de réservoir et de distributeur d'eau dans les deux conduites forcées ; certaines turbines s'usaient rapidement.

Depuis la mise en service du dessableur, la chambre de mise en charge est toujours entièrement libre de dépôts et les turbines s'usent beaucoup moins. Vu la courte période d'exploitation de deux ans et les conditions d'exploitation un peu compliquées de l'Usine de Tel, les avantages que le dessableur a eu pour elle ne peuvent pas encore être donnés par des chiffres.

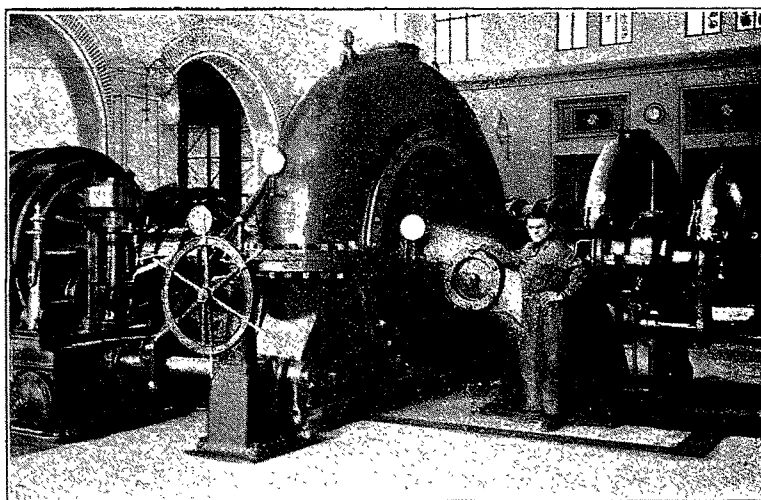


Fig. 4. — Turbine de l'Usine de Marleno.  
Dates de construction : Q = 7.500 l/sec., H = 128 m.,  
n = 420 à 500 p.m. Ne = 10.300 ch.

## EXPLOITATION DES TURBINES DE L'USINE DE MARLENGO

Cette usine est équipée de cinq turbines Francis de 10.300 ch. chacune, dont quatre actionnent des génératrices à courant continu. La fig. 4 montre une de ces turbines, la fig. 5 deux coupes de son distributeur et de sa roue.

Avec le bassin de décantation primitif de la prise d'eau, l'usure des turbines par les alluvions non éliminées telles que : graviers, sables et limons, se concentrait principalement sur les parois *P-P* et les aubes mobiles *A-A* du distributeur, sur la roue *R*, sur les anneaux latéraux *J-J* et sur le couvercle *C*. Au début de l'exploitation de l'usine, cette usure, très rapide, a donné lieu à différentes avaries répa-

Depuis la mise en service du dessableur, l'eau ne contient plus que du limon très fin dont nous avons donné plus haut la composition granulométrique ; l'usure des turbines a diminué dans une très forte proportion et l'exploitation de l'usine a été grandement améliorée. Pendant la première période d'été, en 1931, les quatre turbines pour le courant continu ont été en service ininterrompu sans la moindre

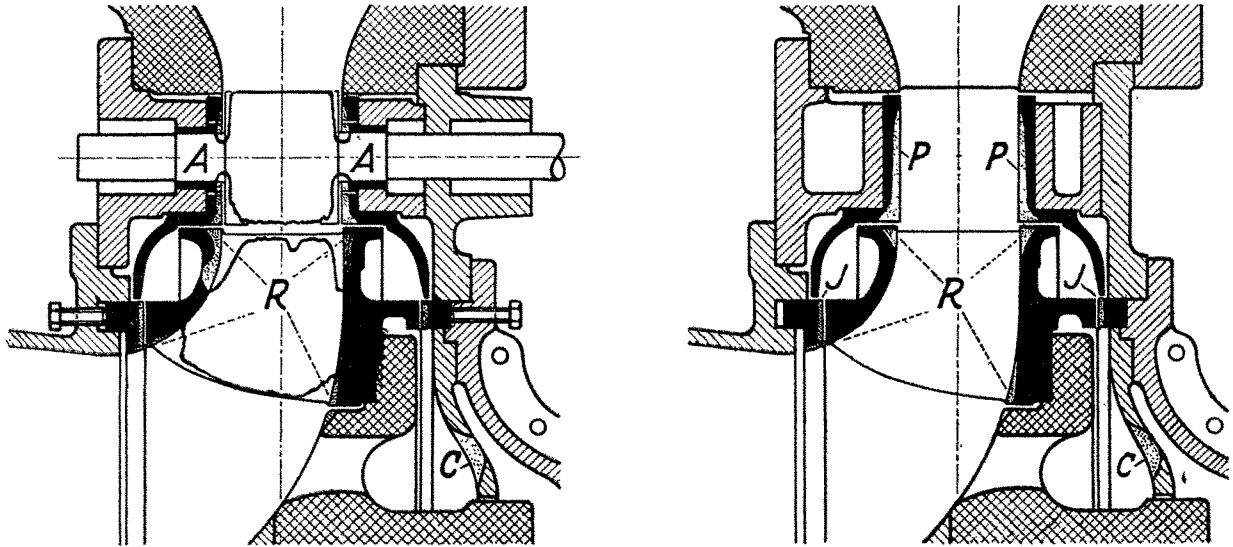


Fig. 5. — Coupes du distributeur et de la roue d'une turbine de Marlungo avec indication de l'usure.

rables, mais qui, parfois, ont nécessité l'arrêt immédiat de la turbine pendant un certain temps. La fig. 6 représente deux aubes directrices en acier coulé, après trois ans, la fig. 7 une roue en bronze spécial, après deux ans de service. (Nous regrettons de ne pas posséder de photographies des parois *P-P* usées). Sur la fig. 6, on remarquera la très forte usure de la pointe intérieure *p-p* des aubes, diminuée de longueur et d'épaisseur jusqu'à former un véritable tranchant, en *t-t* les profondes coupures de leurs tourillons.

La fig. 7 montre en *a, b, c* et *d* les ravages du sable sur les couronnes et les aubes de la roue. L'extrême usure des organes intérieurs de la turbine a été représentée aussi bien que possible dans les coupes de la fig. 5. Après quelques années d'exploitation avec le bassin primitif, le service de l'usine avait dû reconnaître que la durée des principales pièces des turbines soumises à l'usure, soit : les parois et les aubes du distributeur, la roue, les deux anneaux latéraux et le couvercle, ne pouvait dépasser deux ans. Chaque hiver, dès que le débit de l'Adige permettait cette opération sans perte d'eau, il fallait donc démonter les dites pièces usées et les remplacer par des nouvelles dans deux des quatre turbines actionnant les dynamos à courant continu. L'achat des nouvelles pièces et leur ajustage dans les turbines représentaient un travail de longue haleine et excessivement coûteux. Si nous sommes bien renseignés, il est arrivé que le prix de la remise à l'état neuf d'une seule turbine ait atteint la somme de 200.000 livres.

En février 1932, une des deux turbines remises à neuf en février 1931 fut ouverte pour un contrôle qui en révéla l'usure excessivement faible, presque imperceptible, comme le montre la fig. 8. La turbine put donc sans autre être refermée et remise en service. Seul le moyeu de la roue, en service depuis plusieurs années avec le bassin primitif, laisse voir une usure prononcée subie avant la mise en service du dessableur.

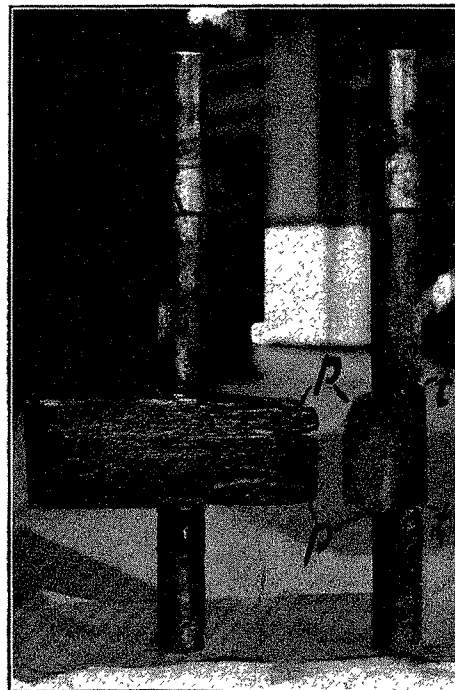


Fig. 6. — Aubes directrices d'une turbine de Marlungo après 3 ans de service avec le bassin de décantation primitif. A remarquer la très forte usure de la pointe *p-p* et les profondes coupures *t-t* des tourillons.

En février 1933, ce fut le tour de la seconde des deux turbines remises à neuf en février 1931 et ayant ainsi deux ans de service avec le dessableur, d'être ouverte. Les parois *P-P* de son distributeur fig. 5, en acier, de 20 mm. d'épaisseur, qui, autrefois, en deux ans, fortement usées et perforées en de nombreux endroits, étaient devenues absolument inutilisables, étaient en bon état. La fig. 9 représente une de ces parois après deux ans de service avec le dessableur. Sur sa face on distingue faiblement la position des aubes et, entre celles-ci, le chemin tracé par l'eau limoneuse. La profondeur de ce chemin varie entre 0,6 et 1,5 mm. Par place, aux extrémités des boîtes des aubes, la face de la paroi porte d'étroits sillons de 4 à 6 mm. de profondeur. Sur la partie intérieure *r-r* de la paroi, en retrait de la face, on voit encore toutes les traces du tour, l'usure y est donc nulle. Le service de l'usine fera à la soudure les sillons autour des boîtes et laissera les deux parois en service.

La fig. 10 montre deux aubes directrices en acier coulé de la même tur-

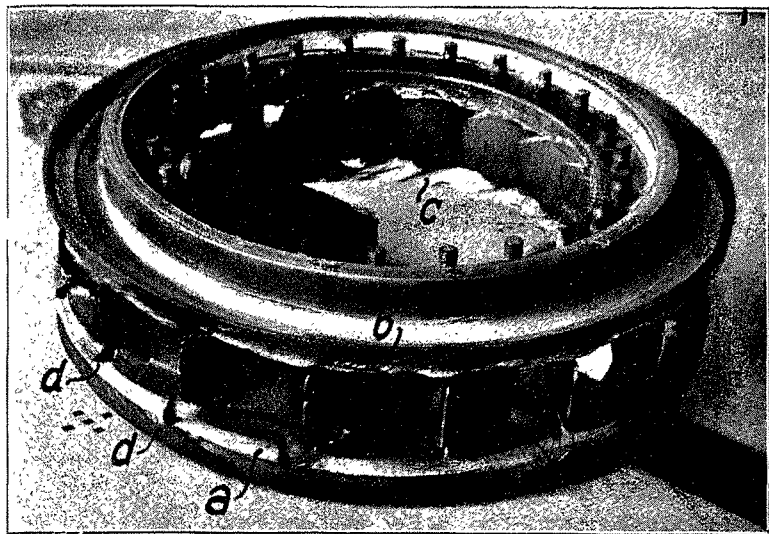


Fig. 7. — Roue en bronze spécial d'une turbine de Marlengo après 2 ans de service avec le bassin de décantation primitif. Usure particulièrement forte en *a*, *b* et *c*; couronne perforée en *d-d*.

bine. Les tourillons *t-t* sont assez fortement rouillés, mais leur usure très faible n'est pas visible. Il en est de même de la pointe intérieure *p* de l'aube dont l'épaisseur est parfaitement conservée. Les petites et très nombreuses ondulations, visibles sur la grande surface *s-s* de l'aube, sont dues au fait que cette surface n'est pas usinée. Ces aubes sont réutilisables sans autre.

Le couvercle *C*, fig. 5, qui, autrefois, était percé en deux ans, est très peu usé et sera réutilisé sans autre.

La fig. 11 montre la roue en bronze spécial. Elle porte les traces du sable et du gravier qui se trouvaient encore dans les chambres d'eau et les galeries des Usines de Tel et de Marlengo lors de la mise en service du dessableur au printemps 1931 et qui, depuis, ont été, peu à peu entraînées à travers les turbines par l'eau dessablée. Comparée à la roue de la fig. 7, cette roue se révèle néanmoins en très bon état. L'entrée de ses aubes *a-a* ainsi que ses couronnes, ne sont que faiblement usées. Sur les angles *b-b* l'usure est marquée, mais à côté de ceux-ci, sur les pourtours, les sillons du tour sont encore visibles. L'usure est donc nulle. Il en est de même pour le joint latéral *j-j*. L'extrémité intérieure des aubes est bien conservée; sur une seule de celles-ci, en *c*, le bord est faiblement attaqué.

D'après les constatations décrites, faites en février 1932 et 1933 sur les turbines de Marlengo, il paraît probable, qu'avec le dessableur, ces machines pourront marcher de 4 à 6 ans sans atteindre le degré d'usure qu'elles avaient autrefois en 2 ans, mais qu'il sera toutefois avantageux de les

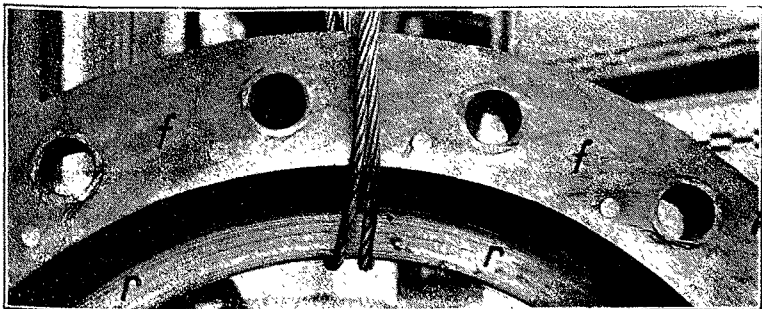


Fig. 9. — Paroi de distributeur d'une turbine de Marlengo après 2 ans de service avec le dessableur. L'usure moyenne de la face *f-f* de la paroi est de 0,6 à 1,5 mm., en *r-r* l'usure est nulle.

reviser après 2 ou 3 ans de service et, au besoin, de remplacer certaines pièces par d'autres pièces neuves ou réparées. En procédant de cette façon, on maintiendra plus élevé le rendement moyen des turbines et la consommation de pièces de rechange qui, dans ces conditions pourront être réparées à la soudure plusieurs fois, au minimum.

L'économie sur l'entretien des turbines de l'Usine de Marlengo résultant de la construction de son dessableur sera certainement très importante, mais aujourd'hui, la courte période d'exploitation depuis la mise en service de ce dernier ne permet pas encore de donner des chiffres plus détaillés.

### PRODUCTION D'ÉNERGIE

Ces constatations sur l'exploitation des turbines de l'Usine de Marlengo avant et après la construction de son dessableur étant faites, il est intéressant d'examiner aussi sa production d'énergie dans les trois conditions de marche suivantes :

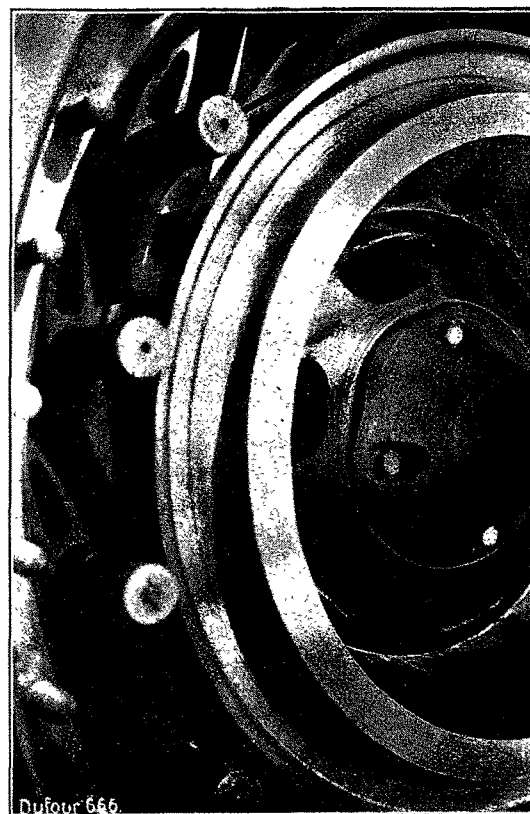


Fig. 8. — Distributeur et roue d'une turbine de Marlengo après 1 an de service avec le dessableur. Sur les aubes directrices et sur la roue, l'usure minimale n'est pas visible. Le moyeu était en service avant la construction du dessableur.

I. Avec de l'eau claire et des turbines neuves ne subissant pas d'usure.

II. Avec l'eau chargée d'alluvions dont disposait l'usine avec le bassin de décantation primitif avant la mise en service du dessableur.

III. Avec l'eau dessablée dont dispose l'usine depuis la mise en service du dessableur, au printemps 1931.

Pour cet examen, nous avons utilisé les renseignements et les chiffres qui nous ont été obligeamment donnés par le service de l'usine et, comme ces renseignements ne pouvaient être complets sur tous les points, nous avons fait quelques suppositions et simplifications dont il sera question plus loin.

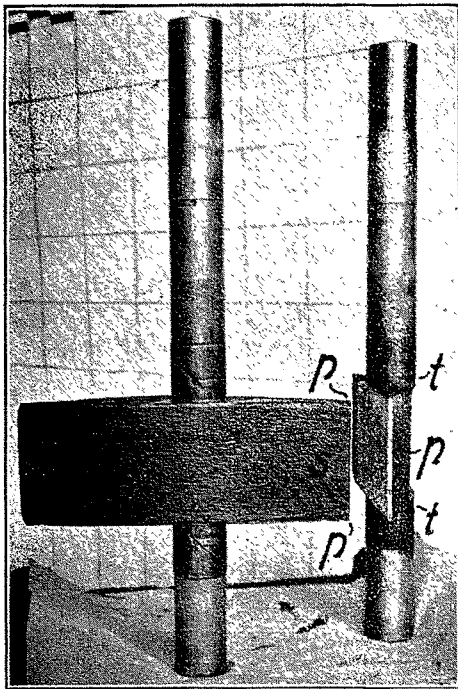


Fig. 10. — Aubes directrices d'une turbine de Marlengo après 2 ans de service avec le dessableur. La pointe de l'aube p-p paraît intacte, en t-t les tourillons n'ont pas de coupures.

Turbines	} Admissions :	100 %	75 %	50 %
		Rendements :	82,5 %	83,5 %
Dynamos	} Puissance :	100 %	75 %	50 %
		Rendements :	95 %	94 %

Les mesures faites par le service de l'usine avant la construction du dessableur avaient montré que la diminution du rendement des turbines causée par leur très forte usure était, après deux ans de service, de 16 % de leur rendement à l'état neuf. Nous avons admis que cette diminution de 16 % avait été constatée pour une admission moyenne de 75 % et qu'après un an de service, toujours sans le dessableur, la diminution de rendement des turbines était de l'ordre de 6 %.

En février 1932, avec le service de l'usine, nous avons estimé que le rendement d'une turbine qui, depuis sa réparation, avait marché une année avec le dessableur et dont l'excellent état est visible sur la photographie fig. 8, devait à peine avoir diminué. Comme chiffre de cette diminution de rendement nous avons néanmoins, pour nos calculs, admis le chiffre rond de 1 % certainement supérieur à la valeur réelle.

En février 1933, avec le même service, nous avons estimé que le rendement d'une turbine qui, depuis sa réparation, avait marché deux ans avec le dessableur et dont les pièces sont visibles sur les photographies fig. 9, 10 et 11, pouvait avoir diminué de 3 % au maximum.

Sur la base de ces chiffres de rendements et à l'aide des diagrammes de rendements d'une turbine Francis, de caractéristiques semblables à celles des turbines de Marlengo, déterminés très exactement, à l'état neuf et à l'état usé et représentés sur la fig. 12. nous avons, par analogie, établi pour la fig. 13 les courbes des rendements approximatifs probables des turbines de Marlengo : à l'état neuf, après un

Comme base de nos calculs, nous avons pris les diagrammes des débits dérivés de l'Adige, à Tel, pendant les années 1927 et 1928 restés à notre disposition depuis l'étude du projet de dessableur. Les moyennes des débits mensuels de ces deux années varient de 15,18 m<sup>3</sup>/sec. en mars à 35 m<sup>3</sup>/sec. pendant les mois d'été et sont données au bas de la fig. 14.

Les chutes mensuelles de l'usine variant entre 127 et 130,5 m. sont également données au bas de la même figure.

Pour plus de simplicité, nous avons admis que le débit de 35 m<sup>3</sup>/sec. pouvait être absorbé par les quatre turbines actionnant les dynamos à courant continu, puis, comme rendements effectifs des turbines à l'état neuf et des dynamos les valeurs suivantes :

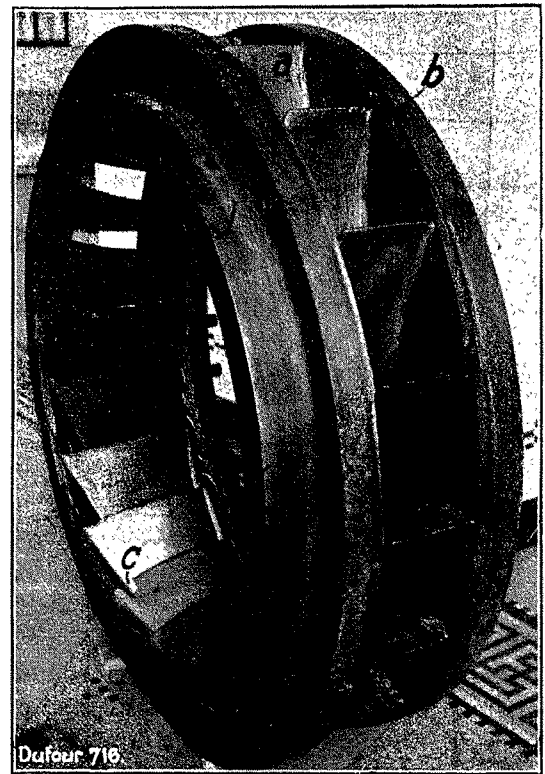


Fig. 11. — Roue en bronze spécial d'une turbine de Marlengo après 2 ans de service avec le dessableur.

été et après deux étés de service avec le bassin, après un été et après deux étés de service avec le dessableur.

Avec les débits mensuels moyens, les chutes mensuelles moyennes, les rendements des dynamos cités, comme base, et, à l'aide des courbes de la fig. 13. nous avons ensuite calculé, pour chaque mois de l'année 1932 par exemple, les puissances de l'usine en service dans les conditions de marche I, II et III précisées à la page 5.

Voici quelques compléments d'explication sur ces calculs :

I. Puissance de l'usine avec des turbines à l'état neuf. Pour ce calcul, les débits moyens mensuels disponibles en hiver et utilisables en été ont été, suivant leur importance, répartis par parts égales sur 2, 3 ou 4 turbines de façon à obtenir pour celles-ci le meilleur rendement et pour l'usine la puissance la plus grande possible.

II. Puissance de l'usine en service avec le bassin, c'est-à-dire avec des turbines neuves et des turbines à différents degrés d'usure. Dans la répartition des débits disponibles en hiver et utilisables en été, par parts égales sur 2, 3 ou 4 turbines, nous avons admis que les turbines les moins usées (celles n'ayant marché qu'un été ou celles remises à neuf) étaient en service, cela, toujours, pour obtenir les meilleurs rendements des turbines et la plus grande puissance possible de l'usine.

III. Puissance de l'usine en service avec le dessableur, c'est-à-dire avec des turbines neuves et des turbines à différents degrés d'usure, cette usure étant toujours beaucoup plus faible que pour la condition de marche II. La répartition des débits disponibles en hiver et utilisables en été a été faite de la même façon que pour l'usine en service avec le bassin (condition de marche II).

La manutention des turbines admise pour le calcul des séries de puissances I, II et III correspond à la manutention en vigueur à l'Usine de Marlengo avant la mise en service du

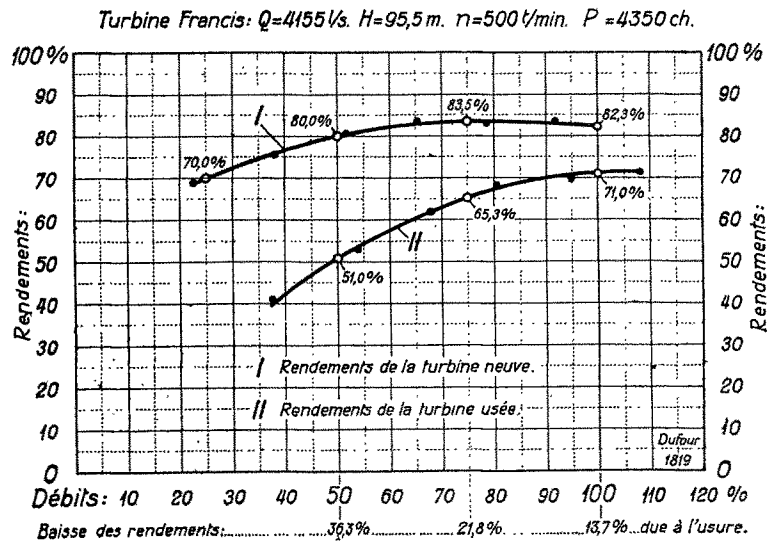


Fig. 12. — Rendements d'une turbine Francis aux caractéristiques semblables à celles de Marlenigo et soumise à l'usure par les alluvions.

dessableur. Chaque année, en février et mars, pendant les plus basses eaux, les deux turbines les plus usées parce qu'en service depuis deux ans, étaient successivement arrêtées et remises à neuf. Dès le mois d'avril de chaque année, l'usine disposait donc de deux turbines en service depuis une année et en partie usées et de deux turbines à l'état neuf.

Les résultats des calculs que nous venons d'énumérer sont résumés sur la fig. 14 qui, pour chaque mois de l'année, donne : le débit et la chute mensuels moyens de l'usine, puis, pour chacune des conditions de marche I, II et III, le rendement moyen des turbines et la puissance de l'usine.

Selon cette figure, la production d'énergie de l'Usine de Marlenigo marchant avec de l'eau claire et des turbines neuves ne subissant pas d'usure serait de :

$$234\ 070\ 800 \text{ kWh.}$$

Pour l'usine marchant avec le bassin de décantation primitif, cette production, vu la forte usure des turbines, n'était plus que de :

$$220\ 841\ 400 \text{ kWh.}$$

et la perte d'énergie résultant de cette usure de :

$$234\ 070\ 800 - 220\ 841\ 400 = 13\ 229\ 400 \text{ kWh.}$$

soit le 5,66 % de la production de l'usine avec des turbines neuves.

Pour l'usine marchant avec le dessableur, la production d'énergie, vu la faible usure des turbines, était encore de :

$$231\ 577\ 200 \text{ kWh.}$$

et la perte d'énergie résultant de cette usure n'était plus que de :

$$234\ 070\ 800 - 231\ 577\ 200 = 2\ 493\ 600 \text{ kWh.}$$

soit le 1,06 % de la production de l'usine avec des turbines neuves.

La construction du dessableur a donc permis de récupérer

$$13\ 229\ 400 - 2\ 493\ 600 = 10\ 735\ 800 \text{ kWh.}$$

soit le 4,6 % de la production de l'usine avec des turbines neuves et le 81 % de la perte d'énergie subie par l'usine pendant sa marche avec le bassin de décantation primitif.

Avec le bassin primitif, l'usure rapide des turbines rendait parfois inévitable leur arrêt pour des réparations urgentes et, ces arrêts d'un groupe générateur se produisant presque toujours en temps de crue, il en résultait pour l'usine une perte d'énergie appréciable et nuisible à la marche régulière des fabrications. Avec le dessableur et l'usure très lente des turbines aucun arrêt pour réparation urgente n'a été nécessaire.

Dans nos calculs, nous avons admis que le débit de l'usine était toujours réparti sur les turbines les moins usées. Ce sont là des conditions de marche idéales qui ne sont pas réalisées, car parfois, pour reviser un groupe dont la turbine est neuve, il est nécessaire d'avoir recours au groupe voisin dont la turbine est usée. Comme dans les conditions de marche III, la diminution de puissance due à cette usure est beaucoup plus faible que dans les conditions II, il en résulte que la production d'énergie de l'usine est bien supérieure.

Dans ces deux cas nous sommes en présence d'une récupération d'énergie, due au dessableur, qui n'a pas pu être chiffrée et n'est pas comprise dans les chiffres ci-dessus.

### RESUME ET CONCLUSIONS

L'exposé qui précède montre qu'à l'Usine de Marlenigo dont l'eau dérivée de l'Adige, gros torrent de montagne, charrie des graviers, des sables et des limons, l'épuration de l'eau au moyen d'un grand bassin de décantation était insuffisante. Les alluvions qui, malgré ce bassin, traversaient encore les turbines, usaient leurs distributeurs et leurs roues motrices en deux ans et causaient à l'usine des arrêts et des pertes d'énergie importantes.

Le Dessableur Dufour mis en service au début de 1931 élimine d'une façon continue et sûre non seulement toutes

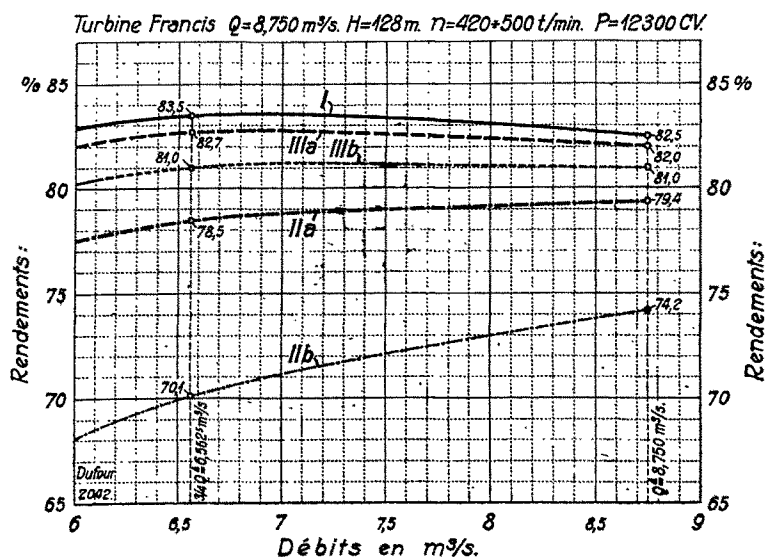


Fig. 13. — Rendements des turbines de Marlenigo :

I, avec des turbines neuves

Avec le bassin primitif : IIa, après un été — IIb, après deux étés  
Avec le dessableur : IIIa, après un été — IIIb, après deux étés

les alluvions dépassant 0,5 mm., mais aussi une forte proportion d'éléments plus petits. Le limon de l'eau dessablée ne contient que 3,29 % en volume de grains dépassant 0,2 mm.

Une expérience de deux ans a montré que cette épuration très efficace de l'eau motrice permet de prolonger la durée

Un procédé sommaire pour déterminer approximativement l'énergie récupérée par le dessableur serait peut-être le suivant: Avant la construction du dessableur, et aujourd'hui encore, le service de l'usine déterminait et détermine chaque jour le débit de l'usine pour obtenir, à la fin de chaque année, le débit annuel moyen utilisé. Nous présumons

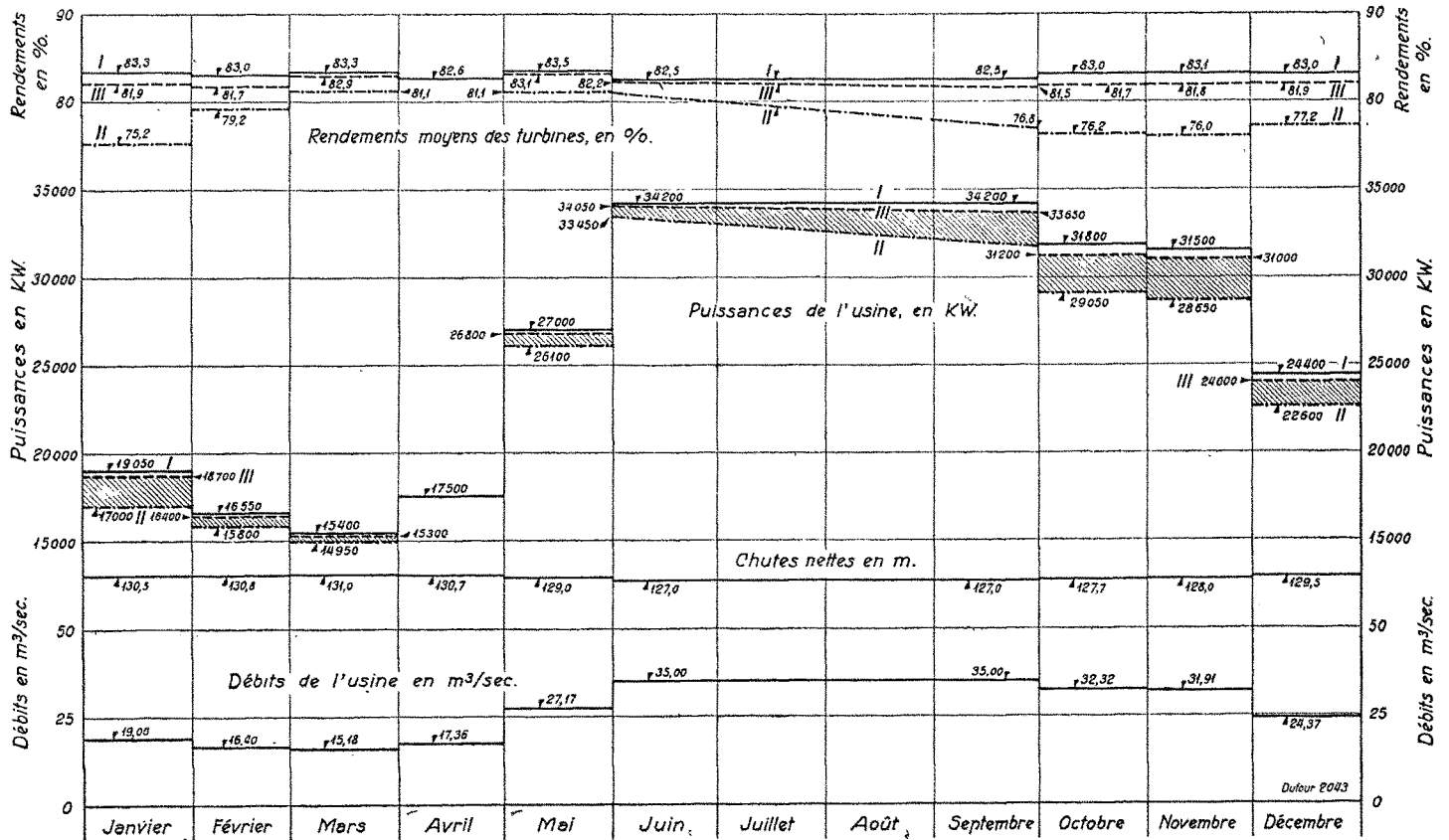


Fig. 14. — Débits, chutes, rendements moyens des turbines et puissances de l'Usine de Marlengo :  
I. Avec des turbines neuves II. Avec le bassin de décantation primitif III. Avec le dessableur

des distributeurs et des roues de turbines dans une forte proportion qui ne pourra être chiffrée exactement que dans plusieurs années.

Pendant la marche de l'usine avec le bassin de décantation primitif, la perte d'énergie due aux mauvais rendements des turbines usées était de l'ordre de 5,66 % de l'énergie disponible avec des turbines neuves.

Depuis la mise en service du dessableur, cette perte d'énergie de l'usine n'atteint plus qu'environ le 1,06 %. La récupération par le dessableur se monte donc à environ 81 % de la perte d'énergie subie avec le bassin primitif.

Dans quelques années, les statistiques de l'Usine de Marlengo permettront de déterminer l'économie réalisée, grâce au dessableur, sur le coût de l'entretien des turbines.

La détermination exacte du gain d'énergie sera plus difficile, car elle implique la connaissance du rendement des turbines neuves et des turbines à différents degrés d'usure, avec le bassin primitif et avec le dessableur, et, pour cela, le jaugeage exact du débit de ces machines prises isolément ou par groupes de deux au maximum. C'est pour cette raison que nos calculs ont dû être basés sur une mesure globale du service de l'usine et sur notre estimation guidée elle-même par de nombreuses mesures de rendements sur d'autres turbines neuves et à différents degrés d'usure.

qu'il établit aussi la production annuelle de l'usine en kilowatt-heures et pourrait, aujourd'hui encore, déterminer le nombre de kilowatt-heures produit par 1 m³/sec. de débit, en une année, avant et après la mise en service du dessableur.

Le rapport :

Nombre de kWh. produit par 1 m³/sec. avec le dessableur

Nombre de kWh. produit par 1 m³/sec. avec le bassin

donnerait la proportion dans laquelle la production d'énergie de l'usine avec le bassin primitif a été augmentée par la mise en service du dessableur. L'exactitude de cette proportion dépendrait de l'exactitude du jaugeage des débits et de celle des compteurs d'énergie.

Aujourd'hui déjà, il nous paraît certain, et c'est aussi l'opinion du service de l'Usine de Marlengo, que l'efficacité très poussée du dessableur de Tel n'est nullement exagérée. Nous nous empressons toutefois d'ajouter que cette conclusion ne peut pas être généralisée à d'autres usines dont les transports d'alluvions et les conditions d'établissement seraient différents de ceux de Marlengo.

Par l'exposé des résultats obtenus à l'Usine de Marlengo, nous avons cherché, une fois de plus, à montrer l'importance que peut avoir pour une usine hydro-électrique dont les turbines souffrent de l'usure, l'installation d'un dessableur véritablement efficace.