

Turbines Hydrauliques

Singrün

Epinal



Tarbes

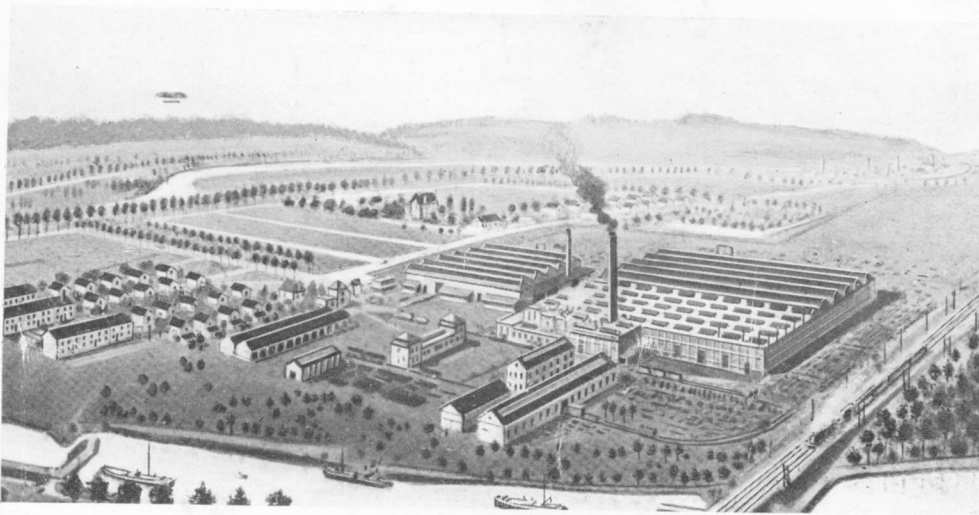
Société des Établissements
Singrün

USINE
à **GOLBEY**
(Vosges)

au Capital de 3.000.000* de Francs

USINE
à **TARBES**
(Hautes-Pyrénées)

SIÈGE SOCIAL A **ÉPINAL** (VOSGES)



BUREAUX et USINES de **GOLBEY** (Vosges)

Turbines

BUREAU à PARIS, 4, rue Sainte-Anne
(Coin de l'Avenue de l'Opéra)

Hydrauliques

TOUTES PUISSANCES — TOUTES CHUTES

ADRESSE TÉLÉGRAPHIQUE

TURBINE ÉPINAL

A. B. C. Télégraphic Code 4^e Edition
A. I. Télégraphic Code.

LIEBERS STANDARD CODE

TÉLÉPHONE : ÉPINAL 2.18

Adresser la Correspondance
à **GOLBEY** (Vosges)



Méd. d'Or de la Sté d'Encouragement de
l'Industrie Nationale pour Perfectionnements
aux **TURBINES HYDRAULIQUES**

GRANDS PRIX
DIPLOMES D'HONNEUR
MÉDAILLES D'OR

Exposition Universelle de 1900
HORS CONCOURS
MEMBRE DU JURY
Rapporteur de la Section des Turbines
Hydrauliques

LA SOCIÉTÉ DES ÉTABLISSEMENTS "SINGRUN"

HISTORIQUE

La Maison a été fondée à Strasbourg en 1870, trois mois à peine avant la guerre néfaste, par M. B. SINGRUN, père, ancien directeur des Ateliers de Construction de Chaudières de locomotives à l'usine de GRAFENSTADEN.

Après la signature de la paix, il émigra en France avec sa famille, et transporta son industrie à EPINAL.

En 1886, il s'associa officiellement ses deux fils, et la raison sociale devint : B. SINGRUN et ses Fils.

En 1890 M. SINGRUN père se retira et céda son établissement à ses deux fils, MM. Joseph et Albert SINGRUN, qui l'exploitèrent sous la raison sociale : SINGRUN Frères.

Sous leur impulsion, les affaires prirent un développement tel que l'usine d'EPINAL devint trop petite, et ils construisirent, en 1900, à Golbey, près Epinal, une usine entièrement nouvelle, munie des derniers perfectionnements, sur un terrain de 23 hectares, raccordé au chemin de fer et au canal de l'Est.

En 1901, MM. SINGRUN Frères s'adjoignirent quelques amis et transformèrent leur Société en une Société anonyme, au capital de 1.500.000 francs, sous le nom de « SOCIÉTÉ DES ÉTABLISSEMENTS SINGRUN ».

Ce capital fut porté à 3.000.000 de francs, en 1917, et le développement de la Société se poursuit méthodiquement et d'une manière continue, malgré les graves difficultés résultant de la guerre 1914-1918, et la situation de l'usine dans la zone des opérations militaires.

C'est ainsi que la fonderie possède actuellement 7 cubilots de 4 à 8 tonnes de production horaire :

Que, dans les autres ateliers, un important matériel et des machines-outils spéciales ont été installées :

Que deux nouveaux groupes de cités ouvrières et un hôtel-restaurant pour le personnel ont été construits pendant les hostilités :

Qu'enfin la Société a acheté, à Tarbes, un terrain de 32 hectares, et y élève actuellement une importante usine de turbines pour hautes chutes et construction de locomotives électriques.

Pendant l'année 1919, il a été inscrit en commande 400.000 ch^x de turbines et 200 locomotives électriques de 2.400 ch^x chaque.

PRÉFACE

Il y a 34 ans, en 1886, les premières turbines à grande vitesse et à rendement élevé furent appliquées en France, par MM. SINGRUN Frères, nos prédécesseurs, et bouleversèrent immédiatement un grand nombre de conceptions antérieures sur l'application des lois de l'hydraulique, et sur l'utilisation de la force motrice des cours d'eau.

Ces turbines mises à l'époque sur le marché sous le nom de "Turbines HERCULE", furent, pendant plusieurs années, l'objet d'injustes critiques, irraisonnées et souvent violentes, de la part d'ingénieurs ignorant encore les nouveaux principes mis en œuvre et, surtout, de la part de concurrents intéressés et dérangés dans leur quiétude et le quasi monopole qu'ils détenaient.

La persévérance finit cependant par triompher de la critique et de la routine ; le succès de la nouvelle turbine s'affirma dans de nombreuses installations, et fut tel que cette concurrence si acharnée à décrier le nouveau moteur, ne trouva plus d'autre moyen de le combattre qu'en essayant... de le copier.

Il n'est donc pas inutile de rappeler ici, à trente ans de distance, que c'est l'application de ces principes nouveaux qui a servi de base à l'étude de toutes les turbines actuelles les plus modernes, et que c'est à MM. SINGRUN Frères que revient l'honneur d'avoir fait faire un pas de géant à l'industrie des moteurs hydrauliques en France, et des progrès qui leur ont valu d'ailleurs la Médaille d'or de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale de PARIS, ainsi que la nomination de Membre du Jury à l'Exposition Universelle de 1900 à PARIS et de Rapporteur de la Section des Moteurs hydrauliques.

D'importants perfectionnements furent ensuite apportés à la turbine "HERCULE", qui devint, en 1894, la turbine "HERCULE-PROGRÈS" et eut un succès énorme et mérité.

Les turbines furent, à partir de cette époque, normalisées et construites en séries. Ce mode de construction, alors critiqué, présentait cependant des avantages incontestables aujourd'hui reconnus, tant au point de vue du prix de revient et de la prompte livraison des pièces de rechange, qu'à celui du rendement lequel, se trouvant contrôlé par des centaines d'installations antérieures, n'est plus sujet à aucun aléa, et assure, d'une manière absolue, la sécurité et l'obtention du résultat espéré.

Ensuite, les études continuèrent méthodiquement ; l'expérience et la documentation se complétèrent, et, grâce au concours d'un personnel de choix et à l'installation d'un laboratoire d'essai, il fut facile de résoudre, avec certitude, les cas les plus complexes se présentant dans l'utilisation des cours d'eau, et d'établir les turbines spéciales pour toutes les installations importantes et les applications ne pouvant être avantageusement réalisées avec des turbines de série.

Pour satisfaire aux besoins spéciaux de l'électricité, une nouvelle série de turbines à très grande vitesse spécifique a été récemment créée, afin de faciliter l'attaque directe des génératrices de courant, et d'obtenir une parfaite régularisation de la vitesse avec une très grande élasticité de marche.

Les recherches et les études sont d'ailleurs inlassablement poursuivies pour tendre à augmenter les rendements de plus en plus, et pour faire bénéficier les moteurs de tous les avantages de la technique la plus avancée.

Nous ne craignons donc pas d'affirmer que, spécialisés depuis longtemps dans la construction des turbines hydrauliques, nous possédons, à l'heure actuelle, la plus riche collection de modèles qui existe ; aussi est-ce avec autorité et confiance que nous présentons à notre clientèle la

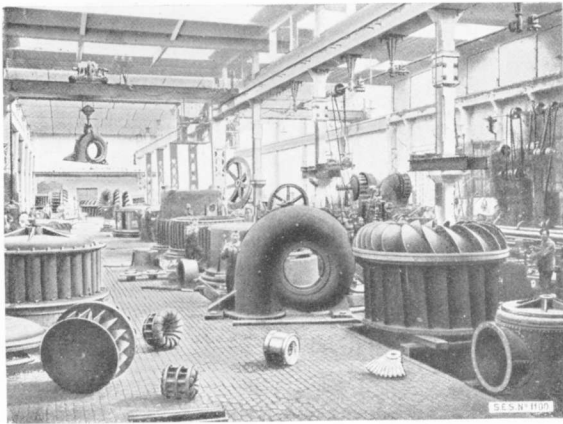
Turbine "SINGRÜN"

munie de tous les derniers perfectionnements et des plus récents progrès de la science de l'hydraulique.

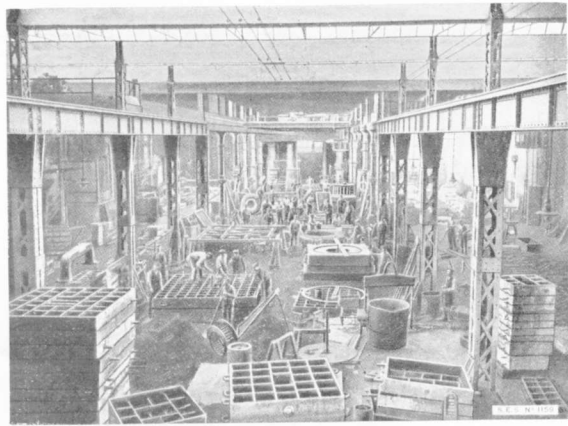
Elle est le résultat de 34 années d'expérience acquise dans plus de 6.000 installations réalisées dans le monde entier, et se construit :

**A AXE VERTICAL,
A AXE HORIZONTAL,**

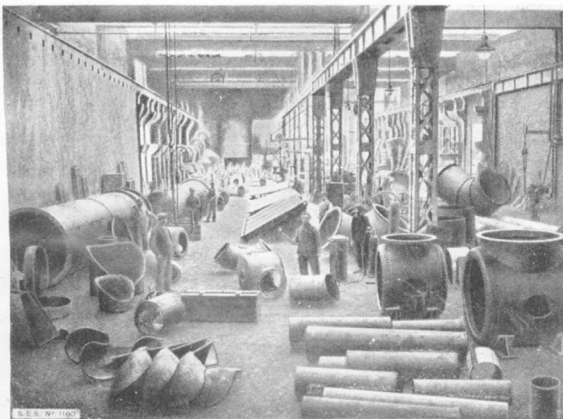
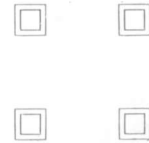
pour basses, moyennes et hautes chutes (0^m70 à 1000^m) et pour puissance de 1 à 20.000 chevaux par unité.



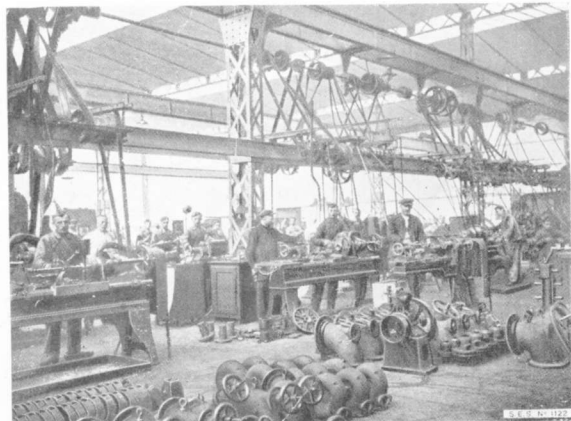
Vue d'une partie des ateliers de grosse mécanique.



Vue d'une partie de la fonderie.



Vue d'une partie des ateliers de chaudronnerie.



Vue d'une partie des ateliers de petite mécanique.

RENSEIGNEMENTS GÉNÉRAUX

à fournir

pour l'Etablissement d'un Devis d'Installation de Turbines

Pour être renseigné promptement, et recevoir les détails et devis d'une installation de turbines, il est indispensable de nous indiquer, avec le plus de précision possible, et pour chaque cas particulier :

1° Le **DÉBIT** du cours d'eau, ou volume d'eau disponible aux différentes époques de l'année, comme suit :

- a) Fortes eaux litres-seconde pendant environ mois de l'année.
- b) Moyennes eaux — — — — —
- c) Basses eaux — — — — —

2° La **HAUTEUR DE CHUTE**, c'est-à-dire la différence de hauteur verticale entre la surface de l'eau en amont et celle de l'eau en aval, au point d'utilisation de la chute.

3° La **FORCE DÉSIRÉE** ; dire si la puissance totale doit être développée par un moteur unique ou par plusieurs unités.

4° **L'EMPLOI** qu'on désire faire de la force.

Lorsque la turbine doit actionner une **DYNAMO** ou un **ALTERNATEUR**, nous indiquer, si possible, leur nombre de tours par minute, les diamètre et largeur de leur poulie ; le nombre de tours suffit lorsque l'accouplement doit être direct, à moins qu'on ne nous en laisse le choix.

Pour la commande d'une transmission, nous indiquer la hauteur de son axe au niveau d'aval, à l'étiage, et la hauteur de ce même niveau d'aval au sol de l'usine existante, ou de celui à prévoir pour une installation nouvelle.

Ces renseignements sont très importants pour nous permettre d'appliquer les dispositions les plus favorables ; il convient toujours de nous les donner, au moins approximativement).

Il est, en outre, très utile de joindre, à l'appui des demandes, un croquis ou un dessin de l'installation existante ou projetée, avec l'indication de la position et des dimensions des canaux d'amenée et de fuite. Les projets, devis et renseignements que nous fournirons seront d'autant plus précis que les détails remis par le client seront plus complets.

Sur demande, nous envoyons sur place un ingénieur expérimenté, pour étudier l'aménagement et l'utilisation la plus pratique et la plus économique des chutes d'eau.

N. B. — *Les indications du présent catalogue sont données à titre de simple renseignement, et sans garantie, si elles n'ont pas été confirmées pour chaque affaire. Nous nous réservons, en conséquence, d'apporter toutes modifications que nous jugerons utiles, sans avis préalable.*

Les Turbines "SINGRÜN"

Ces turbines s'adaptent à toutes les chutes, à tous les débits, et assurent le rendement maximum compatible avec une construction simple et robuste, une marche de tout repos, et les dernières exigences de la technique moderne.

Elles peuvent se diviser en :

TURBINES	pour basses chutes,	de 0 ^m 70 à 12 ^m
—	— moyennes chutes,	de 12 ^m à 50 ^m
—	— hautes chutes,	de 50 ^m à 200 ^m
—	— très hautes chutes,	de 200 ^m à 1000 ^m et au-dessus, et pour toutes

puissances jusque 20.000 chevaux.

Chacun de ces modèles se construit encore :

à AXE VERTICAL

à AXE HORIZONTAL

Les turbines pour **BASSES, MOYENNES** et **HAUTES CHUTES** sont, en principe, du type centripète mixte, à réaction, décharge centrale et directrices mobiles, quelquefois encore à vanne cylindrique.

Leur rendement est de 80 à 88 % de la force théorique de l'eau pour la série courante, atteint même 90,4 %, ainsi que des expériences officielles l'ont constaté sur des moteurs construits spécialement en vue du maximum d'effet utile réalisable.

Elles offrent, en outre, les avantages suivants :

Utilisation intégrale de la hauteur de chute ;

Rendement élevé à pleine charge comme aux admissions partielles,

Marche noyée, même de plusieurs mètres, sans perte sensible de rendement,

Équilibre parfait,

Grande régularité de marche,

Entretien et usure nuls,

Encombrement restreint diminuant les dépenses d'installation,

Grande vitesse spécifique qui réduit l'importance des organes de transmission, et procure une économie appréciable dans l'aménagement de la force motrice,

Facilités de varier la vitesse, suivant les installations, permettant ainsi de répondre à toutes les exigences des conditions locales et spéciales qui se présentent dans la pratique,

Construction soignée, simple, robuste.

Les Turbines pour **TRÈS HAUTES CHUTES** sont du type tangentiel dans lesquelles l'eau transmet sa puissance par sa seule force vive.

Elles donnent, comme les turbines des modèles précédents, un rendement élevé à tous les degrés de l'admission, sont simples, robustes, bien équilibrées, sont, enfin, munies de tous les perfectionnements que comportent les derniers progrès de la science de l'hydraulique.

RENDEMENT. L'effet utile des turbines "SINGRUN" varie avec les conditions de leur marche, lesquelles dépendent elles-mêmes et sont étudiées pour l'emploi qu'on désire faire de la force motrice, et pour son adaptation aux circonstances locales.

C'est ainsi que pour une même hauteur de chute et une même puissance, le nombre de tours par minute qu'on peut adopter varie dans les proportions de 1 à 10, l'effet utile se maintenant dans les limites de 77 à 88 % de la force théorique de l'eau.

Les courbes qui suivent indiquent le rendement des turbines suivant leur coefficient de puissance représenté par la vitesse spécifique, cette valeur étant donnée par la formule :

$$n_s = \frac{n}{H} \sqrt{\frac{P}{H}}$$

n_s = étant la vitesse spécifique de la turbine.

n = son nombre de tours normal par minute.

H = la hauteur de la chute en mètres.

P = la puissance développée en chevaux de 75 kilogrammètres.

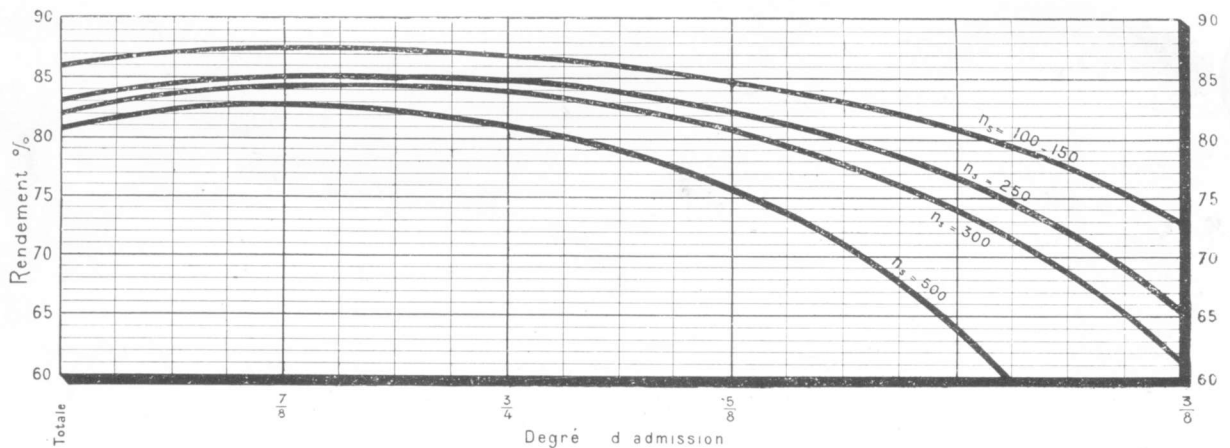
Elle indique le nombre de tours par minute d'une turbine pour $P = 1$ cheval-vapeur, et $H = 1^m$ caractérise le degré de puissance des turbines par rapport à leur encombrement, permet d'en comparer la valeur entre les différents modèles, de déterminer rapidement, et sans hésitation, le système qui s'adaptera le mieux, et avec le maximum d'économie, à chaque cas particulier.

Dans l'état actuel de la science hydraulique ce coefficient est limité entre :

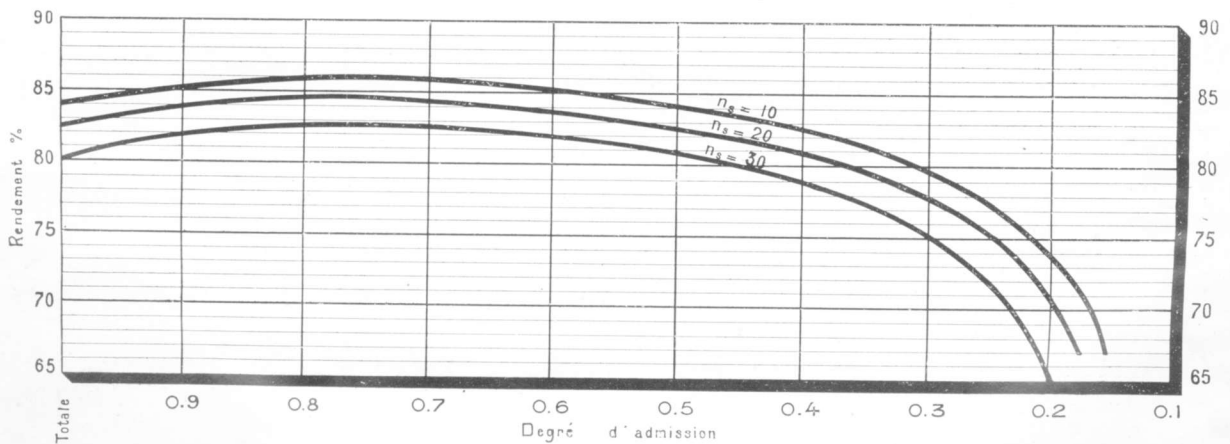
1 à 35 pour les très hautes chutes (turbines tangentielles).

60 à 600 pour les hautes, moyennes et basses chutes (turbines centripètes à réaction),

mais on peut espérer que ce dernier chiffre sera dépassé si les expériences qui se poursuivent, sans arrêt, répondent aux prévisions des inventeurs.



Rendement des turbines "SINGRUN" centripètes à réaction.



Rendement des turbines "SINGRUN" type tangentiel pour très hautes chutes.

Les différents modèles de turbines "SINGRUN"

TURBINES A AXE VERTICAL

Les turbines à axe vertical comprennent les modèles suivants :

Turbines dans chambre d'eau ouverte :

à directrices mobiles
à vanne cylindrique.

Turbines dans huche cylindrique fermée :

à directrices mobiles
à vanne cylindrique.

TURBINES A AXE HORIZONTAL

Les turbines à axe horizontal se construisent en :

Turbines dans chambre d'eau ouverte :

à directrices mobiles
à vanne cylindrique.

Turbines dans huche cylindrique fermée :

à directrices mobiles
à vanne cylindrique.

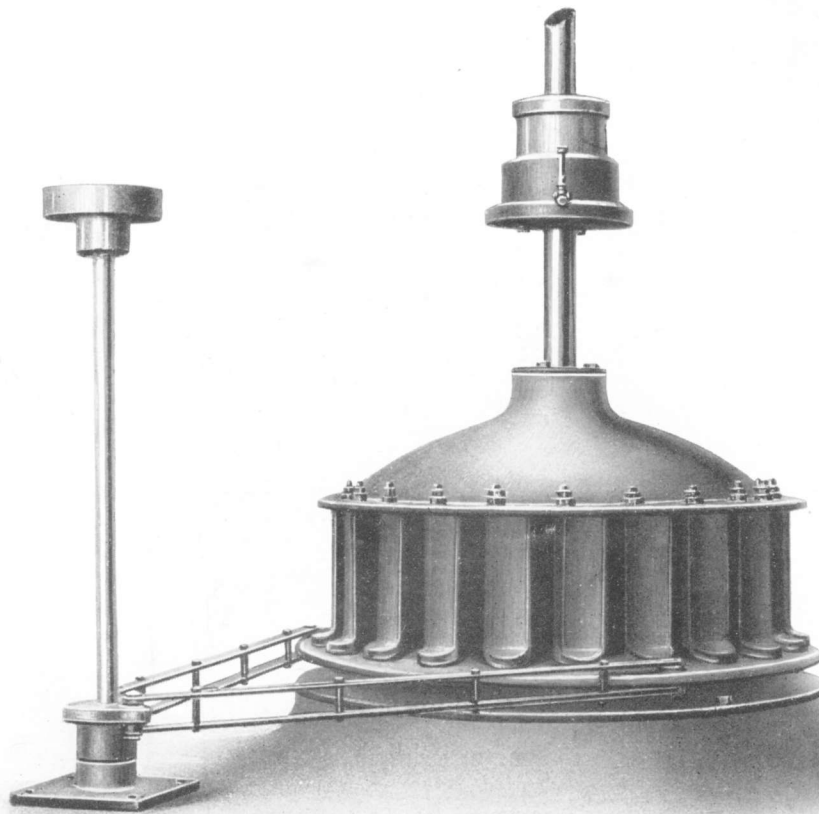
Turbines dans huche spirale et directrices mobiles.

Enfin les **turbines tangentielles** spéciales pour très hautes chutes et faibles débits.

Turbines à axe vertical

TURBINES A DIRECTRICES MOBILES DANS CHAMBRE D'EAU OUVERTE

Les turbines à axe vertical normales s'installent généralement sous des chutes de 0^m70 à 6^m, et transmettent leur force à une transmission horizontale par l'intermédiaire d'engrenages cônes.



S. E. S. N° 1127

(Fig. 1).

Elles se composent, en principe, de :

Un **distributeur** (fig. 1) formé d'un socle en fonte dans lequel s'emboîte une couronne inférieure fixe qui porte des axes en acier, autour desquels pivotent des directrices mobiles.

Un cercle, mobile autour de la couronne fixe, entraîne les directrices, règle leur degré d'ouverture et, par conséquent, celui de l'admission de l'eau sur la roue motrice.

La partie supérieure des axes est solidement maintenue dans un dôme en fonte, au moyen de douilles et

d'écrous en bronze, qui permettent de démonter chaque directrice séparément, en quelques minutes, sans toucher aux organes principaux du moteur.

La forme des directrices est établie de manière à éviter la contraction de la veine liquide à son passage dans le distributeur, à présenter à la roue motrice l'angle le plus favorable au rendement, et à équilibrer les pressions sur les faces en contact avec l'eau.

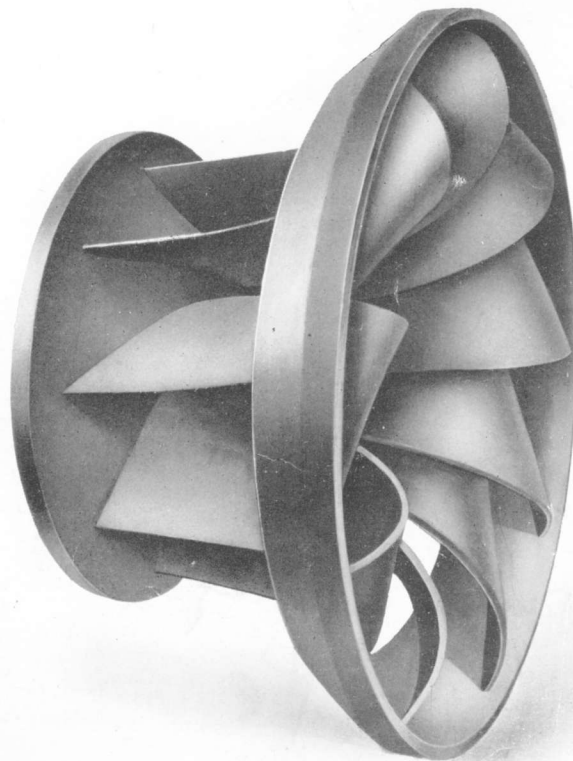
Les directrices, et leurs bielles de commande, sont garnies de douilles et de rondelles en bronze, le cercle mobile tourne sur des segments en bronze, en un mot tous les organes sont construits en vue d'assurer le minimum d'efforts à la manœuvre des directrices dont l'ensemble forme le distributeur, et à faciliter l'application de régulateurs automatiques lorsqu'une grande précision est exigée dans la vitesse.

Dans les turbines à grande puissance, ou lorsque les conditions de l'installation l'exigent, les axes des directrices sont munis de graisseurs qui diminuent encore l'importance des efforts nécessaires à la manœuvre.

Les bielles de commande sont recouvertes d'un capot venu de fonte avec les directrices, lequel protège les mouvements d'articulation contre l'introduction de sables ou corps étrangers en suspension dans l'eau.

Les arêtes des directrices qui sont en contact, au moment de leur fermeture pour l'arrêt de la turbine, sont soigneusement rabotées et assurent une étanchéité aussi complète que possible.

La **roue motrice** (fig. 2) est composée d'un porte-aubes et d'un certain nombre d'aubes. Elle est généra-



(Fig. 2).

lement fondue d'un seul jet, par un procédé spécial permettant d'obtenir le maximum de résistance avec le minimum d'épaisseur et une exécution parfaite.

Les roues motrices se construisent en fonte résistante, en bronze, en acier coulé, ou bien avec aubes en tôle d'acier forgé, selon les puissances, les hauteurs de chute, ou les considérations locales.

Le porte-aubes est muni d'un moyeu dans lequel s'emmanche l'arbre moteur ; à la partie inférieure les aubes sont réunies, à la périphérie, par un cercle en fonte.

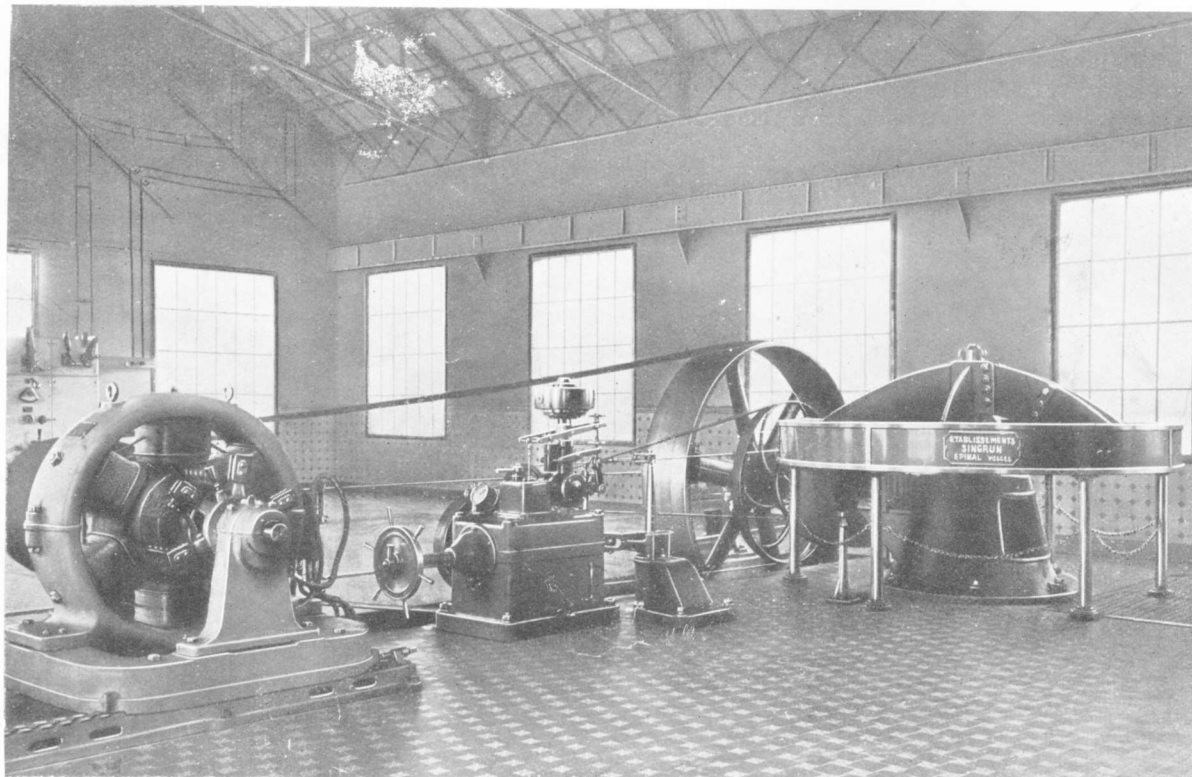
Les roues motrices prennent aussi une forme différente selon la valeur de la vitesse spécifique qu'on désire obtenir.

Nous avons établi, à cet effet, une série de modèles permettant, pour un même débit et une même chute, d'obtenir une vitesse de régime pouvant varier de 100 à 500 tours par minute.

Le **pivot** des turbines "SINGRUN" à axe vertical, est du modèle annulaire hors de l'eau et à graissage automatique par huile.

Il est généralement placé sur le plancher de la salle des machines, par conséquent toujours accessible, même en marche.

La cuvette, ou réservoir d'huile, est de capacité suffisante pour une marche de longue durée sans arrêt ; elle porte un couvercle démontable, en deux pièces, qui protège l'huile contre les poussières et les impuretés.



(Fig. 3).

Un niveau d'huile permet de se rendre compte, à tous moments, si l'alimentation du pivot est assurée ; enfin un bouchon de vidage sert au remplacement de l'huile lorsque ses qualités lubrifiantes ont disparu par une marche prolongée.

Un écrou, qui se visse sur l'arbre, règle d'une façon rigoureuse la position de la roue motrice par rapport au distributeur.

Les bagues de frottement qui supportent le poids de la turbine, des engrenages, quelquefois même d'une génératrice d'électricité, sont en fonte dure, les surfaces en contact sont rectifiées à la meule.

Elles sont établies en deux pièces, facilement accessibles et démontables sans déplacement d'un autre organe de l'installation. Elles sont montées, en outre, sur une rotule qui corrige les petites imperfections inhérentes à tout montage, ou le fléchissement des pièces de support du moteur.

Sur demande, le pivot peut être livré avec roulement à billes mais, dans les turbines à axe vertical pour le moins, ce système n'est que difficilement démontable en cas d'avarie, nécessite toujours, pour son remplacement,

un arrêt prolongé du moteur avec démontage d'organes importants de l'installation, alors que le pivot annulaire, avec ses bagues en deux pièces, peut être changé très vite et sans la moindre difficulté.

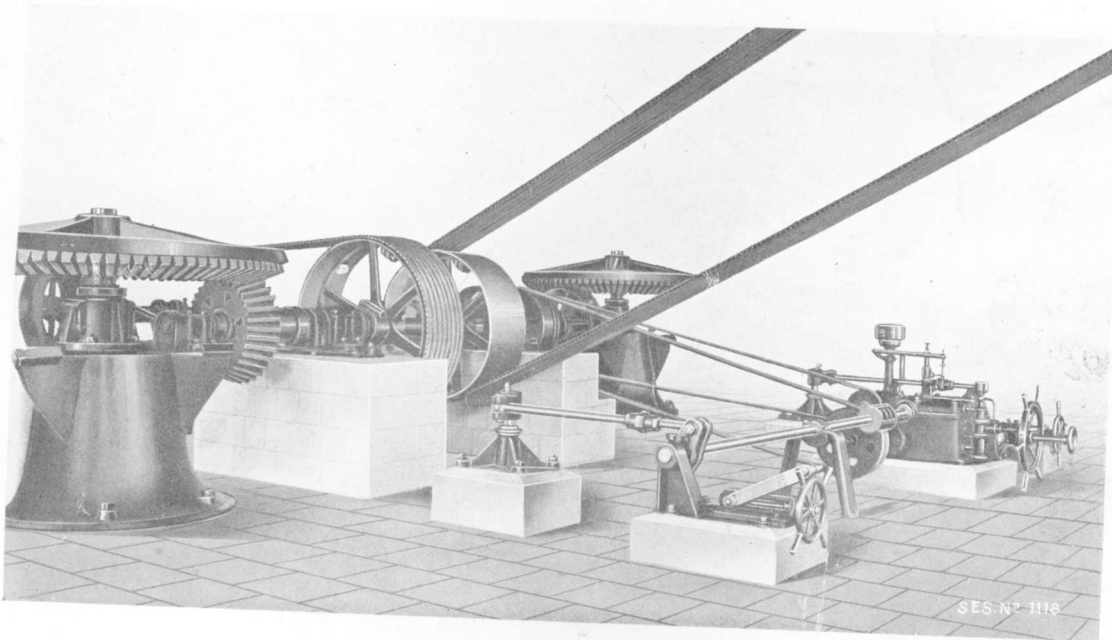
L'arbre moteur est en acier laminé ou forgé, calé à son extrémité inférieure sur la roue motrice. Une partie de cet arbre est filetée à la hauteur du pivot et reçoit l'écrou de réglage de celui-ci.

Sous le moyeu de la roue motrice, une bague en acier en deux pièces, logée par moitié dans une échancrure de l'arbre, empêche tout glissement possible de ce dernier et évite, d'une façon absolue, les nombreux accidents de déboitage survenus à des turbines de construction prétendue similaire à la turbine "SINGRUN".

L'extrémité supérieure de l'arbre porte l'engrenage principal de commande de la transmission, ou bien un manchon d'accouplement lorsque la turbine actionne directement une génératrice d'électricité à axe vertical.

Commande de vannage. — Le cercle mobile, qui transmet le mouvement de rotation aux directrices mobiles du distributeur, se manœuvre soit à la main, soit par régulateur automatique.

Ce mouvement est obtenu par l'intermédiaire d'un arbre vertical dont la partie inférieure porte un plateau-manivelle relié au cercle mobile par deux bielles.



(Fig. 4).

Lorsque la manœuvre se fait à la main, l'extrémité supérieure de l'arbre du vannage est maintenue par une colonnette en fonte placée sur le sol de l'usine, et porte une roue de vis sans fin. La vis sans fin est fixée sur un petit arbre qui tourne dans deux douilles venues de fonte avec la colonnette, à l'extrémité duquel un volant permet la manœuvre d'ouverture ou de fermeture du vannage.

Quand les conditions locales l'exigent, la colonnette est remplacée par un support mural ou par tout autre dispositif mécanique.

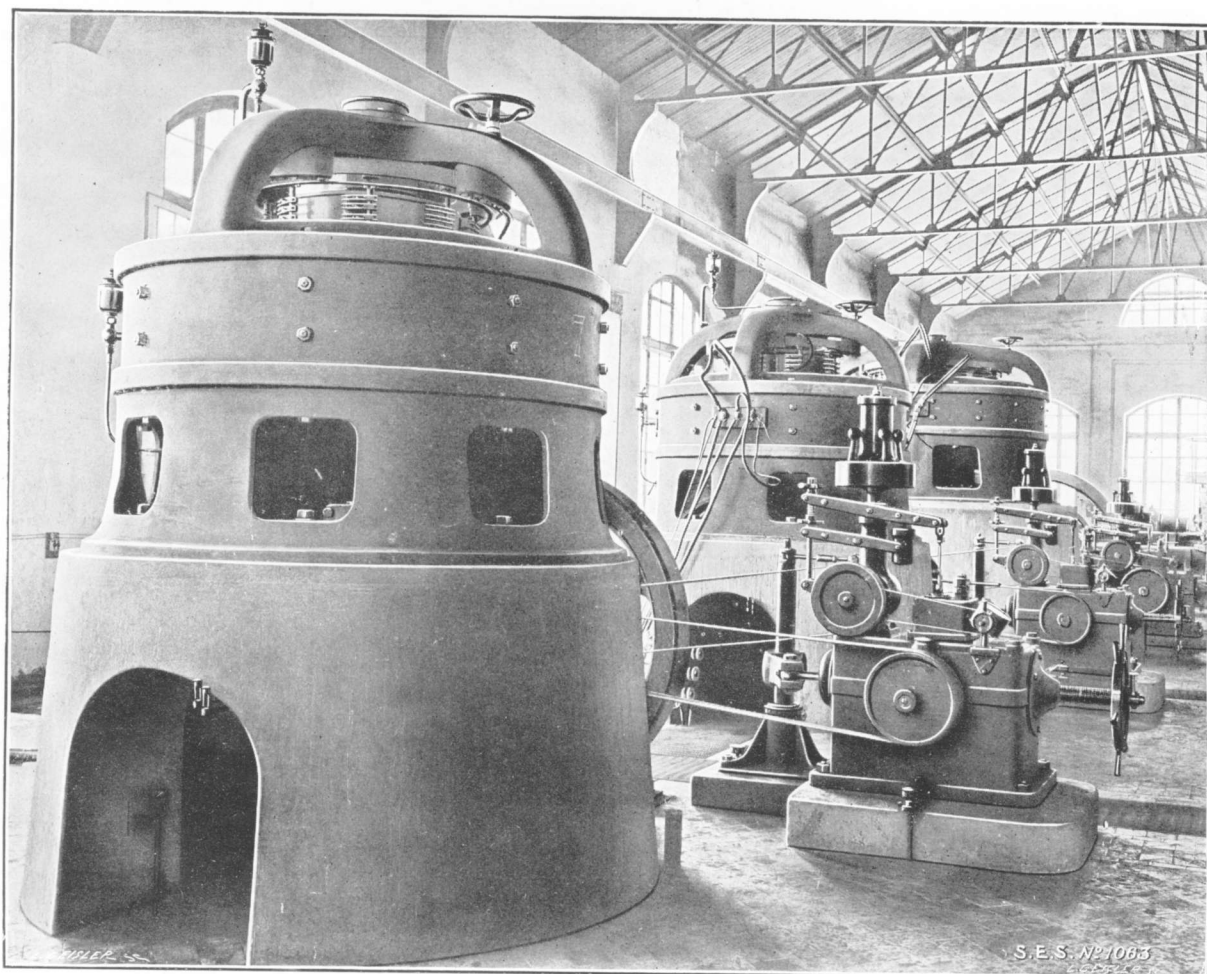
Dans la commande du vannage par régulateur automatique, l'arbre vertical du vannage est relié directement à l'appareil de réglage, la manœuvre à la main, pour la mise en route ou l'arrêt du moteur, se faisant par un mécanisme placé sur le régulateur même.

La fig. 3 montre une installation de turbine à axe vertical de 350 chevaux, munie d'un régulateur, qui actionne une dynamo par courroie.

Deux ou plusieurs turbines à axe vertical peuvent s'accoupler sur une même transmission horizontale ; (fig. 4) dans ce cas elles sont munies de débrayages permettant d'isoler l'un ou l'autre des moteurs pour la visite, la pénurie d'eau, ou le cas de réparation, sans nuire à la marche des autres turbines.

La fig. 5 montre une installation de trois turbines verticales simples, dans chambre d'eau ouverte, actionnant chacune un alternateur par accouplement direct. Chaque unité est munie d'un régulateur automatique de vitesse et d'un volant d'inertie.

Les turbines à axe vertical dans chambre d'eau ouverte se construisent aussi à double, triple ou quadruple aubage, lorsque la puissance à réaliser par unité, ou la vitesse à obtenir l'exigent.



(Fig. 5).

La fig. 6 représente une turbine verticale double, l'eau passe des distributeurs sur les roues motrices, et se déverse dans un coude commun d'où elle est dirigée dans le canal de fuite par un tuyau d'aspiration.

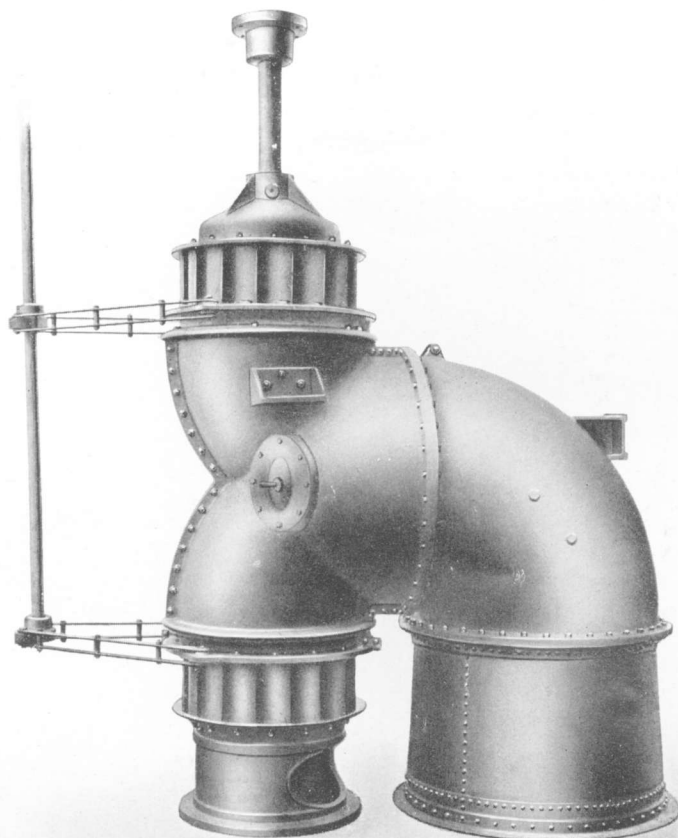
Les bielles de commande des cercles mobiles sont accouplées par un arbre commun qui reçoit son mouvement depuis le sol de l'usine, soit à la main, soit par régulateur automatique.

Cette disposition facilite l'attaque directe des génératrices d'électricité en permettant d'obtenir des vitesses de régime plus élevées que par l'application de turbines simples ; elle restreint, en outre, l'encombrement des groupes hydro-électriques.

Le pivot des turbines multiples est le même que celui des turbines simples mais, la réaction de l'eau sur les roues motrices étant de sens contraire, le poids sur cet organe est équilibré automatiquement. Dans le cas d'un nombre impair de roues, cet équilibre est obtenu par un compensateur hydraulique.

La pression sur le pivot est ainsi pratiquement nulle, et sa résistance, due au frottement, négligeable.

Enfin, les turbines à axe vertical simple ou à roues multiples dans chambre d'eau ouverte, s'adaptent à toutes les puissances, mais seulement pour des chutes jusqu'à 15 mètres de hauteur environ. Dans ces limites leur emploi est très recommandé et permet l'établissement d'unités de grande puissance ; pour des chutes plus élevées les turbines



S.E.S. N°1078

(Fig. 6).

à axe horizontal sont généralement plus avantageuses parce qu'elles peuvent s'installer plus facilement dans le local même des machines, sous la surveillance directe du personnel conducteur.

Le choix du modèle dépend, toutefois, surtout des conditions locales d'aménagement, et de la nature de l'installation projetée.



TURBINES VERTICALES A VANNE CYLINDRIQUE

Les turbines "SINGRUN" à vanne cylindrique sont, comme celles à directrices mobiles, du modèle centripète mixte à réaction. Elles sont même le prototype des turbines modernes mais, comme elles ne se prêtent pas aussi bien à un réglage automatique de précision que les turbines à directrices mobiles, en raison de la grande course de leur vanne, elles ne s'appliquent plus guère qu'aux installations de petite et de moyenne importance, là où la grande régularité de la vitesse n'est pas d'une rigueur absolue.

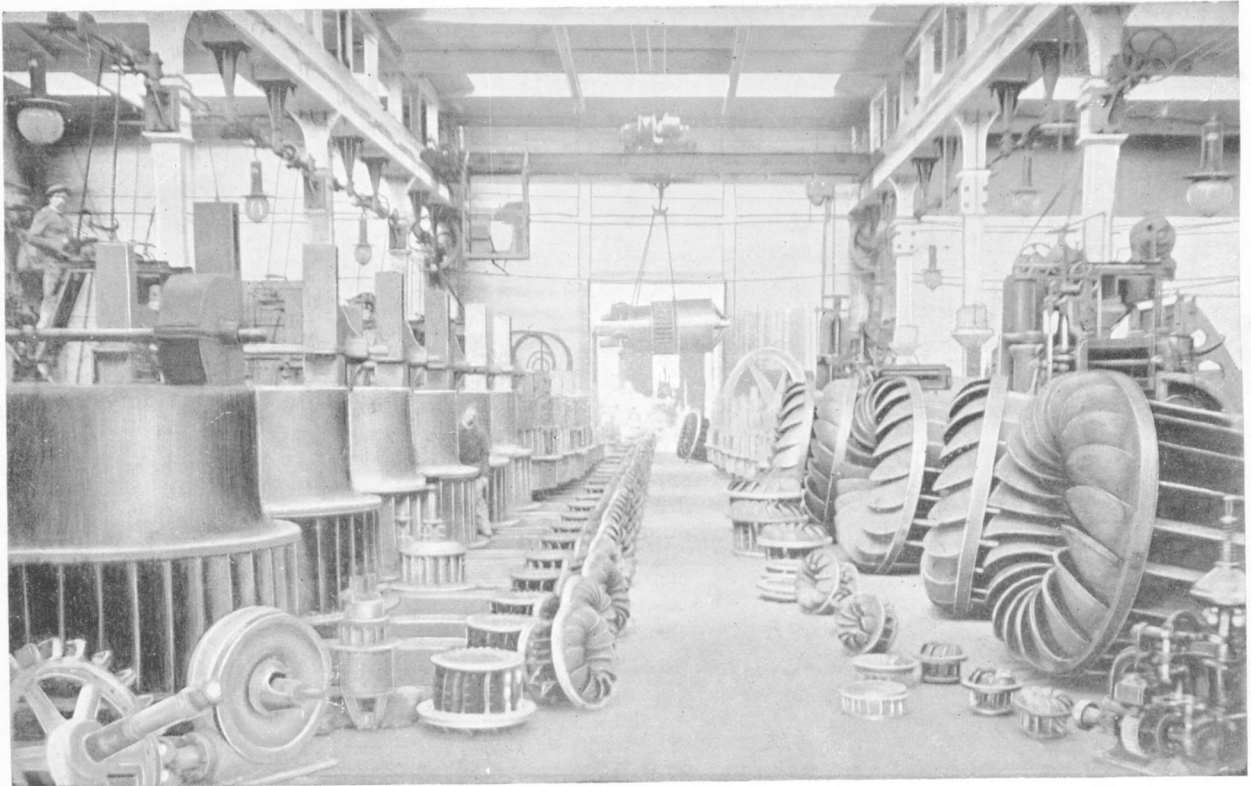


Fig. 7. — Série de turbines à vanne cylindrique en montage.

D'une simplicité plus grande encore que les turbines à directrices mobiles, elles conviennent tout particulièrement aux industries qui n'ont pas sous la main un personnel suffisamment dressé aux manipulations mécaniques, moulins, scieries, etc. C'est la turbine du père de famille surveillant lui-même son usine.

Le pivot en bois dans l'eau, des modèles primitifs, quoiqu'ayant donné d'excellents résultats sur plusieurs milliers d'installations, est remplacé aujourd'hui par le pivot annulaire hors de l'eau qui, tout en assurant une sécurité de marche absolue et une durée presque illimitée, présente, en outre, un avantage appréciable dans la bonne utilisation de l'eau sur la turbine, tout organe étant supprimé dans le tube d'évacuation.

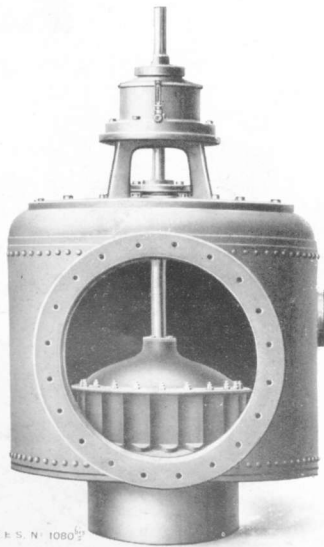
La manœuvre de la vanne est très douce, les frottements sont insignifiants. Le distributeur étant fixe n'est sujet à aucune usure ni dérangement, pas plus que la vanne qui est d'une seule pièce.

Le rendement de ces turbines est le même que celui du type à directrices mobiles, et a donné les meilleurs résultats dans des milliers d'applications.

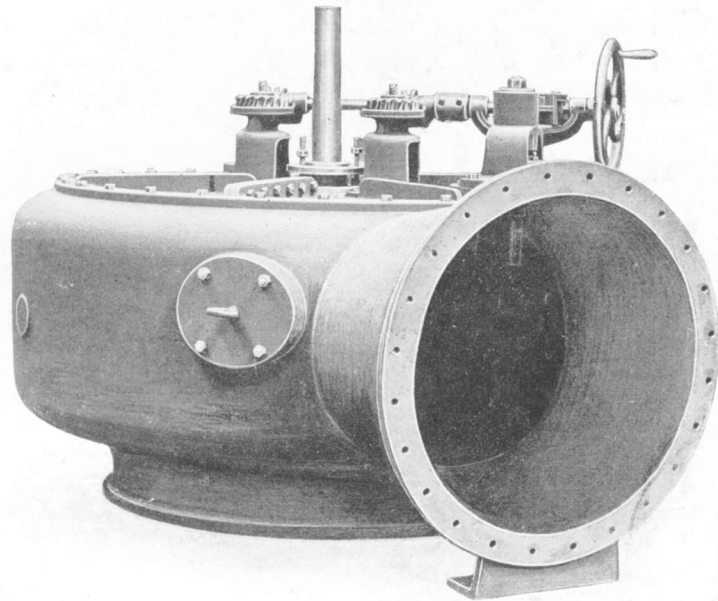
TURBINES A AXE VERTICAL DANS HUCHE

Lorsque la hauteur de chute dépasse 3^m, ou bien que les dispositions locales ne favorisent pas l'installation des turbines verticales dans chambre d'eau ouverte, on les place sous pression, dans une huche métallique close reliée au niveau d'amont par une conduite d'amenée, fig. 8 et 9. Cette huche peut également être construite en ciment armé, et même en bois.

Dans tous les cas la huche doit être construite solidement, et de dimensions suffisantes pour réduire les pertes de charge résultant du passage de l'eau à une valeur acceptable.



(Fig. 8).



(Fig. 9). — Huche en fonte.

L'accès de la turbine doit être facile. Dans les huches métalliques il se fait généralement par un trou d'homme autoclave ménagé dans le corps cylindrique.

Le pivot, du modèle annulaire comme pour les turbines dans chambre d'eau ouverte, se place directement sur la huche, ou bien sur le sol de l'usine, suivant les circonstances ou les facilités d'installation; il est ainsi toujours accessible, même en marche, et présente le maximum de sécurité.

La commande de vannage est assurée par un arbre qui traverse les parois de la huche dans un presse-étoupes, verticalement ou horizontalement, suivant les conditions locales.

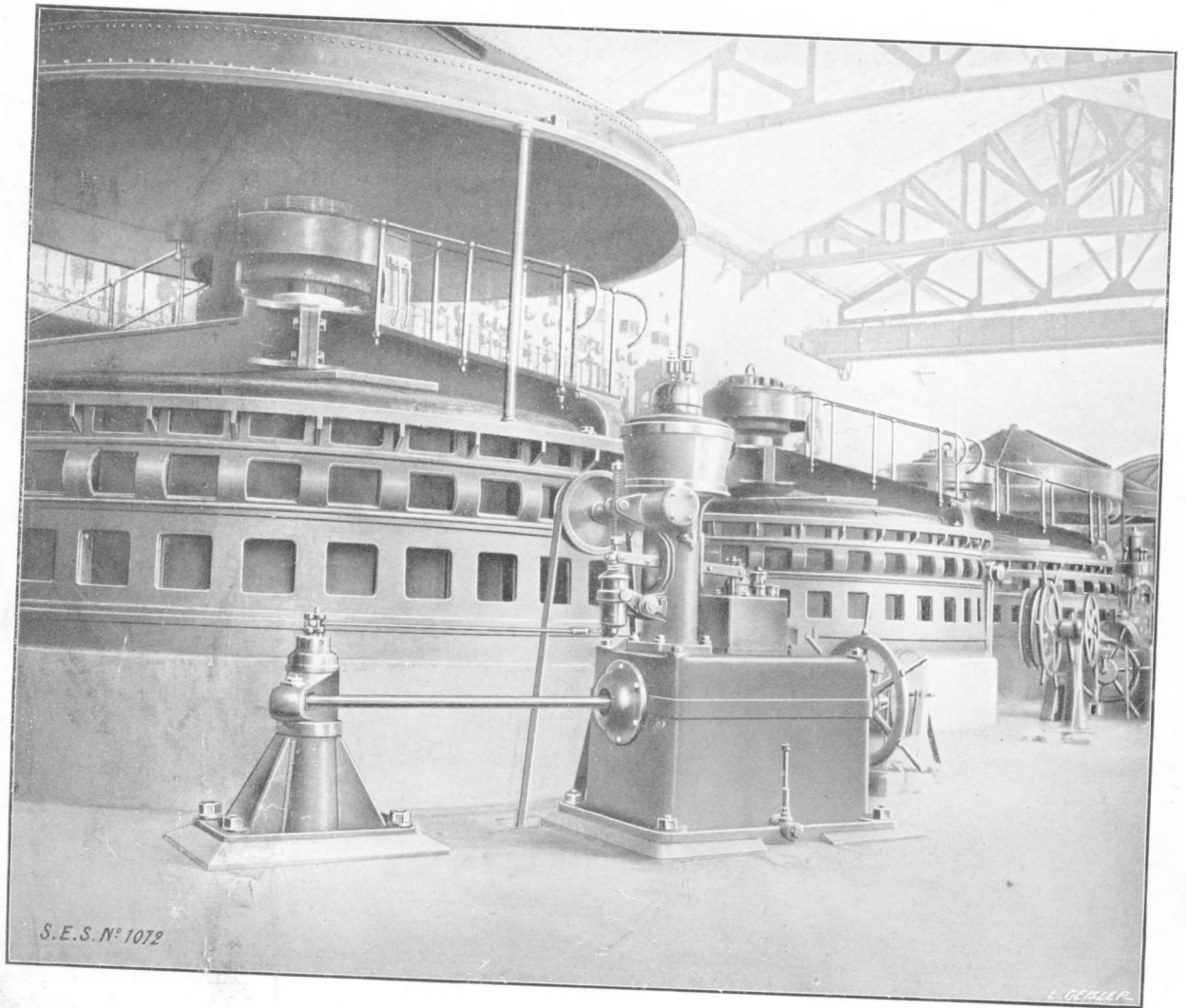
La disposition dans huche fermée simplifie les travaux d'aménagement de l'installation, réduit en général leur dépense, diminue l'encombrement, mais nécessite une conduite d'amenée. Pour les faibles chutes la disposition dans chambre d'eau ouverte est généralement plus rationnelle, plus économique, et l'application d'une huche souvent impossible.

Ces considérations ne sont cependant pas absolues et peuvent varier avec les circonstances. Nous nous réservons toujours, d'ailleurs, le choix du modèle à adopter, pour chaque cas particulier, en vue de l'utilisation la plus complète et la plus avantageuse de l'eau motrice, des facilités et de l'économie de l'installation.

La fig. 10 représente une installation de 7.200 chevaux sous 13 mètres de chute, turbines verticales dans huches métalliques, dont les tubulures d'alimentation sont reliées à un collecteur en béton armé qu'alimente un tunnel de 1.300 mètres de longueur, à la tête duquel se trouvent les vannes de prise d'eau dans le fleuve.

Les turbines actionnent des alternateurs placés en bout d'arbre, et accouplés directement par des manchons rigides.

Les pivots portent non seulement le poids des roues motrices et de la charge de l'eau, mais encore celui des



(Fig. 10).

rotors des alternateurs. Ce poids énorme est équilibré par des compensateurs hydrauliques ; de plus l'huile lubrifiante est injectée sous pression par une pompe spéciale commune aux 7 groupes.

La mise en marche s'opère par un vannage actionné à la main puis, la vitesse de régime obtenue, celle-ci est maintenue par régulateur automatique.

Des vannes-papillon placées entre les tubulures d'admission et le collecteur permettent d'isoler, même en marche, l'un ou l'autre des moteurs pour la visite ou les réparations.

Enfin, les turbines sont placées environ 6^m au-dessus du niveau d'aval auquel elles sont reliées par des

tuyaux d'aspiration ; l'accès et l'entretien sont ainsi toujours très faciles, la salle des alternateurs se trouvant à l'abri des crues considérables qui se produisent fréquemment sur le fleuve.

L'adoption de turbines à axe vertical avec accouplement direct a permis de grouper le maximum de puissance dans le minimum d'encombrement ; de réduire l'ensemble des dépenses de l'installation à une valeur très faible ; de diminuer le personnel de surveillance ; de réaliser, en un mot, une station centrale d'électricité économique et rémunératrice.



(Fig. 11). — Vue extérieure de la station centrale de 7.200 ch^x.



Turbines à axe horizontal

Les turbines à axe horizontal se construisent dans :

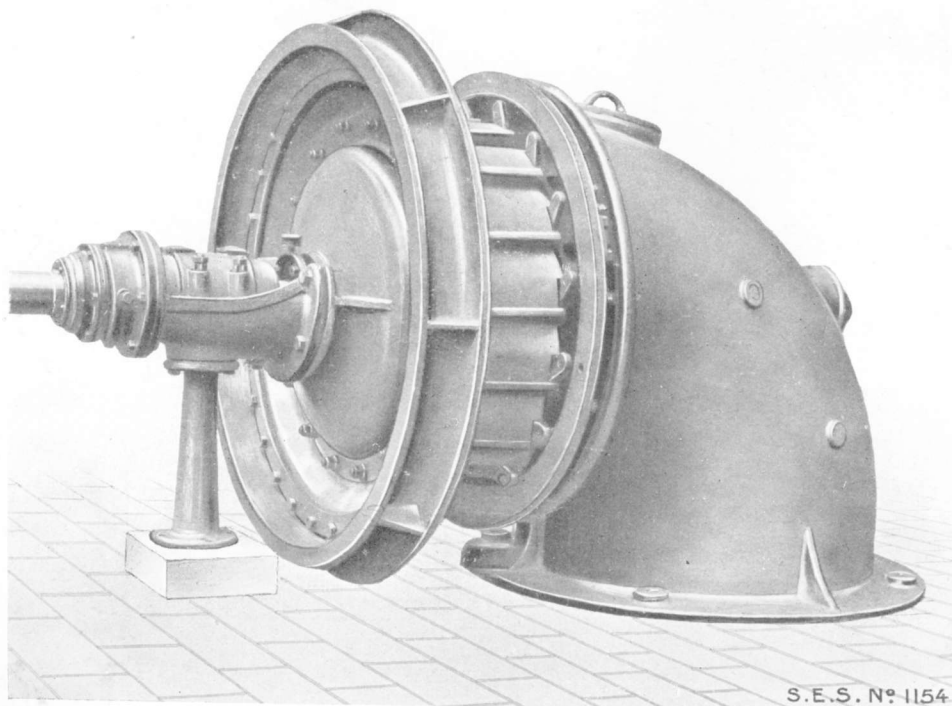
**Chambre d'eau ouverte,
Huche cylindrique,
Huche spirale.**

Elles ont l'avantage de simplifier la commande des transmissions, celle-ci pouvant se réaliser par simple courroie sur poulie, sans autres organes intermédiaires, et, surtout, elles facilitent l'accouplement direct des génératrices d'électricité, pompes ou autres machines à grande vitesse, lorsque la hauteur de chute permet d'adopter un nombre de tours-minute suffisant.

En outre, dans la disposition à axe horizontal, le pivot n'a plus la charge des parties mobiles du moteur, ni celle des machines qu'il commande, comme dans les turbines à axe vertical ; dans les turbines à roues multiples cette charge peut même être complètement équilibrée.

Enfin, placées à une certaine hauteur au-dessus du niveau d'aval, ces turbines s'installent groupées avec les appareils qu'elles commandent, sur le sol de l'usine ; leur accès, leur surveillance et leur entretien sont ainsi rendus extrêmement faciles.

Toutefois ce modèle de turbine fonctionnant avec une certaine hauteur d'aspiration, ne se prête pas aussi bien que les turbines verticales aux rendements élevés avec admissions réduites, parce qu'elles ne peuvent pas être facilement placées à hauteur ou à proximité du niveau d'aval.



(Fig. 12).

La simplicité des organes de commande, la suppression des engrenages, permettent de réduire sensiblement l'importance des pertes dues au frottement, il en résulte qu'en fin de compte le rendement final sur les machines à actionner est au moins égal, sinon supérieur à celui des turbines à axe vertical.

TURBINES A AXE HORIZONTAL DANS CHAMBRE D'EAU OUVERTE

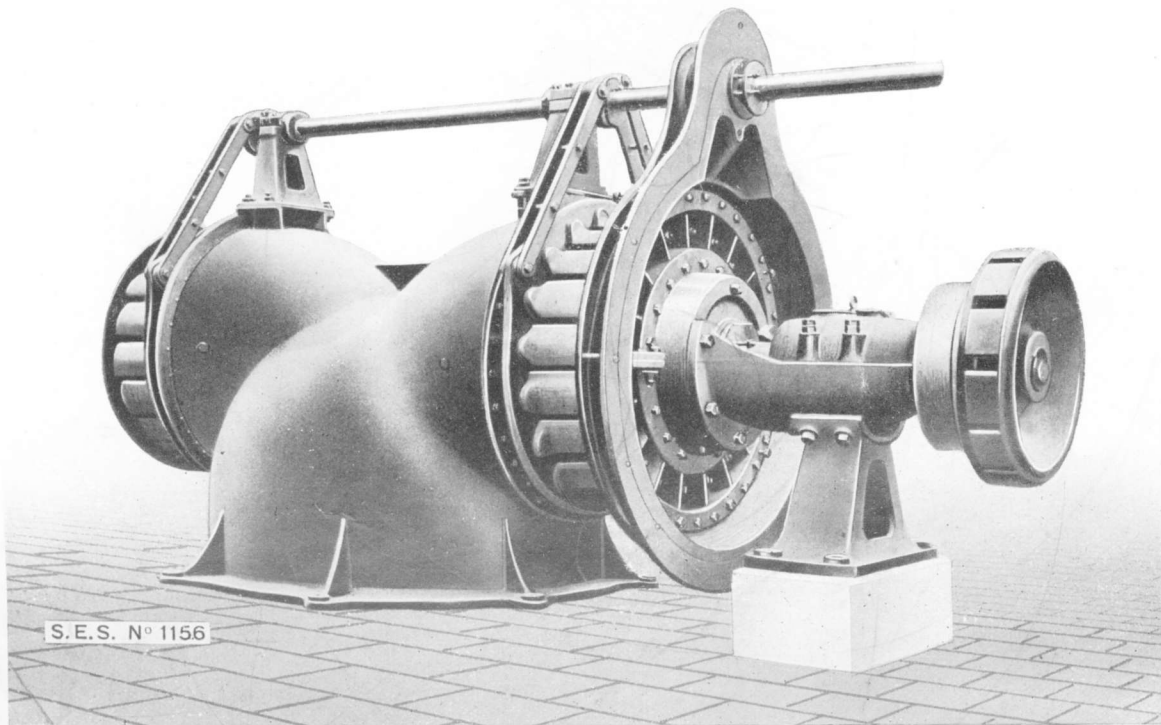
Ces turbines se construisent simples, doubles, triples ou quadruples suivant la puissance et la vitesse à obtenir. Elles se composent des mêmes éléments que les turbines à axe vertical, mais l'eau sortant du moteur est évacuée par un coude en fonte que prolonge un tuyau en tôle, fonte ou ciment, qui le relie au niveau d'aval (fig. 12).

La turbine est logée dans une chambre d'eau en maçonnerie ou en bois ; le dôme est fixé sur une couronne en fonte encastrée dans le mur de retenue qui sépare la chambre d'eau du local de l'usine, et l'isole de l'eau.

L'arbre moteur traverse le dôme dans un presse-étoupes et se prolonge dans la salle des machines où il reçoit, soit une poulie lorsque la commande se fait par courroie, soit un manchon d'accouplement lorsqu'il s'agit d'une commande directe.

Il est maintenu, à sa partie antérieure, dans un palier logé dans une niche en fonte encastrée également dans le mur ; à l'autre extrémité, il repose sur un autre palier que porte le coude d'évacuation. Ces paliers sont à graissage automatique. Dans certains cas le palier placé sur le coude peut être supprimé.

Le pivot est généralement combiné avec le palier sur le coude d'évacuation ; son graissage est assuré par une tuyauterie qui part du local des machines. Dans certaines installations le pivot peut être monté sur le dôme de la turbine.



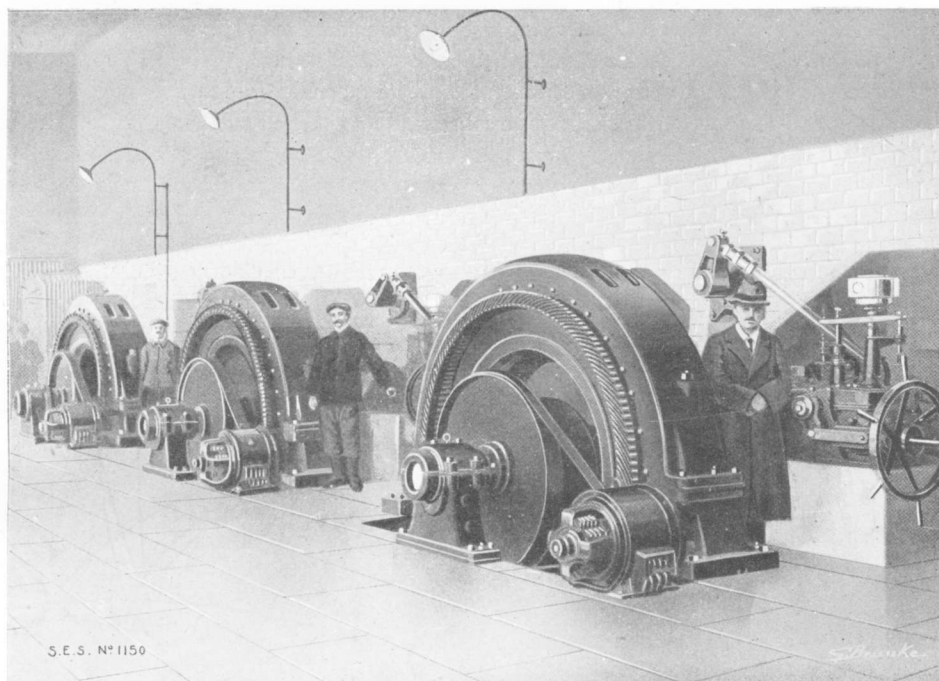
(Fig. 13).

La manœuvre du vannage se fait, comme dans les turbines à axe vertical, par un dispositif d'arbre commandé, soit à la main, soit automatiquement par régulateur, qui produit le déplacement du cercle mobile du distributeur, pour le réglage de l'admission de l'eau, et par l'intermédiaire d'une manivelle double et de deux bielles.

La fig. 13 montre une turbine double de 1.000 ch^x dans laquelle deux roues motrices, fixées sur un arbre

commun, sont alimentées par deux distributeurs. L'eau est évacuée par un double coude, et se déverse dans le canal de fuite par un tuyau d'aspiration central.

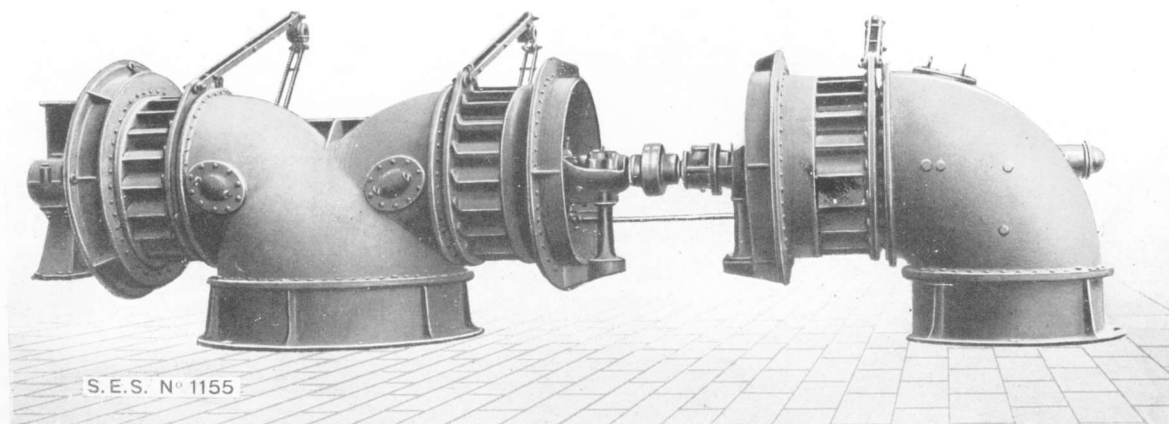
On peut encore disposer le système avec coudes et tuyaux de succion séparés. Cette disposition est un peu plus encombrante que la décharge centrale, mais permet des écarts de débit beaucoup plus importants avec un rendement plus élevé ; elle s'impose pour les débits très variables.



(Fig. 14).

Phot. Maizières.

Les bielles de commande du vannage sont accouplées sur un arbre horizontal commun sur lequel sont fixées les deux manivelles doubles. Cet arbre se prolonge à l'intérieur de la salle des machines, et se relie au régulateur de vitesse par une bielle et une manivelle.



(Fig. 15).

A l'avant, l'arbre moteur repose sur un fort palier à graissage automatique ; son extrémité porte un manchon élastique d'accouplement.

Le dôme de la turbine d'arrière maintient l'extrémité opposée de cet arbre, et reçoit le pivot avec graissage extérieur dont les organes sont à l'abri de l'eau.

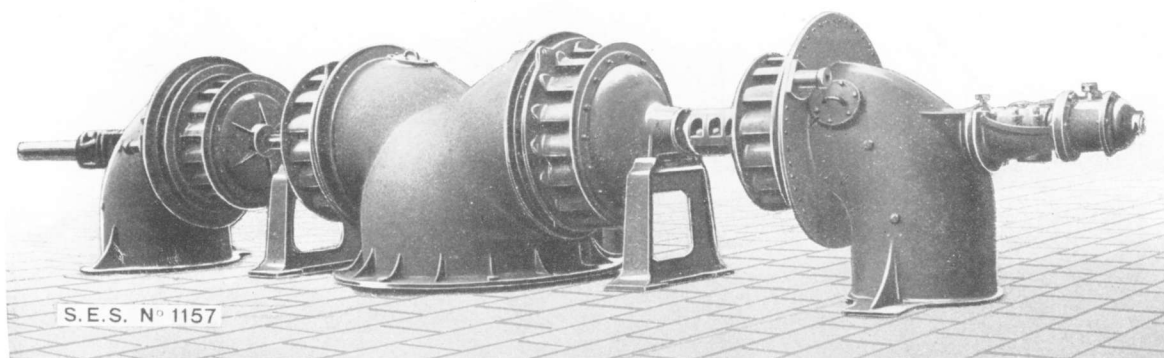
La fig. 14 représente une station d'électricité comportant trois groupes hydro-électriques de 1.000 ch^x chacun, sous 9^m50 de chute, commandés par des turbines à axe horizontal doubles. On y remarque le mécanisme de commande du vannage par le régulateur, et le volant de mise en route ou d'arrêt à la main, des groupes.

Les régulateurs sont autonomes, du modèle à servo-moteur à pression d'huile, de haute précision, qui maintiennent la vitesse avec des écarts peu sensibles, et assurent une marche de toute sécurité.

La fig. 15 se rapporte à une turbine à triple aubage de 650 ch^x sous la chute de 5^m, actionnant un alternateur par poulie et courroie.

La disposition à 3 roues a été choisie principalement à cause des variations considérables qui se produisent dans le débit du cours d'eau, aux différentes époques de l'année ; elle a permis, en outre, d'adopter une grande vitesse de rotation et de réaliser ainsi une installation rationnelle et économique.

La fig. 16 figure une turbine quadruple composée d'un groupe double et de deux turbines simples accouplés sur un même arbre horizontal. On peut encore adopter deux groupes doubles placés sur le prolongement l'un de l'autre.



(Fig. 16).

Ce modèle s'applique lorsqu'on veut obtenir de très grandes puissances sous une chute relativement faible, et disposer d'une vitesse de régime la plus élevée possible. Elle ne convient qu'aux installations très importantes.

Enfin, les turbines à axe horizontal dans chambre d'eau ouverte se construisent également avec **vanne cylindrique**, et ont reçu de nombreuses applications ; elles sont plus encombrantes que le système à directrices mobiles qui, pour cette raison, a aujourd'hui la préférence.

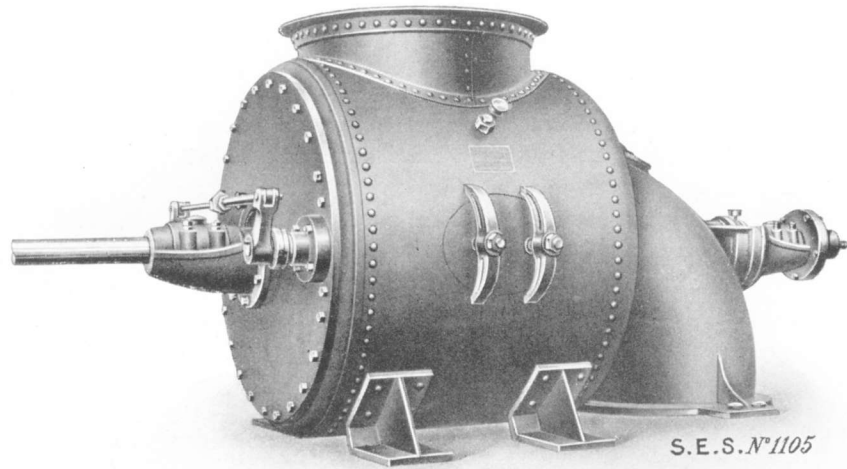
TURBINES A AXE HORIZONTAL DANS HUCHE MÉTALLIQUE

Du même type que les turbines à axe horizontal dans chambre d'eau ouverte, ces moteurs se logent dans une huche ou enveloppe métallique, placée horizontalement. L'eau arrive, sous pression, par une conduite reliée à la huche par une tubulure, passe dans le distributeur et la roue motrice, et s'évacue dans le canal de fuite par un coude en fonte prolongé par un tube de succion en tôle ou en ciment.

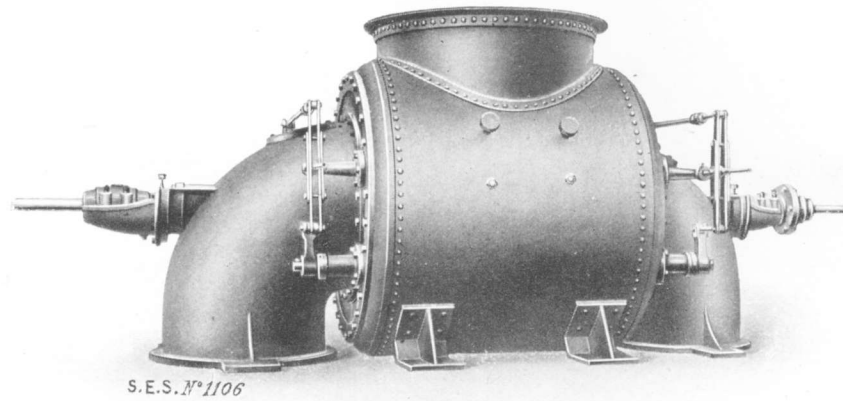
Ces turbines s'installent généralement au niveau du sol de l'usine, et sont ainsi toujours accessibles. Un trou d'homme ménagé dans le corps cylindrique, et un regard placé sur le coude, permettent la visite intérieure ; la surveillance et l'entretien sont ainsi rendus très faciles.

L'arbre moteur traverse le fond de la huche dans un presse-étoupes, et repose sur un palier baïonnette à grande portée et à graissage automatique.

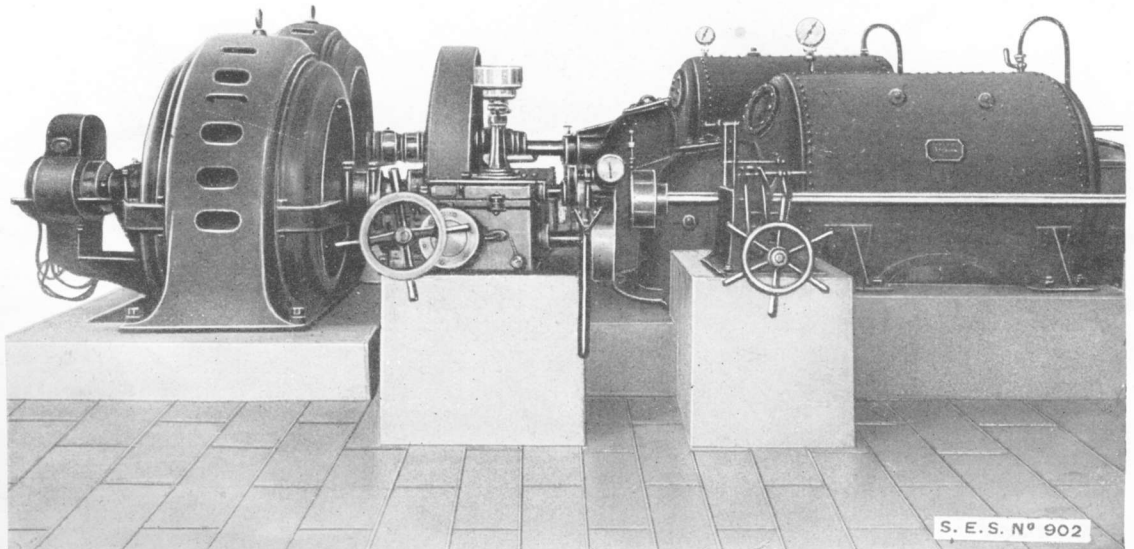
Le pivot, placé sur le coude d'évacuation, se graisse automatiquement aussi ; il est maintenu dans sa position centrale par un second palier baïonnette.



(Fig. 17).



(Fig. 18).



(Fig. 19).

La commande du vannage est reportée à l'extérieur par des arbres traversant le fond dans des presse-étoupes. Un graisseur, fixé sur la huche, assure la lubrification du boitard du dôme de la turbine.

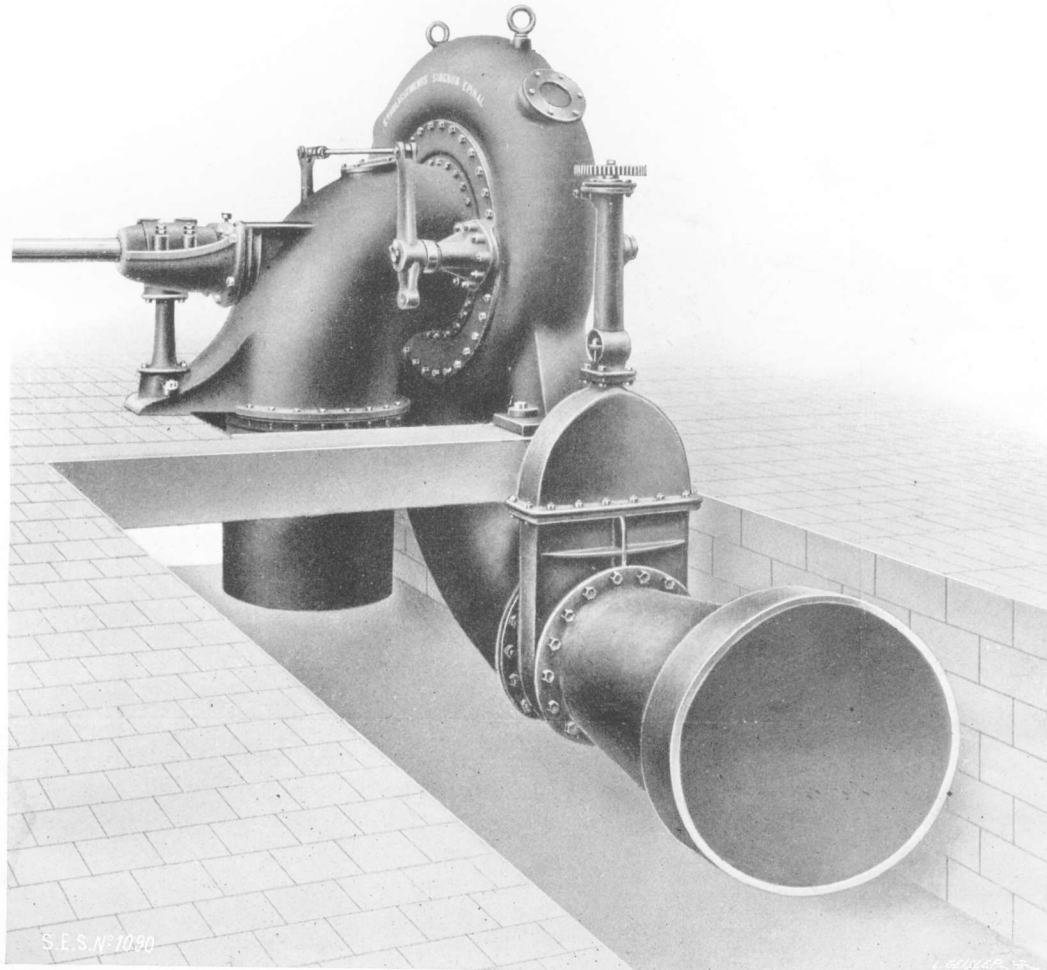
La tubulure d'arrivée de l'eau porte une cornière qui se raccorde à la conduite ; sa position varie pour chaque cas particulier.

Enfin, l'ensemble de la huche repose sur des supports en fonte.

La figure 17 représente une turbine à axe horizontal simple dans une huche cylindrique ; la figure 18 une même turbine double qui, en permettant d'augmenter la vitesse de régime, assure, comme toutes les turbines à roues multiples, un rendement plus élevé aux admissions partielles que celui des turbines simples.

La fig. 19 montre l'installation de deux turbines doubles dans une centrale d'électricité. Elles développent chacune 400 chevaux sous 17 m. 50 de chute à 600 tours par minute.

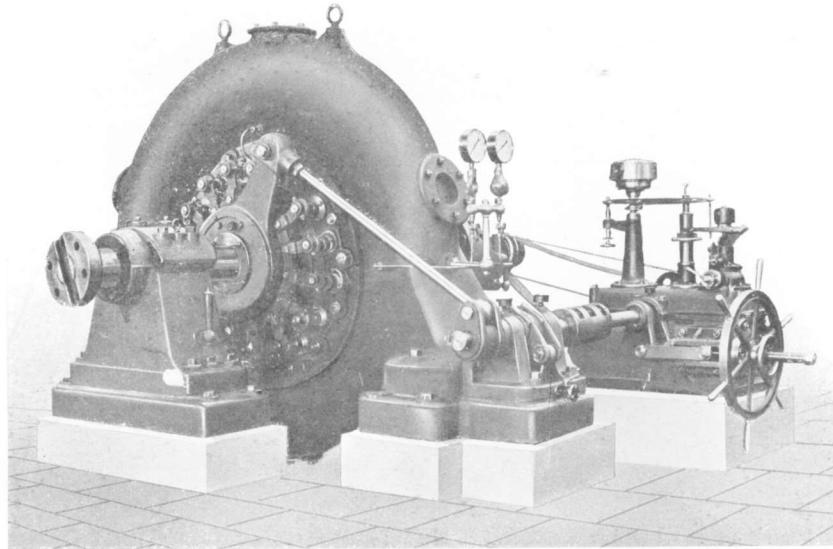
TURBINES A AXE HORIZONTAL DANS HUCHE SPIRALE



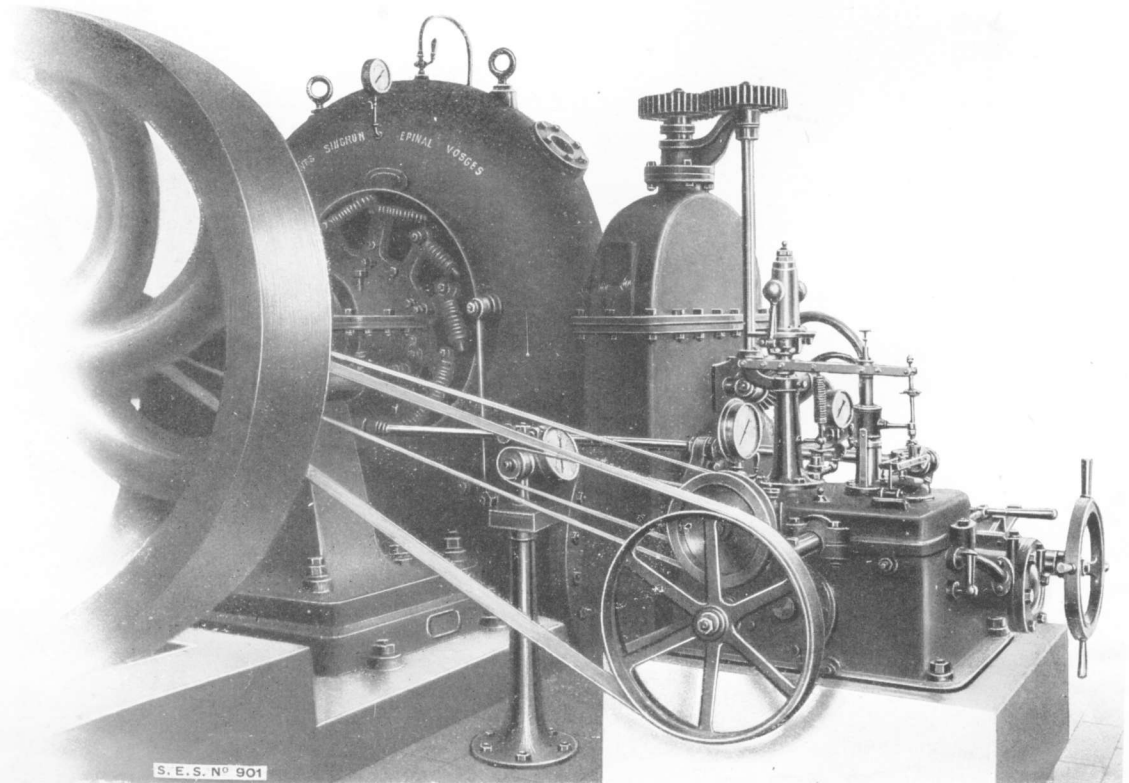
(Fig. 20).

Dans ce modèle de turbines, la huche est généralement en fonte mais, dans les grandes dimensions, elle se construit également en tôle d'acier armaturée.

La forme spirale assure une vitesse uniforme de l'arrivée de l'eau sur le distributeur, et permet de réduire les dimensions d'encombrement des moteurs en leur donnant, en outre, une forme esthétique plus gracieuse.



(Fig. 21).



(Fig. 22).

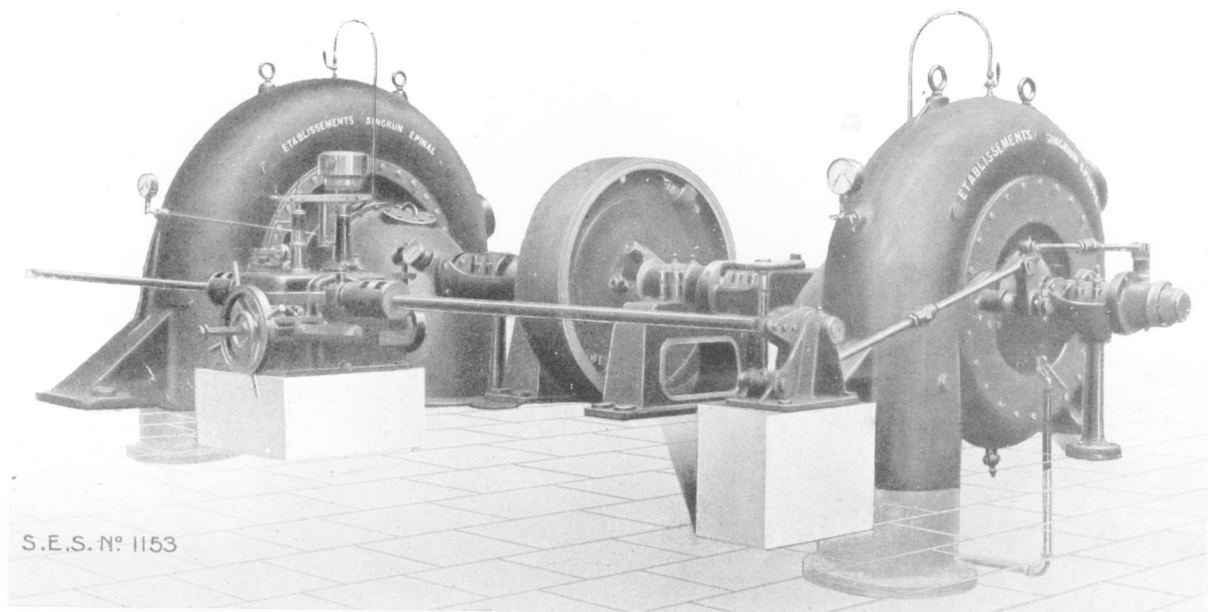
Ces turbines ne s'appliquent guère qu'aux chutes de plus de 6 mètres de hauteur. Elles se construisent, en

grandes puissances, pour l'utilisation des chutes jusque 200 mètres, mais leur construction devient alors délicate et exige des soins tout particuliers, en raison des pressions importantes qui existent dans les huches.

Pour les forces moyennes leurs organes sont les mêmes que ceux des turbines à huche cylindrique mais, dans les chutes élevées les directrices sont venues d'une seule pièce avec leurs axes lesquels traversent le couvercle de la huche dans des presse-étoupes. Les leviers de commande des directrices, avec le cercle mobile qui les solidarise et les bielles qui les relient, sont à l'extérieur, par conséquent, toujours accessibles et lubrifiables.

La fig. 21 montre une turbine de 1200 chevaux avec commande extérieure.

La fig. 22 représente une turbine à commande extérieure dont les bielles sont remplacées par des ressorts qui assurent une certaine élasticité dans le mécanisme, une sécurité plus grande contre les avaries pouvant résulter du passage éventuel d'un corps dur dans le distributeur.



(Fig. 23).

La tubulure d'arrivée d'eau peut occuper toutes les positions sur la circonférence de la huche pour s'adapter aux circonstances locales.

L'eau pénètre dans le distributeur sur tout son pourtour avec une vitesse uniforme, passe dans la roue motrice, et se déverse dans le coude d'évacuation pour se rendre dans le canal de fuite par un tuyau d'aspiration.

L'arbre moteur traverse le couvercle dans un presse-étoupes ; son extrémité antérieure est maintenue par un fort palier à graissage automatique. Le pivot est placé sur le coude qui porte un second palier, automatique également, qui, dans certains cas, peut être supprimé.

La commande du vannage se fait à la main pour la mise en marche, ensuite automatiquement par le régulateur.

Un indicateur d'ouverture permet de se rendre compte, à tout moment, du degré d'admission de l'eau sur la roue motrice.

Enfin ces turbines peuvent s'accoupler par deux sur un arbre unique. (Fig. 23).

Elles se construisent aussi avec roue motrice double ; (fig. 24) l'eau se déversant dans deux coudes prolongés par des tubes de succion qui plongent dans le canal de fuite.

L'un des coudes porte le pivot, l'arbre moteur traverse l'autre coude dans un presse-étoupes, repose sur un palier porté par une chaise en fonte, et reçoit, à son extrémité, le manchon d'accouplement avec la génératrice d'électricité.

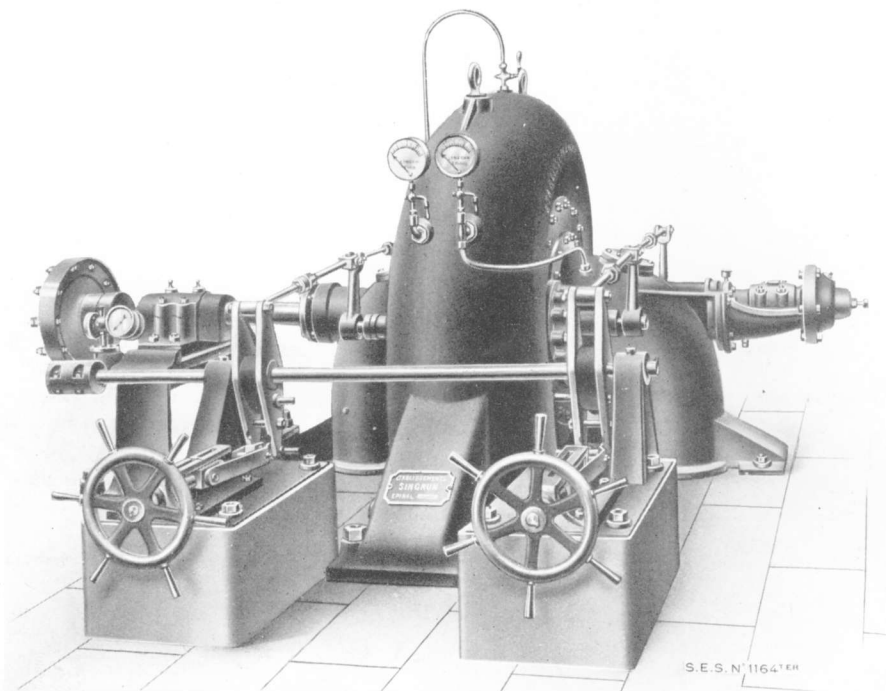
La poussée sur le pivot est équilibrée et n'a de charge que lorsque la turbine fonctionne avec un seul aubage, au moment des basses eaux.



Les directrices sont démontables en enlevant le disque qui les recouvre et qui porte également les presse-étoupes dans lesquels passent leurs axes ; les extrémités de ces axes reçoivent les biellettes de manœuvre reliées au mécanisme de vannage.

La turbine fonctionne, en moyennes et hautes eaux avec l'aubage double, en étiage avec une roue seulement ; elle est munie d'un manomètre, d'un vacuomètre, et d'un indicateur de vitesse.

Nos modèles de turbines spirales sont très robustes, particulièrement soignés, et permettent d'obtenir des vitesses de régime très élevées dont nous indiquons la limite sur demande, et après étude spéciale.



(Fig. 24).

OBSERVATIONS IMPORTANTES

Les tables des forces, vitesses et débits qui suivent ne doivent servir que de première indication et pour des avant-projets.

Dans chaque cas particulier le choix du modèle qui convient doit être laissé à notre appréciation, et nous indiquerons, par lettre spéciale, les caractéristiques de la turbine que nous proposons. Nous nous réservons, en outre, la faculté d'apporter, même en cours d'exécution, toutes modifications que nous jugerons nécessaires au dispositif ou à la construction du modèle que nous aurons adopté.

TABLE des forces, débits et vitesses des turbines "SINGRUN" (SÉRIE S R.)

NUMÉROS DES TURBINES	HAUTEUR DE CHUTE																							
	0 ^m 80			0 ^m 90			1 ^m 00			1 ^m 10			1 ^m 20			1 ^m 30			1 ^m 40			1 ^m 50		
	Litres	CHEVAUX	Tours	Litres	CHEVAUX	Tours	Litres	CHEVAUX	Tours	Litres	CHEVAUX	Tours	Litres	CHEVAUX	Tours	Litres	CHEVAUX	Tours	Litres	CHEVAUX	Tours	Litres	CHEVAUX	Tours
9.43	25	0.21	209	27	0.25	221	29	0.30	234	30	0.35	245	32	0.40	256	33	0.45	267	34	0.50	277	35	0.55	287
9.65	38	0.32	209	41	0.39	221	43	0.45	234	46	0.53	245	48	0.60	256	50	0.67	267	53	0.78	277	54	0.85	287
9.77	45	0.37	209	48	0.45	221	51	0.53	234	55	0.63	245	57	0.71	256	59	0.81	267	62	0.91	277	64	1.00	287
90	59	0.49	209	63	0.59	221	67	0.70	234	71	0.82	245	74	0.93	256	77	1.04	267	80	1.18	277	83	1.30	287
12.78	81	0.68	176	85	0.80	187	91	0.95	197	95	1.09	207	99	1.24	216	103	1.40	225	107	1.57	235	111	1.75	243
120	104	0.87	156	109	1.03	166	117	1.23	175	123	1.42	184	128	1.61	192	133	1.80	200	138	2.03	208	143	2.25	215
15.77	128	1.07	125	137	1.29	132	144	1.51	140	151	1.74	147	158	1.99	154	165	2.22	160	170	2.50	166	177	2.78	172
150	167	1.40	125	178	1.68	132	188	1.97	140	197	2.27	147	206	2.59	154	214	2.93	160	222	3.27	166	230	3.63	172
180	228	1.90	138	241	2.27	146	254	2.65	154	267	3.07	162	278	3.50	169	290	3.94	176	301	4.42	182	311	4.91	189
210	308	2.58	115	326	3.08	122	344	3.60	129	361	4.15	135	376	4.73	141	392	5.33	146	407	5.98	152	421	6.64	158
240	440	3.69	98	466	4.40	106	491	5.15	110	516	5.93	116	537	6.76	121	560	7.60	125	581	8.54	130	601	9.45	135
270	552	4.63	86	585	5.50	91	616	6.46	96	647	7.44	101	674	8.49	105	702	9.54	110	730	10.73	114	754	11.90	118
300	740	6.21	74	784	7.40	79	826	8.67	83	867	9.97	87	904	11.39	91	947	12.79	94	978	14.37	98	1.011	15.56	102
330	876	7.35	69	928	8.70	73	978	10.26	77	1.027	11.81	80	1.070	13.48	84	1.114	15.10	87	1.158	17.02	91	1.197	18.90	94
360	1.000	8.40	61	1.060	10.00	64	1.117	11.72	68	1.172	13.47	71	1.220	15.39	74	1.272	17.29	77	1.322	19.43	80	1.367	21.58	83
390	1.120	9.40	59	1.187	11.20	62	1.251	13.10	66	1.313	15.09	69	1.369	17.24	72	1.425	19.38	75	1.481	21.77	78	1.531	24.17	81
420	1.252	10.50	57	1.327	12.50	60	1.400	14.70	64	1.467	16.87	67	1.530	19.27	70	1.593	21.66	72	1.655	24.32	75	1.712	27.03	78
450	1.510	12.93	53	1.632	15.40	56	1.720	18.06	59	1.805	20.75	62	1.882	23.71	64	1.959	26.64	67	2.036	29.92	69	2.105	33.23	72
480	1.840	15.45	49	1.950	18.40	51	2.056	21.58	54	2.157	24.80	57	2.249	28.33	59	2.341	31.83	62	2.433	35.76	64	2.516	39.72	67
510	2.060	17.30	45	2.183	20.60	48	2.302	24.17	51	2.415	27.79	53	2.518	31.72	55	2.621	35.64	58	2.724	40.04	60	2.817	44.48	62
540	2.272	19.10	43	2.408	22.80	45	2.538	26.64	47	2.663	30.62	50	2.777	34.99	52	2.891	39.31	54	3.004	44.15	56	3.106	49.04	58
570	2.560	21.50	40	2.713	26.60	42	2.860	30.03	45	3.000	34.51	47	3.129	39.42	49	3.257	44.29	51	3.385	49.75	53	3.500	55.26	55
600	2.820	23.76	38	3.000	28.40	40	3.162	33.20	43	3.317	38.14	45	3.459	43.58	47	3.600	48.96	48	3.742	55.00	50	3.869	61.09	52
660	3.772	31.68	33	4.000	37.80	34	4.216	44.26	36	4.423	50.86	38	4.612	58.11	40	4.800	65.28	41	4.989	73.33	43	5.159	81.46	45
720	5.200	43.68	28	5.512	52.10	29	5.811	61.01	31	6.097	70.11	32	6.357	80.05	34	6.617	89.99	35	6.877	101.09	37	7.111	112.28	38
780	6.480	54.43	27	6.868	65.00	28	7.241	76.03	30	7.597	87.36	31	7.921	99.80	33	8.245	112.13	34	8.569	125.95	36	8.861	139.91	37
810	8.236	69.17	25	8.736	82.53	26	9.193	96.52	28	9.651	111.46	29	10.088	127.10	30	10.504	143.37	31	10.899	160.20	33	11.273	177.45	34
840	10.000	84.00	23	10.610	100.26	24	11.183	117.40	26	11.731	135.48	27	12.251	154.36	28	12.753	174.07	29	13.233	194.52	30	13.698	215.74	31

NUMÉROS DES TURBINES	HAUTEUR DE CHUTE																							
	1 ^m 60			1 ^m 70			1 ^m 80			1 ^m 90			2 ^m 00			2 ^m 10			2 ^m 20			2 ^m 30		
	Litres	CHEVAUX	Tours	Litres	CHEVAUX	Tours	Litres	CHEVAUX	Tours	Litres	CHEVAUX	Tours	Litres	CHEVAUX	Tours	Litres	CHEVAUX	Tours	Litres	CHEVAUX	Tours	Litres	CHEVAUX	Tours
9.43	36	0.60	296	38	0.68	305	38	0.72	314	40	0.79	323	41	0.86	331	42	0.93	339	43	0.99	347	44	1.06	355
9.65	55	0.92	296	57	1.01	305	59	1.11	314	61	1.21	323	63	1.32	331	64	1.41	339	65	1.50	347	67	1.61	355
9.77	65	1.09	296	67	1.19	305	69	1.30	314	72	1.43	323	74	1.54	331	76	1.67	339	77	1.77	347	79	1.90	355
90	85	1.43	296	88	1.58	305	90	1.71	314	93	1.86	323	96	2.00	331	98	2.16	339	101	2.32	347	103	2.48	355
12.78	118	1.98	251	121	2.15	260	123	2.32	266	125	2.48	275	129	2.70	280	132	2.90	286	135	3.11	294	138	3.33	300
120	148	2.49	222	153	2.73	229	157	2.96	236	161	3.20	242	165	3.46	248	169	3.72	254	174	4.01	260	178	4.28	266
15.77	182	3.05	178	188	3.35	183	194	3.66	188	198	3.94	194	204	4.28	199	209	4.60	204	214	4.94	208	220	5.30	213
150	237	3.99	178	245	4.37	183	252	4.76	188	258	5.13	194	265	5.56	199	272	5.99	204	278	6.42	208	286	6.88	213
180	322	5.40	195	332	5.94	201	341	6.44	207	351	7.02	212	360	7.56	218	369	8.15	224	377	8.70	228	386	9.34	234
210	435	7.30	163	448	8.01	168	461	8.71	173	474	9.48	177	486	10.20	182	498	11.00	187	510	11.78	191	522	12.63	195
240	621	10.43	139	641	11.47	144	658	12.43	148	677	13.54	152	695	14.59	156	712	15.73	160	729	16.83	163	745	18.02	168
270	779	13.08	122	804	14.39	126	826	15.61	130	850	17.00	133	872	18.31	136	894	19.75	140	914	21.11	143	935	22.62	146
300	1.045	17.55	105	1.078	19.29	108	1.108	20.54	112	1.139	22.78	114	1.169	24.54	117	1.198	26.47	120	1.226	28.32	123	1.254	30.34	126
330	1.237	20.78	97	1.276	22.84	100	1.311	24.67	103	1.349	26.98	106	1.384	29.03	108	1.419	31.35	111	1.451	33.51	114	1.484	35.91	117
360	1.412	23.72	86	1.457	26.08	88	1.497	28.29	91	1.540	30.80	93	1.580	33.18	96	1.620	35.80	98	1.657	38.27	101	1.695	41.01	103
390	1.582	26.57	83	1.632	29.21	85	1.677	31.69	88	1.724	34.48	90	1.769	37.14	93	1.814	40.08	95	1.856	42.87	98	1.898	45.93	100
420	1.768	29.70	81	1.824	32.64	83	1.874	35.41	85	1.928	38.56	88	1.978	41.53	90	2.028	44.81	92	2.075	47.93	95	2.122	51.35	97
450	2.175	36.54	74	2.244	40.16	77	2.306	43.58	79	2.371	47.42	81	2.433	51.09	83	2.494	55.11	85	2.552	58.95	87	2.610	63.16	89
480	2.599	43.66	69	2.681	47.98	71	2.755	52.06	73	2.833	56.66	75	2.907	61.04	77	2.980	65.85	79	3.049	70.43	81	3.118	75.45	82
510	2.909	48.87	64	3.002	53.73	66	3.084	58.28	68	3.172	63.44	70	3.254	68.33	72	3.337	73.74	74	3.414	78.86	75	3.491	84.48	77
540	3.209	53.91	60	3.311	59.26	62	3.402	64.29	64	3.498	69.96	66	3.589	75.36	67	3.680	81.32	69	3.765	86.97	71	3.851	93.19	72
570	3.616	60.74	57	3.731	66.78	59	3.833	72.44	60	3.942	78.84	62	4.044	84.92	63	4.147	91.64	65	4.243	98.01	67	4.339	105.00	68
600	3.996	67.13	54	4.124	73.81	56	4.237	80.07	57	4.357	87.14	59	4.470	93.87	60	4.583	101.28	62	4.690	108.33	63	4.796	116.06	65
660	5.329	89.52	46	5.498	98.41	48	5.649	106.76	49	5.810	116.20	50	5.961	125.18										

TABLE des forces, débits et vitesses des turbines "SINGRUN" (SÉRIE S R.)

NUMÉROS DES TURBINES	HAUTEUR DE CHUTE																									
	2 ^m 40			2 ^m 50			2 ^m 60			2 ^m 70			2 ^m 80			2 ^m 90			3 ^m 00			3 ^m 10				
	Litres	CHEVAUX	Tours	Litres	CHEVAUX	Tours	Litres	CHEVAUX	Tours	Litres	CHEVAUX	Tours	Litres	CHEVAUX	Tours	Litres	CHEVAUX	Tours	Litres	CHEVAUX	Tours	Litres	CHEVAUX	Tours	Litres	CHEVAUX	Tours
9.43	44	1.11	363	46	1.20	370	47	1.27	377	48	1.35	385	48	1.41	392	49	1.49	399	50	1.57	405	51	1.65	412	412	
9.65	68	1.71	363	69	1.81	370	72	1.96	377	72	2.04	385	73	2.14	392	74	2.25	399	76	2.39	405	77	2.50	412	412	
9.77	80	2.01	363	82	2.15	370	85	2.32	377	86	2.42	385	87	2.55	392	88	2.67	399	90	2.83	405	91	2.95	412	412	
90	104	2.62	363	107	2.80	370	110	2.97	377	111	3.14	385	113	3.32	392	115	3.48	399	117	3.69	405	119	3.86	412	412	
12.78	141	3.55	307	144	3.78	313	148	4.04	320	150	4.24	325	152	4.46	332	155	4.71	337	157	4.94	343	160	5.20	349	349	
120	181	4.57	272	185	4.85	277	189	5.15	283	192	5.44	288	196	5.76	294	199	6.06	299	202	6.36	304	206	6.70	309	309	
15.77	224	5.64	218	228	5.98	223	233	6.35	226	238	6.74	231	241	7.08	235	246	7.49	239	250	7.87	243	254	8.25	247	247	
150	291	7.32	218	296	7.77	222	303	8.26	226	309	8.75	231	314	9.23	235	320	9.74	239	325	10.24	243	331	10.75	247	247	
180	394	9.95	239	402	10.57	244	411	11.24	248	419	11.89	253	426	12.55	258	434	13.23	262	441	13.93	267	448	14.60	271	271	
210	532	13.44	200	544	14.30	204	555	15.19	207	566	16.07	211	576	16.98	215	586	17.87	219	596	18.80	223	606	19.75	226	226	
240	761	19.23	171	777	20.43	175	793	21.70	178	808	22.94	181	823	24.26	184	837	25.52	188	852	26.90	191	866	28.23	194	194	
270	954	24.10	150	975	25.64	153	995	27.23	155	1.014	28.79	158	1.032	30.42	161	1.051	32.05	164	1.069	33.76	167	1.086	35.40	170	170	
300	1.280	32.34	129	1.307	34.37	131	1.334	36.51	134	1.360	38.62	136	1.384	40.80	139	1.408	42.94	141	1.434	45.30	144	1.456	47.46	146	146	
330	1.515	38.23	111	1.548	40.71	121	1.580	43.24	124	1.610	45.72	126	1.639	48.31	128	1.667	50.84	130	1.697	53.60	133	1.724	56.20	135	135	
360	1.730	43.71	105	1.767	46.47	107	1.803	49.34	109	1.838	52.19	111	1.871	55.15	113	1.904	58.07	115	1.937	61.18	117	1.968	64.15	119	119	
390	1.937	48.94	102	1.979	52.04	104	2.020	55.28	106	2.058	58.44	108	2.095	61.76	110	2.132	65.02	112	2.170	68.55	114	2.204	71.85	115	115	
420	2.165	54.70	99	2.212	58.17	101	2.258	61.80	103	2.301	65.34	105	2.342	69.04	107	2.383	72.68	108	2.426	76.63	110	2.464	80.32	112	112	
450	2.664	67.31	91	2.721	71.56	93	2.777	76.00	95	2.830	80.37	97	2.881	84.93	98	2.932	89.42	100	2.984	94.26	102	3.031	98.81	103	103	
480	3.183	80.43	84	3.252	85.52	86	3.318	90.81	88	3.382	96.04	89	3.443	101.49	91	3.503	106.84	92	3.565	112.61	94	3.622	118.07	96	96	
510	3.563	90.03	79	3.641	95.75	80	3.715	101.67	82	3.786	107.52	83	3.854	113.61	85	3.922	119.62	86	3.992	126.10	88	4.055	132.19	89	89	
540	3.930	99.31	74	4.015	105.58	75	4.098	112.16	77	4.176	118.59	78	4.251	125.31	80	4.325	131.91	81	4.403	139.09	82	4.472	145.78	84	84	
570	4.428	111.89	70	4.524	118.98	71	4.617	126.36	72	4.705	133.62	74	4.790	141.20	75	4.874	148.65	76	4.961	156.71	78	5.039	164.27	79	79	
600	4.895	123.69	66	5.001	131.52	68	5.103	139.65	69	5.201	147.70	70	5.294	156.06	71	5.387	164.30	73	5.483	173.20	74	5.570	181.58	75	75	
660	6.526	164.91	56	6.668	175.36	58	6.805	186.25	59	6.935	196.95	60	7.059	208.09	61	7.183	219.08	62	7.311	230.95	63	7.426	242.08	64	64	
720	8.996	227.32	48	9.191	241.72	49	9.379	256.70	50	9.558	271.44	51	9.730	286.84	52	9.900	301.95	53	10.077	318.33	54	10.236	333.69	55	55	
780	11.210	283.27	47	11.453	301.20	48	11.688	319.90	49	11.911	338.27	50	12.125	357.44	51	12.338	376.30	52	12.558	396.70	53	12.755	415.81	53	53	
810	14.268	359.50	43	14.560	382.20	44	14.851	405.30	45	15.121	428.61	46	15.412	453.07	47	15.683	477.54	48	15.953	502.50	48	16.204	527.40	49	49	
840	17.326	436.60	40	17.685	464.10	41	18.033	492.30	42	18.377	520.80	43	18.715	550.20	43	19.046	579.90	44	19.371	600.10	45	19.692	610.45	46	46	

NUMÉROS DES TURBINES	HAUTEUR DE CHUTE																									
	3 ^m 20			3 ^m 30			3 ^m 40			3 ^m 50			3 ^m 60			3 ^m 75			3 ^m 90			4 ^m 00				
	Litres	CHEVAUX	Tours	Litres	CHEVAUX	Tours	Litres	CHEVAUX	Tours	Litres	CHEVAUX	Tours	Litres	CHEVAUX	Tours	Litres	CHEVAUX	Tours	Litres	CHEVAUX	Tours	Litres	CHEVAUX	Tours	Litres	CHEVAUX	Tours
10.43	52	1.74	419	52	1.80	425	53	1.89	432	54	1.98	438	55	2.07	444	56	2.20	453	57	2.33	462	57	2.39	468	468	
10.65	78	2.62	419	80	2.76	425	80	2.85	432	82	3.00	438	83	3.13	444	85	3.34	453	87	3.55	462	87	3.65	468	468	
10.77	93	3.12	419	94	3.25	425	95	3.39	432	97	3.55	438	98	3.70	444	101	3.97	453	103	4.20	462	103	4.32	468	468	
100	121	4.07	419	123	4.26	425	124	4.42	432	126	4.62	438	128	4.84	444	131	5.16	453	134	5.46	462	134	5.62	468	468	
13.78	163	5.47	354	166	5.74	360	168	5.99	366	170	6.23	370	172	6.50	376	176	6.90	384	180	7.37	392	182	7.64	396	396	
130	209	7.03	314	213	7.36	319	216	7.69	324	218	8.00	328	221	8.35	333	226	8.80	340	231	9.45	347	234	9.82	351	351	
16.77	258	8.66	251	262	9.05	255	265	9.46	259	270	9.90	263	274	10.35	266	280	11.03	272	284	11.62	277	288	12.08	281	281	
160	336	11.29	251	341	11.80	255	346	12.36	259	351	12.88	263	356	13.45	266	364	14.34	272	370	15.18	277	375	15.75	281	281	
190	456	15.36	276	463	16.06	280	470	16.82	284	476	17.51	288	483	18.30	292	493	19.46	298	503	20.62	304	509	21.42	308	308	
220	616	20.75	230	626	21.72	234	635	22.73	237	644	23.69	241	653	24.74	244	667	26.33	249	680	27.88	254	688	28.96	257	257	
250	880	29.64	197	894	31.02	200	907	32.47	203	920	33.85	206	933	35.36	209	953	37.62	214	971	39.81	218	983	41.38	220	220	
280	1.104	37.19	172	1.121	38.89	175	1.138	40.74	178	1.154	42.46	180	1.171	44.38	183	1.195	47.17	187	1.219	49.97	190	1.234	51.95	193	193	
310	1.480	49.86	148	1.504	52.18	151	1.526	54.63	153	1.548	56.96	155	1.570	59.50	157	1.603	63.28	161	1.634	66.99	164	1.654	69.63	166	166	
340	1.750	58.95	137	1.780	61.76	139	1.806	64.65	141	1.832	67.41	143	1.859	70.45	146	1.897	74.89	149	1.934	79.29	151	1.958	82.43	153	153	
370	2.000	67.38	121	2.032	70.51	123	2.062	73.81	125	2.092	76.98	127	2.122	80.42	129	2.166	85.50	131	2.208	90.52	134	2.236	94.13	135	135	
400	2.240	75.46	118	2.276	78.97	120	2.310	82.69	121	2.343	86.22	123	2.376	90.05	125	2.426	95.77	127	2.473	101.39	130	2.504	105.41	131	131	
430	2.504	84.55	114	2.544	88.27	116	2.582	92.43	117	2.619	96.37	119	2.657	100.70	121	2.712	107.06	123	2.765	113.36	126	2.799	117.83	127	127	
460	3.080	103.76	105	3.130	108.61	107	3.176	113.70	108	3.221	118.53	110	3.268	123.85	112	3.336	131.70	114	3.401	139.44	116	3.443	144.95	118	118	
490	3.680	123.97	97	3.739	129.74	99	3.795	135.86	100	3.849	141.64	102	3.904	147.96	103	3.986	157.36	105	4.063	166.58	107	4.114	173.19	109	109	
520	4.120	138.80	91	4.186	145.25	92	4.249	152.11	94	4.309	158.57	95	4.371	165.65	96	4.462	176.15	98	4.549	186.50	100	4.606	193.91	101	101	
550	4.544	153.08	85	4.617	160.20	86	4.680	167.75	88																	

TABLE des forces, débits et vitesses des turbines "SINGRUN" (SÉRIE S R.)

NUMÉROS DES TURBINES		HAUTEUR DE CHUTE																							
		4 ^m 25			4 ^m 50			4 ^m 75			5 ^m 00			5 ^m 25			5 ^m 50			5 ^m 75			6 ^m 00		
		Litres	CHEVAUX	Tours	Litres	CHEVAUX	Tours	Litres	CHEVAUX	Tours	Litres	CHEVAUX	Tours	Litres	CHEVAUX	Tours	Litres	CHEVAUX	Tours	Litres	CHEVAUX	Tours	Litres	CHEVAUX	Tours
10.43	60	2.67	482	61	2.87	496	63	3.14	510	64	3.36	523	66	3.63	536	68	3.92	549	69	4.16	561	70	4.41	573	
10.65	91	4.05	482	92	4.34	496	95	4.72	510	98	5.14	523	100	5.51	536	103	5.94	549	105	6.33	561	107	6.74	573	
10.77	108	4.81	482	110	5.19	496	113	5.63	510	116	6.09	523	119	6.55	536	122	7.03	549	124	7.48	561	127	8.00	573	
100	140	6.24	482	143	6.75	496	147	7.33	510	151	7.92	523	155	8.53	536	159	9.15	549	162	9.76	561	165	10.40	573	
13.78	188	8.38	409	192	9.06	420	198	9.87	432	202	10.60	442	208	11.46	454	214	12.34	465	218	13.16	475	223	14.04	485	
130	241	10.74	362	248	11.72	372	255	12.71	383	261	13.70	392	268	14.76	402	275	15.84	412	280	16.89	421	287	18.05	430	
16.77	297	13.24	289	305	14.39	297	314	15.65	306	323	16.95	314	331	18.23	322	338	19.50	329	346	20.88	337	354	22.30	344	
160	387	17.26	289	398	18.80	297	409	20.40	306	420	22.04	314	430	23.70	322	440	25.40	329	450	27.15	337	460	28.97	344	
190	525	23.49	318	540	25.58	327	555	27.75	336	570	29.98	345	583	32.22	353	597	34.56	361	611	36.96	369	624	39.42	377	
220	710	31.77	265	730	34.58	273	750	37.50	280	770	40.50	288	788	43.56	295	807	46.72	301	825	49.91	308	843	53.26	315	
250	1.014	45.37	227	1.043	49.41	234	1.072	57.60	240	1.100	57.86	247	1.126	62.24	253	1.152	66.70	258	1.179	71.32	264	1.204	76.05	270	
280	1.273	56.96	199	1.309	62.02	204	1.345	69.25	210	1.380	72.51	216	1.413	78.11	221	1.446	83.72	226	1.479	89.47	231	1.511	95.46	236	
310	1.706	76.34	171	1.755	83.15	176	1.803	90.15	181	1.850	97.31	186	1.894	104.70	190	1.938	112.21	194	1.983	119.97	199	2.025	127.93	203	
340	2.020	90.39	158	2.077	98.40	163	2.134	106.70	167	2.190	115.15	172	2.242	123.93	176	2.295	132.88	180	2.347	141.99	184	2.398	151.50	188	
370	2.306	103.19	140	2.371	112.33	144	2.436	121.80	148	2.500	131.50	152	2.560	141.50	155	2.620	151.69	159	2.680	162.14	162	2.737	172.92	166	
400	2.583	115.58	136	2.656	125.84	140	2.729	136.45	143	2.800	147.28	147	2.867	158.48	150	2.934	169.87	154	3.001	181.56	158	3.066	193.70	161	
430	2.887	129.19	131	2.969	140.67	135	3.050	152.50	139	3.130	164.63	143	3.205	177.17	146	3.280	189.91	149	3.355	202.97	153	3.427	216.50	156	
460	3.551	158.90	121	3.652	173.03	125	3.752	187.60	128	3.850	202.51	132	3.942	217.91	135	4.034	233.56	138	4.127	249.68	141	4.215	256.30	144	
490	4.243	189.87	112	4.364	206.76	115	4.483	224.15	118	4.600	241.95	122	4.710	260.36	125	4.820	279.07	127	4.931	298.32	130	5.037	318.23	133	
520	4.750	212.56	105	4.886	231.49	108	5.019	250.95	111	5.150	270.89	114	5.273	291.49	116	5.397	312.48	119	5.520	333.96	122	5.639	356.27	124	
550	5.239	234.44	98	5.388	255.28	101	5.536	276.80	104	5.680	298.76	107	5.816	321.50	109	5.952	344.62	112	6.088	368.32	114	6.219	392.91	117	
580	5.904	264.20	93	6.072	287.69	95	6.237	311.85	98	6.400	336.64	101	6.553	362.24	103	6.707	388.33	105	6.860	415.03	108	7.008	442.76	110	
610	6.525	291.99	88	6.719	317.96	91	6.894	344.70	93	7.074	372.09	96	7.243	400.39	98	7.413	429.21	100	7.583	458.77	102	7.746	489.39	105	
670	8.701	389.36	75	8.948	423.95	77	9.192	459.60	79	9.432	496.12	82	9.658	533.89	84	9.884	572.28	85	10.111	611.71	87	10.328	652.53	89	
730	11.992	536.64	64	12.333	584.33	66	12.670	633.50	68	13.000	683.80	70	13.312	735.88	71	13.624	788.82	73	13.936	843.12	75	14.235	899.56	76	
790	14.944	668.74	62	15.370	728.23	64	15.788	789.40	66	16.200	852.12	68	16.588	916.98	69	16.977	982.96	71	17.366	1050.64	72	17.739	1120.75	74	
820	18.990	847.35	58	19.552	923.80	59	20.092	1002.00	61	20.592	1081.00	63	21.112	1163.70	64	21.611	1247.40	65	22.089	1333.60	67	22.568	1421.70	68	
850	23.055	979.83	53	23.752	1068.84	55	24.373	1157.70	56	25.007	1255.00	58	25.628	1345.47	59	26.234	1442.85	60	26.815	1541.86	62	27.396	1643.76	63	

NUMÉROS DES TURBINES		HAUTEUR DE CHUTE																							
		6 ^m 25			6 ^m 50			6 ^m 75			7 ^m 00			7 ^m 25			7 ^m 50			7 ^m 75			8 ^m 00		
		Litres	CHEVAUX	Tours	Litres	CHEVAUX	Tours	Litres	CHEVAUX	Tours	Litres	CHEVAUX	Tours	Litres	CHEVAUX	Tours	Litres	CHEVAUX	Tours	Litres	CHEVAUX	Tours	Litres	CHEVAUX	Tours
10.43	72	4.72	585	73	4.98	597	75	5.31	608	76	5.58	619	78	5.93	630	79	6.22	641	80	6.50	651	82	6.88	662	
10.65	109	7.15	585	111	7.57	597	114	8.07	608	116	8.52	619	118	8.97	630	120	9.51	641	122	9.91	651	124	10.41	662	
10.77	130	8.52	585	132	9.00	597	135	9.56	608	137	10.06	619	140	10.65	630	142	11.18	641	144	11.70	651	147	12.34	662	
100	169	11.09	585	172	11.75	597	176	12.45	608	179	13.14	619	182	13.85	630	185	14.57	641	188	15.30	651	191	16.05	662	
13.78	228	14.95	496	232	15.83	505	237	16.79	515	241	17.71	524	244	18.56	534	249	19.60	543	254	20.65	552	258	21.67	560	
130	293	19.20	439	298	20.35	447	304	21.54	456	310	22.74	464	314	23.90	473	320	25.22	481	326	26.49	489	331	27.78	496	
16.77	361	23.68	351	368	25.11	358	374	25.50	365	382	28.07	371	388	29.52	378	395	31.10	385	401	32.60	391	408	34.27	397	
160	469	30.76	351	479	32.66	358	487	34.50	365	497	36.51	371	505	38.43	378	514	40.47	385	522	42.50	391	531	44.60	397	
190	637	41.79	385	649	44.29	393	662	46.92	400	674	49.53	408	686	52.22	415	698	54.55	422	709	57.70	429	720	60.48	436	
220	860	56.43	321	877	59.85	328	894	63.36	334	911	66.95	340	927	70.57	346	943	74.26	352	957	77.88	358	973	81.73	364	
250	1.229	80.64	276	1.254	85.88	281	1.275	90.37	286	1.301	95.62	292	1.324	100.80	297	1.347	106.80	302	1.368	111.33	307	1.390	116.80	312	
280	1.542	101.11	241	1.573	107.35	246	1.603	113.60	250	1.632	120.00	255	1.661	126.40	260	1.690	133.10	264	1.716	139.60	268	1.744	146.50	273	
310	2.068	135.45	207	2.109	143.95	212	2.149	152.30	215	2.189	160.90	220	2.227	169.50	223	2.265	178.30	227	2.301	187.20	231	2.338	196.40	235	
340	2.448	160.65	192	2.496	170.35	196	2.544	180.30	199	2.591	190.40	203	2.637	200.70	207	2.682	211.20	210	2.724	221.70	213	2.768	232.50	217	
370	2.795	183.33	169	2.850	194.51	173	2.904	205.80	176	2.958	217.40	179	3.010	229.10	183	3.061	241.00	186	3.110	253.10	189	3.160	265.40	192	
400	3.130	205.38	164	3.192	217.85	168	3.253	230.60	171	3.313	243.50	174	3.371	256.60	178	3.429	270.00	180	3.483	283.40	183	3.539	297.30	186	
430	3.499	229.53	159	3.568	243.51	163	3.636	257.70	166	3.703	272.20	169	3.769	286.90	172	3.833	301.80	175	3.893	316.80	177	3.956	332.30	180	
460	4.304	282.45	147	4.389	299.55	150	4.473	317.00	153	4.555	334.80	156	4.636	352.90	158	4.715	371.30	161	4.789	389.70	164	4.866	408.70	166	
490	5.142	337.43	136	5.244	357.90	139	5.344	378.80	141	5.442	400.80	144	5.539	421.60	146	5.636	443.30	149	5.722	465.60	151	5.814	488.40	154	
520	5.757	377.80	127	5.871	400.70	129	5.983	424.00	132	6.093	447.80	134	6.201	472.00	137	6.307	496.70	139	6.406	521.30	141	6.509	546.70	144	
550	6.350	416.71	119	6.475	441.92	121	6.599	467.70	124	6.720	493.90	126	6.839	520.60	128	6.956	547.70	130	7.065	574.90	133				

TABLE des forces, débits et vitesses des turbines "SINGRUN" (SÉRIE S R.)

NUMÉROS DES TURBINES	HAUTEUR DE CHUTE																										
	8 ^m 25			8 ^m 50			9 ^m 00			9 ^m 50			10 ^m 00			11 ^m 00			12 ^m 00			13 ^m 00					
	Litres	CHEVAUX	Tours	Litres	CHEVAUX	Tours	Litres	CHEVAUX	Tours	Litres	CHEVAUX	Tours	Litres	CHEVAUX	Tours	Litres	CHEVAUX	Tours	Litres	CHEVAUX	Tours	Litres	CHEVAUX	Tours	Litres	CHEVAUX	Tours
11.43	83	7.18	672	84	7.49	682	86	8.12	702	89	8.87	721	92	9.66	740	96	11.08	776	100	12.60	811	104	14.19	844	844		
11.65	126	10.91	672	128	11.41	682	131	12.37	702	135	13.45	721	139	14.59	740	145	16.74	776	152	19.15	811	157	21.43	844	844		
11.77	149	12.90	672	151	13.46	682	155	14.64	702	160	15.95	721	164	17.22	740	172	19.86	776	180	22.68	811	187	25.52	844	844		
110	194	16.80	672	197	17.58	682	202	19.08	702	208	20.73	721	214	22.43	740	224	25.88	776	234	29.48	811	243	33.16	844	844		
14.78	262	22.68	569	265	23.63	578	273	25.79	595	280	27.91	611	288	30.24	627	302	34.87	657	315	39.69	684	329	44.90	711	711		
140	336	29.09	504	341	30.42	512	351	33.15	527	360	35.90	541	370	38.83	555	388	44.79	582	405	51.03	606	422	57.60	630	630		
17.77	415	35.93	403	421	37.55	409	433	40.91	421	445	44.36	433	457	47.98	444	478	55.20	466	501	63.10	486	521	71.11	507	507		
170	540	46.75	403	547	48.80	409	563	53.20	421	579	57.71	433	594	62.33	444	622	71.84	466	651	81.94	486	677	92.41	507	507		
200	731	63.32	444	742	65.22	449	764	72.25	462	785	78.30	475	805	84.63	487	845	97.60	511	882	111.10	534	918	125.20	556	556		
230	988	85.39	369	1.003	89.52	375	1.032	97.52	386	1.061	105.80	396	1.088	114.20	407	1.141	131.80	427	1.192	150.20	446	1.241	169.30	464	464		
260	1.412	122.20	317	1.433	127.90	321	1.475	139.40	331	1.515	151.10	340	1.555	163.30	349	1.631	188.40	366	1.703	214.60	382	1.773	242.00	398	398		
290	1.771	153.40	277	1.798	160.50	281	1.850	174.80	289	1.901	189.60	297	1.951	204.90	305	2.046	236.30	320	2.137	269.30	334	2.224	303.50	348	348		
320	2.375	205.70	238	2.410	215.10	242	2.480	234.40	249	2.549	254.30	256	2.615	274.60	263	2.743	316.80	275	2.865	361.00	288	2.982	407.00	300	300		
350	2.811	243.60	220	2.853	254.60	224	2.936	277.50	230	3.017	300.90	237	3.096	325.10	243	3.247	375.00	255	3.392	427.49	266	3.530	481.70	277	277		
380	3.210	278.10	195	3.257	290.70	198	3.352	316.80	203	3.445	343.60	209	3.535	371.20	214	3.702	428.20	225	3.872	487.90	235	4.050	550.00	245	245		
410	3.595	311.40	189	3.648	325.60	192	3.754	354.80	197	3.858	384.80	203	3.959	415.70	208	4.152	479.60	219	4.337	546.50	228	4.510	615.00	238	238		
440	4.018	348.10	183	4.078	364.00	186	4.197	396.60	191	4.313	430.20	197	4.425	464.60	202	4.641	536.00	212	4.848	610.90	221	5.040	687.00	230	230		
470	4.943	428.20	169	5.016	447.70	171	5.162	487.80	177	5.305	529.20	181	5.443	571.50	186	5.709	659.40	195	5.963	751.30	204	6.200	846.00	212	212		
500	5.906	511.60	156	5.993	534.90	158	6.168	582.90	163	6.338	632.20	168	6.504	682.90	172	6.821	787.80	180	7.125	897.70	188	7.416	1012.00	196	196		
530	6.612	572.80	146	6.710	598.90	148	6.906	652.60	152	7.096	707.80	157	7.282	764.60	161	7.637	882.10	169	7.977	1005.00	176	8.300	1133.00	182	182		
560	7.293	631.80	137	7.401	660.60	139	7.616	719.70	143	7.827	780.70	147	8.031	843.30	151	8.423	972.90	158	8.798	1108.00	165	9.140	1247.60	171	171		
590	8.217	711.80	129	8.339	744.30	131	8.582	811.00	135	8.819	879.70	139	9.049	950.10	142	9.491	1096.00	149	9.913	1249.00	156	10.310	1406.00	162	162		
620	9.083	786.80	123	9.217	822.60	125	9.486	896.40	128	9.747	972.30	132	10.002	1050.00	135	10.490	1212.00	142	10.957	1381.00	148	11.385	1554.00	154	154		
680	12.110	1049.00	105	12.289	1097.00	106	12.648	1195.00	109	12.997	1296.00	112	13.336	1400.00	115	13.967	1616.00	121	14.610	1841.00	127	15.180	2072.00	131	131		
740	16.692	1446.00	89	16.939	1509.00	91	17.433	1648.00	93	17.914	1787.00	96	18.382	1930.30	98	19.279	2227.00	103	20.137	2536.00	107	20.920	2855.50	112	112		
800	20.890	1802.00	87	21.108	1884.00	88	21.724	2053.00	91	22.323	2227.00	93	22.906	2405.00	96	24.024	2775.00	100	25.093	3162.00	105	26.070	3558.50	109	109		
830	26.457	2291.80	80	26.852	2396.10	81	27.643	2611.30	84	28.392	2831.80	86	29.140	3059.70	88	30.555	3529.10	92	31.907	4019.40	97	33.170	4527.70	101	101		
860	32.118	2549.00	74	32.597	2770.00	75	33.557	3020.00	77	34.466	3274.00	79	35.375	3537.00	81	37.092	4080.00	85	38.733	4647.00	89	40.250	5494.10	92	92		

NUMÉROS DES TURBINES	HAUTEUR DE CHUTE																										
	14 ^m 00			15 ^m 00			16 ^m 00			17 ^m 00			18 ^m 00			20 ^m 00			22 ^m 00			25 ^m 00					
	Litres	CHEVAUX	Tours	Litres	CHEVAUX	Tours	Litres	CHEVAUX	Tours	Litres	CHEVAUX	Tours	Litres	CHEVAUX	Tours	Litres	CHEVAUX	Tours	Litres	CHEVAUX	Tours	Litres	CHEVAUX	Tours	Litres	CHEVAUX	Tours
11.43	108	15.87	876	112	17.64	906	116	19.48	936	120	21.42	965	123	23.24	993	129	27.09	1047	136	31.41	1097	145	38.06	1170	1170		
11.65	164	24.10	876	169	26.61	906	175	29.40	936	181	32.30	965	186	35.15	993	196	41.16	1047	206	47.58	1097	219	57.48	1170	1170		
11.77	194	28.50	876	200	31.50	906	207	34.77	936	214	38.19	965	220	41.58	993	232	48.72	1047	244	56.36	1097	260	68.25	1170	1170		
110	253	37.20	876	261	41.10	906	270	45.36	936	279	49.80	965	287	54.24	993	302	62.24	1047	317	74.26	1097	338	88.72	1170	1170		
14.78	341	50.12	742	353	55.59	768	364	61.15	793	375	66.93	818	386	72.95	841	407	85.47	887	427	98.63	929	456	119.70	992	992		
140	438	63.66	657	453	71.34	680	467	78.45	702	482	86.03	724	496	93.74	745	523	109.83	785	548	126.58	823	585	153.56	878	878		
17.77	541	79.52	525	559	88.04	543	579	97.27	561	595	106.20	578	613	115.85	595	646	135.66	628	678	156.61	658	723	189.78	702	702		
170	703	103.24	525	727	114.50	543	752	126.23	561	774	138.11	578	797	150.63	595	816	176.40	628	881	203.51	658	940	246.75	702	702		
200	953	140.00	577	987	155.50	597	1.019	171.20	616	1.050	187.40	635	1.082	204.30	654	1.140	239.40	690	1.195	276.00	723	1.274	334.40	771	771		
230	1.288	189.40	481	1.333	209.90	498	1.376	231.20	514	1.419	253.30	530	1.460	275.90	546	1.540	323.40	576	1.614	372.80	604	1.721	451.80	645	645		
260	1.840	270.50	413	1.905	300.00	427	1.966	330.30	441	2.027	361.80	455	2.086	394.30	468	2.200	462.00	494	2.306	532.70	517	2.459	645.50	552	552		
290	2.308	339.30	361	2.390	376.40	374	2.467	414.50	386	2.543	453.90	398	2.617	494.60	403	2.760	579.60	432	2.893	668.30	452	3.085	809.80	482	482		
320	3.095	455.00	311	3.204	504.60	322	3.307	555.60	332	3.409	608.50	342	3.509	663.20	352	3.700	777.00	371	3.870	894.00	390	4.136	1085.00	415	415		
350	3.663	538.50	287	3.793	597.40	297	3.915	657.70	307	4.036	720.40	316	4.154	784.70	326	4.380	919.80	344	4.592	1061.00	360	4.896	1285.00	384	384		
380	4.180	614.00	258	4.330	681.00	264	4.470	750.00	272	4.605	821.00	280	4.744	895.00	289	5.000	1050.00	304	5.240	1210.00	320	5.590	1467.00	340	340		
410	4.680	687.00	215	4.845	762.00	226	5.000	840.00	234	5.150	919.00	242	5.300	1000.00	250	5.600	1175.00	265	5.870	1354.00	280	6.250	1640.00	300	300		
440	5.230	768.00	240	5.420	853.00	249	5.590	937.00	257	5.760	1028.00	265	5.930	1120.00	272	6.250	1312.00	286	6.560	1515.00	302	6.990	1834.00	321	321		
470	6.430	945.00	220	6.650	1045.00	230	6.870	1154.00	237	7.090	1265.00	244	7.300	1379.00	250	7.700	1615.00	264	8.070	1863.00	278	8.600	2257.00	294	294		
50																											

TABLES des forces, débits et vitesses des turbines "SINGRUN"

(MODÈLE 1919)

NUMÉROS DES TURBINES		HAUTEUR DE CHUTE																								Maxima des vitesses possibles pour accomplissement direct
		50 ^m			55 ^m			60 ^m			65 ^m			70 ^m			80 ^m			90 ^m			100 ^m			
		Litres	CHEVAUX	Tours	Litres	CHEVAUX	Tours	Litres	CHEVAUX	Tours	Litres	CHEVAUX	Tours	Litres	CHEVAUX	Tours	Litres	CHEVAUX	Tours	Litres	CHEVAUX	Tours	Litres	CHEVAUX	Tours	
SÉRIE 1	1	70	35	1908	74	40	2002	77	46	2091	81	52	2177	84	58	2260	89	71	2415	94	84	2561	100	100	2700	1500 t.
	2	106	53	1696	111	61	1780	116	69	1859	121	78	1935	125	87	2008	134	107	2147	142	127	2277	150	150	2400	
	3	141	70	1520	148	81	1594	155	93	1665	161	104	1733	167	116	1800	174	143	1923	190	171	2040	200	200	2150	
	4	176	88	1385	185	101	1453	193	115	1518	201	130	1580	209	146	1640	223	178	1753	237	213	1860	250	250	1960	
	5	219	113	1272	230	131	1335	240	149	1395	250	169	1451	259	188	1506	277	230	1610	294	275	1707	310	322	1800	
	6	268	139	1173	282	161	1231	294	183	1286	306	206	1338	318	231	1390	340	283	1485	360	337	1575	380	395	1660	
	7	318	165	1088	333	190	1142	348	217	1193	363	245	1241	376	273	1288	402	334	1377	427	400	1461	450	468	1540	
	8	353	183	1018	371	212	1068	387	241	1115	403	272	1161	418	304	1205	447	372	1288	474	444	1366	500	520	1440	
	9	410	219	954	430	252	1000	449	287	1045	468	324	1088	485	362	1130	519	443	1207	550	528	1280	580	619	1350	
	10	473	252	897	497	292	942	519	332	984	540	374	1024	560	418	1063	600	512	1136	635	609	1205	670	715	1270	
	11	544	290	848	571	335	890	596	381	930	620	430	967	644	481	1005	688	587	1073	730	700	1138	770	821	1200	
	12	622	332	805	652	382	846	681	436	883	710	492	920	736	549	955	787	671	1020	835	800	1079	880	939	1140	
	13	678	361	763	712	417	801	743	475	836	774	537	870	803	600	905	859	733	966	910	875	1025	960	1024	1080	
	14	872	465	707	905	530	742	945	605	775	983	682	806	1.020	762	837	1.092	930	894	1.157	1110	948	1.220	1300	1000	
	15	1.060	565	657	1.112	652	690	1.162	744	720	1.210	839	750	1.255	935	778	1.341	1145	832	1.423	1365	882	1.500	1600	930	
	16	1.286	686	608	1.350	792	638	1.410	902	666	1.468	1018	693	1.522	1136	720	1.628	1390	769	1.726	1650	816	1.820	1940	860	
	17	1.520	810	565	1.595	936	593	1.665	1065	620	1.734	1202	645	1.799	1343	670	1.923	1540	715	2.040	1958	759	2.150	2293	800	
	18	1.803	961	530	1.891	1110	556	1.975	1264	581	2.056	1425	605	2.134	1593	628	2.281	1946	671	2.419	2322	711	2.550	2720	750	
	19	1.803	961	501	1.891	1110	526	1.975	1264	550	2.056	1425	572	2.134	1593	594	2.281	1946	635	2.419	2322	673	2.550	2720	710	
	20	2.085	1112	473	2.188	1284	497	2.285	1462	519	2.378	1648	540	2.469	1843	560	2.639	2250	600	2.798	2686	635	2.950	3146	670	
	21	2.368	1263	445	2.484	1457	467	2.595	1661	488	2.701	1873	508	2.803	2093	527	2.996	2556	563	3.178	3050	597	3.350	3573	630	
	22	2.722	1452	424	2.855	1675	445	2.982	1908	465	3.104	2152	484	3.221	2405	502	3.444	2938	537	3.652	3506	570	3.850	4106	600	
	23	3.040	1622	402	3.189	1870	423	3.331	2132	441	3.467	2404	460	3.598	2686	477	3.846	3282	510	4.080	3917	540	4.300	4586	570	
	24	3.428	1828	367	3.597	2110	386	3.757	2405	403	3.910	2711	420	4.058	3030	435	4.338	3702	465	4.601	4417	493	4.850	5173	520	
	25	4.242	2262	335	4.450	2510	352	4.648	2975	368	4.828	3355	383	5.020	3748	397	5.367	4580	425	5.692	5465	450	6.000	6400	475	
	26	5.161	2752	311	5.414	3176	326	5.655	3620	341	5.885	4080	355	6.108	4560	368	6.530	5572	393	6.926	6550	417	7.300	7786	440	
	27	6.080	3242	286	6.379	3742	300	6.662	4264	314	6.934	4807	326	7.196	5372	338	7.693	6565	362	8.159	7833	384	8.600	9172	405	
	28	7.070	3770	268	7.417	4351	282	7.746	4957	295	8.063	5590	306	8.367	6247	318	8.945	7633	340	9.487	9108	360	10.000	10666	380	

Nos		HAUTEUR DE CHUTE																							
		30 ^m			32 ^m 50			35 ^m			37 ^m 50			40 ^m			42 ^m 50			45 ^m			50 ^m		
SÉRIE 2	29	120	36	1615	125	40	1681	130	45	1745	134	50	1806	139	55	1866	143	60	1923	147	66	1978	155	77	2086
	30	164	49	1435	171	55	1493	177	62	1550	183	68	1604	189	75	1657	195	83	1708	201	90	1757	212	106	1852
	31	202	62	1292	211	71	1345	219	79	1396	226	88	1445	234	97	1493	241	106	1538	248	116	1583	261	135	1669
	32	246	76	1172	256	86	1220	266	96	1266	275	107	1310	284	118	1353	293	129	1395	302	141	1435	318	165	1513
	33	296	92	1073	308	104	1117	320	116	1160	330	128	1200	341	141	1239	352	155	1277	362	169	1315	382	198	1386
	34	356	111	991	370	124	1032	384	139	1071	398	155	1108	411	170	1145	423	187	1180	436	203	1214	460	239	1280
	35	465	145	920	484	163	957	503	183	993	520	202	1029	538	223	1063	554	244	1095	570	266	1127	601	312	1188
	36	575	179	860	598	202	895	621	226	928	643	250	961	664	276	993	685	302	1023	704	329	1053	742	385	1110
	37	657	210	810	684	237	844	710	265	875	734	293	906	759	323	936	782	354	965	805	386	992	848	452	1047
	38	766	245	761	798	277	792	828	309	822	857	343	851	885	377	879	912	413	906	939	450	932	996	528	982
	39	931	297	717	969	336	746	1.005	375	775	1.041	416	802	1.075	458	828	1.108	502	853	1.141	547	878	1.202	641	926
	40	1.068	341	680	1.111	385	706	1.154	431	733	1.194	477	759	1.233	526	784	1.271	576	808	1.308	627	831	1.379	735	876
	41	1.205	385	646	1.254	435	673	1.301	486	698	1.347	539	722	1.391	593	746	1.434	650	769	1.476	708	791	1.556	829	834
	42	1.424	455	586	1.482	514	610	1.538	574	633	1.592	637	655	1.644	700	676	1.695	768	697	1.744	837	717	1.839	950	756
	43	1.753	561	536	1.824	632	558	1.893	707	579	1.959	784	600	2.024	863	619	2.086	945	638	2.146	1030	657	2.263	1207	693
	44	2.081	665	498	2.166	751	518	2.248	839	538	2.327	931	557	2.403	1025	575	2.477	1123	593	2.549	1223	610	2.687	1433	643
	45	2.520	806	460	2.622	909	478	2.721	1016	496	2.817	1126	514	2.909	1241	531	2.998	1359	547	3.086	1481	563	3.253	1735	594
	46	2.903	929	432	3.022	1048	450	3.135	1170	467	3.245	1298	484	3.352	1430	499	3.445	1561	514	3.555	1706	529	3.748	1998	558
	47	3.286	1051	405	3.421	1186	421	3.549	1325	437	3.674	1469	453	3.794	1619	468	3.911	1773	482	4.025	1932	496	4.243	2263	523
	48	3.834	1227	383	3.991	1383	399	4.141	1546	414	4.286	1714	429	4.427	1888	442	4.563	2068	455	4.696	2254	469	4.950	2640	495
	49	4.382	1402	364	4.561	1581	379	4.732	1767	393	4.899	1960	407	5.059	2158	420	5.215	2364	433	5.366	2575	446	5.657	3017	470
	50	4.930	1577	345	5.131	1778	359	5.324	1987	372	5.511	2204	385	5.692	2428	398	5.866	2659	410	6.037	2898	422	6.364	3394	455
	51	5.477	1752	328	5.701	1976	342	5.915	2208	355	6.123	2450	367	6.324	2698	379	6.518								

TABLES des forces, débits et vitesses des turbines "SINGRUN" (MODELE 1919)

NUMÉROS DES TURBINES		HAUTEUR DE CHUTE																								Maxima des vitesses possibles pour accomplissement direct
		20 ^m			21 ^m			22 ^m			24 ^m			25 ^m			26 ^m			28 ^m			30 ^m			
		Litres	CHEVAUX	Tours	Litres	CHEVAUX	Tours	Litres	CHEVAUX	Tours	Litres	CHEVAUX	Tours	Litres	CHEVAUX	Tours	Litres	CHEVAUX	Tours	Litres	CHEVAUX	Tours	Litres	CHEVAUX	Tours	
SÉRIE 3	54	447	91	1118	458	98	1145	469	105	1173	490	120	1225	500	128	1250	510	136	1274	529	152	1323	548	168	1370	1000 t.
	55	514	105	1029	526	113	1053	538	121	1079	563	138	1127	575	147	1150	586	156	1173	609	175	1217	630	194	1260	1000 t.
	56	603	124	957	618	133	980	633	143	1004	661	163	1048	675	173	1070	688	183	1091	714	205	1132	739	227	1172	1000 t.
	57	693	142	894	710	153	916	727	164	938	759	187	980	775	198	1000	790	211	1020	820	235	1058	849	261	1095	1000 t.
	58	827	172	836	847	185	856	867	198	877	906	226	916	925	240	935	943	255	953	979	285	990	1.013	316	1021	1000 t.
	59	930	195	787	962	210	806	985	225	826	1.029	256	862	1.050	273	880	1.071	289	897	1.111	323	931	1.150	358	964	1000 t.
	60	1.095	228	742	1.122	245	760	1.149	263	779	1.200	299	813	1.225	318	830	1.249	337	846	1.296	377	878	1.342	418	909	1000 t.
	61	1.230	255	706	1.260	275	724	1.290	295	741	1.347	336	771	1.375	357	790	1.402	379	805	1.455	423	836	1.506	470	866	1000 t.
	62	1.409	296	671	1.443	319	687	1.477	342	704	1.543	390	735	1.575	414	750	1.606	439	765	1.667	491	794	1.725	545	822	1000 t.
	63	1.601	356	608	1.731	383	623	1.773	411	638	1.852	468	666	1.890	497	680	1.927	527	693	2.000	590	720	2.071	654	745	1000 t.
	64	2.102	442	559	2.153	476	572	2.205	511	586	2.303	582	613	2.351	619	625	2.396	656	637	2.487	733	661	2.574	813	685	1000 t.
	65	2.415	508	514	2.474	547	527	2.534	587	540	2.645	668	563	2.701	711	575	2.753	754	586	2.858	843	608	2.958	934	630	1000 t.
	66	2.840	598	478	2.909	643	490	2.979	690	502	3.111	786	524	3.176	836	535	3.237	886	545	3.361	991	566	3.478	1100	586	1000 t.
	67	3.354	706	447	3.436	760	458	3.519	815	469	3.675	929	490	3.751	987	500	3.823	1047	510	3.969	1170	530	4.108	1298	548	1000 t.
	68	3.846	810	420	3.940	871	430	4.035	935	441	4.214	1065	460	4.301	1133	470	4.384	1200	479	4.551	1342	497	4.711	1489	515	1000 t.
69	4.383	923	393	4.490	993	403	4.598	1056	413	4.801	1214	431	4.901	1290	440	4.996	1368	449	5.187	1530	466	5.368	1596	482	1000 t.	
70	4.920	1036	371	5.040	1115	380	5.161	1196	389	5.389	1352	407	5.501	1448	415	5.608	1536	423	5.822	1717	439	6.025	1904	455	1000 t.	
71	5.501	1159	353	5.635	1246	362	5.771	1338	370	6.026	1523	387	6.151	1620	395	6.271	1717	403	6.510	1920	418	6.737	2129	433	1000 t.	
72	6.202	1319	335	6.414	1419	344	6.569	1523	352	6.859	1734	367	7.002	1843	375	7.137	1955	382	7.409	2185	397	7.669	2423	411	1000 t.	
73	7.514	1583	304	7.696	1702	312	7.882	1827	319	8.231	2081	333	8.402	2212	340	8.565	2345	347	8.891	2622	360	9.202	2908	372	1000 t.	
74	8.945	1884	280	9.160	2028	286	9.384	2175	293	9.800	2477	306	10.002	2634	312	10.196	2792	318	10.585	3122	331	10.955	3462	343	1000 t.	
75	10.511	2214	257	10.765	2381	263	11.025	2556	270	11.512	2911	282	11.752	3095	287	11.980	3281	293	12.430	3668	304	12.870	4068	315	1000 t.	
76	12.210	2572	239	12.505	2766	245	12.800	2969	251	13.375	3381	262	13.650	3595	267	13.915	3812	273	14.440	4226	283	14.950	4725	293	1000 t.	
77	14.045	2958	223	14.385	3182	229	14.730	3415	235	15.390	3889	245	15.700	4135	250	16.000	4384	255	16.610	4091	265	17.200	5435	274	1000 t.	

NUMÉROS DES TURBINES		HAUTEUR DE CHUTE																								Maxima des vitesses possibles pour accomplissement direct
		12 ^m			13 ^m			14 ^m			15 ^m			16 ^m			17 ^m			18 ^m			20 ^m			
		Mètres cubes	CHEVAUX	Tours	Mètres cubes	CHEVAUX	Tours	Mètres cubes	CHEVAUX	Tours	Mètres cubes	CHEVAUX	Tours	Mètres cubes	CHEVAUX	Tours	Mètres cubes	CHEVAUX	Tours	Mètres cubes	CHEVAUX	Tours	Mètres cubes	CHEVAUX	Tours	
SÉRIE 4	78	5.20	656	381	5.41	740	397	5.61	827	412	5.80	917	426	6.00	1011	440	6.18	1107	453	6.36	1206	467	6.71	1413	492	375 t.
	79	6.23	788	346	6.49	888	361	6.73	993	374	6.97	1101	387	7.20	1213	400	7.42	1329	412	7.64	1448	424	8.05	1696	447	375 t.
	80	7.41	936	317	7.71	1059	330	8.01	1180	342	8.29	1309	354	8.56	1443	366	8.82	1580	377	9.08	1721	388	9.57	2016	409	375 t.
	81	8.73	1103	293	9.08	1244	305	9.43	1390	316	9.76	1542	328	10.08	1699	339	10.38	1860	349	10.69	2027	359	11.27	2374	378	375 t.
	82	10.14	1282	272	10.56	1446	283	10.96	1616	294	11.34	1792	304	11.72	1976	314	12.08	2163	324	12.43	2357	334	13.10	2761	352	375 t.
	83	11.63	1471	254	12.11	1659	265	12.57	1853	275	13.01	2055	285	13.44	2265	294	13.85	2480	303	14.25	2702	312	15.03	3166	329	375 t.
	84	13.30	1681	239	13.84	1895	249	14.36	2118	258	14.86	2355	267	15.36	2589	276	15.83	2835	285	16.29	3089	293	17.17	3618	309	375 t.
	85	14.96	1891	225	15.57	2133	235	16.16	2383	243	16.72	2643	251	17.28	2913	260	17.81	3189	268	18.32	3475	276	19.32	4070	291	375 t.
	86	16.79	2123	211	17.49	2394	220	18.41	2675	228	18.78	2967	236	19.40	3270	244	19.99	3580	252	20.57	3901	259	21.69	4570	273	375 t.
	87	18.70	2354	200	19.47	2666	209	20.20	2979	217	20.91	3303	225	21.60	3641	232	22.26	3986	239	22.91	4343	246	24.15	5088	260	375 t.
	88	20.78	2626	190	21.63	2952	199	22.44	3310	206	23.23	3670	213	24.01	4047	220	24.73	4429	227	25.45	4826	234	26.83	5653	246	375 t.
	89	24.07	3042	176	25.06	3431	184	26.00	3834	191	26.91	4252	198	27.80	4686	204	28.65	5131	210	29.48	5590	216	31.08	6549	228	375 t.
	90	27.53	3480	166	28.66	3925	173	29.74	4386	180	30.78	4864	186	31.81	5360	192	32.77	5869	198	33.73	6395	204	35.56	7491	215	375 t.
	91	31.17	3940	155	32.45	4443	162	33.67	4965	169	34.85	5505	175	36.00	6067	180	37.10	6644	185	38.18	7239	191	40.25	8480	201	375 t.
	92	35.15	4444	147	36.60	5011	153	37.97	5600	159	39.30	6210	165	40.61	6844	170	41.84	7493	175	43.06	8164	180	45.40	9564	190	375 t.
93	39.31	4969	138	40.92	5603	145	42.46	6262	150	43.95	6944	155	45.41	7653	160	46.79	8379	165	48.15	9130	170	50.76	10695	179	375 t.	
94	43.81	5538	131	45.61	6245	137	47.32	6979	143	48.98	7739	148	50.61	8529	152	52.15	9339	156	53.67	10175	161	56.59	11918	170	375 t.	
95	50.05	6326	123	52.10	7134	128	54.06	7972	133	55.95	8840	138	57.81	9743	142	59.57	10668	146	61.30	11625	150	64.63	13615	159	375 t.	
96	58.36	7377	114	60.75	8319	119	63.04	9296	124	65.24	10309	128	67.41	11360	132	69.47	12440	136	71.48	13552	140	75.36	15875	148	375 t.	
97	67.54	8537	105	70.30	9627	110	72.95	10758	114	75.50	11930	118	78.01	13148	122	80.39	14395	126	82.72	15685	130	87.21	18374	136	375 t.	
98	77.24	9762	98	80.40	11009	103	83.43	12304	107	86.35	13642	110	89.22	15025	114	91.94	16460	118	94.60	17935	121	99.74	21010	127	375 t.	

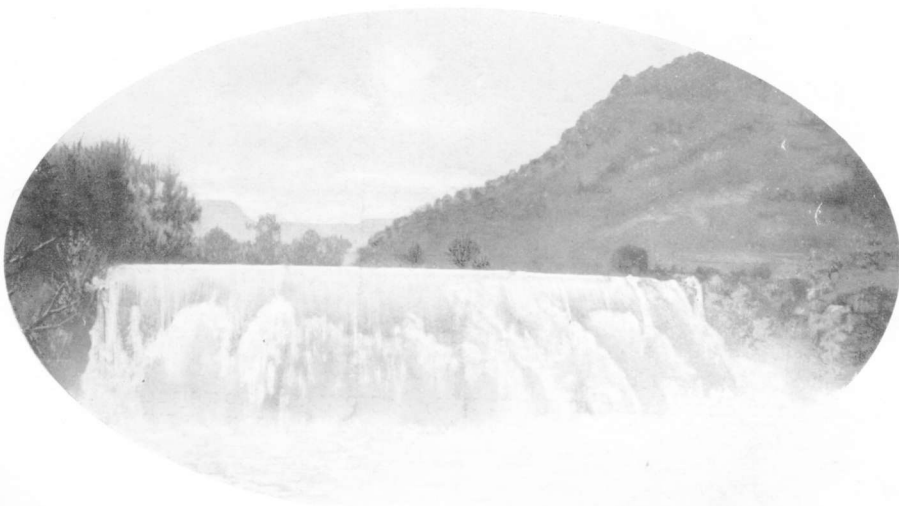
Voir, page 28, les observations importantes.

TABLES des forces, débits et vitesses des turbines "SINGRUN" (MODELE 1919)

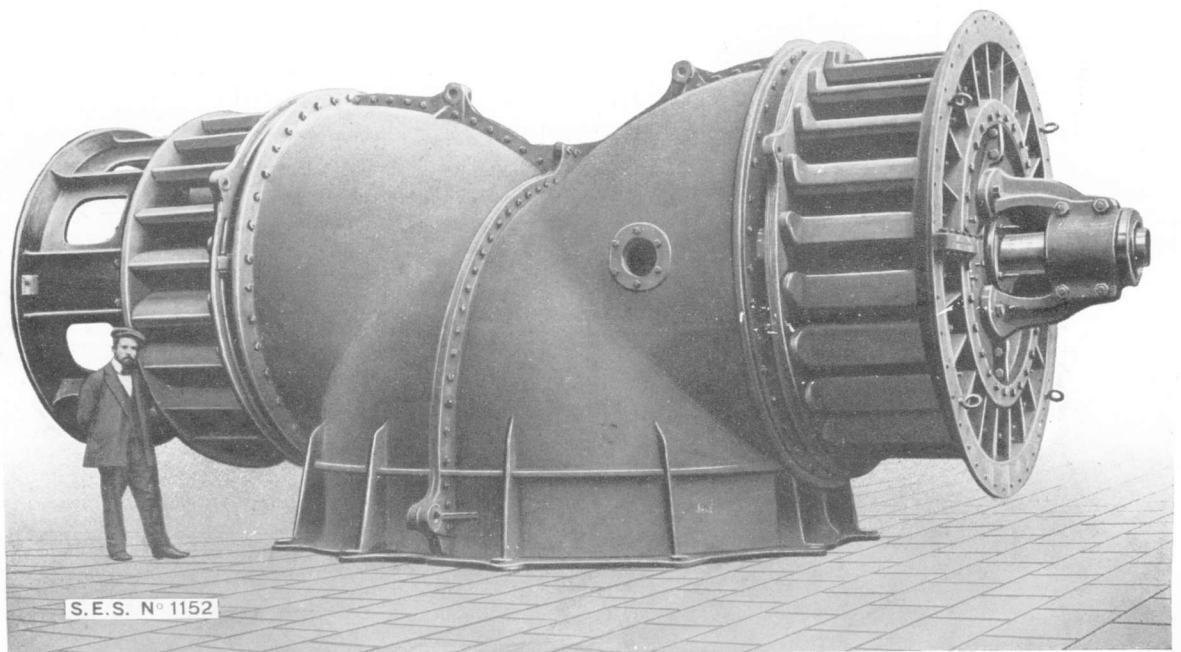
NUMÉROS DES TURBINES	HAUTEUR DE CHUTE																															
	1 ^m			2 ^m			3 ^m			4 ^m			5 ^m			6 ^m			8 ^m			10 ^m										
	Mètres cubes	CHEVAUX	Tours	Mètres cubes	CHEVAUX	Tours	Mètres cubes	CHEVAUX	Tours	Mètres cubes	CHEVAUX	Tours	Mètres cubes	CHEVAUX	Tours	Mètres cubes	CHEVAUX	Tours	Mètres cubes	CHEVAUX	Tours	Mètres cubes	CHEVAUX	Tours	Mètres cubes	CHEVAUX	Tours					
SÉRIE S 99	11.20	118	50	15.84	333	70.7	19.40	613	86.6	22.40	944	100	25.04	1319	112	27.43	1734	122	31.68	2669	141	35.42	3730	158								
100	12.60	133	47.5	17.82	375	67	21.82	689	82.3	25.20	1062	95	28.17	1484	106	30.86	1951	116	35.64	3003	134	39.84	4197	150								
101	14.00	147	45	19.79	417	63.5	24.50	766	78	28.00	1180	90	31.30	1649	100	34.29	2167	110	39.60	3336	127	44.27	4663	140								
102	16.00	168	42	22.62	476	59.4	27.71	875	72.7	32.00	1348	84	35.77	1884	94	39.19	2477	103	45.25	3813	119	50.60	5330	133								
103	18.70	197	39	26.44	557	55	32.39	1023	67.5	37.40	1576	78	41.81	2202	87	45.80	2895	95	52.89	4457	110	59.13	6229	123								
104	21.50	224	36	30.40	640	51	37.24	1177	62.3	43.00	1812	72	48.07	2532	80	52.66	3328	88	60.81	5124	102	67.99	7161	114								
105	24.60	259	34	34.78	733	48	42.61	1346	58.9	49.20	2073	68	55.01	2897	76	60.26	3808	83	69.58	5863	96	77.79	8194	107								
106	28.60	301	31.3	40.44	852	44.2	49.53	1565	54.2	57.20	2410	62.6	63.95	3368	70	70.05	4427	76	80.89	6816	88	90.44	9527	99								
107	33.60	354	29	47.51	1000	41	57.66	1822	50.2	67.20	2831	58	75.13	3957	65	82.30	5201	71	95.03	8008	82	106.20	11195	91								
108	39.00	410	27	55.14	1162	38	67.55	2134	46.7	78.00	3286	54	87.20	4592	60	95.53	6037	66	110.30	9295	76	123.30	13000	85								

Vitesses possibles pour l'accouplement direct avec des alternateurs triphasés 50 périodes 150-125-107-94-83-75-62-5-47 tours

Voir, page 28, les observations importantes



Turbines "SINGRÜN"



Turbine double pour chambre d'eau ouverte, à grande vitesse pour basse chute.

Puissance d'une chute d'eau

La puissance d'une chute d'eau est fonction de deux éléments :

la **hauteur de la chute**,

le **volume d'eau** qui s'écoule par seconde.

Appelant Q le débit du cours d'eau en litres par seconde, H la hauteur en mètres de cette chute, P sa puissance *théorique* en chevaux-vapeur de 75 kilogrammètres est de :

$$P = \frac{Q \times H}{75}$$

La puissance *effective* dont on disposera sur le moteur est inférieure à cette valeur théorique puisqu'il faut en déduire les pertes dues au frottement de l'eau dans les canaux, et tenir compte du rendement de la turbine.

Nous allons indiquer quelques méthodes faciles pour l'évaluation de cette puissance.

HAUTEUR DE CHUTE

La hauteur utilisable d'une chute, qui forme le premier élément de la puissance, est la différence de hauteur verticale entre la surface du niveau d'amont dans la chambre d'eau, (ou à son entrée dans la conduite d'amène si l'eau est dirigée sur le moteur par des tuyaux), et la surface du niveau d'aval à la sortie de la turbine, déduction faite des pertes de charge dues au frottement de l'eau sur les parois des canaux ou des conduites d'amène, et de celles du canal de fuite.

Dans les installations hydrauliques sous basses chutes, lorsque les turbines sont placées dans une chambre d'eau ouverte, on détermine la hauteur utilisable, ou chute effective, par les procédés ordinaires de nivellement. Elle est donnée par la différence de hauteur verticale entre le niveau d'amont dans la chambre d'eau et le niveau d'aval à la sortie de cette chambre, la *turbine étant en marche*.

Lorsque la turbine est établie sous conduite forcée, la chute effective se mesure au moyen d'un manomètre, à eau, à mercure, ou métallique convenablement étalonné.

Mais quand il s'agit d'un projet d'installation on ne peut prévoir avec une précision suffisante la chute effective dont on disposera, ce n'est cependant que celle-ci qui entre comme facteur dans le calcul de la puissance ; il faut donc déterminer théoriquement les pertes probables des éléments de l'installation qui, déduites de la chute brute mesurée par un nivellement, donneront la hauteur réellement utilisable.

Pour faciliter les calculs nous allons rechercher la valeur de ces pertes.

PERTES DE CHARGE DANS UN CANAL A CIEL OUVERT

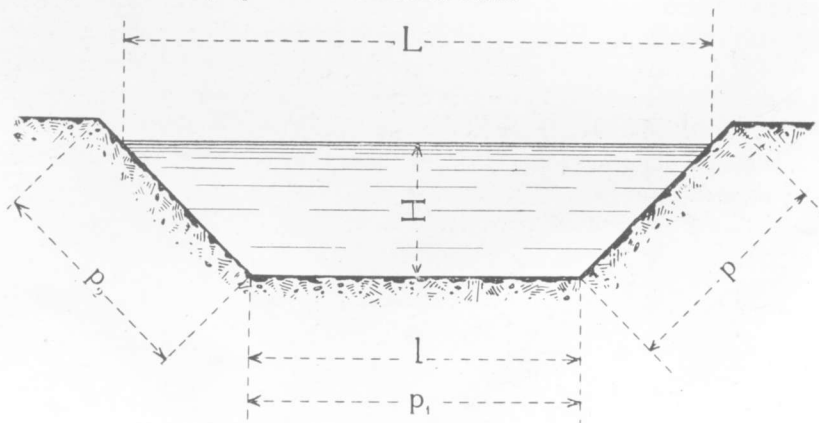
Soit un canal de section régulière dans lequel le mouvement de l'eau est uniforme et permanent (fig. 31).

S = la section d'écoulement dans ce canal, $= \frac{L+1}{2} \times H$

P = le périmètre mouillé en mètres, $= p + p_1 + p_2$

V = la vitesse moyenne de l'eau par seconde, en mètres.

I = la pente ou perte de charge par mètre courant de canal.



(Fig. 31).

Une relation entre ces valeurs est donnée par la nouvelle formule de Bazin :

$$v = \frac{87 \sqrt{RI}}{1 + \frac{k}{\sqrt{R}}}$$

dans laquelle R est le rapport $\frac{S}{P}$ et k un coefficient qui varie avec la nature des parois du canal.

Valeur de k	}	Parois très unies, ciment, bois raboté etc.	0.06
		Parois unies, planches, briques, pierre de taille	0.16
		Parois en maçonnerie et moëllons	0.46
		Parois en terre battue, revêtues de perrés	0.85
		Canaux en terre ordinaire	1.30
		Canaux en terre, à fond de galets ou parois herbées	1.75

Pour éviter la détérioration des parois, il convient de ne pas dépasser les vitesses moyennes suivantes, en mètres par seconde, dans les canaux en :

Terres détrempées	0.10	Pierres cassées	1.30
Argiles	0.20	Poudings, chistes tendres	2.00
Sables, terres légères	0.40	Roches	2.50
Terres fortes compactes	0.65	Roches dures	4.00
Graviers et cailloux	0.90		

PERTES DE CHARGE DANS UNE CONDUITE D'EAU

Considérant des tuyaux de section circulaire, et appelant

v = la vitesse de l'eau par seconde,

D = le diamètre intérieur de la conduite,

J = la pente ou perte de charge par mètre courant,

b = un coefficient = $0,000507 + \frac{0,00000647}{\frac{1}{2}D}$

La formule de Darcy donne entre ces valeurs la relation

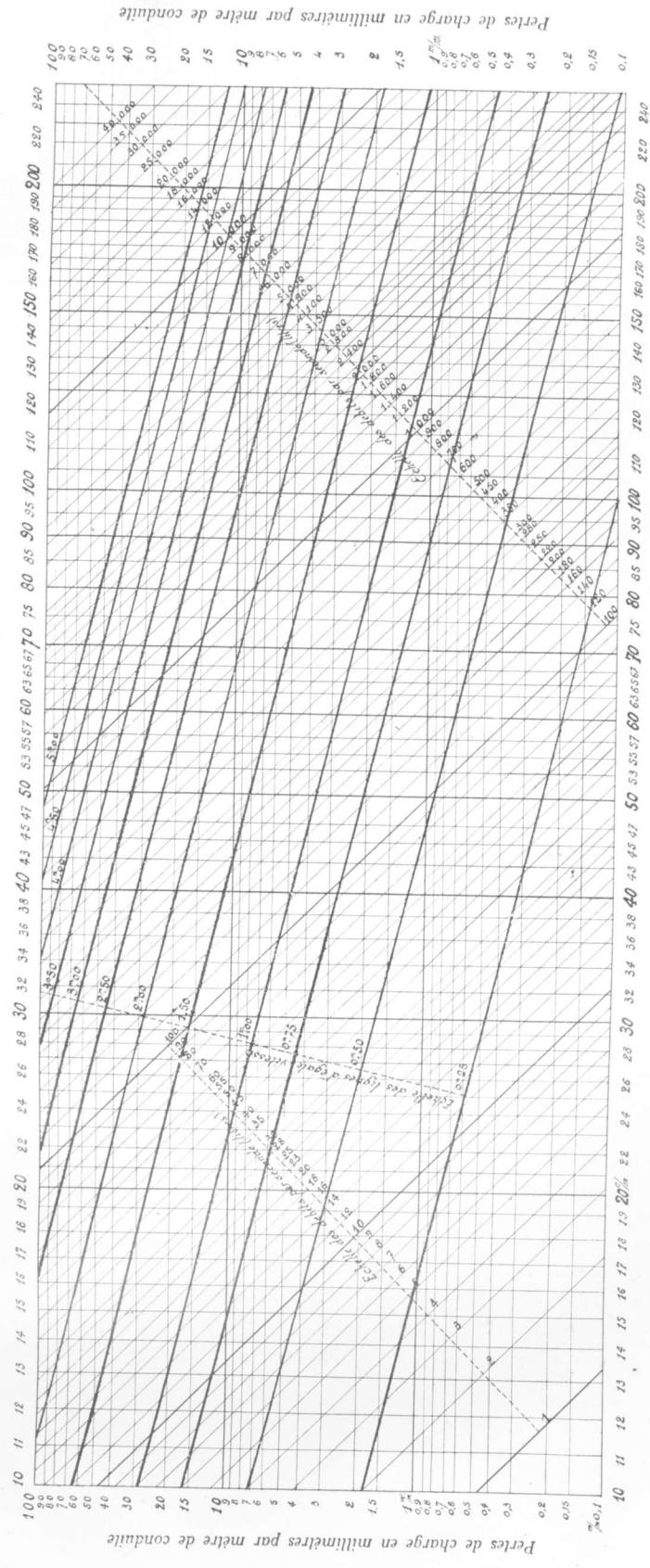
$$\frac{1}{4} D J = b v^2$$

Cette formule donne des pertes de charge pour les différentes vitesses d'écoulement de l'eau admises dans la pratique, et pour les conduites en bon état d'entretien ; elle a servi à établir l'abaque suivante qui permet de trouver instantanément les pertes dans un tuyau d'un diamètre donné et pour un débit quelconque.

Nous venons de voir comment on peut calculer, au préalable et avec une précision suffisante dans la pratique, les pertes de charges dans les canaux à ciel ouvert et dans les conduites sous pression, par conséquent dans les ouvrages d'aménée et d'évacuation de l'eau ; il suffit donc de déduire de la hauteur de chute brute, mesurée comme nous l'avons déjà dit, la somme des pertes dans ces ouvrages pour avoir la chute *effective utilisable*, premier élément pour le calcul de la puissance.

Recherchons maintenant comment on trouve le débit.

Diamètres des conduites en centimètres



Pertes de charge en millimètres par mètre de conduite

Diamètres des conduites en centimètres

PERTES DE CHARGE DANS LES CONDUITES D'EAU

MESURE DU DÉBIT

La recherche du débit d'un cours d'eau est une opération délicate qui demande une grande expérience et des soins tout particuliers mais, désireux de faire profiter nos clients des connaissances acquises par une longue pratique, nous avons établi des tables qu'on trouvera plus loin, qui permettent aux industriels, même peu familiarisés avec les questions hydrauliques, de faire eux-mêmes le jaugeage de leur cours d'eau, et aux ingénieurs de les consulter avec intérêt.

Les indications de ces tableaux ne sont pas d'une rigueur absolue, et les résultats mathématiques peuvent varier légèrement, mais nos calculs donnent, en tous cas, une approximation suffisante pour déterminer le débit d'un cours d'eau, sans erreur appréciable.

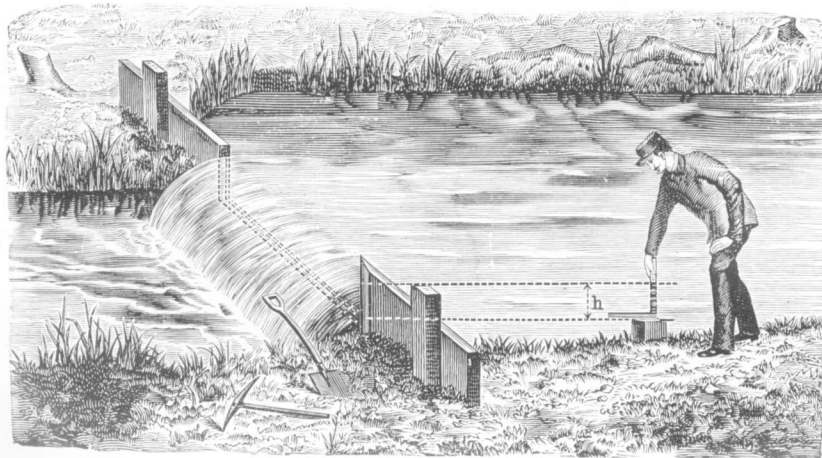
DÉVERSOIR

Un premier mode de jaugeage, le plus précis, est le déversoir en mince paroi. Il se compose, en général, d'un fort madrier ou d'une cloison qui barre le passage de l'eau en la faisant s'écouler par une échancrure dont les arêtes verticales et horizontales sont taillées en biseau, ou garnies de tôle mince ; l'arête horizontale doit être placée parfaitement de niveau, les arêtes verticales bien d'équerre.

Pour trouver le volume d'eau qui passe sur ce déversoir, il suffira de mesurer, avec précision, l'épaisseur h de la lame d'eau, et l'on trouvera, dans la table ci-après, le débit en litres par seconde et *par mètre de largeur de l'échancrure* ; celle-ci doit avoir des dimensions suffisantes pour laisser passer toute l'eau disponible.

L'épaisseur h de la lame d'eau doit être prise, non pas directement sur l'arête de déversoir où la dépression à la surface de l'eau est souvent importante, mais à une certaine distance en amont (ordinairement environ 1 m 00), à l'origine de la dénivellation, sur un piquet dont la partie supérieure aura été mise, parfaitement de niveau avec l'arête horizontale du déversoir.

La gravure ci-après donnera une idée de cette opération très simple.



(Voir page 45 la table des débits par déversoir).

Table des Débits par Mètre de Largeur du Déversoir

h	Litres par seconde	h	Litres par seconde	h	Litres par seconde	h	Litres par seconde	h	Litres par seconde	h	Litres par seconde
m.		m.		m.		m.		m.		m.	
0.01	1.8	0.23	197	0.45	541	0.67	984	0.89	1506	1.55	3462
0.02	5	0.24	210	0.46	559	0.68	1006	0.90	1532	1.60	3630
0.03	9	0.25	224	0.47	578	0.69	1028	0.91	1557	1.65	3802
0.04	14	0.26	237	0.48	596	0.70	1051	0.92	1583	1.70	3977
0.05	20	0.27	251	0.49	615	0.71	1073	0.93	1609	1.75	4153
0.06	26	0.28	265	0.50	634	0.72	1095	0.94	1635	1.80	4332
0.07	33	0.29	280	0.51	653	0.73	1119	0.95	1661	1.85	4514
0.08	40	0.30	294	0.52	672	0.74	1142	0.96	1687	1.90	4598
0.09	48	0.31	309	0.53	692	0.75	1165	0.97	1714	1.95	4884
0.10	56	0.32	324	0.54	712	0.76	1189	0.98	1740	2.00	5074
0.11	65	0.33	340	0.55	732	0.77	1212	0.99	1767	2.10	5459
0.12	74	0.34	355	0.56	752	0.78	1236	1.00	1794	2.20	5854
0.13	84	0.35	371	0.57	772	0.79	1260	1.05	1930	2.30	6257
0.14	94	0.36	387	0.58	792	0.80	1283	1.10	2069	2.40	6669
0.15	104	0.37	403	0.59	813	0.81	1308	1.15	2212	2.50	7091
0.16	114	0.38	420	0.60	834	0.82	1332	1.20	2358	2.60	7521
0.17	125	0.39	436	0.61	855	0.83	1357	1.25	2501	2.70	7959
0.18	137	0.40	453	0.62	876	0.84	1383	1.30	2659	2.80	8405
0.19	148	0.41	470	0.63	897	0.85	1406	1.35	2814	2.90	8860
0.20	160	0.42	488	0.64	918	0.86	1431	1.40	2971	3.00	9321
0.21	172	0.43	505	0.65	940	0.87	1458	1.45	3132	3.50	11746
0.22	185	0.44	523	0.66	962	0.88	1481	1.50	3295	4.00	14351

JAUGEAGE PAR VANNES

Lorsqu'on a à sa disposition une vanne d'arrêt ou de décharge, on peut mesurer le débit par la méthode dite « par orifice chargé. »

A cet effet, la vanne est levée et réglée de manière à ce que toute l'eau s'échappe par l'orifice ainsi découvert.

La levée de vanne doit être rectifiée jusqu'au moment où il ne se produit plus aucune variation dans le plan d'eau du niveau d'amont. On mesure alors la hauteur *O* de levée que l'on multipliera par la largeur de la vanne, on aura ainsi la section de l'orifice d'écoulement. Cette section exprimée en mètres carrés, multipliée par le nombre de litres correspondant à la charge *h'* de la table ci-après, donnera le volume d'eau que débite la vanne en litres par seconde.

C'est l'application de la formule :

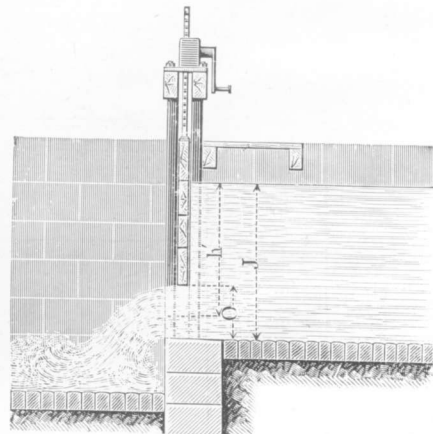
$$Q = K S \sqrt{2gh'}$$

dans laquelle *Q* est le volume d'eau qui passe par la vanne, *S* la surface de l'orifice découvert de cette vanne (en mètres carrés) c'est-à-dire la section d'écoulement de l'eau.

K le coefficient de contraction de l'eau au passage de la vanne = 0,63 en moyenne,

h' la charge ou pression sur le *centre* de l'orifice ou $J - \frac{0}{2}$

La table de la page 46 indique le débit, par *mètre carré d'orifice*, d'une vanne pour une pression *h'* jusqu'à 6 mètres de hauteur.



DÉBIT par VANNES ou ORIFICES CHARGÉS

h'	Litres	h'	Litres	h'	Litres	h'	Litres	h'	Litres	h'	Litres	h'	Litres	h'	Litres	h'	Litres	h'	Litres
0.05	623	0.29	1502	0.53	2031	0.77	2449	1.01	2804	1.25	3120	1.49	3406	1.73	3670	1.97	3916	3.10	4914
0.06	683	0.30	1528	0.54	2049	0.78	2464	1.02	2818	1.26	3132	1.50	3417	1.74	3681	1.98	3926	3.20	4992
0.07	738	0.31	1553	0.55	2069	0.79	2480	1.03	2831	1.27	3145	1.51	3429	1.75	3691	1.99	3936	3.30	5069
0.08	789	0.32	1578	0.56	2087	0.80	2495	1.04	2845	1.28	3157	1.52	3440	1.76	3701	2.00	3946	3.40	5145
0.09	837	0.33	1602	0.57	2106	0.81	2517	1.05	2858	1.29	3169	1.53	3451	1.77	3712	2.05	3995	3.50	5220
0.10	882	0.34	1626	0.58	2125	0.82	2527	1.06	2872	1.30	3182	1.54	3463	1.78	3723	2.10	4049	3.60	5294
0.11	925	0.35	1650	0.59	2143	0.83	2542	1.07	2896	1.31	3193	1.55	3474	1.79	3733	2.15	4091	3.70	5367
0.12	986	0.36	1674	0.60	2161	0.84	2557	1.08	2900	1.32	3206	1.56	3485	1.80	3744	2.20	4139	3.80	5440
0.13	1005	0.37	1697	0.61	2180	0.85	2572	1.09	2913	1.33	3218	1.57	3496	1.81	3754	2.25	4185	3.90	5511
0.14	1044	0.38	1720	0.62	2197	0.86	2588	1.10	2929	1.34	3230	1.58	3503	1.82	3764	2.30	4231	4.00	5580
0.15	1080	0.39	1742	0.63	2215	0.87	2603	1.11	2940	1.35	3252	1.59	3519	1.83	3774	2.35	4277	4.10	5650
0.16	1116	0.40	1764	0.64	2232	0.88	2618	1.12	2953	1.36	3264	1.60	3533	1.84	3785	2.40	4323	4.20	5718
0.17	1150	0.41	1786	0.65	2250	0.89	2633	1.13	2966	1.37	3276	1.61	3540	1.85	3795	2.45	4368	4.30	5786
0.18	1183	0.42	1808	0.66	2268	0.90	2647	1.14	2970	1.38	3278	1.62	3552	1.86	3805	2.50	4412	4.40	5853
0.19	1216	0.43	1829	0.67	2284	0.91	2661	1.15	2992	1.39	3290	1.63	3562	1.87	3815	2.55	4456	4.50	5926
0.20	1248	0.44	1851	0.68	2300	0.92	2676	1.16	3005	1.40	3302	1.64	3573	1.88	3826	2.60	4500	4.60	5985
0.21	1279	0.45	1871	0.69	2318	0.93	2690	1.17	3018	1.41	3313	1.65	3584	1.89	3836	2.65	4542	4.70	6054
0.22	1309	0.46	1892	0.70	2335	0.94	2705	1.18	3030	1.42	3325	1.66	3595	1.90	3846	2.70	4585	4.80	6113
0.23	1338	0.47	1913	0.71	2351	0.95	2720	1.19	3044	1.43	3337	1.67	3606	1.91	3856	2.75	4627	4.90	6177
0.24	1367	0.48	1933	0.72	2368	0.96	2734	1.20	3056	1.44	3350	1.68	3616	1.92	3866	2.80	4669	5.00	6239
0.25	1395	0.49	1953	0.73	2384	0.97	2748	1.21	3069	1.45	3360	1.69	3627	1.93	3876	2.85	4711	5.25	6374
0.26	1423	0.50	1973	0.74	2400	0.98	2762	1.22	3082	1.46	3371	1.70	3638	1.94	3886	2.90	4752	5.50	6515
0.27	1450	0.51	1992	0.75	2417	0.99	2776	1.23	3094	1.47	3383	1.71	3648	1.95	3896	2.95	4793	5.75	6630
0.28	1477	0.52	2012	0.76	2432	1.00	2790	1.24	3107	1.48	3394	1.72	3659	1.96	3906	3.00	4833	6.00	6835

JAUGEAGE PAR FLOTTEUR

Un autre procédé pour la mesure de débit, le plus facile et le plus souvent employé lorsqu'on ne recherche pas une grande précision, est la méthode par flotteur.

On choisit une longueur droite du cours d'eau où la section est la plus régulière possible, et l'on y jette un flotteur qui, entraîné par le courant, parcourra la distance sur laquelle on opère dans un temps déterminé qui sera relevé avec soin.

Le meilleur flotteur est une bouteille que l'on remplit jusqu'à ce qu'elle plonge presque entièrement dans l'eau dans laquelle elle se maintiendra verticalement, ne laissant émerger que le goulot.

La vitesse du flotteur relevée expérimentalement par seconde, multipliée par la section moyenne, en mètres carrés, du cours d'eau, mesurée en des points équidistants, donnera le volume brut d'eau débité en mètres cubes.

Avoir soin de contrôler la vitesse à plusieurs reprises et prendre la moyenne, faire l'expérience sur le plus long parcours possible, et ne pas opérer dans une courbe.

Le volume brut ainsi trouvé, multiplié par un coefficient, pour tenir compte du frottement de l'eau sur les parois du lit, donnera le volume effectif approximatif recherché. On trouvera la valeur de ce coefficient sur la table qui suit, dans laquelle $R = \frac{S}{P}$, S la section d'écoulement de l'eau dans le canal, P le périmètre mouillé.

(Voir page 41).

R	NATURE DES PAROIS				R	NATURE DES PAROIS			
	très unies	unies	peu unies	en terre		très unies	unies	peu unies	en terre
0.03	0.805	0.740	.....	.....	0.28	0.847	0.823	0.770	0.646
0.04	0.815	0.758	.....	.....	0.32	0.848	0.825	0.778	0.664
0.05	0.822	0.770	0.653	.....	0.36	0.849	0.826	0.780	0.669
0.06	0.826	0.779	0.670	.....	0.40	0.849	0.827	0.783	0.678
0.08	0.833	0.791	0.694	.....	0.50	0.850	0.829	0.790	0.695
0.10	0.836	0.799	0.711	0.537	0.60	0.851	0.831	0.795	0.709
0.12	0.839	0.805	0.724	0.558	0.80	0.851	0.832	0.801	0.727
0.14	0.841	0.809	0.734	0.575	1.00	0.852	0.834	0.805	0.740
0.16	0.843	0.812	0.742	0.590	1.50	0.852	0.835	0.810	0.759
0.18	0.844	0.815	0.749	0.602	2.00	0.853	0.836	0.813	0.770
0.20	0.845	0.817	0.755	0.613	2.50	0.853	0.836	0.814	0.777
0.24	0.846	0.820	0.763	0.631	3.00	0.853	0.837	0.816	0.782

On peut encore déterminer la vitesse moyenne au moyen d'instruments spéciaux tels que le moulinet de Voltmann, le tube de Pitot, mais leur emploi exige une grande expérience et ne dispense pas des précautions que nous venons d'indiquer pour ce mode de jaugeage.

JAUGEAGE PAR TUBE VENTURI

Une méthode de jaugeage, employée déjà pour les canalisations d'eau des Villes, s'applique aussi, avantageusement, aux conduites d'amenée des installations hydrauliques importantes. C'est le « tube de Venturi » qui est formé par un étranglement de la conduite précédé d'une partie convergente, et suivie d'une partie divergente.

Les vitesses de passage de l'eau étant inversement proportionnelles aux sections d'écoulement, il se produit un écart de pression dans les différentes parties du dispositif qui, relevées avec soin et par des appareils appropriés, permet de déterminer le volume d'eau débité.

Placé sur des conduites en service, le « tube de Venturi » permet de jauger avec précision d'importants débits, et de se rendre compte, à tout moment, de l'eau dépensée par les moteurs. C'est un moyen de contrôle permanent.

MÉTHODES DIVERSES DE JAUGEAGE

Enfin divers autres procédés sont employés dans certaines circonstances particulières.

La **méthode chimique** qui consiste à verser, en amont, une solution concentrée et titrée d'un sel très soluble, comme le chlorure de sodium, et à recueillir, en aval, des échantillons de l'eau, à la sortie de la turbine.

Le rapport entre le degré de concentration de la solution titrée et celui des échantillons prélevés en aval, permet de déterminer, avec une précision parfois suffisante, le volume dépensé.

Ce mode de jaugeage s'applique principalement aux canaux de section irrégulière, aux torrents des montagnes.

La **méthode des ondes colorées** qu'on emploie quelquefois dans les installations de conduites forcées de grande longueur et de section constante.

Ces méthodes sont trop spéciales et exigent des manipulations qui ne sont pas à la portée de tout le monde ; aussi n'entrerons-nous pas dans les détails de leur application. Elles n'ont d'ailleurs pas la précision des autres modes de jaugeage et ne sont utilisées que pour des cas exceptionnels et lorsqu'une autre méthode ne peut être employée.

PUISSANCE EFFECTIVE D'UNE CHUTE

Les indications que nous venons de donner pour déterminer la hauteur *effective* utilisable H_e d'une chute d'eau, et son débit en litres par seconde, nous permettent maintenant de calculer immédiatement la puissance disponible par la formule :

$$P_e = \frac{Q \times H_e}{75}$$

qui est la puissance brute de la chute à l'emplacement de la turbine.

P_e = puissance *effective* de la chute en chevaux vapeur de 75 kilogrammètres,

Q = le volume d'eau disponible en litres par seconde,

H_e = hauteur *effective* de la chute en mètres,

mais il y a lieu d'appliquer à cette formule le coefficient de rendement du moteur qui varie, dans les turbines modernes, de 0,80 à 0,87 ; elle devient donc :

$$P_e = \frac{Q \times H_e \times (0,80 \text{ à } 0,87)}{75}$$

et représente la force effective disponible sur l'arbre moteur pour une turbine donnant 80 à 87 % d'effet utile.

VITESSE THÉORIQUE DUE A LA CHUTE

($\sqrt{2gh}$)

Chute	Vitesse	Chute	Vitesse	Chute	Vitesse	Chute	Vitesse	Chute	Vitesse	Chute	Vitesse	Chute	Vitesse	Chute	Vitesse
0.01	0.443	0.65	3.571	1.29	5.031	1.93	6.154	6.75	11.51	22.75	21.13	47.50	30.55	145	53.34
0.02	0.626	0.66	3.599	1.30	5.051	1.94	6.169	7.00	11.72	23.00	21.24	48	30.69	150	54.25
0.03	0.767	0.67	3.625	1.31	5.069	1.95	6.185	7.25	11.92	23.25	21.36	48.50	30.85	155	55.15
0.04	0.886	0.68	3.653	1.32	5.089	1.96	6.201	7.50	12.13	23.50	21.47	49	31.05	160	56.03
0.05	0.990	0.69	3.679	1.33	5.108	1.97	6.217	7.75	12.33	23.75	21.59	49.50	31.16	165	56.89
0.06	1.085	0.70	3.706	1.34	5.128	1.98	6.232	8.00	12.52	24.00	21.70	50	31.32	170	57.75
0.07	1.173	0.71	3.732	1.35	5.146	1.99	6.248	8.25	12.72	24.25	21.82	51	31.63	175	58.59
0.08	1.252	0.72	3.759	1.36	5.166	2.00	6.264	8.50	12.91	24.50	21.92	52	31.94	180	59.43
0.09	1.329	0.73	3.785	1.37	5.185	2.05	6.312	8.75	13.10	24.75	22.04	53	32.25	185	60.25
0.10	1.401	0.74	3.810	1.38	5.203	2.10	6.419	9.00	13.29	25.00	22.15	54	32.55	190	61.06
0.11	1.469	0.75	3.836	1.39	5.222	2.15	6.495	9.25	13.48	25.25	22.26	55	32.85	195	61.85
0.12	1.534	0.76	3.861	1.40	5.241	2.20	6.570	9.50	13.65	25.50	22.37	56	33.15	200	62.64
0.13	1.597	0.77	3.887	1.41	5.259	2.25	6.644	9.75	13.83	25.75	22.47	57	33.44	205	63.42
0.14	1.657	0.78	3.912	1.42	5.278	2.30	6.717	10.00	14.01	26.00	22.58	58	33.73	210	64.19
0.15	1.715	0.79	3.937	1.43	5.297	2.35	6.790	10.25	14.18	26.25	22.69	59	34.02	215	64.95
0.16	1.772	0.80	3.962	1.44	5.315	2.40	6.862	10.50	14.35	26.50	22.80	60	34.31	220	65.70
0.17	1.826	0.81	3.986	1.45	5.334	2.45	6.933	10.75	14.53	26.75	22.90	61	34.59	225	66.44
0.18	1.879	0.82	4.011	1.46	5.352	2.50	7.004	11.00	14.69	27.00	23.02	62	34.88	230	67.17
0.19	1.931	0.83	4.035	1.47	5.370	2.55	7.073	11.25	14.85	27.25	23.12	63	35.16	235	67.90
0.20	1.981	0.84	4.059	1.48	5.388	2.60	7.142	11.50	15.02	27.50	23.23	64	35.44	240	68.62
0.21	2.030	0.85	4.084	1.49	5.407	2.65	7.210	11.75	15.18	27.75	23.33	65	35.71	245	69.33
0.22	2.078	0.85	4.108	1.50	5.425	2.70	7.278	12.00	15.34	28.00	23.44	66	35.99	250	70.04
0.23	2.124	0.87	4.132	1.51	5.443	2.75	7.345	12.25	15.51	28.25	23.54	67	36.25	255	70.73
0.24	2.170	0.88	4.155	1.52	5.461	2.80	7.412	12.50	15.66	28.50	23.65	68	36.53	260	71.42
0.25	2.215	0.89	4.179	1.53	5.479	2.85	7.478	12.75	15.82	28.75	23.75	69	36.79	265	72.10
0.26	2.258	0.90	4.202	1.54	5.497	2.90	7.543	13.00	15.97	29.00	23.85	70	37.06	270	72.78
0.27	2.302	0.91	4.225	1.55	5.515	2.95	7.608	13.25	16.12	29.25	23.95	71	37.32	275	73.45
0.28	2.344	0.92	4.249	1.56	5.533	3.00	7.672	13.50	16.27	29.50	24.06	72	37.59	280	74.12
0.29	2.385	0.93	4.271	1.57	5.550	3.05	7.736	13.75	16.42	29.75	24.16	73	37.85	285	74.78
0.30	2.426	0.94	4.294	1.58	5.567	3.10	7.799	14.00	16.57	30.00	24.26	74	38.10	290	75.43
0.31	2.466	0.95	4.317	1.59	5.585	3.15	7.862	14.25	16.72	30.50	24.46	75	38.36	295	76.08
0.32	2.506	0.96	4.340	1.60	5.603	3.20	7.924	14.50	16.87	31.00	24.66	76	38.61	300	76.72
0.33	2.544	0.97	4.363	1.61	5.620	3.25	7.985	14.75	17.02	31.50	24.86	77	38.87	310	77.97
0.34	2.582	0.98	4.385	1.62	5.638	3.30	8.047	15.00	17.15	32.00	25.06	78	39.12	320	79.20
0.35	2.620	0.99	4.407	1.63	5.655	3.35	8.107	15.25	17.29	32.50	25.25	79	39.37	330	80.45
0.36	2.658	1.00	4.429	1.64	5.672	3.40	8.167	15.50	17.44	33.00	25.44	80	39.62	340	81.67
0.37	2.675	1.01	4.452	1.65	5.689	3.45	8.227	15.75	17.58	33.50	25.63	81	39.86	350	82.85
0.38	2.731	1.02	4.473	1.66	5.707	3.50	8.287	16.00	17.72	34.00	25.83	82	40.11	360	84.04
0.39	2.766	1.03	4.495	1.67	5.724	3.55	8.346	16.25	17.86	34.50	26.01	83	40.35	370	85.20
0.40	2.801	1.04	4.517	1.68	5.741	3.60	8.404	16.50	17.99	35.00	26.20	84	40.59	380	86.34
0.41	2.836	1.05	4.539	1.69	5.758	3.65	8.462	16.75	18.13	35.50	26.42	85	40.84	390	87.46
0.42	2.870	1.06	4.560	1.70	5.775	3.70	8.520	17.00	18.26	36.00	26.58	86	41.08	400	88.57
0.43	2.904	1.07	4.582	1.71	5.792	3.75	8.577	17.25	18.39	36.50	26.76	87	41.32	410	89.68
0.44	2.938	1.08	4.603	1.72	5.809	3.80	8.635	17.50	18.53	37.00	26.94	88	41.55	420	90.77
0.45	2.971	1.09	4.624	1.73	5.826	3.85	8.691	17.75	18.66	37.50	27.12	89	41.79	430	91.83
0.46	3.004	1.10	4.646	1.74	5.843	3.90	8.748	18.00	18.79	38.00	27.31	90	42.02	440	92.90
0.47	3.037	1.11	4.666	1.75	5.859	3.95	8.803	18.25	18.92	38.50	27.48	91	42.25	450	93.95
0.48	3.069	1.12	4.688	1.76	5.876	4.00	8.859	18.50	19.05	39.00	27.66	92	42.49	460	94.99
0.49	3.101	1.13	4.708	1.77	5.893	4.10	8.969	18.75	19.18	39.50	27.84	93	42.71	470	96.02
0.50	3.132	1.14	4.730	1.78	5.910	4.20	9.077	19.00	19.31	40.00	28.01	94	42.94	480	97.04
0.51	3.163	1.15	4.750	1.79	5.926	4.25	9.131	19.25	19.43	40.50	28.19	95	43.17	500	99.04
0.52	3.194	1.16	4.770	1.80	5.943	4.30	9.185	19.50	19.56	41.00	28.36	96	43.40	525	101.49
0.53	3.225	1.17	4.791	1.81	5.959	4.40	9.291	19.75	19.69	41.50	28.53	97	43.63	550	103.88
0.54	3.255	1.18	4.811	1.82	5.975	4.50	9.396	20.00	19.81	42.00	28.70	98	43.85	575	106.21
0.55	3.285	1.19	4.832	1.83	5.992	4.60	9.500	20.25	19.93	42.50	28.87	99	44.07	600	108.51
0.56	3.315	1.20	4.852	1.84	6.008	4.70	9.602	20.50	20.06	43.00	29.04	100	44.29	625	110.73
0.57	3.344	1.21	4.872	1.85	6.025	4.75	9.653	20.75	20.17	43.50	29.21	105	45.39	650	112.82
0.58	3.373	1.22	4.893	1.86	6.041	5.00	9.904	21.00	20.29	44.00	29.38	110	46.46	700	117.19
0.59	3.402	1.23	4.912	1.87	6.057	5.25	10.150	21.25	20.42	44.50	29.55	115	47.50	750	121.30
0.60	3.431	1.24	4.932	1.88	6.074	5.50	10.390	21.50	20.54	45.00	29.71	120	48.52	800	125.28
0.61	3.459	1.25	4.952	1.89	6.089	5.75	10.620	21.75	20.66	45.50	29.88	125	49.52	850	129.12
0.62	3.488	1.26	4.972	1.90	6.106	6.00	10.850	22.00	20.78	46.00	30.04	130	50.51	900	132.88
0.63	3.516	1.27	4.992	1.91	6.122	6.25	11.070	22.25	20.89	46.50	30.20	135	51.46	950	136.52
0.64	3.544	1.28	5.011	1.92	6.138	6.50	11.290	22.50	21.01	47.00	30.37	140	52.41	1000	140.01

Accessoires d'installation

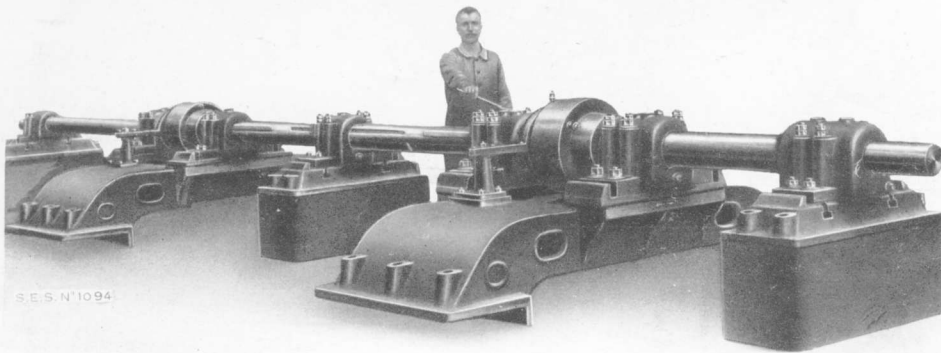
D'UNE USINE HYDRAULIQUE

Nos ateliers construisent également tout le matériel et les organes accessoires que nécessitent les circonstances locales pour :

- La transmission de la force développée par les turbines ;
- L'amenée et l'évacuation de l'eau ;
- La mise en route ou l'arrêt de l'installation ;
- La régularisation de la vitesse, du débit, de la pression, ou de la hauteur de la chute ;

TRANSMISSIONS

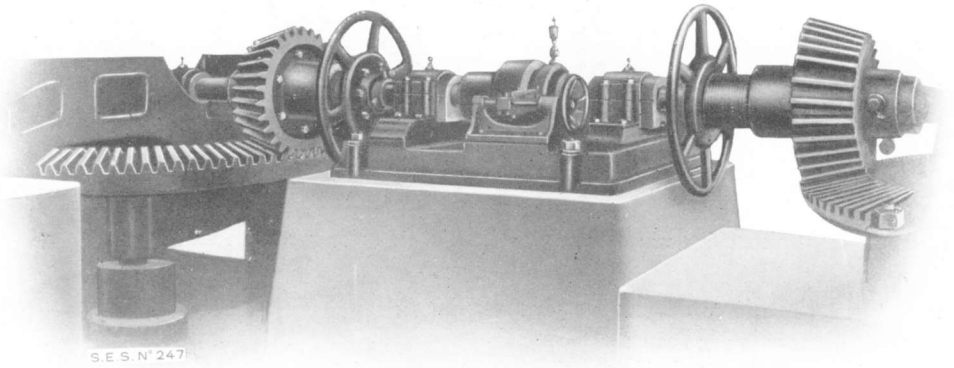
Lorsque la hauteur de la chute, la nature du matériel à actionner, ou les considérations locales ne permettent pas d'attaquer directement les machines auxquelles la puissance doit être transmise, cette commande se fait par l'intermédiaire d'arbres de transmission, d'engrenages, de poulies etc.



(Fig. 32).

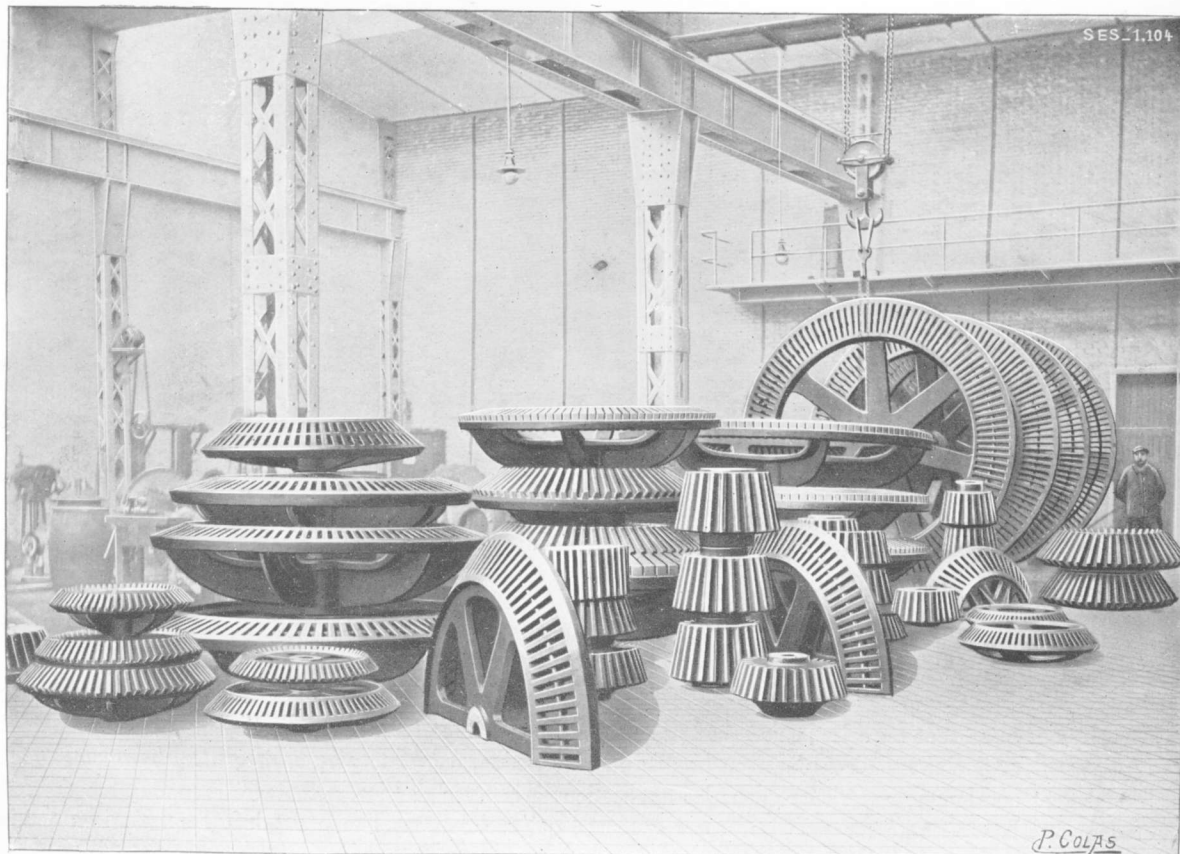
Les **arbres** sont en acier laminé ou forgé de grande résistance, tournés et polis. Ils sont maintenus et reposent sur des **paliers** robustes à coussinets en bronze ou anti-friction, à grande portée, et *graissage automatique* par bagues dont une longue expérience, dans les applications à la force motrice, a consacré le parfait fonctionnement et démontré la supériorité sur tous les autres systèmes, qui économisent l'huile et dont l'entretien est pratiquement nul.

Les **engrenages** d'attaque sont généralement à denture bois sur fonte taillée à la *machine automatique* leur grande résistance et la précision de leur exécution assurent une souplesse de marche et une sécurité qu'on ne rencontre pas dans les couples d'engrenages entièrement métalliques les plus perfectionnés.

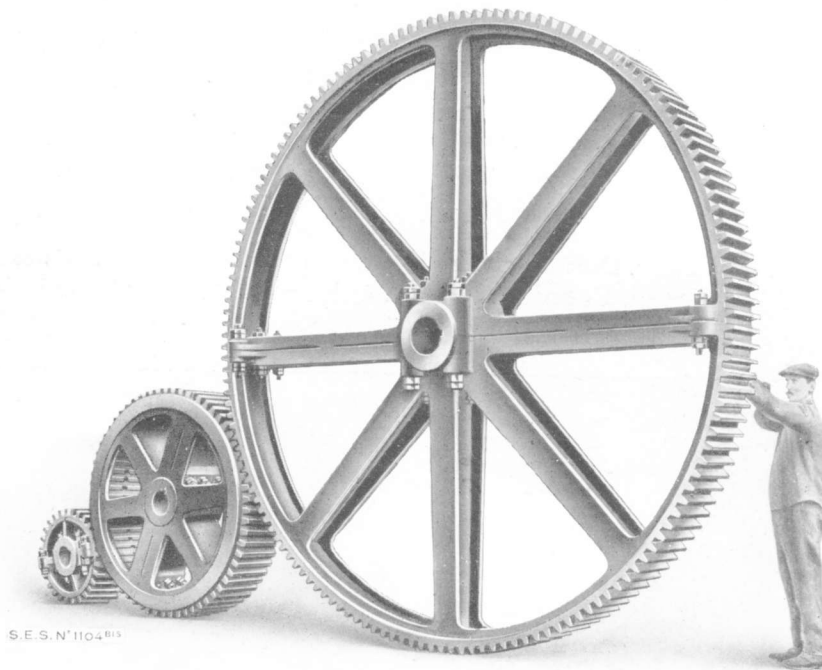


(Fig. 33).

Sur demande nous fournissons cependant des engrenages droits, cônes à denture droite, à chevrons, ou hélicoïdale, tout en fonte ou acier coulé, taillés automatiquement à la machine, d'une exécution irréprochable.

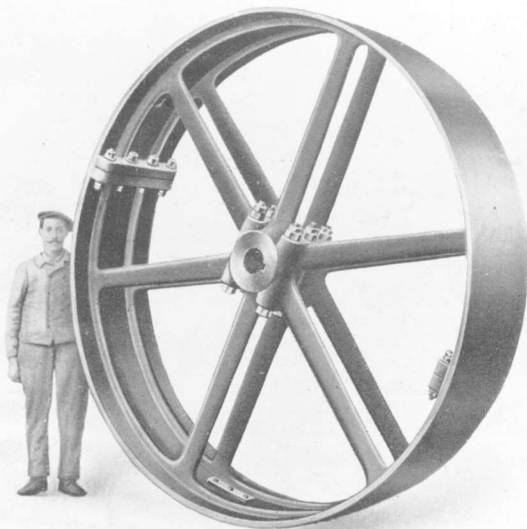


Série d'engrenages cônes (Fig. 34).

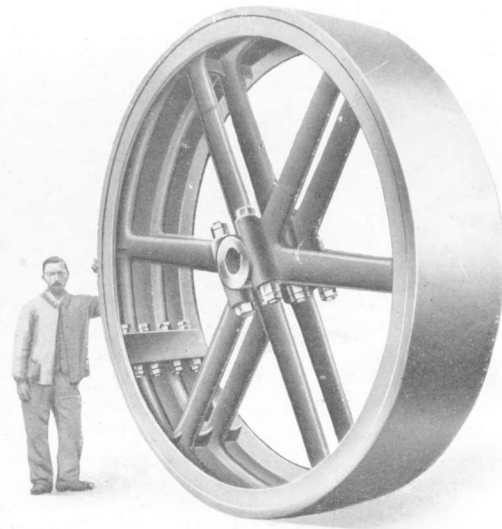


Engrenages droits (Fig. 35).

Les **poulies** sont généralement en fonte, en une ou deux pièces selon les applications. Lorsqu'elles sont en deux pièces les joints sont rabotés, les boulons tournés, l'assemblage est d'une grande précision, la répartition des efforts bien assurée.



Poulie de 3^m50 de diamètre et 0^m80 de largeur (Fig. 36).



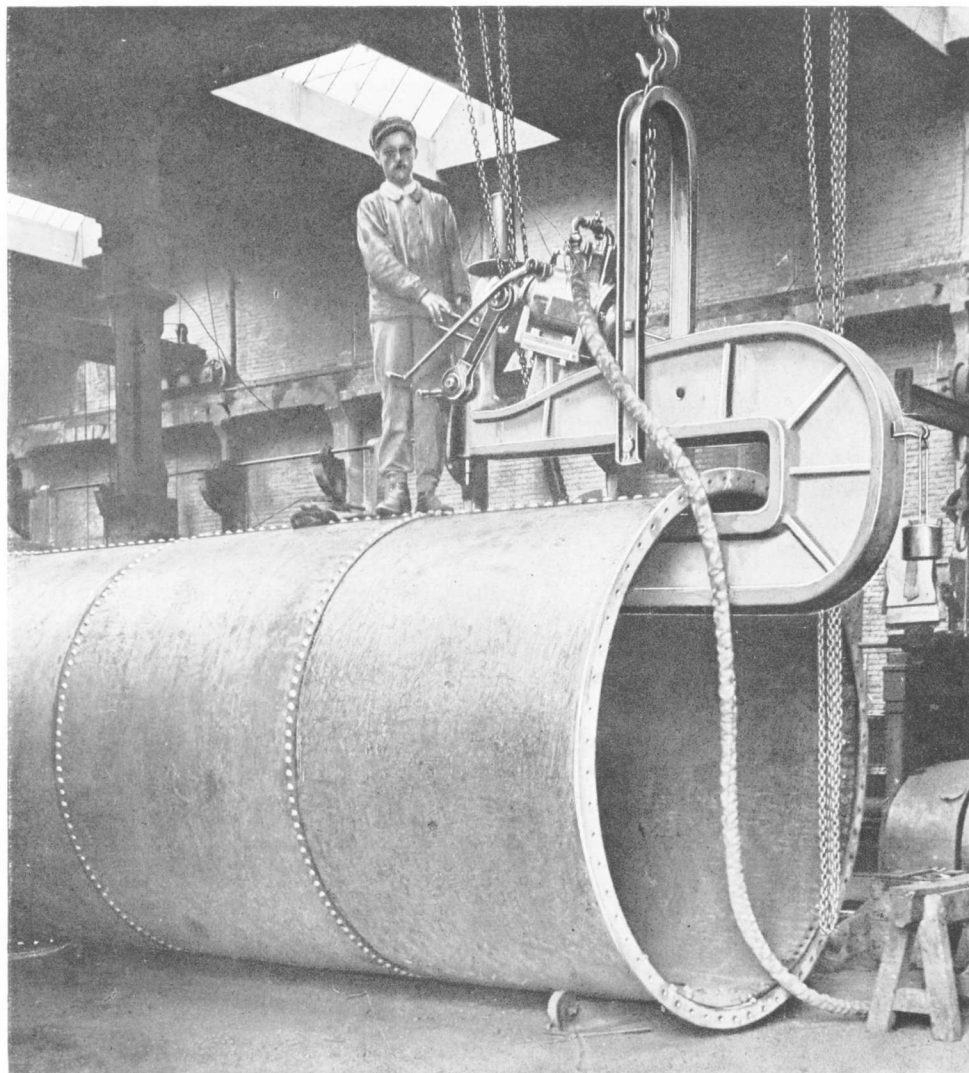
Volant de 18.000 kilos (Fig. 37).

Quand, pour des raisons spéciales où il faut rechercher, avec la résistance, un poids minimum, les poulies se font en fer. Toutefois et en principe, les poulies en fonte doivent toujours être préférées parce qu'elles assurent à l'ensemble de la transmission une inertie et une rigidité qui rendent la marche plus douce et plus régulière.

CONDUITES D'EAU

Les conduites d'eau se livrent en **tôle d'acier** ou en **fonte**, suivant les diamètres, les pressions ou les circonstances locales.

Nous les construisons pour diamètres de 0^m25 à 3^m20 et plus, pour toutes pressions, en tuyaux rivés ou soudés, avec joints fixes à brides. Dans les grands diamètres les tronçons sont assemblés et rivés sur place, sans joints, pour la facilité du montage. Cette disposition offre également une certaine économie de dépense, lorsqu'elle peut être adoptée.



Rivure d'une conduite à la machine (Fig. 38).

Si les conduites ont une certaine longueur et sont à découvert, il convient d'intercaler des joints à dilatation qui permettent aux tuyaux de se dilater librement sous l'effet des variations de température. Elles sont en outre ancrées solidement dans des massifs en maçonnerie.

Les diamètres à donner aux conduites se déterminent en se reportant aux formules et à l'abaque de la page 43.

Le tableau qui suit donne les poids, *au mètre courant*, des conduites en tôle d'acier de 0^m25 à 3^m20 de diamètre, et pour épaisseurs de 3 à 15 millimètres.

Ces poids sont approximatifs et ne doivent servir qu'aux avant-projets. Sur demande, et après avoir reçu les renseignements nécessaires à l'étude de chaque cas particulier, nous fournissons des indications précises d'exécution, de même que pour de plus fortes épaisseurs.

TUYAUX EN TOLE D'ACIER

(Poids du mètre courant de conduite droite.)

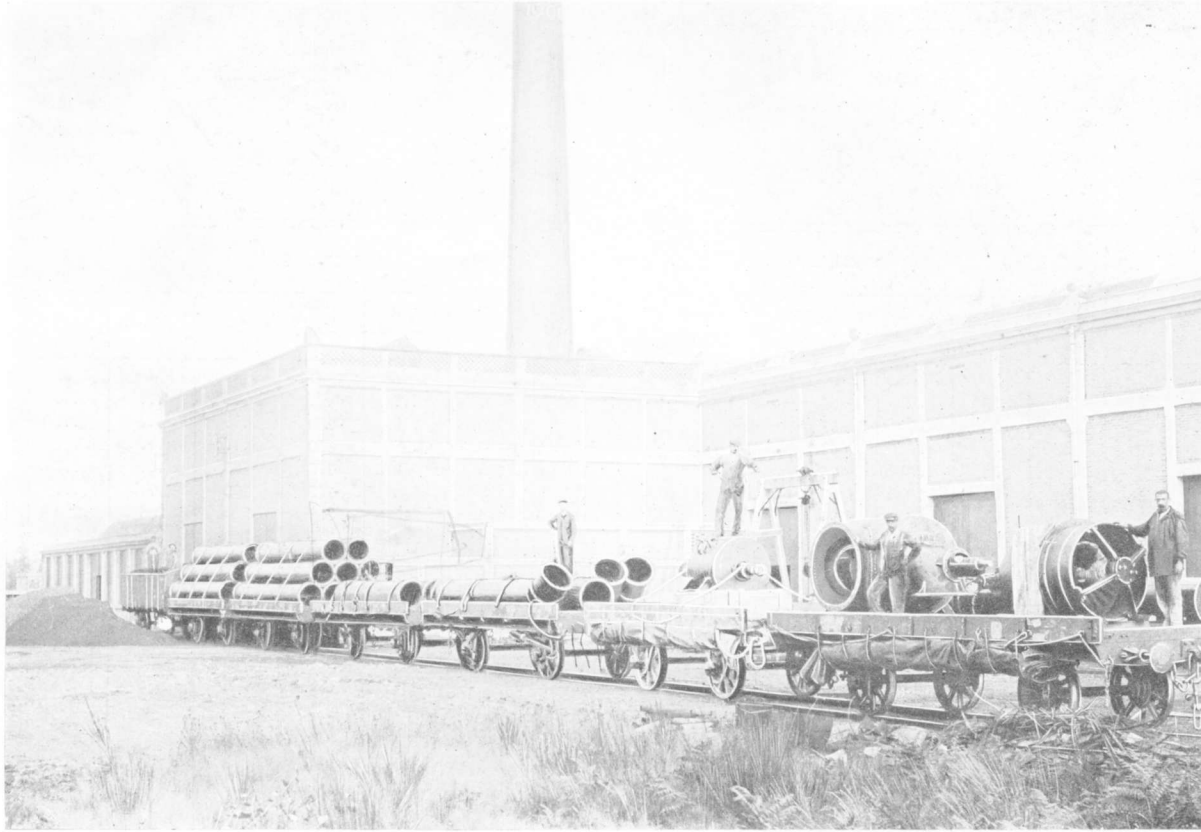
Diamètre de la conduite	ÉPAISSEUR DE LA TOLE EN MILLIMÈTRES												
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
m.	kgs.	kgs.	kgs.	kgs.	kgs.	kgs.	kgs.	kgs.	kgs.	kgs.	kgs.	kgs.	kgs.
0.25	28	35	42	50	60	70	83	...	...	...	...	...	...
0.30	33	38	47	57	68	80	95	105	115	130	...	...	...
0.35	35	44	55	66	76	88	110	120	135	150	...	...	...
0.40	40	50	60	75	85	100	125	135	150	170	185	...	...
0.45	44	58	70	85	95	115	135	150	170	185	200	...	...
0.50	50	66	80	90	105	125	150	165	185	200	220	240	260
0.55	55	70	85	100	115	140	160	185	200	220	240	260	280
0.60	60	77	95	110	130	150	180	195	220	245	260	285	295
0.65	...	83	105	120	140	165	190	215	230	255	275	300	320
0.70	...	90	115	130	150	180	205	225	250	275	288	325	345
0.75	...	97	120	140	160	190	220	245	265	295	320	350	370
0.80	...	102	130	150	175	205	235	260	285	320	340	370	390
0.85	...	108	135	160	185	220	245	275	305	330	350	390	415
0.90	...	115	145	170	200	240	260	285	320	350	375	415	435
0.95	...	122	150	180	215	255	275	300	330	370	390	430	460
1.00	...	128	160	190	230	270	285	315	345	385	420	445	480
1.05	...	...	170	200	240	285	300	325	360	395	430	460	490
1.10	...	...	180	210	250	300	310	335	370	405	440	470	500
1.15	...	...	190	220	260	315	320	345	385	415	450	480	510
1.20	...	...	200	230	270	325	330	360	400	430	465	500	540
1.30	...	...	215	245	280	350	355	390	425	465	495	540	580
1.40	...	...	230	260	300	365	390	425	470	510	545	590	630
1.50	...	...	245	280	320	380	415	455	500	540	585	630	680
1.60	...	...	265	300	340	400	440	480	525	570	615	665	715
1.70	...	...	...	320	365	420	465	515	565	610	660	710	760
1.80	...	...	...	340	390	450	500	545	600	655	705	760	815
2.00	...	...	...	415	500	550	605	665	720	775	835	895	910
2.25	...	...	...	...	575	650	725	775	840	910	965	1035	1035
2.50	...	...	...	...	...	720	785	860	935	1000	1080	1155	1155
2.75	...	...	...	...	...	790	860	945	1020	1095	1180	1270	1270
3.00	...	...	...	...	...	855	935	1025	1110	1195	1290	1380	1380
3.20	...	...	...	...	...	915	1000	1095	1190	1280	1380	1475	1475

Les conduites d'eau peuvent encore s'établir en bois ou en ciment.

Les **tuyaux en bois** peuvent faire un bon service s'ils sont bien faits et convenablement cerclés ; ils sont les plus économiques, mais nécessitent l'emploi d'un bout de tuyau en fonte terminé par une partie évasée dans laquelle s'emboîte la tubulure de la huche.

Les **tuyaux en ciment armé** se raccordent également à la tubulure de la huche par un tuyau en fonte, et peuvent être avantageux au point de vue du prix. Toutefois ils doivent être exécutés par des spécialistes dans ce genre de travaux si l'on veut éviter des déboires, et si la pression à supporter est d'une certaine importance.

Lorsque les conduites ont une grande longueur, qu'il y a une certaine distance à parcourir, ou qu'il y a des difficultés pour arriver à la prise d'eau dans le but d'isoler la turbine de la conduite en cas d'avarie ou d'accident, on place à l'entrée de la huche un **robinet vanne** ou un **papillon** qui permet l'arrêt rapide de l'installation, la manœuvre étant à la portée de la main du machiniste.



Expédition d'une turbine avec sa conduite en tôle d'acier (Fig. 39).

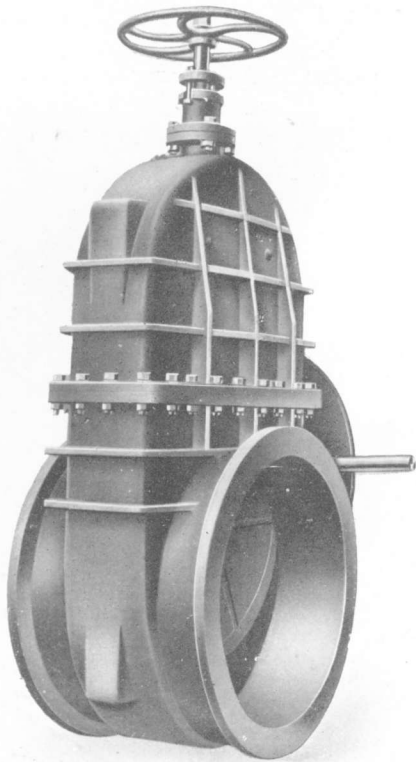
Les robinets-vannes, comme les papillons, se construisent pour être manœuvrés soit à la main, soit par la pression hydraulique lorsque la hauteur de la chute le permet. Dans tous les cas l'application de l'un ou de l'autre de ces organes est une facilité, une mesure de sécurité indispensable dans les installations un peu importantes.

Les robinets-vannes donnent plus de garanties d'étanchéité que les papillons, aussi les applique-t-on plus spécialement aux hautes chutes, mais remarquons, qu'à diamètre égal, leur prix est aussi sensiblement plus élevé que celui des papillons qui, sous les moyennes chutes où les diamètres augmentent rapidement, sont préférés par mesure d'économie.

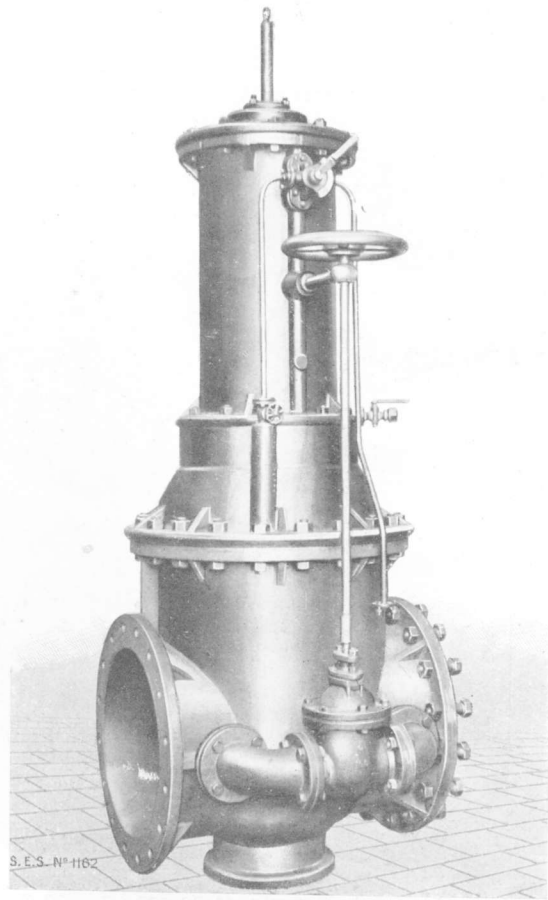
VANNES

Les vannes de prise d'eau ou de décharge sont entièrement métalliques fortement armaturées ou bien avec des panneaux en chêne.

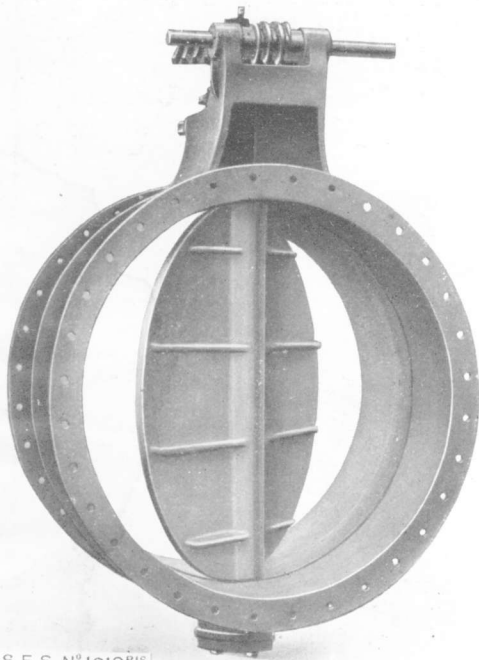
Leurs mécanismes sont très robustes ; ils se manœuvrent facilement à la main pour des vannes de dimensions ordinaires, hydrauliquement ou électriquement pour les vannes de grandes dimensions.



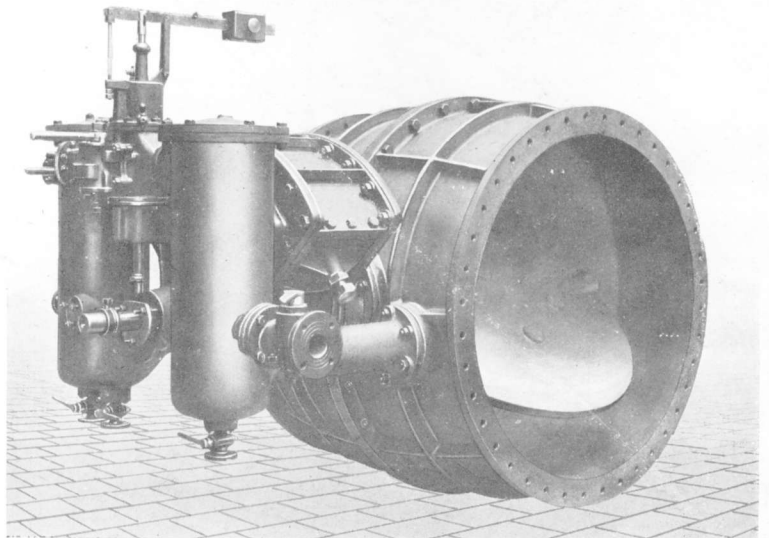
Robinet-vanne à commande à main (Fig. 40).



Robinet-vanne à commande hydraulique (Fig. 41).

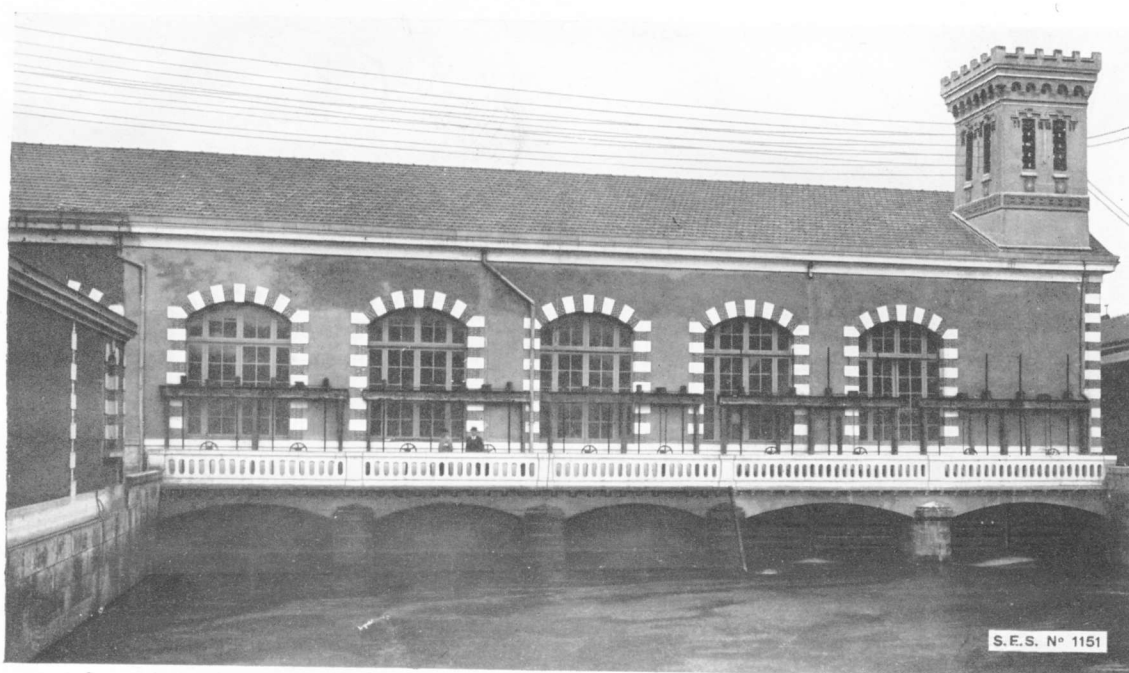


Papillon à commande à main (Fig. 42).



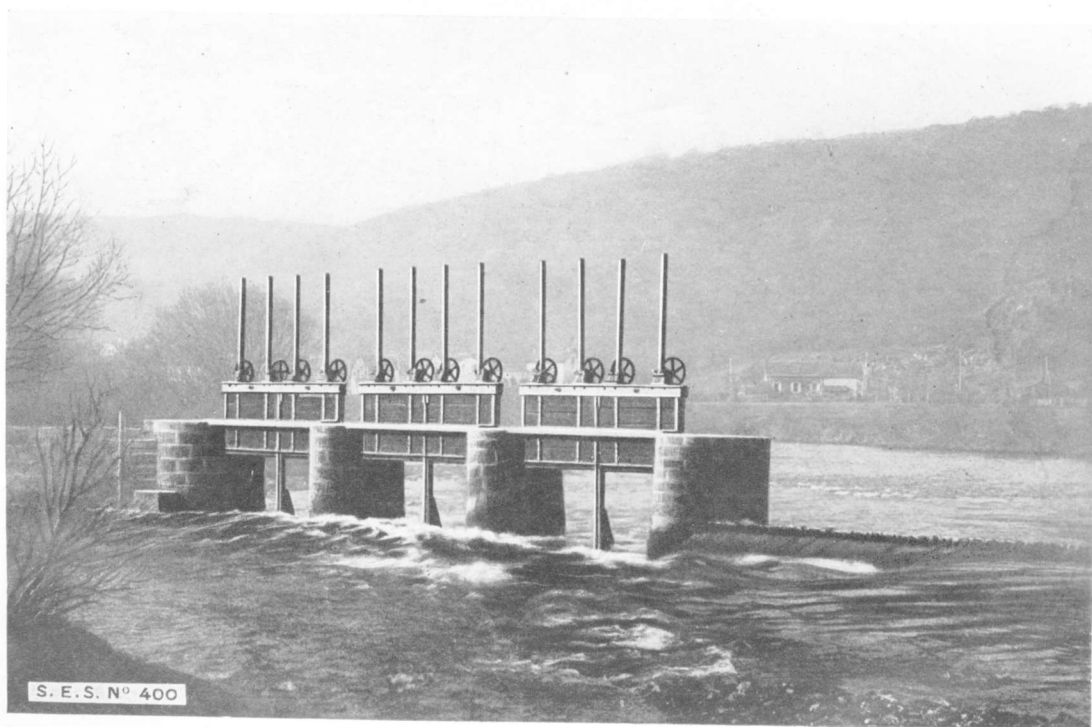
Papillon à commande hydraulique (Fig. 43).

Les crics de vannes sont en acier avec pignons et crémaillères taillés à la machine automatique d'une précision absolue ; leur manœuvre est très douce.



Installation de 5 vannes d'arrêt de chambre d'eau (Fig. 44).

La charpente des vannes se construit, en principe, en fers à U et en fers à double T de grande résistance, mais peut également, et pour de petites installations, s'établir en bois.



Groupe de 3 vannes de prise d'eau (Fig. 45).

La section des vannes doit toujours être calculée largement et de manière à assurer une vitesse de 0^m50 à 0^m80 par seconde pour le débit moyen.

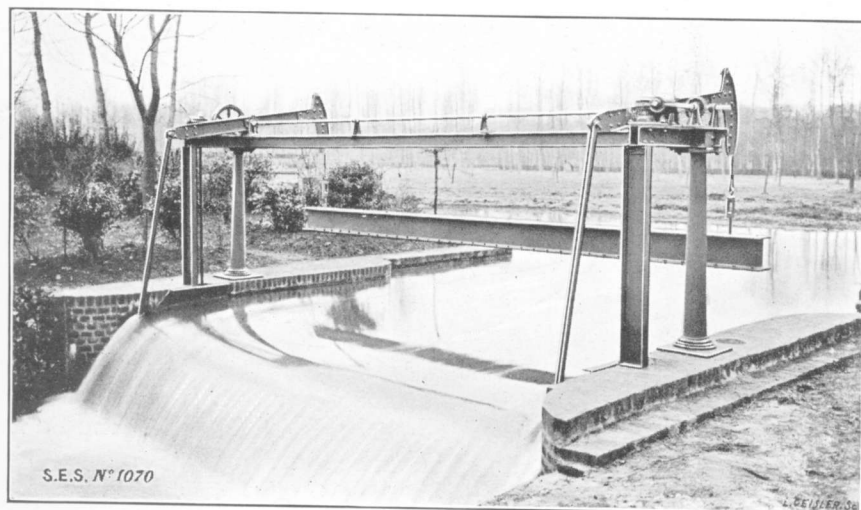
Des vitesses plus grandes occasionnent des dénivellations, des pertes qui réduisent d'autant la hauteur effective de la chute et, par conséquent, la force disponible sur les turbines.

La fermeture des vannes doit toujours se faire avec quelques précautions, lorsqu'il s'agit de commande à la main, surtout à fin de course, un déclanchement brusque du cric de manœuvre produisant des chocs qui peuvent fausser le mécanisme.

VANNES AUTOMATIQUES

Les vannes automatiques permettent de maintenir automatiquement le niveau d'amont au repère, quelles que soient les variations du débit.

Aucune surélévation, même accidentelle, de ce niveau n'étant possible, le repère peut toujours être placé à sa cote maximum ; on **utilise ainsi toute la chute**, on n'est pas à la merci de la négligence du personnel, la sécurité est absolue.



Vanne automatique (Fig. 46).

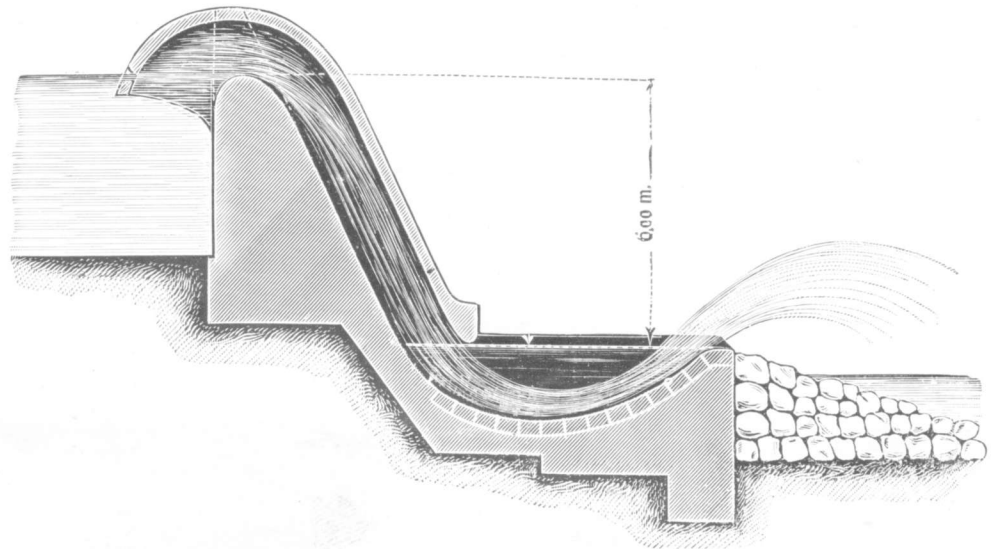
Dès que l'affluence de l'eau se fait sentir, la vanne s'incline, donne libre passage au trop plein, et même évacue les corps que l'eau entraîne.

Lorsque le régime normal est rétabli, le contrepoids ramène automatiquement tout le système à sa position primitive.

Ces appareils fonctionnent d'une façon continue, sans surveillance sans entretien et, dépourvus d'organes mécaniques, ils sont très sensibles et indérégulables.

SYPHONS AUTOMATIQUES

Dans le même ordre d'idées nous fournissons des siphons automatiques qui n'ont **aucun organe mobile**. Ils se composent d'un tuyau étanche, de forme et de section quelconque, dont la partie supérieure, très évasée, est au niveau de la hauteur d'eau que l'on veut maintenir. Cette partie a la forme d'une cuvette renversée qui met la prise d'eau à l'abri de l'air.



Siphon automatique en béton (Fig. 47).



Siphon automatique en tôle d'acier (Fig. 48).

Une surélévation du niveau d'amont produit un écoulement d'eau qui, favorisé par le grand développement de l'arête supérieure du système, entraîne l'air, provoque un vide partiel d'abord, puis **amorce le siphon automatiquement**. L'écoulement a lieu à gueule bée, avec **toute la vitesse due à la différence de hauteur entre l'entrée et la sortie du siphon**. Dès que le niveau est rétabli, l'air pénétrant dans le tuyau, **le désamorce**, l'écoulement cesse.

On conçoit de suite l'avantage considérable du système sur les déversoirs qui exigent un développement excessif, pour un résultat minime, puisque leur vitesse d'écoulement n'est que celle due à la hauteur de la lame d'eau sur le seuil, tandis que cette vitesse peut atteindre une valeur importante par le syphonement.

C'est ainsi qu'un siphon de 1 mètre de diamètre, par exemple, appliqué à un barrage de 3 mètres de hauteur, peut débiter 6 mètres cubes d'eau par seconde, alors qu'il faudrait un déversoir de 60 mètres de longueur, et une lame d'eau de 0^m15, pour écouler le même volume par le moyen d'un déversoir.

De plus le déversoir, pour obtenir ce résultat, fait remonter le niveau d'amont de 0^m15 au risque d'inonder les riverains supérieurs, tandis que le siphon automatique maintient le niveau constant, ne gêne personne, n'est pas encombrant, est économique, et permet d'utiliser, à toute époque ; le maximum de chute.

Le rendement de ce dispositif atteint 95 %, chiffre qui n'a jamais pu être obtenu par les appareils similaires les mieux compris. Il permet l'évacuation de volumes considérables — *des centaines de mètres cubes par seconde* — par des moyens simples, sûrs, économiques.

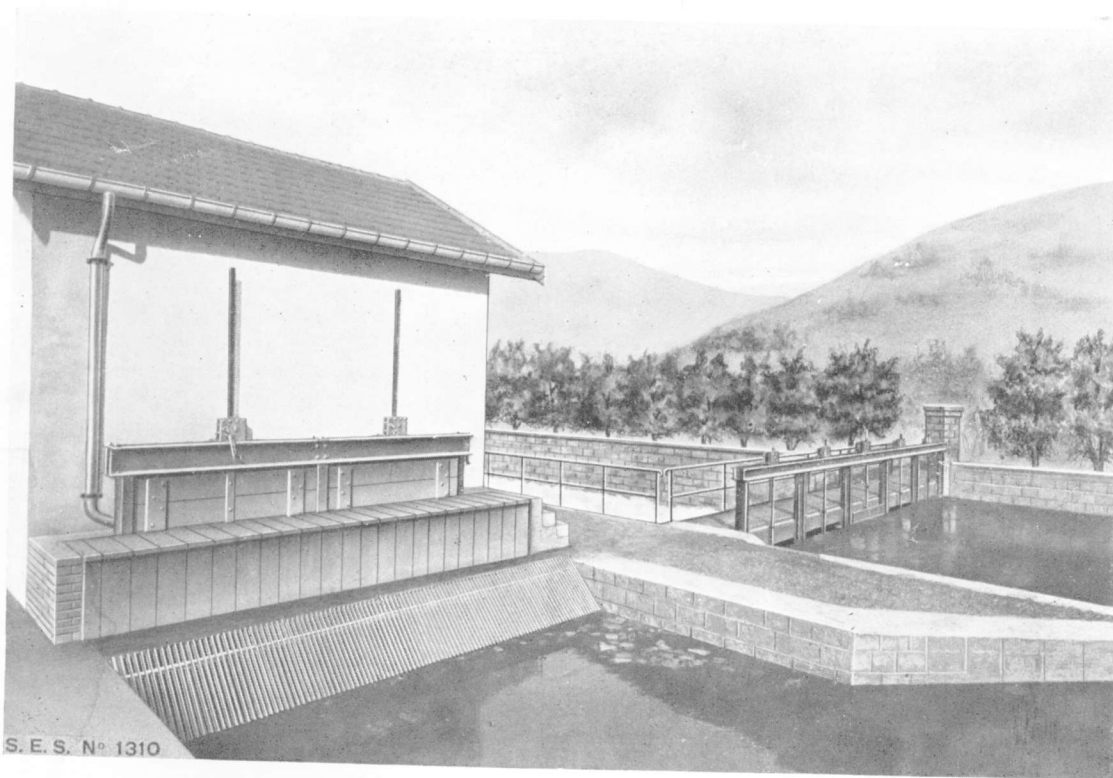
Les syphons se construisent, indifféremment en tôle ou en béton armé,

GRILLES D'ARRÊT

Les grilles d'arrêt sont indispensables dans toute installation de turbines, pour éviter l'engorgement des moteurs, par conséquent des arrêts dans leur marche.

Elles se construisent en fers plats sur champ, assemblés par des entretoises, par sections d'environ 0^m50 de large pour faciliter leur pose ou le démontage éventuel.

Ces grilles doivent avoir une section suffisante pour éviter un abaissement sensible du niveau d'amont et, par conséquent, une perte de chute dans la chambre d'eau.



Grille d'arrêt (Fig. 49).

La vitesse de passage de l'eau à travers la section libre de la grille varie de 0^m15 à 0^m20 par seconde pour les faibles débits à 0^m40 à 0^m45 pour les gros volumes.

Il est toujours très important de donner à l'inclinaison des grilles le plus faible angle possible sur l'horizon — de 30° à 45° — quand les conditions locales le permettent, pour éviter que les corps étrangers en suspension dans l'eau ne se collent contre les fers et que leur enlèvement soit rendu long et pénible.

RÉGULATEURS AUTOMATIQUES DE VITESSE

Les régulateurs automatiques sont devenus des appareils indispensables aux usines hydrauliques modernes, et tout particulièrement aux stations d'électricité qui exigent une grande régularité de marche.

Nos nouveaux régulateurs, servo-moteurs à pression d'huile, résultat d'une longue expérience et de multiples applications, sont étudiés, construits, éprouvés, réglés avec des soins tels que leur fonctionnement défie toute comparaison pratique.

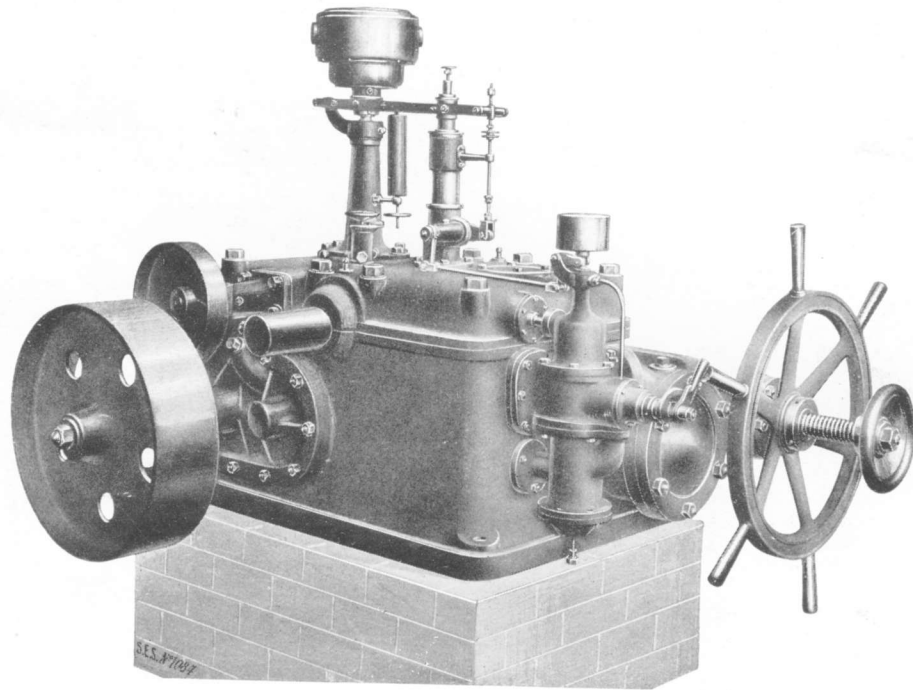
Ils sont munis des perfectionnements les plus récents de la science hydraulique et notamment :

D'un mécanisme permettant de régler le degré d'ouverture du distributeur et d'éviter ainsi une dépense inutile d'eau sur la turbine, au moment de l'étiage.

D'un mécanisme permettant de faire varier la vitesse de régime pendant la marche, et de rendre ainsi facile la mise en parallèle de plusieurs moteurs.

D'un appareil de sûreté qui, en cas de rupture de la courroie de commande du pendule, détermine instantanément la fermeture de la vanne de la turbine, contrairement à ce qui se produit dans les appareils analogues dans lesquels c'est l'ouverture qui se produit, pouvant entraîner des accidents très graves.

D'un mécanisme de mise en marche à la main, simple, indéréglable.



Régulateur automatique de vitesse (Fig. 50).

Nos régulateurs présentent, enfin, des avantages généraux qu'on ne rencontre, au même degré, dans aucun autre modèle, et notamment :

- Très grande sensibilité.
- Action rapide, sûre et régulière.
- Simplicité de construction.
- Organes robustes.
- Pas d'entretien coûteux, ni usure.
- Faible force absorbée.

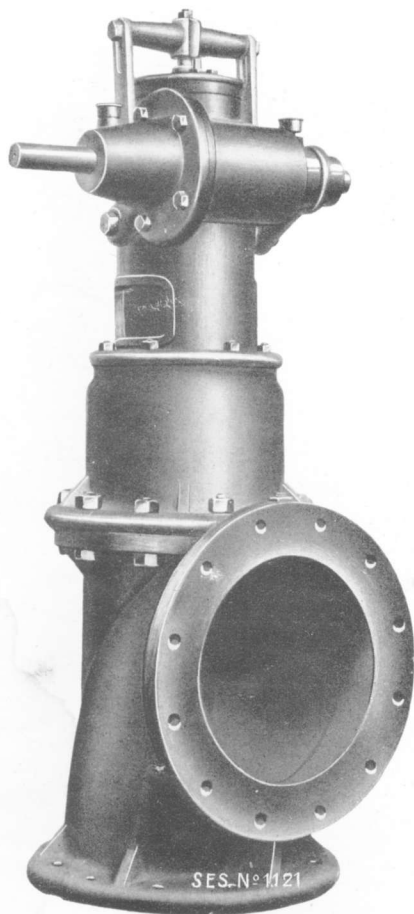
La précision de leur fonctionnement permet de limiter les écarts de vitesse des turbines dans les limites suivantes, étant bien entendu qu'en tout état de cause l'inertie des masses en mouvement est suffisante et proportionnelle à la puissance développée :

0,50	%	pour des variations brusques de	10	%
1	»	—	—	25
4	»	—	—	50
10	»	—	—	100

de la charge totale.

Pour renseignement plus détaillés, consulter le catalogue spécial.

RÉGULATEURS DE PRESSION



Déchargeur synchrone (Fig. 51).

Lorsque les régulateurs automatiques de vitesse, agissant sur la vanne, sont placés sur des turbines alimentées par des conduites d'eau sous pression d'une certaine longueur, il faut nécessairement supprimer, dans la plus large mesure possible, les surpressions ou coups de bélier causés par une fermeture rapide du vannage, qui occasionnent des perturbations profondes dans l'écoulement de l'eau, des variations considérables dans le régime de la chute, par conséquent des troubles dans la vitesse de régime, et entraînent souvent des accidents très graves.

Pour parer à cet inconvénient, nous construisons des régulateurs de pression, ou déchargeurs synchrones, qui évacuent automatiquement un certain volume de l'eau de la conduite en même temps que le vannage se ferme sous l'action du régulateur de vitesse, et proportionnellement au degré de fermeture ; la pression dans les conduites, et, par conséquent sur la turbine, reste très sensiblement constante et le réglage atteint le maximum de précision.

Indications générales sur la surpression dans les conduites.

Les conduites d'eau sous pression alimentant les turbines doivent avoir, dans la mesure du possible, un diamètre suffisant pour qu'en cas de fermeture brusque et totale du vannage de la turbine, la surpression qui en résulte ne dépasse pas 15 % de celle normale, si l'on veut obtenir un réglage précis de la vitesse du moteur sans avoir recours à un régulateur automatique de pression, mais cet appareil devient indispensable lorsque l'écart dépasse cette valeur.

L'importance de la surpression est donnée par la formule :

$$P' = \frac{2LV}{gT}$$

dans laquelle :

- P' = surpression en mètres de hauteur d'eau ;
- L = longueur de la conduite ;
- V = vitesse normale d'écoulement de l'eau dans la conduite, en mètres ;
- g = accélération due à la pesanteur = 9^m81 ;
- T = temps de fermeture de la vanne en secondes.

RÉGULATEURS DE NIVEAU D'EAU

Dans les nombreuses installations hydrauliques dans lesquelles le débit du cours d'eau est soumis à de fréquentes variations, et peut devenir, à un moment donné, insuffisant pour l'alimentation en pleine charge des turbines, on a intérêt à utiliser toute la puissance disponible, en faisant absorber au moteur toute l'eau dont on dispose sous la chute maximum.

A cet effet, on règle le degré d'admission de l'eau dans les turbines, à la main, pour le mettre en concordance avec le débit du moment.

Cette opération, facile lorsque le régime de l'eau varie peu et lentement, devient pénible et assujettissante dans le cas de variations brusques ou inattendues du débit, ainsi que cela se produit lorsqu'un certain nombre d'usiniens se trouvent sur le même cours d'eau.

Il est alors indispensable d'appliquer à l'installation un régulateur de niveau qui assure automatiquement la constance du niveau d'amont, et, par conséquent, la chute maximum.

Le régulateur de niveau se compose en principe :

- d'un flotteur agissant, par l'intermédiaire de tiges et de leviers, sur la distribution d'un servo-moteur qui commande le vannage de la turbine ;
- d'un frein à huile qui amortit les oscillations du flotteur ;
- d'un volant placé sur le bâti du régulateur qui permet la commande à main du vannage, pour la mise en marche ou l'arrêt du moteur.

Lorsque, pour un degré d'admission déterminé de la turbine, l'eau vient à manquer, le niveau d'amont baisse, le flotteur agit sur la distribution du servo-moteur, pour fermer le vannage jusqu'au degré où le débit de la turbine, sous la chute maximum, correspond au débit disponible.

Au contraire, lorsque l'eau arrive en abondance, que le niveau amont tend à s'élever, le flotteur agit sur le servo-moteur pour lui faire ouvrir le vannage jusqu'au degré d'admission correspondant au volume d'eau existant.

Le régulateur de niveau d'eau peut également se combiner avec le régulateur de vitesse ; à cet effet nous construisons des **régulateurs de vitesse et de niveau combinés**. Sur le conduit, amenant l'huile sous pression de la pompe du pendule, est installée une soupape soumise à l'action d'un flotteur.

La soupape reste fermée tant que le niveau d'amont est à sa hauteur normale, mais s'il tend à baisser, la soupape s'ouvre et l'huile s'échappe, sans pression, dans le carter-réservoir. La tige du distributeur remonte sous l'action du ressort, et la distribution est orientée vers la fermeture du vannage.

Si, au contraire, le niveau d'amont revient à sa position normale, la soupape se ferme, et le régulateur agit sous la seule action du pendule.

Les oscillations du niveau de l'eau sont amorties par un frein à huile relié, d'une part, au flotteur, de l'autre à une bielle fixée à l'arbre de commande du vannage.

Les régulateurs de niveau, simples ou combinés avec le régulateur automatique de vitesse, donnent d'excellents résultats. Leur marche est sûre, et permet de maintenir le niveau d'amont dans des limites très étroites.

RÉGULARISATION

Pour tout ce qui concerne la régularisation de la vitesse des turbines, du débit d'eau, de la pression ou de la hauteur de chute, consulter le catalogue spécial des appareils appropriés à ce but.
