FONDERIES

ET

ATELIERS DE CONSTRUCTION

Ancienne Maison LAURENT Ainé, fondée en 1840

LAURENT Frères & COLLOT DIJON

Nouvelle Turbine "NORMALE"

A VANNAGE EXTÉRIEUR CIRCULAIRE

et Balancier Compensateur de Pivot

BREVETÉE S. G. D. G.



DIJON

IMPRIMERIE JOBARD

9, Place Darcy

1903

Nouvelle Turbine "NORMALE"

A VANNAGE EXTÉRIEUR CIRCULAIRE

ET

BALANCIER COMPENSATEUR DE PIVOT

BREVETÉE S. G. D. G.

~~~~~~~·-

## **EXAMEN COMPARATIF**

des Principes et Organes de la Turbine "NORMALE"

ET DES AUTRES TURBINES CENTRIPÈTES

\_-i0=

Établir un moteur hydraulique à grande vitesse, à haut rendement, d'une construction robuste et d'un entretien facile, tel a été notre but en créant la turbine « NORMALE ».

Dérivée des turbines américaines centripètes, notablement perfectionnée après de longs essais, elle présente de sérieux avantages sur les types actuellement construits en France, copiés plus ou moins servilement sur les modèles américains.

Deux organes en font un moteur de tout premier ordre: le vannage circulaire extérieur et le balancier compensateur de pivot.

## 1° DESCRIPTION

La turbine « NORMALE » se compose :

- $1^{\circ}$  D'une partie mobile ou turbine proprement dite;
- 2º Du distributeur;
- 3° Du système de vannage;
- 4° Du pivot.

#### TURBINE PROPREMENT DITE

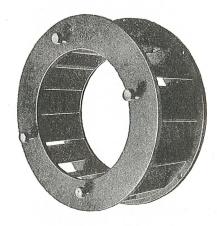
Elle se compose d'un centre en fonte, appelé porte-aubes, sur lequel sont boulonnées les aubes en fonte ou en tôle d'acier. Sur le milieu de leur hauteur, elles se contrebutent les unes les autres et sont fortement serrées par des frettes rivées. La turbine forme alors un tout dont la rigidité est la même que pour une pièce coulée d'un seul jet et dont la solidité est plus grande, puisqu'il n'y a pas à craindre les tensions anormales dues au retrait de la fonte.



#### DISTRIBUTEUR

Autour de la turbine se trouve le distributeur. C'est une couronne fixe, munie de cloisons verticales qui dirigent l'eau à son entrée dans la turbine.

Le distributeur repose sur un tube en fonte portant un croisillon qui supporte la partie mobile du moteur.



**Aube mobile.**— Pour permettre un accès facile de la turbine, une cloison du distributeur est mobile. En la retirant, il est facile d'atteindre avec la main les aubes de la turbine et de les nettoyer.

#### VANNAGE

Le réglage du débit s'obtient par le mouvement d'une cloche circulaire placée à *l'extérieur* du distributeur et qui découvre une hauteur plus ou moins grande des orifices d'admission, alors que dans les turbines américaines analogues, la vanne de distribution coulisse entre le distributeur et la turbine sous un dôme étanche où elle est cachée et renfermée.



**AVANTAGES.** — Cette cloche *extérieure* présente sur le vannage intérieur coulissant entre le distributeur et la turbine les avantages suivants :

- $1^{\circ}$  Suppression du vide circulaire entre les aubes de la turbine et du distributeur.
- 2º Guidage de l'eau au moyen de longues palettes en acier fixées à la base de la vanne et pénétrant entre les cloisons du distributeur. La veine liquide prélevée par ce vannage se trouve guidée par deux plans horizontaux, et elle vient agir sur les aubes de la turbine sans qu'elle puisse éprouver ni déviation ni remou à l'intérieur du distributeur. Cette disposition rend donc la turbine « NORMALE » bien supérieure pour les débits variables, ainsi que le prouvent de nombreuses expériences.
- 3° **Suppression du dôme étanche** surmontant le distributeur et destiné à recevoir la cloche intérieure dans sa montée et à empêcher l'eau de pénétrer dans la turbine autrement que par les orifices du distributeur. Dans notre système, le distributeur est simplement fermé par un plateau portant à

son centre un boîtard guidant l'arbre de la turbine. Il s'ensuit que ce bottard, placé très bas, peut être constamment immergé dans l'eau d'amont, même pour les basses chutes, sans qu'il soit nécessaire d'abaisser le niveau d'implantation de la turbine et de faire des fouilles exagérées dans le radier d'aval. Le boîtard est donc graissé par l'eau sans exiger aucune surveillance. Pour arriver au même résultat avec les turbines américaines ordinaires, il faut noyer considérablement la turbine et défoncer le radier, ou si on veut éviter ces travaux, il faut placer le boîtard hors de l'eau, le graisser et l'entretenir comme un palier ordinaire, ce qui peut être fort difficile.

- 4º Accès facile de la vanne et de tous les organes du mécanisme de manœuvre qui sont complètement à découvert. Il s'ensuit que le nettoyage de la vanne et des aubes encombrées soit par des feuilles, soit par le tartre, peut être fait en quelques instants sans qu'il y ait rien à démonter, alors qu'avec les autres systèmes il faut recourir à des engins de levage pour soulever le dôme qui cache la cloche, opération longue et délicate pour une turbine à conduite d'eau libre, presque impossible pour une turbine à conduite d'eau forcée et qui entraîne toujours un chômage de l'usine.
- 5° **Protection de la turbine et du distributeur** quand la vanne est fermée. Une fois la vanne baissée, elle forme un rempart très solide protégeant les aubes, toujours minces et fragiles du distributeur, contre les corps entraînés par l'eau, notamment en temps de crue. Quant au mécanisme, il est assez robuste pour qu'il n'y ait rien à craindre.
- 6° **Etanchéité de la vanne** rendue complète au moyen d'un segment métallique placé à la partie supérieure du distributeur et empêchant tout passage de l'eau entre la vanne et le distributeur.
- 7º **Facilité de manœuvre.** La forme circulaire annule les effets de la poussée de l'eau, le poids de la vanne est équilibré par un contrepoids, et pour la manœuvre il n'y a rien à vaincre que les résistances de frottement des arbres et des engrenages, toujours très faibles.

#### PIVOT

Nous avons adopté pour la turbine « NORMALE » le pivot en bois dans l'eau, dont la simplicité et la solidité ont pratiquement consacré l'usage, et dont la supériorité sur les pivots hors l'eau couronnant un arbre creux est maintenant reconnue, ainsi que nous le démontrons plus loin. Ce pivot est formé par une large pointe en bois fixée sur la partie fixe du moteur et sur laquelle repose une crapaudine renversée, calée sur l'arbre. Cette crapaudine en fonte est percée de canaux où circule l'eau. La disposition renversée

empêche le sable de passer entre la pointe et la crapaudine, et les canaux assurant la circulation de l'eau, empêchent tout échauffement. Ce pivot fonctionne donc sans aucune surveillance, et présente en outre les avantages suivants sur les pivots hors l'eau:

L'arbre moteur peut être de petit diamètre, étant en acier plein, d'où réduction des frottements à leur minimum, alors que creux et en fonte il a forcément un gros diamètre, un poids hors de proportion avec la force à transmettre, d'où absorption de forces passives et surtout aux grandes vitesses;

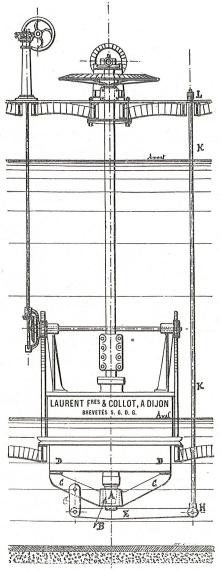
Le pivot en bois est établi à la partie inférieure de la turbine, où on dispose de toute la place pour donner aux surfaces de frottement une *très grande* portée, diminuer ainsi la pression par unité de surface, et par suite éviter l'usure.

Au contraire, avec les pivots hors l'eau, il est nécessaire de maintenir latéralement la partie inférieure de l'arbre creux, afin de guider la pièce mobile et de placer entre l'arbre et la tige centrale une bague en bronze en pleine eau, impossible à surveiller, et que sa forme ne peut mettre à l'abri des grains de sable. A la moindre usure de cette bague, et elle peut être très rapide, la turbine, mal maintenue à la partie inférieure, prendra du jeu et viendra frotter contre le distributeur, au grand détriment des organes et du rendement.

Enfin, avec les vitesses considérables des turbines centripètes qui atteignent souvent 1,000 tours et plus, le graissage d'une pointe hors l'eau est toujours très délicat, et pour peu que le vertical supporte un mécanisme un peu lourd par rapport à la pointe dont la surface est très limitée, il est très difficile d'éviter l'échauffement et d'assurer une marche irréprochable.

Balancier compensateur. — Il est pourtant prudent d'admettre que le pivot en bois ne peut avoir une durée indéfinie. Aussi, pour permettre à l'in lustriel de vérifier l'état d'usure de la pointe, et au besoin de rattraper le jeu, nous avons créé le système de balancier compensateur de pivot, breveté S. G. D. G.; il comprend les pièces suivantes:

La crapaudine en bois dur A se trouve ajustée dans une pièce cylindrique B en métal coulissant sans jeu dans le moyeu du croisillon à 4 branches C qui fait partie du tube de décharge D de la turbine. Un balancier E est articulé d'un bout par les bielles GG à un tourillon traversant un bras du croisillon C, il vient passer sous la pièce B en la supportant et se prolonge en H en dehors du distributeur. Ce balancier est relié, à cette extrémité, à une longue tige K formant chape qui traverse la chambre d'eau et aboutit au plancher de l'usine. Là, elle porte un écrou L, reposant sur une poutre du plancher et supportant par conséquent tout le poids de la turbine, de ses verticaux et de l'engrenage premier moteur. Dans les turbines à conduite d'eau forcée avec chambre d'eau métallique, on peut faire reposer l'écrou L sur une équerre attenant à ladite chambre.



Installation d'une Turbine « Normale » à balancier compensateur brevetée S. G. D. G. - à conduite d'eau libre.

Lors de la mise en marche d'une turbine « NORMALE », on serre l'écrou L de façon que la turbine tourne juste, sans bruit de frottement, dans l'emboîtage du distributeur. Si, à un moment donné, on a un doute sur l'état du pivot, on peut en vérifier l'usure en tournant l'écrou L et ramener, s'il est utile, le contact entre les emboîtages du moteur.

S'il arrivait qu'on voulût remplacer le pivot, on soutiendrait d'abord par en haut avec un palan, la charge des verticaux et de la turbine, on démonterait le balancier E qui laisserait tomber la pièce B portant la crapaudine, on sortirait par l'emplacement libre de B dans le croisillon le pivot qui ne tient à l'arbre vertical que par une simple vis pointée; enfin, on n'aurait plus qu'à mettre en lieu et place des anciennes pièces, des pièces neuves de mêmes numéros de série.

Remarquons que ce remplacement dans la turbine « NORMALE », grâce au vannage extérieur circulaire, peut s'effectuer sans avoir à démonter la turbine, par les simples manœuvres décrites plus haut, et qu'il doit être d'ailleurs excessivement rare, le pivot dans l'eau, s'il est bien construit, devant durer autant que la turbine elle-même.

Après ces explications très détaillées, chacun pourra se former une opinion bien nette sur la valeur des deux sys-

tèmes: Pivots hors l'eau et Pivots dans l'eau. On remarquera surtout que, dans les turbines centripètes à grande vitesse, le graissage du premier exige de l'entretien et une véritable surveillance, tandis que le graissage automatique du second, inhérent à sa construction même, fait qu'on n'a jamais à s'en occuper. Cependant, sur demande expresse et sous toutes réserves, la turbine « NORMALE » peut être également munie d'un pivot hors l'eau.

## 2° CONDITIONS DE MARCHE

#### **IMPLANTATION**

La turbine « NORMALE » doit être installée de façon que le tube de décharge portant le croisillon plonge constamment dans l'eau d'aval, même à l'arrêt et en plus basses eaux.

Elle marche donc noyée et utilise par conséquent toute la hauteur de chute (distance verticale entre les niveaux d'amont et d'aval). Elle est ainsi bien supérieure aux turbines parallèles à libre déviation. Elle peut d'ailleurs être jonvalisée, placée ainsi à un certain niveau au-dessus des eaux d'aval, sans rien perdre de la chute ni de son rendement, avantage qui peut être très appréciable.

#### RENDEMENT

**Le rendement** de la turbine « NORMALE » à plein débit est compris entre 80 et 85 %. Nous le garantissons de 80 % sur marché, il se conserve constant entre le plein débit et les deux tiers du débit ou moitié d'admission. Au tiers d'admission, c'est-à-dire à moitié du débit, le rendement se maintient encore dans les environs de 70 %. Ce moteur a donc une grande élasticité.

La « NORMALE » n'est donc jamais inférieure aux turbines parallèles, à moins de très grandes variations de débit, ce qui est rare. En effet, celles-ci n'ont qu'un rendement assez faible et qui n'est constant que si elles marchent à libre déviation en perdant une hauteur de chute au moins égale à la hauteur de la couronne mobile. Avec la turbine « NORMALE » marchant noyée on regagne, en utilisant toute la chute, la petite perte que peut subir le rendement.

#### INFLUENCE DES REGORDS

La turbine « NORMALE » marche constamment noyée et son rendement se maintient constant, quelle que soit la hauteur des regords en aval. Nous avons installé des turbines « NORMALE » fonctionnant dans de très bonnes conditions avec des variations du niveau d'aval atteignant plusieurs mètres.

## VITESSE ET RÉGULARITÉ

La turbine « NORMALE » est capable d'un très grand débit avec des dimensions restreintes. L'installation en est donc très économique. En outre, elle tourne à grande vitesse, ce qui permet d'employer des organes de transmission légers, d'où diminution des pertes par frottement et des dépenses de premier établissement.

D'après le principe de sa construction (type centripète), la turbine « NORMALE » présente le grand avantage de régulariser elle-même sa vitesse.

En effet, si, par suite d'une diminution des résistances, la turbine tend à s'emporter, la force centrifuge augmente à l'intérieur des aubes mobiles et ralentit le mouvement de l'eau du distributeur vers le centre : le débit diminue. L'inverse se produit si la vitesse diminue.

La turbine est donc sensiblement auto-régulatrice. En outre, le faible poids des pièces en mouvement réduit considérablement les phénomènes d'inertie, ce qui rend la turbine « NORMALE » très facilement réglable par régulateur au cas où une vitesse uniforme est absolument nécessaire. (Voir notre régulateur breveté S. G. D. G.)

### ENTRETIEN, GRAISSAGE

La turbine « NORMALE » ne comporte que des organes simples, métalliques, d'une construction robuste et qui n'exigent aucun entretien.

On n'y rencontre ni rouleau de cuir comme dans les turbines parallèles, ni aubes directrices articulées comme dans certaines turbines américaines, organes qui tous sont sujets à une usure rapide dans l'eau.

Comme nous l'avons dit en parlant du pivot, la turbine « NORMALE » n'exige aucune surveillance et aucun graissage.

Les pièces en mouvement sont équilibrées, les pressions de l'eau sur tous les organes sont symétriques, ce qui rend la marche absolument régulière.

#### INSTALLATION

La turbine « NORMALE » forme un tout complet qui peut être monté par un ouvrier quelconque. Elle n'exige aucune fondation dans l'eau, le pivot étant fixé au tube de décharge qui repose sur le plancher de la chambre d'eau.

#### CONSTRUCTION

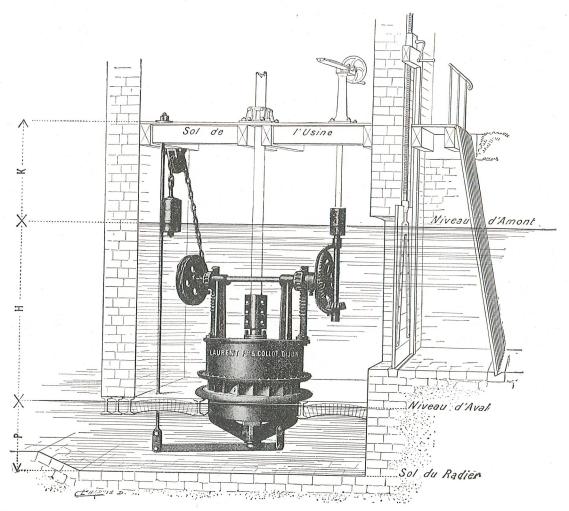
Toutes les pièces de la turbine sont d'une construction robuste et soignée. L'arbre est en acier, toutes les autres parties en fonte de première qualité. La cloche est en tôle pour les numéros de grandes dimensions.

Toutes les pièces sont construites sur gabarits et interchangeables.

## 3° CONDITIONS D'INSTALLATION

La turbine « NORMALE » peut s'installer, suivant les chutes, dans une chambre d'eau ouverte ou dans une chambre d'eau en tôle fermée.

Chambre d'eau ouverte. — La première disposition s'emploie quand le niveau d'amont est au-dessous du sol de l'usine. La figure indique la disposition généralement adoptée.



La chambre, limitée sur ses côtés par deux murs latéraux généralement en maçonnerie, est ouverte à l'amont, fermée à l'aval par un barrage, et à la partie inférieure par un plancher étanche.

L'ouverture d'amont doit toujours être munie d'une vanne de garde qu'on fermera pour descendre dans la chambre d'eau; elle doit être précédée d'une grille en fer destinée à retenir les herbes et les corps flottants. Pour éviter les

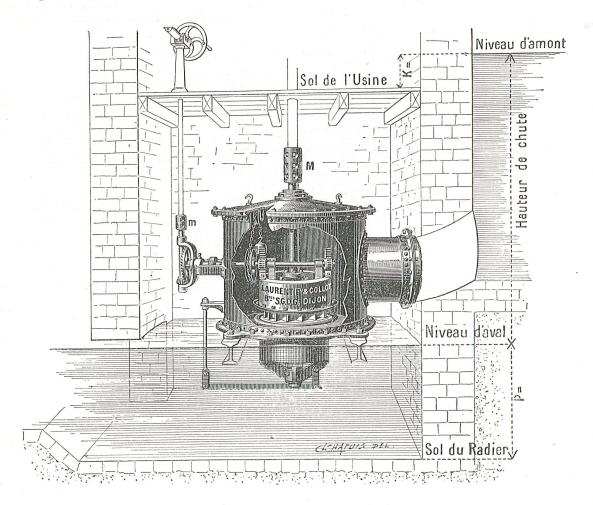
contractions et les pertes de charge malgré le faible écartement des barreaux, il faut donner à la grille une large surface, telle que le total des vides soit égal à environ deux fois la section du canal. On y arrive, soit en élargissant, soit en approfondissant le canal à l'endroit de la grille, soit même en plaçant cette grille obliquement.

Le barrage d'aval peut être formé, soit par un mur en pierre, soit par une cloison en fer avec voûtins de briques, soit enfin par une cloison en madriers

de chêne maintenus par des fers à double T.

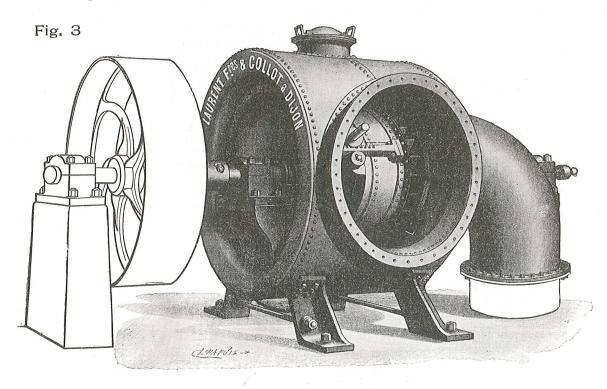
Le plancher est installé sensiblement au niveau de l'eau d'aval. Il peut être constitué soit par des poutres en bois avec platelage en chêne, soit par des fers avec remplissage en briques et ciment, soit même par du béton armé où l'on ménage une ouverture circulaire pour recevoir la turbine. Le barrage d'aval de la chambre d'eau doit être percé d'une large brèche au-dessous du plancher pour laisser s'écouler l'eau qui traverse la turbine.

Chambre d'eau fermée en tôle. — Cette disposition indiquée (par la figure ci-dessous) s'emploie dans le cas où le niveau d'amont est plus élevé que le sol de l'usine.



La turbine est placée à l'intérieur d'un cabinet circulaire en tôle, fermé en bas par un fond portant la turbine et en haut par un couvercle en fonte muni d'un presse-étoupes pour la traversée de l'arbre. Il porte une ouverture de visite fermée par un tampon et une tubulure de raccordement. Ce cabinet d'eau s'installe sur un simple poutrage en fer ou en bois à claire-voie, de manière que le fond soit à quelques centimètres du niveau d'aval.

Turbine à axe horizontal. — La « NORMALE » fonctionne aussi bien sur axe horizontal, et ce dispositif permet d'attaquer directement les transmissions et même les dynamos soit par un simple manchon de raccord, soit par poulies; la turbine et son cabinet peuvent être placés à 5 ou 6 mètres du niveau d'aval par jonvalisation sans perdre la moindre portion de chute et sur le sol même de l'usine, ce qui est un grand avantage pour la visite des organes et leur entretien. (Ce type s'étudie généralement suivant chaque cas particulier à indiquer.)



## 4° CONCLUSION

On voit, d'après ce qui précède, que la turbine « NORMALE » donne les mêmes résultats que ceux si appréciés des turbines américaines et que, grâce à son système de distribution rationnelle, son rendement reste constant dans des limites très étendues, puisqu'il n'est altéré qu'à partir du demi-débit et

a encore à ce moment un rendement égal à celui des meilleures turbines d'anciens modèles, enfin que son balancier compensateur permet à l'industriel de vérifier sans aucune difficulté l'état du pivot en bois. C'est donc bien, comme nous le disions, le moteur le plus perfectionné et le plus pratique que l'on puisse désirer.

## 5° RENSEIGNEMENTS

à fournir pour l'installation d'une turbine

1º Hauteur H réglementaire de la chute utilisable en marche, c'est-à-dire distance verticale du niveau d'amont au niveau d'aval. Indiquer les variations que peut subir cette chute par les crues ou la sécheresse. Cette chute doit être relevée lorsque le volume d'eau que doit absorber le moteur passe par le canal de fuite, afin de tenir compte des regords qui se produisent presque toujours en aval pendant la marche;

- 2º Hauteur entre le niveau d'aval et le sol du radier, P;
- 3º Hauteur entre le sol de l'usine et le niveau d'amont, K;
- 4º Débit utilisable du cours d'eau, en litres, par seconde, dans les différentes conditions d'écoulement : en basses, moyennes et hautes eaux ;
- 5º Largeur du canal d'amenée d'eau en amont, et profondeur prise du niveau de l'eau au fond;
- 6º Largeur du canal de fuite en aval, et profondeur prise du niveau de l'eau au fond;

7° Indiquer le sens de rotation de la turbine, supposée vue en plan, pardessus, soit à droite (sens de marche des aiguilles d'une montre), soit à gauche (sens contraire). A défaut de cette indication, les turbines sont construites pour tourner à droite.

