

Mono ou multicellulaire, de surface ou immergée, à moteur ventilé ou à rotor noyé, pour l'eau potable, l'eau d'égout ou le chauffage, la pompe centrifuge se décline de multiples façons et intéresse de multiples corps de métiers : installateurs, exploitants, grossistes ou bureaux d'études ; aussi avons-nous donné à cet ouvrage de multiples facettes :

● **Exhaustif** (ou presque). Personne, de bonne foi, ne peut prétendre l'être absolument, mais toutes les applications évoquées plus haut sont traitées ici, ainsi que tout ce qui s'y rapporte : terminologie, technologie, détermination, installation et maintenance. Seuls quelques usages peu courants (dans l'industrie chimique et alimentaire, en particulier) ont été omis.

● **Simple et clair**. Lorsque nous consultons un document spécialisé, à la recherche d'une réponse à un problème particulier, nous ne souhaitons pas forcément y trouver un cours magistral traitant du sujet dans sa plus intime complexité, mais simplement... une réponse à notre question.

Notre expérience dans la formation nous permet d'une part d'anticiper les questions et d'autre part d'y répondre le plus clairement et simplement possible, mais sans rien édulcorer ni rien omettre.

● **Un outil de travail**. Un ouvrage technique ne se lit pas comme un roman, de la première à la dernière page. Il doit simplement se trouver à portée de la main et, lorsque le besoin est là, résoudre rapidement et sans hésiter le problème qui se pose. Nous avons étudié le découpage des chapitres dans ce sens et une table des matières abondante est disponible en début de livre.

SOMMAIRE

CHAPITRE I

COMMENT CA MARCHE ?

(La pompe centrifuge vue de l'intérieur) 11

I - PRINCIPE : LE TROU DANS LE SEAU

II - DU SEAU A LA ROUE MOBILE

- Le distributeur, la roue mobile, le corps de pompe, le système d'entraînement

III - DIFFERENTS TYPES DE ROUES CENTRIFUGES

- Radiale, semi-axiale, ouverte, fermée, mono et multicanale

IV - COURBE CARACTERISTIQUE

ET DROITE DE EULER

- Débit, pression, pertes

V - FORME DU CORPS DE POMPE. POUSSEE

AXIALE ET RADIALE

- Corps volute, corps circulaire

II - LES UNITES LEGALES ET... LES AUTRES

(Quelques unités utiles en hydraulique)

II - 1 - La pression

II - 2 - Le débit volumique

II - 3 - La vitesse de rotation

II - 4 - Electricité

II - 5 - Génie climatique

Tableaux d'équivalences

III - POMPES EN SERIE, POMPES EN PARALLELE

IV - LE THEOREME DE BERNOULLI

EST-IL INCONTOURNABLE ?

V - LE BRUIT (Petit précis d'acoustique)

V - 1 - Définir le bruit

V - 2 - Limiter l'émission du bruit

V - 3 - Limiter la propagation du bruit

VI - CHIMIE DE L'EAU - CORROSION ET ENTARTAGE

(Quelques notions utiles)

CHAPITRE II

AUTOUR DE LA POMPE

(Technologie et terminologie)..... 19

I - LES GRANDES FAMILLES

I - 1 - Les pompes volumétriques

I - 2 - Les pompes hélicoïdales ou axiales

II - LES ETANCHEITES

II - 1 - Les étanchéités statiques

II - 2 - Les étanchéités dynamiques : presse-étoupe, garniture mécanique, joint à lèvres

III - VARIANTES TECHNOLOGIQUES

III - 1 - Pompes auto-amorçantes

III - 2 - Pompes monocellulaires et multicellulaires

III - 3 - Les pompes en ligne et les autres

CHAPITRE III

CULTURE PHYSIQUE

(Quelques notions utiles.

Les unités légales et... les autres).....33

I - QUELQUES NOTIONS DE PHYSIQUE UTILES EN HYDRAULIQUE

I - 1 - La masse et le poids

I - 2 - La force et la pression

I - 3 - La masse volumique et la densité

I - 4 - Appliquons toutes ces notions à de l'eau

I - 5 - La pression relative et la pression absolue

I - 6 - L'énergie, la puissance, le travail et le rendement

I - 7 - deux façons de voir le débit

CHAPITRE IV

THEORIE DE L'EVOLUTION

(La pompe centrifuge s'adapte

à son environnement) 53

I - EN CHAUFFAGE ET EN CLIMATISATION

I - 1 - Circulateur

I - 2 - Rotor

I - 3 - Noyé

I - 4 - Avantages de la technologie rotor noyé

I - 5 - Inconvénients

I - 6 - Alors, rotor noyé ou moteur ventilé ?

II - LE BOUCLAGE D'EAU CHAUDE SANITAIRE

II - 1 - Le matériau de la volute

II - 2 - Le moteur électrique

II - 3 - Le démontage

III - EN ADDUCTION D'EAU, SURPRESSION ET IRRIGATION

III - 1 - L'hydroéjecteur

III - 2 - La pompe suspendue

III - 3 - La pompe à ligne d'arbre

III - 4 - Le groupe électropompe immergé

III - 5 - Pompe de surface ou pompe immergée ?

IV - EN RELEVAGE ET ASSAINISSEMENT

IV - 1 - Roue à aubes semi-ouverte

IV - 2 - Roue monocanale ou multicanale

IV - 3 - Roue vortex

IV - 4 - Roue dilacératrice

IV - 5 - Pompes submersibles

et pompes en fosse sèche

- IV - 6 - Le moteur électrique
- IV - 7 - Refroidissement des moteurs
 - A - Pompes submersibles en fonte
 - B - Pompes submersibles en acier inoxydable
 - C - Pompes en fosse sèche
- V - 8 - Les étanchéités

CHAPITRE V

RENCONTRE AVEC UNE POMPE

(Une pompe centrifuge se détermine avec soin).....71

- I - LA PERTE DE CHARGE
 - I - 1 - Les pertes de charge linéaires
 - I - 2 - Les pertes de charge singulières
- II - LA COURBE DE RESEAU
- III - LE BON CHOIX
- IV - LE CIRCULATEUR DE CHAUFFAGE
 - IV - 1 - Le débit
 - IV - 2 - Les besoins calorifiques
 - IV - 3 - la puissance installée
 - IV - 4 - La chute de température
 - IV - 5 - Le calcul du débit
 - IV - 6 - La HMT (Hauteur Manométrique Totale)
 - IV - 7 - Méthode de calcul simplifiée
 - IV - 8 - Le choix du circulateur
 - IV - 9 - Quelle sera l'incidence du sur ou sous-dimensionnement sur le débit de l'installation ?
 - IV - 10 - Choisir une pompe surdimensionnée comporte certains risques et inconvénients
 - IV - 11 - Quel est le degré de fiabilité des calculs ?

V - CIRCULATEURS DOUBLES : UNE OU DEUX TETES EN FONCTIONNEMENT ?

- V - 1 - Le débit sera-t-il divisé par deux ?
- V - 2 - La température chutera-t-elle de façon importante ?
- V - 3 - Comment la chaudière réagira-t-elle ?

VI - LE CIRCULATEUR SANITAIRE

- VI - 1 - A quoi sert-il ?
- VI - 2 - Pourquoi un circulateur "sanitaire" ?
- VI - 3 - Détermination du débit et de la HMT

VII - POMPE POUR L'ADDUCTION D'EAU ET L'IRRIGATION

- VII - 1 - Calcul du débit - Adduction d'eau à usage domestique et fermes
- VII - 2 - Calcul du débit - Adduction d'eau à usage collectif
- VII - 3 - Calcul du débit - Irrigation
- VII - 4 - Calcul de la HMT - Pompe de surface en aspiration ou pompe immergée
- VII - 5 - Calcul de la HMT - Pompe de surface en charge
- VII - 6 - La hauteur géométrique
- VII - 7 - La perte de charge
- VII - 8 - La pression utile
- VII - 9 - La pression de charge
- VII - 10 - La hauteur d'aspiration - NPSH
- VII - 11 - De la pompe au surpresseur
- VII - 12 - Volume du réservoir
 - A - La pression de service
 - B - Le volume total du réservoir

VIII - LES POMPES ET STATIONS D'ASSAINISSEMENT

- VIII - 1 - Types d'utilisations

- A - Eaux usées domestiques
- B - Eaux usées urbaines et rurales
- C - Eaux usées industrielles
- D - Eaux pluviales
- VIII - 2 - Relèvement et refoulement
- VIII - 3 - Détermination du débit
 - A - Habitat seul
 - B - Agglomérations
- VIII - 4 - Détermination de la HMT
 - A - Hauteur géométrique
 - B - Pertes de charge linéaires et singulières
 - C - Détermination du diamètre de la tuyauterie
- VIII - 5 - Choix des pompes
 - A - Pompe de secours
 - B - Le débit et la pression
- VIII - 6 - Pompes en parallèle
- VIII - 7 - Densité et viscosité
- VIII - 8 - Volume de marnage et volume total de la station
 - A - Station équipée d'une seule pompe
 - B - Station équipée de plusieurs pompes
 - C - Niveau d'arrêt des pompes
 - D - Niveau de marche des pompes
- VIII - 9 - Types de réseaux
 - A - Le système unitaire
 - B - Le système séparatif
 - C - Le système pseudo-séparatif
- VIII - 10 - Réseaux non gravitaires
 - A - Réseaux d'assainissement sous pression
 - B - Réseaux d'assainissement sous vide
 - C - Réseaux d'assainissement sous pression par aéro-éjecteur
- IX - LE RENDEMENT GLOBAL DES POMPES
 - IX - 1 - Le calcul du rendement global
 - IX - 2 - Cas particulier : la pompe immergée

CHAPITRE VI

ET POURTANT ELLE TOURNE

(Quelques notions d'électricité appliquées à la pompe) 135

I - NOTIONS DE BASE

- I - 1 - La loi d'Ohm
- I - 2 - L'effet Joule
- I - 3 - La puissance
- I - 4 - L'énergie
- I - 5 - La quantité d'électricité
- I - 6 - Le courant continu
- I - 7 - Le courant alternatif
- I - 8 - Courant alternatif et moteurs asynchrones
- I - 9 - Quelques termes et leur signification
- I - 10 - Tensions simples et tensions composées
- I - 11 - Tension maximale et tension efficace
- I - 12 - Puissance apparente, active et réactive
- I - 13 - Redressement du facteur de puissance

II - ELECTRICITE ET SECURITE

- II - 1 - Les six façons de s'électriser
- II - 2 - Le choc électrique
- II - 3 - Tension de sécurité
- II - 4 - Le court-circuit
- II - 5 - La surcharge
- II - 6 - Protection contre les chocs électriques
 - A - Contact direct
 - B - Contact indirect
 - C - Protection contre les contacts directs

- D - Protection contre les contacts indirects
- E - Protection contre les effets thermiques
- F - Règles d'installation et d'entretien
- II - 7 - Travaux hors tension
- III - LES MOTEURS ELECTRIQUES ASYNCHRONES
- III - 1 - Les différents types de moteurs
 - A - Le moteur à courant continu
 - B - Le moteur synchrone
 - C - Le moteur universel
 - D - Le moteur pas à pas
 - E - Le moteur à aimant permanent
- III - 2 - Le moteur électrique asynchrone - Généralités
- III - 3 - Principe de fonctionnement d'un moteur asynchrone
- III - 4 - Composition d'un moteur asynchrone
- III - 5 - Fréquence de rotation d'un moteur asynchrone
 - A - P : le nombre de paires de pôles
 - B - g : le glissement
 - C - f : la fréquence
- III - 6 - Le moteur asynchrone monophasé
 - A - Constitution
 - B - Principe de fonctionnement
 - C - La phase auxiliaire
 - D - Phase auxiliaire et résistance
 - E - Phase auxiliaire et inductance
 - F - Phase auxiliaire et condensateur
- III - 7 - Relation entre puissance, intensité, rendement, vitesse et cosinus ϕ
- III - 8 - Moteurs asynchrones et pompes centrifuges
 - A - Moteur ventilé standard
 - B - Moteur asynchrone à rotor noyé
 - C - Moteur immergé
 - D - Moteur submersible
- III - 9 - La plaque signalétique du moteur
 - A - Moteur ventilé standard
 - B - Moteur à rotor noyé
 - C - Moteur immergé
 - D - Moteur submersible
- IV - LES CABLES ELECTRIQUES
- IV - 1 - Quelques généralités
 - A - Définition et constitution des câbles
 - B - L'âme conductrice
 - C - L'enveloppe isolante
 - D - La gaine
- IV - 2 - Section des câbles et nombre de conducteurs
- IV - 3 - Détermination de la section des câbles
- IV - 4 - Les différentes catégories de câbles
 - A - Les câbles domestiques
 - B - Les câbles industriels
 - C - Les câbles pour courants faibles
 - D - Les câbles spéciaux
- IV - 5 - L'identification
- V - NOTIONS D'ELECTROMECANIQUE
- V - 1 - Fonction de commande
- V - 2 - Fonction de puissance
- V - 3 - Fonction de protection
 - A - Protection contre les surcharges
 - B - Protection contre les courts-circuits
 - C - Protection contre les défauts d'isolement
- V - 4 - Fonction de sectionnement
- V - 5 - Quelques symboles graphiques des schémas électriques
 - A - Contacts (commande)

- B - Commutateurs unipolaires (commande)
- C - Signalisation
- D - Organes de commande - Relais, contacteurs
- E - Appareillage de puissance
- F - Moteurs, transformateurs
- V - 6 - Raccordement électrique des moteurs triphasés (étoile et triangle)
- V - 7 - Les différents types de démarrage
 - A - Démarrage direct
 - B - Démarrage étoile-triangle
 - C - Le démarreur ralentisseur progressif électronique

CHAPITRE VI

LORSQUE LA POMPE EST LA...

(Installation et mise en service) 175

I - GENERALITES

- I - 1 - Raccordement électrique
- I - 2 - Est-elle prête à démarrer ?
- I - 3 - Mise en route de la pompe
- I - 4 - Refroidissement des moteurs ventilés
- I - 5 - Sens de rotation d'un moteur asynchrone
- I - 6 - Que se passe-t-il lorsqu'une pompe tourne à l'envers ?
- I - 7 - Contrôle du sens de rotation
- I - 8 - Le clapet anti-retour (ou clapet de retenue)
 - A - Un clapet de bonne qualité
 - B - A l'aspiration ou au refoulement de la pompe ?
 - C - Un seul clapet anti-retour

II - CIRCULATEUR DE CHAUFFAGE A ROTOR NOYE

- II - 1 - Position du circulateur
- II - 2 - Raccordement électrique
- II - 3 - Le raccordement à la tuyauterie
- II - 4 - Mise en marche du circulateur

III - POMPES DE SURFACE -

ADDITION ET SUPPRESSION

- III - 1 - L'amorçage

IV - LES POMPES IMMERGEES

- IV - 1 - Contrôles avant l'installation
- IV - 2 - Refroidissement du moteur
- IV - 3 - La régulation de niveau
 - A - Régulation par électrodes (ou sondes) de niveau
 - B - Régulation par sous-intensité

V - POMPES HORIZONTALES SUR SOCLE

- V - 1 - L'alignement
- V - 2 - Le presse-étoupe

VI - LE SURPRESSEUR -

CHOIX ET REGLAGE DU PRESSOSTAT -

LA PRESSION D'AIR DU RESERVOIR

- VI - 1 - Les seuils
- VI - 2 - Le pouvoir de coupure
- VI - 3 - Le nombre de contacts
- VI - 4 - Le type de contacts
- VI - 5 - La plage de fonctionnement
- VI - 6 - Méthode de réglage
- VI - 7 - Valeurs de réglage (pressostat et pression d'air du réservoir)

VII - POMPES DE RELEVAGE

ET D'ASSAINISSEMENT

- VII - 1 - Fonctionnement continu ou intermittent
- VII - 2 - Périodicité des contrôles
- VII - 3 - Que contrôler ?

CHAPITRE VIII

PREVENIR OU GUERIR ?

(Installation et entretien) 195

I - DE LA PUISSANCE HYDRAULIQUE

A LA PUISSANCE ELECTRIQUE

- I - 1 - Les différents niveaux de puissance
- I - 2 - La puissance hydraulique P4
- I - 3 - La puissance mécanique P3
- I - 4 - La puissance mécanique P2
- I - 5 - La puissance électrique P1
- I - 6 - Applications pratiques
 - A - Diagnostic sur l'état de santé d'une pompe et de son moteur
 - B - Retrouver un point de fonctionnement (Q, H) à partir d'une mesure de tension et d'intensité

II - EROSION ET CAVITATION

- II - 1 - L'érosion - Origine
- II - 2 - L'érosion - Diagnostic et remède
- II - 3 - La cavitation - Origine
- II - 4 - La cavitation - Diagnostic et remède

III - CALCULS DE NPSH EN CIRCUIT FERME

IV - DEUX OU TROIS CHOSES UTILES

- IV - 1 - Le coup de bélier
 - A - Le délai de réflexion
 - B - La puissance du coup de bélier
 - C - Les moyens de protection
- IV - 2 - Détermination et pression d'air du vase d'expansion fermé
 - A - Détermination du volume d'eau d'une installation
 - B - Détermination du volume de dilatation d'une installation
 - C - Détermination du volume total du vase
 - D - Détermination de la pression statique de l'installation
 - E - Pression d'air dans le vase d'expansion
- IV - 3 - Calcul du diamètre de diaphragme
- IV - 4 - Problème de circulateur ou problème d'équilibrage ?
- IV - 5 - Des manomètres, partout des manomètres !

CHAPITRE IX

AUJOURD'HUI C'EST DEJA DEMAIN

(Les évolutions présentes et avenir) 219

I - VARIATION DE VITESSE SUR LES POMPES CENTRIFUGES

- I - 1 - Pourquoi faire varier la vitesse ?
- I - 2 - Les applications
- I - 3 - La pompe à vitesse variable, organe de régulation ?
- I - 4 - Influence de la vitesse variable sur les différentes courbes d'une pompe centrifuge
- I - 5 - Autres avantages procurés par la vitesse variable
- I - 6 - Comment faire varier la vitesse de rotation

d'un moteur asynchrone ?

- A - Le train d'ondes
- B - Le hachage de phase
- C - La variation de fréquence
- I - 7 - Principe de fonctionnement d'un variateur de fréquence

II - LA REGULATION

- II - 1 - Les différents types de régulation et leur domaine d'emploi
 - A - La régulation Tout-Ou-Rien -TOR)
 - B - La régulation continue (analogique)
- II - 2 - La boucle ou chaîne de mesure analogique
- II - 3 - Boucle ouverte et boucle fermée
- II - 4 - La régulation Proportionnelle et Intégrale (et Dérivée)
 - A - La régulation Proportionnelle (P)
 - B - La régulation Intégrale (I)
 - C - La régulation Proportionnelle - Intégrale (PI)
 - D - Le mode dérivé (D)

III - LE PRIX DE LA REGULATION ET DE LA VITESSE VARIABLE

IV - COMMUNICATION ET TELEGESTION

V - PROSPECTIVE

- V - 1 - Plus de souplesse ?
- V - 2 - Plus de communication ?
- V - 3 - Plus de rendement ? (le moteur à aimant permanent)