

SOMMAIRE

Préface de M. Roger Cadiergues p. 5
Introduction: objectifs de l'ouvrage..... p. 9

1.6 - Les condensats p. 58
1.7 - Les différents dispositifs de purges..... p. 63
1.8 - La vapeur sous vide p. 73

Chapitre I

LA VAPEUR D'EAU

(rédaction collective)

1. CLÉS POUR LA BONNE COMPRÉHENSION DE CET OUVRAGE
 - 1.1 - Terminologie employée p. 14
 - 1.2 - Unités et symboles utilisés p. 19
 - 1.3 - Les tables de la vapeur saturée et surchauffée exprimées en trois unités p. 22
2. PARTICULARITÉS DU FLUIDE
 - 2.1 - Le choix de la vapeur p. 26
 - 2.2 - La glace, l'eau, la vapeur p. 28
 - 2.3 - Les différentes qualités de vapeur p. 30

Chapitre II

LES PRINCIPES DE FONCTIONNEMENT DES ÉQUIPEMENTS D'UTILISATION DE VAPEUR

(rédigé par MM. BÉZARD et MORAN)

1. LA VAPEUR À USAGES INDUSTRIELS
 - 1.1 - Les chaudières..... p. 34
 - 1.2 - Le traitement d'eau adapté p. 40
 - 1.3 - Véhiculer de la vapeur p. 50
 - 1.4 - Le traçage..... p. 52
 - 1.5 - L'échange p. 56

Chapitre III

LA LIVRAISON DE VAPEUR

(rédigé par MM. BAECKEROOT et RAOULT)

1. LA VAPEUR DELIVRÉE PAR RÉSEAU URBAIN
 - 1.1 - Les réseaux de chaleur p. 80
2. L'ACHEMINEMENT DE LA VAPEUR
 - 2.1 - Les canalisations de distribution de vapeur p. 84
 - 2.2 - Les composants à mettre en œuvre..... p. 94
 - 2.3 - Dilatations et mouvements des tuyauteries p. 98
 - 2.4 - Le calorifuge p. 103
 - 2.5 - La mise en service des canalisations p. 105

Chapitre IV

LA CONCEPTION D'UN ÉQUIPEMENT THERMIQUE (I)

(rédigé par MM. BAECKEROOT et BORUJERDI)

1. DU RÉSEAU À LA SOUS STATION
 - 1.1 - Aménagement de la sous-station p. 112
 - 1.2 - Les composants à mettre en œuvre..... p. 116
 - 1.3 - La régulation p. 120
 - 1.4 - Les échangeurs p. 136
 - 1.5 - La récupération des condensats..... p. 147
 - 1.6 - Le comptage p. 150
 - 1.7 - Les postes préfabriqués p. 153



Chapitre V

LA CONCEPTION D'UN ÉQUIPEMENT THERMIQUE (II)

(rédigé par MM. BAECKEROOT, MORAN
et LOYER)

1. AU-DELÀ DE L'ÉCHANGE

- 1.1 Le secondaire de l'échangeur vapeur HP p. 158
- 1.2 La production d'Eau Chaude Sanitaire p. 162

2. AUTRES UTILISATIONS DE LA VAPEUR

- 2.1 - L'humidification de l'air p. 169
- 2.2 - Le froid par absorption p. 171
- 2.3 - Les turbines à vapeur p. 172
- 2.4 - Autres utilisations p. 174

3. QUELQUES PRIMAIRES PARTICULIERS

- 3.1 Utilisation de la vapeur désurchauffée p. 176
- 3.2 Utilisation de la vapeur B.P p. 178
- 3.3 Eau surchauffée p. 188

Chapitre VI

LA RÉGLEMENTATION ASSOCIÉE

(rédigé par MM. MORAN, RAOULT
et TAFFARD)

1. LE CONTEXTE LÉGISLATIF FRANÇAIS APPLICABLE

- 1.1 - Le référentiel national p. 196
- 1.2 - Comment satisfaire à la réglementation française ? p. 198
- 1.3 - La sécurité des installations p. 206

2. L'EUROPE DES DIRECTIVES

- 2.1 - Le cadre réglementaire relatif aux équipements sous pression (gaz, vapeur ou liquide) p. 208
- 2.2 - Règles à suivre pour fabriquer un E.S.P p. 214
- 2.3 - Quelques conseils utiles p. 216
- 2.4 - Exigences générales pour l'exploitation en service p. 224
- 2.5 - Soudage, essais, teintes conventionnelles p. 229
- 2.6 - La qualité de la vapeur sous ses aspects alimentaires p. 230

3. LE RISQUE JURIDIQUE

CONCERNANT LES E.S.P. p. 231

Chapitre VII

LE SUIVI ET L'ENTRETIEN DES POSTES

(rédigé par MM. BAECKEROOT, LOYER
et RAOULT)

1. LES INTERVENTIONS SUR SITE

- 1.1 - Gérer judicieusement un équipement p. 234
- 1.2 - La boîte à outils et les bons réflexes du compagnon p. 243
- 1.3 - Entretien des échangeurs de vapeur p. 245
- 1.4 - De la mise en route au dépannage p. 247
- 1.5 - Nature des prestations fournies pour un équipement thermique du grand tertiaire p. 251

INTRODUCTION

PRAGMATISME

L'eau a de stupéfiantes propriétés : thermiques, solvantes, pondérales, optiques, qui font que cette molécule simple a priori, mais néanmoins fort précieuse, possède de remarquables possibilités que nous ne cessons d'exploiter. C'est le fluide idéal pour les échanges thermiques. Aisément évaporable et condensable, c'est encore un fluide réfrigérant, commode et bon marché. De plus, l'eau chauffée se transforme en vapeur, celle-ci est utilisée pour de multiples tâches, en de multiples lieux.

Les possibilités d'utilisation qu'offre la vapeur sont si importantes que l'on oublie facilement bon nombre de ses usages. Les turbines des centrales nucléaires installées de par le monde utilisent de la vapeur, comme les réseaux de chaleur de New York, Montréal, Paris, Copenhague et Munich. Mais on la trouve également utilisée : pour le fonctionnement et le sifflement horaire d'une pendule publique à Vancouver (Canada), pour la bonne marche d'une locomotive assurant la récolte de la canne à sucre aux Philippines, comme au centre de retraitement des déchets nucléaires de La Hague, comme dans l'autoclave d'un renommé savon de Marseille ou encore pour la vulcanisation des pneus dans les différentes usines d'un grand fabricant français. Mais encore, pour le thermoformage des chaussettes d'une marque appréciée et dans une buanderie en service depuis 1910 aux Pays-Bas. Enfin dans le four solaire de la mythique cité-laboratoire qu'est devenue Auroville (aux Indes) et pour terminer aux Etats-Unis, à la Nouvelle Orléans, sur ces "steamers" (littéralement bateaux à vapeur, parfois équipés d'un instrument de musique à vapeur semblable à un orgue), cabotant sur le Mississippi. Le rayonnement international, voire universel, de la vapeur est donc encore aujourd'hui tout à fait indéniable.

Les carrossiers, les cuisiniers, les blanchisseurs, les professionnels des industries électroniques, chimiques, textiles, papetières ou agro-alimentaires, associent à la vapeur l'utilité de son grand contenu de chaleur et de sa température. La vapeur d'eau, eau en changement de phase, est un gaz naturel remarquable "aqueux non déflagrant, irremplaçable et propre", qui s'utilise à la fois en process, en chauffage, en traite-

ment de l'air, en stérilisation et bien sûr pour la production d'électricité dans les centrales nucléaires et thermiques classiques.

Nos grandes inventions datent bien souvent de plus d'un siècle, la turbine de Sir Parsons en fait partie : nous exploitons des techniques qui ont largement fait leurs preuves. Depuis 1791, la combustion par voie humide se pratique dans les centrales de production de chaleur utilisant du fioul lourd (pulvérisation de fioul lourd avec assistance de la vapeur) ; l'injection d'eau ou de vapeur dans les turbines à gaz pour la réduction des NOx à partir de la pompe à vapeur d'eau est mise en pratique actuellement par Gaz de France. La cogénération (hier "chaleur force") et la trigénération font l'actualité de la vapeur, qui mérite pour le moins une remise en mémoire de quelques uns de ses usages pour l'utiliser utilement et rationnellement, ceci notamment à l'intention des jeunes générations.

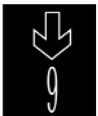
CONTENU DE L'OUVRAGE

A partir de recommandations et d'exemples, quelques professionnels impliqués dans la filière ont souhaité faire partager leurs connaissances du sujet, sous deux approches :

- la vapeur d'eau utilisée comme fluide industriel (process des industries), là où elle permet de transporter des quantités importantes d'énergie dans un faible volume, avec des niveaux de température en correspondance avec les besoins de l'industriel. La vapeur permet d'obtenir avec souplesse des temps de chauffe précis;
- la vapeur utilisée comme vecteur thermique dans le cas de réseaux urbains (produite notamment à partir de la valorisation énergétique des déchets ménagers).

La vapeur d'eau se trouve être utilisée majoritairement dans les process industriels et quelquefois comme vecteur énergétique d'un réseau de chaleur. La diversité des usages industriels de la vapeur ne permet pas d'exposer en détail chacune des utilisations.

Mais les principes qui concernent la vapeur industrielle s'appliquent à la vapeur de réseau et inversement, la cascade des besoins, l'épuisement de la chaleur et le fonctionnement de la boucle énergétique étant assez similaires.





Plateforme pédagogique du Lycée Raspail.

À partir des observations et autres recommandations formulées dans ce manuel technique de facilitation, les coauteurs espèrent que ces "tours de mains", s'apparenteront pour le lecteur au manuel de recettes pratiques dont se sert la ménagère lorsqu'elle veut utiliser sa "cocotte minute". Il s'agit d'abord de démystifier ce noble vecteur énergétique qu'est la vapeur d'eau lorsqu'elle doit être produite, de permettre à

porter aux publications existantes des spécialistes du traitement d'eau pour compléter utilement ce manuel.

D'autre part, les auteurs n'ont pas souhaiter négliger les habitudes et les usages de la profession. La calorie et la kilocalorie sont des unités industrielles toujours utilisées. Les unités du Système International cohabiteront donc quelquefois avec leurs anciennes compagnes : les calories (1 calorie = 4,186 joules).

Quatre vingt années séparent la première circulaire officielle sur les appareils à pression de vapeur (1919) et la transposition par les états membres de la Directive européenne "Équipements sous pression" (1999, la vapeur classée dans les fluides non dangereux par la commission de Bruxelles).

Afin de souligner la récurrence de la vapeur et d'assurer la pérennité de ses utilisations, six coauteurs vous invitent à un partage des connaissances sur ce sujet.

A cet effet, les échanges d'informations sur les bonnes pratiques, et l'intervention possible des coauteurs dans des formations spécialisées, créeront l'intercommunication souhaitable entre "le terrain" et les concepteurs, sans omettre les plates-formes pédagogiques (de l'Éducation Nationale et des différents constructeurs) dédiées spécifiquement à l'usage de la vapeur et mises à disposition de tous ceux qui souhaiteront aller au-delà de ce document, pour maintenir un savoir-faire spécifique, toujours recherché.

Rappel : le joule est l'unité de mesure de l'enthalpie, c'est à la fois une unité d'énergie, de travail ou de quantité de chaleur. C'est la seule unité légale pour exprimer ces valeurs.

Mémo de base

ÉNERGIE <i>(travail, chaleur)</i>	PUISSANCE <i>(énergie/temps)</i>
---	--

L'unité légale est le joule. En pratique on utilise plutôt le kJ (1000 J) ou le kWh (3600 kJ). L'ancienne unité de chaleur était la calorie, et en pratique la kilocalorie (1,163 Wh ou 4,186 kJ)... voire la thermie (1000 kcal).

L'unité légale est le watt (1 joule/seconde), le wattheure est l'énergie fournie en une heure par une puissance de 1 watt. En matière de chaleur, on utilise encore souvent la kcal/h qui équivaut à 1,163 W.

l'homme de l'art de contrôler le parcours du fluide dans des conditions idoines de transport et enfin d'acquérir une maîtrise globale des paramètres et des techniques éprouvées qui la concernent.

Attention, le traitement d'eau des chaudières n'a pu être abordé que très succinctement dans cet ouvrage ; c'est néanmoins un passage obligé de la production de vapeur, aussi nous recommandons au lecteur de se rap-

Michel RAOULT