



ULTIMHEAT®
VIRTUAL MUSEUM

D^r H. RIETSCHEL
TRAITÉ THÉORIQUE ET PRATIQUE
DE CHAUFFAGE
ET
DE VENTILATION
TEXTE

D^r H. RIETSCHEL
TRAITÉ THÉORIQUE
ET PRATIQUE
DE CHAUFFAGE
ET
DE VENTILATION
TEXTE

PARIS & LIÈGE
CH. BÉRANGER ÉDITEUR

CH. BÉRANGER
ÉDITEUR

CHAUDIÈRES
RADIATEURS
ACCESSOIRES

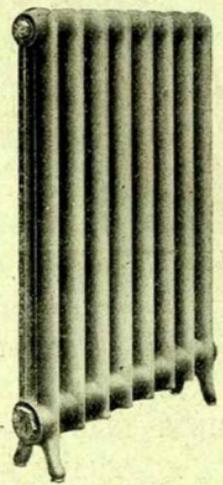
“ IDÉAL ”

POUR LE

CHAUFFAGE à EAU CHAUDE ou à VAPEUR à BASSE PRESSION



Chaudière “IDÉAL” type Cyclone.



Radiateur “IDÉAL” double uni.

Chaudières en fonte “Idéal”.

Type “PREMIER” : de 6.600 à 55.000 calories.

Type “CYCLONE” : de 48.000 à 310.000 calories.

Radiateurs en fonte “Idéal”.

Unis ou ornés, à 1, 2 ou 3 colonnes.

Droits, angulaires, circulaires et spéciaux.

Accessoires pour le chauffage à b. p.

Régulateurs, Purgeurs, Manomètres, Thermomètres,
Indicateurs de niveau d'eau, Robinetterie, Calorifuge.

Outils pour le chauffage à b. p.

Filières, Coupe-tubes, Serre-tubes, Pincés à tubes,
Etaux à tubes, Alésoirs, Scies à métaux, Clefs, etc.

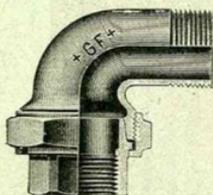
COMPAGNIE NATIONALE DES RADIATEURS

24, rue de Mogador, PARIS (9^e)

SUR DEMANDE, ENVOI GRATIS DU CATALOGUE

RACCORDS

EN FONTE MALLÉABLE



MARQUE

+ GF +

DÉPOSÉE



*Les seuls raccords offrant une sécurité absolue d'étanchéité,
— parce qu'ils sont essayés à la pression hydraulique —
de vingt kilog. et taraudés avec un fini irréprochable.*

VARIÉTÉ TRÈS CONSIDÉRABLE DE MODÈLES ET DIMENSIONS
ÉGAUX ET RÉDUITS DE 5/10 à 102/114

RACCORDS NOIRS ET ZINGUÉS AU FEU

STOCK PERMANENT : 125.000 KILOS

ROBINETS DE RÉGLAGE POUR CHAUFFAGE

Outillage perfectionné pour la pose des Tubes et Raccords

Sté ANONYME POUR LA VENTE DES RACCORDS SUISSES

45, Boulevard Richard-Lenoir
PARIS

POUR TOUS LES
CHAUFFAGES par RADIATEURS

LES

HAUDIÈRES SMMA

= EN ACIER =

Sont

LES PLUS ROBUSTES
LES PLUS RÉGULIÈRES
LES PLUS ÉCONOMIQUES

Demander CATALOGUE et NOTICES
techniques à la



SOCIÉTÉ MÉTALLURGIQUE DE
MONTBARD-AULNOYE

11. Place de la Madeleine - Paris

Librairie Polytechnique Ch. BÉRANGER, Éditeur

PARIS, RUE DES SAINTS-PÈRES, 43. — LIÈGE, RUE DE LA RÉGENCE, 21.

HÛTTE MANUEL DE L'INGÉNIEUR

Mathématiques — Mécanique — Physique et Chimie — Résistance des matériaux — Connaissance des matières — Parties de machines — Machines motrices — Machines de travail — Science des mesures — Construction — Ventilation et chauffage — Distribution de l'eau — Drainage des villes — Construction des routes — Statique des constructions — Constructions des ponts — Construction des navires et machines de navires — Technologie des chemins de fer. — Sidérurgie — Technologie électrique. — Fabrication du gaz.

Nouvelle édition française du Manuel de la « SOCIÉTÉ HÛTTE » traduit par

L. DESMAREST

MEMBRE DE LA SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS DE FRANCE, DIRECTEUR DE PAPETERIES

Deux beaux volumes solidement reliés en cuir plein, dorés en tête, de plus de 1300 et 900 pages de texte respectivement, avec plus de 1200 figures dans le texte.

PRIX : 30 FRANCS

ABRÉGÉ DE LA TABLE DES MATIÈRES

TABLE DES MATIÈRES DU TOME I

PREMIÈRE SECTION. — Mathématiques. Tables. Arithmétique. Fonctions circulaires et hyperboliques. Calcul différentiel et intégral. Calcul des probabilités et théorie des erreurs d'observation. Géométrie analytique. Étendue des surfaces et des solides. Perspective parallèle.

DEUXIÈME SECTION. — Mécanique des corps solides. Théorie géométrique du mouvement (phononomie). Mécanique physique. Statique des corps solides. Dynamique des corps solides. Résistances de frottement. — **Mécanique des fluides liquides.** Statique des fluides liquides. Dynamique des fluides liquides.

TROISIÈME SECTION. — Chaleur (y compris la mécanique des gaz et des vapeurs). Propriétés générales des corps au point de vue de la chaleur. Transmission de la chaleur. Principes généraux de la thermodynamique. Gaz parfaits. Vapeurs. Mouvement des courants de gaz et de vapeurs. Combustion. Pression du vent et résistance de l'air.

QUATRIÈME SECTION. — Théorie de la résistance. Généralités et données d'expériences. Résistances des barres droites. Résistance des barres à courbure simple. Résistance des ressorts. Résistance des plaques et récipients.

CINQUIÈME SECTION. — Connaissance des matières. Généralités. Métaux. Pierres naturelles et terres. Pierres artificielles. Mortiers, enduits, ciment, béton, etc. Verre. Caoutchouc et gutta-percha. Verre soluble, mastics, asphalte, carton pour toitures. Bois d'œuvre. Corps lubrifiants. Courroies en cuir pour transmissions. Combustibles.

SIXIÈME SECTION. — Parties de machines. Organes d'assemblage des parties de machines. Parties de machines pour le mouvement de rotation. Parties de machines pour l'élevation des charges. Organes d'arrêt et de freinage. Pistons, tiges de pistons et boîtes à étoupes. Mouvement de manivelle. Parties de machines pour la réception et la conduite des fluides. Parties de machines servant à les régler.

SEPTIÈME SECTION. — Machines motrices. Mesure du travail et de la puissance. Moteurs animés. Moteurs hydrauliques. Chaudières à vapeur. Machines à vapeur. Moteurs à combustion.

HUITIÈME SECTION. — Machines de travail. Machines outils. Machines à élever les fardeaux. Machines à pression hydraulique pour l'élevation des fardeaux. Ascenseurs. Machines d'extraction. Moyens de transport et d'emmagasinage pour les matières en grains et morceaux. Appareils élévateurs pour les liquides. Souffleries et compresseurs.

TABLE DES MATIÈRES DU TOME II

NEUVIÈME SECTION. — Sciences des mesures.

DIXIÈME SECTION. — Construction. Fondations des bâtiments. Maçonnerie. Toitures. Compléments des constructions. Bâtiments spéciaux.

ONZIÈME SECTION. — Ventilation et chauffage. Ventilation. Chauffage.

DOUZIÈME SECTION. — Distribution de l'eau.

TREIZIÈME SECTION. — Drainage des villes.

QUATORZIÈME SECTION. — Construction des routes. Généralités. Construction et entretien des routes.

QUINZIÈME SECTION. — Statistique des routes. Généralités. Construction des ponts et des toitures. Pression des terres et murs de soutènement. Voûtes. Constructions en béton armé.

SEIZIÈME SECTION. — Construction de ponts.

DIX-SEPTIÈME SECTION. — Construction des

navires et des machines de navires. Construction des navires. Construction des machines de navires.

DIX-HUITIÈME SECTION. — Technologie des chemins de fer. Construction des chemins de fer. Matériel d'exploitation. Exploitation. Transports sur câbles. Tramways.

DIX-NEUVIÈME SECTION. — Sidérurgie. Minerais de fer. Production de la fonte brute. Production du fer malléable. Laminiers.

VINGTIÈME SECTION. — Technologie électrique. Généralités. Piles. Dynamos génératrices et motrices. Transformateurs rotatifs et transformateurs fixes. Couplage et réglage des génératrices de courant. Propriétés des divers systèmes. choix du système de courant. Canalisations. Eclairage. Tramways électriques. Prescriptions et règles de la société des électriciens allemands. Tables.

VINGT ET UNIÈME SECTION. — Fabrication du gaz.

Catalogue et prospectus détaillés gratuits et franco.



DAVÈNE, ROBIN & C^{ie} Ingénieurs-Constructeurs

33, RUE DES TOURNELLES

ADR. TÉLÉGR.
CALORIGUR-PARIS

PARIS

Téléph. 1002-78

CHAUFFAGES MODERNES

PAR L'EAU CHAUDE, LA VAPEUR A BASSE PRESSION, L'AIR CHAUD
FACILEMENT APPLICABLES A TOUTES LES HABITATIONS, CHATEAUX,
MONUMENTS PUBLICS, VILLAS, HOTELS, BUREAUX, etc.

CHAUFFAGE DES APPARTEMENTS

avec chaudière *du même niveau* que les Radiateurs
INSTALLATIONS DEMONTABLES pour LOCATAIRES

RÉGLAGE AUTOMATIQUE

ÉCONOMIE CONSIDÉRABLE de COMBUSTIBLE

CALORIFÈRES A EAU CHAUDE OU A VAPEUR EN CAVE

SUPPRIMANT LES RADIATEURS DANS LES PIÈCES ET UTILISANT
LES TRAVAUX EXISTANTS

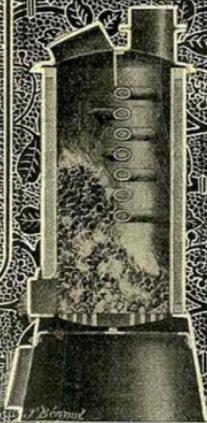
Distribution Facultative d'Eau chaude pour le Chauffage

pour SALLES de BAINS, DOUCHES, TOILETTES, etc.
fonctionnant même en Été

Calorifères GURNEY

pour le CHAUFFAGE par L'AIR CHAUD LÉGÈREMENT SATURÉ

CATALOGUES et DEVIS FRANCO



AGENCES EN FRANCE DANS TOUS LES DÉPARTEMENTS, ET A ALGER, ATHÈNES, BARCELONE, BRUXELLES,
CONSTANTINOPLE, MADRID, ODESSA, ROUTSCHOUK, TIEN-TSIN, BUENOS-AYRES, ETC.

VOYAGES GRATUITS

Nos monteurs voyagent dans toute la France, il n'est généralement pas compté de frais de voyage, si la commande nous est remise un ou deux mois à l'avance.

LEROY & C^{ie}

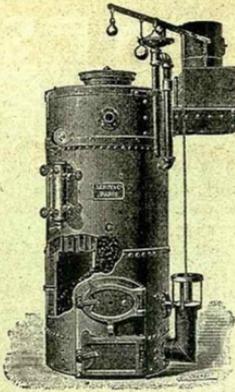
INGÉNIEURS-CONSTRUCTEURS E. C. P.

30, Rue Berthollet, 30 — PARIS

TÉLÉPHONE 805-66

INSTALLATIONS de CHAUFFAGES HYGIÉNIQUES

par l'Eau chaude et par la Vapeur à basse pression



Hôtels particuliers, Villas, Châteaux, Maisons de Rapport, Hôtels à Voyageurs, Magasins, Bureaux, Ateliers, Écoles, Lycées, Collèges, Hôpitaux, Hospices, etc.

Chaudière Leroy & C^{ie}

à Combustion continue
et Fonctionnement automatique

ROBINET LEROY & C^{ie}

Progressif, à double système de réglage.

CHAUFFAGES et SÉCHAGES INDUSTRIELS

AÉRO-CALORIFÈRES

Ventilateurs Leroy & C^{ie}

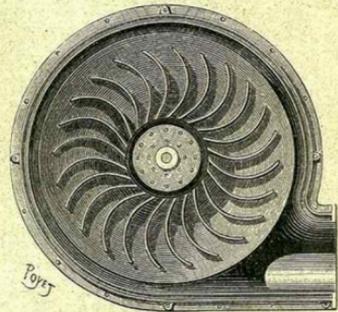
à faible débit et haute pression
à moyen débit et moyenne pression
à grand débit et basse pression.

VENTILATEURS DÉPLACEURS D'AIR

Ventilateurs Électriques.

VENTILATION — AÉRATION — HUMIDIFICATION

ASPIRATION DE POUSSIÈRES



Envoi franco de Catalogues et de Références

ÉTUDES, PLANS ET DEVIS GRATUITS.

SOCIÉTÉ ANONYME
des Hauts Fourneaux et Fonderies

DE

BROUSSEVAL

Ancienne Maison FESTUGIÈRE Frères

TUYAUX & POÈLES A AILETTES
TABLES CHAUFFANTES



RADIATEURS

ET

CHAUDIÈRES



PARIS - 4, rue du Terrage, 4 - PARIS

TÉLÉPHONE : 402-84

CHAUDIÈRES "RADIA"

Brûlant les petits grains d'antracite 5/10 et IC/15, qui coûtent 50 p. 100 moins chers que les autres combustibles.

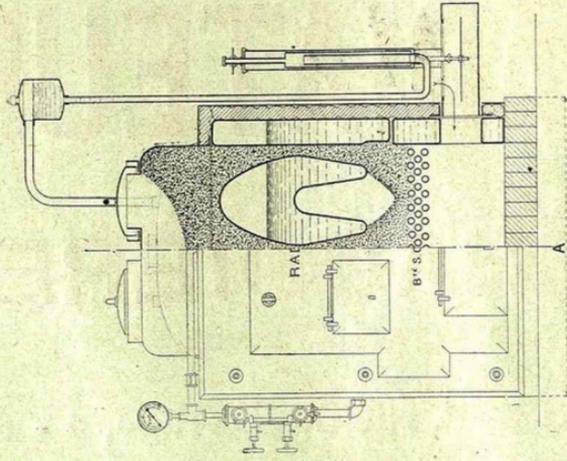
Rendement garanti : 10 kilos d'eau vaporisés par kilogramme de charbon brûlé.

Pression constante donnant douze heures et sans toucher au feu une ligne droite à l'enregistreur de pression.

Vapeur absolument et rigoureusement sèche à n'importe quelle allure de combustion.

CHAUDIÈRES "AXEL"

pour chauffage à eau chaude, à gaz de ville ou grains 5/10, produisant une pression de 0^m 30 cm, permettant la circulation de l'eau à toutes températures.



Teleph. 796-91

J.-S. LAVERGNE & C^{ie}

22, rue Ernest-Cresson, PARIS

FABRICATION SPÉCIALE D'APPAREILS DE CHAUFFAGE

Vapeur — Air — Eau



CHAPPÉE & Fils

Fondeurs-Constructeurs

LE MANS



BUREAUX ET DÉPOT

141, RUE DE RENNES, 141

Téléphone 704-14
et 741-60

PARIS

CHAUDIÈRES DE CHAUFFAGE

En Tôle d'acier soudée ou rivée.

En Fonte : d'une seule pièce ou sectionnées.



RADIATEURS FRANÇAIS

unis, ornés, droits, d'angle, cintrés, circulaires,
à coffre, etc.



SURFACES A AILETTES



TABLES CHAUDES

CHAUDIÈRES INDUSTRIELLES



10

Librairie Polytechnique Ch. BÉRANGER, Éditeur

PARIS, RUE DES SAINTS-PÈRES, 15. — LIÈGE, RUE DE LA RÉGENCE, 21

MÉTHODES TECHNIQUES D'ESSAIS

POUR LE CONTRÔLE

DE LA MARCHÉ DES INSTALLATIONS

ET SPÉCIALEMENT

DES INSTALLATIONS A VAPEUR

A L'USAGE DES LABORATOIRES DE CONSTRUCTION DE MACHINES DES ÉTABLISSEMENTS
D'ENSEIGNEMENT TECHNIQUE

PAR

JULIUS BRAND

Ingénieur,

Professeur émérite aux Écoles Royales réunies de construction de machines à Elberfeld.

SECONDE ÉDITION, REVUE ET AUGMENTÉE

TRADUIT DE L'ALLEMAND

PAR

M. DESJUZEUR

Ingénieur-Directeur de l'Association lyonnaise des propriétaires d'appareils à vapeur à Lyon.

1 volume in-8° contenant 301 figures dans le texte, 2 planches lithographiées
et de nombreux tableaux

PRIX RELIÉ : 20 FRANCS

ABRÉGÉ DE LA TABLE DES MATIÈRES

Les combustibles et la théorie de la combustion. — Analyses industrielles des gaz brûlés. — Détermination du pouvoir calorifique des combustibles solides. — Détermination du pouvoir calorifique des combustibles gazeux et liquides. — Prise des échantillons. — Détermination de l'humidité. — Détermination de l'intensité de la fumée. — Mesures des températures. — Mesure des différences de pression. — Planimètres polaires. — Indicateur ; Indicateur des types ordinaires. — Indicateur totalisateur. — Dispositifs de réduction de course. — Tarage des ressorts d'in-

dicateur. — Essai du porte-crayon. — Calcul de l'échelle du ressort à chaud. — Calcul de l'échelle moyenne du ressort. — Indicateur de torsion. — Indicateur manographe optique. — Essais de rendement sur les chaudières et machines à vapeur ; Règles. Calcul du travail d'une machine d'après le diagramme. Mesure de la pression moyenne de la vapeur d'après le diagramme. — Déterminations de puissance effectuées sur des installations à vapeur. — Diagrammes défectueux et diagrammes corrects. — Application de la méthode de Rankin aux diagrammes. — Essais des huiles de graissage. — Appendice. — Annexes.

Catalogue et Prospectus détaillés gratuits et franco.

SOCIÉTÉ ANONYME des USINES A TUBES DE LA MEUSE
SCLESSIN près **LIÈGE (Belgique)**

Anciennement Escaut et Meuse.

Spécialité de Tuyauterie

pour le

CHAUFFAGE CENTRAL

A LA VAPEUR ET A L'EAU CHAUDE

La Société des Usines à tubes de la Meuse possède en Belgique les Usines les plus importantes pour la Fabrication des Tubes :

Tubes sans soudure. — Tubes soudés par recouvrement et rapprochement.
— Poteaux. — Conduites pour eau, gaz, vapeur, pétrole. — Serpentins. — Corps creux de toutes formes et de tous genres.

Nous attirons spécialement l'attention des propriétaires désireux d'installer dans leurs immeubles le **CHAUFFAGE CENTRAL** sur les avantages qu'ils retirent de l'emploi de nos

Tubes soudés à emboîtements multiples à soudure renforcée

BREVETÉS EN BELGIQUE ET A L'ÉTRANGER

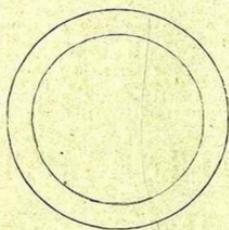


Fig. 1. — Tube à gaz ordinaire.

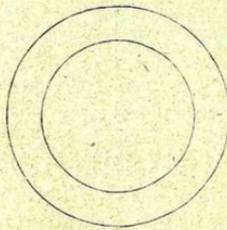


Fig. 2. — Tube à gaz à épaisseur renforcée.

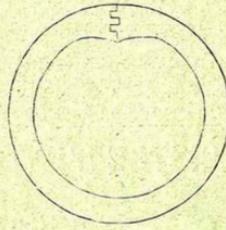


Fig. 3. — Tube à soudure à emboîtements, renforcée.

Les architectes et les entrepreneurs connaissent les dégâts irrémédiables que peut causer l'emploi d'un tuyau mal soudé, par suite d'une fuite de vapeur ou d'eau chaude, qui ne se décèle le plus souvent que lorsque l'immeuble est terminé, peint et décoré.

La fuite se produisant toujours à l'endroit de la soudure lorsque celle-ci est défectueuse, c'est à la qualité de la **soudure des tubes** que l'on reconnaît une installation bien conçue et bien exécutée.

Notre tube breveté n'est pas formé comme le tube gaz ordinaire (fig. 1) d'une tôle contournée, dont les bords sont **juxtaposés** l'un contre l'autre. — Dans notre tube, les bords de la tôle ont été **dentelés** et l'assemblage des deux rives à la chaleur soudante se fait par **rainures et languettes** (fig. 3).

De plus, alors que les autres fabricants, pour remédier à l'imperfection de la soudure, sont obligés de renforcer l'épaisseur du tube qu'ils préconisent, ce qui en augmente le poids et le prix (fig. 2), notre fabrication renforce l'épaisseur à l'endroit de la **soudure seulement** (fig. 3) ne donnant au corps du tube que l'épaisseur nécessaire pour assurer la résistance à la pression.

C'est la combinaison de ces deux avantages qui fait l'objet de notre système breveté, système **admis par les administrations publiques** et ayant reçu la consécration de l'expérience.

Imposez à votre fournisseur l'emploi des **Tubes soudés à emboîtements multiples, à soudure renforcée, peints en bleu et portant la marque de fabrique déposée U. T. M.**, ou plus simplement sous le nom consacré par le commerce :

TUBES BLEUS U. T. M.



Librairie Polytechnique Ch. BÉRANGER, Éditeur

PARIS, RUE DES SAINTS-PÈRES, 15. — LIÈGE, RUE DE LA RÉGENCE, 21

GUIDE PRATIQUE

DES ÉPREUVES D'APPAREILS A VAPEUR ET A GAZ COMPRIMÉS

Par HENRI MATHIEU

S.-Ingénieur des Mines, Inspecteur des appareils à vapeur de la Seine, Officier de l'Instruction publique.

PRÉFACE DE MAURICE BELLOM

Ingénieur en chef des Mines, Professeur à l'École nationale supérieure des Mines.

Un volume in-18 jésus, contenant 20 figures dans le texte. — Prix relié. 5 francs.

TABLE ANALYTIQUE DES MATIÈRES

Préface.

CHAPITRE PREMIER. — **Réglementation des appareils à vapeur.** — Appareils soumis aux épreuves. — Chaudières à vapeur. — Récipients de vapeur. — Organes divers. — Réchauffeurs et économiseurs. — Sécheurs et surchauffeurs. — Organes soumis à des pressions différentes. — Pièces détachées.

CHAPITRE II. — **Généralités sur les épreuves.** — Nature de l'épreuve hydraulique. — Services chargés des épreuves officielles.

CHAPITRE III. — **Surcharges d'épreuve.** — Appareils fonctionnant à terre. — Appareils fonctionnant sur l'eau. — Navigation d'eau douce. — Navigation maritime. — Réépreuve des appareils avec la surcharge primitive.

CHAPITRE IV. — **Médailles de timbre, plaques d'identité et d'exemption.** — Médailles de timbre. — Changement du timbre primitif. — Plaques d'identité et d'exemption. — Plaques d'identité. — Plaques d'exemption.

CHAPITRE V. — **Epreuves des appareils neufs.** — Appareils construits en France. — Appareils fonctionnant à terre. — Appareils fonctionnant sur l'eau. — Appareils construits à l'étranger. — Appareils fonction-

nant à terre. — Appareils fonctionnant sur l'eau. — Appareils français exportés.

CHAPITRE VI. — **Renouvellement des épreuves.** — Mise à nu des appareils. — Visites des appareils. — Epreuves périodiques. — Installations nouvelles. — Réparations notables. — Chômage prolongé. — Epreuves après suspicieux.

CHAPITRE VII. — **Préparation et exécution d'une épreuve de chaudière.** — Préparatifs à faire. — Exécution de l'épreuve officielle.

CHAPITRE VIII. — **Epreuves des récipients à gaz liquéfiés ou comprimés.** — Préparation des épreuves. — Exécution des épreuves.

CHAPITRE IX. — **Certificats et droits d'épreuve.** — Certificats d'épreuve. — Droits d'épreuve.

Annexes. — Rapport de visite extérieure de l'Association parisienne. — Rapport de visite intérieure et extérieure de l'Association alsacienne. — Répartition des ingénieurs, sous-ingénieurs et contrôleurs des mines. — Répartitions des Commissions de surveillance. — Répartition des Commissions de visites. — Répartition des Associations de propriétaires d'appareils à vapeur. — Formule de certificat d'épreuve. — Extrait du registre des épreuves. — Avertissement des contributions directes. — Lois pénales des 21 juillet 1856 et 18 avril 1900 (Extraits).

REGISTRE D'ENTRETIEN DES APPAREILS A VAPEUR

CONFORME AUX PRESCRIPTIONS DU

DÉCRET DU 9 OCTOBRE 1907

Portant Règlement pour les Appareils à Vapeur fonctionnant à terre

Par HENRI MATHIEU

Sous-Ingénieur des Mines, Inspecteur des appareils à vapeur de la Seine, Officier de l'Instruction publique.

PRIX CARTONNÉ : 2 fr. 50

AVERTISSEMENT

Le *Registre d'Entretien* dont la tenue est maintenant réglementaire pour les appareils à vapeur fonctionnant à terre est une innovation du décret du 9 octobre 1907.

Ce registre, analogue au *Livre de machine* qui était déjà obligatoire sur les bateaux à vapeur, ne comporte pas plus que ce dernier de modèle officiel, d'où l'embarras dans lequel se trouvent souvent les intéressés pour établir un livre de ce genre, et surtout pour le tenir convenablement.

Afin de combler cette lacune, nous nous sommes adressé à un spécialiste bien connu dans la matière, à M. le s.-ingénieur des mines H. MATHIEU, que ses fonctions d'inspecteur des appareils à vapeur de la Seine mettaient à même d'établir un modèle simple et judicieusement disposé.

C'est ce modèle que nous présentons aujourd'hui au public, et que l'auteur a divisé en *Feuilles caractéristiques* pour les chaudières et récipients de vapeur de l'établissement, et en *Journal de service* proprement dit pour l'inscription successive des opérations prévues par l'article 41 du décret précité.

Une *Instruction* placée en tête du livre donne aux intéressés tous renseignements utiles pour remplir les feuilles caractéristiques et tenir à jour le journal de service suivant les prescriptions réglementaires.

Ajoutons en terminant que ce *Registre d'entretien* peut servir également de *Livre de machine* pour les appareils placés à bord des bateaux.

Catalogue et Prospectus détaillés gratis et franco.

LAMBERT FRÈRES

INGÉNIEURS-CONSTRUCTEURS E. C. P.

Spécialistes dans toutes les applications de la Mécanique du fluide
AIR, EAU, VAPEURS, GAZ DIVERS

BUREAUX ET ATELIERS

32, Rue Kléber, LEVALLOIS-PERRET

Téléphone 520-59

Près PARIS (Seine).

Téléphone 520-59

VENTILATION

Appliquée à l'aération simple ;

- au chauffage ;
- à l'humidification et au rafraîchissement d'ateliers ;
- au chauffage, à l'humidification et au rafraîchissement combinés ;
- à l'humidification de matières textiles en écheveaux et en bourre ;
- à l'assainissement d'ateliers dans lesquels il y a dégagement de poussières, d'humidité et de mauvaises odeurs ;
- au transport pneumatique de tous produits ;
- au séchage de tous produits ;
- au tirage mécanique.

PULVÉRISATION

Appliquée à l'humidification et au rafraîchissement d'ateliers ;

- à l'humidification de matières textiles en écheveaux et en bourre ;
- à l'épuration d'air.

ÉPURATION D'AIR

Appliquée aux installations de dépoussiérage et autres.

Chauffage à Vapeur à Basse Pression.

Prospectus, Références et Devis sur demande.

CHAUDIÈRES



STREBEL

AUTHENTIQUES

Chaudières à Eléments

Les PLUS ANCIENNES et les MEILLEURES d'EUROPE
SURFACES DE CHAUFFE DE 3 A 17 MÈTRES CARRÉS
(80.000 en marche)

CHAUDIÈRES



CATENA

Grandes Chaudières jusqu'à 270 mq.
à encombrement restreint et rendement très élevé.
Pour TRÈS GRANDES INSTALLATIONS : Magasins, Hôpitaux, Ecoles, Monuments publics, etc.

CHAUDIÈRES



ROVA

Petites Chaudières susceptibles d'agrandissement
sur place par éléments intercalés jusqu'à 3,1 mq de
surface de chauffe.

Pour PETITES INSTALLATIONS : Pavillons, Villas, Chauffage par Etages, etc.

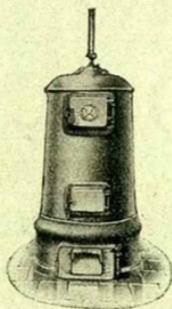
KREBS & C^{ie}, PARIS

Seuls concessionnaires pour la France des Marques Strebel - Strebel, Rova, Catena

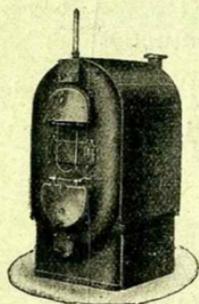
149-151, RUE DE ROME (XVII^e)

(Voir l'annonce en tête du volume.)

Chaudière

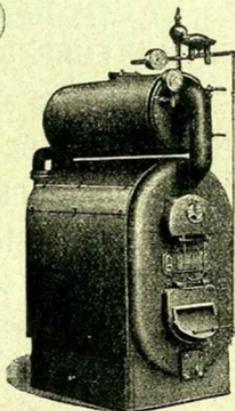


ROVA



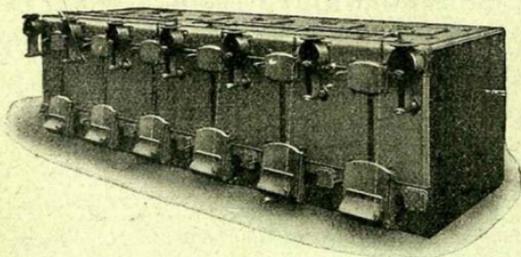
Chaudière STREBEL

AUTHENTIQUE
à eau chaude.



Chaudière STREBEL

AUTHENTIQUE
à vapeur.



Chaudière CATENA

KREBS & C^{ie}, PARIS

(Voir l'annonce à la fin du volume.)

BENNO SCHILDE

BRUXELLES

36, rue Thiéfry.

Téléphone 2348



VENTILATEURS-CENTRIFUGES, système SCHILDE.

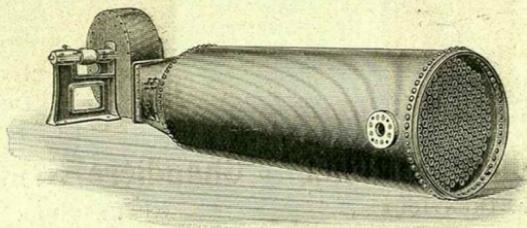
VENTILATEURS-HÉLICOÏDAUX { à Ailes droites.

{ à Ailes courbées.

AÉRO-CONDENSEURS, système SCHILDE.

AÉROCHAUFFEURS pour haute et basse pression.

GROUPES CALORIGÈNES COMPLETS.



SÉCHOIRS MÉCANIQUES brevetés, pour tous Produits.

SÉCHOIR A CLAIES, système SCHILDE, pour Matières
en Bourre et en vrac.

SÉCHOIRS pour FILS en ÉCHEVEAUX, syst. SCHILDE.



VENTILATION. DÉPOUSSIÉRAGE. TRANSPORT PNEUMATIQUE

Humidification des Salles de Filatures et Tissages.



Conditions spéciales pour Installateurs.

CATALOGUES, DEVIS, RENSEIGNEMENTS SUR DEMANDE.

C^{IE} STURTEVANT

PARIS — 62, rue Saint-Lazare — PARIS

CHAUFFAGE, VENTILATION
HUMIDIFICATION, RAFRAICHISSEMENT
DES USINES

LE SYSTÈME STURTEVANT EST DE L'AVIS
DES AUTEURS LES PLUS COMPETENTS

LE MEILLEUR

LE PLUS RATIONNEL

IL PERMET DE DISTRIBUER EN TOUTES SAISONS DE
L'AIR PURIFIÉ A LA TEMPÉRATURE ET AU DEGRÉ
HYGROMÉTRIQUE VOULUS, EN QUANTITÉ CONVENABLE
ET AUX POINTS VOULUS.

*IL UTILISE
LA VAPEUR D'ÉCHAPPEMENT
PAR AÉROCONDENSEUR
ÉCONOMIE CONSIDÉRABLE*

3.500 RÉFÉRENCES

INSTALLATIONS DE 5.000 A 600.000
MÈTRES CUBES

DEMANDER CATALOGUE ILLUSTRÉ N° 136

PROJETS GRATUITS

MANUEL PRATIQUE DES MOTEURS A GAZ ET GAZOGÈNES

GUIDE DE L'INDUSTRIEL, DE L'INGÉNIEUR ET DU CONSTRUCTEUR
pour le choix, l'installation, la conduite et l'entretien des moteurs et gazogènes

PAR

R.-E. MATHOT

Ingénieur-Conseil, Membre de la Société des Ingénieurs civils de France,
de l'« Institution of Mechanical Engineers » d'Angleterre, de l'Association des Ingénieurs
de l'École des Mines du Hainaut à Bruxelles.

Un volume in-8°, contenant 154 figures dans le texte

PRIX RELIÉ : 12 FR. 50

TABLE DES MATIÈRES

Introduction. — CHAPITRE PREMIER. — Forcé motrice. — Frais de premier établissement. — Exploitation. — Prix comparatifs d'installation et d'exploitation entre les machines à vapeur et les moteurs à gaz.

CHAPITRE II. — Choix d'un moteur. — Cycle Otto ou à 4 temps. — Distribution par soupapes. — Allumage. — Tubes d'allumage. — Allumage électrique. Piles. — Magnétos. — Piston. — Disposition du cylindre. — Bâti. — Volants. — Arbre coudé. — Cames, rouleaux, butées. — Coussinets. — Régularité. — Régulateurs. — Moteurs verticaux. — Puissance d'un moteur. — Mise en marche automatique.

CHAPITRE III. — Installation d'un moteur. — Emplacement. — Conduites de gaz. — Compteurs. — Compteurs secs. — Poches, antifluoteurs. — Régulateurs de pression. — Aspiration d'air. — Echappement. — Autorisation administrative.

CHAPITRE IV. — Fondations. Echappement. — Maçonneries. — Trépidations. — Vibrations. — Bruits.

CHAPITRE V. — Circulation d'eau. — Circulation à eau perdue. — Réservoirs. — Réfrigérants.

CHAPITRE VI. — Graissage et lubrification. — Qualités des huiles. — Types de graisseurs.

CHAPITRE VII. — Conditions de bonne marche d'un moteur. — Entretien général. — Graissage. — Étanchéité du cylindre. — Rodage des soupapes. — Paliers et têtes de bielles. — Régulateur. — Joints. — Circulation d'eau. — Réglage.

CHAPITRE VIII. — Mise en marche d'un moteur. — Précautions préliminaires. — Etablissement du régime de marche. — Arrêt du moteur.

CHAPITRE IX. — Perturbations dans la marche d'un moteur. Moyens d'y remédier. — Difficultés de mise en marche. — Défaut de compression. — Présence d'eau dans le cylindre. — Allumage défectueux. — Allumage par tube. — Rupture de tube. — Fuites. — Allumage par piles ou magnétos. — Allumage prématuré. — Détonations intempestives. — Explosions retardées. — Jeu dans les pièces en mouvement. — Echauffement des coussinets. — Echauffement du cylindre et du piston. — Fumées sortant du cylindre. — Graissage défectueux. — Résistances à l'échappement. — Arrêts intempestifs des moteurs.

CHAPITRE X. — Moteurs à gaz pauvre. — Hautes compressions. — Refroidissement. — Inflammations prématurées. — Mode de réglage des moteurs.

CHAPITRE XI. — Gaz pauvres. — Gaz d'éclairage. — Composition des gaz pauvres. — Intoxication par l'oxyde de carbone. — Soins à donner aux personnes intoxiquées par l'oxyde de carbone. — Impuretés des gaz.

CHAPITRE XII. — Gazogènes sous pression. — Gazogènes Dowson. — Générateur. — Insufflation d'air. — Souffleurs. — Ventilateurs. — Compresseurs. — Exhauteurs. — Lavage et épuration. — Gazomètre. — Gazogène au lignite, à la tourbe, etc. — Gazogène au bois. — Gazogène à distillation. — Gazogène à combustion. — Combustion renversée.

CHAPITRE XIII. — Gazogènes par aspiration. — Avantages de ces appareils. — Qualité du combustible. — Disposition d'ensemble. — Générateurs : Corps cylindrique. — Chemise réfractaire. — Grille et support de la chemise. — Cendrier. — Boîte de chargement. — Clapets. — Troir. — Robinet. — Trémie. — Assemblage. — Alimentation d'air. — Vaporisateurs. Réchauffeurs : Vaporisateurs intérieurs. — Vaporisateurs extérieurs. — Vaporisateurs tubulaires. — Vaporisateurs à cloisons. — Fonctionnement des vaporisateurs. — Réchauffeurs d'air. — Collecteurs de poussières. — Refroidisseurs. — Lavours. — Scrubbers. — Appareils d'épuration. — Réservoirs à gaz. — Sécheurs. — Tuyauteries. — Brosse d'épuration. — Conditions de bonne marche des gazogènes : Construction et conception. — Générateur. — Vaporisateur. — Scrubbers. — Montage. — Combustible. — Entretien. — Conduite des appareils : Mise à feu du gazogène. — Mise en marche du moteur : Conduite du gazogène pendant la marche. — Arrêt et nettoyage.

CHAPITRE XIV. — Moteurs à pétrole et à essences diverses. — Moteurs à pétrole. — Moteurs à essences diverses. — Prix comparatifs. — Essais des moteurs à grande vitesse. — Manographe. — Enregistreur continu pour moteur à grande vitesse.

CHAPITRE XV. — Choix d'une installation. — Intervention d'un ingénieur-conseil. — Cahier de charges. — Essais des installations. — Enregistreurs d'explosions pour moteurs industriels. — Analyse des gaz. — Bombe de Witz. — Conduite des installations.

Catalogue et prospectus détaillés gratis et franco.



W. KLEPP

54, Boulevard Richard-Lenoir, 54

— **PARIS** —

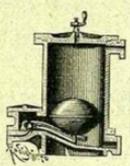


Construction d'Accessoires pour Chaudières
 — **Machines et Chauffage à vapeur.** —

ROBINETTERIE GÉNÉRALE

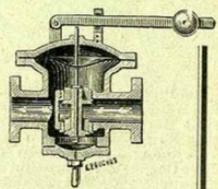
Robinets de réglage. — Robinets vannes.

MANOMÈTRES A MERCURE ET MÉTALLIQUES
 Thermomètres en verre et à cadran.



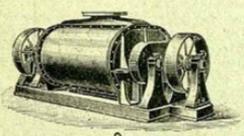
PURGEURS
 automatiques.

DÉTENDEURS
 de vapeur.



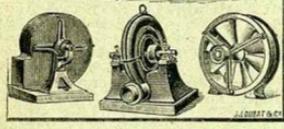
CALORIFUGE " FOSSIL MÉAL "

Pâte " FERROOL-HOCKSIT " pour réunir par Brasure les pièces en Fonte cassées.



VENTILATEURS

Centrifuges et Rotatifs.



Pour aération, séchage, enlèvement de poussières, de buées et de fumées, forges, cubilots, foyers.



Librairie Polytechnique Ch. BÉRANGER, Editeur

PARIS, RUE DES SAINTS-PÈRES, 15. — LIÈGE, RUE DE LA RÉGENCE, 21.

ÉVAPORATION CONDENSATION ET REFROIDISSEMENT

EXPOSÉ, FORMULES ET TABLEAUX

POUR L'USAGE PRATIQUE

PAR

E. HAUSBRAND

Königl. Baurat.

TRADUCTION AUTORISÉE SUR LA QUATRIÈME ÉDITION ALLEMANDE

PAR

G. KÖNIG

Ingénieur diplômé de l'école polytechnique de Hanovre.

Un fort volume in-8°, contenant 36 figures dans le texte et 74 tableaux.

PRIX RELIÉ : 20 FRANCS.

ABRÉGÉ DE LA TABLE DES MATIÈRES

Coefficient de transmission de chaleur k et différence moyenne de température θ_m . — Courant parallèle et contre-courant. — Installation de chauffage à feu direct. — Insufflement de vapeur d'eau saturée. — Vapeur d'eau surchauffée. — Evaporation à l'aide de liquides chauds. — De la transmission de chaleur en général et de celle de la vapeur saturée en particulier. — Transmission de chaleur de la vapeur saturée à travers des tuyaux (serpentins et double-fonds). A. Tuyaux de chauffage (serpentins); B. Dimensions des tuyaux à vapeur; C. Double fonds et enveloppes de chauffage. — Evaporation dans l'appareil à vide. — Appareils à évaporation multiple : A. Rendement d'évaporation de chaque corps; B. Teneur en matières sèches du jus dans chaque corps. — Appareils à évaporation multiple avec prélèvement de vapeur. — Poids d'eau à évaporer de 100 kgr. d'un liquide pour amener sa teneur primitive en matières sèches de $r_1, 0,0$ à la teneur $r_2, 0,0$. — Rapport des surfaces de chauffe des corps d'appareils à évaporation multiple entre eux et leur grandeur absolue. — De la pression exercée sur des gouttes d'eau se trouvant dans l'espace par des courants de vapeur et d'air. — Chemin parcouru par des gouttes d'eau flottant dans l'espace et influencées par des courants de vapeur. — Projection des masses par des liquides en ébullition. — Dimensions de la tuyauterie pour vapeurs d'eau, vapeurs d'alcool et air : A. Pour vapeurs d'eau; B. Pour vapeurs d'alcool; C. Pour de l'air. —

Diamètre des conduites à eau. — Perte de chaleur des appareils et conduites au profit de l'air ambiant et moyens pour l'éviter : A. Perte de chaleur; B. Moyens protecteurs pour parer à la perte de chaleur. — Les condenseurs : A. Les condenseurs à injection; B. Condenseurs à surface (refroidisseurs). — Réchauffement de liquides par la vapeur : A. Quantité constante de liquide; B. Entrée et sortie continue du liquide; C. Le liquide à réchauffement circule dans des tuyaux, vapeur au repos. — Refroidissement des liquides : A. Par l'introduction directe de glace; B. Par l'introduction d'un liquide froid; C. Par évaporation partielle; D. Par contact avec des surfaces métalliques baignées par un liquide plus froid; E. Refroidisseurs à ruissellement; F. Refroidissement par surfaces métalliques baignées d'air froid; G. Refroidissement de l'eau par l'air; H. Refroidissement de l'air par l'eau. — Volume d'air que les pompes à air doivent aspirer du condenseur : A. Généralités; B. Volumes d'air à aspirer des condenseurs à injection dils humides; C. Volumes d'air à aspirer des condenseurs à colonne barométrique, dils secs; D. Volumes d'air à aspirer des condenseurs à surface. — Des pompes à air et de la rarefaction de l'air qu'elles permettent d'atteindre : A. Pompes à air à clapets; B. Pompes à air à tiroir. — Rendement volumétrique des pompes à air : A. Pompes à air sans compensation de pression; B. Pompes à air avec compensation de pression. — Volume à aspirer d'un récipient pour réduire la pression initiale à une pression moindre.

Catalogue et prospectus détaillés gratis et franco.

CHAUFFAGE CENTRAL ET INDUSTRIEL

Chauffage à haute, moyenne et basse pression
par la Vapeur.

Chauffage par l'eau chaude.

Chauffage d'appartements avec chaudière
au niveau des radiateurs.



G. FOREST et C^{ie}

Ingénieur-Constructeur

Ancien Élève de l'École Polytechnique.

Fournisseur des Compagnies de Chemins de Fer,
Des Ministères de la Guerre et de la Marine.

32, BOULEVARD HENRI IV

Téléphone 1034-73.

PARIS

Téléphone 1034-73.



ÉTUDES ET DEVIS SUR DEMANDE

TUBES EN FER ET EN ACIER

pour toutes applications

Spécialité de Tubes en Fer pour Chauffage

CONCESSIONNAIRE DE LA SOCIÉTÉ ANONYME

DES

LAMINOIRS A TUBES D'HAUMONT

pour la vente des Tubes en Fer à Soudure renforcée (système MOI-TROUX), pour Chauffage à la Vapeur et à l'Eau chaude dans les départements de Seine, Seine-et-Oise, Seine-et-Marne, Oise, Marne, Aube, Cher, Haute-Marne, Meuse, Rhône et Isère.

PARIS

53, rue Riquet

TÉLÉPHONE

410-30 — 410-50 — 410-51

Adresse télégraphique :

AUGUSOUDRE-PARIS.

Outils complet pour la pose et l'installation de toute tuyauterie.

Robinetterie spéciale pour les installations de chauffage à la vapeur et à l'eau chaude.

Brides à rainures pour le sertissage des tubes (évitant la soudure ou le brasage).

TUBES EN FER ET RACCORDS

pour Vapeur, Eau, Gaz, Électricité.

Tubes en Acier étiré sans Soudure.

TUYAUX A AILETTES — RACCORDS EN FONTE

DÉPOTS ET AGENCES

Lyon, Nancy, Dijon, Angoulême, Grenoble et Clermont-Ferrand.





Extraits sur le chauffage uniquement



TRAITÉ
THÉORIQUE ET PRATIQUE
DE CHAUFFAGE
ET
DE VENTILATION

Guide pour le calcul et l'établissement des projets et installations
de Chauffage et de Ventilation

A L'USAGE DES INGÉNIEURS, CONSTRUCTEURS, ARCHITECTES
ENTREPRENEURS, ETC.

PAR

LE D^r H. RIETSCHEL

Ingénieur.
Conseiller intime du gouvernement.
Professeur à l'École des Hautes Études techniques de Berlin.

TRADUIT DE L'ALLEMAND SUR LA 4^e ÉDITION

PAR

LÉON LASSON

PREMIÈRE PARTIE

TEXTE

Avec 92 figures dans le texte.

PARIS ET LIÈGE

LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE CH. BÉRANGER, ÉDITEUR
SUCESSEUR DE BAUDRY ET C^{ie}
PARIS, 15, RUE DES SAINTS-PÈRES, 15
MAISON A LIÈGE, 21, RUE DE LA RÉGENCE

1911

Tous droits réservés.

AVANT-PROPOS

Quand le professeur Rietschel, sur les instances du ministre des Travaux Publics de Prusse, publia en 1893 la première édition de cet ouvrage, il disait en présentant son livre au public qu'il voulait avant tout faire œuvre pratique.

Poursuivant les travaux de Pécelet et de Ser, toujours à la base de toute théorie du chauffage et de la ventilation, mettant à profit les dernières découvertes et fort de sa longue expérience, le savant professeur a su édifier une œuvre devenue à juste titre populaire dans les pays de langue allemande. Les données et les tables de Rietschel servent actuellement en Allemagne, en Autriche et en Suisse de guide pour l'établissement de tous les projets d'installations de chauffage et de ventilation. Ce succès montre bien que le but que Rietschel se proposait, « faire un guide pour la pratique », a été parfaitement atteint.

La partie théorique se limite aux développements nécessaires pour permettre l'emploi judicieux des formules dans la pratique. Des exemples montrent le mécanisme de l'application pratique des formules et par la même occasion l'usage des nombreuses tables qui enrichissent cet ouvrage.

Jusqu'à ce jour l'œuvre de Rietschel n'était connue en France que par quelques extraits parus dans des journaux techniques et surtout par les emprunts, souvent anonymes, que lui ont faits les auteurs de certains ouvrages de chauffage édités ces dernières années. Ses tables pourtant sont déjà utilisées par nombre d'installateurs français qui ont eu l'occasion d'apprécier leur valeur et leur commodité. Cette traduction, vient à son heure quand le chauffage prend en France une

extension considérable et que chacun a donc intérêt à connaître les meilleures méthodes de calcul et d'exécution des installations. Elle rendra les plus grands services aux constructeurs, ingénieurs, architectes, et aidera au développement de la science du chauffage en permettant aux techniciens français de connaître l'état de la technique du chauffage en Allemagne.

Je me suis efforcé de rendre littéralement l'esprit de cet ouvrage, m'attachant surtout à l'exactitude et à la clarté. Les formules ont été réécrites selon les notations françaises afin de ne pas dérouter le lecteur français et je m'estimerais avoir atteint mon but si ma traduction rendait aux ingénieurs et constructeurs français les mêmes services que le livre original rend aux constructeurs et ingénieurs allemands.

LE TRADUCTEUR.

Paris, Juillet 1911.

PRÉFACE

DE LA QUATRIÈME ÉDITION

Les grands progrès accomplis ces dernières années dans le domaine de la technique de la Ventilation et du Chauffage m'ont obligé à revoir, compléter et en partie transformer la précédente édition de mon « Guide ». Comme tous les chapitres ont été plus ou moins modifiés, je ne fais ici qu'indiquer succinctement les changements qui sont à mon avis les plus importants.

Dans la « *Ventilation* » il est bon de faire remarquer que pour la détermination de la grandeur du renouvellement d'air nécessaire, on a mis en première ligne, conformément à l'avis des hygiénistes, le maintien d'une température limite dans les pièces occupées. En outre les moyens de provoquer le mouvement de l'air et principalement l'afflux de l'air dans les locaux et l'évacuation de l'air des locaux — importante question et la plus difficile à résoudre dans un projet d'installation de chauffage — ont été traités avec beaucoup plus de détails que précédemment. Le calcul des conduites a été également complété.

Mais c'est dans le « *Chauffage* » que les modifications ont été les plus importantes. Le chauffage à eau chaude a été refait complètement tant au point de vue de la description des systèmes que pour le calcul des diamètres des tuyaux et la distribution des surfaces émissives. La partie théorique a été complétée par de nombreux exemples.

Le calcul du chauffage à vapeur à basse pression a été sensiblement simplifié sans toutefois nuire à son exactitude. Le



chauffage au gaz a été également l'objet d'une étude plus approfondie.

Comme dans les précédentes éditions je me suis efforcé de rester concis, de donner très complète la théorie nécessaire mais en même temps de rendre son emploi aussi facile et aussi simple que possible pour la pratique.

Pour ces raisons j'ai également complété considérablement les tables.

Les tables permettant de calculer la quantité de chaleur perdue par heure par les parois de clôture des locaux ont été complétées par l'adjonction des coefficients de transmission pour un plus grand nombre de murs et de plafonds. Les tables pour le calcul des résistances dans le chauffage à eau chaude ont été complétées et donnent les valeurs pour le chauffage à eau chaude à longue distance. Les valeurs ont été calculées pour une chute de température de 1 degré et en millimètres de colonne d'eau de sorte qu'avec un très simple calcul il sera facile d'employer les tables pour toutes les températures. Les récentes recherches sur la résistance au frottement ont eu pour effet de m'obliger à calculer à nouveau les tables pour le chauffage à vapeur à haute pression.

Les planches ont été complètement remaniées et les dessins de constructions établis d'après un plan uniforme. Il a été naturellement impossible de comprendre dans ces planches toutes les nouvelles constructions dignes d'intérêt. Par suite celles qui y sont données doivent plutôt être considérées comme des types destinés à montrer l'état de la technique du chauffage et de la ventilation.

J'ai été aidé dans mon travail par M. le Conseiller Secret Uber, conseiller d'architecture, qui, en vue du calcul des coefficients de transmission, m'a fourni des données et des dessins des dernières constructions de toits; par M. Fachgenossen qui m'a fourni des dessins de construction; par M. l'ingénieur Schmitz qui s'est chargé de divers travaux nécessitant un temps considérable.

Je me fais un devoir de remercier tous ces messieurs de l'aimable assistance qu'ils ont bien voulu m'accorder.

L'AUTEUR.

PRÉFACE

DE LA PREMIÈRE ÉDITION

Si, sur les instances de Son Excellence Monsieur le Ministre des Travaux Publics, je livre aujourd'hui au public le guide que j'ai écrit pour le calcul et l'établissement du projet des installations de chauffage et de ventilation, c'est qu'il me semble qu'un ouvrage, peu volumineux et établi en vue de la pratique, fait actuellement défaut.

Les ouvrages existant déjà dans le domaine du chauffage et de la ventilation peuvent certainement servir de livre d'étude et de conseil à l'ingénieur mais ne peuvent pas lui servir de guide dans l'exécution des travaux. Ils traitent cette question d'une façon générale et leurs développements théoriques diminuent leur valeur pratique et s'opposent à la concision nécessaire.

Le présent ouvrage doit servir pour la pratique; il ne contient de développements théoriques qu'autant que ceux-ci sont nécessaires pour l'emploi dans la pratique.

Entre le devis et l'exécution des installations de chauffage et de ventilation, il n'existe actuellement, comme j'ai pu m'en rendre compte par la pratique, aucun rapport exact. Pour le devis, le travail exigé de l'ingénieur est considérable par suite du nombre de dessins, de descriptions, de calculs, etc., inutiles qui lui sont demandés; par contre, pour l'exécution tant au point de vue hygiénique qu'au point de vue technique, on exige beaucoup moins des constructeurs et on prépare par suite des installations défectueuses.

Dans le domaine du chauffage et de la ventilation il y a



encore de nombreux points qui actuellement ne peuvent pas être traités scientifiquement. Mais dès qu'il sera possible et pratique de le faire on devra l'exiger tant pour l'amélioration des installations que pour faire naître une concurrence émulative. Seule la méthode scientifique offre toute garantie de ne pas s'égarer et de ne pas aboutir à des erreurs quand parfois dans la pratique on doit s'écarter des chemins battus.

Le but que je me suis proposé en faisant ce guide a été non seulement de faire connaître aux propriétaires et aux constructeurs les exigences qu'ils doivent formuler mais aussi de donner aux ingénieurs les méthodes de calcul nécessaires. Tant pour le devis que pour l'exécution, je me suis efforcé de diminuer le plus possible le travail du calcul et de le rendre plus facile. La façon dont j'ai traité la question et les tables contenues dans la seconde partie de cet ouvrage en sont la meilleure preuve. D'autre part de nombreux exemples montrent l'emploi de la méthode dans la pratique.

Les dessins joints aux textes donnent des éclaircissements sur un grand nombre de constructions les plus importantes employées actuellement dans la pratique. Pour éviter d'allonger inutilement le texte, je n'ai joint aux dessins que les explications absolument nécessaires, supposant par conséquent une certaine connaissance de la question.

L'AUTEUR.

Berlin, Avril 1893.

VENTILATION



CHAUFFAGE

CHAPITRE IX

GÉNÉRALITÉS SUR LES INSTALLATIONS DE CHAUFFAGE

Dans le cours de cet ouvrage on comprendra sous le nom d'installations de chauffage, les installations ayant pour but de remplacer dans un local (ou plusieurs locaux) d'une température déterminée la chaleur perdue dans l'unité de temps soit par transmission soit par absorption des corps d'enceinte. Toute installation de chauffage doit comprendre par conséquent des dispositifs pour la génération de la chaleur et la cession de cette chaleur à l'air du local.

La *génération* de la chaleur se fait presque exclusivement par la voie chimique, par la combustion de combustible et dans ce but il faut un foyer et un récepteur de chaleur. La génération de la chaleur par la voie électrique ne se fait actuellement que dans certains cas isolés excessivement rares en raison des frais énormes qu'elle occasionne, c'est pourquoi nous renvoyons pour ce genre de chauffage aux ouvrages traitant spécialement de ces questions.

La *cession* de la chaleur à l'air se fait soit par rayonnement, soit par conduction et rayonnement combinés; elle a lieu soit directement du combustible (chauffage par feu nu, chauffage par cheminée) soit indirectement en transmettant d'abord la chaleur à une matière appropriée. La cession indirecte de la chaleur à l'air peut dans ce dernier cas se faire sans autre intermédiaire (chauffage à air chaud) ou, par suite de l'obligation où l'on est d'utiliser la chaleur loin de sa source, n'avoir lieu qu'après transport de la chaleur au moyen de fluides propres à véhiculer la chaleur (eau, vapeur) et ainsi la chaleur n'arrive à l'air en partie qu'après multiple transmission à d'autres corps.

L'installation de chauffage la plus parfaite serait l'installation en état de livrer à tout endroit où il y a perte de chaleur une quantité de chaleur égale à celle perdue et destinée à la remplacer. Pourtant comme on ne peut amener la chaleur qu'à certains endroits d'un local, il faut donc, pour que la distribution de la chaleur puisse

se faire, que l'air du local circule. L'air doit chauffer les parois d'enceinte de la pièce. Plus la différence de température entre l'air et les parois d'une part et les corps de chauffe et l'air d'autre part est minime, plus la répartition de la chaleur se fait d'une façon uniforme. Il serait plus juste d'échauffer les parois de la pièce et l'air de la pièce par les dites parois. Quand on chauffe une pièce exclusivement par chaleur rayonnante, on chauffe ainsi d'abord les parois et celles-ci chauffent à leur tour l'air de la pièce. Pourtant ce mode de chauffage ne peut être employé que dans des cas exceptionnels. Abstraction faite des conditions de marche défavorables, il faut aussi considérer que les personnes présentes dans le local sont également atteintes par la chaleur rayonnante et doivent par suite supporter de très grandes différences de température et que l'intensité de la chaleur rayonnante est inversement proportionnelle au carré de la distance, et par suite ce n'est que très rarement qu'on peut recommander ce mode de chauffage.

I. — FOYERS ET SURFACES DE CHAUFFE POUR L'ABSORPTION
DE LA CHALEUR

(Récepteurs de chaleur.)

Nous avons déjà parlé des foyers dans le chapitre VII, § 2 : « Combustion et production de la chaleur ». Dans le présent chapitre nous traiterons des récepteurs de chaleur d'une façon générale, réservant l'étude des détails pour les chapitres consacrés à chacun des modes de chauffage.

La grandeur de la surface de chauffe ainsi que sa forme et le genre de matériaux employés pour sa construction ont une influence prépondérante sur l'utilisation de la chaleur contenue dans les gaz de combustion. Si la surface de chauffe est trop petite par rapport à la quantité de chaleur à recevoir, les gaz de combustion sont forcés de s'échapper par la cheminée à une température relativement élevée et l'installation ne fonctionne pas économiquement. Les frais plus élevés résultant du choix d'une surface de chauffe de grandes dimensions sont en peu de temps compensés par l'économie réalisée dans l'exploitation. Par contre, il faut éviter d'avoir une surface de chauffe trop grande, car on peut alors compromettre la température nécessaire dans la cheminée pour que le tirage se fasse dans de bonnes conditions. Dans une installation de chauffage à marche interrompue, les gaz d'échappement ne doivent pas, dans les cas les plus désavantageux, avoir une température supérieure à 250 à 300° à leur entrée dans la cheminée.

Dans une installation à marche ininterrompue (foyer à magasin) ainsi que dans les poêles à gaz on se base sur la température du liquide ou de l'air à chauffer par la surface de chauffe, augmentée d'environ 80°. On trouvera de plus amples données aux chapitres traitant de chacune des installations de chauffage.

On devrait obliger les installateurs à maintenir les températures de gaz d'échappement soit admises soit prescrites pour le calcul de l'installation. Mais il ne peut jamais être question d'une obligation quelconque concernant la *consommation de combustible* d'une installation, car cette consommation dépend essentiellement du fonctionnement et de l'exploitation rationnelle de l'installation.

Comme le récepteur de chaleur doit fonctionner aussi bien quand la température extérieure est la plus basse que quand elle atteint le degré le plus élevé auquel on juge encore utile de chauffer, il est bon dans une installation d'une certaine importance de répartir sur deux ou plusieurs foyers séparés la surface de chauffe nécessaire, autrement on pourrait avoir des conditions de marche peu avantageuses au point de vue de l'économie et du rendement. Par suite de la division des surfaces de chauffe il est aussi moins coûteux d'installer le foyer de réserve qu'il est bon de prévoir. Quand on a deux foyers on répartit la surface totale de chauffe dans la proportion de 1 : 2 ou 2 : 3 environ, afin que, selon la température extérieure, on puisse employer seulement le petit foyer, ou le grand ou encore les deux ensemble. Quand on a trois foyers ou plus il est avantageux de répartir également la surface de chauffe en parties égales. Dans les installations à foyer à magasin (chaudière sectionnée) dans lesquelles on ne doit installer qu'une seule chaudière, il est de toute nécessité de prévoir la disposition indiquée page 150 et destinée à mettre hors circuit une certaine étendue de la surface de chauffe quand il n'est besoin que de peu de chaleur.

Les corps de chauffe qui doivent transmettre à l'air la chaleur enlevée au combustible (poêles) et sont construits en matériaux conduisant bien la chaleur (fer), ne doivent pas posséder une température trop élevée afin d'éviter que les poussières organiques en suspension dans l'air s'échauffent trop ou brûlent et aussi dans certains cas pour ne pas avoir à souffrir de la chaleur rayonnante, en outre, afin d'obtenir dans la pièce une répartition de chaleur aussi uniforme que possible. Les surfaces de chauffe ne doivent à aucun prix devenir incandescentes pendant la marche normale de l'installation et il faut se conformer à cette prescription même si on considère d'après les travaux et les recherches d'hygiénistes remarquables qu'il est impossible, contrairement à ce que l'on

admettait autrefois, que l'oxyde de carbone traverse les surfaces en fer chauffées jusqu'à l'incandescence.

On peut empêcher l'incandescence des surfaces absorbant la chaleur en les recouvrant d'une matière réfractaire (chamotte) assez mauvaise conductrice de la chaleur. On peut encore dans une certaine mesure empêcher cette incandescence de se produire en donnant une petite dimension à la surface absorbant la chaleur (surface de chauffe lisse) et une grande dimension à la surface émettant la chaleur (surface de chauffe à ailettes). On emploie souvent ce deux moyens.

Quand la protection n'est pas suffisante l'incandescence est prépondérante aux endroits où les surfaces de chauffe se trouvent en contact intime avec les gaz chauds, donc tout particulièrement aux surfaces changeant la direction du mouvement des gaz (coudes, cintres, etc.). Dans tous les foyers il faut également que la direction du mouvement des gaz chauds change fréquemment, afin d'assurer le brassage des gaz très refroidis et des gaz encore peu refroidis.

II. — CORPS DE CHAUFFE

Quand nous passerons en revue les diverses installations de chauffage nous traiterons des corps de chauffe servant au réchauffement des locaux ou de l'air de ventilation et décrirons leur construction, leur réglage et leurs caractères distinctifs. Ce chapitre-ci traite des corps de chauffe d'une façon générale.

1. — Disposition des corps de chauffe dans les locaux à chauffer.

La différence de température entre l'air quittant les corps de chauffe et l'air ambiant est d'autant plus petite que la température des corps de chauffe est plus basse, que l'air est amené plus rapidement en contact avec les corps de chauffe et que les corps de chauffe possèdent peu de hauteur.

La vitesse de l'air montant aux corps de chauffe n'augmente pas proportionnellement à la hauteur. Il est par suite avantageux, si on n'emploie pas de moyens artificiels pour activer le mouvement de l'air, d'employer par principe des corps de chauffe de peu de hauteur, c'est-à-dire de leur donner une surface horizontale aussi grande que possible et comme l'air chaud a un mouvement ascendant, il faut, dans les locaux de hauteur ordinaire et dont les pertes de chaleur par le plafond sont relativement minimes, disposer les

corps de chauffe autant que possible immédiatement au-dessus du plancher.

On doit, à ce point de vue, considérer par conséquent comme les meilleures surfaces de chauffe celles ayant simplement la forme de conduites courant au-dessus du plancher tout autour de la pièce.

Il faut mentionner ici aussi le chauffage par le plancher employé fréquemment depuis peu dans les hôpitaux. Pourtant en employant ce mode de chauffage on doit avoir en vue moins d'échauffer une pièce que d'éviter uniquement un trop grand refroidissement des pieds. Pour prévenir toute plainte ultérieure, on ne doit admettre pour la température du plancher que 22° environ.

Comme en général on ne peut installer des corps de chauffe qu'à certains endroits du local à chauffer, il faut faire en sorte en installant les appareils que pour chacun d'eux le mouvement de l'air s'effectue dans un circuit déterminé. Le mouvement de l'air est provoqué par la rupture d'équilibre occasionnée par l'échauffement de l'air aux corps de chauffe. L'air chauffé étant plus léger se trouve soulevé par l'afflux d'air non chauffé; il se forme aux corps de chauffe des courants d'air chaud ascendants et aux surfaces de refroidissement des courants d'air plus froid descendants. Plus les circuits parcourus par les courants sont petits, plus le chauffage du local sera uniforme. L'étendue de ces circuits dépend de la grandeur du corps de chauffe, du refroidissement de l'air chauffé à ces appareils et des obstacles qui peuvent venir s'opposer au mouvement de l'air.

Dans des pièces peu hautes par rapport à leur longueur, des courants secondaires près du plafond peuvent faire sentir leur action sur la circulation et provoquer une distribution inégale de la chaleur. Une tourelle exigeant beaucoup de chaleur sera chauffée insuffisamment et par suite ne sera pas utilisable en hiver si on n'y dispose aucune surface de chauffe et si le circuit parcouru par les courants des appareils situés en dehors de cette tourelle a un sens de circulation influencé surtout par d'autres surfaces de refroidissement placées plus près de ces corps de chauffe ou encore si un courant secondaire, s'opposant au mouvement de l'air, sépare la tourelle de la pièce adjacente. Une tourelle est facilement surchauffée si en plus des surfaces de chauffe qu'elle doit avoir on y met encore les corps de chauffe destinés au chauffage de la pièce adjacente et que par contre les surfaces de refroidissement qui déterminent la quantité de chaleur nécessaire dans cette pièce se trouvent très éloignées de la tourelle. Le devoir de l'installateur est donc d'installer des *corps de chauffe aussi petits que possible* et de les disposer de telle façon qu'il se produise une véritable circu-

lation de l'air. Par suite en général, on doit s'efforcer de distribuer les corps de chauffe dans la pièce de telle façon qu'ils se trouvent là où les besoins de chaleur sont les plus grands, donc principalement aux fenêtres.

Dans les pièces très hautes et dont les pertes de chaleur à une grande hauteur au-dessus du sol sont importantes, on devra souvent comme il a été dit, installer aussi des corps de chauffe tout en haut de la pièce ou à mi-hauteur, car autrement les circuits suivis par la circulation de l'air doivent avoir une telle étendue et la vitesse du mouvement de l'air devenir si grande qu'il est à craindre qu'il se forme des courants d'air assez forts, provoqués, surtout par les courants d'air froid descendants. Cette disposition est tout particulièrement nécessaire dans les *églises, les salles à fenêtres très hautes où à lanterneau, dans les ateliers avec plafond en verre et tôle ondulée, etc.*

Mais même les circuits de la circulation de l'air étant petits, on peut aussi sentir la présence de courants d'air, quand la circulation des courants ascendants et descendants est quelque peu active par suite d'une grande différence de température, par exemple dans le voisinage de grandes fenêtres à simple vitrage. Il faut alors faire en sorte que le circuit suivi par la circulation de l'air passe loin des personnes présentes dans la pièce et on y arrive en employant des dispositifs appropriés aux circonstances c'est-à-dire en forçant le circuit à suivre un parcours déterminé. Quand les fenêtres sont grandes et à simple vitrage on recommande pour obtenir le résultat ci-dessus, de placer par exemple devant les fenêtres et en laissant un certain écartement, des plaques de verre de hauteur suffisante pour capter en quelque sorte, derrière ces lames, l'air qui se refroidit aux surfaces des fenêtres et descend vers le sol et à le diriger pour l'amener à un corps de chauffe muni d'une enveloppe latérale. Le meilleur emplacement pour cet appareil est devant la fenêtre, de façon que l'air chaud ascendant forme encore une sorte de cloison contre l'influence des surfaces froides de la fenêtre. Quand les fenêtres sont petites et à simple vitrage ou quand les fenêtres sont à double vitrage il suffit d'installer derrière le corps de chauffe un écran s'arrêtant à une certaine distance du sol et derrière lequel l'air plus froid tombant de la fenêtre est dirigé vers le corps de chauffe muni d'une enveloppe latérale.

Dans les bâtiments où l'on peut prévoir des modifications futures dans la distribution des pièces et la construction de murs de refend, il est indispensable de disposer les surfaces de chauffe d'après l'emplacement des fenêtres.

2. — Forme des corps de chauffe ; conservation de la pureté de l'air.

L'échauffement de l'air n'est pas en soi une cause d'appauvrissement de l'air. Mais comme l'air contient toujours en suspension des corpuscules de nature organique et que ces corpuscules peuvent au contact des surfaces chauffées éprouver des transformations nuisibles à la santé humaine (voir p. 37) il faut faire en sorte de maintenir propres les corps de chauffe et d'éviter d'avoir des surfaces très chaudes (voir p. 37). Il faut aussi avant tout donner aux corps de chauffe une forme s'opposant autant que possible à l'amoncellement de la poussière, tout au moins permettant l'enlèvement de la poussière déposée à la surface de ces dits corps de chauffe. Dans cet ordre d'idée les meilleurs corps de chauffe sont ceux à surface lisse et l'on doit préférer les surfaces verticales aux surfaces horizontales. *Tous les corps de chauffe qui permettent l'amoncellement de la poussière sans possibilité de nettoyage doivent être proscrits par raison d'hygiène.*

Ce qui précède s'applique naturellement aussi aux corps de chauffe installés dans les chambres de chauffe pour l'échauffement de l'air des calorifères à air chaud. Si on choisit, pour ces corps de chauffe, une surface de chauffe ne permettant pas un nettoyage facile, il est bon — sans parler de l'avantage d'augmenter ainsi considérablement l'émission de chaleur — de donner une grande vitesse à l'air passant devant ces surfaces, c'est-à-dire d'employer un fonctionnement avec ventilateur. On diminue par là la possibilité de l'amoncellement de la chaleur, on abaisse la température de la surface supérieure de la surface de chauffe et par conséquent on évite que de la poussière organique entraînée, il puisse se former de l'ammoniaque et des produits de combustion.

3. — Enveloppe des corps de chauffe.

Pour obtenir un bon rendement de l'installation et faciliter le nettoyage des corps de chauffe, il vaut mieux ne pas les recouvrir d'une enveloppe. Pourtant si des personnes doivent séjourner dans le voisinage immédiat des corps de chauffe, il est nécessaire pour les garantir de la chaleur rayonnante, de recouvrir les corps de chauffe d'une enveloppe. Nous recommandons tout particulièrement l'emploi des rideaux à maillons mis récemment sur le marché ; ce genre d'enveloppe n'oppose aucune difficulté au nettoyage des corps de chauffe.

Quand l'enveloppe est fixe, on doit y ménager des ouvertures au-dessus du plancher pour livrer passage à l'air et lui permettre

de parvenir au corps de chauffe. La sortie de l'air chaud se fait alors à travers un treillis dans l'appui de la fenêtre ou par des fentes suffisamment grandes pratiquées sous l'appui de la fenêtre. Cette dernière manière est peu recommandable. Dans une enveloppe fixe, comme celle déjà mentionnée ci-dessus, pour afflux d'air forcé à un corps de chauffe placé dans l'allège de la fenêtre, l'arrivée de l'air à ce corps de chauffe doit se faire par une fente suffisamment large pratiquée dans l'appui de la fenêtre derrière la sortie, à moins que l'on n'ait disposé dans le mur, comme c'est souvent le cas dans les églises, des conduits spéciaux débouchant sous le corps de chauffe. Ceci suppose, à vrai dire, un appui de fenêtre quelque peu profond (voir § 111, 2, du présent chapitre, influence de l'enveloppe sur l'émission de chaleur des corps de chauffe).

Quand des personnes doivent séjourner dans le voisinage des fenêtres (magasins, bureaux, etc.), il convient qu'un tiers environ de l'enveloppe mesuré à partir du plancher, soit un treillis à larges mailles, le reste une enveloppe pleine, afin que la partie inférieure du corps de chauffe puisse rayonner de la chaleur au-dessus du plancher.

Les enveloppes doivent toujours pouvoir s'enlever facilement ou être constituées par des portes allant jusqu'au plancher; les appuis de fenêtres doivent être installés de façon à pouvoir, au besoin, être relevés afin que le nettoyage des corps de chauffe puisse se faire facilement. On doit, par mesure d'hygiène, refuser absolument toutes les enveloppes qui ne permettent pas de nettoyer facilement les corps de chauffe.

III. — CALCUL DES SURFACES DE CHAUFFE



ULTIMHEAT®
VIRTUAL MUSEUM

V. — FONCTIONNEMENT DES INSTALLATIONS DE CHAUFFAGE

La chaleur qu'un local exige par heure, doit être fournie par les corps de chauffe. Ces corps de chauffe cèdent de la chaleur à l'air du local soit directement soit indirectement : cet air ainsi chauffé chauffe à son tour les corps d'enceinte. Plus les différences

de température entre les corps de chauffe et l'air de la pièce d'une part, l'air de la pièce et les corps d'enceinte d'autre part, sont petites, plus la répartition de la chaleur, comme déjà dit, se fera uniformément. Les différences de température sont d'autant plus petites qu'on s'écarte moins de l'état de régime établi; *il faut par suite considérer le chauffage continu comme étant le meilleur pour la santé.*

Le séjour dans une pièce chauffée, dont les parois absorbent beaucoup de chaleur (parois froides ou humides), est pour cette raison peu confortable et malsain, parce que les murs ne renvoient qu'une faible partie de la chaleur que les occupants reçoivent par rayonnement. Le séjour dans des pièces à parois humides est, par suite, surtout désagréable en été, car dans cette saison il est impossible de chauffer l'air de la pièce et par conséquent, les surfaces des parois ne peuvent être ni portées à une température plus élevée ni séchées : *il s'ensuit qu'au point de vue hygiénique on devrait toujours emménager dans de nouveaux bâtiments en hiver.*

Les frais qu'occasionne le chauffage continu, quand l'installation n'exige pas d'entretien spécial pendant la nuit, ne sont pas la plupart du temps aussi élevés qu'on le croit et d'ailleurs les frais sont diminués de ce fait qu'on n'a pas à tenir compte pour la détermination de la grandeur de l'installation du réchauffement quotidien des parois et des besoins plus élevés de chaleur lors de la mise en train.

Pour faciliter le service et, par suite, assurer un bon fonctionnement de l'installation, il est bon, surtout quand le personnel est sujet à changer, en plus des pancartes et des indications d'usage, de munir de plaques indicatrices toutes les parties de l'installation dont la manœuvre et la surveillance réclament une attention spéciale.

VI. — DIVISION DES INSTALLATIONS DE CHAUFFAGE

Dans la pratique on distingue :

A. CHAUFFAGE LOCAL (Chauffage dans les pièces mêmes).

B. CHAUFFAGE CENTRAL (Chauffage à distance, chauffage par groupes).

Par chauffage local on comprend l'installation de chauffage, dans laquelle le chauffage des locaux a lieu par des corps de

chauffe situés dans les locaux mêmes et chauffés directement, peu importe que le foyer même se trouve à l'intérieur ou à l'extérieur de la pièce ; par chauffage central, on entend l'installation de chauffage dans laquelle la transmission de la chaleur de l'appareil de chauffe aux pièces à chauffer n'a pas lieu directement mais par un fluide approprié véhiculant la chaleur.

A. — CHAUFFAGE LOCAL

Ce chauffage se subdivise en :

- 1° Chauffage par cheminée ;
- 2° Chauffage par poêles ;
- 3° Chauffage par canaux ;
- 4° Chauffage par le gaz.

B. — CHAUFFAGE CENTRAL

On distingue selon le fluide servant à véhiculer la chaleur :

1. — Chauffage par eau.

a. CHAUFFAGE PAR EAU CHAUDE : α) Chauffage par eau chaude à basse pression ; β) Chauffage par eau chaude à pression moyenne.

Le premier (α) suppose, dans ses parties les plus élevées, un échauffement possible de l'eau jusqu'à environ 90° , mais, en tout cas, pas au-dessus du point d'ébullition ; le dernier (β) un échauffement jusqu'à environ 120° .

b. CHAUFFAGE PAR EAU TRÈS CHAUDE. (Appelé aussi « Chauffage Perkins » du nom de son inventeur.)

Température maxima de l'eau : $150-160^\circ$. (On distingue encore chauffage par eau très chaude à pression moyenne et chauffage par eau très chaude à haute pression, comme pourtant cette différence ne dépend que de la plus haute température de l'eau prise pour base du calcul, mais que la limite de l'échauffement de l'eau peut être admise à volonté, cette distinction est sans objet.)

2. — Chauffage par vapeur.

a. CHAUFFAGE PAR VAPEUR A HAUTE PRESSION.

b. CHAUFFAGE PAR VAPEUR A BASSE PRESSION.

Le premier fonctionne avec de la vapeur à haute pression dans les chaudières, le deuxième avec de la vapeur à une pression au-

dessous de 0,5 atm. La principale différence entre ces installations consiste beaucoup moins en ceci, que dans ce fait qu'il faut une autorisation spéciale pour installer le premier système et qu'il reste soumis au contrôle administratif, ce qui n'est pas le cas pour le deuxième système.

3. — Chauffage mixte (vapeur et eau chaude).

Ce chauffage est une combinaison du chauffage par vapeur et du chauffage par eau chaude, c'est-à-dire un chauffage par eau chaude dans lequel l'eau est chauffée par la vapeur au lieu de l'être par feu direct.

4. — Chauffage mixte (vapeur et eau).

Ce chauffage consiste en un chauffage à vapeur dont les corps de chauffe sont en totalité ou en partie remplis d'eau, laquelle eau est chauffée par la vapeur.

5. — Chauffage par l'air chaud.

Selon que l'on emploie un appareil de chauffe chauffé, soit directement par le feu, soit indirectement par l'eau ou la vapeur, on distingue :

- α) Chauffage à air chaud par feu direct ;*
 - β) Chauffage à air chaud par eau ou vapeur.*
-

CHAPITRE X

CHAUFFAGE LOCAL

(Voir planches 9 et 10.)

I. — CHAUFFAGE PAR CHEMINÉE

Le plus ancien chauffage local est le chauffage par feu nu qui est encore employé de nos jours sous la forme de chauffage par cheminée. En Allemagne, on considère que le chauffage par cheminée est plutôt destiné à l'agrément des pièces qu'à leur échauffement régulier. On l'établit par suite ordinairement, conjointement avec un autre système de chauffe ; dans le chauffage par poêles, on réunit ordinairement le poêle et la cheminée (poêle à la prussienne). L'échauffement des pièces se fait surtout par chaleur rayonnante, cette chaleur chauffe les parois, les parois échauffent l'air, tandis que dans les autres corps de chauffe, c'est surtout le contraire qui se produit (voir aussi p. 164). La chaleur rayonnante d'un feu de cheminée est trop minime pour pouvoir, même quand le feu reste longtemps allumé, échauffer les parois sur une grande épaisseur, c'est pourquoi, dans les pièces chauffées par un feu de cheminée, la température tombe rapidement dès que le feu s'éteint. Le chauffage par cheminée présente l'avantage de ventiler fortement la pièce en même temps qu'il la chauffe ; ses désavantages sont, par contre, d'occasionner des frais considérables, car le rendement calorique est minime, et en outre, d'incommoder les occupants par la chaleur rayonnante.

II. — CHAUFFAGE PAR POÊLES

(Voir planches 9 et 10.)

Dans le commerce, on désigne les poêles d'après leur but, leur construction, leur forme ; l'entretien qu'ils exigent, les matériaux dont ils sont construits, etc. ; il y a donc des poêles d'école,

d'église, de corps de garde, d'hôpital, etc. ; des poêles économiques, réglables, à magasin, etc. ; poêles en fer, en terre, en porcelaine, poêles à enveloppe, poêles calorifères hygiéniques. Ces dénominations assez arbitraires ont souvent contribué à troubler les idées et, loin de faciliter le choix d'un poêle pour tel ou tel but, ils ont rendu ce choix beaucoup plus difficile.

Dans ce qui va suivre, on classera par suite les poêles en se basant sur la façon dont s'effectue l'échauffement des locaux.

Un bon poêle doit non seulement être de construction aussi peu coûteuse que possible, de conduite simple et sûre, ainsi qu'à marche économique, c'est-à-dire avoir une bonne utilisation du combustible, il doit encore répondre aux exigences de l'hygiène. Il doit donc posséder des surfaces de chauffe faciles à nettoyer, chauffées uniformément et à une température pas trop élevée ; il ne doit pas être trop haut et doit émettre le maximum de chaleur près du plancher, en aucun cas chauffer d'abord à sa partie supérieure. Les surfaces verticales sont les meilleures, les surfaces horizontales les plus défavorables. Les saillies, garnitures et enjolivements quoique constituant par eux-mêmes d'excellentes surfaces de chauffe, doivent être, autant que possible, supprimés ou réduits au minimum, car ils sont autant de dépôts de poussière. Malheureusement, dans la pratique, on attache encore à ceci trop peu d'attention et très souvent *le souci de la forme l'emporte sur les exigences techniques et hygiéniques*. On doit prévoir un réglage sûr et facile de la combustion par la porte du cendrier ou la porte d'allumage, et éviter le réglage par introduction d'air dans la cheminée. Dans la plupart des villes, il est interdit par l'administration d'employer, pour régler le dégagement des gaz de combustion lors de leur sortie du poêle, des dispositifs en forme de trappe ou de registre. L'introduction d'air dans la cheminée diffère peu en principe des dispositifs prescrits et *les autorités devraient donc également l'interdire*. Le rôle des cheminées est d'évacuer sûrement les gaz d'échappement, c'est donc une faute d'affaiblir la force du tirage et cette faute peut avoir des conséquences très graves.

Le choix d'un poêle dépend de la destination du local mais le poêle devra toujours répondre aux exigences exposées ci-dessus.

Comparé au chauffage central, le chauffage par poêles possède l'avantage de coûter moins cher d'installation, le désavantage d'exiger plus d'entretien, de consommer plus de combustible et de nécessiter le transport du combustible et des cendres à travers les locaux à chauffer. Si parfois on soutient que le chauffage par poêles est plus économique que le chauffage central, c'est qu'on néglige de prendre en considération que dans un chauffage par poêles, le

chauffage est toujours restreint aux pièces occupées à un certain moment, tandis que, dans un chauffage central, on veut rarement se priver de l'agrément d'avoir toutes les pièces chauffées uniformément.

Quand on ne dispose pas de l'argent suffisant pour permettre de faire installer un chauffage central bien compris et parfaitement étudié, on devrait toujours donner la préférence au chauffage par poêles. Il vaut infiniment mieux munir les pièces de bons poêles, pas trop petits, et répondant aux exigences de l'hygiène, que d'installer un chauffage central réduit au strict nécessaire et ne portant que l'estampille du bon marché.

1. — Poêles pour chauffage rapide mais momentané des locaux.

Ces poêles sont en fer ; plus exactement en fonte de fer. On a choisi ce métal à cause de sa plus grande résistance.

Le plus ancien et le plus simple des poêles est le poêle cylindrique, constitué par un simple tuyau vertical muni, dans sa partie inférieure, d'une grille sur laquelle est le feu et laissant échapper les gaz de combustion par sa partie supérieure. L'admission d'air et le réglage se font par le cendrier mobile. On ne peut employer ces poêles que pour des chauffages momentanés, car ils ne satisfont pas aux exigences de l'hygiène, recommandant d'éviter les surfaces chauffées au rouge, la répartition uniforme de la chaleur dans la pièce, une chaleur rayonnante minime, etc., et, en outre, ils ne donnent qu'une utilisation défectueuse du combustible.

Les poêles cylindriques ont été le point de départ d'une série d'autres poêles. On obtient une meilleure utilisation du combustible par des chicanes placées à l'intérieur du poêle et constituant des carneaux ; de cette façon, les gaz ont un plus long trajet à parcourir avant de parvenir à la cheminée. Page 194, on a déjà dit que pour obtenir une parfaite utilisation du combustible, il faut changer fréquemment la direction des gaz de combustion afin que les particules refroidies et les particules non encore refroidies se mélangent aussi intimement que possible ; il a été dit aussi que ces changements de direction des carneaux avaient pourtant pour conséquence de faire rougir légèrement les coudes et parties cintrées et qu'on arrivait à diminuer cet inconvénient par une maçonnerie convenable en briques réfractaires, en disposant des ailettes ou en employant ces deux moyens combinés.

La maçonnerie a le désavantage de nécessiter de temps à autre sa complète réfection ; les ailettes, par contre, ne peuvent empêcher que dans une faible mesure, les coudes de rougir.

On diminue la chaleur rayonnante des poêles en les recouvrant d'une plaque de tôle (poêles à enveloppe), mais cette enveloppe ne doit pas avoir pour conséquence de rendre plus difficile le nettoyage extérieur du poêle en fonte. Malheureusement, dans la pratique, la disposition adoptée va souvent à l'encontre de ces exigences.

Tous ces poêles ont un rendement inconstant, car une émission uniforme de chaleur a pour condition une combustion régulière, et il est impossible de réaliser cette condition avec une grille simple exigeant un fréquent entretien.

On ne peut conseiller leur emploi que quand on veut chauffer rapidement des locaux avant leur utilisation, c'est-à-dire s'il ne faut pas continuer à chauffer pendant l'occupation des locaux ou quand il s'agit de locaux secondaires.

Pour faciliter l'entretien du poêle et obtenir une combustion régulière, on a muni le poêle de dispositifs permettant le parfait réglage du tirage (poêle réglable), et l'on a rendu ainsi le poêle plus utilisable.

2. — Poêles pour chauffage rapide et durable des locaux.

Ces poêles sont, ordinairement, partie en fonte de fer, partie en terre cuite. La partie en fonte sert au chauffage rapide du local, la partie en terre cuite à l'emmagasinement de la chaleur.

Leur construction varie beaucoup. Dans certains, le foyer et parfois une partie des carneaux sont en fonte de fer et le reste en terre, ou vice versa, et dans d'autres, on met un poêle en fonte dans un poêle en faïence.

Les deux premiers systèmes de construction ont ordinairement une valeur insignifiante au point de vue du maintien de la chaleur dans la pièce; le dernier système, par contre, présente souvent le désavantage que les parties intérieures rougissent facilement et ne peuvent être débarrassées de la poussière. Ces défauts méritent sévère condamnation, et malheureusement dans la pratique, on y attache trop peu d'attention.

3. — Poêles pour chauffage lent et durable des locaux.

L'argile est la matière employée dans la construction de la plupart de ces poêles. Ces poêles connus sous le nom de poêles en faïence, poêles berlinois, sont très employés. Le prototype de ces poêles est le poêle russe ou suédois (le premier est carré, le second rond), dont les carreaux de faïence ont 20 centimètres d'épaisseur, et les carneaux montent et redescendent verticalement.

Le poêle berlinois est constitué par des carreaux presque toujours vernissés et mesurant environ 21 centimètres de large sur 24 centimètres de haut. On désignait autrefois la qualité des carreaux par les expressions 1^{er} choix, 2^e choix, mais cet usage se perd. Il est bon, avant de commander un poêle, d'exiger l'envoi d'échantillons de carreaux. Les carreaux présentant des taches sont appelés carreaux dernier choix.

Les poêles ont l'avantage d'être très propres; le désavantage qu'on n'atteint qu'après quelques heures de chauffage le degré de chaleur voulu dans le local. Quand le feu a brûlé pendant un temps relativement court on le laisse s'éteindre lentement sans y ajouter de combustible, car le chauffage des locaux est assuré par la chaleur emmagasinée dans les matériaux constituant le poêle. A vrai dire il est impossible de régler cette chaleur. Afin de s'opposer autant que possible à l'échappement de la chaleur par la cheminée, on munit les poêles de portes à fermeture absolument hermétique. Presque tous ces poêles en faïence présentent l'inconvénient que le soubassement ne chauffe pas ou chauffe très peu, et ainsi contrairement à ce qu'on exige d'un bon chauffage il ne se produit aucune émission de chaleur immédiatement au-dessus du plancher.

On doit employer ces poêles pour le chauffage de locaux nécessitant une chaleur uniforme et dans lesquels séjourne un petit nombre de personnes (appartements, etc.). Pour compenser dans une certaine mesure le rendement défectueux du poêle pendant la période de mise en train on construit dans le poêle une cheminée qu'on utilise alors pendant les premières heures de marche du poêle.

4. — Poêles à feu continu.

Afin d'avoir une rapide émission de chaleur on emploie la fonte de fer pour la construction de ces poêles. La marche ininterrompue de ces poêles est assurée, sans exiger un très grand entretien, par une réserve de combustible qui se consume peu à peu et selon les besoins (poêles à magasin, poêles à trémie). La marche ininterrompue donne la possibilité d'éviter d'avoir des surfaces surchauffées, ce qui est impossible avec la marche interrompue.

Il est avantageux de munir les poêles de grilles en corbeille conformes au modèle américain. Ces grilles présentent le grand avantage d'éviter que le combustible ne vienne en contact avec les parois des poêles, et empêchent par suite que ces parois puissent être portées au rouge.

Les poêles américains (Crownjewel, etc.) sont établis pour brûler de l'antracite et ne conviennent pas pour brûler d'autre combus-

tible. Il faut tenir compte de cette particularité quand on veut juger ces poêles qui, à tous autres points de vue, sont bien construits. D'ailleurs, il faut dans tous les poêles à feu continu rejeter l'emploi des combustibles bitumineux.

En général il faut donner la préférence aux poêles dans lesquels le combustible est réchauffé avant la combustion et dans lesquels l'émission de chaleur la plus importante se produit dans la partie inférieure de l'appareil. Les carnaux descendants ne doivent pourtant pas avoir une trop grande hauteur car autrement quand le tirage de la cheminée n'est pas très actif, des gaz de fumée peuvent s'échapper du poêle et se répandre dans la pièce.

Pour les mêmes raisons on ne peut recommander pour les poêles à feu continu des surfaces de chauffe plus grandes que celles *absolument* nécessaires. Plus les surfaces de chauffe sont grandes, plus il faut, quand la température extérieure est relativement élevée, donc quand les besoins de chaleur sont minimes, diminuer la puissance génératrice de chaleur en réduisant l'entrée de l'air allant au combustible. La température des gaz d'échappement peut parfois, dans les cheminées exposées plus particulièrement au refroidissement, ne plus suffire à produire le tirage nécessaire. Inévitablement alors le feu s'éteindra, dans certains cas même les gaz chauds seront rabattus dans la chambre. Nous recommandons de munir d'un départ de fumée, conduisant à la cheminée et qu'on place sur la grille à volonté et principalement pendant l'allumage et la mise en train, les poêles dont les gaz chauds doivent, en quittant la grille, descendre vers le bas du poêle.

Pour le reste, les poêles doivent répondre aux conditions indiquées page 228.

5. — Poêles pour chauffer et ventiler simultanément les locaux.

Dans cette catégorie de poêles que l'on désigne ordinairement dans le commerce sous le nom de « poêles-calorifères », il faut distinguer si ces poêles servent uniquement à chauffer l'air d'apport, ou seulement à l'évacuation de l'air ou doivent être également propres à servir dans l'un ou l'autre cas. Pour réchauffer l'air de ventilation, on peut employer tous les poêles entourés d'une enveloppe ou dans lesquels on a construit des conduits (tuyaux) laissant l'air passer librement.

Dans la pratique on commet très souvent de graves erreurs dans l'emploi pour la ventilation de ces poêles à enveloppes, car ordinairement l'enveloppe entoure le poêle si étroitement qu'il ne peut passer qu'une quantité d'air infime tandis que d'autre part la faible

quantité d'air sortant de l'enveloppe possède une température beaucoup trop élevée.

On peut aussi sans peine disposer n'importe quel poêle en faïence pour le faire servir au réchauffement de l'air. Si les poêles doivent être employés au réchauffement de l'air de ventilation, il faut toujours veiller à obtenir une ventilation régulière en prévoyant des conduits spéciaux pour l'évacuation de l'air usagé, la meilleure place pour ces conduits est à côté des cheminées correspondantes.

Les poêles servant uniquement à l'évacuation de l'air conduisent dans la plupart des cas l'air d'évacuation dans les cheminées. Ceci est une faute. Nous en avons déjà parlé comme il convient page 228 de cet ouvrage.

En général il faut préférer les poêles destinés au réchauffement de l'air de ventilation aux poêles destinés au réchauffement de l'air d'évacuation car ces derniers provoquent une dépression dans les locaux.

Les poêles-calorifères pouvant simultanément réchauffer l'air de ventilation et l'air d'évacuation ne se rencontrent que très peu dans la pratique, mais sont dignes naturellement du plus grand intérêt.

6. — Détermination des dimensions des poêles.

On ne peut guère faire le calcul exact des poêles et dans la pratique ce calcul n'est pas nécessaire. On peut dans tous les poêles, en poussant le feu, augmenter considérablement l'émission de chaleur, de sorte qu'il faut que l'erreur commise soit bien forte pour qu'une pièce ne puisse pas être chauffée suffisamment avec un poêle.

On a été amené, par suite, à déterminer les dimensions du poêle uniquement d'après le volume des locaux. Ceci est une grave erreur qui peut conduire, quand il s'agit de locaux nécessitant beaucoup de chaleur, soit à pousser trop le feu au grand détriment de la marche économique de l'appareil, soit à renoncer involontairement à l'agrément d'un chauffage suffisant. Dans les poêles en faïence surtout, on trouve souvent une magnifique décoration extérieure et un rendement calorifique insuffisant. Soit bonhomie déplacée, soit ignorance, le propriétaire du poêle excuse souvent ce défaut en rejetant la faute sur « la chambre difficile à chauffer ». Le meilleur moyen de mettre fin à cet état de choses serait de mettre en cause sans aucuns ménagements le fournisseur d'un poêle dont le rendement calorifique serait insuffisant. Les fabricants devraient, comme déjà cela se fait parfois maintenant, essayer leurs poêles en marche normale au point de vue de l'émission de chaleur et indiquer dans leurs catalogues les résultats obtenus.

Pour les poêles en faïence il faut compter, la chambre ayant la température ordinairement admise, une émission de chaleur d'environ 500 à 600 calories par heure et par mètre carré. Pour des poêles en fer on peut compter, dans les mêmes conditions, pour poêles à marche intermittente une émission de chaleur d'environ 2 500 calories par heure et par mètre carré de surface unie, pour poêles à marche continue 1 500 à 2 000 calories. La puissance calorifique de la surface de chauffe lisse est à celle de la surface à ailettes, de même surface, dans le rapport de 1 à 1,25.

III. — CHAUFFAGE PAR CANAUX

Construction et calcul.

On désigne ainsi une canalisation verticale ou horizontale placée dans le local à chauffer et à travers laquelle passent les gaz de combustion.

Cette canalisation peut être en maçonnerie ou en fonte, elle peut être placée à nu dans le local ou dans des caniveaux pratiqués dans le sol et recouverts de panneaux en fonte ajourée. On emploie souvent le premier système dans les serres, le deuxième était autrefois souvent employé dans les églises. Ce système de chauffage n'est pourtant pas recommandable pour les églises. L'air très chaud qui sort des grillages recouvrant les canaux, incommodé les personnes placées dans leur voisinage immédiat; malgré toutes les précautions prises dans la construction il est impossible d'éviter les amoncellements de poussière sur les conduits, d'arriver à un fonctionnement silencieux, d'empêcher que lors du nettoyage de l'église des balayures ne soient jetées sur les conduits, soit faute d'inattention soit même avec intention, et il y a toujours danger d'incendie. Le chauffage par canaux a été remplacé dans les églises par le chauffage à eau très chaude et surtout par le chauffage à vapeur à basse pression. Si pourtant on emploie ce système pour le chauffage des églises, on pose autant que possible les conduits contre les murs extérieurs et l'air à échauffer, surtout l'air qui descend aux fenêtres, est dirigé de force sous les surfaces de chauffe en fonte (voir p. 196).

Comme ordinairement on ne peut donner à la canalisation qu'une pente très faible, il est nécessaire, quand les canaux de chauffe ont une certaine étendue, d'installer au pied de la cheminée un foyer d'appel qu'on laisse brûler pendant l'allumage et jusqu'à échauffement de la cheminée.

Pour assurer d'une façon suffisante l'échauffement de la che-

minée pendant la marche de l'installation, on ne doit pas admettre que les gaz d'échappement pénétrant dans la cheminée aient une température inférieure à 300°. Il est donc bon pour de tels cas de faire le calcul exact de la cheminée (voir p. 156).

Quand les canaux de chauffe sont placés sous le plancher il faut prendre les dispositions nécessaires pour empêcher autant que possible la poussière de tomber sur les tuyaux chauds à travers les panneaux ajourés qui les recouvre. Il faut par suite disposer immédiatement au-dessus des tuyaux des plaques destinées à recevoir la poussière ou choisir, pour recouvrir les caniveaux contenant les tuyaux, au lieu de panneaux ajourés des panneaux pleins, c'est-à-dire des panneaux ajourés latéralement. Il faut tenir compte de la dilatation que subiront les tuyaux par suite de l'échauffement et faire en sorte que, malgré la mobilité des tuyaux, mobilité nécessitée par cette dilatation, les joints restent toujours parfaitement étanches et ne puissent pas laisser échapper les gaz circulant dans les tuyaux de chauffe.

On fait le calcul de la longueur de la canalisation ou des canalisations, quand un seul foyer doit en alimenter plusieurs en admettant les sections d'après l'équation (101) pour surfaces à courant unique. La somme de ces sections doit être au moins égale à la surface de grille libre. Quand on brûle de la houille, on peut admettre que les gaz de combustion quittant le foyer ont une température de 1 000°.

EXEMPLE DE CALCUL D'UN CHAUFFAGE PAR CANAUX



IV. — CHAUFFAGE PAR LE GAZ

(Voir planche 10.)

1. — Domaine d'application du chauffage par le gaz.

Sous la dénomination chauffage par le gaz nous traitons, dans ce chapitre, du chauffage au gaz d'éclairage ordinaire.

Aucun autre mode de chauffage, le chauffage électrique excepté, ne possède les grands avantages du chauffage par le gaz : propreté, réglage facile de la production de chaleur, mise en régime immédiate. Pourtant le prix de revient très élevé de ce mode de chauffage ainsi que les dangers d'explosion résultant soit d'un manquement inconsideré, soit de la construction défectueuse des appareils, s'opposent à la généralisation de son emploi.

On peut admettre qu'on peut poser que la chaleur utile de 1 mètre cube de gaz est à peu près égale à celle de 1 kilogramme de houille. Le prix de 1 mètre cube de gaz étant de 0,15 fr., celui de 50 kilogrammes de houille de 1,90 fr., les frais sont donc 4 fois plus élevés avec le chauffage par le gaz qu'avec le chauffage avec un foyer à houille. L'utilisation du chauffage par le gaz reste donc restreinte à certains cas spéciaux, par exemple quand on ne considère pas les dépenses d'exploitation en présence des avantages à obtenir ou quand les frais du chauffage peuvent être basés sur le prix de revient de la production du gaz. C'est ainsi que l'on peut prendre en considération le chauffage par le gaz des bâtiments municipaux (écoles, etc.), quand l'usine à gaz appartient à la ville et que celle-ci peut, par suite, compter le gaz au prix de revient à l'usine.

Il existe un grand nombre de cas spéciaux où le chauffage par le

gaz paraît tout indiqué. Sans parler des locaux non pourvus de chauffage central qui doivent être chauffés rarement mais rapidement et dans lesquels on doit éviter le transport du combustible et des cendres, nous recommandons de prévoir le chauffage par le gaz dans certaines pièces, notamment dans les habitations, même quand cette habitation possède un chauffage central. On a ainsi l'avantage de pouvoir chauffer ces pièces, indépendamment de l'installation centrale, à l'époque des changements de saison ou en cas de maladie ; on possède également ainsi un chauffage de réserve en cas de réparation de l'installation de chauffage central. Dans le même but on peut combiner le chauffage central et le chauffage par le gaz. Ce système est construit de la façon suivante : Un poêle à gaz, placé en dehors de la pièce à chauffer, chauffe l'eau nécessaire au système ou produit la vapeur dont on a besoin, et des tuyaux spéciaux conduisent cette eau ou cette vapeur dans les corps de chauffe. Cette disposition constitue donc la combinaison d'un chauffage central ordinaire et d'un petit chauffage utilisant le gaz pour le chauffage de l'eau ou la production de la vapeur, les corps de chauffe des deux installations étant communs. Comparée à l'emploi des poêles à gaz, cette disposition présente l'avantage remarquable de ne pas nécessiter l'amenée du gaz dans les pièces à chauffer. La « Deutsche Continental Gasgesellschaft » de Dessau a apporté récemment à ce « chauffage indirect par le gaz » de remarquables perfectionnements.

2. — Construction des poêles à gaz.

Vu le prix élevé du gaz il faut viser naturellement à une utilisation aussi bonne que possible de la chaleur produite. Il faut que les surfaces de chauffe aient des dimensions telles que la température des gaz d'échappement ne puisse pas quand ils s'échappent dans l'atmosphère, être supérieure de plus de 100 à 110° environ à celle de l'air extérieur. On est pourtant obligé de reconnaître qu'il n'est jamais admissible qu'on laisse les gaz d'échappement pénétrer dans les locaux à chauffer. En effet, quand la combustion du gaz est incomplète les produits de la combustion constituent un danger de mort pour les occupants, et même quand la combustion est complète ils peuvent, par leur accumulation, devenir nuisibles à la santé. En outre, l'odeur qu'ils répandent les rend éminemment désagréables. Les objets situés dans les locaux peuvent également en souffrir, surtout quand le chauffage est peu fréquent, car la vapeur, l'eau et les acides des gaz de combustion (acide sulfurique, acide sulfureux) contenus dans le gaz non épuré peuvent se condenser sur

les corps froids (murs) et produire des dégâts. C'est ainsi par exemple que les revêtements en marbre sont rapidement attaqués par les gaz d'échappement.

La société allemande des techniciens du gaz et de l'eau — « Deutscher Verein von Gas und Wasserfachmännern » a rendu un réel service en chargeant une commission choisie parmi ses membres d'élaborer et de publier, avec la collaboration de l'auteur, un travail sur la construction, la pose et la conduite des appareils à gaz (« Anleitung zur richtigen Konstruktion, Aufstellung und Handhabung von Gasheizapparaten »)¹. Ce qui suit est en partie emprunté à cet ouvrage.

D'après ce qui précède, la construction des poêles à gaz doit toujours être telle que, même quand l'évacuation des produits de la combustion vient par instants à cesser, il ne puisse se produire ni combustion incomplète ni extinction des flammes, donc tout au plus l'échappement dans les locaux à chauffer des gaz d'échappement provenant de la combustion complète.

Pour se rendre compte si ces conditions sont bien remplies, il suffit de faire fonctionner le poêle à gaz avant son installation définitive et, pendant cet essai, d'obturer l'orifice d'évacuation des gaz de combustion. Si les flammes brûlent en oscillant, si les flammes brillantes perdent de leur puissance lumineuse ou si les flammes sans puissance lumineuse (flammes bleues) deviennent lumineuses à leur extrémité, c'est que la combustion du gaz n'est pas complète.

Il est sans importance, pour la production de la chaleur, d'employer dans les poêles à gaz des flammes bleues ou des flammes lumineuses. Toutefois il vaut mieux donner la préférence aux flammes lumineuses, car il est plus facile de les surveiller, et elles s'éteignent moins facilement que les flammes bleues, mais il faut veiller à ce qu'elles ne lèchent pas les surfaces du poêle à gaz.

Il faut, dans un poêle à gaz, éviter autant que possible que la direction des gaz de combustion soit descendante car il peut se produire alors une stagnation et un refoulement vers l'appartement. En tout cas, la hauteur des carneaux ascendants doit être telle que le mouvement des gaz de combustion se fasse parfaitement et que l'évacuation des gaz de combustion soit absolument assurée même quand la température extérieure est la plus défavorable à cette évacuation, c'est-à-dire quand elle est la plus élevée. Les rampes de combustion d'un poêle à gaz doivent être disposées de façon que l'on puisse voir brûler les flammes sans être obligé d'ouvrir de petites portes ménagées dans le poêle. Les orifices du

¹ Edité par R. Oldenbourg, Munich et Berlin.

brûleur doivent être rangés si près les uns des autres que quand on ouvre tout grand le robinet la flamme se communique sur la rampe d'orifice à orifice.

L'inflammation du gaz doit se faire par des flammes d'allumage indépendantes, brûlant constamment pendant la marche du poêle, de façon à permettre de modifier à volonté l'arrivée du gaz au brûleur proprement dit, et même à l'interrompre de temps à autre, sans qu'il soit nécessaire d'allumer à nouveau les flammes d'allumage.

On ne devrait ni construire ni installer de poêle à gaz sans tenir compte de sa destination, car le poêle ne peut être le même s'il est destiné à des locaux utilisés à de longs intervalles, mais qui doivent être portés rapidement à la température voulue ou à des locaux utilisés journellement. Dans le premier cas, les poêles peuvent être en pleine marche; dans le deuxième cas, la marche du poêle doit être adaptée à la température extérieure, et il ne doit pouvoir brûler que la quantité de gaz qui y correspond. Il peut alors arriver, quand les cheminées sont froides, par exemple quand elles sont situées dans les murs extérieurs (ce que l'on devrait toujours éviter), que, par suite du grand refroidissement des gaz de combustion, l'appel ne soit pas suffisant pour provoquer l'évacuation. Dans ce cas, nous recommandons de constituer les poêles à gaz par des éléments égaux, pouvant fonctionner indépendamment les uns des autres, soit donc de construire les poêles sous forme de corps de chauffe sectionnés. Quand le fonctionnement d'un élément est arrêté, naturellement il ne doit plus pouvoir passer d'air par cet élément, afin de ne pas nuire au tirage de la cheminée. La construction que nous préconisons a également l'avantage que la vapeur d'eau contenue dans les gaz d'échappement ne peut pas se condenser dans les poêles, et de cette manière, les corps de chauffe ne seront pas exposés à une détérioration rapide sous l'action combinée de la vapeur d'eau et des acides contenus dans les gaz d'échappement.

3. — Installation des poêles à gaz.

Comme déjà dit, il faut toujours, dans les poêles à gaz, faire en sorte que l'évacuation des produits de la combustion soit parfaitement assurée. Les cheminées nécessaires à cette évacuation doivent donc être, autant que possible, protégées contre la déperdition de chaleur, par conséquent, on doit les placer autant que possible seulement dans les murs de refend ou les cloisons. L'emplacement que doit occuper le poêle à gaz dépend donc de l'emplacement de la cheminée d'évacuation.

Il ne faut pas donner aux cheminées une section plus grande que celle nécessaire, afin que les gaz d'échappement ne se refroidissent pas sans nécessité, ne soient évacués rapidement, et qu'il ne puisse pas se produire des contre-courants de l'air extérieur. D'après le manuel cité ci-dessus (voir page 238), on doit choisir les sections en prenant pour base le tableau suivant :

CONSUMMATION DE GAZ PAR HEURE	DIMENSIONS DU TUYAU DE GAZ		DIMENSIONS DE LA CHEMINÉE		
	Diamètre.		Section.	Section.	Diamètre.
	Pouces.	mm.	mm ² .	cm ² .	cm.
0,2	3/8	9,5	71	14	5
0,6	1/2	12,5	123	25	6
1,2	5/8	16,0	201	40	8
2,0	3/4	19,0	284	57	9
3,8	1	25,5	511	102	12
7,5	1 1/4	32,0	804	161	15
12,0	1 1/2	38,0	1 134	227	17
27,0	2	51,0	2 043	409	22

Comme la vapeur d'eau contenue dans les gaz d'échappement se condense contre les parois de la cheminée quand la température de ces dites parois descend au-dessous du point de rosée, il faut prendre soin de construire la cheminée de telle sorte que l'eau ne puisse pas en traverser les parois. Le mieux est d'employer pour la cheminée des tuyaux en poterie, mais en prenant soin, à cause de leur dilatation par la chaleur des gaz d'échappement, de ne pas les appliquer trop fortement contre la maçonnerie, c'est-à-dire de laisser un certain jeu entre la maçonnerie et le tuyau en poterie. Il faut prévoir, dans les parties les plus basses des cheminées, un dispositif permettant d'évacuer facilement l'eau de condensation ou encore un dispositif d'évacuation automatique. Le raccord du poêle à gaz à la cheminée doit être tel qu'il soit impossible que l'eau de condensation puisse couler dans le poêle.

Le mieux est de faire déboucher les cheminées des poêles à gaz sous les combles, de protéger les combles contre l'influence défavorable du vent, et de les ventiler suffisamment. Quand cette disposition est impossible, il faut conduire les cheminées au-dessus du toit et, en cas de besoin, les munir d'un aspirateur (voir p. 61).

Dans le cas des cheminées mal protégées contre la déperdition de chaleur, et des locaux qu'on ne chauffe qu'à de longs intervalles, il est recommandé, afin de diriger sûrement le mouvement des gaz

d'échappement, de mettre une flamme de gaz à la sortie des gaz de combustion du corps de chauffe.

Dans les locaux dans lesquels on doit loger les cheminées dans les murs extérieurs, comme c'est fréquemment le cas dans les églises (à vrai dire, dans une église, on devrait toujours donner la préférence au chauffage central), on conseille d'assurer l'évacuation des gaz d'échappement par l'installation de ventilateurs.

4. — Détermination de la grandeur des poêles à gaz.

On peut compter, selon la composition du gaz, sur une production utile de chaleur de 4 000 à 5 000 calories. Il faut déduire de ces chiffres 10 à 12 p. 100 pour la chaleur perdue lors de l'évacuation des produits de la combustion dans la cheminée.

D'après les renseignements fournis à l'auteur par les Usines à gaz municipales, la densité du gaz d'éclairage de Berlin est de 0,433, et si les produits de la combustion pénétraient directement dans le local à chauffer, on pourrait compter sur une quantité de chaleur de 4 800 calories. Un mètre cube de gaz d'éclairage exige pour sa combustion complète 5,079 m³ d'air, il donne alors 5,782 m³ de gaz de combustion d'une chaleur spécifique, à volume constant, de 0,199. La température théorique de combustion est ici 3770°.

Le rendement des surfaces de chauffe d'un poêle à gaz dépend, abstraction faite du volume de gaz parvenant aux brûleurs, de la forme de ces dites surfaces. On doit exiger des fabriques qu'elles indiquent la puissance calorifique de leurs poêles à gaz, et la pression de gaz nécessaire pour les produits de la combustion à évacuer.

CHAPITRE XI

CHAUFFAGE PAR L'EAU CHAUDE

Tout chauffage par l'eau chaude se compose essentiellement d'un système fermé de tuyaux remplis d'eau et comprenant, aux endroits convenables, les surfaces de chauffe pour l'absorption et l'émission de chaleur. La distribution de chaleur requise est effectuée par la circulation de l'eau dans l'installation.

On distingue, selon le degré d'échauffement de l'eau, comme déjà indiqué page 225 :

- 1° *Chauffage à eau chaude à basse pression ;*
- 2° *Chauffage à eau chaude à moyenne pression.*

En outre :

- a) CHAUFFAGE ORDINAIRE PAR EAU CHAUDE OU CHAUFFAGE A EAU PAR GRAVITÉ. — Si la circulation dans le système est provoquée par la différence de densité.
- b) CHAUFFAGE A EAU CHAUDE A COURANT RAPIDE OU CIRCULATION ACCÉLÉRÉE. — Si, en mélangeant un corps plus léger (vapeur, air, etc.) à l'eau montant dans la tuyauterie, on provoque une accélération de la vitesse de circulation obtenue uniquement par la différence de densité ;
- c) CHAUFFAGE A EAU CHAUDE AVEC EMPLOI DE POMPE (CHAUFFAGE A EAU CHAUDE A LONGUE DISTANCE). — Quand, par suite des grandes résistances produites surtout par la longueur des embranchements horizontaux, la différence de densité ne suffit pas à assurer la circulation de l'eau et qu'il est nécessaire d'intercaler une pompe dans le système pour provoquer ou seconder le mouvement de l'eau.

Comme l'hygiène veut que les surfaces de chauffe émettant la chaleur ne soient pas portées à une température supérieure à 70-80°, car si ces surfaces ont une température plus élevée, la poussière organique peut se décomposer à leur contact et

donner naissance à des produits dégageant une odeur désagréable ou nuisible à la santé. En outre, tout danger d'explosion n'est pas absolument exclu d'une installation dont l'eau est chauffée à plus de 100°. Pour toutes ces raisons, ce n'est que très rarement que l'on construit encore des chauffages à eau chaude à moyenne pression.

Extérieurement, les chauffages à eau chaude à basse pression et ceux à moyenne pression ne se différencient l'un de l'autre en ceci seulement que les premiers sont en communication directe avec l'air libre en leur point le plus élevé, et que les seconds sont fermés par un dispositif de sûreté. On peut donc étudier ensemble ces deux systèmes.

A. — DISPOSITION ET EXÉCUTION DU CHAUFFAGE A EAU CHAUDE

I. — DIFFÉRENTS MODES D'EXÉCUTION DU CHAUFFAGE A EAU CHAUDE ET SON DOMAINE D'APPLICATION

1. — Chauffage à eau chaude par différence de densité.

Soit deux tuyauteries ascendantes remplies d'eau et raccordées en haut et en bas. Si, dans l'une, on amène de la chaleur en un point, dans l'autre, on enlève de la chaleur en un point très élevé, les deux colonnes d'eau ne s'équilibrent plus par suite de la différence de densité provoquée par l'échauffement et le refroidissement et forcément la colonne d'eau refroidie doit descendre et la colonne d'eau réchauffée doit monter. Si l'apport et l'évacuation de chaleur se font d'une façon ininterrompue, il se produit un mouvement permanent de l'eau dans toute la tuyauterie.

Plus la distance verticale entre les deux points mentionnés ci-dessus est grande, plus la différence de pression des deux colonnes d'eau est importante et plus le mouvement de l'eau sera rapide.

Dans le chauffage par l'eau, l'absorption et l'émission de chaleur ne se font pas à vrai dire en un point, toutefois rien ne s'oppose à ce qu'on se les représente transférées dans un plan moyen des dites surfaces de chauffe (voir Calcul de la conduite). La situation des surfaces de chauffe émissives est déterminée en prenant pour base les locaux à chauffer, et il est par suite recommandé de toujours placer les surfaces de chauffe absorbantes aussi bas que possible, c'est-à-dire dans les sous-sols.

Un système de chauffage par l'eau peut, d'après ce qui précède,

consister en une conduite fermée. Il faut alors, d'une part, rassembler sous une forme quelconque la partie destinée à l'absorption de la chaleur et l'exposer au feu, d'autre part, disposer à volonté dans les locaux à chauffer la partie destinée à l'émission de la chaleur.

Cette façon de constituer les surfaces de chauffe absorbantes n'est possible dans un chauffage à eau chaude, vu les dimensions que doivent avoir ces surfaces, que pour les petites installations (par exemple, pour le réchauffement d'un seul local), tandis qu'on donne plus souvent dans la pratique à la surface de chauffe émissive, la forme d'une simple tuyauterie et on l'emploie ainsi quand on peut l'installer commodément et sans gêner en rien l'occupation du local à chauffer (serres). Dans la plupart des cas pourtant les surfaces de chauffe constituent une extension de la tuyauterie (soit chaudière de chauffage, soit corps de chauffe), ce qui permet de pouvoir, sous un faible encombrement, loger une grande surface de chauffe. Il n'est pas nécessaire d'avoir un système propre à chaque local à chauffer, et l'on peut, pour

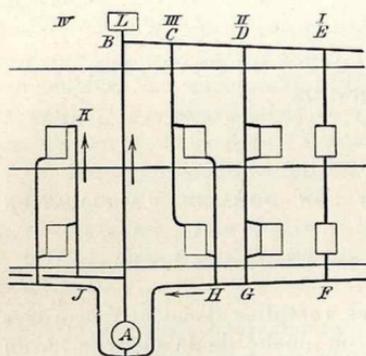


Fig. 47.

chauffer un grand nombre de pièces, n'avoir qu'une seule chaudière de chauffage et disposer, pour amener aux corps de chauffe l'eau de la chaudière et ramener cette eau à la chaudière, une conduite en partie commune.

La figure 47 donne les schémas fondamentaux des dispositions employées dans la pratique.

A droite, une partie de l'eau provenant de la chaudière A est amenée par la colonne montante AB au point le plus élevé de l'installation, et de là par un tuyau de distribution BCDE est conduite vers les colonnes descendantes EF, DG, CH. Par ces colonnes descendantes, et en traversant les corps de chauffe, l'eau arrive dans le tuyau collecteur FGH, qui communique avec le point le plus bas de la chaudière. A gauche, la distribution de l'eau provenant de la chaudière se fait en dessous des corps de chauffe, et le tuyau de distribution est raccordé par des tuyaux ascendants aux corps de chauffe, placés l'un au-dessus de l'autre.

Les colonnes I et II constituent ce qu'on appelle le « système à

un tuyau » ; les colonnes III et IV, le « système à deux tuyaux ».

Dans la disposition de tuyauterie, colonne I, on donne ordinairement aux corps de chauffe la forme de simples tuyaux verticaux d'une hauteur relativement élevée et, dans la pratique, on désigne cette installation sous le nom spécial de « Chauffage à tuyaux verticaux ». Comme toute l'eau de la colonne descendante doit couler à travers chacun des corps de chauffe, il n'est pas possible de régler l'émission de chaleur d'un seul corps de chauffe. Comme la température, par suite de la grande hauteur des tuyaux verticaux, est relativement plus élevée sous le plafond qu'au-dessus du plancher, cette disposition convient surtout pour les locaux dans lesquels on veut cette répartition de la chaleur en vue d'une bonne ventilation et dont les conditions (cuisines, latrines, etc.) sont constantes.

Dans la disposition de tuyauterie, colonne II — exécution ordinaire du système à un tuyau — il est, à vrai dire, possible de régler par des clapets l'émission de chaleur de chacun des corps de chauffe séparément, mais les températures de l'eau dans les corps de chauffe dépendent l'une de l'autre. Cette disposition, qui, parce qu'elle n'exige qu'une conduite, présente certains avantages d'exécution et donne à l'installation un élégant aspect, se recommande quand on n'a pas à prévoir la mise hors circuit fréquemment répétée d'un ou plusieurs corps de chauffe. Dans un chauffage à pompe, le système à un tuyau comparé au système à deux tuyaux possède des avantages et des désavantages sur lesquels nous reviendrons en temps voulu.

Dans le système à deux tuyaux, soit donc dans la disposition de tuyauterie, colonnes III et IV, chaque corps de chauffe est indépendant des autres corps de chauffe au point de vue de l'émission de chaleur et du réglage de cette émission de chaleur, en ce sens qu'aucun corps de chauffe ne reçoit l'eau d'écoulement d'un autre corps de chauffe. Le système à deux tuyaux représente donc avec raison la forme la plus usuelle du chauffage à eau chaude basé sur l'action de la densité. La distribution de l'eau par en haut ou par en bas donne aussi la plus grande possibilité d'exécution, par exemple, la disposition de tuyauterie représentée par la figure 48 pourrait se recommander quand on doit placer les corps de chauffe dans l'allège des fenêtres, et ces cas sont très nombreux.

Il convient de décider, pour chaque cas en particulier, le type de distribution à employer, c'est-à-dire la distribution de l'eau par en haut ou par en bas. Quand la distribution de l'eau se fait au-dessus des corps de chauffe, l'installation revient un peu plus cher à cause de la commune colonne maîtresse montante, AB ; la chaleur que le tuyau de distribution émet, bien qu'on l'ait calorifugé en l'envelop-

pant d'une matière conduisant mal la chaleur, est de la chaleur perdue si le tuyau se trouve placé dans les combles; le contrôle est rendu difficile. Par contre, ce système présente l'avantage qu'il n'y a qu'une seule conduite à poser dans la cave, la conduite collectrice de retour, mais, avant tout, que l'eau partant de la chaudière peut monter directement jusqu'au point le plus élevé, donc qu'elle est mise de suite parfaitement en mouvement. Cette disposition se recommande donc toujours — elle peut même être indispensable — quand la chaudière se trouve à une grande distance horizontale du corps de chauffe le plus près et quand la cave n'a qu'une faible hauteur. Les avantages et les inconvénients de la distribution de l'eau

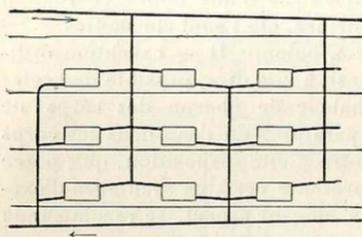


Fig. 48.

par en bas se déduisent d'eux-mêmes de ce qui précède (voir aussi calcul de la tuyauterie).

Naturellement, dans le système à deux tuyaux, on peut aussi installer un tuyau spécial allant de la chaudière à chacun des corps de chauffe et du corps de chauffe à la chaudière; dans la pratique, cette disposition est rare, car elle est plus

coûteuse, et ce n'est que dans certains cas isolés qu'on peut souhaiter son emploi. Par contre, on choisit plus fréquemment une conduite de départ commune jusqu'aux corps de chauffe comme dans la figure 47 et pour chaque corps de chauffe une conduite de retour séparée. Le but de cette disposition est de pouvoir transférer des locaux à chauffer dans la cave, les robinets commandant les corps de chauffe et servant à régler la circulation de l'eau et, par suite, l'émission de chaleur.

Dans la pratique, on désigne ordinairement par *circulation de départ* la circulation de l'eau de la chaudière aux corps de chauffe et par *circulation de retour*, la circulation de l'eau des corps de chauffe à la chaudière.

Comme, dans un chauffage à eau chaude, toute l'installation est remplie d'eau et que l'eau se dilate quand on la chauffe, il faut prévoir un dispositif permettant qu'une quantité convenable d'eau puisse sortir de l'installation et y retourner, quand on arrête la marche du système. Dans ce but, on raccorde le point culminant de l'installation à un réservoir de dimensions suffisantes marqué L sur la figure 47 — et qu'on appelle *vase d'expansion*.

Quand la distribution se fait par en haut, tout l'air chassé du système lors du remplissage ou qui se dégage de l'eau

s'échappe par le vase d'expansion ; quand la distribution de l'eau se fait par en bas, il peut se produire des poches d'air dans les corps de chauffe les plus élevés et non en communication avec le vase d'expansion et dans la conduite allant à ces corps de chauffe. On doit donc munir ces corps de chauffe de dispositif de purge d'air. On peut, dans ce but, employer des robinets d'air ou des vis d'air (purgeurs d'air) manœuvrés à la main, mais le meilleur dispositif est le purgeur automatique, c'est-à-dire un simple tuyau (tuyau d'évent) branché au point le plus élevé de la tuyauterie et raccordé au vase d'expansion. On peut naturellement réunir les tuyaux d'évent de plusieurs tronçons de tuyauterie et les raccorder au vase d'expansion par un tuyau commun.

Il est donc utile de toujours prévoir ces tuyaux d'évent dans les installations dans lesquelles la circulation collective de départ se trouve en dessous des corps de chauffe.

Le système tout entier doit être complètement rempli d'eau, c'est-à-dire qu'il ne doit y avoir en aucun point d'accumulation d'air, afin d'éviter tout trouble dans la circulation.

On doit poser par suite le principe suivant : depuis son entrée dans la chaudière jusqu'au point le plus élevé du système, la montée de l'eau doit être constante, plus ou moins rapide, selon les conditions que présentent les constructions ; à partir de ce point, la descente de l'eau doit s'effectuer sans arrêt. Si l'on doit, dans certains cas, s'écarter de ce principe (par exemple, quand il faut contourner un obstacle qu'il est impossible d'éviter), il faut alors munir les points où l'air peut s'accumuler, de dispositifs de purge d'air, les meilleurs sont des tuyaux d'évent allant, comme il convient, déboucher dans le vase d'expansion.

Le *domaine d'application* du chauffage à eau chaude par différence de densité est très étendu. La grande chaleur spécifique de l'eau a pour conséquence que le refroidissement de seulement 20-30° d'une quantité d'eau relativement minime suffit à transmettre à l'air par les corps de chauffe une quantité de chaleur assez importante. La densité de l'eau à diverses températures varie suffisamment pour pouvoir faire circuler, dans des conduites assez étroites, d'importantes quantités d'eau, uniquement par la différence de pression de deux colonnes d'eau chaude de température différente 20-30°.

Comme la différence de pression augmente en rapport direct de la hauteur de ces colonnes d'eau, les sections de tuyaux sont donc d'autant plus petites que les corps de chauffe émettant la chaleur se trouvent placés plus haut au-dessus de la chaudière absorbant la chaleur. Quand les tuyaux à travers lesquels circulent l'eau

chaude sont suffisamment calorifugés, on peut, dans certains cas, étendre le chauffage jusqu'à une distance horizontale de la chaudière allant jusqu'à 150 mètres et plus. Ce n'est uniquement qu'en tenant compte de l'état des constructions et en faisant tous les calculs nécessaires, qu'on peut savoir s'il est nécessaire ou plus avantageux d'avoir, dans un bâtiment, plusieurs foyers au lieu d'un seul ou s'il est plus opportun d'employer un chauffage à pompe.

Comme on peut, sans difficulté, dans les limites déterminées, maintenir l'eau dans la chaudière à toute température voulue, le chauffage par l'eau permet de régler, d'une façon générale, uniquement en faisant varier l'allure du foyer, l'émission totale de chaleur des corps de chauffe se trouvant dans les locaux : c'est un avantage qu'aucun autre système de chauffage ne peut offrir dans la même mesure.

Le chauffage à eau chaude bien construit fonctionne absolument sans odeur et très économiquement ; une installation établie avec soin a une durée presque illimitée : ce sont des avantages spéciaux à ce système et qu'il est bon de faire ressortir.

Par suite de la grande chaleur spécifique de l'eau, le chauffage à eau chaude présente l'inconvénient que l'échauffement et le refroidissement de l'eau se font avec une certaine lenteur.

On ne peut donc employer le chauffage à eau chaude comme chauffage local là où il faut, comme par exemple dans les salles de réunion, les théâtres, etc., disposer d'un système assurant l'échauffement rapide des corps de chauffe avant l'occupation des locaux et leur refroidissement rapide dès que les locaux ne sont plus occupés. On peut également citer comme inconvénient de ce système la possibilité du gel des corps de chauffe.

On peut diminuer la lenteur de l'échauffement et du refroidissement de l'eau, même rendre cet inconvénient insensible, en mesurant bien exactement la contenance d'eau des corps de chauffe (voir § 2 du présent chapitre). Il existe également de nombreux moyens de prévenir tout danger de gel, si toutefois on peut parler de ce danger, car seule une très grande négligence d'entretien peut rendre possible cet accident (voir IV, 2, du présent chapitre).

D'après ce qui vient d'être dit, le chauffage à eau chaude, au point de vue hygiénique, technique et économique, convient surtout, et de préférence à tout autre système, au chauffage des locaux dans lesquels on veut avoir une chaleur agréable et uniforme (habitations, écoles, hôpitaux, bureaux, musées, serres, etc.).

2. — Chauffage à eau chaude à circulation accélérée.

Le mouvement de l'eau dans un chauffage ordinaire à eau chaude (thermosiphon) repose sur la différence de densité des deux colonnes d'eau constituant la circulation de départ et la circulation de retour du système. Cette différence de densité est si minime dans nos bâtiments de grandeur ordinaire, car l'eau de la circulation de départ a une température différant seulement de 20 à 30° de celle de la circulation de retour, que la vitesse produite dans le système par la différence de densité de l'eau pourrait à peine dépasser 0,3 m. par seconde.

Si on diminue le poids de l'eau de la circulation de départ, soit en injectant dans cette eau de la vapeur ou de l'air, soit en produisant de la vapeur à l'intérieur de l'eau, naturellement la différence de densité augmente. Cette introduction d'un corps plus léger augmente la force ascensionnelle de l'eau qui circule alors plus rapidement dans l'installation. Pour le transport de la même quantité de chaleur, on peut donc employer des tuyaux d'un diamètre beaucoup plus petit et les circulations d'eau peuvent s'étendre beaucoup plus loin horizontalement. D'autre part, comme on a augmenté la différence de densité, non par l'échauffement de l'eau, mais en mélangeant à l'eau de la circulation de départ un corps plus léger, on a la possibilité de pouvoir comprendre dans le système des corps de chauffe situés plus bas que la chaudière de la même manière que les corps de chauffe placés plus haut que la chaudière.

Ce fut le capitaine Reck qui établit le premier chauffage à circulation accélérée. Ce chauffage était parfaitement compris et ses avantages amenèrent la création d'un grand nombre de systèmes très différents et de nombreuses installations furent construites.

Dans tout chauffage à circulation accélérée, on doit d'abord, par une colonne montante, conduire en haut l'eau du système. Naturellement, à moins que certaines raisons s'y opposent absolument, la distribution de l'eau se fera par en haut, donc au-dessus des corps de chauffe. Le chauffage est rendu plus coûteux et la circulation est un peu forcée quand la distribution doit avoir lieu par en bas car alors, l'eau doit aller d'abord de bas en haut, puis du haut en bas, pour refaire le chemin de bas en haut en traversant les corps de chauffe.

D'ailleurs, au point de vue économique, les chauffages à circulation accélérée ne peuvent être employés que dans de grands bâtiments, car dans les petites installations, les économies que l'on peut réaliser par la réduction du diamètre des tuyaux, l'emploi de

plus petits robinets, etc., ne sont pas compensés par des frais occasionnés par les constructions et exécutions spéciales que nécessite ce système, et les chauffages à eau chaude ordinaire ou thermosiphons sont, par suite, beaucoup moins coûteux.

Mais aux avantages mentionnés plus haut on peut opposer des inconvénients qu'on ne peut passer sous silence et qui — sans parler du point de vue économique — restreignent considérablement l'emploi *justifié* des chauffages à eau chaude à circulation accélérée.

La réduction du diamètre des tuyaux et la plus grande vitesse de l'eau ont l'inconvénient de diminuer la sensibilité du réglage de la température par les robinets (sensibilité recherchée dans toute installation), car il suffit d'une légère variation dans la position du robinet pour modifier considérablement le pourcentage de la quantité d'eau en circulation. La conduite de l'installation exige plus de connaissances que celle d'un thermosiphon, c'est un désavantage qui peut, dans certains cas, présenter de sérieux inconvénients. Dans quelques systèmes qui exigent l'emploi de la vapeur il se produit parfois, surtout lors de la mise en train, des bruits qui se font entendre jusque dans les locaux à chauffer.

Le plus grave inconvénient des chauffages à circulation accélérée, quand on emploie de la vapeur pour émulsionner l'eau comme c'est le cas dans la plupart des systèmes, consiste en ce que l'eau entre dans les corps de chauffe à une haute température, c'est-à-dire qu'il est impossible de conformer la température de l'eau aux besoins actuels de chaleur ou du moins qu'on ne peut le faire comme il serait désirable que ce fût possible. Le réglage général — avantage principal du thermosiphon — est donc impossible ou tout au moins insuffisant. Les installations se rapprochent donc à ces divers points de vue du chauffage à vapeur à basse pression. On essaie de compenser cette défectuosité du système en munissant les corps de chauffe de thermostats ou régulateurs automatiques de la chaleur, mais on n'obtient ainsi aucun résultat satisfaisant (voir IV, 2, Réglage de l'émission de chaleur des corps de chauffe).

Alors qu'on s'efforçait de rendre le chauffage à vapeur à basse pression aussi proche que possible du chauffage à eau chaude au point de vue de la douceur de la chaleur et de la facilité du réglage, par l'introduction du chauffage à circulation accélérée on enlevait en partie au chauffage à eau chaude ses principaux avantages sans lui en apporter d'autres importants.

Un avantage qui fait absolument défaut au thermosiphon est celui de pouvoir intercaler dans le système des corps de chauffe

placés plus bas que la chaudière. Pourtant il ne sera pas toujours nécessaire, quand on devra chauffer quelques pièces placées plus bas que la chaudière, d'employer un chauffage à circulation accélérée pour tout l'immeuble. On peut, avec le thermosiphon, arriver à chauffer des pièces placées plus bas que la chaufferie. Deux méthodes permettent d'atteindre ce résultat ; soit, quand on emploie le système à un tuyau, en disposant des corps de chauffe plus bas que la chaudière s'il se trouve au-dessus de ces dits corps de chauffe d'autres corps de chauffe placés plus haut que la chaudière, soit en installant des corps de chauffe dans le haut des locaux, si on recouvre chacun de ces corps de chauffe d'une enveloppe allant jusqu'au plancher et munie d'ouvertures en bas près du plancher et en haut sous le plafond. Il est également possible avec un chauffage à vapeur à basse pression de réchauffer des corps de chauffe placés plus bas que la chaudière, et de pouvoir en régler la température si on crée, à l'aide de l'eau de la chaudière et de la force ascensionnelle engendrée dans la chaudière par les bulles de vapeur, un petit chauffage spécial à circulation accélérée (Brevet Rud. Otto Meyer).

Reck, dont on ne saurait trop louer les efforts, a réussi à vrai dire à créer récemment un nouveau système (eau chaude à circulation accélérée avec mélangeur d'eau) dans lequel le réglage général de la température de l'eau est possible, ce qui, par conséquent, fait disparaître l'inconvénient mentionné plus haut. Reck arrive à ce réglage général en séparant la circulation accélérée du chauffage proprement dit pour lequel il conserve l'action de la gravité et en n'ajoutant, par l'installation de circulation accélérée, à la circulation de retour de tout le système de chauffe (voir fig. 50) ou à la circulation de retour de chacune des colonnes descendantes (voir fig. 51) ou à un groupe de colonnes descendantes, jamais plus d'eau chauffée à une haute température qu'il n'est nécessaire pour correspondre dans chaque cas à l'émission de chaleur des corps de chauffe. Dans le premier cas, l'unique avantage de cette disposition sur un chauffage à eau chaude ordinaire (thermosiphon) est la possibilité de pouvoir situer un peu plus bas que le milieu de la chaudière — en supposant que les conditions du plancher restent les mêmes — le point où l'eau très chaude vient se mélanger à l'eau de retour de l'installation de chauffage, par conséquent d'avoir une pression motrice un peu plus grande. Dans le second cas par contre, dans lequel les branchements desservant les colonnes ascendantes et descendantes appartiennent au système à circulation accélérée, l'avantage consiste en ce fait, — qui en résulte — que sans parler de la réduction des diamètres des conduites de distribution, l'ins-

tallation de chauffage se subdivise en autant d'installations distinctes qu'il existe de colonnes descendantes, par conséquent la pression motrice de chacune des colonnes descendantes n'est utilisée que par les résistances qui se produisent dans chacune d'elles, donc aussi les diamètres des colonnes descendantes sont plus réduits que ceux d'un thermosiphon.

On peut, en disposant des soupapes, faire fonctionner comme une installation ordinaire à circulation accélérée les installations construites de cette façon, à vrai dire en ce cas il ne peut plus être question de ce réglage général que l'on s'efforce toujours d'obtenir. Si l'installation doit toujours fonctionner comme thermosiphon avec les avantages du réglage général et automatique de la circulation de l'eau, les corps de chauffe situés plus bas que la chaudière sont alors soumis aussi aux mêmes conditions que dans le thermosiphon. Une installation de ce genre représente donc seulement le raccordement d'une installation à circulation accélérée avec un thermosiphon et équivaut à un chauffage à pompe, dans lequel le transport de l'eau dans les conduites de distribution est assuré uniquement par la pompe et l'installation de chauffage proprement dite est construite comme un thermosiphon.

Si au lieu de vapeur on mélange de l'air à l'eau de chauffe, comme il ne se produit par cette addition aucun réchauffement de l'eau, le réglage général est en principe possible. L'injection d'air exige des dispositifs spéciaux. Dans le système de Jörgensen, connu sous le nom de « Aerocircuit » et le seul de ce genre jusqu'à ce jour, l'air est injecté dans l'eau au moyen d'un injecteur à vapeur. On ne peut encore se rendre compte de la valeur de ce système car il n'existe relativement que très peu d'installations basées sur ce système.

Dans la plupart des cas on devrait préférer le système à pompe au système à circulation accélérée ; pourtant, comme la pompe exige une commande mécanique, il peut y avoir des cas où le système à circulation accélérée convient mieux.

Les dispositions adoptées dans les chauffages à circulation accélérée sont très différentes¹.

La description qui va suivre des systèmes de Reck et de Brückner, les deux systèmes les plus employés jusqu'à ce jour, met parfaitement en relief le principe qui forme la base du fonctionnement des chauffages à circulation accélérée.

La figure 49 représente le système Reck sans réglage général. A est une chaudière à vapeur. La vapeur produite dans cette chau-

¹ Une conférence du Professeur Meter publiée dans le *Gesundheits-Ingenieur*, 1907, p. 469 et suiv. contient un exposé très complet des différents systèmes employés dans la pratique.

dière monte d'abord dans le réchauffeur d'eau B destiné au réchauffement de l'eau de chauffe. De B l'eau de chauffe s'élève par une tuyauterie C à un manchon E nommé circulateur en passant par le condenseur D. La vapeur partant de la chaudière à vapeur A est amenée à ce circulateur par le tube F et introduite dans l'eau de chauffe dudit circulateur au moyen d'un pulvérisateur. La quantité de vapeur directe ainsi introduite dans l'eau de chauffe est telle que non seulement cette eau s'échauffe à la température de la vapeur mais encore se mélange à la vapeur. Ce mélange d'eau et de vapeur (émulsion), dont le poids spécifique est inférieur à celui de l'eau, monte dans le tuyau G (tube-moteur) et va dans le vase d'expansion H où la vapeur se sépare de l'eau et se rend par le tuyau I dans le condenseur D, dans lequel, par suite de contact indirect avec l'eau de chauffe arrivant de B, elle chauffe encore cette eau mais se condense elle-même et alors, à l'état d'eau de condensation, retourne à la chaudière à vapeur par la conduite K. L'eau de chauffe parvenue en H et ayant la température de la vapeur se rend par le tuyau L à l'installation de chauffe proprement dit.

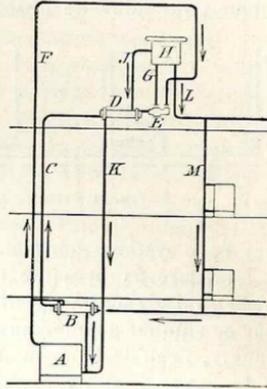


Fig. 49.

L'importante différence de densité des colonnes d'eau B M L H et B C E G H, provoquée par l'émulsion dans le tube-moteur G comparative-ment à celle d'un chauffage à eau chaude ordinaire, occasionne la circulation plus rapide de l'eau dans l'installation de chauffe.

On voit que le réchauffement de l'eau en B, la tension de la vapeur, la hauteur du tube-moteur G et la quantité de vapeur entrant en E sont essentiels pour le bon fonctionnement du système.

La figure 50 montre le chauffage à circulation accélérée de Reck avec mélange d'eau. L est le tuyau de la figure précédente qui conduit à l'installation de chauffage proprement dit l'eau réchauffée à une haute température. Dans la

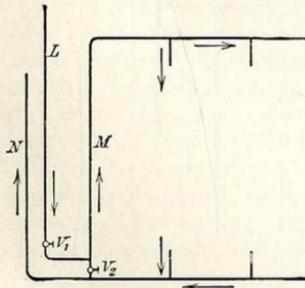


Fig. 50.

figure 50 l'eau descend puis, par la conduite M, remonte et va dans la conduite de distribution de l'installation de chauffage. L'eau des colonnes descendantes se rassemble dans le tuyau collecteur N qui, en passant par le condenseur, conduit de nouveau l'eau au circulateur pour nouvelle absorption de chaleur. Une chaudière à eau

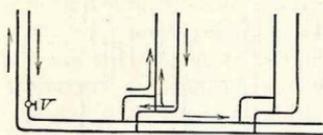


Fig. 51.

chaude est donc dans ce cas indispensable. A l'aide de deux robinets mélangeurs V_1 et V_2 l'eau de retour est mélangée à l'eau de départ (eau réchauffée à une haute température) dans le tuyau M et on règle à volonté ce mélange en ouvrant plus ou moins les robinets. Si on ferme le robinet

V_2 le système fonctionne comme l'indique la figure 49.

La figure 51 présente naturellement la même disposition si ce n'est qu'il n'y a qu'un seul robinet, soit le robinet V, et qu'on peut par ce robinet amener aux colonnes montantes, dans la proportion voulue, l'eau de la circulation de retour et l'eau de mélange.

La figure 52 représente le chauffage à circulation accélérée, système Brückner. A est une chaudière à eau chaude dans laquelle l'eau est chauffée à plus de 100° . L'eau s'élève dans la conduite B et par la diminution de pression qui en résulte il se dégage, chemin faisant, dans le séparateur C des bulles de vapeur qui se mélangent à l'eau. Dans le vase clos D la vapeur se sépare de l'eau et tandis que l'eau s'écoule par la conduite E et va alimenter l'installation de chauffage proprement dite, la vapeur se rend vers le condenseur G où elle est condensée par l'eau de retour du chauffage amenée par la conduite H. La totalité de l'eau retourne alors par la conduite I à la chaudière afin d'être chauffée de nouveau. L'air et, le cas échéant, la vapeur en excès s'échappent par la conduite K qui les conduit dans le deuxième vase d'expansion L — dans lequel se rend aussi l'eau chassée de D pendant la marche du système — et de là le tuyau M les évacue à l'extérieur.

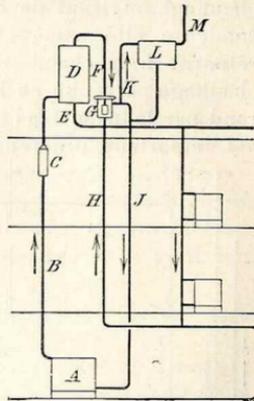


Fig. 52.

Les chauffages à circulation accélérée s'emploient, d'après ce qui vient d'être dit, pour les chauffages par groupes et principalement pour ceux dans lesquels la construction de l'immeuble est telle qu'il