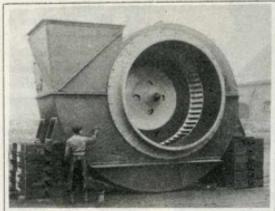
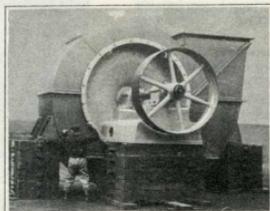


1900



Ventilateur centrifuge à vitesse variable.

HAUFFAGE ET VENTILATION. —

Notre but n'est pas de montrer le détail des multiples installations de chauffage à vapeur, à eau chaude, fonctionnant soit au charbon, soit au mazout, en usage aujourd'hui, ce qui nous conduirait trop loin. Nous avons voulu seulement exposer les principes sur lesquels sont basées ces installations de chauffage, ainsi que les installations de ventilation.

Lavoisier et d'autres savants ont établi que nos

produite et la chaleur perdue un état d'équilibre tel que, dans des conditions normales, notre corps prend une température de 37° environ.

Cet état d'équilibre est influencé par les conditions de température du milieu ambiant, par le travail auquel se livre l'individu et l'état de santé de celui-ci. Un individu qui dépense de la force musculaire en exécutant un travail manuel, produit un surcroît de chaleur et peut se contenter d'une température ambiante moins grande qu'un travailleur assujéti à une besogne sédentaire. De là la nécessité de maintenir dans les locaux habités certaines tempé-

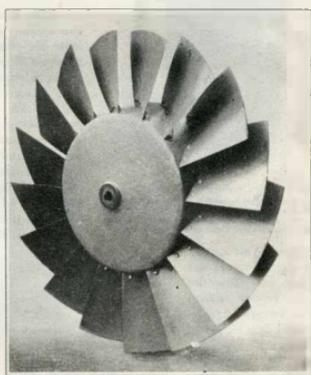


C

Le poumon est le siège d'une combustion. Les matières organiques du sang : carbone et hydrogène, s'y combinent avec l'oxygène de l'air aspiré et forment de l'acide carbonique et de la vapeur d'eau qui sont rejetés au dehors. Cette combustion constante élèverait de plus en plus la température du corps humain si celui-ci ne perdait pas par la peau et par les poumons une certaine quantité de chaleur. En fait, il s'établit entre la chaleur



Cas de l'aspiration.



Roue du ventilateur.

L'admission des galeries des mines nécessite des ventilateurs de débit parfois considérable, susceptibles d'élever jusqu'au front de taille de l'air pur pour renouveler l'air vicié par les hommes, les chevaux, les lampes et les corps de mine. Dans les exploitations graniétoises, la quantité d'air à évacuer est déterminée au centre par la nécessité de diluer le gazou et d'éviter la formation de sulfures toxiques. Les ventilateurs centrifuges sont composés essentiellement d'une roue à palettes de forme appropriée, tournant à grande vitesse qui aspire l'air et le refoule dans un corps en forme de volute au bout duquel vient se brancher le tuyau amenant l'air aux points d'utilisation.

ratures normales et, par conséquent, de les chauffer lorsque la température extérieure est inférieure à la valeur requise et de les rafraîchir dans le cas contraire. Le tableau suivant donne les tem-

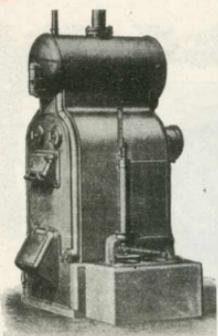


Fig. 1. — Chaudière pour installation de chauffage central à eau chaude. La partie supérieure sert au chargement de combustible, la partie inférieure au nettoyage de la grille.

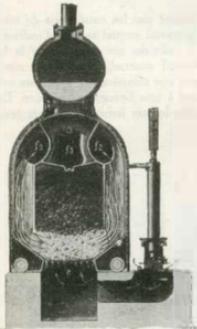


Fig. 2. — Coupe transversale de la chaudière fig. 1. Le combustible accumulé sur la trémie, tombe dessous par à peu et brûle dans la grille. Les gaz chauds montent lentement par des cheminées latérales par l'eau et s'échappent par 3.

l'échange d'air qui se fait par les pores des parois, les joints des portes et des fenêtres et l'ouverture de celles-ci. Mais dans les locaux fréquentés simultanément par un grand nombre d'individus, une ventilation artificielle, assurant un remplacement continu et abondant de l'air usé par de l'air frais, est absolument nécessaire.

L'état hygrométrique de l'air dans les locaux est aussi un

pératures que l'on tend à maintenir : Bureaux, ateliers pour occupations sédentaires, salles d'écoles, appartements (salons, salles à manger, etc.), 18° ; chambres à coucher, vestibules, salles de collections, etc., 15° à 18° ; ateliers (suivant le genre d'industrie), 12° à 15 degrés.

Par suite de la combustion qui s'opère dans les poulmons, un adulte dégage par heure 0,036 à 0,20 mètre cube d'acide carbonique et 70 à 80 grammes de vapeur d'eau. De plus, tous les appareils d'éclairage autres que les lampes électriques à incandescence consomment aussi de l'oxygène et produisent de l'acide carbonique. Or, les travaux de Paul Bert ont montré qu'un teneur de 5 % d'acide carbonique dans l'atmosphère entraîne déjà des maladies et que la présence de 15 % de ce gaz est mortelle. Une teneur de 1,5 % semble être, d'après les recherches les plus récentes, le maximum qui puisse exister dans une atmosphère sans que la santé des personnes qui la respirent en soit affectée à la longue. Aussi est-il nécessaire d'assurer le renouvellement de l'atmosphère des locaux habités. Dans les appartements, et en général partout où le nombre des personnes est restreint, ce renouvellement est assuré d'une manière suffisante par la ventilation naturelle, c'est-à-dire par

élément important : si l'air est trop sec, il absorbe trop rapidement l'humidité de notre corps, il en résulte un sentiment inconfortable, de soif, d'irritation de la gorge et des poulmons. Au contraire, si l'air est trop humide, ce qui arrive dans certains ateliers où les opérations industrielles sont accompagnées de dégagement de vapeur d'eau, il en résulte une sensation d'oppression et de lassitude. En moyenne, l'humidité relative de l'air est à maintenir, autant que possible, entre 50 à 70 %.

Quantité de chaleur à fournir pour chauffer un local. — Lorsque des deux faces d'une paroi quelconque sont à des températures différentes, on constate qu'un flux de chaleur circule à travers la paroi de la face chaude à la face froide. Cette déperdition de chaleur par la paroi est proportionnelle à la différence des températures des deux faces et dépend de la nature des matériaux de la paroi et de l'épaisseur de celle-ci. Dans une pièce dont les murs sont en contact avec l'extérieur ou des locaux de température plus basse, il faudra donc, si l'on veut y maintenir une température constante, déverser une quantité de chaleur égale à celle qu'elle perd dans le même temps par ses murs, son plafond et son plancher.

En outre, la ventilation entraîne le remplacement d'une certaine quantité d'air usé, mais chaud, par une quantité égale d'air pur, mais froid, qui doit être portée à la température du local par une certaine dépense de chaleur. La somme de ces deux dépenses est égale à la quantité de chaleur qui doit donner l'appareil de chauffage, lorsque celui-ci fonctionne de manière continue. Mais, le plus souvent, le chauffage fonctionne par intermittence ; or, pendant les arrêts, les murs et l'air des pièces se refroidissent ; à

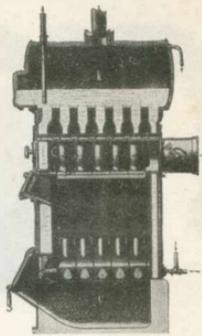


Fig. 3. — Coupe longitudinale à travers la chaudière fig. 1, montrant nettement les vagues d'eau chaude dans le réservoir.

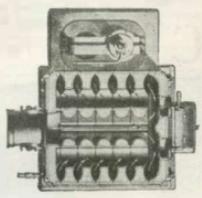


Fig. 4. — Coupe horizontale à travers la chaudière fig. 1.

chaque remise en marche il y aura donc une période de réchauffage pendant laquelle l'appareil doit pouvoir donner un supplément calorifique si l'on ne veut pas que cette période se prolonge démesurément.

Appareils et systèmes de chauffage. — Le chauffage de pièces isolées à lieu à l'aide

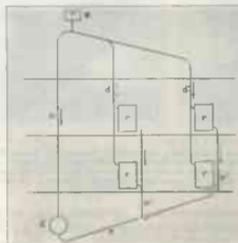


Fig. 5. — Schéma d'une installation de chauffage central à eau chaude.

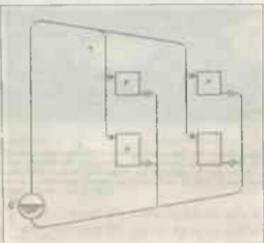


Fig. 6. — Schéma d'une installation de chauffage central à vapeur.

CHAUFFAGE

les cheminées, les poêles en fonte ou en tôle se chauffent au bois ou à la houille, de poêles à gaz ou à pétrole ou de radiateurs électriques. Dans les cheminées, la chaleur est transmise surtout par radiation : dans les poêles, une partie de la chaleur est cédée par convection, c'est-à-dire que l'air en contact avec les parois s'échauffe, monte, devient plus léger et est remplacé par de l'air plus froid. Le reste de la chaleur est communiqué à l'air dans des canaux ménagés à l'intérieur de façon à augmenter le plus possible la surface de chauffe et à tirer le meilleur parti possible de la chaleur dégagée par la combustion, en ne laissant aux gaz produits par cette combustion que la température nécessaire pour assurer le tirage de la cheminée.

On appelle installation de chauffage central tout système dans lequel la chaleur destinée à un certain nombre de locaux est produite dans un appareil unique, puis transportée dans les pièces à chauffer, par un agent lui servant de véhicule : eau, vapeur d'eau ou air. L'installation comprend généralement un seul bâtiment, mais aux Etats-Unis existent de véritables usines distribuant la chaleur à tout un quartier par un réseau de tuyauteries. Indépendamment de la diminution des risques d'incendie, fort importante spécialement s'il s'agit de musées, de bâtiments publics, hôpitaux, etc., ces centrales à vapeur peuvent donner lieu à d'intéressantes combinaisons avec les centrales de production d'énergie électrique : la vapeur est envoyée d'abord dans des moteurs à vapeur, machines à pistons ou turbines entraînant des génératrices électriques, puis sert ensuite au chauffage. Cette combinaison de la production de l'énergie mécanique et de l'installation de chauffage est fort importante aussi dans les entreprises industrielles et mériterait d'être plus répandue. Examinons rapidement les principaux systèmes de chauffage central :

Chauffage à eau chaude. — (V. page 478). Ce système repose sur la différence de densité entre l'eau chaude et l'eau froide. L'eau chaude produite dans une chaudière C

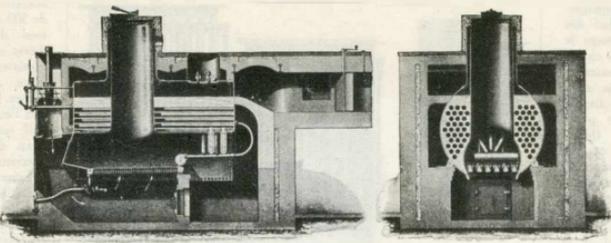


Fig. 7. — Chaudière multivalvulaire pour grande installation de chauffage à vapeur à basse pression. Dans les petites installations, les chaudières sont d'un type analogue à celui de la figure 1.

(fig. 5), placée au point le plus bas de l'installation, s'élève dans la conduite a, chassée qu'elle est par l'eau froide plus lourde qui revient à la chaudière par les conduites de retour e, e'. Du point le plus haut, l'eau est distribuée aux radiateurs

par les tuyaux de descente d, d'. Le récipient R sert à compenser les variations de volume de l'eau causées par les variations de température. Un robinet de réglage, placé à l'entrée de chaque radiateur, permet de modifier le débit. Grâce à la possibilité de faire varier la température de l'eau à la chaudière dans de très grandes limites en réglant l'activité du foyer, il est extrêmement facile d'accommoder le fonctionnement général de l'installation aux conditions atmosphériques. D'autre part, la température des radiateurs ne dépasse pas 50 à 60°, aussi la chaleur développée est-elle particulièrement douce. Par contre, la grande capacité en eau des radiateurs leur confère une certaine paresse : ils prennent un temps assez long à se réchauffer à la mise en

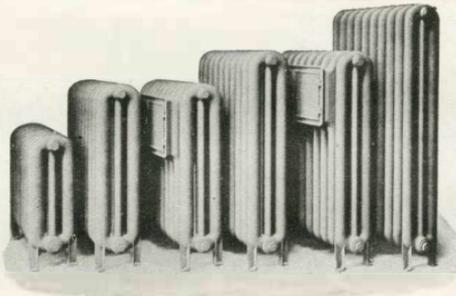


Fig. 8. — Radiateurs pour chauffage central à eau chaude ou à vapeur. Ils sont formés d'éléments creux en fonte, assemblés en plus ou moins grand nombre, suivant la surface de chauffe à réaliser.

marche, ou à se refroidir lors des arrêts. On peut, d'ailleurs, atténuer, dans une très grande mesure, cet inconvénient, par un choix judicieux de la capacité des appareils.

Ce mode de chauffage se recommande surtout où une chaleur douce et régulière est de rigueur (maisons privées, hôpitaux, écoles, etc.) ; il ne convient pas, dans le cas où il s'agit de chauffer rapidement un local avant l'usage (théâtres, salles de concerts, etc.).

Mentionnons en passant les installations de chauffage à eau chaude à haute pression qui sont peu répandues.

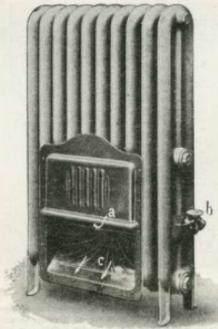


Fig. 9. — Radiateur à eau chaude chauffé au gaz. a, Range à gaz ; b, robinet de réglage ; c, robinet de purge ; d, robinet de réglage de la chaleur produite au gaz.

Chauffage à vapeur (fig. 6). — En principe, ces installations comprennent un générateur de vapeur duquel partent une ou plusieurs conduites qui se ramifient dans les locaux et distribuent le fluide aux radiateurs. La vapeur se condense dans ceux-ci en abandonnant sa chaleur de vaporisation. Des purgeurs placés à la base des radiateurs livrent passage à l'eau chaude qui est ramené par des tuyauteries spéciales dans une bûche d'alimentation s'il s'agit de chauffage à haute pression, ou directement dans la chaudière lorsque celle-ci est à basse pres-

tion et se trouve suffisamment en contre-bas des radiateurs de l'étage le plus inférieur. Les chauffages à haute pression ne sont indiqués que dans des cas où l'on dispose de générateurs pour d'autres usages (fabriques). Dans le cas de distribution à distance, la haute pression est indiquée pour le transport de la vapeur jusqu'aux bâtiments à chauffer ; à l'intérieur de ceux-ci, il est préférable de réduire la pression à l'aide d'appareils appelés détendeurs.

Les chauffages à basse pression utilisent généralement des pressions comprises entre 30 et 100 grammes par centimètre carré. Les règlements administratifs

sont indiquées plus haut, la fourniture de la chaleur ne peut être réglée qu'en agissant sur les robinets des radiateurs.

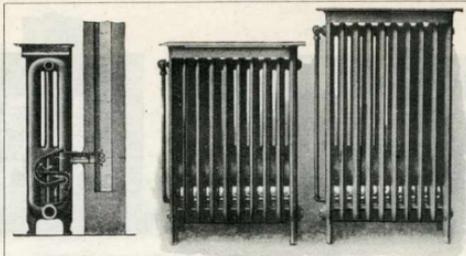


Fig. 10. — Radiateur d'une installation centrale possédant un dispositif auxiliaire de chauffage par le gaz qui permet de l'utiliser isolément, par exemple au printemps et en automne quand l'installation générale n'est pas en service.

admettent un maximum de 300 grammes, en dessous duquel les chaudières sont exemptées des épreuves de la surveillance du service des Mines. Ils imposent toutefois l'emploi d'un dispositif empêchant la pression de dépasser ce maximum. L'installation à basse pression, moins coûteuse que celle à eau chaude, ne permet pas un réglage général comme ces dernières ; la température de la vapeur ne variant qu'excessivement peu (3 degrés à peine) entre les limites de pression indiquées plus haut, la fourniture de la chaleur ne peut être réglée qu'en agissant sur les robinets des radiateurs.

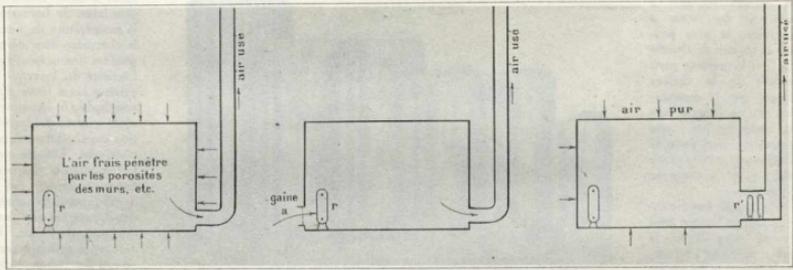


Fig. 11 a. — L'air frais arrive par voie naturelle dans la pièce ; une gaine assure l'évacuation de l'air usé. Le tirage est dû uniquement à la différence de densité entre l'air extérieur froid et l'air intérieur chaud.

Fig. 11 b. — L'air frais entre par une gaine et se chauffe au contact du radiateur r. L'évacuation de l'air usé a lieu comme dans le cas précédent.

Fig. 11 c. — Pour activer l'évacuation de l'air usé et, ensuite, l'échange à travers les parois, l'air usé est chauffé au bas de la gaine d'échappement à l'aide de radiateurs auxiliaires r', par exemple.

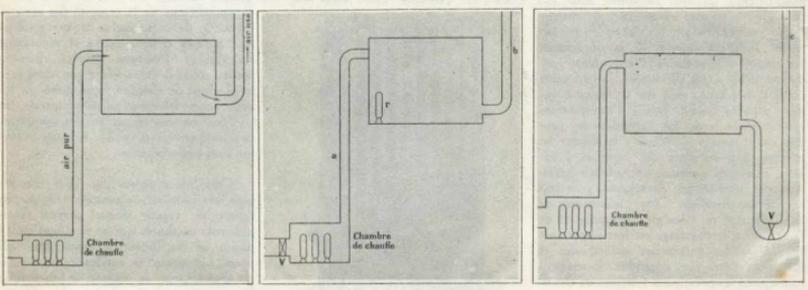
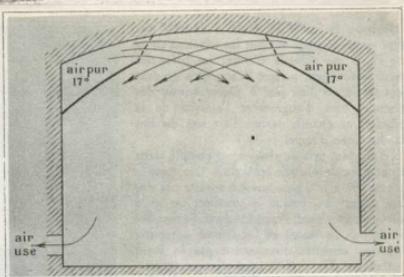
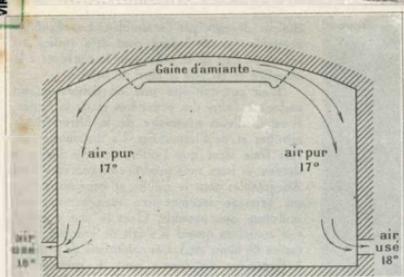


Fig. 12 a. — Ventilation par pousée. L'air pur pris à l'extérieur est réchauffé à 30 ou 40° dans une chambre de chauffe, puis distribué de là dans les locaux par une série de gaines. La circulation est assurée par la différence de densité entre l'air chaud et l'air extérieur.

Fig. 12 b. — Ventilation par aspiration. L'air pur est refoulé par le ventilateur V dans la chambre de chauffe, puis distribué dans les locaux par les gaines a. L'air usé s'échappe par b. Des radiateurs r, sont parfois prévus pour assurer un chauffage complémentaire.

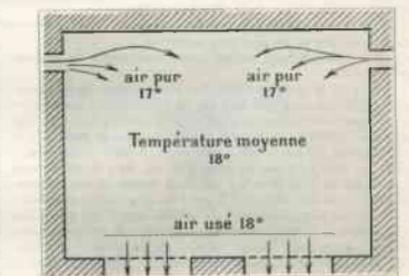
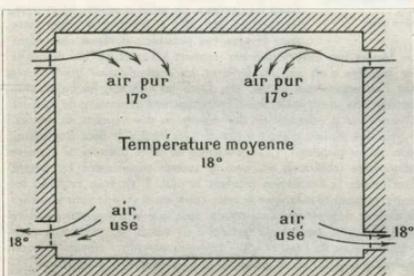
Fig. 12 c. — Ventilation par aspiration. Le ventilateur V aspire l'air usé des salles et le refoule dans la chambre de chauffe c. L'air frais se chauffe au contact des radiateurs de la chambre de chauffe avant de pénétrer dans les locaux.



à gauche : Ventilation de haut en bas pour salles de concert ou théâtres. Circulation normale du l'air pur venant des radiateurs d'un feu fixe au centre. à droite : Même position mais avec section convergent de l'air pur.

Le bon fonctionnement de l'ensemble dépend beaucoup du maintien d'une pression constante aux chaudières ; or, la demande de vapeur étant souvent très variable, il est nécessaire que la pro-

du mélange de la vapeur et de l'air qui remplit les radiateurs pendant les périodes d'arrêt. Tous ces appareils doivent posséder un bon robinet de réglage d'arrivée du fluide et, s'il s'agit de



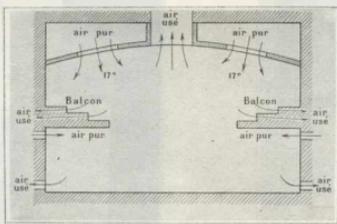
Ventilation par chauffage d'un local avec aspiration de l'air pur par le haut en section de l'air pur par le haut.

duction de vapeur suivre ces variations sans que la pression en soit trop affectée. On munit, à cet effet, les chaudières de régulateurs qui, suivant que la pression monte ou descend, agissent sur le tirage et régulent l'activité du foyer.

Les appareils pour chauffage à eau chaude ou à vapeur sont constitués, soit par des tuyaux lisses, soit par des tuyaux à ailettes, soit encore par des corps creux en fonte assemblés par groupes, suivant les besoins. Ce sont les tuyaux lisses qui possèdent le meilleur rendement, c'est-à-dire qui cèdent par unité de surface la plus grande quantité de chaleur dans des conditions de température déterminées. Mais ils nécessitent l'emploi de longueurs considérables pour atteindre la surface de chauffe voulue. Les tuyaux à ailettes, d'un encombrement beaucoup plus réduit, sont d'un aspect peu esthétique et d'un nettoyage extérieur difficile. On ne les emploie guère que dans des locaux industriels. Les radiateurs sont de rigueur dans les appartements. La vapeur doit y pénétrer par le haut, à moins de dispositifs spéciaux assurant

vapeur, un purgeur en bon état ne laissant s'écouler que l'eau de condensation et non de la vapeur.

Nous examinerons les appareils à air chaud plus bas.



Ventilation et chauffage à eau chaude à ailettes. Les emplacements pour les bouches d'air sont choisis de façon à éviter les courants d'air.

Ventilation. — Nous avons vu précédemment qu'il y a installation de ventilation partout où le renouvellement de l'air se fait autrement que par les portes, les fenêtres ou la porosité des parois. On calcule généralement les quantités d'air nécessaires sur les bases suivantes :

Hôpitaux : adultes, 75 mètres cubes par tête et par heure ; enfants, 35 mètres cubes par tête et par heure.

Groupes scolaires : 10 à 25 mètres cubes par tête et par heure (suivant l'âge).

Salles de spectacles : 20 à 35 mètres cubes par tête et par heure.

Bureaux : renouveler une à deux fois le volume de la salle par heure.

Les installations construites en vue d'assurer la ventilation sont de types très divers. Les plus simples, qui ne conviennent d'ailleurs

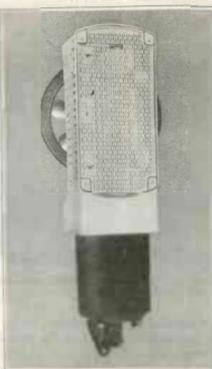
CHAUFFAGE

que lorsque la quantité d'air à fournir est minime sont conçues suivant les schémas de la figure 11. Il est donc difficile d'éviter en hiver les courants d'air froid, malgré le soin généralement de forcer l'air pur à passer autour des radiateurs. Afin d'augmenter l'activité de la ventilation, on chauffe parfois l'air usé du bas de la cheminée d'appel.

Si l'air pur pris au dehors est chauffé dans une chambre de chauffe centrale à une température de 30° à 50°, puis envoyé ensuite par des canaux dans des locaux à ventiler, on a le chauffage à air chaud. Anciennement, l'échauffement de l'air se faisait en lui faisant parcourir des canaux chauffés directement par le foyer du calorifère. On préfère généralement aujourd'hui, pour des raisons d'hygiène, réchauffer l'air en le faisant circuler autour de radiateurs à vapeur.

Dans tous les systèmes qui précèdent, le mouvement de l'air dans les gaines d'aménage et d'évacuation résulte de la différence de densité entre l'air chaud intérieur et l'air extérieur supposé plus froid. Il s'ensuit que l'intensité de la ventilation dépend de la température extérieure et ne peut être maintenue à sa valeur normale que lorsque cette température ne dépasse pas 5° environ.

Partout où la ventilation doit être indépendante de la température extérieure, ainsi que dans les cas d'installations importantes ou la longueur des canaux rendrait difficile une circulation de l'air par simple différence de densité, il est nécessaire de recourir à la ventilation par pulsion ou par aspiration (V. p. 480), ou par combinaison des deux systèmes. Le débit d'air qui, dans ce cas, dépend de la vitesse du ventilateur, est réglable à volonté et cela indépendamment de sa température. Ce point est important particulièrement pour les locaux destinés à de grandes assemblées qu'il s'agit généralement de chauffer avant les séances, puis de maintenir à une température constante pendant celles-ci, ce qui nécessite généralement une ventilation à température modérée pour compenser la



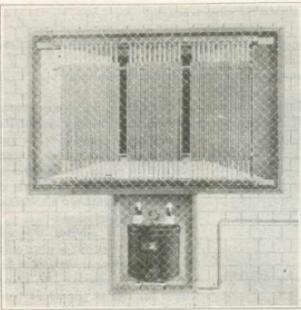
Ventilateur-chauffeur mural.

chaleur dégagée par l'assemblée. Le chauffage préalable de ces locaux peut être réalisé en reprenant l'air de la salle pour le renvoyer à la chambre de chauffe et ainsi de suite.

L'air pur doit être pris au dehors, en un endroit à l'abri des poussières et de la fumée. Il est d'ailleurs nécessaire de le filtrer, de le chauffer et de l'humidifier. La distribution de l'air frais ainsi que l'enlèvement de l'air usé doivent se faire sans produire de courants d'air désagréables pour le public et cependant avec un brassage assurant une température aussi uniforme que possible. C'est là une question très complexe quand il s'agit de grandes salles (salles de fêtes, etc.). Les conditions de pression à l'intérieur des locaux sont à prendre en considération. Dans une salle chauffée mais dépourvue de ventilation, la pression dans le voisinage du plancher est inférieure à la pression extérieure; près du plafond elle lui est supérieure, tandis qu'à mi-hauteur règne l'équilibre. La ventilation artificielle permet de déplacer cette zone d'équilibre vers le haut ou le bas. Dans les bureaux, les salles d'écoles, les ateliers, les théâtres, etc., il y a avantage à placer cette zone le plus bas possible; il règne alors dans

ces locaux une surpression par rapport à l'extérieur qui empêche les rentrées d'air par les fenêtres, les courants d'air froid causés par l'ouverture des portes, etc. Dans les cuisines, les bains, etc., au contraire, il est préférable d'entretenir une dépression de manière à empêcher la propagation des odeurs ou des vapeurs au dehors.

En été, au lieu d'avoir à chauffer les locaux, il peut être nécessaire de les rafraîchir. Lorsqu'il s'agit de salles utilisées de manière temporaire (théâtres), on peut y arriver simplement en faisant fonctionner la ventilation pendant la nuit. L'air frais refroidit les murs, la capacité calorifique de ceux-ci est assez grande pour absorber la chaleur dégagée par l'assistance, sans que la température s'élève trop. On peut aussi faire circuler l'air autour de radiateurs dans lesquels passe de l'eau froide. Mentionnons enfin l'emploi d'ozone-facteurs dans le but de débarrasser l'air de mauvaises odeurs.



Ventilation à l'échoue.

L'échoue est de l'oxygène à structure moléculaire modifiée qui se forme en contact de déchets organiques. Il possède la propriété d'oxyder, c'est-à-dire de brûler très rapidement toutes les matières organiques. Il constitue par suite un moyen efficace de purifier l'air des installations de ventilation et de faire disparaître les mauvaises odeurs. Aussi fait-on fréquemment usage de l'échoue dans les installations de ventilation. Une partie de son oxygène se transforme en ozone en contact des filtres électriques que l'on y introduit. La photosynthèse et, dans ce genre, on peut l'appeler simplement pour une installation importante. — Ozone-facteur transportable. — Cet ozone-facteur peut être branché sur une prise de courant, de bureau par exemple, ou un petit ventilateur



Ozone-facteur transportable pour hôpitaux, écoles, etc.

aspirer l'air de la salle et le faire à venir en contact avec les appareils à échoue. Il y a aussi dans ce système purification de l'air de l'eau bouillie, mais son renouvellement est plus lent.

