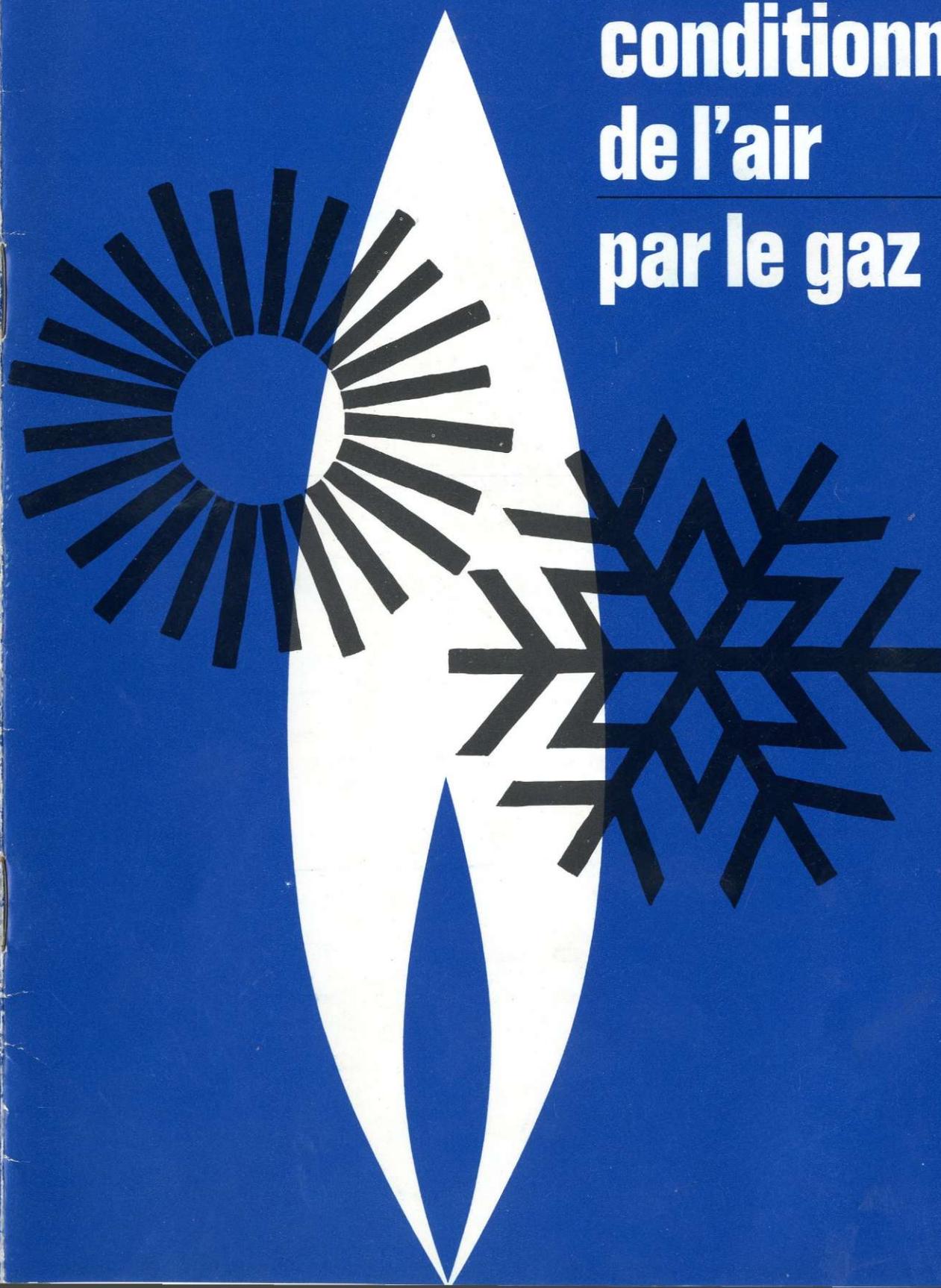
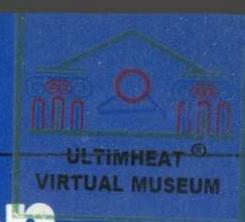


froid

climatisation

**conditionnement
de l'air**

par le gaz





Froid

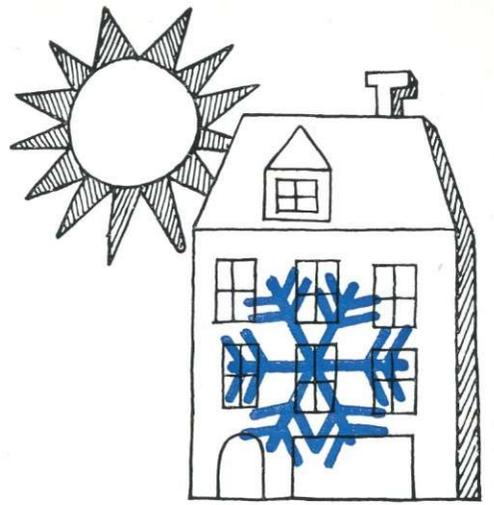
Climatisation

Conditionnement

de l'air



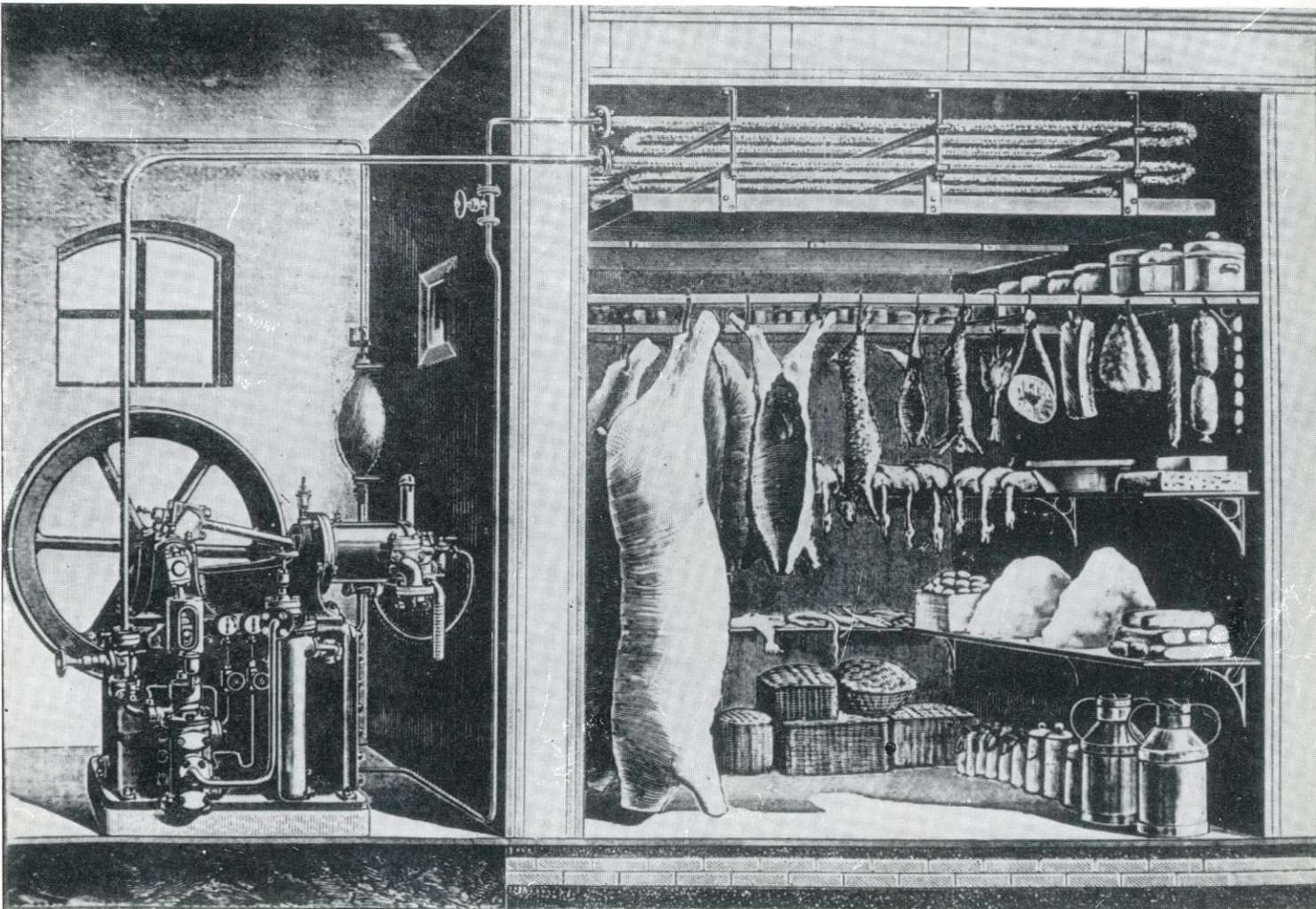
PAR LE GAZ



1900

Le « confort » de cette chambre froide est assuré par une installation de réfrigération équipée d'un moteur à gaz.

Depuis, le conditionnement de l'air a bien évolué mais le gaz est toujours là...



climatisation et confort



C'est bien connu : la France vit sous un climat tempéré. Les fortes chaleurs y sont rares, exception faite du Midi. Mais cela n'empêche pas les citadins, durant les mois d'été, d'être à la recherche d'air frais, surtout lorsque l'atmosphère devient orageuse et rend la moindre chaleur difficilement supportable.

En outre, les conditions de vie et de travail changent avec l'industrialisation de plus en plus poussée de notre Société. Le progrès engendre sans cesse de nouveaux besoins, mais comme la médaille, il a son revers.

Ces dernières années, la pollution atmosphérique, l'accélération du rythme des activités, l'occupation de locaux trop petits et insuffisamment protégés du froid et de la chaleur, la mauvaise insonorisation ont fait apparaître la

nécessité de rechercher et de fabriquer artificiellement un climat permettant à l'homme de vivre dans des conditions optimales de confort tant dans sa vie professionnelle que familiale.

Ainsi sont apparus dans notre vocabulaire les deux termes de climatisation et de conditionnement de l'air.

La première opération consiste à maintenir dans une enceinte, une ambiance de confort pour l'être humain : habitations, bureaux, hôpitaux, hôtels, avions, etc..., la seconde à donner à l'air distribué dans l'enceinte les caractéristiques physiques, chimiques et biologiques nécessaires au bon fonctionnement des matériels ou à la réalisation d'opérations déterminées : météorologie, ordinateurs, textiles, mûrisséries, ce qui n'exclut pas, la plupart du temps, la notion de confort humain.

domaines d'utilisation du froid

On distinguera globalement deux utilisations principales :

— la production de froid industriel que l'on peut appeler statique, pouvant assurer des températures de + 10 à — 40°C et qui a pour but la conservation des denrées, la mise en sommeil de flores microbiennes, l'obtention de propriétés nouvelles pour un corps donné, le maintien d'une atmosphère de caractéristiques stables ou variant suivant une loi : *entrepôts frigorifiques, pasteurisation, laboratoires, essais de fragilité des métaux, etc.* ;

— la production de froid destinée à accroître le confort, souvent associée à un conditionnement et à un renouvellement de l'air du local. On la rencontrera dans *les bureaux, les ateliers, les magasins, les super-marchés, les habitations et aussi dans les services : théâtres, cinémas, restaurants, hôtels, banques, services publics, écoles, hôpitaux, etc.* Rappelons qu'il y a intérêt, pour la climatisation des locaux appelés à recevoir le public, à se référer aux normes en vigueur relatives aux conditions de renouvellement d'air.

la notion de confort

Elle est subjective et résulte de la sensation de bien-être que ressent le sujet, lorsque les échanges thermiques entre le corps et le milieu ambiant se font sans autre fatigue que celle provoquée par les activités auxquelles il se livre.

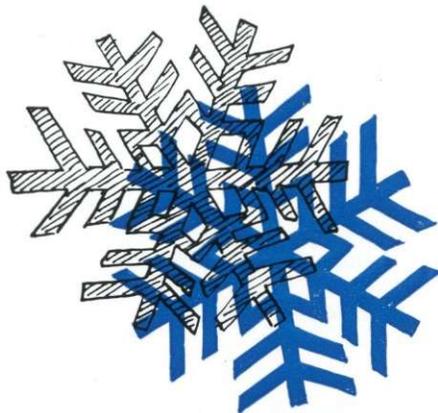
Le corps humain dégage de la chaleur qu'il transmet à l'ambiance par rayonnement, convection et évaporation. Pour maintenir sa température intérieure de 37°C quand la température ambiante baisse, l'organisme réduit la température superficielle ; si la température ambiante continue de diminuer, il y a sensation de froid. Quand la température ambiante augmente, le phénomène inverse se produit et provoque la sensation de chaleur.

La teneur en humidité de l'air accroît ces sensations, la sudation est d'autant plus impor-

tante que l'hygrométrie de l'air est plus forte. Ainsi apparaît l'influence des deux éléments ; température et hygrométrie de l'air, qui déterminent la zone de confort. On voit donc que pour réaliser cette sensation, il y a lieu, soit d'apporter ou de retirer de la chaleur, soit d'apporter ou de retirer de l'humidité.

Les modes de production de la chaleur sont familiers ; l'humidification ou la deshumidification de l'air font également appel à des procédés chimiques ou physiques bien connus que l'on n'examinera pas ici. Par contre, la connaissance des modes de production du froid, utilisé à la conservation de denrées ou au rafraîchissement de l'air des locaux, est moins courante bien qu'elle présente un intérêt de plus en plus évident.

techniques de production de froid



Trois procédés sont employés le plus couramment :

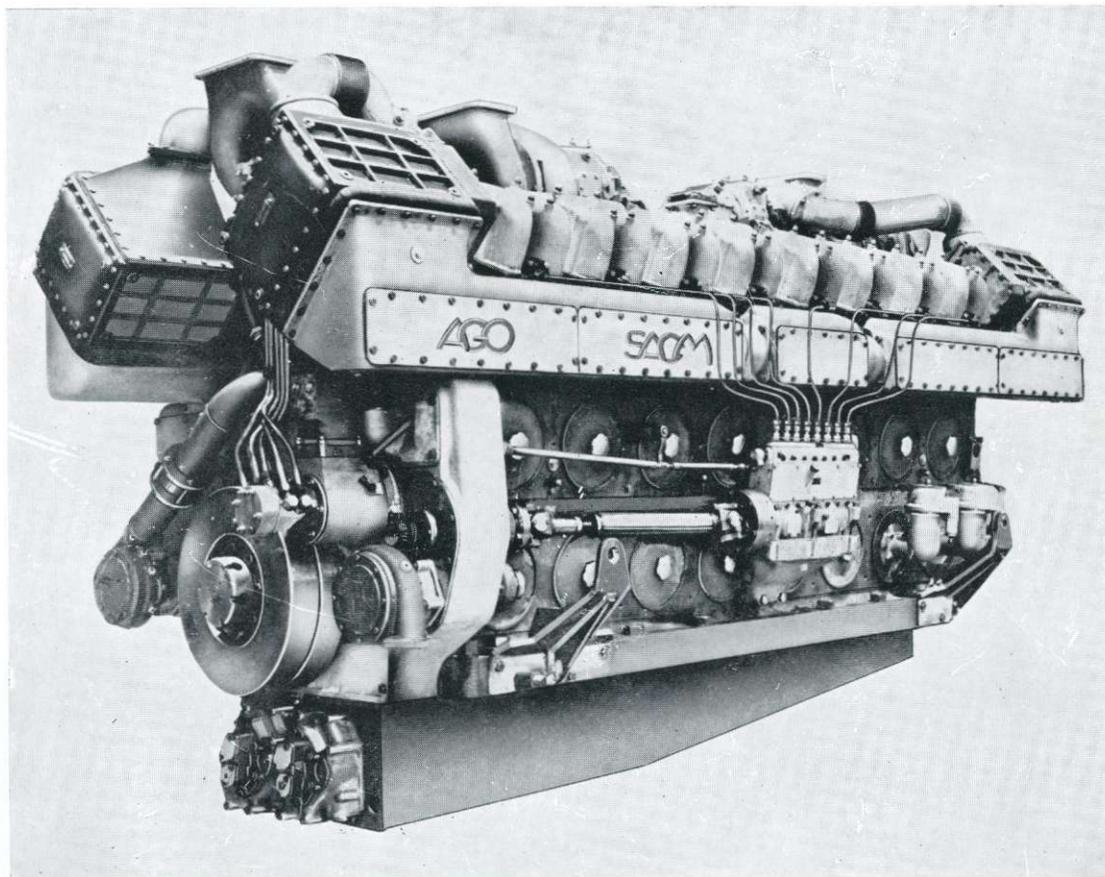
L'éjection de vapeur : on utilise le vide créé par passage de vapeur dans un venturi, pour refroidir l'eau par évaporation. Celle-ci est ensuite transportée au lieu d'emploi, ou utilisée pour rafraîchir un fluide (air ou eau), distribué dans le local à réfrigérer. Ce mode de production de froid est surtout employé quand on dispose de vapeur résiduelle ou de combustible à bon marché alimentant l'appareil de production de vapeur. Il s'applique à des besoins très importants, de l'ordre de plusieurs millions de frigories/heure.

La compression : elle consiste à comprimer un fluide frigorigène à l'état gazeux, à le refroidir pour le condenser, puis à le détendre jusqu'à liquéfaction. Le fluide passe ensuite dans l'évaporateur où il se vaporise en utilisant la chaleur ambiante et en fournissant le froid.

L'absorption : on chauffe un mélange d'eau-chlorure de lithium ou d'eau-ammoniac ; le liquide le plus volatil (ammoniac par exemple) s'évapore, puis il se refroidit et se liquéfie dans le condenseur. Il est ensuite détendu en produisant du froid et pénètre à l'état liquide dans l'évaporateur où il se vaporise en utilisant la chaleur du milieu à rafraîchir.

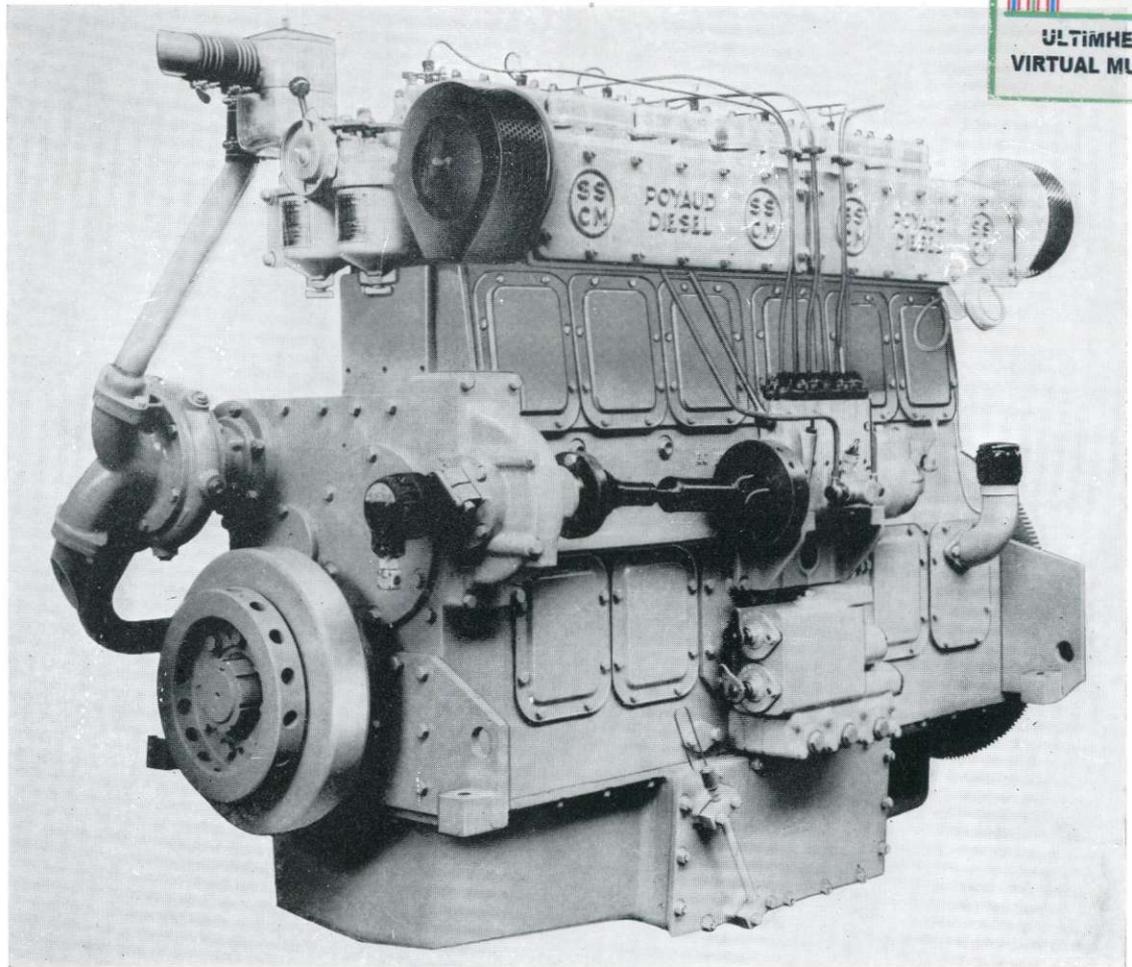
Moteur AGO
V. 16 ESHR
2000/2200 ch
1100 t/mn.

Equipement gaz
ou mixte.



Moteur POYAUD
A 6.150 240/264 ch
1800 t/mn.

Equipement gaz
ou mixte.



On ne trouvera pas la plupart du temps l'appareil de réfrigération dans l'enceinte à refroidir, sauf pour les appareils desservant un local unique et les installations frigorifiques ; on utilise en conditionnement et en climatisation un fluide air ou eau, qui absorbe les frigories et que l'on transporte dans les locaux à rafraîchir.

■ choix des procédés

L'éjection de vapeur est peu utilisée et intéresse surtout des installations importantes (plusieurs millions de frigories/heure). Le rendement étant faible, le procédé n'est intéressant que si l'on dispose d'énergie bon marché.

Elle n'emploie pas de pièces en mouvement, l'entretien principal se limite à celui du générateur de production de vapeur.

La compression couvre toute la gamme des puissances :

- de 16.000 à 450.000 fg/h lorsque le compresseur est entraîné par un moteur à gaz ;
- de 300.000 à 2.000.000 de fg/h lorsque le compresseur est entraîné par une turbine à gaz.

C'est avec ce procédé que l'on obtient les meilleurs rendements, mais le matériel comporte des pièces mécaniques en mouvement (moteur-turbine et compresseur).

Le gaz est particulièrement bien adapté à cet usage car il fournit non seulement l'énergie mécanique au compresseur, mais permet, en outre, la récupération de la chaleur sensible de l'eau de refroidissement des moteurs, ainsi que celle des gaz d'échappement. Les techniciens savent que dans les moteurs le gaz est le combustible le plus propre ; en outre, il assure, à ces appareils, la plus grande longévité.

Un bilan comparatif des solutions ayant recours aux diverses énergies en présence ne se limitera pas aux coûts des investissements et au rendement brut des matériels employés. Il sera établi en tenant compte du prix de l'énergie pour un tel usage, de la récupération de chaleur que permettent les appareils utilisant le gaz et également de leur durée de vie.

Dans l'état actuel des techniques, l'absorption est utilisée pour des puissances allant de 8 000 à 75 000 - 500 000 et même 3 000 000 de frigories/heure. Le gaz est employé dans les

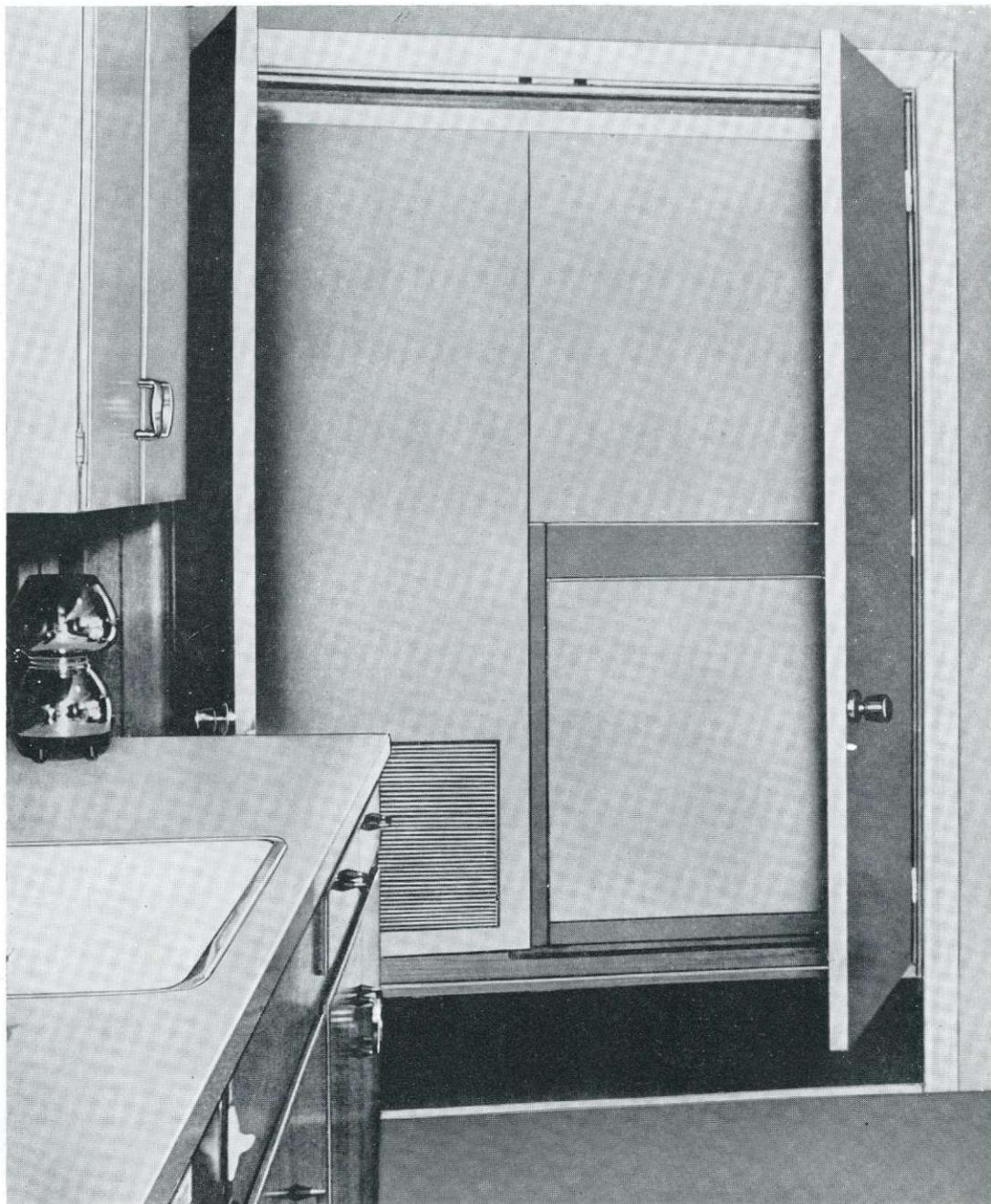
appareils dont la puissance ne dépasse pas 500 000 frigories/heure et la vapeur dans les appareils dont la puissance va de 200 000 à 3 000 000 de frigories/heure. Ce procédé apparaît donc comme un usage spécifique du gaz puisque celui-ci peut alimenter soit le générateur de vapeur, soit directement le bouilleur du réfrigérateur. Son rendement se situe entre 0,5 et 0,75 selon les matériels et fluides utilisés.

Du point de vue du rendement, l'absorption se place entre l'injection de vapeur et la compression ; elle ne nécessite pas d'organes mécaniques soumis à usure, l'entretien est minime, le fonctionnement est silencieux, la durée de vie de l'appareil élevée.

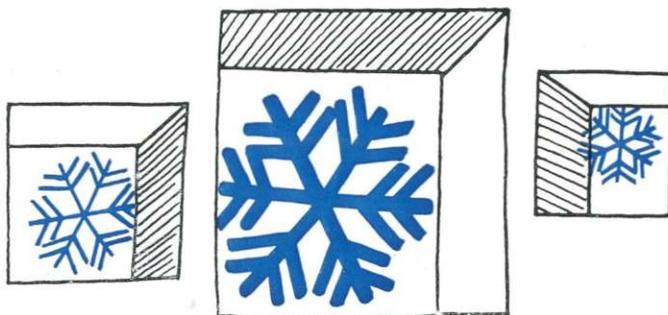
Les appareils sont très intéressants depuis qu'un constructeur américain a mis sur le marché un ensemble chauffage-climatisation fonctionnant au gaz, permettant avec un seul et même appareil de réaliser le chauffage des locaux d'hiver et la climatisation l'été. Ce matériel est déjà utilisé en France et a été exposé par le Gaz de France dans diverses manifestations commerciales. Il est tout particulièrement adapté aux exigences des logements particuliers.

On fera remarquer, à l'actif de l'absorption, que pour l'obtention de froid à des températures inférieures à -20°C son rendement décroît moins rapidement que celui des appareils à compression.

Groupe
ARKLA-SERVEL
à absorption,
à chauffage direct
par brûleur à gaz,
assurant indifféremment
le chauffage
ou la climatisation :
Puissance chauffage :
24.000 mth/h.
Puissance frigorifique :
11.000 fg/h.



performances des appareils et puissances des installations



performances techniques des appareils

- *En énergie calorifique (absorption)*
Une thermie de gaz fournit 500 frigories.
- *En énergie mécanique (moteur et compresseur)*

1 kW permet d'obtenir 1 800 à 4 000 frigories,
1 thermie gaz permet d'obtenir 1 000 à 1 500
frigories en rendement brut sans récupération
de chaleur.

*Le choix entre les énergies est déterminé
par le prix de chacune d'elles, en tenant
compte de l'importance de la récupération de
chaleur et en considérant que pour des puis-
sances allant jusqu'à 75 000 frigories/heure, un
même appareil peut assurer le chauffage l'hiver
et la climatisation l'été.*

estimation des puissances à installer

Voici définies succinctement les techniques
du froid et leurs domaines préférentiels, les
mêmes procédés étant employés pour la pro-
duction de froid industriel.

On détermine la puissance des installations
à partir des déperditions des locaux, mais le
calcul est un peu plus complexe que celui
pratiqué pour le chauffage. Le tableau ci-contre
donne une série de valeurs à partir desquelles
on peut estimer l'ordre de grandeur des puis-
sances à prévoir pour les installations les plus
courantes.

Puissances nécessaires pour la climatisation de divers locaux

1 — Par fauteuil ou siège :	frigories/heure
Théâtre	220
Cabaret	420
Restaurant	330
Salle à manger d'hôtel	280
Salon de coiffure	3 500
Institut de beauté	2 200
2 — Par m ² de surface de sol	
Bureaux de direction	100
Bureaux ordinaires	
en plusieurs étages	75
de plain-pied	100
Banques	120
Auditorium	240
Self-services	240
Salons de restauration	150
Magasins d'habillement	120
Magasins de chaussures	150
Grands magasins	150
Supermarchés	150
Habitation particulière	80

aspects économiques

● Chacun des procédés nécessite un condenseur. Suivant la puissance de l'appareil de réfrigération ce condenseur peut être refroidi soit par ventilation pour les petites puissances, soit par circulation d'eau pour les appareils plus importants. A puissance égale les quantités de chaleur à évacuer par refroidissement de l'eau dans une tour de réfrigération diffèrent selon la technique utilisée. Elles vont en croissant dans l'ordre suivant des procédés : compression, absorption et éjection de vapeur. Les dimensions de la tour de réfrigération sont à calculer en conséquence.

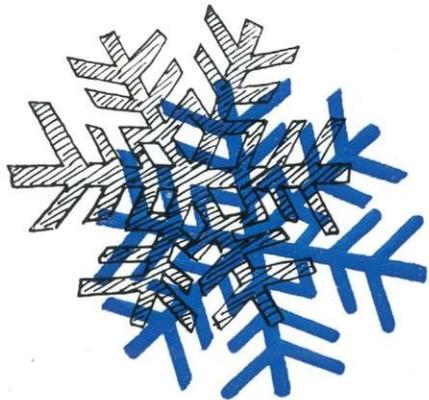
● Les coûts des investissements sont voisins, qu'il s'agisse d'une alimentation en gaz

ou en électricité, les installations gaz étant moins coûteuses d'environ 5 %.

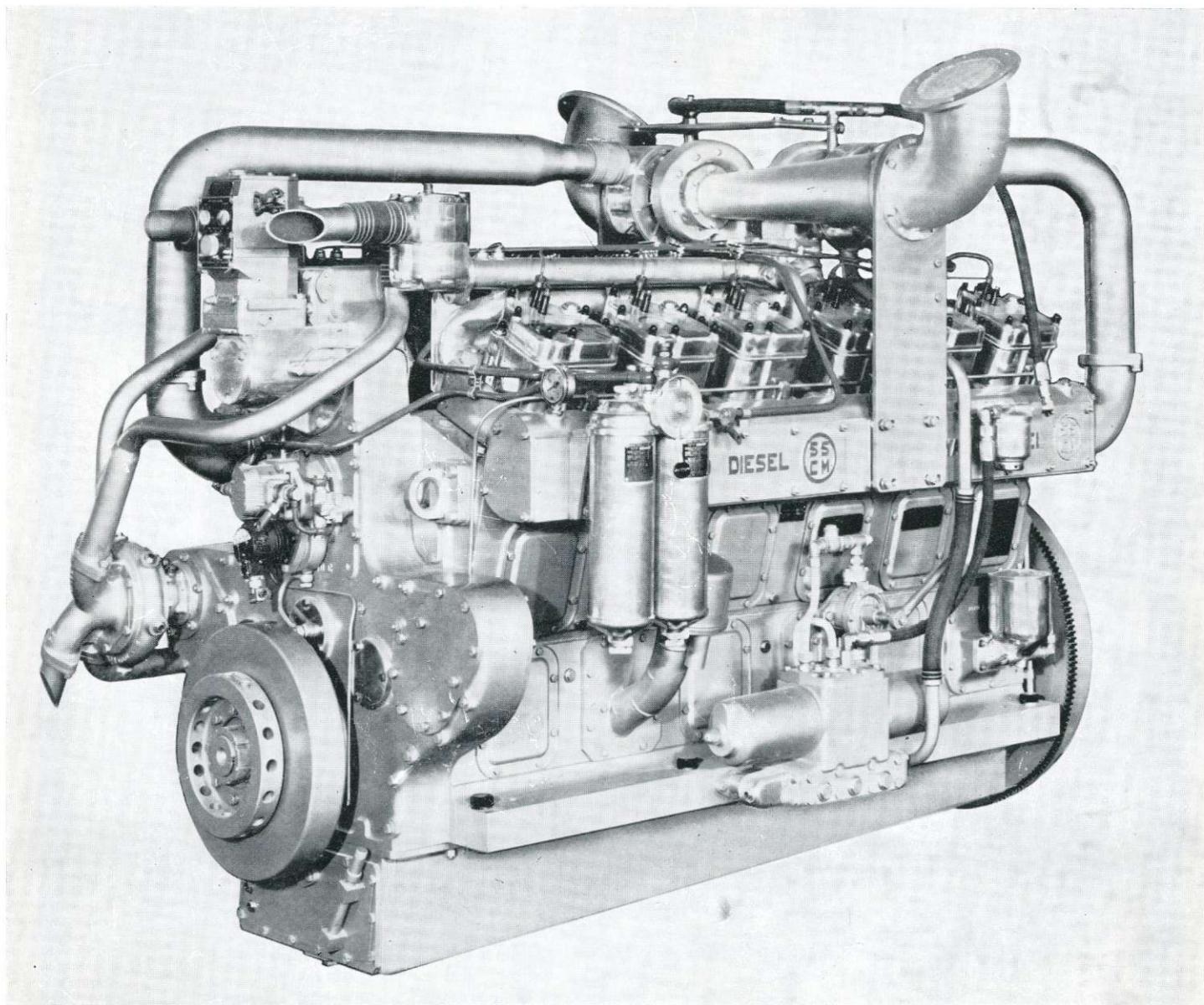
● C'est avec le gaz que la durée de vie du matériel est la plus longue et que, d'après l'expérience acquise aux U.S.A., les dépenses d'entretien apparaissent les moins onéreuses.

● L'intérêt des solutions gaz peut être apprécié au moyen du tableau ci-après. Ce tableau permet de connaître, en partant du prix du kWh consenti par le distributeur, le prix plafond de la thermie-gaz au-dessous duquel les dépenses d'énergie sont plus faibles avec le gaz. On détermine le prix plafond en multipliant le prix du kWh par le facteur d'équivalence.

Type de production de froid	Gamme de puissance en fg/h	Facteur d'équivalence	Observations
Appareil à absorption à chauffage direct	8 000 à 45 000 45 000 à 75 000 500 000	0,25 0,20 0,25	
Appareil à absorption à chauffage indirect	plus de 200 000	0,16	
Compression avec moteur à gaz	plus de 75 000	0,40 0,60 0,6 à 1	— Production de froid pure. — Chauffage thermodynamique. — Exploitations liées (chauffage-réfrigération simultanément).
Turbo compresseurs 300 Hz	plus de 250 000	0,40 0,60 0,6 à 1	— Production de froid pure. — Chauffage thermodynamique. — Exploitations liées (chauffage-réfrigération simultanément).



Moteur POYAUD A 12 150 S 600/660 ch - 1500 t/mn.
Equipement gaz ou mixte.



modes de distribution



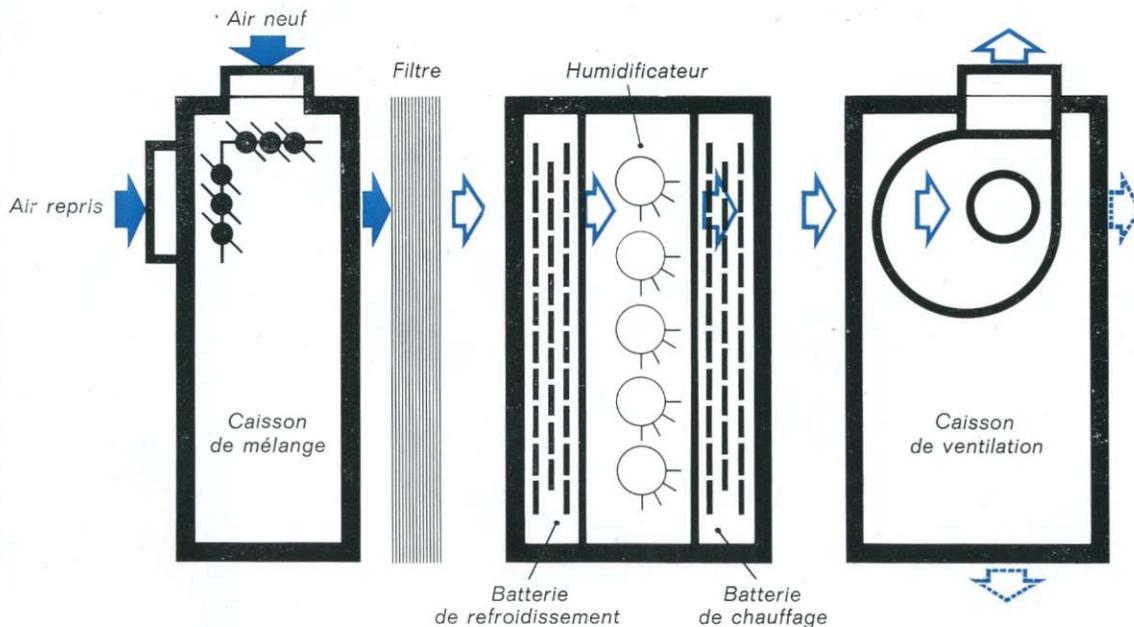
La technique de production de froid étant fixée, il reste à faire un choix parmi les différents modes de distribution :

DISTRIBUTION PAR GAINES

L'air réfrigéré, traité en centrale, est additionné d'air non refroidi et la distribution est faite par gaines et bouches de soufflage à basse ou haute pression. Ce système est analogue à la classique distribution d'air chaud.

Dans le cas d'une distribution en haute pression (pour réduire l'encombrement), deux gaines peuvent distribuer l'une la chaleur, l'autre le froid et, par le truchement d'une boîte de mélange, l'air est diffusé dans les locaux à une température convenable.

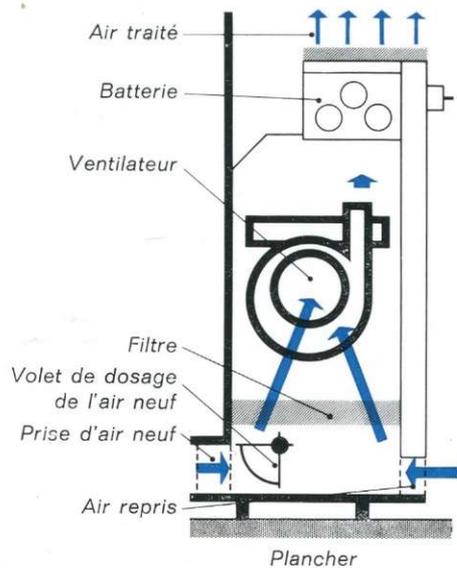
Ce système est employé pour la climatisation des grands locaux : théâtres, cinémas, restaurants. Il convient bien dans les locaux nécessitant d'importants renouvellements d'air.



CENTRALE DE TRAITEMENT D'AIR POUR DISTRIBUTION PAR GAINES

Ventilo-convecteur

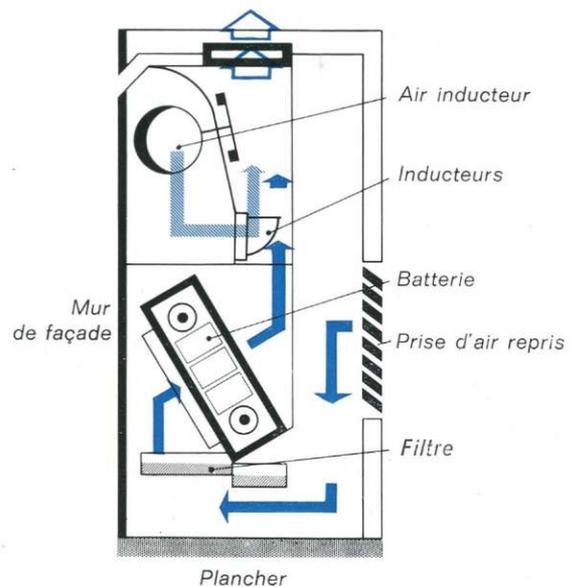
C'est une batterie d'échange analogue à un radiateur de chauffage central (convecteur), placée dans le local à climatiser et alimentée en eau chaude ou froide. Elle est munie d'un ventilateur pour favoriser les échanges et d'une prise d'air neuf donnant sur l'extérieur. Diverses solutions sont utilisées pour atténuer le bruit du ventilateur et la transmission des bruits de la rue par la prise d'air extérieur. Ce procédé, d'usage courant, est adopté pour la climatisation des bureaux, magasins, etc., son choix est déterminé par le bilan global d'installation comparé avec celui d'autres solutions, telles que celles comportant des éjecto-convecteurs.



VENTILO-CONVECTEUR

Ejecto-convecteur

C'est, comme le précédent, une batterie d'échange parcourue par de l'eau froide ou chaude venant de la centrale. Une rampe constituée d'injecteurs distribue dans le local une partie d'air neuf, qui par induction entraîne l'air ambiant du local à travers la batterie. L'air ambiant se réchauffe ou se refroidit au passage de la batterie. Ce dispositif, silencieux, est recommandé pour les usages de bureaux ou d'habitation. Il se prête peu à des renouvellements d'air importants.



EJECTO-CONVECTEUR

régulation de la température

Elle est complexe et emploie habituellement des sondes extérieure et intérieure commandant l'action d'un régulateur électronique. Les volumes constituant un immeuble étant soumis d'un côté à l'ensoleillement et de l'autre à l'ombre et de façon alternative, il y a lieu de les traiter différemment. On recherchera pour cela des distributions fractionnées permettant de réaliser la régulation avec une certaine autonomie.

La masse thermique d'un bâtiment peut

être déterminée selon des critères connus, mais la charge thermique à l'intérieur des locaux peut varier localement de façon importante, s'il s'agit de salles de réunion rassemblant un nombre plus ou moins grand de personnes, ou de locaux comportant une quantité importante de machines et de moteurs. L'écart de température entre l'intérieur et l'extérieur, qui dépasse rarement 6 à 7° C, n'est pas une valeur constante et varie selon les jours et les saisons, jusqu'à s'équilibrer avec la température extérieure.

Ainsi apparaissent les difficultés que s'efforcent de résoudre les techniciens lors de la conception et de la mise au point d'une installation.

autres domaines d'emploi

Outre les utilisations de climatisation ou de conditionnement de l'air précédemment décrites, il faut également citer l'utilisation du gaz pour l'alimentation des moteurs ou des turbines qui entraînent les compresseurs des

installations de froid dont disposent les entrepôts frigorifiques, les glaciers, les patinoires, les fabriques de produits surgelés, la pasteurisation, etc.

le chauffage thermodynamique

Pour terminer, il convient d'évoquer le chauffage thermodynamique. Lorsque l'on dispose de grandes quantités d'eau en provenance de la mer, d'une rivière ou d'un puits, on peut utiliser cette eau en circuit continu pour refroidir le condenseur; les frigories ou calories négatives prises à l'eau sont alors transférées par la machine frigorifique du condenseur à l'évaporateur où elles sont utilisées dans les installations de réfrigération.

Si l'on inverse le circuit, l'eau sert à réchauffer l'évaporateur et les quantités de chaleur prises à l'eau sont transférées par la machine frigorifique de l'évaporateur au condenseur où

elles sont utilisées dans une installation de chauffage.

Dans le premier cas, l'eau retourne, réchauffée, à la rivière (ou à la mer, etc.); dans le second, elle y retourne refroidie.

En chauffage, le rendement d'une telle réalisation est excellent, si l'on sait qu'une thermie fournie au moteur à gaz permet d'obtenir deux thermies (2,6 th avec récupération).

Lorsque les besoins de chaleur et de froid sont simultanés (ce que l'on appelle les exploitations liées): piscine-patinoire, par exemple, on utilise la chaleur fournie au condenseur pour chauffer la piscine et le froid fourni à l'évaporateur pour glacer la patinoire.

avantages de la climatisation

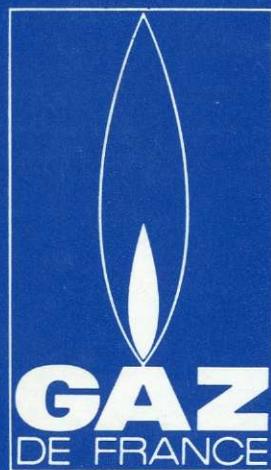
Si l'installation de la climatisation d'un local déjà existant: hôtel, restaurant, immeuble de bureaux, magasins, etc., peut sembler intrinsèquement onéreuse, son incidence sur le coût total est relativement faible dans le cas d'une construction neuve.

Par ailleurs, on s'efforce de créer de nouvelles conditions de vie et de confort adaptées à notre type de civilisation. De même que les progrès en médecine et en biologie ont permis de prolonger la durée de la vie, on peut considérer que l'amélioration du confort joue un rôle analogue.

On peut ajouter qu'une installation de climatisation professionnelle assurera une augmentation substantielle de la productivité: réduction des rebuts par diminution de la fati-

gue, régression de l'absentéisme, sensation de confort. Dans les établissements commerciaux, on observera l'attrait éprouvé par la clientèle et sa fidélité.

Cet exposé a montré les possibilités qu'offre le gaz de réaliser des installations permettant la fourniture de chaleur et de froid. Pour ceux des lecteurs que des documents techniques plus complets intéresseraient, le Gaz de France dispose d'une brochure qu'il fournira gracieusement sur demande. Il ne faut pas oublier, au moment de l'étude du projet de climatisation ou de conditionnement d'air que le Gaz peut apporter la meilleure solution et que les services locaux d'E.D.F.-G.D.F. sont à la disposition des utilisateurs pour les orienter et les documenter à ce sujet.



Publié par la Direction des Services Economiques
et Commerciaux du Gaz de France
23, rue Philibert-Delorme - Paris 17^e - 924.55-39.