La vogue dont jouissent ces appareils auprès du public, vogue, qui ne fait que grandir depuis quelques années, s'explique par des avantages bien faits pour séduire les masses, économie de combustible, rendement élevé en calorique, peu de surveillance pour l'entretien, facilité d'échauffer successivement plusieurs pièces de l'appartement.

Ces avantages économiques constituent malheureusement autant de causes graves d'insalubrité. Si ces poêles dépensent peu de combustible, c'est que le tirage, comme nous l'avons dit, est réduit à son minimum et il se produit par suite une grande quantité de produits de combustion incomplète, en particulier d'oxyde de carbone.

Or le reflux dans les pièces de l'appartement de ces produits si vénéneux peut se produire de bien des façons et par diverses voies, par le couvercle dont la fermeture est rarement hermétique, par des fissures du cylindre ou du tuyau qui restent inaperçues, par la cheminée enfin, lorsque par suite de sa température ou des conditions atmosphériques extérieures, le tirage ne se fait pas bien.

La mobilité, si vantée par les constructeurs, constitue justement un des principaux dangers de ces appareils ; car cette facilité de déplacement le fait souvent placer dans des cheminées dont le fonctionnement est loin d'être irréprochable.

De plus si ces cheminées ne sont pas d'une étanchéité parfaite, si elles présentent des fissures les mettant en communication avec les cheminées d'autres appartements, les gaz toxiques pourront, comme nous l'avons vu plus haut à propos de l'empoisonnement par

l'oxyde de carbone, pénétrer dans ces appartements par cette voie et être la cause d'accidents plus ou moins graves chez ceux qui les habitent.

La fréquence de plus en plus grande des intoxications qu'on observe depuis quelques années à la suite de l'usage de ces appareils montrent que ces appréhensions ne sont que trop justifiées : aussi l'Académie de médecine a-t-elle cru devoir mettre en garde le public contre le danger des poêles mobiles et indiquer les précautions à prendre à leur égard. Proscription de leur emploi dans les chambres à coucher et les pièces contiguës, ou, d'une façon plus générale, dans toutes les pièces où on séjourne habituellement et longtemps, fermeture bien hermétique du couvercle, suppression des bouches de chaleur, installation autant que possible à demeure et d'une façon fixe du tuyau de l'appareil dans une cheminée complètement étanche et du tirage régulier de laquelle on est bien sûr, interdiction de tout appareil de chauffage de ce genre, c'est-à-dire à combustion lente, dans les habitations collectives, lycées, casernes, hôpitaux etc., etc.

B. — **Chauffage central.** — Quand il s'agit de chauffer de vastes espaces, de fournir du calorique à toutes les parties d'un édifice un peu important, il est avantageux au point de vue économique d'avoir recours au chauffage dit *central*, dans lequel un seul foyer de combustion distribue la chaleur à toute l'habitation. Les appareils employés dans ce cas ont reçu le nom de calorifères.

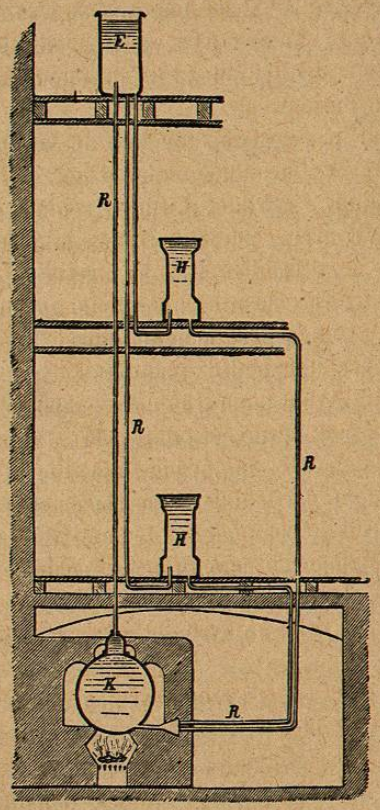
Bien que tous les systèmes aboutissent finalement à élever la température de l'air intérieur, on doit distinguer les appareils à air chaud, dans lesquels l'action du

pièces chauffées par des poêles en fonte, une odeur spéciale qui provoque une impression désagréable de sécheresse et d'irritation des muqueuses, surtout quand il arrive à une température tant soit peu élevée. Le fait tient, d'une part, à l'abaissement considérable de l'état hygrométrique, d'autre part, aux produits odorants résultant de la distillation à 150° des poussières organiques que contient l'air.

En faisant passer l'air qui sort de la chambre de chauffe à travers une mince nappe d'eau, on lui restitue l'humidité qu'il a perdue. L'écueil seulement dans ce cas est qu'il arrive sursaturé dans la pièce et qu'il dépose, en se refroidissant, une partie de la vapeur d'eau dont il s'est chargé. Le meilleur moyen de prévenir ces inconvénients est de ne pas surchauffer l'air. Au lieu d'envoyer une petite quantité d'air à une haute température, il vaut mieux en envoyer beaucoup à une température peu élevée, et pour cela il faut donner à la surface de chauffe une grande étendue. C'est ce qui a été réalisé en particulier d'une façon très heureuse dans l'appareil de chauffage et de ventilation du théâtre de Genève. Malheureusement tous ces perfectionnements se font aux dépens de l'économie et de la simplicité et enlèvent par suite au système une partie de ses avantages.

Un autre grief encore plus grave invoqué contre les calorifères à air chaud, c'est la possibilité du mélange des gaz de la combustion, de l'oxyde de carbone en particulier, avec l'air chaud. Nous avons dit, en parlant des poêles, les causes de ce mélange qu'il n'est pas toujours facile d'éviter et nous avons indiqué les moyens de le prévenir dans la mesure du possible.

Les exemples d'intoxication dus à cette cause sont heureusement assez rares dans la pratique, pour qu'il n'y ait pas beaucoup à redouter ce danger.



Calorifère à eau chaude (Schéma emprunté à RUBNER).

Enfin il est souvent difficile avec ce mode de chauf-

fage, surtout lorsqu'il s'agit de grands édifices et de nombreuses chambres à chauffer, de répartir également la chaleur dans les diverses pièces, notamment dans les pièces un peu éloignées. Il n'est guère possible en effet de conduire de l'air chaud dans le sens horizontal à une distance dépassant 13 ou 14 mètres (Rubner). C'est là un sérieux obstacle à l'application du système dans bien des cas.

Appareils de chauffage à l'eau chaude. — Calorifères à eau chaude. — Poêles à eau. — Ces appareils sont fondés sur la propriété qu'a l'eau d'emmagasiner du calorique qu'elle cède ensuite à l'air avec lequel elle se trouve en contact. 1 kilo d'eau en se refroidissant de 100 à 20° abandonne 80 calories susceptibles d'élever de 10° 24 mètres cubes d'air (Péclet).

L'appareil se compose essentiellement d'une chaudière K placée au-dessus du foyer de calorique. De la partie supérieure de cette chaudière part un tube R qui s'élève verticalement et vient déboucher dans un réservoir E ouvert par le haut et placé dans les combles, que l'on nomme vase d'expansion. De ce réservoir se détachent des tubes qui se rendent dans les pièces à chauffer et qui, après avoir fait plus ou moins de circuits, viennent déboucher à la partie inférieure de la chaudière.

Lorsque l'appareil est plein d'eau, l'eau de la chaudière en s'échauffant devient moins dense, s'élève et monte dans le vase d'expansion, puis redescend dans les salles où elle abandonne une partie de sa chaleur, et devenue ainsi plus lourde, retourne dans la chaudière où elle se réchauffe de nouveau. Il se produit ainsi une circulation incessante d'eau, courant ascendant d'eau chaude, courant descendant d'eau plus froide. Une des

conditions de bon fonctionnement de l'appareil est que la température de l'eau ne s'élève pas à 100° et n'entre pas en ébullition.

Dans le but d'augmenter la quantité de calorique fourni à chaque pièce, on place dans ces pièces, sur le trajet de conduits descendants, des réservoirs en métal H dans lesquels l'eau séjourne quelque temps et qui sont traversés par des tubes dans lesquels circule et vient s'échauffer l'air du dehors, avant de pénétrer dans la pièce. Ces appareils ont reçu le nom de *poêles à eau.*

C'est un système de ce genre qui fonctionne à l'hôpital Lariboisière (aile gauche).

Les calorifères à eau chaude présentent au point de vue hygiénique de grands avantages. Ils marchent très régulièrement, ils donnent une chaleur douce, constante, ils n'altèrent pas l'air, ils sont indépendants de la ventilation. Lorsqu'il s'agit d'un chauffage continu, comme celui des hôpitaux, c'est le meilleur de tous les appareils. Seulement leur installation est coûteuse et leur action calorifique est assez lente. Ils conviennent moins par suite aux salles, telles que les salles d'école, de réunion etc., où l'on a besoin d'un chauffage intermittent et rapide. Enfin ils ne sont pas sans présenter quelques dangers par suite de la pression exercée par les colonnes liquides sur les parois des tuyaux, pression qui peut être considérable et atteindre plusieurs atmosphères lorsque l'édifice a plusieurs étages.

L'accident survenu, il y a quelques années, dans l'église Saint-Sulpice et qui eut un certain retentissement fut causé par la rupture d'un des tuyaux d'un appareil de ce genre.

Ces dangers d'explosion sont encore bien plus grands

dans les appareils à haute pression, *système Perkins*, dans lesquels l'eau circule dans un système de tuyaux complètement fermés et peut être portée à 150° et 200°. Aussi ne saurait-on en recommander l'usage. C'est par ce système qu'est chauffée la prison du Cherche-Midi.

Chauffage par la vapeur. — Calorifères à vapeur

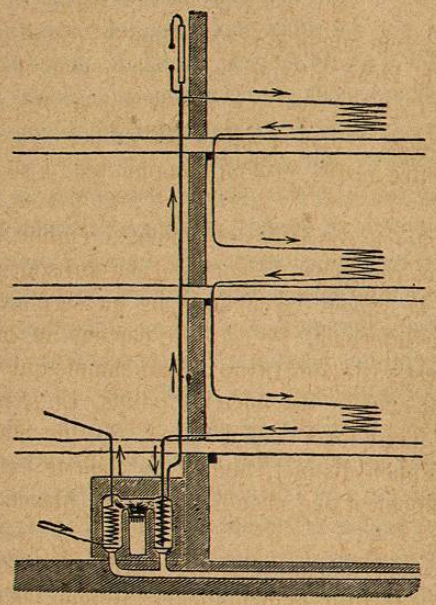


Fig. 11.— Calorifère à vapeur (Schéma emprunté à RUBNER).

et mixtes. — Ces calorifères se composent d'un générateur à vapeur et d'un système de tubes dans lesquels circule cette vapeur. Celle-ci en repassant à l'état liquide abandonne la chaleur qu'elle avait absorbée pour sa vaporisation, et des tuyaux ramènent à la chaudière l'eau de condensation.

Les calorifères à vapeur fournissent beaucoup de chaleur et la fournissent rapidement. C'est un des systèmes les plus commodes quand il s'agit de distribuer le calorique sur des points plus ou moins distants. Mais en revanche l'action de ces appareils est un peu fugace s'ils ne fonctionnent pas d'une façon ininterrompue.

Aussi a-t-on combiné le chauffage à l'eau et celui à la vapeur de façon à avoir les avantages de l'un et de l'autre. C'est le système mixte qui a été appliqué ces derniers temps à plusieurs édifices, à l'hôpital Tenon entre autres, et dont l'emploi tend à se généraliser.

Ce système consiste simplement à établir dans les salles, des réservoirs ou poêles d'eau qui sont réchauffés par la vapeur circulant dans un serpentin placé dans leur intérieur. De ce poêle partent au besoin, si le local est vaste, des tuyaux d'eau chaude qui vont distribuer la chaleur sur tous les points. Un type de ce système mixte fonctionne à Mazas. Chaque étage a un thermo-siphon distinct, auquel la chaleur est fournie par la vapeur d'une chaudière unique placée dans le sous-sol.

Un système fort apprécié en Allemagne et qui fonctionne à l'Institut hygiénique de Munich, le système Sulzer, de Winterthur, est fondé sur les mêmes principes, mais présente quelques dispositions particulières qui permettent de régler à volonté la quantité de chaleur à obtenir. La vapeur est toujours à faible pression, une atmosphère, une atmosphère et demie au plus. Le poêle à eau ordinaire nommé *caléfacteur*, qui est réchauffé directement par la vapeur amenée par les

conduits T, est entouré d'un cylindre à double enveloppe contenant de l'eau qu'un tuyau muni d'un robinet E'R, met en communication avec l'eau du caléfacteur. Lorsque le robinet est fermé, l'eau du réservoir central s'échauffe seule et l'appareil fournit un minimum de calorique suffisant cependant pour empêcher la température de la pièce de trop s'abaisser. Veut-on au contraire obtenir rapidement une température éle-

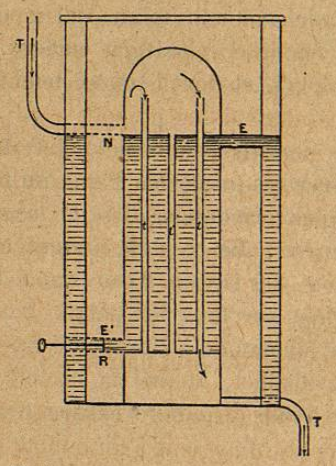


Fig. 59. — Poêle à vapeur et à eau de SULZER (de Winterthur) employé à l'Institut hygiénique de Munich. (Emprunté à la *Revue d'hygiène.*)

vée, il suffit d'ouvrir le robinet et de faire pénétrer l'eau chaude dans l'enveloppe extérieure.

Chauffage par les murs. — Plusieurs hygiénistes reprochent au chauffage par l'air chaud d'être antiphysiologique. L'air chaud n'agissant que par convection et étant diathermane, l'effet calorifique produit est

tout à fait passager. Si l'atmosphère n'est pas surchauffée, l'homme qui y vit cède rapidement une partie de son calorique aux parois froides (A. Vogt).

La formule hygiénique du chauffage, selon Trélat, doit-être *de respirer un air frais dans un local chaud.* En un mot il faut réchauffer, non l'atmosphère intérieure, mais les murs. C'est ce qu'on a essayé de réaliser en construisant une maison à doubles parois entre lesquelles circule de l'air chauffé par des conduits d'eau chaude. Il est encore impossible de se prononcer sur la valeur pratique de ce système qui en est encore à la période de tâtonnements et d'expériences. Les résultats de ce premier essai semblent cependant avoir été satisfaisants au point de vue calorifique, puisque ce mode de chauffage a suffi à maintenir pendant les plus grandes parties de la saison froide une température convenable dans les pièces de l'habitation.

IV. — Éclairage.

L'éclairage de l'habitation, l'éclairage artificiel tout au moins, intéresse l'hygiène à un double point de vue. Celle-ci doit étudier tout d'abord l'action qu'exercent sur l'organe de la vision les diverses sources lumineuses et les moyens de les utiliser de la façon la plus favorable pour cet organe. Elle a ensuite à se préoccuper des dangers qui peuvent résulter de l'altération de l'air par les produits de combustion des matières d'éclairage.

Éclairage naturel. — L'éclairage naturel ordinaire est celui qui emprunte sa source aux rayons du soleil.

L'habitation peut recevoir la lumière solaire, soit sous forme de rayons directs, soit sous forme de lumière diffuse.

Nous avons vu plus haut l'action qu'exercent les rayons directs du soleil sur la virulence des micro-organismes pathogènes. Il y a là un puissant élément d'assainissement que l'on ne saurait négliger pour nos demeures, surtout pour celles qui sont susceptibles par leur destination de devenir des foyers d'infection, chambres de malades, habitations collectives, telles que casernes, logements ouvriers, etc., etc.

Il est donc indispensable, quand on construit de pareilles habitations, de régler l'orientation, le nombre et la largeur des ouvertures, de façon à ce que la lumière directe des rayons solaires puisse y entrer à flots.

Lorsqu'il s'agit de locaux où l'on doit se livrer à des opérations ou des travaux exigeant l'application, soutenue plus ou moins longtemps, de l'organe de la vue, tels que les écoles, les ateliers, les cabinets de travail, etc., etc., la lumière directe serait souvent incommode et fatigante pour cet organe. La lumière diffuse convient mieux, mais elle doit dans tous les cas être fournie aussi abondante et aussi égale que possible par les ouvertures ménagées à cet effet. Tous les hygiénistes sont d'accord là-dessus.

Il est reconnu en effet que la myopie dont on a signalé les progrès constants chez les jeunes gens dans les divers pays, est bien rarement d'origine héréditaire et qu'elle est le plus souvent due à l'éclairage insuffisant, défectueux des salles d'écoles et d'études.

Quant à la direction que doivent avoir les rayons lumineux venant du dehors, l'angle sous lequel ils doivent tomber, les dispositions doivent varier suivant la destination du local. Pour les habitations privées, on ne peut guère songer qu'à l'éclairage latéral par les croisées. Trélat recommande de donner aux baies d'éclairage un quart environ de la surface totale de la façade et d'accroître leurs dimensions plutôt en hauteur qu'en largeur. De plus les rideaux, contrairement à ce qui se pratique d'habitude, devraient être ouverts à la partie supérieure de la croisée et tirés à la partie inférieure, de façon à ce que la lumière vînt d'en haut.

L'éclairage par le toit donne la lumière à profusion et dans des conditions très favorables à la vue. Il est employé avec grand avantage dans beaucoup d'ateliers, et est recherché par les peintres et les dessinateurs. Il convient beaucoup moins aux écoles, et pour ce genre de locaux on doit préférer les larges croisées latérales. Mais l'éclairage de ces édifices doit-il être unilatéral ou bilatéral avec fenêtres sur les deux faces opposées ? C'est sur ce point que s'accusent des divergences d'opinions entre hygiénistes.

L'éclairage bilatéral préconisé par Gariel et Javal, est celui qui est le plus favorable à l'aération, en même temps qu'il fournit plus de lumière ; mais cette lumière venant de deux côtés opposés avec une intensité différente ne donne pas l'impression exacte du relief des objets par suite du jeu des ombres. On peut atténuer ce défaut, il est vrai, en donnant une orientation intermédiaire à l'orientation directe nord-sud.

En Allemagne, la formule adoptée pour les écoles a été ainsi posée : éclairage suffisant pour atteindre aux élèves les plus éloignés des fenêtres, unilatéral, arrivant par la gauche des élèves et pris au nord. C'est à peu

près la formule adoptée par E. Trélat. Si on se place exclusivement au point de vue de l'éclairage des objets, c'est en effet celui qui donne le mieux l'impression exacte de leur forme. Mais on objecte que l'exposition des croisées au nord dans nos climats, outre qu'elle est une cause active de refroidissement, fournit pendant les jours sombres, si nombreux pendant la saison froide, une lumière insuffisante. Aussi Arnould, Dubrizay et Yvon, tout en se prononçant pour l'éclairage unilatéral, préfèrent l'orientation nord-ouest ou nord-est.

La commission d'hygiène scolaire dont le Dr Javal a été le rapporteur se prononce formellement contre l'exposition des classes au nord et recommande dans le cas d'éclairage bilatéral, pour lequel elle ne dissimule pas ses préférences, les directions entre le N. S. et le N. E. — S. O.

Éclairage artificiel. — Au point de vue de l'hygiène de la vue, on peut, d'une façon générale, poser en principe que les conditions hygiéniques de l'éclairage artificiel seront d'autant plus favorables que le foyer lumineux fournira plus de lumière aux objets à éclairer. Il n'y a jamais trop de lumière artificielle (Javal), et les effets nuisibles que cet éclairage exerce sur l'organe de la vision tiennent presque toujours à son insuffisance.

Pouvoir éclairant des foyers lumineux. — L'intensité lumineuse dépend de deux facteurs, la composition de la matière éclairante, la façon dont on l'utilise.

Le tableau suivant donne le pouvoir éclairant des diverses matières, c'est-à-dire la quantité de lumière fournie à dépense égale.

Bougie de cire	100
» de stéarine	84

Huile de colza (lampe modérateur)	159
» (lampe de cuisine)	55
Pétrole	180-195
Gaz d'éclairage	197-590

On voit qu'à ce point de vue la supériorité appartient de beaucoup au pétrole et au gaz d'éclairage.

L'intensité du foyer lumineux ne dépend pas seulement de la matière employée, elle dépend aussi, comme nous l'avons dit plus haut, de la façon dont on l'utilise. De là ces appareils diversifiés à l'infini sur lesquels s'est exercée et s'exerce encore l'ingéniosité des inventeurs, systèmes divers de lampes, de brûleurs à gaz, de cheminée de tirage etc., etc. Tous reposent sur le même principe que le pouvoir éclairant pour une même substance sera d'autant plus grand que la température de la combustion sera plus élevée. Le problème consiste donc à activer le plus possible le tirage et l'apport de l'air, en élevant préalablement la température de ce dernier.

Puissance calorifique des foyers lumineux. — Le pouvoir éclairant du foyer n'est pas tout ; il y a aussi d'autres éléments dont l'hygiène doit tenir compte. La chaleur développée pendant la combustion des appareils d'éclairage peut, si elle est trop considérable, exercer une influence nuisible sur l'organe de la vision et sur la santé générale.

Les milieux de l'œil que la lumière doit traverser, absorbent heureusement la plus grande partie des rayons calorifiques émis par les sources lumineuses et bien peu arrivent jusqu'à la rétine. Mais ils n'en sont pas moins une cause d'agression et d'irritation pour les parties externes, paupières, conjonctive, cornée. La lumière

foyer s'exerce directement sur l'air du dehors qui se rend dans les salles et les appareils à eau chaude et à vapeur dans lesquels le foyer n'agit que médiatement et sert à échauffer l'eau ou la vapeur qui doit céder ensuite son calorique à l'air intérieur.

Appareil à air chaud. — Calorifères à air chaud. — Les calorifères à air chaud ou calorifères vrais sont des sortes de poêles avec réservoir de calorique dont le foyer et le tuyau d'évacuation de la fumée sont installés hors de la pièce à chauffer. Ils consistent essentiellement en un foyer en maçonnerie placé habituellement dans le sous-sol de l'habitation, et à travers lequel passe, dans des tuyaux plus ou moins multipliés, plus ou moins contournés, l'air pris à l'extérieur. Cet air se rend une fois réchauffé dans un espace clos, la chambre de chaleur ; d'où il se distribue ensuite dans les diverses parties de la maison.

Nous ne décrirons pas les nombreuses modifications qui ont été apportées à ce type fondamental et qui ont la plupart pour but de multiplier et de prolonger le contact de l'air avec la source de calorique. Nous nous bornerons à exposer leurs avantages et leurs inconvénients au point de vue de l'hygiène.

Avantages des calorifères à air chaud. — Les calorifères à air chaud se recommandent par la simplicité, la facilité, l'économie de leur installation et de leur entretien. Ils fournissent beaucoup de chaleur avec une dépense relativement minime de combustible.

Ils sont en même temps des appareils de ventilation, ce qui est pour certains hygiénistes un avantage, pour d'autres, une cause d'infériorité, en ce sens que cette disposition subordonne la ventilation au chauffage et

que la première se fait mal lorsque le second ne fonctionne pas ou fonctionne irrégulièrement.

On leur reproche aussi de dessécher et d'altérer l'air. Il est certain que l'air chaud qui a traversé la chambre de chauffe et les tuyaux d'amenée a, comme celui des

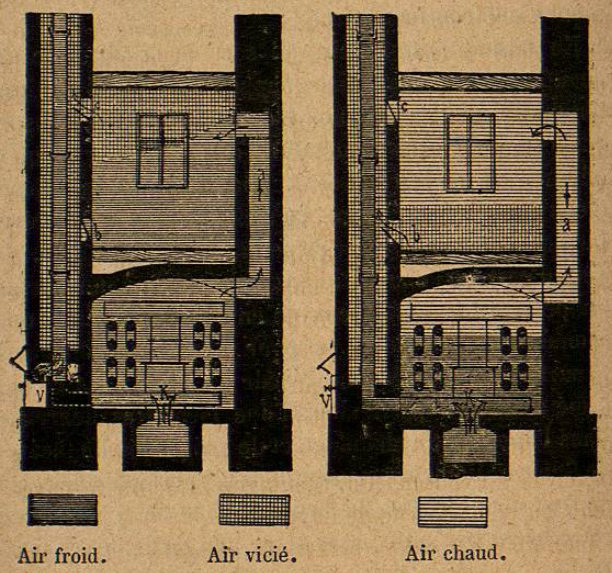


Fig. 10. — Calorifère à air chaud (Emprunté à Rubner).

Dans la ventilation d'été, l'air vicié plus chaud que l'air venu du dehors et qui s'est refroidi dans les caves où est placé le calorifère, s'élève à la partie supérieure de la pièce et s'échappe par l'orifice d'évacuation *c*.

Dans la ventilation d'hiver au contraire, l'air qui s'est réchauffé en traversant le calorifère a une température plus élevée que l'air souillé de la pièce ; celui-ci reste donc dans les couches inférieures et sort par l'orifice *b*.