

étaient éclairées d'un seul côté. On ne peut, en pareil cas, se contenter du jour de gauche et on n'hésite pas à en ouvrir également en arrière des élèves. Il faut bien faire observer que cette disposition offre d'autant moins d'inconvénients que ces élèves sont plus jeunes et occupés à un travail plus élémentaire. La plupart, en effet, se bornent à lire ou à écrire, à examiner quelques tableaux appliqués contre les murs.

CHAUFFAGE ET VENTILATION.

La question du chauffage et de la ventilation des classes a été l'objet des solutions les plus variées ; chacun a apporté la sienne. Les Suisses ne sont pas restés en arrière ; ils ont perfectionné les anciens systèmes, en ont appliqué de nouveaux. Les passer tous en revue serait sans intérêt, et nous croyons préférable de ne nous occuper que des appareils offrant une amélioration ou une différence avec ceux déjà connus.

Avant d'entrer en matière, nous citerons l'extrait d'un mémoire¹ traitant la question au point de vue général et développant des considérations théoriques connues peut-être, mais qu'il est cependant toujours utile de rappeler.

« Toute salle d'école doit présenter des dimensions en rapport avec le nombre des élèves qu'elle contient. La quantité d'air pur nécessaire à la respiration humaine ayant été déterminée à plusieurs reprises, c'est sur les chiffres fournis par l'expérience qu'il faut baser le calcul des dimensions à adopter. D'après Lavoisier, un homme absorbe en

1. *Bulletin de la Société vandoise des ingénieurs et des architectes.* W. H. de Saint-Georges. Lausanne, Bridel, 1875.

24 heures 25,04 pieds cubes d'oxygène ; les enfants consomment tout autant d'oxygène que les hommes, car la moindre dimension de leur capacité thoracique est contre-balancée par une fréquence plus grande des mouvements respiratoires. 100 pieds cubes d'oxygène atmosphérique contiennent en moyenne 21 pieds cubes d'oxygène ; pour la dépense de 24 heures, il faut donc environ 109,5 pieds cubes d'air par personne. — Supposez une classe contenant 50 élèves pendant 7 heures, ils consommeront pendant ce temps 365 pieds cubes d'oxygène correspondant à un volume d'air de 1,825 pieds cubes.

Si la classe a 30 pieds de long sur 20 de large, la couche d'air située jusqu'à 4 pieds au-dessus du sol, c'est-à-dire à la hauteur du sommet de la tête des plus grands enfants dans la position assise, sera de 2,400 pieds cubes, et au bout de 7 heures 1,825 pieds cubes auront été employés, ne laissant que 575 pieds cubes d'air normal à la disposition des enfants, et la couche d'air dans laquelle ils se trouveraient plongés contiendrait seulement 8 % environ d'oxygène, tandis que l'air respirable normal en contient 21 %. De là l'importance qu'il y a à donner de la hauteur aux salles d'école ; car, quels que soient la place et le bon aménagement des bancs, si le plafond est trop bas, l'hygiène en souffrira. Il semble qu'on devrait prendre 3 mètres pour limite inférieure de la hauteur à donner à toute salle d'école destinée à réunir un grand nombre d'élèves pendant plusieurs heures consécutives.

Mais le cube d'air n'est pas la seule question ; l'air lui-même doit être sans cesse renouvelé, de telle sorte qu'à la fin des heures de leçons il soit aussi pur qu'au commencement ; en d'autres termes, il faut que la ventilation soit

combinée de manière à introduire dans la classe une quantité d'oxygène égale à celle qui à chaque instant est absorbée par la respiration des élèves.

Il est un préjugé sur lequel on s'appuie trop souvent, et qui est tellement enraciné, qu'il est assez difficile à combattre. On dit que la ventilation doit se faire au moyen des portes et des fenêtres, qu'on ouvrira pour laisser entrer l'air; erreur profonde, courant d'air et vent coulis sont tout autre chose que la ventilation proprement dite. C'est ce qui ressort de la définition précédente. Autant la ventilation est bienfaisante et indispensable, autant les courants d'air sont funestes et méritent d'être supprimés.

Une bonne ventilation suppose un renouvellement constant de l'air, sans qu'il y soit besoin d'ouvrir portes et fenêtres. Dans ce but, le meilleur système employé jusqu'ici consiste à amener l'air pur du dehors par un canal passant sous le plancher de la salle ou du vestibule. La prise d'air doit être fort large et proportionnée aux dimensions de la salle. Une prise d'air trop étroite déterminerait une aspiration plus violente, et nous tomberions dans le courant d'air à éviter. Pour que la prise d'air amène, en été, de l'air aussi frais que possible, il est bon de la placer au nord et dans quelque angle de muraille où le soleil ne donne pas. Le canal de prise doit être en communication avec le calorifère, ou appareil de chauffage quelconque, adopté pour l'hiver; il sert ainsi en hiver à réchauffer la salle, comme en été il sert à la rafraîchir.

La hauteur à laquelle la prise d'air pur arrive dans la salle n'est point indifférente; les expériences faites à Paris en 1855 et 1856 à ce sujet, et les différents rapports publiés jusqu'ici, tendent à prouver que la hauteur des

épaules de l'homme debout est celle qui est la plus favorable : d'abord, parce que la couche d'air dans laquelle plongent les organes respiratoires de l'homme se trouve ainsi subir directement l'influence de l'introduction de l'air pur; ensuite, parce que, dans les salles de hauteur ordinaire, c'est dans ces conditions que la température moyenne reste la plus constante aux différents points de la salle. Il va sans dire que l'ouverture donnant accès à l'air extérieur doit aussi être de grandes dimensions, afin que cet air arrive avec une vitesse presque nulle.

Mais il ne suffit pas d'amener de l'air pur dans les salles, il faut également assurer l'expulsion de l'air vicié.

Les canaux à large section ayant leur ouverture au niveau du plancher de la salle sont ceux qui donnent les meilleurs résultats. L'emplacement le plus favorable se trouve aux angles de la salle et contre la paroi faisant vis-à-vis à celles où débouchent les orifices de l'air pur. De cette façon, l'air sain arrivant dans la salle est obligé de la traverser tout entière avant de trouver les canaux de sortie, et la pureté de l'atmosphère reste constamment la même. Il vaut mieux ne pas placer les canaux de sortie de l'air vicié vis-à-vis de ceux qui amènent l'air salubre, car il pourrait alors s'établir un courant plus ou moins direct entre ces deux orifices, courant qui laisserait sans les revivifier des tranches d'air entre eux. Ces canaux de sortie pour l'air vicié doivent être construits soit en planches soigneusement rabotées intérieurement et bien jointes, soit en briques de champ bien glacées au plâtre dans l'intérieur du canal, afin de présenter à l'air le moins de résistance possible. Il va sans dire que des portes, faisant l'office d'obturateur de ces canaux, doivent être placées dans la classe à l'issue de chacun de ces orifices.

Les canaux de sortie de l'air vicié doivent être prolongés jusque sur le toit et y avoir la même hauteur que les cheminées. Il est fort recommandé de faire passer un canal de cheminée tout à côté de celui qui sert à l'air vicié, afin que, la chaleur de la cheminée réchauffant l'air du canal de ventilation, il se forme ainsi un courant d'air ascendant qui emporte les gaz méphitiques. Pour nos écoles primaires qui ont une moyenne de 40 à 50 enfants, deux canaux de ventilation de 60 à 90 centimètres carrés de section suffisent au maintien de l'air de la salle dans un état de pureté satisfaisant.

Une question reste encore à examiner, et, malgré toute la bonne volonté qu'on peut mettre à la résoudre, il faut avouer qu'il est difficile de le faire d'une manière entièrement satisfaisante. — Il s'agit du chauffage.

Les fourneaux en fonte, placés à l'intérieur de la salle, sont entièrement à rejeter; il est reconnu, en effet, que la fonte rougie distille de l'oxyde de carbone, gaz éminemment délétère; de plus, s'ils ont l'avantage de procurer rapidement un élèvement notable de température, ils ont aussi l'inconvénient de se refroidir très rapidement. La mauvaise odeur qu'ils répandent vient en grande partie de ce que, lorsque les poussières tenues suspendues dans l'atmosphère viennent en contact avec la surface de la fonte portée à une haute température, elles se brûlent et donnent naissance à des gaz d'odeur désagréable.

Enfin l'inconvénient majeur de ce genre de chauffage, c'est qu'il puise l'air nécessaire à la combustion dans la salle même, en échauffant l'air ambiant, sans le renouveler convenablement. Ce dernier inconvénient existe pour tout

appareil placé complètement dans la salle d'école, qu'il soit en fonte, en faïence ou en grès.

On a cherché à remédier à ce mal en mettant la porte du fourneau à l'extérieur, de manière à ce qu'il s'allume depuis le corridor. Mais on tombe alors dans une autre faute, car, dans ce cas, il n'y a aucun renouvellement d'air possible dans la salle. Dans les bâtiments de construction récente, on s'est servi de calorifères. C'est incontestablement un des meilleurs modes de chauffage, mais il n'est pas applicable partout, et son emploi exige des soins assez minutieux. Plusieurs expériences ont prouvé que, si le calorifère est excellent dans de grands bâtiments d'école où 200 ou 300 enfants se réunissent journellement, et dans lesquels un homme peut être tout spécialement chargé du soin de l'appareil, il en est tout autrement dans nos villages, où les trois quarts du temps le maître d'école doit être en même temps chauffeur. Nos instituteurs n'aiment guère à se lever à quatre heures et demie ou cinq heures du matin, au mois de décembre, pour aller allumer le calorifère de l'école, de manière à ce que la classe soit à la température voulue à huit heures du matin. Le calorifère dont je parle ici est celui qui se chauffe au moyen de coke ou de charbon. Il exige des soins de nettoyage de foyer assez longs et minutieux; l'instituteur, après une journée fatigante passée à instruire ses élèves, n'aime guère non plus à consacrer au moins une demi-heure à nettoyer le fourneau de son calorifère, à enlever les cendres, etc. Ce système a, de plus, l'inconvénient d'être assez cher et, en outre, de présenter certaines difficultés pour régler l'arrivée de l'air chaud dans les différents locaux, suivant la température extérieure ou le vent régnant.

Le meilleur système de chauffage, surtout pour ce qui

concerne nos écoles rurales, c'est le calorifère irlandais, avec quelques modifications très simples et peu coûteuses. Autour du fourneau on établit une chemise en tôle, munie de nervures correspondant à celles de la fonte et disposées de telle façon que l'air soit obligé de lécher les parois de l'appareil chauffeur sur la plus grande surface possible; il faut se garder d'arrondir les coins et d'adoucir les angles, car, plus l'air éprouvera de frottement dans ce parcours, plus lentement il l'accomplira, et plus il restera longtemps en contact avec la surface de chauffe. L'intervalle entre la chemise et le fourneau est en communication directe avec l'air extérieur, au moyen d'un manchon s'adaptant à une tubulure fixée dans le plancher de la salle. Cette tubulure est un des orifices d'un canal formé simplement de quatre planches soigneusement rabotées et assemblées, fixé au poutrage qui soutient le plancher; l'autre orifice aboutit en plein air dans les conditions énoncées ci-dessus.

Tout au haut des parois verticales de la chemise, se trouvent plusieurs orifices d'assez grandes dimensions, offrant une large issue à l'air échauffé; une fermeture à glissoir, commune à tous les orifices, permet de régler l'air à volonté. Il est important que l'air amené par le canal ventilateur n'ait absolument pas de contact avec la salle, si ce n'est par le moyen des orifices supérieurs qui viennent d'être décrits.

Voici les avantages que semble réunir ce mode de chauffage : « bon marché et entretien très facile, vu que toutes les pièces sont apparentes et au grand jour; faible dépense de combustible, entretien du feu absolument nul pendant les heures de leçon; chauffage très suffisant, ventilation excellente en hiver comme en été; enfin, la chemise en tôle ne

s'échauffant que très faiblement, les élèves à proximité du fourneau ne souffrent pas d'un excès de chaleur, l'air qui passe sur la surface chauffée n'est que très peu chargé de ces poussières organiques et inorganiques qui remplissent toute salle où se trouvent plusieurs personnes, et, par conséquent, n'a pas de mauvaise odeur. »

Il nous faut maintenant examiner les appareils en usage dans quelques écoles.

*École de la Neuville à Winterthur*¹.

Le chauffage de l'école de la Neuville s'opère en élevant la température de l'air au moyen de la vapeur et en la transportant dans les salles à l'aide d'un ventilateur propulseur.

La chaudière établie dans une partie du sous-sol, située en dehors des murs d'enceinte (fig. 38), produit de la vapeur à une ou deux atmosphères de pression effective. Cette vapeur sert à la fois au chauffage d'un serpentin, composé de 42 tubes de 180 millimètres de diamètre et de 3 mètres de longueur normale (fig. 39), et à l'alimentation d'une petite machine à vapeur accouplée directement avec le ventilateur : la vapeur de décharge de cette petite machine est également utilisée pour le chauffage.

La machine à vapeur est placée directement en face de l'emplacement qu'occupe le serpentin, elle aspire l'air frais du dehors et le refoule dans la salle en lui faisant parcourir le serpentin. La marche du ventilateur peut être plus ou moins active.

1. Gebrüder Sulzer, ingénieurs-constructeurs à Winterthur.

La vitesse de l'air dans les canaux de circulation est ordinairement de 0^m,700 par seconde, elle a été portée au double sans que cette augmentation de vitesse ait présenté des inconvénients.

L'entrée de l'air chaud dans les salles se trouve à 2 mè-

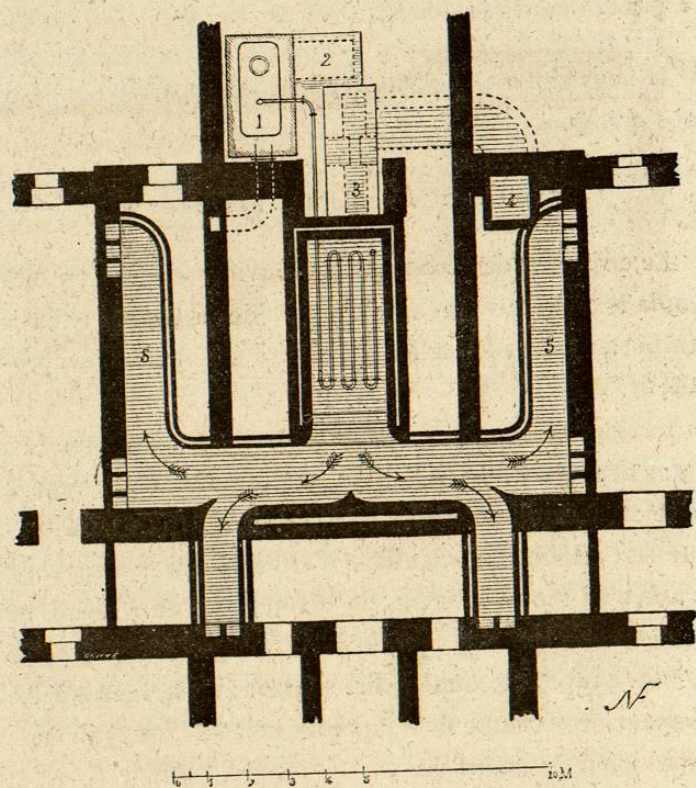


Fig. 38.

tres au-dessus du plancher, tandis que la sortie de l'air vicié a lieu par des orifices ménagés directement au niveau de ces planchers. L'air pur entrant pousse simplement l'air vicié qui est expulsé par les orifices d'évacuation et entraîné dans des conduits jusqu'au-dessus du toit.

Une salle contenant 2,000 mètres cubes doit, suivant les conditions imposées, être chauffée avec un renouvellement d'air de 2 fois par heure. Des essais ont été faits en renou-

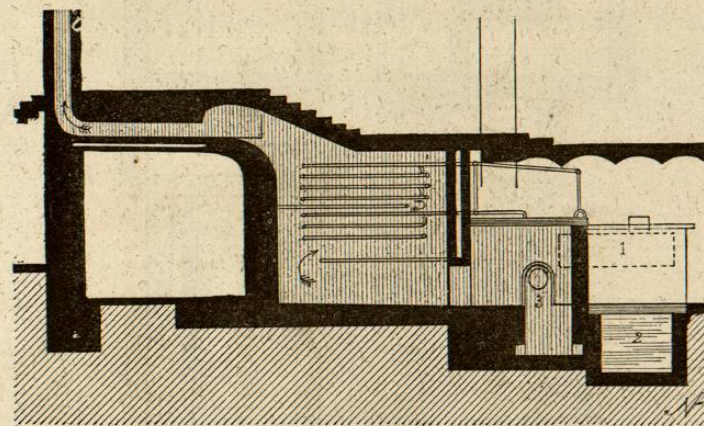


Fig. 39.

velant l'air 4 et 5 fois par heure et l'air intérieur a toujours été reconnu de même nature que l'air extérieur.

La température de l'air entrant dans les salles est d'environ 26 degrés Celsius.

L'installation de ces appareils a donné lieu à une dépense de 12,000 francs environ. L'école contenant 300 enfants, c'est donc une dépense de 40 fr. pour chacun.

École Sainte-Clara, Petit-Bâle¹.

Le chauffage de l'école Sainte-Clara du Petit-Bâle s'effectue au moyen d'un calorifère à eau chaude, combiné avec un ventilateur fonctionnant par aspiration.

1. Gebrüder Sulzer, ingénieurs à Winterthur.

La chaleur est, dans ce système, transmise par l'eau élevée à une température de 100 degrés au lieu de l'être par la va-

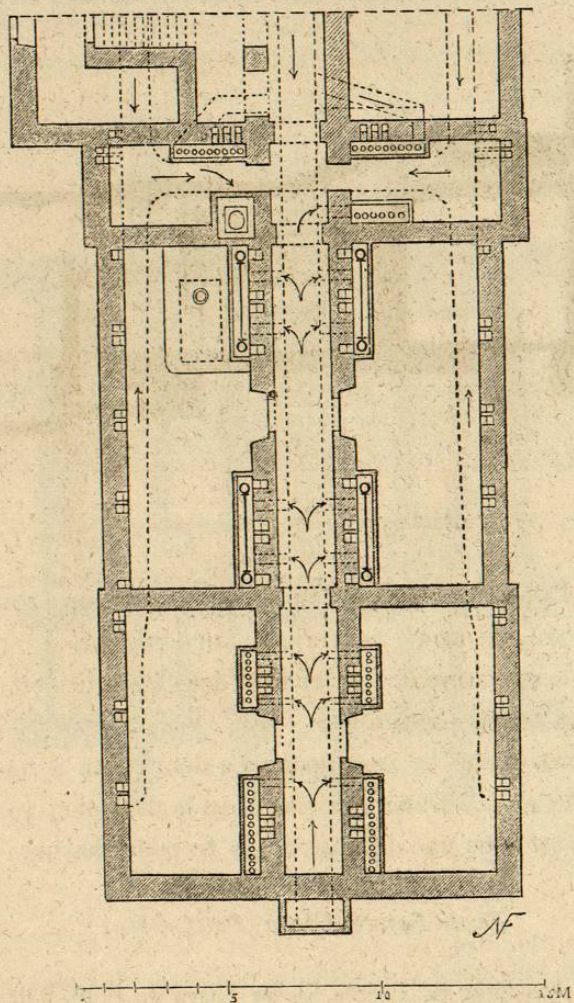


Fig. 40.

peur, et la pression ne dépasse pas une demi-atmosphère effective.

Les serpentins sont divisés par groupes (fig. 40) et placés autant que possible au-dessus des salles à chauffer; pour éviter toute déperdition de chaleur, ces serpentins sont entourés d'une enveloppe en maçonnerie.

Un canal spacieux amène l'air extérieur dans le socle

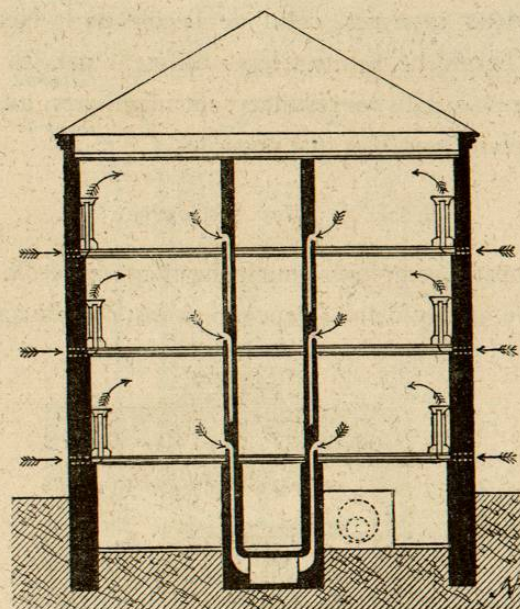


Fig. 41.

des serpentins; là, il se réchauffe, puis se distribue dans chaque salle. L'orifice d'introduction est placé à 2^m,40 au-dessus du sol (fig. 41), tandis que les orifices d'évacuation sont directement au-dessus des planchers.

L'air vicié est ramené en cave par les conduits d'évacuation, et réuni dans un collecteur central. La chaleur de la cheminée du calorifère détermine dans ce collecteur une aspiration qui entraîne l'air vicié au-dessus des combles.

Les salles à chauffer représentent une capacité de 6500^m environ, l'introduction de l'air pur est calculée à raison de 12^m par heure et par enfant.

La dépense effectuée pour ces travaux de chauffage et de ventilation s'est élevée à la somme de 50,000 francs, soit 50 fr. par enfant.

Ces deux systèmes, celui de l'école de la Neuville et celui de l'école de Sainte-Clara, diffèrent par les moyens mis en œuvre, mais les résultats sont identiques, aussi complets et aussi favorables que possible.

École de filles de Genève¹.

Les appareils employés pour le chauffage de l'école de filles de Genève, au lieu d'être à vapeur ou à eau chaude comme les

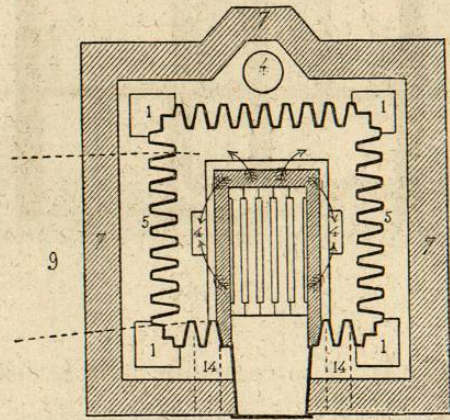


Fig. 42.

précédents, sont au contraire à air chaud². Le foyer (fig. 42) se compose de plaques cannelées en fonte fondues d'une

1. Voir fig. 13, 14 et 15.

2. Kerremans et Chevalier, constructeurs à Genève.

seule pièce et assemblées avec des boulons; la partie supérieure formant couvercle pénètre dans une rainure garnie

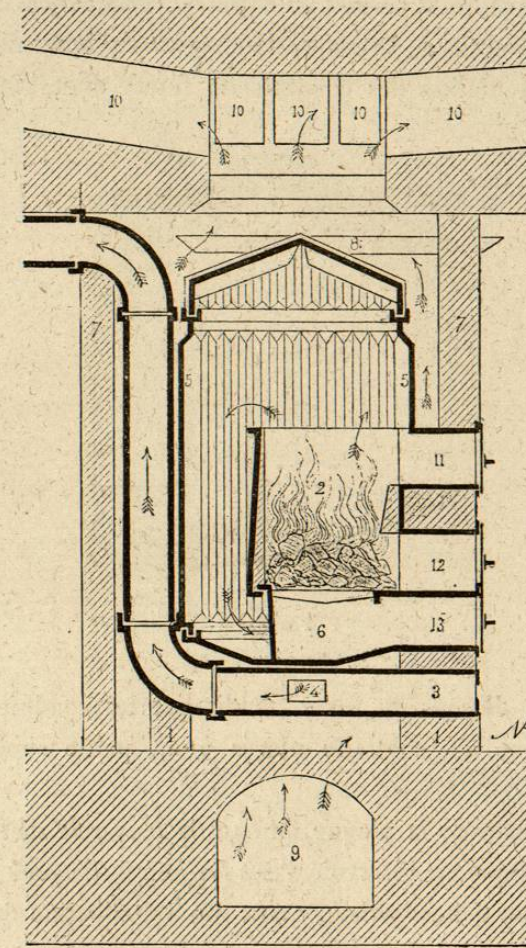


Fig. 43.

de sable qui permet d'obtenir une fermeture hermétique (fig. 43). Les cannelures des plaques de tôle étant très allongées présentent une très grande surface de chauffe et,