

sation analogue à celle de l'eau et du gaz ; l'air d'une pièce paraît-il vicié, on presse un bouton et instantanément arrive un courant d'air *parfumé*, chaud, froid, sec ou humide suivant les besoins. La dépense d'une installation de cette nature, la seule réellement efficace, rend son emploi difficile dans une école primaire.

Dans la plupart des écoles actuelles le chauffage et la ventilation s'opèrent simultanément au moyen d'un poêle-calorifère placé à une extrémité de la classe ; le tuyau de fumée en tôle monte verticalement ; arrivé à une certaine hauteur, il traverse la salle et va rejoindre la gaine d'une cheminée divisée en trois compartiments ; la fumée arrive dans celui du milieu ; les deux autres, échauffés par le contact de la cheminée, font appel et aspirent l'air des parties inférieures, considéré comme vicié ; cette triple gaine s'élève jusqu'au-dessus du comble et peut ainsi avoir un grand tirage ; pendant l'été, quand le poêle n'est pas allumé, on supplée à la chaleur absente par un bec de gaz allumé à la place du foyer.

Les inconvénients de ce système sont de gêner par le rayonnement de la chaleur du poêle les enfants qui se trouvent auprès, de laisser les autres trop loin du foyer, d'échauffer, grâce au tuyau de fumée, les parties supérieures de la classe et d'établir par suite un courant d'air dans les parties inférieures, résultats opposés à ceux qu'on doit exiger d'un chauffage établi dans de bonnes conditions ; en outre, le bec de gaz qui pendant l'été doit suppléer à la chaleur du poêle n'est jamais régulièrement allumé et, par conséquent, aucune ventilation ne se produit au moment où elle serait précisément le plus nécessaire.

Une autre disposition, d'une application également assez

fréquente et dont les résultats ne sont pas de beaucoup préférables aux précédents, consiste à séparer le chauffage de la ventilation ; le premier s'exécute avec un appareil ordinaire et la seconde est assurée au moyen de ventilateurs percés dans le plafond. Ces ventilateurs se réunissent tous en une gaine unique, dépassant le sommet des combles, et sont munis à leur extrémité d'un appareil giratoire qui accélère l'ascension de l'air vicié, déterminé du reste par une lampe à gaz allumée au point de jonction de tous les conduits.

Pour que ce système puisse fonctionner d'une façon efficace, il faut admettre que l'air vicié monte au lieu de descendre, ce qui est contesté ; puis même en admettant cette condition, une installation de cette nature offre un grave inconvénient, celui d'écouler par les ventilateurs, à mesure qu'il se produit, tout l'air chaud de la pièce : cet air chaud, plus léger que l'air froid, s'élève naturellement et disparaît d'autant plus vite qu'il est à une température plus élevée ; le chauffage est donc par suite rendu presque impossible.

Quant au mode de chauffage au moyen d'un calorifère unique, il exige une consommation considérable de combustible et par suite une grande dépense, à cause de l'obligation d'allumer le calorifère quel que soit le nombre des pièces à chauffer, sans pouvoir modérer, accélérer ou supprimer le chauffage de certaines salles autrement qu'en fermant les bouches de chaleur, ce qui peut bien diminuer l'élévation de la température, mais non la dépense générale ; de plus, l'emploi de ce procédé laisse le problème de la ventilation sans solution nouvelle.

Toutes les écoles ne sont pas cependant chauffées par

des procédés aussi imparfaits, et le système récemment mis en œuvre dans un grand établissement scolaire<sup>1</sup> de Paris indique un progrès. Aussi, bien que ce procédé ait été employé dans un établissement d'instruction secondaire et non dans une école primaire, nous croyons devoir le faire connaître en reproduisant un extrait du rapport présenté à ce sujet au conseil municipal<sup>2</sup> :

« Le volume d'air à chauffer peut être estimé à environ  
« 70,000 mètres cubes, mais les locaux n'ont pas tous  
« besoin d'être chauffés en même temps, de sorte que par  
« l'alternance du chauffage le volume d'air à chauffer se  
« réduit à environ 35,000 mètres cubes.

« Il fallait que le mode de chauffage fût non-seulement  
« efficace, mais aussi qu'il pût encore se prêter sans  
« perte de calories à cette alternative.

« Le système de chauffage à air chaud est jugé aujourd'hui et il n'est pas besoin d'insister sur les inconvénients qui résultent de son emploi, dont le plus grave est de désagréger l'air en lui enlevant ainsi des qualités respirables, dont le moindre est d'exiger des réparations continues et le remplacement des appareils de chauffe tous les cinq ou six ans au moins.

« Le système de chauffage à eau chaude présente de son côté d'autres inconvénients : il exige une pression qui est la cause d'accidents fréquents, une construction dispendieuse, et, quoi qu'on fasse, il donne un chauffage peu régulier.

« Le système proposé pour le chauffage du collège Rollin

(1) Collège Rollin, M. Roger, architecte.

(2) Rapport présenté par M. Viollet-le-Duc, au nom de la 5<sup>e</sup> commission du conseil municipal sur le chauffage et la ventilation des nouveaux bâtiments de collège Rollin.

« a cet avantage sur les deux précédents de n'avoir aucune  
« influence sur la quantité de l'air respirable, de pouvoir  
« être réglé à volonté, de transmettre la chaleur instantanément à des distances considérables, de ne nécessiter que  
« des réparations insignifiantes une fois qu'il a été bien  
« établi, de pouvoir être surveillé facilement et de faciliter  
« la ventilation sans provoquer les courants d'air que donne  
« le chauffage à air chaud.

« Ce système est en principe d'une extrême simplicité ;  
« un générateur envoie, sous une très-faible pression, de la  
« vapeur dans des tuyaux qui reviennent après leur parcours de chauffe au même générateur en ramenant au  
« foyer la vapeur refroidie ou l'eau condensée. Cette circulation de la vapeur à 105° donne une chaleur constante et douce et permet, au moyen de l'ouverture  
« ou de la fermeture de quelques robinets, de porter les  
« calories sur un point ou sur un autre à volonté ; par  
« ces différences établies entre les températures des pièces  
« d'un même établissement, elle facilite singulièrement la  
« ventilation.

« Nous avons vu fonctionner ces appareils, nous avons  
« examiné leur construction, enfin nous avons expérimenté  
« leur fonctionnement et nous devons dire au conseil que  
« le résultat de cet examen et de cette expérience a été des  
« plus satisfaisants.

« Le rapport de l'architecte, en faisant ressortir de son côté les avantages du système qu'il propose d'adopter, décrit en quelques mots et avec une grande clarté le dispositif du mode de chauffage, mais laisse malheureusement de côté ce qui est relatif à la ventilation.

« Une colonne ascendante part du générateur, s'élève

« jusque dans les combles et poursuit sa course horizon-  
« tale dans toutes les parties du monument, distribuant  
« dans son parcours la vapeur aux embranchements qui  
« desservent les salles.

« La vapeur monte, sillonne tous les bâtiments, puis  
« descend pour alimenter les poêles où elle se détend, et  
« l'eau du condensateur continue sa chute pour retourner  
« au générateur et redevenir vapeur.

« Ce simple exposé résume tout le système, l'économie  
« de son emploi est notable, plus n'est besoin de cette ca-  
« nalisation dispendieuse dans les murs des bâtiments, de  
« cette quantité de foyers de calorifères à air chaud, plus  
« de déperdition notable de calorie qui se fait dans les  
« canaux en maçonnerie ou en tôle. — En quelques se-  
« condes la vapeur porte sa chaleur à 500 mètres et, en se  
« détendant dans les récipients, elle en chauffe les surfaces  
« qui à leur tour échauffent l'air par rayonnement. Refroi-  
« die au contact des surfaces de ces récipients, la vapeur  
« se condense, descend en eau dans des conduits spéciaux  
« pour être rendue au générateur, pendant que le courant  
« de vapeur continue à affluer dans ces récipients pour en  
« chauffer la surface.

« Aucun système, jusqu'à ce jour, n'a présenté une sim-  
« plicité aussi manifeste et par conséquent plus de garantie  
« d'un bon fonctionnement.

« Ce système, malgré ses avantages incontestables, sou-  
« lève cependant trois graves objections : d'abord l'insuf-  
« fisance de la façon dont il assure la ventilation, ensuite  
« le danger des explosions de la vapeur dans les conduits,  
« et enfin le chiffre de la dépense. »

Une commission<sup>1</sup>, récemment chargée par la ville de Paris d'étudier cette importante question du chauffage et de la ventilation des établissements scolaires, a résumé ses travaux dans un rapport que nous croyons devoir donner *in extenso* ; nous le faisons suivre du mémoire présenté à l'appui d'un projet dans lequel se trouvaient appliquées les mesures prescrites par l'administration et dont un essai a été réalisé dans une des grandes écoles de Paris<sup>2</sup>.

*Direction des travaux de Paris. Commission de chauffage et de ventilation.*

INSTRUCTION RELATIVE A L'ÉTABLISSEMENT DU CHAUFFAGE ET DE LA VENTILATION DES ÉCOLES COMMUNALES.

Le chauffage et la ventilation d'une école constituent un problème qui comporte des données variables suivant les conditions générales de construction des bâtiments, et l'on conçoit que la puissance et le mode d'installation des appareils de chauffage ainsi que la dépense du combustible, dépendent essentiellement de la nature et de l'épaisseur des murs, de la disposition des classes et des galeries qui y donnent accès, de l'importance des surfaces vitrées, etc... ; aussi est-il impossible de déterminer d'une manière exacte les formes et les dimensions des appareils à employer sans être fixé à l'avance sur les formes et dispositions des salles à chauffer.

Cependant ce problème comporte des données générales

(1) Commission composée de MM. de Fontanges, ingénieur des ponts et chaussées ; Davioud, architecte ; Ser, ingénieur civil ; Bourdais, ingénieur-architecte.

(2) Groupe scolaire, rue Curial. M. Félix Narjoux, architecte.

dans lesquelles tous les projets d'établissements scolaires doivent se renfermer et qui permettent de formuler, sinon des règles précises, du moins des instructions générales auxquelles il convient de se conformer pour obtenir un chauffage et une ventilation rationnels et économiques.

Chauffer un local, c'est maintenir constamment ce local à une température déterminée supérieure à celle du dehors, c'est par conséquent lui fournir en chaque instant une quantité de chaleur égale à celle qu'il perd pendant le même temps ; le ventiler, c'est extraire en chaque instant l'air vicié par ses habitants et le remplacer par la quantité d'air pur nécessaire à l'hygiène.

On peut employer bien des procédés divers pour atteindre ce résultat : sans entrer dans la comparaison des différents systèmes, on peut dire, au point de vue spécial des écoles primaires, qu'il conviendra d'employer le chauffage dit à air chaud, c'est-à-dire par circulation d'air au contact de l'enveloppe du foyer et du tuyau de fumée, parce qu'il est à la fois plus économique et plus simple d'établissement que le chauffage à eau chaude ou à vapeur et qu'il se prête mieux aux conditions d'un chauffage intermittent.

Mais le chauffage par l'air chaud peut s'obtenir de manières différentes, soit par un calorifère général chauffant un ensemble de classes, soit par autant d'appareils indépendants qu'il y a de classes à chauffer.

La commission n'a pu encore faire les expériences et réunir les éléments nécessaires pour se prononcer sur le meilleur des deux systèmes ; toutefois, sans écarter d'une manière absolue le premier mode de chauffage, qui dans certains cas peut présenter des avantages, elle incline à penser que le dernier devra être plus généralement em-

ployé, parce que, avec l'appareil de combustion placé dans la classe même à chauffer, on évite les pertes assez notables de chaleur qui ont eu lieu dans le parcours de la canalisation d'arrivée et aussi parce que les dépenses d'installation sont beaucoup moins élevées.

Quel que soit le système, les conditions les plus importantes auxquelles les appareils doivent satisfaire sont les suivantes :

Régularité de chauffage, c'est-à-dire uniformité de température dans toutes les parties habitées de la classe et aux diverses heures de l'occupation ; régularité de ventilation, c'est-à-dire passage d'air en quantité égale autour de chaque élève.

Pour satisfaire à la première condition, quand l'appareil est placé dans la classe même, on comprend que le rayonnement de la surface doive être très-modéré, afin que son action ne se fasse pas sentir trop vivement sur les places voisines, au préjudice des places les plus éloignées ; par conséquent, il faut que l'appareil soit muni d'une enveloppe peu conductrice.

Le tuyau de fumée apparent qui, dans beaucoup d'écoles, traverse les classes, présente de nombreux inconvénients et doit être abandonné. Mais comme ce tuyau constitue une notable partie de la surface de chauffe, il faut trouver un moyen d'en développer ailleurs l'équivalent. Or, si l'on observe que l'air chaud qui provient de l'appareil tend toujours à monter directement au plafond, qu'il y soit ou non conduit par une enveloppe fermée, on comprendra que rien n'est plus facile que d'utiliser au développement des surfaces de chauffe tout ou partie de l'espace vertical situé au-dessus de la surface que cet appareil occupe sur le sol.

L'appareil se composera ainsi d'un foyer et d'une surface de chauffe placée au-dessus, le tout enfermé dans une enveloppe peu conductrice ouverte à la partie haute pour laisser échapper l'air chaud qu'elle contient.

Il sera muni d'une ou, mieux, de deux prises d'air extérieur, percées sur les faces opposées du bâtiment.

Pour le premier étage, où les classes sont ordinairement situées, ces prises d'air pourront être en général pratiquées directement dans l'épaisseur des planchers et à travers les murs extérieurs lorsque les rues ou les cours voisines présenteront de bonnes conditions de salubrité ; mais lorsque les classes ou salles d'asile seront à rez-de-chaussée, les prises d'air prenant accès près du sol et des ruisseaux pourraient donner lieu à des entrées d'air chargé d'odeurs incommodes ou de miasmes insalubres ; dans ce cas, il sera utile de reporter les prises à une certaine hauteur, en des points présentant les meilleures conditions de salubrité.

Telles sont les dispositions à prendre pour assurer le chauffage et l'introduction dans les classes de l'air pur venant du dehors.

Pour enlever régulièrement l'air vicié par chaque élève, il faudra établir des bouches de départ en aussi grand nombre que possible communiquant avec une canalisation réservée dans l'épaisseur même du plancher et aboutissant à une cheminée d'appel.

Pour assurer une bonne répartition, il convient que chaque groupe de quatre élèves soit pourvu d'une bouche de départ. La forme et la disposition de ces bouches demanderont une étude attentive pour ne gêner ni le balayage ni la circulation d'air sous les tables.

Les divers branchements de la canalisation dans le plan-

cher se raccorderont avec les conduits principaux par des coudes arrondis pour aboutir enfin à la base de la cheminée d'appel, large conduit vertical qui, traversant le bâtiment dans toute sa hauteur, débouchera hors comble et sera recouvert d'un chapeau.

Pour que cette cheminée d'appel fonctionne régulièrement, il faut chauffer l'air qu'elle contient afin de lui donner une vitesse d'ascension qui soit autant que possible à l'abri des influences du vent, et le moyen le plus simple pour cela consiste à placer au milieu de cette cheminée le tuyau de fumée de l'appareil de chauffage.

Comme le tirage d'une cheminée augmente avec sa hauteur, on comprend qu'il sera utile de faire entrer le tuyau de fumée dans la cheminée d'appel au point le plus bas, c'est-à-dire près du plancher de la classe ; la circulation de la fumée devra donc être disposée de telle façon que le départ ait lieu finalement par le bas ; toutefois, comme il pourrait se faire que l'allumage fût rendu difficile par une telle disposition, il faudra ménager un moyen facile de mise en marche, par exemple, une clef de réglage, dite clef de pompe d'appel.

Les dimensions à donner aux différentes parties des appareils dépendront, nous l'avons dit, de la nature même des constructions ; elles pourront, en général, être comprises entre les chiffres indiqués ci-après :

	Centimètres carrés par élève.
1 <sup>o</sup> Section libre de prises d'air extérieur de	35 à 45
2 <sup>o</sup> Section libre du canal vertical d'air chaud et des bouches d'arrivée au pla- fond de. . . . .	35 à 45