

Zeitschrift: Annuaire de l'instruction publique en Suisse
Band: 3 (1912)

Artikel: Hygiène scolaire
Autor: Henchoz, L.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-109402>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 22.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Hygiène scolaire.

Eclairage et ventilation des locaux scolaires.

I. Eclairage naturel.

Depuis 40 ans, des recherches nombreuses faites dans un grand nombre de villes ont attiré l'attention sur les dangers que le séjour à l'école pouvait avoir pour la vue des enfants. On est allé jusqu'à accuser les établissements scolaires d'être « des fabriques de myopes, des usines de mauvais yeux ». Il est bien difficile, même dans les statistiques les mieux établies, de trouver la ligne de démarcation entre ce qui est imputable à l'école et le résultat de causes qui lui sont étrangères, surtout lorsqu'il s'agit des troubles qui peuvent se présenter dans l'état de santé de l'enfant, au cours de la scolarité. L'école a néanmoins le devoir absolu de prendre toutes les mesures nécessaires pour dégager sa responsabilité.

L'éclairage des salles d'école a déjà préoccupé bien des hygiénistes. Une comparaison faite entre les constructions scolaires des dernières années, ainsi que l'examen des plans présentés à l'occasion d'un concours d'une certaine importance, montrent que l'on ne s'est pas encore mis d'accord sur des principes essentiels concernant l'orientation et par suite la question de l'éclairage des bâtiments d'école.

Au Congrès de Nuremberg, en 1904, on s'est trouvé en présence de deux camps presque d'égale force : d'un côté les partisans de l'exposition septentrionale, de l'autre ceux de l'exposition méridionale. Il fut un temps où, en France, l'exposition nord était vigoureusement préconisée ; on faisait ressortir qu'elle avait l'avantage de donner une lumière égale, diffuse, sans rayons solaires directs, éminemment propre à l'exercice de la vision.

Le Dr Erismann, de Moscou, s'est prononcé nettement en faveur de l'exposition septentrionale (nord, nord-ouest ou

nord-est), déjà recommandée en Allemagne, en particulier par le médecin-oculiste Förster.

Cette orientation a déclaré le Dr Erismann, fournit, aux salles de travail une lumière non seulement égale, mais suffisante pour les jours sombres, à condition toutefois que les fenêtres soient grandes, bien construites, que les bâtiments soient bien dégagés et les murs clairs.

Ce spécialiste a constaté, à Moscou, par des observations photométriques, qu'à huit heures et demie du matin, par un jour sombre de fin décembre, une classe exposée au sud-ouest recevait un éclairage défectueux, alors que dans une classe nord-est, le jour était plus favorable. Il reproche à l'exposition sud de donner une lumière très variable, principalement au printemps et en automne, et une trop grande chaleur l'été. Les rideaux qu'on peut opposer aux rayons directs du soleil ne protègent que très imparfaitement contre la chaleur et font perdre une quantité considérable de lumière, parfois jusqu'à 90 %.

Des hygiénistes français se sont déclarés partisans de l'exposition nord-est en se basant sur le fait que le soleil pénètre directement dans les classes avant l'entrée des élèves, tandis qu'il ne fait que raser la façade quand elles sont occupées. Cette raison est irréfutable pendant la belle saison, mais elle perd beaucoup de sa valeur durant l'hiver.

Ainsi qu'on l'a dit, « l'orientation nord peut avoir des avantages dans certains pays du Midi, dans lesquels on doit lutter contre l'aveuglante lumière, soit contre l'excessive ardeur du soleil, mais en général dans les contrées plus ou moins privées de lumière, elle présente de nombreux inconvénients ».

Les partisans de l'exposition sud reprochent à celle du nord, non sans raison, d'être froide, de donner de l'humidité, surtout dans les locaux placés au rez-de-chaussée; de ne procurer qu'une lumière triste; enfin de manquer de salubrité ainsi que l'ont prouvé des expériences bactériologiques.

L'orientation nord n'est d'ailleurs pas admise dans les ordonnances élaborées en Suisse pour les constructions scolaires. Les hygiénistes sont cependant d'accord pour affirmer que certains locaux, les auditoriums de dessin par exemple, gagnent à recevoir la lumière du nord seulement.

L'orientation ouest est condamnée presque partout. Elle donne une lumière changeante et instable, à cause des vents et des bourrasques; c'est de ce côté que viennent la pluie, les vents humides et violents.

Les partisans de l'exposition sud semblent donc devoir l'emporter.

Elle est cependant repoussée en Angleterre, pays où l'on devrait, semble-t-il, rechercher la direction qui donne la plus forte insolation, à cause du brouillard qui règne assez fréquemment.

On a fait valoir l'argument que les gens vivant en plein air ont la meilleure vue. Mais l'écolier dont les yeux reçoivent une lumière réfléchie par des surfaces parfois éblouissantes n'est nullement placé dans les mêmes conditions que le travailleur rural. On sait du reste quelles précautions il y a lieu de prendre en rase campagne, ou sur une route, dans une journée fortement ensoleillée, pour protéger ses yeux contre la trop vive lumière.

L'orientation sud n'en est pas moins officiellement adoptée par la moitié des cantons suisses; l'orientation est ou sud-est est autorisée et mise en pratique par tous les cantons. C'est cette dernière qui paraît la plus recommandable dans nos contrées. Et ici il est permis de faire remarquer que le bâtiment d'école ne doit pas, par son orientation, se prêter aux circonstances ambiantes, prendre la direction qu'un ensemble de lignes déjà déterminées semble plus ou moins imposer; sans vouloir en arriver à une affirmation que l'on pourrait considérer comme entachée de pédantisme, il est bon de faire valoir qu'un bâtiment d'école, par sa destination toute spéciale, ne peut être envisagé avec les mêmes points de vue qu'un autre édifice: hôtel, caserne, sanatorium, etc. Tout le monde est d'accord, mais on l'oublie encore parfois.

M. le Dr Truc, professeur à la Faculté de médecine de Montpellier, a dit ceci au Congrès de Paris, en 1910: «La situation et l'orientation donneront une belle lumière diffuse dans tous les locaux scolaires et surtout dans les salles de travail. L'école aura une bonne situation si elle est complètement isolée, entourée de cours ou de jardins, loin des arbres de haute futaie et des bâtiments voisins. Les grands arbres retiennent beaucoup la lumière; on préférera, le cas échéant,

les arbres à feuilles temporaires qui ne donnent de l'ombre que l'été et garantissent alors contre la chaleur. Les bâtiments voisins seront éloignés du double de leur hauteur (Jäval), c'est-à-dire qu'ils ne s'élèveront que de 20 à 25° au-dessus de l'horizon (Fuchs). Dans le cas où le terrain libre ferait défaut, on adosserait l'école au bâtiment voisin et on réserverait devant la façade le plus d'espace possible pour l'éclairage des salles correspondantes.

«L'orientation, souvent discutée, est d'ailleurs variable selon les régions, les conditions atmosphériques, les particularités urbaines ou rurales. Le nord donne une lumière plus régulière, mais généralement insuffisante. Le sud est plus lumineux, mais irrégulier et parfois trop chaud. L'ouest avec le soleil couchant et l'est avec le soleil levant conviennent médiocrement pour la journée. Si l'exposition nord convient peut-être aux pays du sud et l'exposition sud aux pays du nord, dans nos régions tempérées, il vaut mieux la direction diagonale est-ouest avec fenêtres au sud, sur cour ou jardin plantés de grands arbres à feuilles caduques. Un peu trop de chaleur avant les vacances d'août-septembre paraît bien supportable, tandis que le franc soleil et la pleine lumière sont toujours hygiéniques : c'est un excito-nutritif universel et un puissant antiseptique ».

Quant à la direction et à la distribution de la lumière, de grandes divergences d'opinion subsistent encore. On a préconisé même l'éclairage d'*en haut* qui peut convenir pour les salles de travail manuel ou de dessin à main levée, mais auquel on ne peut avoir recours dans la presque totalité des cas, même en adoptant la disposition des toits en « dents de scie » comme dans les grandes fabriques. L'éclairage *de face* est condamné d'une façon absolue. Celui qui vient *de derrière*, par rapport aux élèves, lorsqu'il est seul employé, a l'inconvénient de projeter l'ombre du corps sur le papier et de gêner le maître.

L'éclairage *unilatéral* venant de droite est comme celui de face condamné sans réserve. Lorsqu'il vient de gauche, il dépend de l'orientation générale du bâtiment. Pour les salles placées au nord il fournit une lumière insuffisante surtout dans les après-midi d'hiver. Quand il s'agit des locaux placés

directement au sud, nous avons vu qu'il n'est pas sans présenter de sérieux inconvénients.

L'éclairage *bilatéral* que l'on rencontre quelquefois offre certains côtés défectueux que l'on peut corriger dans une certaine mesure. Il faut avoir soin d'en arriver à un éclairage bilatéral dit *différentiel*, qui donne une prédominance suffisante à la quantité de lumière venant de gauche. On y parvient en faisant les fenêtres du côté droit plus petites que celles du côté gauche, lorsque la classe tient toute l'épaisseur du bâtiment, en les vitrant au besoin avec du verre dépoli ou en les munissant de stores légers. Encore ce mode d'éclairage, pour être tout à fait recommandable, doit-il se combiner avec l'orientation nord-est — sud-ouest. D'excellents oculistes comme Javal se sont montrés favorables à ce système et attachaient peu d'importance à la variabilité de l'éclairage. Bien que cette disposition offre un avantage incontestable pour l'aération des salles d'école, elle ne paraît pas avoir beaucoup de chance d'être adoptée par les architectes et autorités municipales. Elle se trouve cependant assez fréquemment employée dans les constructions scolaires urbaines en France.

Le système d'éclairage dit autrichien, unilatéral gauche et postérieur combinés, est souvent usité. M. le Dr Combe le recommande comme le meilleur de tous, « celui qui donne la plus grande somme de lumière et évite le mieux le jeu changeant d'ombre et de lumière, si fatigant pour la vue ». Et il ajoute encore : « Dans toutes les écoles où ce mode d'éclairage existe, nous avons pu constater que, quand les fenêtres placées derrière les élèves sont grandes et élevées, elles sont des plus utiles. La classe tout entière est inondée de lumière et cela à tel point que l'ombre projetée par le corps des élèves disparaît entièrement. Le seul inconvénient de ce système est la gêne qu'il occasionne au maître, gêne en somme négligeable, puisque l'instituteur ne séjourne guère dans sa chaire ». On nous permettra de ne pas souscrire entièrement à cette affirmation, surtout lorsque les fenêtres placées derrière les élèves sont sur une façade sud du bâtiment, car au point de vue de la discipline, le maître doit être assez souvent, sinon assis sur son estrade, tout au moins en face de ses écoliers.

En ce qui concerne les proportions de la surface éclairante,

il va sans dire que de son étendue dépend la quantité de lumière qui pénétrera dans la classe ; la forme des ouvertures est aussi à prendre en considération. On admet généralement que la surface des fenêtres (surface vitrée) doit être au minimum le cinquième de celle du plancher ; en Belgique on se contente réglementairement du sixième. Quelques auteurs exigent le rapport de 1 à 3, et il en est qui vont encore plus loin. On parle même de certaines écoles américaines qui ont une surface de vitrage égale à celle du sol ou supérieure, comme c'est paraît-il le cas à l'école Franklin, à Washington. Le Dr Javal a posé en principe, sans s'attacher trop à un rapport strict, que : « Le point le plus sombre de la classe doit être suffisamment clair, et cette condition sera remplie si chaque pupitre reçoit suffisamment la lumière directe du ciel. » Il demandait dans son rapport présenté au nom de la Commission d'hygiène, en 1882, « qu'un œil placé au niveau de la table, à la place la moins favorisée, puisse voir directement le ciel dans une étendue verticale de 30 cm. au moins, comptée à partir de la partie supérieure de la fenêtre ». En tout cas le linteau de celle-ci doit être horizontal, aller jusqu'au plafond, le plus près possible de celui-ci, afin de laisser entrer le plus possible de rayons venant du zénith (Dr Dinet). On est allé jusqu'à indiquer que la partie supérieure de la fenêtre doit atteindre une hauteur égale à celle de la profondeur de la pièce, mais on s'arrête généralement aux $\frac{2}{3}$, soit à une hauteur de 4 m. pour 6 m. de largeur de la salle, ce qui est encore beaucoup dans les contrées où les hivers sont rigoureux, et aussi là où il faut compter avec un budget de construction plutôt modeste. C'est alors que l'éclairage bi ou multilatéral paraît tout indiqué.

Les verres dépolis dont on fait parfois usage sont éblouissants et par conséquent fatigants pour la vue ; il vaudrait mieux ne pas y avoir recours même dans les parties inférieures des fenêtres, à moins d'absolue nécessité. Pour tempérer l'action trop vive du soleil, le cas échéant, on emploiera des stores en étoffe unie, de couleur jaune clair, et de premier choix, car les bonnes qualités sont plus translucides que les mauvaises et les teintes jaunes donnent plus de clarté. Les stores devraient pouvoir se dérouler de bas en haut, pour ne pas faire écran à la partie supérieure de la fenêtre.

La couleur des murs doit être prise en considération aussi quand on s'occupe de la somme de clarté qui doit régner dans un local. Les murs de couleurs claires : gris-vert ou gris-bleu très clairs sont ceux qui conviennent. La teinte sombre du mobilier ne peut que porter préjudice à l'éclairage. On comprend que dans les internats français on en soit même arrivé à recommander aux élèves de porter des habits de teintes n'absorbant pas trop la lumière.

Recherches photométriques. — En tenant compte de l'importance que présente pour une salle de travail scolaire la quantité de lumière qui y pénètre, il est nécessaire de pouvoir en faire une détermination assez exacte. C'est à quoi l'on arrive par l'emploi des divers procédés photométriques.

On peut avoir tout d'abord recours à l'appréciation par l'acuité visuelle, car celle-ci, comme on le sait, varie nécessairement avec l'éclairage. Le professeur Nicati, de Marseille, a établi une échelle qui permet de mesurer l'intensité lumineuse d'une source placée à 1 mètre, ou l'éclairage des différentes parties d'une salle, en recherchant le degré d'acuité visuelle donné dans ces conditions à un œil normal. Lorsque celui-ci est placé à une distance de 3,5 mètres de l'échelle, il doit avoir une acuité entière, pour un éclairage égal à l'unité. Si l'éclairage est supérieur à l'unité, l'observateur s'éloigne jusqu'au point où il garde encore l'acuité entière. Si, au contraire, l'éclairage est inférieur à l'unité, on déduit l'intensité lumineuse de l'acuité mesurée grâce à l'échelle suivante :

Acuité visuelle	1	0,9	0,8	0,7	.	.	.	.	0,3	0,2	0,1
Intensité lumineuse en photos	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$	.	.	.	.	$\frac{1}{128}$	$\frac{1}{256}$	$\frac{1}{512}$

Le *photo*, unité photométrique indiquée par Nicati, est « la lumière nécessaire pour donner à un œil normal l'unité d'acuité visuelle, quand on place cette lumière à l'unité de distance ».

La lecture de l'échelle photométrique doit se faire avec un seul œil, car l'usage simultané des deux yeux produit le même résultat que si on double l'éclairage.

Mais comme l'a fait remarquer M. le Dr Dinét, dans la préparation d'une échelle photométrique, il faut faire une distinction entre la *lisibilité* et la *visibilité*.

La visibilité des caractères est proportionnelle à l'éclairage et croît indéfiniment avec celui-ci ; la lisibilité dépend de leur grandeur.

Le professeur Truc de Montpellier a construit sur ces bases, en vue de l'inspection médicale des écoles, un photomètre dont voici la description :

« Cet appareil, comme ceux de MM. Imbert et Cohn, se compose essentiellement de paragraphes uniformes, dont la lisibilité, pour un même observateur, placé à une distance fixe, varie avec l'éclairement du milieu.

» Il est constitué par un cadre mesurant 0,23 m. de longueur sur 0,17 m. de largeur. Dans ce cadre se trouve le texte choisi répété cinq fois et recouvert successivement par une, deux, trois, quatre et cinq lames de verre fumé, d'égale épaisseur et de teinte identique. Il en résulte que le texte recouvert par une seule lame demandera, pour être lisible, une quantité de lumière beaucoup moins considérable.

» Un petit cordonnet, long de 0 m. 33., dont l'extrémité libre doit être maintenue contre l'apophyse orbitaire externe de l'observateur, est fixé sur l'un des côtés de l'appareil et règle la lecture des textes à la distance voulue.

» Cet instrument présente toutefois, dans certaines incidences une réflexion générale de la lumière. On peut y remédier en laissant le texte à nu et en plaçant le verre progressivement teinté devant les yeux.

» Ce photomètre doit être gradué par l'observateur lui-même, dans une chambre obscure, au moyen de la bougie l'« Etoile », prise comme étalon. On note sur le cadre le nombre de bougies-mètres nécessaire pour lire chaque texte en particulier. »

L'éclairage naturel des écoles de Montpellier varie en moyenne de 5,02 à 13,05 bougies. Une bougie décimale ou lux correspond approximativement à un dixième de Carcel.

On a compté par exemple que l'intensité lumineuse solaire équivalait, au bord de la mer, à 100 000 lux ou même davantage. Mais elle est très variable selon les conditions atmosphériques (nuages, saisons, latitude, etc.). Avec ou sans nuages on peut constater des variations d'intensité de 1 à 200. En lumière indirecte, elle est beaucoup moindre. Un bon éclairage d'appartement, avec grandes fenêtres et lumière solaire indi-

recte varie de 40 à 50 lux, tandis que dans certaines salles de bal de grand renom, avec la lumière artificielle, on n'a trouvé que de 12 à 30 lux.

Des auteurs compétents comme Cohn, Javal, en sont arrivés à déclarer qu'un bon éclairage scolaire doit être de 15 à 20 lux. Il est cependant bon de faire remarquer que 10 lux des photomètres réglés avec la lumière artificielle rougeâtre des bougies l'« Etoile », ou des lampes Carcel, correspondent à 20 ou 25 lux de lumière solaire blanche.

Une différence doit encore être faite pour les salles où l'on s'occupe de travaux délicats, tels que broderie, couture, dessin, gravure, etc.

Des appareils plus perfectionnés, soit le photomètre de Weber, celui de Wingen, le goniographe de Pleier ou l'appareil de Thorner permettent d'arriver à des résultats très précis.

Cette question, avons-nous hâte d'ajouter, ne peut se traiter ici avec toute l'ampleur qu'il faudrait lui accorder, en donnant par les recherches faites sur les multiples causes de variation de l'intensité lumineuse, ainsi que sur les phénomènes de réflexion de la lumière, une idée assez complète de ce sujet. Mais nous avons tenu à attirer l'attention sur cette question sérieuse de l'éclairage des salles d'école et les moyens en somme assez simples auxquels on peut avoir recours pour arriver à une connaissance suffisamment précise de la quantité de lumière qui est fournie à chaque place d'une salle d'études, pendant le jour.

II. Eclairage artificiel.

Si la question de l'éclairage naturel des écoles est importante et mérite qu'on s'y arrête suffisamment, celle de l'éclairage artificiel ne l'est pas moins. On peut objecter qu'elle joue un rôle beaucoup plus restreint, un grand nombre d'écoles, du moins dans les campagnes, étant fermées quand vient la nuit. Mais dans les centres en particulier, il se donne durant l'hiver bien des cours pour lesquels on utilise, de 7 heures à 10 heures du soir, des locaux de bâtiments d'école. L'éclairage artificiel a donc à juste titre préoccupé aussi les hygiénistes scolaires. Cependant, comme on l'a dit, les méfaits d'un mauvais éclairage artificiel, celui dont on devait se contenter il y a quelque trente à cinquante ans, semblent devoir dispa-

raître grâce à l'introduction des nouveaux moyens d'éclairage intensif. Mais la question suivante se pose : jusqu'à quel point ceux-ci ne sont-ils pas injurieux pour l'organe de la vue par leur excès de luminosité ? Ils jouissent d'un très mauvais renom auprès de certain public qui leur attribue, à tort ou à raison, des troubles et des affections graves des yeux. Les physiiciens nous ont appris que la lumière solaire blanche contient, outre les sept couleurs du spectre, des radiations infra-rouges ou calorigènes et des radiations ultra-violettes ou chimiques. Ces dernières sont considérées avec raison, ensuite de nombreuses expériences, comme la cause et l'origine de bien des troubles ou maladies oculaires. Il est donc opportun de connaître la cause des phénomènes de fatigue, d'irritation de la vue par certaines lumières, les moyens de les écarter des milieux scolaires et d'en atténuer autant que possible l'influence nocive.

En tenant compte de la proportion de radiations ultra-violettes qu'elles renferment, on peut classer comme suit les diverses sources de lumière : huile, pétrole, lampes électriques à incandescence, lampes Auer, acétylène, lampes à vapeurs de mercure, lampes à arc.

Pour atténuer les effets désastreux des rayons ultra-violets, on se servira d'écrans jaunes. On obtient ainsi une couleur très favorable et très reposante pour la vue, les écrans ont en outre l'avantage d'être fluorescents et d'augmenter la luminosité, propriété que l'on ne trouve dans aucun autre verre de couleur : vert, bleu ou simplement fumé. Les verres jaunés de Motaïs ou ceux du Dr Fieuzal répondent seuls aux conditions requises pour servir à la fabrication de lunettes protectrices pendant les travaux scolaires.

Alors que quelques personnes accusent l'éclairage électrique de porter sérieusement atteinte aux fonctions oculaires, on fait d'autre part ressortir que l'électricité ne donne pas de chaleur rayonnante, ne cause pas de viciation de l'air, possède un grand pouvoir éclairant et modifie peu la perception des couleurs. Selon Trousseau, dit M. le Dr Dinet, elle aurait même la précieuse propriété d'améliorer remarquablement l'acuité visuelle.

La lumière produite peut être dirigée sur les tables de travail, tantôt directement par des abat-jour ou des réflecteurs (éclairage *direct*), tantôt après avoir été diffusée par des dispositifs spéciaux (éclairage *indirect* ou à *lumière diffuse*).

On peut aussi avoir un éclairage *semi-direct*.

Le premier est le plus généralement employé. Il y a lieu de tenir compte qu'alors l'appareil ne peut être placé à une trop grande hauteur, car l'intensité lumineuse diminue, sinon il faut employer des appareils plus puissants. Si la source lumineuse est placée trop bas, elle produit des ombres gênantes, lorsque l'élève écrit et surtout lorsqu'il dessine.

L'éclairage au pétrole et surtout au gaz chauffe le crâne de l'enfant et peut déterminer des céphalalgies, des congestions de la tête et des yeux.

Les appareils doivent être à une distance minimum de un mètre au-dessus de la table ; leur position sera telle que la lumière arrive d'en haut et de gauche. Mais le plus souvent le nombre des sources lumineuses est insuffisant ; il faut au moins un bec de gaz pour six élèves et une lampe à pétrole pour quatre écoliers (Trousseau).

Généralement, les becs se trouvent placés au-dessus des tables ou dans leur intervalle et servent à éclairer un groupe d'élèves qui se trouvent soit en avant, soit en arrière, soit sur le côté de la source lumineuse. L'éclairage est donc multilatéral et par conséquent défectueux. On devrait adopter une installation qui donne un éclairage artificiel unilatéral gauche, comme l'éclairage naturel, les appareils étant munis de réflecteurs dirigeant la lumière exclusivement à droite, et non d'abat-jour. Il serait à désirer que chaque élève eût sa petite lampe à incandescence, comme c'est le cas à l'Ecole polytechnique de Paris entre autres.

Dans l'éclairage semi-direct, pour le gaz et le pétrole en particulier, il faut avoir recours à des réflecteurs en verre opalin, de forme conique, à grande ouverture tournée vers le haut. Ces réflecteurs interceptent tous les rayons directs ; ils en renvoient une partie sur l'abat-jour et se laissent traverser par une autre partie qui donne de la lumière diffuse. Cet éclairage diminue les ombres portées ; il est plus doux pour les yeux que l'éclairage direct et doit être préféré.

Par l'éclairage indirect, la lumière est réfléchie au plafond ou sur un réflecteur spécial. On emploie à cet effet des miroirs concaves nickelés ou des réflecteurs paraboliques argentés sur leur face supérieure. Mais il importe que les appareils soient entretenus dans un état de propreté constant, débarrassés de

la poussière, et que le plafond soit blanc. Sinon on arrive à une perte de lumière allant jusqu'au 30 à 40 %. C'est ce qui fait que la différence en faveur de l'éclairage indirect, par rapport à l'éclairage semi-direct par exemple, peut devenir purement illusoire. Il est toutefois possible de ne pas s'exposer à un tel résultat, ce qui reviendrait à dire que le bien doit céder le pas devant le médiocre.

M. le Dr Max Oker-Blom, professeur d'hygiène scolaire à l'Université d'Helsingfors, a fait, avec le photomètre de Wingen, une étude pour comparer les effets de la lumière et des ombres produits par l'éclairage direct et par l'éclairage indirect. Il avait l'impression que les inconvénients de l'éclairage direct pourraient être corrigés dans une certaine mesure par une disposition convenable des lampes. Cinq salles de classes ont été soumises à l'examen ; deux avaient l'éclairage indirect, les trois autres l'éclairage direct. Dans ces dernières, les lampes furent situées à différentes hauteurs au-dessus des pupitres et en outre disposées de différentes manières dans la salle.

Voici les résultats obtenus :

Avec l'éclairage indirect, le degré de diffusion de la lumière était de 60,5 et de 58,7 %. Avec l'éclairage direct, au moyen de 7 lampes, le degré de diffusion n'était que de 40,6, si les lampes se trouvaient à une hauteur de 1 m. 15 au-dessus des pupitres ; mais en élevant les lampes à 1 m. 50, le degré de diffusion monta à 70. Avec 9 lampes dans la salle, le degré de diffusion était de 60,3 si les lampes se trouvaient à 1 m. 13 et à une hauteur de lampes de 1 m. 50, il montait à 67,6.

Dans l'éclairage direct, au moyen de 7 lampes seulement, les ombres projetées par la main droite et le corps de l'élève étaient très gênantes ; sur quelques pupitres, l'intensité de la lumière à la place de travail était réduite pratiquement à 0 bougie métrique. Avec 9 lampes à une hauteur convenable et d'intensité suffisante, la place la moins bien éclairée avait dans l'ombre projetée de droite et d'arrière encore 22 à 29 % de l'éclairage moyen. Il paraît que, sous ce rapport, l'éclairage direct ne le cède que de peu à l'éclairage indirect donnant de 22 à 43 %.

Pour une salle d'école dont les dimensions sont d'environ 10 m. sur 7 m., 9 lampes de 25 bougies normales sont suffisantes. Les lampes seront suspendues à une hauteur de 1 m. 50

à 2 m. La fig. 1 ci-dessous¹ indique la manière la plus avantageuse de les disposer dans la salle.

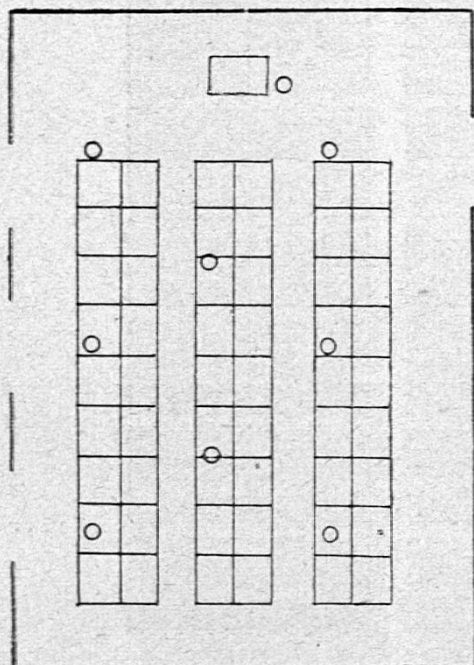


FIG. 1.

Dans l'éclairage indirect, aucune ombre n'est projetée par la main qui écrit ; le corps de l'élève par contre produit sur la place de travail une ombre faible qui, dans 11 cas sur 42, couvre la main de celui qui écrit, mais cette ombre est toujours très légère et sans importance. A 31 places, la main en est tout à fait libre.

Avec l'éclairage direct, les effets produits sont différents selon la hauteur des lampes au-dessus des pupitres. Le grand inconvénient de l'ombre projetée par la main de celui qui écrit se montre avant tout.

L'importance de cette ombre diminue cependant avec la hauteur de suspension des lampes. Son action gênante se fait remarquer à une hauteur de suspension de 1 m. 13 dans 14 cas, à 1 m. 15 de hauteur dans 10 cas, à 2 m. de hauteur dans 8 cas. L'ombre projetée par le corps de l'élève sur la place de travail paraît avoir moins d'importance. Elle est plus faible en général que celle de la main. Les nombres 12, 11 et 5 montrent comment ces ombres s'atténuent à mesure que les lampes sont plus élevées.

On reconnaît le mieux l'avantage d'une position plus élevée des lampes quand on recherche à combien de places, aux différentes hauteurs, l'extrémité de la plume reste libre de toute ombre, et dans combien de cas elle est couverte par l'ombre du corps ou celle de la main. Les nombres représentant le premier de ces rapports sont 24 et 30, ceux du second 8, 3 et 1. Si les 9 lampes sont suspendues à 2 m. de hauteur, l'extrémité de la plume reste libre de toute ombre dans presque autant de cas (30 et 31) qu'avec l'éclairage indirect. Les croquis 2 à 4 représentent les résultats observés.

¹ D'après *Archives internationales d'Hygiène scolaire*, janvier 1911.

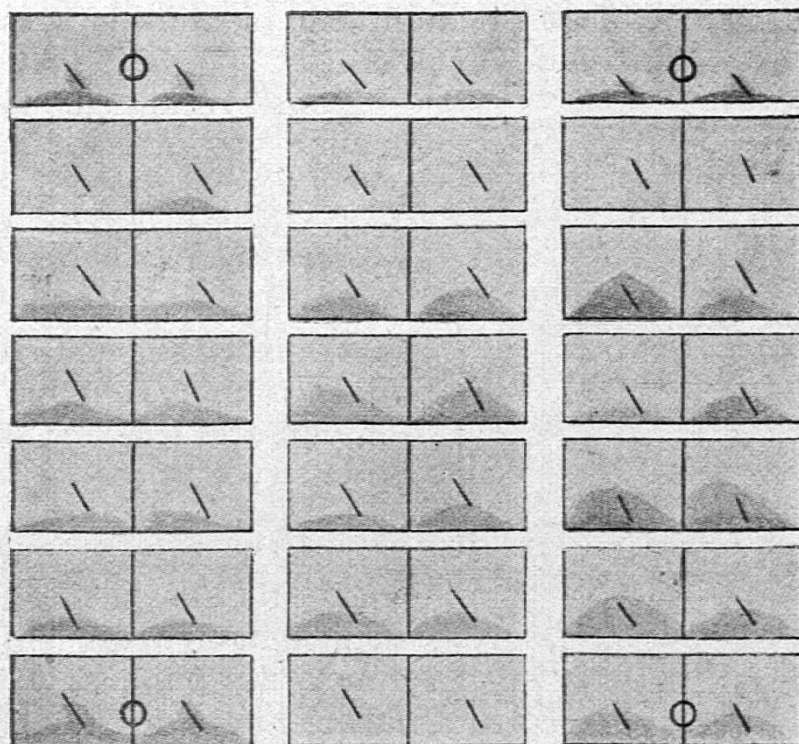


FIG. 2. — Eclairage indirect.

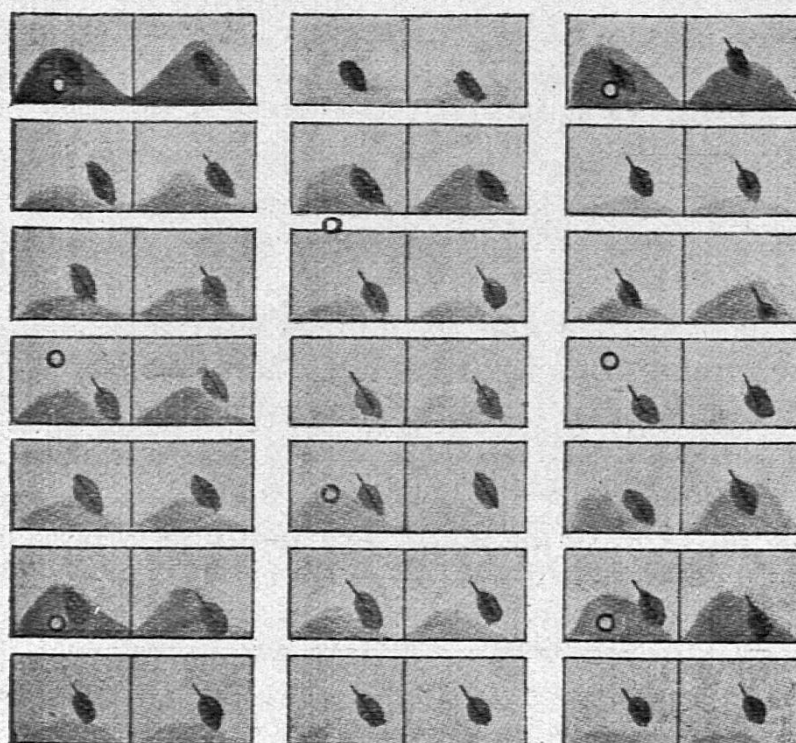


FIG. 3. — Eclairage direct.

Hauteur des lampes au-dessus des tables : 1,15 m.

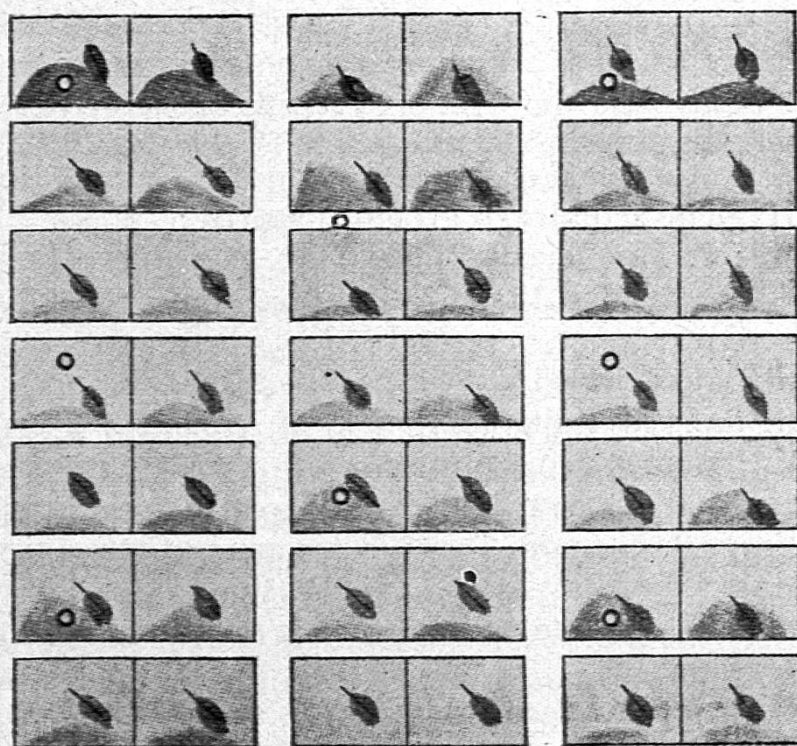


FIG. 4. — Eclairage direct.

Hauteur des lampes au-dessus des tables : 2 m.

Il a été fait usage de lampes avec manchon Auer, de lampes électriques Osram, ou de lampes ordinaires à incandescence, de 16 ou 25 bougies, ainsi que l'indique le tableau suivant :

Salles	Eclairage	Nombre de lampes	GENRE DE LAMPES	Hauteur des lampes	Degré de clarté
I	indirect	4	Gaz : manchon Auer	2,— m.	60,5
II	»	4	Incandescence : Osram	2,45 »	58,7
III	direct	7	Gaz ; m. Auer ; globe verre mat	1,50 »	45,7
IV	»	7	Incand. : 16 boug., verre clair	1,15 »	40,6
IV	»	7	» 25 » » mat	1,50 »	71,1
V	»	9	» 16 » » clair	1,13 »	60,3
V	»	9	» 25 » » mat	1,50 »	67,6
V	»	9	» 25 » » »	2,— »	57,1

III. Ventilation.

M. le Dr Mathieu, dans son discours d'ouverture comme président du Comité d'organisation du III^e Congrès international d'Hygiène scolaire, a dit entre autres :

« Le cri : de l'air, encore plus d'air, pourrait résumer les vœux et l'espoir des ligueurs internationaux de l'Hygiène scolaire :

De l'air dans l'école !

De l'air dans les poitrines !

De l'air dans les programmes ! »

L'éclairage des locaux du travail scolaire, c'est là un sujet de toute importance pour l'avenir des générations qui se succèdent dans nos écoles, mais la ventilation, l'aération ne l'est pas moins. Et c'est, comme l'a dit M. le Dr Dinet, un problème difficile à résoudre.

L'air des salles d'école subit une altération rapide par suite de causes diverses dont les principales sont :

a) La respiration des occupants, puisqu'un écolier exhale de 10 à 15 litres d'acide carbonique par heure ;

b) Le travail de sécrétion cutanée pouvant devenir d'autant plus préjudiciable que les enfants sont moins propres ;

c) Les exhalaisons provenant des fonctions digestives ;

d) Les poussières et microorganismes apportés par les vêtements et les chaussures ;

e) Les causes accidentelles dues aux appareils de chauffage ou d'éclairage.

L'acide carbonique, quand il existe en trop forte quantité dans l'air d'une salle, produit, comme on le sait, un ralentissement des fonctions de nutrition et une diminution de vitalité ; il conduit peu à peu à un état d'anémie favorable aux graves maladies. C'est donc à déterminer sa présence, et surtout dans quelle proportion, que les hygiénistes se sont appliqués.

Il est admis comme principe général que l'air d'une pièce occupée, pour être respirable, ne doit pas contenir plus de 0,001 d'acide carbonique. Or les recherches faites au point de vue scolaire nous conduisent sur ce point à des résultats

inquiétants. Scharling a trouvé que l'exhalaison horaire moyenne d'un élève, en acide carbonique (CO_2), était de 12,5 litres, ce qui représente environ le 2,9 ‰. Les analyses d'air vont encore au delà. Ainsi Fischer, dans une salle où portes et fenêtres sont restées fermées pendant 2 heures, a trouvé, au bout de 5 minutes 1 ‰ de CO_2 , après 50 minutes 2,9 ‰ et au bout des 2 heures 4,3 ‰.

Des observations faites à Paris, par l'Observatoire municipal, ont fait découvrir une proportion moyenne de 192 litres d'acide carbonique par 100 m³ d'air dans divers établissements scolaires. Dans la salle d'étude d'un lycée on a même constaté la présence de 352 litres d'acide carbonique pour 100³ d'air. Et il ne peut en être guère autrement dans la généralité des salles d'école, avec des différences plus ou moins sensibles suivant le cas. De là l'obligation de s'occuper avec toute l'attention voulue du renouvellement de l'air, soit de la ventilation des locaux scolaires.

Des indications ont été données au sujet du cube nécessaire à chaque élève, dans les principales étapes de la scolarité. Les ordonnances du royaume de Prusse, de 1893, exigeaient 10 à 25 m³ d'air par tête d'écopier et par heure. Des instructions du gouvernement danois, de 1900, fixent un volume d'air de 5 m³ par élève, et ne devant pas descendre au-dessous de 4 m³ dans les classes d'élèves de 1^{re} et 2^e année d'école. En Amérique, pour les nouveaux bâtiments d'école de Brooklyn, par exemple, les exigences sont :

a/ Pour classes devant contenir des élèves des 4 premières années scolaires : 5 $\frac{2}{3}$ m³ ;

b/ Pour classes d'élèves des 5^e et 6^e années d'école : 6 $\frac{1}{3}$ m³ ;

c/ » » des 7^e et 8^e » : 7 $\frac{1}{12}$ » .

Il s'agit ainsi d'arriver à ce que la ventilation contribue à renouveler de 3 à 6 fois l'air contenu dans une salle. Or la ventilation naturelle spontanée qui se produit par l'échange de l'air grâce aux interstices des portes et des fenêtres est tout à fait insuffisante, surtout dans les moments de l'année où il n'y a que peu de différence de température entre l'intérieur d'un bâtiment et l'extérieur. La ventilation naturelle provoquée par l'ouverture des portes et des fenêtres, tout en étant la plus simple et en somme la meilleure, n'est applicable que lorsque les conditions atmosphériques ne s'y opposent pas.

Et il faut de plus que la disposition des locaux lui permette de s'effectuer complètement et pendant un temps aussi restreint que possible.

On a essayé de parois et de murs offrant des interstices par où se fait l'échange d'air, mais pour renoncer tôt après à ce système ne donnant pas les résultats voulus, loin de là. En assurant le renouvellement de l'air par l'ouverture simultanée de la porte et des fenêtres, on n'atteint pas le but d'une façon complète. D'après un rapport présenté en Italie par Mangenot, celui-ci montre que le courant d'air provoqué affecte la forme d'un tronc de pyramide dont la petite base est représentée par la porte et la grande par les fenêtres. « Dans ces conditions, dit-il, le renouvellement est rapide et complet seulement dans cette partie qui ne concerne que le tiers de la salle; dans les deux autres tiers, il ne s'opère qu'à la longue par remous ou tourbillonnements, et dans les angles probablement pas du tout; pendant ce temps les murs se sont complètement refroidis. Le seul moyen de renouveler tout l'air, dans un temps très court, c'est d'établir un courant direct entre les fenêtres de la salle et celles du corridor en réduisant au minimum la cloison. »

Comme application il en arrive à un système de construction malheureusement difficile à adopter à cause de la place qu'il exige. Le tiers supérieur de la cloison entre la salle et le corridor est constitué par des impostes et la partie inférieure par quatre portes. On a cherché d'atteindre le but d'une façon plus simple par les châssis ouvrant dans le haut de la façade vitrée, soit dans la partie supérieure des fenêtres (impostes).

L'hygiéniste Fischer a, par une série d'analyses, montré à la fois l'augmentation du taux d'acide carbonique contenu dans une classe et sa diminution ensuite de l'ouverture des portes et fenêtres pendant une récréation de 10 minutes :

Classe	{ 2 h. 05	1,6 ‰ de CO ² .
	{ 2 h. 50	4,1 ‰ »
Récréation	3 h. 04	0,6 ‰ »
Classe	3 h. 55	2 ‰ »

Ainsi la récréation a suffi pour purifier d'une façon presque complète l'atmosphère de la salle, mais elle n'a pas empêché le taux d'acide carbonique de remonter à un chiffre trop élevé pendant la dernière heure de leçons. Il faudrait donc

ventiler de cette manière plus souvent, soit toutes les demi-heures par exemple.

Comme système de ventilation constante, on a recouru à divers dispositifs : impostes mobiles, vitres à tourniquets, carreaux de toile ordinaire ou de toile métallique, verres perforés, etc. Mais le fonctionnement de ces appareils est loin d'être bon, fort souvent ; s'ils sont placés à la partie supérieure de la salle, les couches d'air du haut sont seules renouvelées ; s'ils sont près du plancher, le tirage se fait difficilement, et l'on a parfois une ventilation renversée qui ramène l'air vicié au niveau des élèves.

Restent les canaux de ventilation partant de la partie supérieure de la classe, avec orifice d'amenée de l'air du dehors au niveau du plancher et communiquant avec une ouverture qui doit se trouver autant que possible dans la façade nord du bâtiment. La section des canaux d'introduction et d'extraction de l'air doit être d'environ 4 dm^2 pour 100 cm^3 d'air à renouveler trois fois par heure. Les conduites d'évacuation dépasseront le toit mais seront pourvues de chapeaux ventilateurs ou d'appareils aspirateurs, afin d'empêcher les refoulements de gaz ou l'introduction des fumées provenant des cheminées du voisinage. Mais chaque fois que ce sera possible, le mieux sera d'établir une installation propre à chasser l'air pur dans les salles et à aspirer l'air vicié. Ainsi qu'on l'a dit à propos de la construction de la « Hadwigschule », à St-Gall, les installations de chauffage et de ventilation sont les poumons de la maison d'école. Dans ce bâtiment, dont l'achèvement date de 1907, deux puissants ventilateurs électriques aspirent l'air du dehors, et après l'avoir fait passer au travers d'un filtre, le dirigent par un canal spécial dans huit chambres de chauffe. De là, chargé d'un degré suffisant d'humidité, il est chassé dans les diverses salles en passant par des canaux aux parois bien lisses. Tout a été calculé pour que l'air de chaque salle soit renouvelé trois fois en une heure. L'air vicié sort par des canaux qui partent du plancher. En été on peut faire arriver de l'air frais dans les salles, au lieu d'air préalablement chauffé.

Dans la bonne saison, la ventilation s'effectue plus aisément qu'en hiver, et cela à cause des appareils de chauffage dont le fonctionnement n'est pas toujours irré-

prochable, loin de là. Il y a aussi à tenir compte du mode de chauffage. Lorsqu'il y a lieu de chauffer chaque salle séparément, on a différents genres de poêles permettant d'obtenir en même temps le renouvellement de l'air; ce sont les poêles ventilateurs. Il est cependant difficile de trouver un modèle offrant toutes les garanties désirables, pour ne pas en arriver à une déperdition de chaleur assez importante, et ne pas provoquer non plus une ventilation renversée, ce qui serait tomber de Charybde en Scylla.

Avec le chauffage central (vapeur ou eau chaude, celui à air chaud étant condamné¹), l'air extérieur est généralement introduit par des orifices ménagés dans le mur le long duquel sont placés les radiateurs, et derrière ceux-ci. Il se réchauffe, s'élève et entraîne par aspiration celui qui circule au niveau du sol; ce courant ascendant se heurte à une certaine hauteur à un courant descendant, formé par l'air de la pièce refroidi par les murs, ce qui provoque un tourbillonnement qui devient d'autant plus intense que les radiateurs sont à une plus haute température. Les poussières du local sont alors mises en mouvement d'une façon plus ou moins marquée. Le gaz vicié est entraîné au dehors par des canaux ascendants dans lesquels on peut apprécier la force du courant établi à l'aide d'un micromanomètre adapté à un appareil enregistreur de vitesse de l'air.

Mais quel que soit le système de ventilation, il importe de pouvoir apprécier assez bien son action en vue de rendre l'air d'une salle d'école aussi propre à la respiration que possible. Tel est entre autres le but de deux appareils portatifs et automatiques imaginés par deux chimistes français, MM. Lévy et Pécoul, et permettant de découvrir:

- a) L'un, si l'atmosphère d'une salle contient plus ou moins de 0,001 d'acide carbonique;
- b) L'autre, quelle dose d'oxyde de carbone contient l'air d'un local.

Ces deux appareils permettent au médecin scolaire et même à l'instituteur de faire des recherches assez fréquentes sur les proportions d'acide carbonique et d'oxyde de carbone

¹ Des expériences sont cependant tentées pour le remettre en pratique.

contenues dans l'air pendant la durée et à la fin des classes, ce qui permet de juger de la valeur d'un mode de ventilation.

Toutefois, à l'occasion de l'Exposition internationale d'Hygiène de Dresde, en 1911, il a été affirmé que la haute température et le degré élevé d'humidité de l'air d'une salle sont tout autant à redouter que la proportion trop grande d'acide carbonique. Une chaleur dépassant 20° C et un degré d'humidité de plus de 50 % produisent un effet des plus nuisibles ; les mêmes troubles physiologiques constatés ne se présentent, dans des conditions normales de température et d'humidité, qu'avec une proportion de 15 ‰ d'acide carbonique. L'humidification de l'air, par des bassins spéciaux placés sur les radiateurs, doit être considérée comme une mesure défectueuse. Le Ministère royal de l'Intérieur en Saxe, a exposé un nouvel appareil, l'Ozonificateur, destiné surtout à améliorer l'air des salles d'hôpitaux, dortoirs, etc, mais qui pourrait bien être appelé à jouer aussi un rôle dans les édifices scolaires.

En résumé, il nous paraît découler des études faites jusqu'ici que le système de ventilation doit dépendre dans une grande mesure de l'emplacement d'un bâtiment d'école, de son orientation, ainsi que des conditions topographiques du milieu dans lequel il se trouve. En tout état de cause, et surtout dans les édifices renfermant un grand nombre de locaux, la ventilation doit se faire mécaniquement, par un système de propulsion assez puissant avec filtrage ; les canaux d'amenée et d'évacuation de l'air doivent être construits de façon à ce qu'aucun amas de poussière ne puisse s'y former ; on veillera de même que celle-ci ne soit pas introduite dans les classes, par les élèves, au delà de ce qui ne peut être absolument évité. La surveillance des grilles, soupapes et appareils de ventilation en général sera confiée à une seule et même personne et des analyses de l'air des classes se feront fréquemment, surtout dans les bâtiments où le système de chauffage n'offre pas toute la sécurité voulue.

OUVRAGES UTILISÉS.

1. Dr BÜRGERSTEIN et Dr NETOLITZKY. *Handbuch der Schulhygiene*, 2^e éd. G. Fischer, Jena, 1902. ¹

2. Dr DINET. *Rapport présenté au II^e Congrès international d'Hygiène scolaire*, Londres, 1907.

3. *Schulhausbau und soziale Jugendfürsorge im Kanton St.Gallen*. Annales de la Société suisse d'Hygiène scolaire, 1907.

4. E. GASSMANN. *Bericht über die internationale Hygiene-Ausstellung in Dresden, 1911*. Annales de la Société suisse d'Hygiène scolaire, 1911.

5. *Archives internationales d'Hygiène scolaire*, janvier 1911.

¹ Une 3^e édition de cet ouvrage vient de paraître.

L. HENCHOZ,
inspecteur de l'enseignement primaire.
