

telle sorte, que le mode actuel de ventilation produit ce résultat assez piquant, de n'exercer aucun effet dans les galeries occupées par le public, et, par contre, de ventiler vigoureusement la partie moyenne du vaisseau, c'est-à-dire ce vide immense que remplissent exclusivement les sons et l'harmonie de l'orchestre. Le contraire serait plus logique, et surtout plus avantageux pour le public.

« Sous l'influence du lustre, qui détermine un courant d'air, il se produit, dit M. Trélat, à la partie centrale de la salle, une colonne d'air ascensionnelle composée de veines fluides, venues en grande partie de la scène, et qui montent directement jusqu'à l'orifice de sortie, sans avoir bénéficié en rien au public. En sorte que si l'on pouvait teindre en couleur éclatante toutes les particules d'air mises en mouvement dans nos salles, on verrait constamment une masse compacte et colorée embrasser toute l'ouverture de la scène et s'avancer au-dessus du parterre jusqu'aux deux tiers environ de la profondeur de la salle, en s'infléchissant et se rétrécissant pour aller verticalement s'engager dans la cheminée du lustre. Cette masse d'air coloré serait rejointe par quelques linéaments partant de points régulièrement épars dans la salle et se confondant dans le courant vertical... C'est ainsi que s'opère l'énorme et insuffisante ventilation de toutes nos salles de théâtre. C'est ainsi que pénètrent, traversent et s'échappent, en deçà des places occupées, de grandes quantités d'air mises en mouvement sans profit pour la pureté et pour la température de l'atmosphère respirée par les spectateurs. »

Des remarques précédentes on peut conclure que la ventilation par le lustre est un mouvement d'air produit en pure perte, qui n'aère pas le spectateur, qui ne permet pas de lui assurer une température convenable et régulière; et l'on peut aussi en inférer, que ce mode de ventilation est un obstacle à la répartition égale du son dans l'intérieur de la salle<sup>1</sup>.

1. Au mois de juin 1860, M. le général Morin, directeur du Conservatoire des arts et métiers, lisait à l'Académie des sciences une note sur la possibilité de faire servir la chaleur résultant de la combustion

Pour remédier à l'inconvénient capital sur lequel nous venons d'insister, M. Trélat propose de renoncer à l'avenir à l'emploi du lustre comme moyen spontané de ventilation. Il veut que l'on ménage des courants d'air réguliers et uniformes dans toutes les parties de la salle occupées par

du gaz à ventiler les salles de spectacle. A cet effet, M. Morin proposait de placer au-dessus de ces petits foyers éclairants, l'ouverture d'un tuyau aboutissant à l'extérieur. L'air, échauffé par la combustion du gaz, devait en raison de son excès de légèreté sur l'air environnant, s'échapper constamment avec une certaine force de pression hors de la salle, et servir ainsi de moyen d'appel spontané. Sauf la multiplicité des orifices d'écoulement, ce moyen diffère peu, au fond, de celui qui est vulgairement en usage pour assurer une certaine ventilation dans nos salles de spectacle, et qui consiste à s'en rapporter, pour cet office, à l'ouverture centrale percée dans la voûte de l'édifice, au-dessus du lustre. Il était donc probable que la disposition proposée par M. le général Morin ne répondrait pas mieux que le moyen qui est en usage aujourd'hui aux besoins réels de la ventilation. C'est par cette considération qu'il nous a paru superflu de mentionner plus haut le moyen proposé par l'honorable académicien. Mais la critique toute faite de ce système est arrivée d'Angleterre dans une lettre adressée par M. R. Walters à l'Académie des sciences. Ce correspondant nous apprend que le mode de ventilation signalé par M. le général Morin a été mainte fois pratiqué, mais jamais avec le succès qu'on en attendait. Ou bien la ventilation était insuffisante, ou bien elle était trop active, et l'air appelé de l'extérieur dans la salle n'étant pas chauffé, tout le monde s'enrhumait dans les soirées d'hiver. Dans une belle salle de Birmingham, on avait disposé tous les becs de gaz près du plafond, et l'on avait ménagé dans ce plafond des tuyaux d'ouverture afin de faire servir le gaz à la ventilation, en même temps qu'à l'éclairage. Or, les courants d'air froid étaient tels dans cette salle que l'on ne pouvait y séjourner sans contracter des rhumes ou autres maladies plus graves, de telle sorte que cette salle de concert fut désertée par le public. M. Walters rapporte ensuite un cas tout contraire. Dans une petite ville d'Angleterre, on avait essayé de ventiler une salle réservée aux fumeurs, en établissant des tuyaux au-dessus de chaque bec de gaz; ces tuyaux conduisaient au dehors l'air chaud provenant de la combustion du gaz. Mais ce moyen de ventilation fonctionnait, dans ce cas, fort imparfaitement. La salle avait été faite pour contenir quarante à cinquante personnes, et il n'était pas possible d'y demeurer quand il y avait seulement dix fumeurs.

M. Walters ajoute qu'il a beaucoup admiré, pendant son séjour récent à Paris, le système de ventilation qui fonctionne dans certains de nos hôpitaux. « L'air des salles, dit-il, est pur comme celui d'un champ; on n'y sent pas la moindre odeur, et, de plus, il n'y a pas le



les spectateurs, et que l'on y fasse circuler l'air pris au dehors, de telle sorte qu'à tout moment la salle soit maintenue dans un état atmosphérique tel que le thermomètre et le baromètre donnent partout simultanément les mêmes indications. Ce courant doit être disposé de telle manière que l'air vienne de la scène, pénètre dans la salle en s'épanouissant régulièrement de tous côtés, puis s'échappe derrière les spectateurs. Passant ainsi à travers le public, cet air, dit l'auteur, serait un « véritable et fidèle distributeur de température convenable et de son, la température, haute en hiver, basse en été, prise aux bouches béantes sur les montants de l'avant-scène, le son venant du même point de départ, la scène. »

Quant à la manière de produire ces courants d'air, M. Trélat propose, comme on l'a d'ailleurs proposé bien des fois avant lui, de faire usage d'une machine soufflante qui pousserait l'air extérieur dans la salle, et, par la pression continue exercée sur l'air intérieur, le forcerait de s'échapper par les bouches de sortie. On pourrait encore obtenir le même effet au moyen d'un appel fait par *aspiration*. Rien n'empêcherait même d'employer les deux moyens à la fois. Dans tous les cas, il faudrait calculer les dimensions des bouches de sortie et des bouches d'introduction de l'air, de manière que ces volumes d'air fussent absolument les mêmes à l'entrée et à la sortie.

moindre courant d'air. Hiver et été, les salles sont maintenues à une température de 15°, en chauffant l'air pendant l'hiver ou le refroidissant pendant l'été. L'excès de vapeur de la petite machine qui fait mouvoir le ventilateur sert à donner dans l'hôpital des bains de vapeur et à chauffer les autres bains. Enfin, un seul homme suffit pour soigner le tout. » C'est au moyen de l'injection forcée de l'air dans les salles que sont obtenus les divers résultats que le voyageur anglais se plaît à énumérer. C'est le même moyen que nous désirerions, avec M. Trélat et avec la plupart des hygiénistes modernes, voir intronisé dans nos salles de théâtre, pour y remplacer le vieux et insuffisant système en usage aujourd'hui, c'est-à-dire la ventilation spontanée opérée au moyen de la chaleur du lustre.

Mais toutes ces conditions sont-elles réalisables? La science et l'industrie nous donnent-elles le moyen de produire commodément et avec économie la ventilation d'un grand édifice par une insufflation constante d'air pris à l'extérieur? Tout cela est possible, car les conditions énumérées plus haut ne sont que la traduction de ce qui existe aujourd'hui, de ce qui fonctionne admirablement dans la pratique. C'est au sein d'un hôpital que M. Trélat nous montre réalisées les conditions hygiéniques qu'il voudrait voir appliquer à nos théâtres.

Il existe à Paris un établissement qui excite une juste admiration par la parfaite salubrité que lui assure une ventilation artificielle merveilleusement combinée: c'est l'hôpital Lariboisière. Dans cet hôpital, qui contient près de 300 malades, répartis dans neuf salles d'égale capacité chaque malade reçoit, par le renouvellement continu de l'air, 100 mètres cubes d'air par heure, c'est-à-dire dix fois le volume que la science a déclaré nécessaire pour le bon entretien de la respiration chez l'homme. Cette atmosphère incessamment renouvelée, est maintenue, en toute saison, à la température convenable. En hiver, l'air qui se distribue dans les salles est préalablement chauffé; en été, cet air est pris au sommet d'un clocher assez haut pour être relativement frais. Ce régime d'air abondant et pur fait des salles de l'hôpital Lariboisière un modèle de salubrité. Et ce résultat est d'autant plus curieux, qu'il se montre à travers les conditions les plus ingrates. Cette odeur insupportable des anciennes salles d'hôpital, que l'on croirait inévitablement attachée à ce milieu d'incessants miasmes, a disparu complètement; l'atmosphère est toujours inodore et salubre dans ce séjour de souffrances et de maladies. Il reste à ajouter que la dépense nécessaire pour l'entretien du système de ventilation, qui a été installé à l'hôpital Lariboisière par MM. Thomas, Laurens et Grouvelle, est presque nulle.



M. Trélat voudrait voir adopté, pour la ventilation de nos théâtres, un système analogue à celui qui donne ces admirables résultats à l'hôpital Lariboisière. Mais ce qui fonctionne bien dans un hôpital est-il applicable dans un théâtre? L'auteur répond en ces termes à cette question :

« Qu'ont fait, dit-il, MM. Thomas, Laurens et Grouvelle pour atteindre à ce résultat? Ils ont construit, en sous-sol, des appareils mécaniques qui insufflent, dans les salles des malades, de l'air préparé d'avance à la température convenable, et partout où ils voulaient que cet air aboutit, derrière la tête des lits placés le long des murs, ils ont ménagé des bouches d'évacuation. La seule pression de l'insufflation suffit à faire sortir l'air par ces orifices réglés d'avance, et la ventilation est ainsi assurée dans une extrême régularité.

« Y a-t-il un seul empêchement à ce qu'il en soit ainsi dans une salle de spectacle? N'est-ce pas cette solution même que j'ai préconisée? L'air, préparé d'avance, *insufflé* à l'avant-scène, traversant la salle dans tous les sens pour aller sortir aux orifices d'évacuation ménagés sous les banquettes de l'orchestre, du parterre et de la partie basse postérieure des loges, le trajet forcé qu'il effectuera pour sortir par ces bouches n'assurera-t-il pas, comme pour les malades de l'hôpital modèle, une répartition générale et régulière sur les spectateurs? Ne leur procurera-t-il pas aussi, d'ailleurs, une température constante et homogène? L'air, ainsi, sera partout d'égale densité, et toutes les conditions d'une bonne et prompte distribution du son seront remplies, comme cela ne s'est encore vu nulle part, si, d'un autre côté, les précautions d'agencement architectural de la salle et d'emploi de matières convenables ont été prises. »

Des calculs auxquels se livre M. Trélat pour l'application au Grand-Opéra du système de ventilation qui fonctionne à l'hôpital Lariboisière, il résulte que la dépense nécessaire pour l'installation de ce système serait amplement couverte par quelques centimes ajoutés au prix de chaque place.

Nous ferons remarquer que le mode de ventilation dont il vient d'être question n'est pas le seul qui pourrait être adopté aux convenances d'un théâtre. Cette question a déjà

été étudiée par divers hygiénistes, entre autres par M. Tripié. En 1859 et 1860, ce savant a publié dans les *Annales d'hygiène publique et de médecine légale*, sur la ventilation des théâtres, des études spéciales qui prouvent qu'il est éminemment facile aujourd'hui de satisfaire économiquement, et par plus d'un moyen, à cette indication.

Après avoir montré les vices du système actuel de ventilation spontanée usité dans nos théâtres, M. Trélat critique, et non sans raison, leur mode d'éclairage. Le lustre que nous venons de condamner tout à l'heure comme moyen de ventilation, n'offre pas moins d'inconvénients considérés comme source de lumière. Ce volumineux objet, placé au centre de la salle, empêche le public des hautes galeries d'apercevoir la scène. Il gêne indistinctement tous les spectateurs par l'incommode éclat de son foyer lumineux. Il cause une perte notable sur le prix des places, en obligeant de sacrifier, pour ainsi dire, toute la partie des galeries qui se trouvent en face de cette énorme source de lumière. Pour remédier à ces inconvénients bien notoires on a proposé, et l'on a essayé partiellement, dans certains théâtres, de répartir dans les galeries où se trouvent les spectateurs, un grand nombre de petits foyers lumineux. Mais cette disposition a le défaut d'éblouir, dans toutes les directions, les regards qui doivent, au contraire, pouvoir se reposer partout sur des points éclairés et non sur des points lumineux.

« Il n'y a vraiment, dit M. Trélat, qu'une manière de disposer dans nos salles un éclairage artificiel qui ne soit pas, en même temps, une source de lumière et une obstruction à la vue : c'est de placer le foyer lumineux hors des rayons visuels; c'est de le monter à la partie haute du vaisseau, au-dessus de toutes les directions intéressées de ces rayons; mais alors, quittant la partie centrale qui l'équidistancit de tous les spectateurs, il va perdre de son efficacité pour ceux dont on l'éloigne. Il faudra donc qu'il gagne assez en puissance pour que partout la lumière reste suffisante, abondante même. C'est là que réside l'accrois-



sement de dépense nécessaire à l'amélioration de l'éclairage. Il y a mieux, c'est que ce relèvement est en concordance avec l'efficacité de la ventilation que j'ai décrite; c'est que, pour obtenir cette marche régulière de ventilation, il faut en isoler le courant d'air qui doit alimenter le foyer de lumière, et, à cet effet, enfermer ce dernier dans une enveloppe continue rattachée au plafond. Il va de soi que cette enveloppe doit être transparente. La combustion du gaz se fera ainsi complètement *en dehors* de la salle, et l'on pourra alors, sans inconvénient aucun, brûler dans les combles des gaz carburés, malgré les odeurs qu'ils peuvent produire. Il en résultera une économie motivée; car on ne peut se dissimuler qu'à cause de son intensité, l'éclairage surélevé ne doive être onéreux. Si, en effet, on devait placer, au plafond même, le foyer lumineux, la distance au parterre doublant à peu près, il faudrait quadrupler la puissance du luminaire. En sorte que la dépense quadruplerait aussi; et, par exemple, au lieu d'une dépense actuelle de 30 francs par soirée, il faudrait compter 130 francs, tandis que l'emploi du gaz carburé ne coûterait que 45 francs environ. Le double avantage qui vient d'être indiqué ne paye-t-il pas largement cet excédant de dépense journalière? Toutes les places seront meilleures, et, cent places, sacrifiées aujourd'hui pour la vue de la scène, redeviendront bonnes. Leur plus value couvrira donc, et au delà, les sacrifices à faire. Reste en gain net l'aérage, la température convenable et le son assuré partout. »

Nous nous permettrons ici de venir en aide à l'auteur. M. Trélat se préoccupe, et non sans raison, de l'énorme augmentation de dépense qu'occasionnerait la surélévation du foyer éclairant. Il serait facile, selon nous, d'annuler cet inconvénient: il suffirait de remplacer le gaz employé aujourd'hui pour l'éclairage des théâtres, par la lumière électrique. De tous les modes d'éclairage connus, l'éclairage électrique est le plus économique; à égalité de lumière produite, il coûte moitié moins que le gaz, qui est, comme on le sait, le plus économique de tous les combustibles éclairants. On pourrait donc, avec le système préconisé par M. Trélat, mais en faisant usage de l'éclairage par la pile voltaïque, doubler la puissance éclairante sans beaucoup ajouter au chiffre de la dépense actuelle.

Faisons remarquer que les inconvénients qui se sont opposés jusqu'ici à l'adoption générale de la lumière électrique, non seulement disparaîtraient ici, mais tourneraient en avantages. Ce que l'on reproche à la lumière électrique, pour son application usuelle, c'est l'énorme intensité du foyer éclairant, qui blesse la vue et oblige de le soustraire aux regards. Or, dans le système dont il s'agit, le foyer lumineux serait placé hors de la direction de la vue; il pourrait même être enveloppé d'une sorte de globe en verre dépoli qui cacherait aux spectateurs le centre lumineux et disséminerait ses rayons comme le font nos globes ordinaires de lampes. Depuis quelques années, on a imaginé d'excellents *régulateurs* de la lumière électrique, qui assureraient pour toute la durée d'une soirée, la fixité et l'égalité permanente de la lumière. Toutes les conditions paraissent donc réunies en faveur de ce nouveau système, et nous ne voyons rien qui puisse mettre obstacle à son application immédiate.

Nous n'hésitons pas à appeler toute l'attention des administrations théâtrales sur l'idée que nous venons d'émettre, et nous espérons être appelé bientôt à voir l'éclairage électrique inauguré dans la future salle du Grand-Opéra de Paris, et le même système se répandre de là, dans tous les théâtres de l'Europe.

Tel est l'ajouté que nous croyons pouvoir faire au système de M. Trélat pour le rendre réalisable dans la pratique, pour lui donner la qualité d'économie, dont l'absence, dans le plan architectural qu'il propose, l'aurait certainement fait repousser par les administrations. A la solution de l'architecte, nous nous permettons d'ajouter la solution du physicien: *e sempre bene.*



## 5

## Les citernes de Venise.

M. Grimaud de Caux, rédacteur de la revue scientifique du journal *l'Union*, a lu à l'Académie des sciences une note intéressante sur le mode de construction des citernes à Venise, et sur les avantages que trouveraient diverses localités à imiter les mêmes dispositions pour la récolte des eaux pluviales.

« La ville de Venise, dit M. Grimaud de Caux, si curieusement située au milieu d'un grand lac d'eau salée communiquant avec la mer, est établie sur une surface de 5 200 000 mètres carrés, abstraction faite des grands et des petits canaux. Année commune, il y tombe 82 centimètres de pluie. La plus grande partie de cette pluie est recueillie par 2077 citernes, dont 177 sont publiques et 1900 appartiennent aux maisons particulières. Elles ont ensemble une capacité de 202 535 mètres cubes. Le pluviomètre du séminaire patriarcal démontre que la pluie tombe à des distances et avec une abondance suffisantes pour remplir les citernes cinq fois par an, ce qui donnerait près de 24 litres par tête. Mais le sable dépurateur, occupant dans la citerne à peu près le tiers de sa capacité, les 24 litres se réduisent à 16.

« Les citernes de Venise doivent servir de modèle, tant pour la manière dont elles sont construites que pour le choix des matériaux qu'on y emploie, et à ce titre elles méritent d'être étudiées dans tous leurs détails. Ceux qui suivent peuvent être considérés comme officiels, car ils ont été fournis par M. Salvadori, ingénieur de la municipalité de Venise.

« Les matériaux essentiels constituant d'une citerne sont l'argile et le sable. On creuse le sol jusqu'à environ 3 mètres de profondeur. Les infiltrations de la lagune empêchent d'aller plus avant. On donne à l'excavation la forme d'une pyramide tronquée dont la base regarde le ciel. On maintient le terrain environnant à l'aide d'un bâti en bon bois de chêne ou de larix, s'appliquant sur le sommet tronqué, aussi bien que sur les

quatre côtés de la pyramide. Sur le bâti en bois on dispose une couche d'argile pure, bien compacte et bien liée, dont on unit la surface avec un grand soin. L'épaisseur de cette couche est en rapport avec les dimensions de la citerne; dans les plus grandes, elle n'a pas plus de 30 centimètres. Cette épaisseur est suffisante pour résister à la pression de l'eau qui sera en contact avec elle, et aussi pour opposer un obstacle invincible aux racines des végétaux qui peuvent croître dans le sol ambiant. On regarde comme très-important de n'y point laisser de cavités où l'air puisse se loger.

« Au fond de l'excavation, dans l'intérieur du sommet tronqué de la pyramide, on place une pierre circulaire creusée au milieu en fond de chaudron, et on élève sur cette pierre un cylindre creux du diamètre d'un puits ordinaire, construit avec des briques sèches bien ajustées, celles du fond seulement étant percées de trous coniques. On prolonge ce cylindre jusqu'au-dessus du niveau du sol, en le terminant comme la margelle d'un puits.

« Il y a ainsi, entre le cylindre qui se dresse du milieu de l'excavation pyramidale et les parois de la pyramide revêtues d'une couche d'argile reposant sur le bâti de bois, un grand espace vide. On remplit cet espace avec du sable de mer bien lavé, dont la surface vient affleurer l'argile.

« Avant de couvrir le tout avec le pavé, on dispose à chacun des quatre angles de la base de la pyramide une espèce de boîte en pierre fermée par un couvercle également en pierre et percé de trous. Ces boîtes, appelées *cassettoni*, se lient entre elles par un petit canal en rigole, en briques sèches, reposant sur le sable. Le tout est recouvert enfin par le pavé ordinaire, qu'on incline dans le sens des quatre orifices des angles des *cassettoni*.

« L'eau recueillie par les toits entre par les *cassettoni*, pénètre dans le sable à travers les jointures des briques des petits canaux et vient se rassembler, en prenant son niveau, au centre du cylindre creux dans lequel elle s'introduit par les petits trous coniques pratiqués au fond.

« Une citerne ainsi construite et bien entretenue donne une eau limpide, fraîche, et la conserve parfaitement jusqu'à la dernière goutte.

« Il y a, sur les hauteurs qui environnent Paris, de grands établissements et même des agglomérations d'habitants pour lesquels une citerne vénitienne serait un véritable bienfait. Dans ces localités, la superficie des toits est assez étendue pour con-



stituer à la citerne, comme disent les Vénitiens, une *dot généreuse*. »

A propos de la note précédente de M. Grimaud de Caux, nous avons reçu une lettre d'un fabricant de papiers de Castres, M. H. Coste, qui renferme des remarques très-justes sur les dispositions vicieuses des citernes ci-dessus décrites en ce qui concerne la filtration des eaux. Voici ce que nous écrit le savant directeur de l'usine de Salvages :

« Comme vous je pense, dit M. H. Coste, que les eaux de pluie recueillies avec soin, bien filtrées et renfermées dans une citerne, complètement inaccessible aux liquides environnants, fourniraient une eau parfaite. Mais le mode de construction des citernes vénitiennes réunit-il l'ensemble de conditions exigées par une rigoureuse propreté? Je ne le trouve pas. Le nettoyage du sable filtrant offre des difficultés. L'égalité de niveau qui s'établit entre l'eau filtrée et l'eau à filtrer peut avoir des inconvénients dans certains cas. Il est admissible, par exemple, que pendant un temps plus ou moins prolongé la citerne peut être pleine. Dès lors les corps arrêtés par la couche filtrante peuvent entrer en décomposition. Des matières organiques peuvent être mêlées à une eau que l'on pourrait recueillir très-pure. Le filtrage opéré de cette manière est moins parfait que celui qu'on pourrait obtenir. Dans ces citernes le sable pendant la pesanteur de l'eau qu'il déplace ne filtre point aussi bien que si à la pesanteur naturelle de ce sable s'ajoutait la pesanteur d'une couche d'eau non équilibrée par l'eau filtrée, ou si, en d'autres termes, le sable perdait dans le fond l'eau filtrée au fur et à mesure.

« Serait-il donc possible de recueillir plus proprement et de mieux filtrer l'eau pluviale qu'on ne le fait à Venise? Les puits et citernes déjà construits, comme on les construit généralement en France, pourraient-ils être appropriés à cela? Oui, c'est mon opinion. »

M. Coste donne ici la description du magnifique système de filtrage des eaux de rivière qu'il a établi dans son usine de Salvages, près de Castres, sur la rivière d'Agoût. Ce système consiste à filtrer les eaux à travers des épaisseurs

horizontales de terrain, et à disposer sur le trajet de ces eaux, divers compartiments, que l'eau peut parcourir successivement ou séparément, comme on le désire. Dans l'impossibilité de faire comprendre sans plan ni figure les dispositions particulières de ce filtre, nous renverrons le lecteur que cette question intéresse au *Journal des fabricants de papiers* du mois de novembre 1859, dans lequel M. Coste a donné la description du filtre qui lui permet d'alimenter son usine d'une masse considérable d'eaux constamment limpides.

« Supposez maintenant, continue M. Coste, les tuyaux de descente d'une surface donnée de toitures, disposés pour pouvoir, à volonté, renvoyer la première eau de pluie qui lave ces toits, ou bien verser dans le compartiment filtrant de mon système d'épuration de l'eau, ne pensez-vous pas, monsieur, que l'on pourrait ainsi se procurer de l'eau rigoureusement propre? »

« Le seul inconvénient de ce mode de filtrage, comparative-ment à celui de Venise, c'est qu'il faut accorder une place au filtre, tandis que les citernes vénitiennes sont inapparentes, puisqu'elles laissent libre la surface qu'elles occupent sur le sol, moins l'espace occupé par la margelle. Cet inconvénient peut-il être mis en parallèle avec les difficultés du nettoyage du sable filtrant dans les citernes vénitiennes, avec le bouleversement obligé du sol sur une grande surface si l'on veut les nettoyer? Je pense que si ce parallèle s'établit, les conditions de rigoureuse propreté dans lesquelles nous nous trouverions feraient donner la préférence même par quelques Vénitiens à notre système. Mais, me direz-vous, quelle surface demanderait ce filtre? »

« Si l'on voulait le disposer pour donner passage à une pluie moyenne tombant par exemple sur une surface de 300 mètres carrés, j'ai lieu de supposer que 2 mètres de surface suffiraient à ce filtre, si l'on voulait lui donner 2 mètres de hauteur. Admettons maintenant que les 300 mètres carrés reçoivent dans l'année 60 centimètres de pluie. Admettons que sur les 180 mètres cubes d'eau qui tomberont 100 seulement soient envoyés dans la citerne. Cette citerne pourra fournir 273 litres par jour théoriquement. Il nous reste à examiner si une citerne étant donnée, il est possible de disposer l'intérieur de façon



telle que les liquides du pourtour ne puissent y avoir accès et qu'il n'y ait point de déperdition de ceux qu'on y emmagasinerait. Je pense que cela est possible. Je crois que nous avons d'assez bons ciments pour enduire les parois de telle façon que toute infiltration serait impossible et toute perte pareillement.

« De là, je le pense, monsieur, la possibilité de fournir des eaux à boire, propres, claires, rapides et possédant toutes les qualités voulues pour être trouvées bien supérieures à la plupart des eaux qu'on est obligé malheureusement de boire dans beaucoup de localités. »

Dans une seconde note adressée à l'Académie des sciences et faisant suite à celle que nous venons de faire connaître, M. Grimaud de Caux s'est efforcé d'établir les avantages que présenteraient la conservation et l'aménagement des eaux de pluie pour les besoins de l'économie domestique dans les habitations rurales et pour les communes dépourvues de sources et de rivières.

Bien des communes et des habitations rurales sont dépourvues d'eaux de sources et de rivières, elles ont recours à l'eau du ciel, mais elles en manquent souvent, non que l'eau provenant des pluies soit insuffisante, mais parce qu'on la recueille ou qu'on la conserve mal. M. Grimaud de Caux donne le relevé de la quantité de pluie qui tombe moyennement dans les principales villes de la France, placées à différentes latitudes, et d'après la proportion de l'eau reconnue nécessaire pour les besoins d'un individu, il arrive à conclure que, pour une population de mille habitants, il suffirait de rassembler annuellement 23 mètres cubes d'eau, qui exigeraient, pour être recueillis, une superficie de 3000 mètres carrés de toits. Cette superficie existe, non-seulement dans toutes les communes de France, mais même dans de grandes habitations rurales. En rassemblant dans une citerne analogue à celle que l'auteur a fait connaître sous le nom de *Citerne vénitienne*, l'eau qui s'écoule d'une superficie de 3000 mètres de toits, on se procurerait donc

l'eau nécessaire aux besoins annuels d'une population de mille habitants.

« Ce système, dit M. Grimaud de Caux, est applicable partout, et est à la portée des ressources des plus pauvres communes. Quant à son exécution, les agents voyers des cantons sont naturellement indiqués; et quant au service journalier de surveillance, de conservation et d'entretien, les maires s'en acquitteront par l'intermédiaire des serviteurs salariés de la commune. En utilisant une plus grande superficie de toits, on aurait aussi, avec la même facilité, l'approvisionnement des animaux. On remplacerait ainsi, par des abreuvoirs d'eau salubre, les mares trop souvent infectes où on les conduit se désaltérer; on conjurerait de la sorte une des causes efficients les plus certaines des épizooties. »

## 4

Sur les moyens propres à donner aux eaux potables la limpidité et la température exigées.

M. Grimaud de Caux, qui paraît s'être occupé d'une manière toute particulière de la question des eaux potables et de leur distribution, a lu à l'Académie des sciences une note sur les moyens propres à donner aux eaux publiques la limpidité et la température exigées. L'importance de cette question d'hygiène publique nous engage à reproduire cette note *in extenso* :

« Partout où l'on a dû faire une distribution d'eaux publiques, dit M. Grimaud de Caux, on s'est trouvé en présence de deux difficultés :

« La première difficulté, c'est la recherche d'une eau salubre et suffisamment abondante; la seconde difficulté, c'est le moyen de ménager à cette eau les qualités que l'on aime à rencontrer dans cette eau, destinée à la boisson, c'est-à-dire la limpidité et une température constante, agréable en été comme en hiver.

« Vient ensuite la question des travaux d'art nécessaires pour la conduire, l'élever et la mettre à la disposition des consom-



mateurs. Ces travaux sont du domaine de l'expérience, et tous les problèmes qui s'y rapportent sont depuis longtemps et parfaitement résolus par l'application des lois de l'hydraulique, science dont les fondements datent des travaux de Versailles.

« Des études spéciales et pratiques, faites sur la plus large échelle et continuées depuis vingt-cinq ans, m'autorisent à émettre quelques propositions fondamentales susceptibles de trouver leur application toutes les fois qu'on aura à faire une distribution d'eaux publiques.

« La première difficulté est relative à la bonté de l'eau dont on juge par sa pureté chimique et sa légèreté. L'eau la plus pure est l'eau de pluie; elle est, en même temps, la plus légère: c'est de l'eau distillée qui, en traversant l'atmosphère, s'est chargée d'air. Admettre que l'eau destinée à la boisson commune doit contenir certains sels, parce que ces sels plaisent à certains tempéraments et sont favorables à la santé de quelques personnes, c'est là une erreur profonde; car il est d'autres tempéraments et d'autres personnes auxquels ces sels peuvent être nuisibles. Une eau destinée à tous doit être également bonne pour tous.

« Après l'eau de pluie, vient l'eau de fleuve, l'eau courante qui s'alimente surtout par la pluie et dont les molécules s'aèrent en roulant à l'air libre et à la lumière.

« Après l'eau de fleuve vient l'eau de source. Celle-ci est toujours dans les conditions que Pline a signalées, il y a vingt siècles: *Tales sunt aquæ, qualis est terra per quam fluunt*, c'est-à-dire que l'eau de source est toujours plus ou moins minérale, selon les substances qu'elle rencontre et qu'elle dissout en traversant le sol.

« Ces propositions n'ont pas besoin d'être démontrées, ce sont des principes qui résultent de la nature des choses, et que l'Académie des sciences a consacrés en plus d'une occasion.

« J'ai dit comment on pouvait le mieux recueillir et conserver l'eau de pluie au moyen de la citerne vénitienne. Mais l'eau de pluie n'arrive pas toujours en temps opportun, et sa quantité est rarement en rapport avec tous les besoins. Il faut donc recourir à l'eau de rivière, et, en l'absence de l'eau de rivière, à l'eau de source.

« Pour ce qui est de l'eau de source spécialement, outre sa minéralisation, on doit lui faire encore un reproche, c'est de n'être pas toujours suffisamment légère. Par conséquent, toutes les fois que l'on a à s'en servir, il convient de lui ménager des

moyens d'aéragé, soit en la faisant circuler à ciel ouvert, soit en la recueillant dans un bassin qui donne un large accès à l'air et au soleil.

« Il est contraire aux principes de l'hygiène de couvrir les réservoirs. L'avidité de l'eau pour l'oxygène a bientôt appauvri le peu d'air contenu entre la nappe d'eau et le plafond qui la couvre: il se forme alors une atmosphère que j'appellerai *patéale*.

« Cette atmosphère donne lieu au développement de l'odeur spéciale de *renfermé* qui se manifeste dans les lieux clos, et où l'air n'est pas suffisamment renouvelé.

« Mais en aérant ainsi l'eau de source, on la met nécessairement dans les conditions des eaux courantes, c'est-à-dire qu'on l'expose à perdre sa limpidité et sa température initiales. Ceci nous conduit à la seconde difficulté.

« Dans les distributions d'eaux publiques, on opère presque toujours sur des masses d'eau considérables. Ce sont de grandes agglomérations d'habitants qu'il faut approvisionner. Pour Paris, c'est 100 000 mètres cubes; ou 100 millions de litres à distribuer en vingt-quatre heures.

« Comment clarifier et comment rafraîchir, en un si court espace de temps, une telle masse d'eau?

« Nulle part on n'a attaqué le problème en son entier: partout on s'est préoccupé uniquement de clarification.

« En Angleterre, on a mis l'eau en dépôt dans des bassins; et, après quelque temps de séjour, on lui a fait traverser des couches de gravier et de sable. On se figure aisément la capacité de tels bassins et de tels filtres. Des millions ont été dépensés à les construire: plusieurs des compagnies qui approvisionnent Londres ont renoncé à leur emploi, parce qu'il aurait augmenté de 15 pour cent le prix de revient de l'eau.

« A Paris, on a essayé les filtres à pression: d'abord avec le sable seul, puis avec les éponges et même avec la laine. On n'a pas considéré que les éponges et la laine ne sont pas des substances inertes.

« Ainsi, de ces deux moyens, l'un anglais, l'autre français, le premier est resté insuffisant et le second a été rendu suspect.

« On ne résout pas ces difficultés, on les tourne.

« Dans toute distribution d'eaux publiques, on amène l'eau aux maisons. Distribution c'est division, c'est partage, c'est fractionnement. On fait aisément et parfaitement sur la fraction ce que l'expérience démontre ne pouvoir être accompli sur l'en-



tier : c'est l'application du principe de la division du travail. On amène donc l'eau par fractions et on l'amène à chaque maison avec une pression quelconque. Or, cette pression est toujours suffisante pour faire traverser à l'eau un filtre hermétique, se nettoyant lui-même et d'un débit plus que suffisant pour les besoins de la maison la plus peuplée.

« Voilà donc résolue la difficulté relative à la clarification de l'eau et résolue parfaitement ; car le filtre hermétique n'ayant pas à fournir des quantités d'eau relativement exorbitantes, le sable fin et le gravier y suffiront, et l'on pourra rejeter les moyens expéditifs mais suspects fournis par les éponges et la laine :

« Quant à la température, cette difficulté est encore plus facile à résoudre que celle de la clarification. C'est l'histoire de l'œuf de Brunelleschi. L'eau puisée dans les citernes de Venise dont nous avons donné la description est toujours fraîche, c'est-à-dire qu'elle a toujours une température au-dessus de 0 de 8 à 9 degrés Réaumur. C'est la température qu'on aime à rencontrer, été comme hiver, dans l'eau destinée à la boisson, et c'est celle qu'on trouve à Venise, à trois mètres au-dessous du sol, profondeur où on loge les citernes. Or, à Paris, il n'y a guère de cave dont la température soit plus élevée. Est-il donc bien difficile de concevoir une disposition d'appareil très-simple applicable à toutes les maisons, au moyen de laquelle l'eau du filtre hermétique ira s'équilibrer avec cette température avant de venir s'écouler par un orifice branché dans un endroit quelconque de la cour ou de l'allée de la maison ? En tout cas, je crois pouvoir dire que la difficulté a été surmontée et qu'un appareil construit d'après les principes que je viens d'exposer est maintenant l'objet d'un brevet d'invention. Au moyen de cet appareil, chaque maison pourra avoir sa source d'eau claire et fraîche, quels que soient la température et l'état plus ou moins trouble de l'eau à son origine. »

## 3

Email sans plomb pour la faïence.

Le danger que présente l'usage de la faïence en émail de plomb est généralement connu. En 1837, le jury de

l'Exposition industrielle allemande accorda une grande médaille d'or à un savant autrichien, Louis Hardtmuth, aujourd'hui conseiller de la ville de Vienne, qui exposait un grand assortiment de faïence ordinaire, dont l'émail ne contenait pas une parcelle de ce métal délétère.

M. Hardtmuth fit présent de son invention à son pays, et le gouvernement publia immédiatement une loi qui interdisait l'usage de la faïence à émail de plomb dans tout l'empire et prescrivait l'emploi de la faïence sans plomb. Mais depuis quelques années une cause commerciale a rendu impossible l'application de cette loi : l'acide borique, substance qui entrait dans la composition de cet émail, a triplé de prix. Les intentions du gouvernement autrichien se sont ainsi trouvées paralysées, parce qu'on ne pouvait contraindre les consommateurs à payer le nouveau produit plus cher que la faïence ordinaire.

M. Hardtmuth s'est remis à l'œuvre, et il a publié la formule d'un nouvel émail sans plomb et d'une exécution très-économique. Il prend : 15 kilogr. d'acide borique, 5 kilogr. de spath, 5 kilogr. d'argile, 1 kilogr. de charbon de bois. Chacune de ces matières est réduite en poudre et calcinée jusqu'à fusion complète. On réduit de nouveau en poudre la matière refroidie, et on la mélange ensuite avec de l'eau pour s'en servir, comme de l'émail ordinaire, pour recouvrir la faïence.

## 6

Dangers du mastic de fonte.

Pour ajuster les différentes pièces qui composent les chaudières à vapeur, ou pour combler les interstices que ces pièces peuvent laisser entre elles, on fait usage d'un certain ciment, dit *mastic de fonte*, composé de limaille de



fonte, mêlée à environ 30 pour 100 de soufre ou de sel ammoniac. Quand on opère en plein air, le maniement de ce mastic n'entraîne aucun inconvénient pour l'ouvrier; mais si ce dernier est obligé d'en faire usage dans un espace clos, sans communication, ou n'ayant qu'une communication difficile avec l'extérieur, l'emploi du *mastic de fonte* peut provoquer un véritable empoisonnement. C'est ce que nous a appris M. Durrwell, dans une note publiée par l'*Union médicale*.

Le fait rapporté par l'auteur s'est passé en Alsace, il y a quelques années. Un ouvrier chargé de cimenter certaines parties d'une chaudière à vapeur, était descendu dans l'intérieur de cet espace, avec une provision de *mastic de fonte*. On sait qu'une chaudière à vapeur ne communique avec l'extérieur, quand elle est vide, que par l'ouverture supérieure dite *trou d'homme*. Comme cette ouverture n'est que de faibles dimensions et peut être accidentellement bouchée en partie, par quelque obstacle, il en résulte que l'intérieur de cette chaudière constitue presque une enceinte fermée; dès lors, si un gaz toxique vient à s'y dégager, l'individu qui s'y trouve confiné est livré à l'action meurtrière de ce gaz. C'est ce qui arriva dans le cas rapporté par M. Durrwell. L'ouvrier était depuis quelques moments occupé à travailler à l'intérieur du générateur, quand on l'entendit pousser des gémissements. On se hâta de courir à son secours. Mais le premier ouvrier qui tenta d'entrer dans la chaudière, s'affaissa aussitôt sur lui-même, et aurait partagé le sort de son camarade si on ne l'eût promptement retiré et porté à l'air. Un second ouvrier, ayant aussi essayé de pénétrer dans l'appareil, tomba immédiatement en syncope. Ce n'est qu'après avoir établi un large courant d'air dans toutes les parties du générateur en enlevant les plaques boulonnées qui ferment les trous des bouilleurs, qu'il fut possible de s'introduire avec sécurité dans la chaudière. Mais on n'en retira qu'un cadavre.

Pour comprendre la formation d'un gaz à propriétés toxiques pendant l'emploi du *mastic de fonte*, il faut savoir que ce mastic, pour être employé, doit être soumis à l'action de la chaleur. Or, par l'action de la chaleur, une réaction chimique s'établit entre le soufre et le sel ammoniac; il se forme du sulfure, du chlorure et de l'oxyde de fer, et il se dégage un mélange gazeux composé d'ammoniaque et d'hydrogène sulfuré. Or l'ammoniaque et l'hydrogène sulfuré sont les deux gaz qui se dégagent des fosses d'aisances, et qui rendent cette atmosphère éminemment méphitique. Il n'est donc pas étonnant que le maniement du *mastic de fonte* dans un espace clos exerce sur l'homme une action funeste.

En présence d'un tel résultat, ce qu'il y aurait de mieux à faire, ce serait de proscrire le *mastic de fonte* toutes les fois qu'on doit en faire usage dans un espace fermé. Mais comme on ne connaît encore aucun mélange remplissant aussi bien l'office de ciment obturateur, il est nécessaire, puisqu'on ne peut encore renoncer à ce produit, de bien avertir les ouvriers des dangers auxquels ils s'exposent dans la circonstance précitée. Ils doivent, dans ce cas, faire usage des précautions suivantes, recommandées par M. Durrwell : 1° renouveler aussi fréquemment que possible, et par tous les moyens de ventilation qui sont à leur disposition, l'air des récipients pendant tout le temps que les ouvriers sont obligés d'y séjourner; 2° lorsque la quantité de mastic à employer est un peu considérable, l'ouvrier ne devrait pas emporter avec lui toute sa provision; il serait prudent de la lui faire passer par fractions et à mesure des besoins.

Nous rappellerons à ce propos que la meilleure manière de combattre l'empoisonnement par l'hydrogène sulfuré, c'est l'inhalation du chlore gazeux, qui décompose l'hydrogène sulfuré. Seulement, il faut administrer le chlore avec précaution. Le meilleur moyen consiste à se servir d'une



serviette imbibée d'acide acétique, dans laquelle on place quelques fragments de chlorure de chaux. L'acide acétique, agissant sur le chlorure de chaux, en dégage le chlore; mais la décomposition est lente, successive, et ne peut mettre en liberté, en un moment, assez de chlore pour nuire à l'individu qui respire l'air mélangé de ce gaz.

---

## AGRICULTURE.

### 1

Le concours national d'agriculture en 1860. — Les machines à vapeur agricoles.

Au mois de juin 1860 s'est tenu à Paris un concours national d'agriculture qui laissera de beaux souvenirs. Déjà trois expositions agricoles ont eu lieu à Paris, la première en 1855, une seconde en 1856, l'année qui suivit la grande exposition universelle d'industrie, la troisième en 1858. Le concours agricole de 1860 a dépassé de beaucoup en importance et en éclat tous ceux qui l'avaient précédé. En 1856, par exemple, le chiffre des animaux exposés y compris les animaux étrangers, était de 1273, il s'est élevé en 1860 au chiffre de 1443 animaux nés et élevés en France. Pour la première fois on a vu dans cette exposition la race chevaline être admise à figurer concurremment avec les autres espèces animales domestiques. En 1856, 2106 numéros avaient été distribués, représentant le nombre de machines et d'instruments exposés; en 1860 on en a distribué 3975. Pour les produits exposés, on avait distribué 4848 numéros en 1856, et 7375 en 1860.

Nous n'entreprendrons pas la description de l'exposition agricole de 1860, ce serait sortir du cadre et de la nature de cet ouvrage. Mais après avoir parcouru, avec les trois cent mille curieux qu'elle a attirés, cette magnifique exposition, il nous est resté une impression particulière, que