



MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DU COMMERCE.

EXPOSITION UNIVERSELLE INTERNATIONALE DE 1878
A PARIS.

RAPPORTS DU JURY INTERNATIONAL.

GROUPE III. — CLASSE 27.

LES PROCÉDÉS ET LES APPAREILS
DE CHAUFFAGE ET D'ÉCLAIRAGE,

PAR

M. BARLET,

INGÉNIEUR ATTACHÉ À L'ADMINISTRATION DES CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT, À BRUXELLES.



PARIS.

IMPRIMERIE NATIONALE.

M DCCC LXXXI.

RAPPORT

sur

LES PROCÉDÉS ET LES APPAREILS

DE CHAUFFAGE ET D'ÉCLAIRAGE.



MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DU COMMERCE.

EXPOSITION UNIVERSELLE INTERNATIONALE DE 1878
A PARIS.

GROUPE III. — CLASSE 27.

RAPPORT

SUR

LES PROCÉDÉS ET LES APPAREILS
DE CHAUFFAGE ET D'ÉCLAIRAGE,

PAR

M. BARLET,

INGÉNIEUR ATTACHÉ À L'ADMINISTRATION DES CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT, À BRUXELLES.



PARIS.

IMPRIMERIE NATIONALE.

M DCCC LXXXI.

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DU COMMERCE

EXPOSITION UNIVERSELLE INTERNATIONALE DE 1878

A PARIS

Groupe III. — Classe 37.

RAPPORT

sur

LES PROCÉDÉS ET LES APPAREILS

DE CHAUFFAGE ET D'ÉCLAIRAGE,

par

M. BARLET.

Insérée dans le Catalogue des ouvrages de l'Exposition de 1878.



PARIS

IMPRIMERIE NATIONALE

M DCCC LXXVIII



GROUPE III. — CLASSE 27.

RAPPORT
SUR
LES PROCÉDÉS ET LES APPAREILS
DE CHAUFFAGE ET D'ÉCLAIRAGE.

COMPOSITION DU JURY.

- | | |
|---|------------------------|
| MM. MÜLLER (E.), <i>président</i> , ingénieur, professeur à l'École centrale des arts et manufactures, membre des comités d'admission et d'installation à l'Exposition universelle de 1878..... | } France. |
| JAMES-W. TUCKER, <i>vice-président</i> | États-Unis. |
| BARLET, <i>rapporteur</i> , ingénieur attaché à l'administration des chemins de fer de l'État à Bruxelles..... | } Belgique. |
| HUREZ (P.-F.), <i>secrétaire</i> , fabricant d'appareils de chauffage, membre des comités d'admission et d'installation à l'Exposition universelle de 1878, juge au tribunal de commerce.... | } France. |
| le docteur ANGUS SMITH, F. R. S..... | Angleterre. |
| EWERT (A.-W.), professeur à l'école industrielle Chalmær, à Gothenbourg..... | } Suède et
Norvège. |
| PROKHOROFF, ingénieur civil..... | Russie. |
| PAYN, administrateur de la Compagnie parisienne du gaz, membre des comités d'admission et d'installation à l'Exposition universelle de 1878..... | } France. |
| CHABRIÉ aîné, <i>suppléant</i> , membre des comités d'admission et d'installation à l'Exposition universelle de 1878..... | } France. |
| SERVIER (E.), <i>suppléant</i> , membre des comités d'admission et d'installation à l'Exposition de 1878..... | } France. |
| LUCHAIRE, <i>suppléant</i> , fabricant d'appareils d'éclairage, membre des comités d'admission et d'installation à l'Exposition universelle de 1878..... | } France. |

Gr. III.

Cl. 27.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES.

Les produits de la classe 27 peuvent se diviser en cinq groupes :

1° Les procédés et appareils de ventilation des grands édifices publics;

2° Les procédés et appareils de chauffage des édifices et des maisons d'habitation;

3° Les accessoires du chauffage;

4° Les appareils et procédés d'éclairage par l'huile, le gaz et l'électricité;

5° Les accessoires de l'éclairage.

Le nombre des exposants a été de 376, dont 204 Français et 172 étrangers.

Des progrès considérables ont été constatés dans les différentes branches d'industrie de la classe 27, et de celles s'y rattachant.

La lumière électrique surtout a été, dans ces derniers temps, l'objet d'une attention particulière, tant de la part des savants et inventeurs que de la part du public.

Les savants, les inventeurs, les fabricants de machines, ont tous concouru aux succès obtenus.

L'industrie de la ventilation et du chauffage a montré également de nombreux perfectionnements.

Les récompenses obtenues sont :

- 2 grands prix;
- 29 médailles d'or;
- 58 médailles d'argent;
- 97 médailles de bronze;
- 80 mentions honorables.



Gr. III.

Cl. 27.

VENTILATION.

Depuis longtemps déjà, les ingénieurs et les savants s'occupent de la ventilation des édifices publics, principalement au point de vue hygiénique. La question peut être considérée, aujourd'hui, comme résolue, quoiqu'elle soit toujours des plus complexes, en ce qui concerne l'application des procédés.

Les procédés employés, principalement au nouveau lazaret de Milan, au palais du Trocadéro à Paris, aux théâtres de Vienne, de Bruxelles et de Paris, présentent assurément des améliorations de différentes sortes, utiles à signaler; mais nous considérons cependant qu'il y a encore beaucoup à faire pour obtenir un résultat plus complet.

Nous signalerons surtout les procédés employés dans les écoles et dans les bureaux d'administrations, comme étant tout à fait incomplets, au point de vue de l'hygiène des enfants et des employés.

Il serait désireux que les administrations se préoccupassent davantage de cette question qui intéresse au plus haut degré tous les pays. Nous faisons donc un appel pressant aux ingénieurs et aux architectes qui, jusqu'à présent ne se sont pas assez préoccupés de cette question.

Nous ferons la même observation concernant les habitations des grands centres, pour lesquelles il y a souvent, sous des prétextes que nous n'apprécierons pas, des logements complètement insalubres.

CHAUFFAGE.

Nous n'avons rien de bien nouveau à signaler dans les appareils de chauffage depuis 1867. Ceux qui ont figuré à l'Exposition de 1878, tant de provenance française qu'étrangère, ont attiré l'attention générale, au point de vue des efforts faits pour arriver à une amélioration; malgré cela, l'ensemble des appareils ne contient aucune application pouvant faire révolution parmi ceux généralement utilisés.

Gr. III.

Cl. 27.

Nous signalerons, en passant, comme étant digne d'attention spéciale, un appareil dû à l'exposition suisse, destiné à évaporer des solutions salines sans le secours d'aucun combustible et par la seule action d'une chute d'eau, qui permet de récupérer la chaleur qui a servi à l'évaporation et de lui restituer celle qui se perd dans les frottements et dans le rayonnement des parois.

ÉCLAIRAGE.

Depuis quelques années, l'éclairage a fait des progrès très rapides et très marquants.

La lumière électrique, qui n'était qu'à l'état d'expériences, se répand aujourd'hui d'une façon presque générale, non pas avec la perspective de remplacer les autres modes d'éclairage, mais simplement de les suppléer et de les compléter.

Nous examinerons successivement :

- 1° Les appareils d'éclairage aux huiles et essences;
- 2° L'éclairage au gaz;
- 3° L'éclairage électrique;
- 4° Les accessoires de l'éclairage.

L'éclairage aux huiles végétales, minérales, essences, etc., n'a pas fait beaucoup de progrès; cependant quelques améliorations existent dans la fabrication des appareils; ceux destinés à brûler le pétrole sont toujours l'objet de savantes recherches.

L'éclairage au gaz ne date guère que d'un demi-siècle; les différents systèmes d'appareils n'ont pas subi de modifications notables; cependant l'Angleterre expose un nouveau bec à triple couronne, destiné à l'éclairage des villes et des phares, en concurrence avec l'éclairage électrique.

L'éclairage des phares a subi une transformation complète, depuis quelques années, par la substitution des essences minérales à l'huile de colza. Des lampes à gaz et des lampes électriques ont été introduites dans divers systèmes; malgré cela, l'étude de la ques-



tion de l'éclairage des phares reste toujours pendante, principalement au point de vue de l'emploi de la lumière électrique, qui paraît être destinée à remplacer les autres modes d'éclairage.

L'éclairage électrique est peut-être de toutes les branches industrielles celle qui a fait les progrès les plus grands et les plus rapides, et dont les applications se sont développées le plus, surtout dans ces dernières années.

Ce mode d'éclairage n'a donné, quant à présent, de véritables résultats que dans l'emploi qui en a été tenté sur de vastes espaces : places, quais, grandes enceintes, etc.

La difficulté d'alimenter une grande quantité de foyers au moyen d'une machine unique paraît à peu près résolue, quoique cependant des modifications font toujours l'objet des recherches des hommes compétents.

L'éclairage par l'électricité est destiné à recevoir une application particulière beaucoup plus grande, et à compléter, sans leur faire tort, les divers systèmes d'éclairage au gaz, à l'huile, aux essences, etc.

Les différents essais qui se font journellement, tant en France qu'à l'étranger, amèneront assurément des résultats des plus utiles et des plus intéressants.

Les accessoires de l'éclairage sont tout naturellement les allumettes, dont la fabrication a pris depuis quelques années une extension considérable.

En résumé, les appareils de chauffage ont beaucoup acquis dans les grands édifices; mais ceux appliqués aux écoles et aux habitations privées laissent toujours à désirer.

En ce qui concerne l'éclairage, la France l'emporte de beaucoup sur les autres pays, au point de vue du goût et de la forme des appareils, dont l'emploi est adopté chez la plupart des nations occidentales de l'Europe.

L'éclairage électrique, expérimenté un peu partout, a reçu en France sa plus grande application.

Gr. III.
—
Cl. 27.

L'étranger a peu participé à l'Exposition de 1878, dans la classe 27.

Aux Etats-Unis, les tendances sont celles-ci : produire beaucoup et à bon marché. Le goût et l'art dans les appareils laissent souvent à désirer.

L'Angleterre cherche plutôt la solidité et le confort.

Les autres pays n'ont exposé que des appareils connus, qui, cependant, dénotent des tendances à une amélioration progressive.



Gr. III.

Cl. 27.

CHAPITRE PREMIER.

DESCRIPTION GÉNÉRALE.

Les produits exposés dans la classe 27 peuvent se diviser en plusieurs groupes :

1° Les procédés et appareils de ventilation des grands édifices publics, tels que les hôpitaux, salles de théâtre et de concert, écoles, prisons, églises, etc. ;

2° Les procédés et appareils de chauffage des édifices et des maisons d'habitation, le chauffage domestique et les divers chauffages spéciaux aux classes ouvrières, les appareils destinés à utiliser tous les genres de combustibles : la houille crue, l'anthracite, le coke, le bois, les huiles, le pétrole, les essences, les goudrons et le gaz ;

3° Les accessoires du chauffage et notamment les forges portatives ;

4° Les appareils et procédés d'éclairage au moyen :

a. Des huiles végétales, des pétroles, des essences, des huiles lourdes et légères,

b. Du gaz,

c. De l'électricité ;

5° Les accessoires de l'éclairage qui comprennent comme seule industrie importante celle des allumettes.

Un grand nombre de pays ont pris part à l'Exposition, mais c'est la France surtout qui y était représentée de la façon la plus complète. Elle avait à elle seule plus de la moitié du nombre des exposants ; elle occupait une large place dans la galerie du mobilier et s'était vue forcée de construire encore, près du pavillon du Creuzot, une vaste annexe pour étaler les produits des divers fabricants du pays.

Dans des limites plus restreintes, l'Angleterre, la Suède, les

Gr. III. États-Unis, la Belgique et la Russie ont figuré avec honneur dans ce concours industriel ; mais à part l'Angleterre, qui disposait d'un espace convenable, on peut reprocher aux autres pays de n'avoir pas donné assez d'ampleur à leur exposition. Un grand nombre d'entre eux aurait certes retiré de sérieux avantages en étalant toute l'échelle de leur fabrication, depuis les produits à bon marché et de vente courante jusqu'aux objets de luxe destinés aux appartements somptueux.

Cl. 27.

En restreignant son exposition à des pièces faites spécialement en vue de prouver le fini auquel on peut arriver, on court risque de donner une idée fausse de la situation réelle de l'industrie du pays et d'induire le public en erreur sur la valeur relative des produits de provenances diverses.

Il est vrai de dire que les pays étrangers n'avaient pas les mêmes avantages que la France pour leur participation à cette exposition. Les industriels de ce pays se trouvant sur les lieux pouvaient plus facilement régler eux-mêmes l'étalage de leurs produits et n'avaient pas à supporter les frais qu'ont dû subir ceux qui venaient de loin et qui avaient contre eux, outre la distance, l'ignorance de la langue du pays et des us et coutumes, tant de la classe ouvrière à laquelle ils devaient avoir recours, que de la procédure administrative.

Le nombre total des exposants de la classe 27 se monte à 376, répartis entre les diverses nations de la manière suivante :

France.....	204	Italie.....	5
Angleterre.....	33	Japon.....	5
Suède.....	19	Suisse.....	5
États-Unis.....	17	Norvège.....	4
Belgique.....	16	Grand-Luxembourg.....	3
Russie.....	15	Victoria.....	2
Autriche.....	10	Colonies françaises.....	2
Hongrie.....	10	Pays-Bas.....	2
Danemark.....	9	Portugal.....	2
Canada.....	6	Algérie.....	1
Espagne.....	5	Pérou.....	1

Quelques pays qui ont participé à l'Exposition générale n'étaient



pas représentés dans la classe 27; ce sont: l'Annam, la Chine, la Grèce, le Maroc, la Perse, la Tunisie, le royaume de Siam et la république de Saint-Marin.

Gr. III.

Cl. 27.

Quoique nous soyons fondés à croire que l'industrie de la ventilation, du chauffage et de l'éclairage soit peu développée dans ces dernières contrées, il eût été intéressant de pouvoir suivre les progrès qu'elles ont réalisés depuis quelques années et de constater les modifications que les relations internationales qui se sont tant développées depuis peu, ont apportées dans les mœurs de ces peuples.

Ce n'est pas sans une satisfaction bien légitime que le Jury a constaté les progrès immenses réalisés dans les différentes catégories d'industries comprises dans la classe 27. L'activité fiévreuse que les savants, les électriciens et le public entier ont montrée récemment au sujet de la lumière électrique, les résultats pratiques auxquels on est arrivé, ont transformé cette science en une véritable industrie qui occupe déjà dans plusieurs pays un grand nombre d'ouvriers. Aussi le Jury a-t-il cru devoir proposer le grand prix à M. Van Malderen, l'inventeur de la première machine à lumière figurant à l'Exposition, celle de l'Alliance, et au propagateur de cette industrie, M. Gramme, qui, en rendant la machine pratique, a concouru le plus à l'introduction de l'éclairage électrique industriel.

Certes, dans l'industrie de la ventilation et du chauffage, les perfectionnements ont été nombreux, l'étude rationnelle des lois qui président à l'application des procédés a permis d'élever au niveau d'une science ce qui n'était considéré aujourd'hui que comme un art et qui était connu sous le nom de *l'art du fumiste*. Les ingénieurs et les architectes, convaincus de l'importance de cette branche industrielle au point de vue de la sécurité et de l'hygiène publiques, s'en sont préoccupés davantage, et l'on peut dire que l'on marche aujourd'hui avec certitude et en connaissance de cause dans l'application des principes de la ventilation et du chauffage des grands édifices publics.

Des grands prix auraient pu récompenser d'aussi nobles efforts, mais le Jury a pensé qu'il y avait une distinction à établir entre

Gr. III. les créateurs d'une industrie nouvelle d'un pays et ceux qui n'ont fait que suivre une voie déjà tracée avant eux.

Cl. 27.

D'autre part, il importait de ne pas prodiguer cette haute distinction et de ne l'accorder qu'aux plus méritants, afin de lui conserver tout son prix.

C'est dans cet ordre d'idées que le Jury a proposé : 2 grands prix, 29 médailles d'or, 58 médailles d'argent ; et qu'il a accordé : 97 médailles de bronze et 80 mentions honorables.

Le Jury de la classe a vu avec satisfaction toutes ses propositions agréées par la commission supérieure, à l'exception des deux grands prix qu'il croyait plus opportun d'accorder aux inventeurs des machines à lumière électrique, et qui ont été accordés aux sociétés financières qui les patronnaient.

Ces distinctions ont été réparties de la manière suivante entre les divers pays exposants :

PAYS.	NOMBRE D'EXPO- SANTS.	NOMBRE DE DISTINCTIONS ACCORDÉES.					TOTAL.
		GRANDS prix.	MÉDAILLES			MENTIONS hono- rables.	
			d'or.	d'argent.	de bronze.		
France.....	204	2	17	27	59	46	151
Angleterre.....	33	"	2	7	8	5	22
Belgique.....	16	"	4	3	4	4	15
États-Unis.....	17	"	1	6	3	5	15
Suède.....	19	"	2	7	2	2	13
Autriche-Hongrie.	20	"	"	1	5	6	12
Russie.....	15	"	"	3	5	3	11
Danemark.....	9	"	"	1	1	5	7
Suisse.....	5	"	3	"	1	1	5
Norvège.....	4	"	"	3	"	"	3
Canada.....	6	"	"	"	3	2	5
Japon.....	5	"	"	"	3	"	3
Italie.....	5	"	"	"	1	"	1
Luxembourg....	3	"	"	"	1	"	1
Pays-Bas.....	2	"	"	"	1	"	1
Victoria.....	2	"	"	"	"	1	1
TOTAUX....	367	2	29	58	97	80	266



Si d'autres exposants méritants n'ont pas été compris dans la liste des récompenses, c'est par suite de retard dans les transports ou de toute autre cause; certains produits ne sont pas arrivés en temps utile pour être soumis à l'appréciation du Jury. Il pourrait en être ainsi notamment pour les fabricants d'allumettes; par suite d'une mesure de précaution, l'administration n'a permis d'exposer dans le palais du Champ de Mars que des allumettes fictives; les produits réels devaient être envoyés au laboratoire pour être soumis aux essais. Or, certains de ces produits ne sont pas arrivés au Jury ou ne lui sont parvenus que trop tard. Cette situation fâcheuse, que le Jury a vivement regrettée, ne peut cependant lui être imputée.

Gr. III.

Cl. 27.

Grâce au bienveillant concours de M. de Lalanne, inspecteur général des ponts et chaussées, qui a mis à la disposition de la classe : le local, la force motrice et les machines dynamo-électriques de l'Alliance et de Gramme, le Jury a pu procéder à des expériences nombreuses sur les régulateurs électriques et les divers charbons exposés. Ces essais ont été suivis d'une façon continue par MM. les experts Fichet et Denfer, qui ont prêté au Jury leur concours dévoué et désintéressé.

Dans le chapitre suivant, nous passerons en revue les progrès réalisés dans les différentes catégories de produits exposés, en donnant quelques détails sur les points les plus saillants de cette exposition.

Gr. III.

Cl. 27.

CHAPITRE II.

DESCRIPTION SPÉCIALE.

I. — VENTILATION.

Depuis quelques années, la question de la ventilation des édifices publics a attiré spécialement l'attention des ingénieurs et des savants.

Jusque-là, les architectes avaient complètement négligé cette partie importante des constructions, et ce n'est qu'après l'installation et l'usage de ces bâtiments que l'on s'apercevait de la situation fâcheuse, au point de vue hygiénique dans laquelle se trouvait le personnel appelé à occuper les locaux pendant un temps plus ou moins long. Le mal était fait, et il était généralement trop tard pour y remédier.

Des études spéciales ont été entreprises depuis lors; les idées primitivement reçues ont été considérablement modifiées, et l'on est arrivé aujourd'hui à pouvoir avec certitude établir *a priori* pour les grands édifices le régime d'aération voulu.

La question est néanmoins des plus complexes.

Il ne suffit pas, en effet, de faire passer 30, 40, 100 et même jusqu'à 350 mètres cubes d'air pur par personne dans un local déterminé, un excès d'air peut quelquefois être nuisible.

Il y a lieu de tenir compte bien plus de l'efficacité que de la quantité de la ventilation.

Rien ne sert, en effet, de faire passer une grande quantité d'air dans un espace à ventiler; il faut encore que l'air vicié soit entraîné au dehors, et l'on conçoit que suivant la distribution de l'édifice les conditions d'aération doivent être bien différentes. Dans les hôpitaux, dans les salles de concert, de théâtre, les écoles, les lycées, les églises, etc., la manière d'être des personnes qui occupent ces locaux est toute différente. Ici, elles occupent d'une façon permanente des places déterminées, distantes les unes



Gr. III.
—
Cl. 27.

des autres de quantités égales ; là, la foule envahit le sol à des heures déterminées ; là encore elle tapisse les parois ou les loges de la salle ; là les élèves occupent tantôt les classes, les dortoirs, les réfectoires, etc.

Les conditions d'aération varient encore suivant que les locaux sont occupés l'hiver ou l'été, le matin ou le soir.

On comprend que, pour effectuer une bonne ventilation dans chacun de ces divers cas, on ne puisse établir de règle absolue, et que les circonstances locales, comme les destinations diverses, doivent modifier les moyens employés pour atteindre le but désiré.

On peut cependant classer en deux catégories bien distinctes les procédés suivis jusqu'à ce jour : les uns agissent par appel, les autres par injection.

Dans certains cas on a combiné ces deux moyens, comme nous le verrons tout à l'heure pour la salle du Trocadéro.

L'appel peut se faire au moyen de la chaleur à l'aide de foyers, d'air chaud ou d'air comprimé, d'eau ou de vapeur, ou par des moyens mécaniques.

L'injection s'opère par des engins mécaniques ou par l'entraînement au moyen de l'air comprimé.

Tous ces moyens sont également employés avec succès lorsqu'on a soin de tenir compte des conditions ci-dessus que doit remplir le local à ventiler.

Il y a lieu de remarquer que, lorsqu'on a recours à des moyens mécaniques, la ventilation par injection est plus économique que par appel, pour autant que l'on ne tienne compte que de la quantité totale d'air qui passe par le local. Le travail utile, au contraire, est plus grand par appel, parce que l'on est maître de soustraire l'air vicié près de l'endroit où il a été altéré.

Une des conditions d'une bonne ventilation consiste, en effet, à ne pas faire voyager l'air vicié dans le local.

C'est cette raison qui a donné lieu à de grandes discussions pour savoir s'il était préférable de ventiler de haut en bas ou de bas en haut.

Lorsqu'on n'est pas obligé de chauffer, il est très avantageux

Gr. III. de faire venir l'air pur par le haut et d'évacuer l'air vicié par le
 —
cl. 27. bas. Et même en cas de chauffe, on verra par les descriptions suivantes qu'il est souvent possible d'en agir ainsi.

Les veines-fluides pénétrant dans un local conservent leur direction pendant un certain temps; si elles pénètrent par le haut, elles peuvent donc se noyer dans un vaste espace et n'ont plus qu'une vitesse excessivement faible lorsqu'elles arrivent auprès des habitants du local. De plus, un courant arrivant de face est beaucoup moins gênant que celui qui frappe par derrière ou de côté. D'autre part, on peut évacuer l'air vicié tout près du spectateur, c'est-à-dire à l'endroit où il a été altéré.

La ventilation est peut-être moins énergique que lorsqu'elle a lieu par appel, mais elle est beaucoup plus efficace, et dans les salles de théâtre et de concert elle a l'avantage d'être plus favorable à l'acoustique.

La ventilation de nos anciens théâtres, où l'appel se fait par le lustre, cause dans la salle une dépression des plus nuisibles à la santé des spectateurs, car la moindre porte que l'on ouvre amène des courants violents qui peuvent produire des refroidissements dangereux. De plus, la dépression existant dans les salles par suite de cet appel amène chez les spectateurs un état de malaise semblable à celui que l'on éprouve en temps d'orage lorsque la pression atmosphérique baisse subitement.

Toutes ces conditions semblent avoir été bien comprises dans ces derniers temps, et l'Exposition de 1878 nous a permis de constater les progrès remarquables réalisés dans cette voie pour les diverses constructions.

Les descriptions suivantes indiquent pour certains cas particuliers les divers moyens employés avec succès pour éviter les inconvénients signalés ci-dessus.

Nouveau Lazaret de Milan. — Dans le compartiment italien nous trouvons exposés les plans d'un hôpital pour les maladies contagieuses, à construire à Milan d'après le projet du docteur Romanin.

Le système de ventilation semble bien compris. Plusieurs bâ-

liments isolés comprennent de vastes salles contenant un maximum de 16 lits chacune, ayant pour chacun d'eux un cube de 65 mètres.

Ce cube est supérieur à ceux des hôpitaux les mieux ventilés, où l'on s'était contenté en moyenne de 43 mètres cubes par lit.

En Angleterre on avait déjà dépassé cette moyenne et l'on en était arrivé à 52 mètres. C'est en Amérique que, pour la première fois dans l'hôpital de Boston on porta ce volume à 62 mètres cubes et demi. Ce grand volume d'air n'est toutefois pas la seule condition d'hygiène des bâtiments de l'espèce.

Pour éviter que les hôpitaux pour maladies contagieuses ne se transforment rapidement en centre de propagation de la contagion, il faut pourvoir abondamment à l'extraction de l'air vicié et à la substitution d'une quantité égale d'air pur.

Dans l'hôpital en question, l'air vicié est extrait par-dessous le lit de chaque malade et l'on évacue ainsi les miasmes près de leur point de formation. L'air pur est introduit par le haut des salles au-dessous des lits, où les bouches d'introduction, munies de disques répartiteurs, éparpillent la veine-fluide de façon que sa vitesse d'introduction soit complètement amortie lorsqu'elle atteint le malade.

Des conduits placés sous le plancher et dont les diamètres augmentent successivement, au fur et à mesure de leur jonction réciproque, se rendent à une cheminée d'appel au bas de laquelle se trouve un ventilateur. Celui-ci aspire l'air vicié et le refoule sur un foyer dormant où les miasmes viennent se détruire par l'action de la combustion au lieu de se répandre dans l'atmosphère.

Un certain nombre de ventilateurs agissent de la même manière pour chacune des salles ou série de salles.

La prise d'air pur se trouve au-dessus du bâtiment et débouche dans une mansarde avant de se répandre dans les salles des malades. L'ouverture d'entrée de l'air est défendue par une grille de fil de fer très mince empêchant le dépôt dans les conduits d'immondices ou de matières qui pourraient vicier l'air. Avant son entrée dans les mansardes, l'air traverse un conduit dans lequel il rencontre d'abord un calorifère destiné à le chauffer en hiver, et



Gr. III.

Cl. 27.

Gr. III. ensuite quelques appareils qui ont pour but de le débarrasser de la poussière et de le rafraîchir en été.

Cl. 27. L'appareil tel qu'il est décrit ci-dessus permet avec une entrée d'air de 70 centimètres de vitesse, de renouveler toute la capacité des salles six fois par heure. Mais comme nous l'avons vu plus haut, cette vitesse s'amortissant presque immédiatement à son entrée dans les salles, grâce aux disques répartiteurs, rien n'empêche, si on le désire, d'augmenter encore la ventilation en réglant en conséquence la marche des ventilateurs d'appel.

Un détail important qui a son influence sur la ventilation, c'est que les parquets sont construits en émaux battus à la vénitienne, qui se prêtent à un nettoyage facile, ne donnent pas de poussière ne s'imbibent pas d'humidité et ne présentent pas de fentes offrant un asile à des germes malfaisants.

Trocadéro. — C'est dans la grande salle des fêtes du Trocadéro que nous avons été le mieux à même d'apprécier les grands progrès réalisés depuis quelques années dans la ventilation des édifices publics.

Cette œuvre remarquable est la preuve certaine que les principes qui servent de base aux calculs de l'espèce sont rationnels et que leur appréciation répond bien au but à atteindre.

Cette grande salle, de plus de 60 mètres de diamètre, peut abriter 5,000 personnes assises sur autant de fauteuils placés en amphithéâtre. MM. les architectes Davioud et Bourdais, assistés de MM. Geneste et Herscher, se sont posé comme problème de donner 40 mètres cubes d'air par personne et par heure, soit un total de 200,000 mètres cubes.

La pratique a reconnu que pour des salles de l'espèce ce chiffre est amplement suffisant. Il s'agissait de l'introduire dans la salle et d'en extraire une égale quantité d'air vicié, sans donner lieu à des courants d'air et sans gêner les spectateurs. On a calculé qu'en agissant par injection ou par appel on aurait créé, dans la salle une pression ou une dépression de 0^m,006.

Dans le premier cas, la pression sur les portes eût été telle qu'il eût été difficile de les ouvrir ou de les fermer. Dans le second cas,



une dépression aussi forte aurait provoqué des courants d'air insupportables pour les spectateurs, lors de l'ouverture des portes.

Gr. III.

Cl. 27.

Pour éviter ces inconvénients on eut l'heureuse idée de recourir à un système mixte consistant à injecter l'air, d'une part, sous une pression de $0^m,003$ et à l'aspirer, de l'autre, sous une pression à peu près égale, afin de laisser dans la salle un léger surcroît de pression évitant toute rentrée d'air lors de l'ouverture des portes.

L'air est foulé par une large lanterne supérieure et est aspiré par 5,000 bouches placées entre chacun des fauteuils de la salle.

La vitesse de l'air foulé par le dessus vient s'éteindre bientôt par l'épanouissement des veines-fluides dans la vaste rotonde, de façon à ne pas gêner les spectateurs.

Dans le même but, l'aspiration se fait par des ouvertures placées derrière les fauteuils et garnies de toiles métalliques, de façon que la contraction de la veine aspirée ne se forme que près de l'ouverture. Ces bouches ont été placées à $0^m,70$ environ du sol, afin que les vêtements des dames ne viennent pas gêner l'action de la ventilation, en recouvrant les bouches placées sur le sol.

Dans le but de régulariser l'action de chacun des orifices d'évacuation, les conduits, placés sous le plancher, ont été calculés de façon que les résistances dues au mouvement de l'air fussent égales.

L'appel et l'injection se font au moyen de ventilateurs à hélices actionnés par une machine à vapeur. Deux groupes de trois grandes cheminées placées de chaque côté de la salle servent à l'introduction de l'air frais et à l'évacuation de l'air vicié, chaque groupe pour la moitié de la salle.

Une des grandes cheminées d'introduction peut à volonté prendre l'air au-dessus du bâtiment du côté de la place du Trocadéro ou dans le fond d'anciennes carrières qui existent sous ce grand édifice.

L'évacuation de l'air se fait également par le sommet du bâtiment, mais loin des prises d'air pur.

On a utilisé les grandes carrières comme surface de refroidissement, et on a pu par ce moyen donner à l'air frais introduit

Gr. III. une différence de température de près de 5 degrés avec la température de l'air ambiant.

Cl. 27. Cet écart est beaucoup trop considérable, car on arriverait à trop rafraîchir les spectateurs si on le maintenait à cette intensité. Heureusement que par la disposition des lieux et l'emploi des engins mécaniques, on peut à volonté réduire cet écart aux plus petites proportions. On maintient généralement la température de la salle à 1 ou 2 degrés au-dessous de la température ambiante. Avant l'entrée du public dans la salle, on établit dans celle-ci le régime qu'elle doit avoir pendant tout le temps de la représentation, de façon à ne plus devoir compter sur l'influence du refroidissement ou de l'échauffement par les parois, et l'on maintient ce régime pendant tout le temps de la représentation.

De nombreuses expériences faites depuis l'ouverture de la salle ont démontré l'efficacité du système, et le public s'y trouve fort à l'aise.

Comme cet édifice n'est pas, comme toutes les installations du Champ de Mars, destiné à disparaître après la clôture de l'Exposition, on a ménagé le moyen de pouvoir chauffer la salle pour le cas de représentation d'hiver; on a réservé également dans les parois de grandes lanternes qui permettront d'éclairer la salle au moyen de la lumière électrique pour le cas de représentation du soir.

L'emploi des modes ordinaires d'éclairage, lustre et girandoles, nécessiterait en effet des modifications complètes au système de ventilation établi.

Théâtres. — Jusque dans ces dernières années, on a considéré le grand opéra de Vienne comme une des salles de spectacle les mieux chauffées et ventilées de l'Europe entière. Le chauffage à l'eau chaude, qui y est établi, est néanmoins d'une complication assez grande. Il nécessite un emplacement considérable et ne permet pas de modifier facilement la température.

Les bouches de chauffage et de ventilation se trouvent sous les fauteuils du rez-de-chaussée et donnent lieu à quelques réclamations de la part du public. Les veines-fluides conservant toujours leur direction près des bouches de sortie, il convient, en effet, de



APPAREILS ET PROCÉDÉS DE CHAUFFAGE ET D'ÉCLAIRAGE. 19

ne pas les placer près des spectateurs qui en seraient incommodés. L'évacuation n'a lieu que par le plafond de la quatrième galerie; les conduits sont ramenés à une cheminée qui se trouve à la séparation de la scène et de la salle. Ces conduits horizontaux semblent défectueux et une machine spéciale a dû être placée pour l'extraction de l'air vicié.

Gr. III.

Cl. 27.

Ce système, quoique supérieur à ce qui avait été fait dans l'espèce auparavant, ne donne pas néanmoins satisfaction complète et est d'ailleurs très coûteux.

Il a été amélioré et complété tout récemment au théâtre de la Monnaie, à Bruxelles où la maison Geneste et Herscher a établi la ventilation et le chauffage d'après les plans et sous la direction de M. l'architecte Bordiau ⁽¹⁾. Là, le chauffage a lieu par la vapeur, qui permet de transporter la chaleur à une grande distance et de séparer et modifier très facilement la température des différentes parties de l'édifice.

Vingt-quatre chambres de mélange sont disposées sous le parterre et les stalles, pour le chauffage de la salle, des couloirs et d'une grande partie des locaux occupés par les spectateurs et le personnel de la scène.

Ces chambres de mélange forment réservoir d'air chaud par les nombreux tuyaux de vapeur qui y sont disposés et divisés pour pouvoir chauffer facultativement chaque étage ou un groupe de locaux déterminé.

Elles sont mises en communication :

1° Avec la salle, par des orifices établis dans le plancher du parterre, des stalles, du parquet, des loges des différents étages et autour de la coupole.

Toutefois les bouches situées sous les fauteuils ne marchent qu'avant la représentation, afin de mettre la salle sous le régime que l'on désire obtenir, et que l'on maintient pendant toute la durée du spectacle par d'autres orifices placés aux parties supérieures;

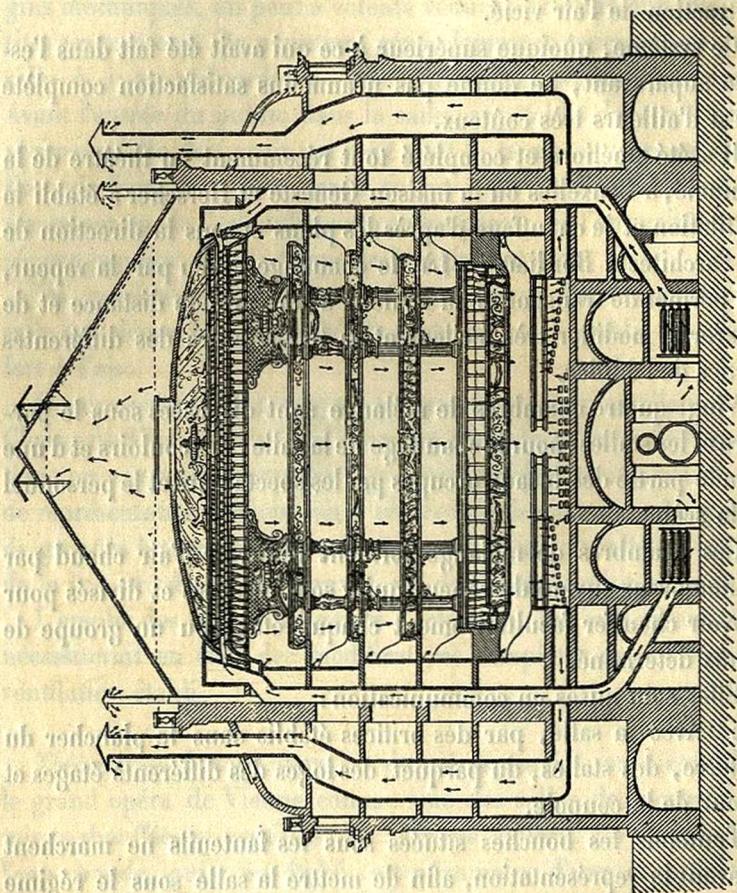
2° Avec les couloirs et quelques locaux de service, par des con-

⁽¹⁾ Voir les figures ci-après, pages 20 à 24.

Gr. III. duits dont les orifices sont placés à la partie supérieure, près du plafond. Ce système évite tout courant d'air.

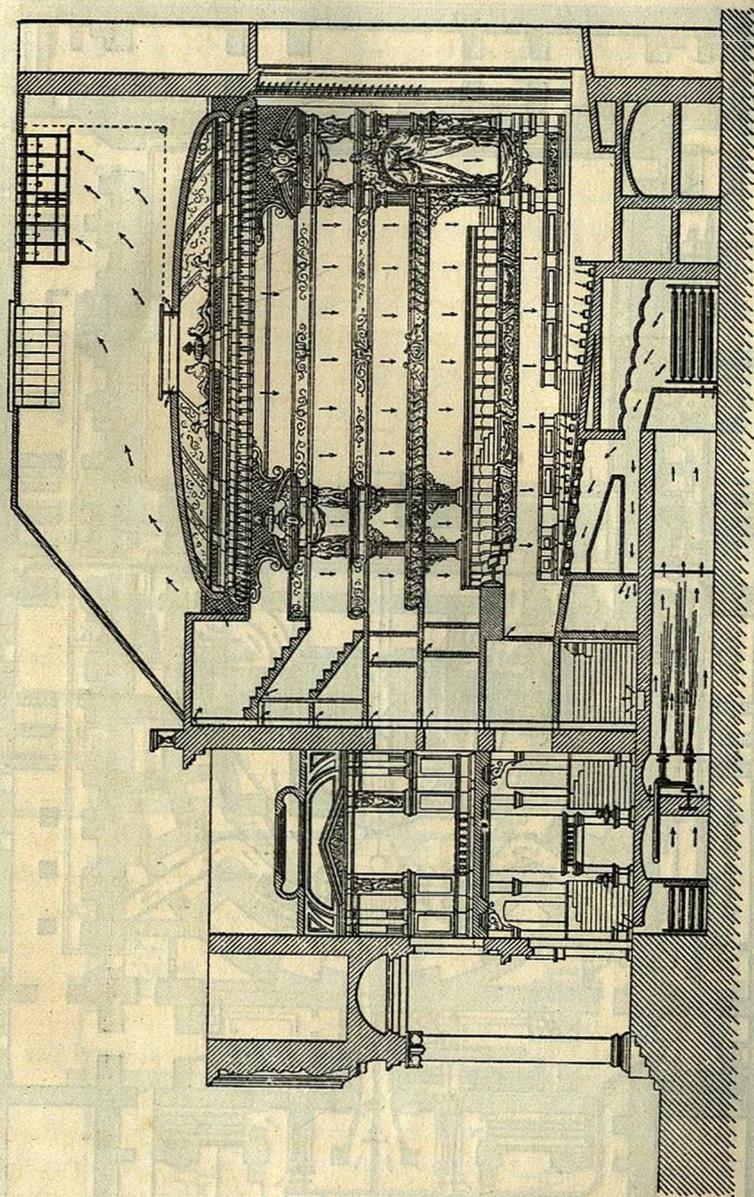
Cl. 27.

Ces différentes chambres de chauffage sont alimentées d'air nouveau par des conduits et réservoirs de ventilation, soit par



Coupe transv. salle.

appel naturel, soit par moteur mécanique suivant la température nécessaire dans les différents locaux. L'introduction de l'air nouveau a lieu par insufflation mécanique; l'appel naturel employé dans beaucoup de théâtres est complètement insuffisant pour la ventilation des édifices d'une certaine importance.

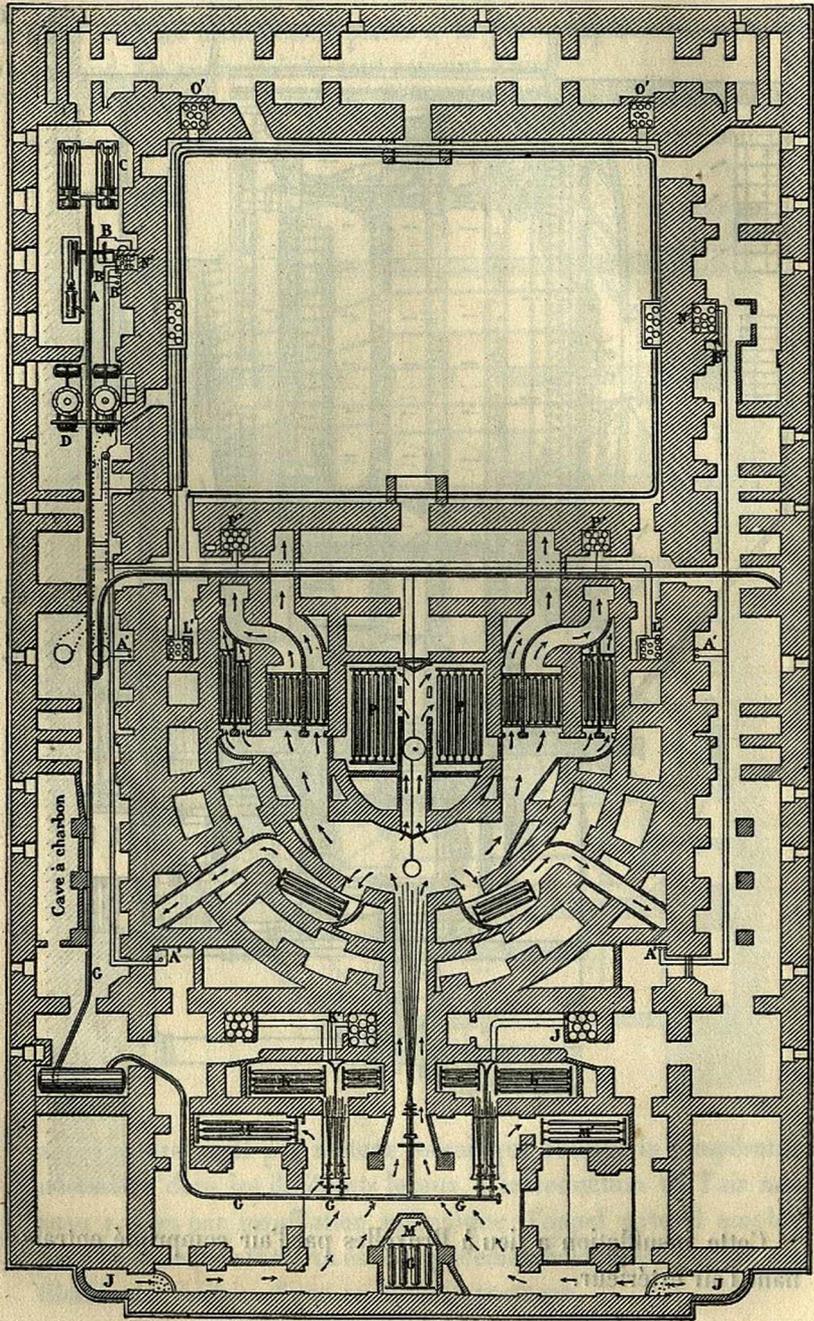


Gr. III.

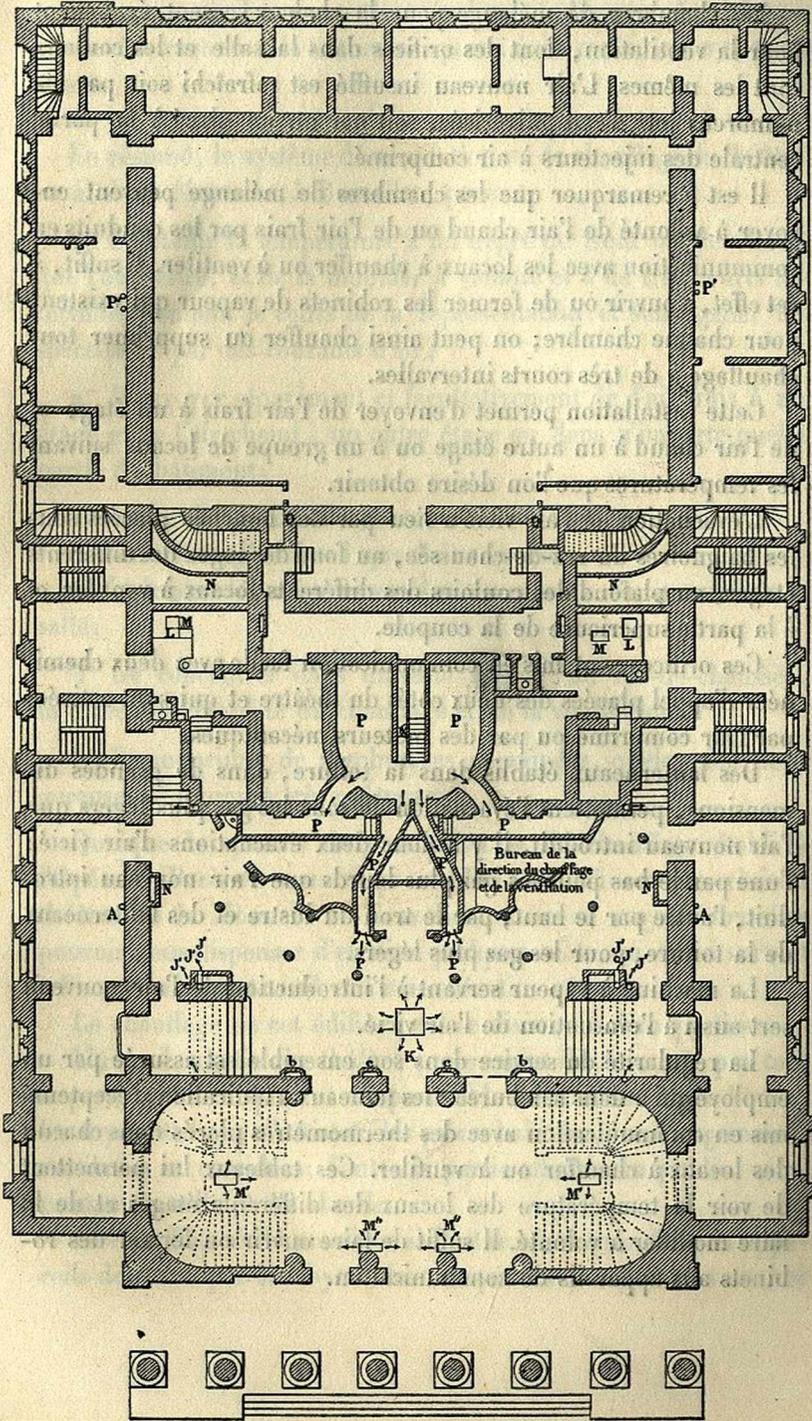
Cl. 27.

Coupe longitudinale.

Cette insufflation a lieu à Bruxelles par l'air comprimé entraînant l'air extérieur.



Plan du sous-sol.



Plan du rez-de-chaussée.

Gr. III.

Cl. 27.

Les chambres de mélange pour la chaleur servent également pour la ventilation, dont les orifices dans la salle et les couloirs sont les mêmes. L'air nouveau insufflé est rafraîchi soit par de nombreux jets d'eau pulvérisée, soit par un jet placé à la partie centrale des injecteurs à air comprimé.

Il est à remarquer que les chambres de mélange peuvent envoyer à volonté de l'air chaud ou de l'air frais par les conduits en communication avec les locaux à chauffer ou à ventiler. Il suffit, à cet effet, d'ouvrir ou de fermer les robinets de vapeur qui existent pour chaque chambre; on peut ainsi chauffer ou supprimer tout chauffage à de très courts intervalles.

Cette installation permet d'envoyer de l'air frais à un étage et de l'air chaud à un autre étage ou à un groupe de locaux suivant les températures que l'on désire obtenir.

L'évacuation de l'air vicié a lieu par des bouches placées sous les baignoires du rez-de-chaussée, au fond des loges des différents étages, au plafond des couloirs des différents locaux à ventiler, et à la partie supérieure de la coupole.

Ces orifices sont mis en communication facile avec deux cheminées d'appel placées des deux côtés du théâtre et qui sont activées par l'air comprimé ou par des moteurs mécaniques.

Des lanterneaux établis dans la toiture, dans de grandes dimensions, permettent l'évacuation de tous les gaz plus légers que l'air nouveau introduit. Il y a donc deux évacuations d'air vicié: l'une par le bas pour les gaz plus lourds que l'air nouveau introduit, l'autre par le haut, par le trou du lustre et des lanterneaux de la toiture, pour les gaz plus légers.

La machine à vapeur servant à l'introduction de l'air nouveau sert aussi à l'évacuation de l'air vicié.

La régularité du service dans son ensemble est assurée par un employé qui a dans son bureau les tableaux d'indication, récepteurs mis en communication avec des thermomètres placés dans chacun des locaux à chauffer ou à ventiler. Ces tableaux lui permettent de voir la température des locaux des différents étages et de la faire modifier à volonté. Il suffit de faire ouvrir ou fermer des robinets aux appareils de communication.

