Conditions d’utilisation des contenus du Conservatoire numérique

1- Le Conservatoire numérique communément appelé le Cnum constitue une base de données, produite par le Conservatoire national des arts et métiers et protégée au sens des articles L341-1 et suivants du code de la propriété intellectuelle. La conception graphique du présent site a été réalisée par Eclydre (www.eclydre.fr).

2- Les contenus accessibles sur le site du Cnum sont majoritairement des reproductions numériques d’œuvres tombées dans le domaine public, provenant des collections patrimoniales imprimées du Cnam.

Leur réutilisation s’inscrit dans le cadre de la loi nº 78-753 du 17 juillet 1978 :

- **la réutilisation non commerciale de ces contenus est libre et gratuite dans le respect de la législation en vigueur ; la mention de source doit être maintenue (Cnum - Conservatoire numérique des Arts et Métiers - http://cnum.cnam.fr)**
- **la réutilisation commerciale de ces contenus doit faire l’objet d’une licence. Est entendue par réutilisation commerciale la revente de contenus sous forme de produits élaborés ou de fourniture de service.**

3- Certains documents sont soumis à un régime de réutilisation particulier :

- **les reproductions de documents protégés par le droit d’auteur, uniquement consultables dans l’enceinte de la bibliothèque centrale du Cnam. Ces reproductions ne peuvent être réutilisées, sauf dans le cadre de la copie privée, sans l’autorisation préalable du titulaire des droits.**

4- Pour obtenir la reproduction numérique d’un document du Cnum en haute définition, contacter cnum(at)cnam.fr

5- L’utilisateur s’engage à respecter les présentes conditions d’utilisation ainsi que la législation en vigueur. En cas de non respect de ces dispositions, il est notamment passible d’une amende prévue par la loi du 17 juillet 1978.

6- Les présentes conditions d’utilisation des contenus du Cnum sont régies par la loi française. En cas de réutilisation prévue dans un autre pays, il appartient à chaque utilisateur de vérifier la conformité de son projet avec le droit de ce pays.

NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE

Auteur(s)	**Lachèz, Théodore**
Adresse	**Paris : Chez l'auteur éditeur, 1879**
Edition	**[2e édition]**
Collation	**1 vol. (XX-518 p.) : ill. ; 22 cm**
Nombre de vues	**542**
Cote	**CNAM-BIB 8 La 87**
Sujet(s)	**Acoustique architecturale -- France -- 19e siècle Établissements recevant du public -- France -- 19e siècle Établissements recevant du public -- Histoire Optique -- France -- 19e siècle**
Thématique(s)	**Construction**
Typologie	**Ouvrage**
Note	**Avec figures dans le texte**
Langue	**Français**
Date de mise en ligne	**11/06/2021**
Date de génération du PDF	**26/11/2021**
Permalien	**http://cnum.cnam.fr/redir?8LA87**

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ACOUSTIQUE

ET OPTIQUE

DES SALLES DE RÉUNIONS

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ACOUSTIQUE

ET OPTIQUE

DES SALLES DE RÉUNIONS

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

DU MÊME AUTEUR

MÊME ADRESSE

Enseignement de l'architecture, in-8° de 130 pages (1868)
prix broché..... 2 fr.

(*Envoi franco contre mandat poste de 2 francs.*)

PARIS. — IMPRIMERIE É. MARTINET, RUE MIGNON, 2.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ACOUSTIQUE
ET OPTIQUE
DES SALLES DE RÉUNIONS

PRINCIPES, OBSERVATIONS ET DOCUMENTS
CONSIDÉRER POUR LA DISPOSITION DES SALLES
DE THÉATRES, AMPHITHÉATRES, CONCERTS
TEMPLES ET ORATOIRES

OUVRAGE UTILE A CONSULTER
PAR LES ORATEURS, PROFESSEURS, CONFÉRENCIERS,
AUDITEURS ET SPECTATEURS

SUIVI D'UN ESSAI D'APPLICATION
AUX SALLES DE DÉBATS PARLEMENTAIRES

ET TERMINÉ PAR L'EXAMEN
DES RÉSULTATS SINGULIERS ET CURIEUX DE L'ACOUSTIQUE
AU NOUVEL OPERA DE PARIS

AVEC FIGURES DANS LE TEXTE

PAR

Th^re^ LACHÈZ, Arch^te^

Membre fondateur de la Société centrale des Architectes;
ancien architecte, Inspecteur des travaux publics, Membre correspondant
de la Société des Sciences, des Arts et de l'Agriculture de Lille, etc.

PARIS
CHEZ L'AUTEUR ÉDITEUR
113 — RUE LAFAYETTE — 113
ET DANS LES LIBRAIRIES DES ARTS ET DES SCIENCES

1879

Tous droits réservés.

E 111
3553.

SOCIÉTÉ D'ANTHROPOLOGIE FONDÉE EN 1859

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

PRÉFACE

DE LA PREMIÈRE ÉDITION (1848)

La révolution de février 1848 a amené dans nos habitudes une transformation qui en était la conséquence naturelle. Une partie de notre existence à tous, pendant les trois mois qui ont suivi cette phase d'évolution sociale, s'est passée dans les *clubs*, dans ces grandes réunions publiques pour lesquelles on a mis en réquisition toutes les Salles et toutes les localités où l'on pouvait convoquer et réunir quelques centaines et parfois quelques milliers de personnes : Salles et Amphithéâtres de tous les établissements publics de Paris, hangars, magasins, etc., tout a été simultanément occupé par de nombreux Auditoires, curieux et avides de cette manifestation improvisée du progrès social qui effraye, ou élargit l'horizon des intelligences et des idées.

Toutes les Salles ont été fréquentées, et remplies

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vd oe la desix Orateurs, candidats de tous genres venant exposer et faire combattre ou appuyer leur candidature; c'est alors surtout qu'on a pu reconnaître combien peu de ces Salles sont satisfaisantes sous les rapports de l'ACOUSTIQUE et de l'OPTIQUE; combien on y entend souvent mal, et parfois pas du tout, les Orateurs, qu'on ne peut d'ailleurs jamais apercevoir que difficilement!

La réunion de l'Assemblée constituante de 1848 demandait une Salle d'une dimension inusitée jusqu'à ce jour : NEUF CENTS Députés et un Public de cinq ou six cents personnes exigeaient une Salle dont la construction offrait des problèmes d'Acoustique et d'Optique intéressants, et surtout difficiles à résoudre. Ces problèmes scientifiques ne sont malheureusement en aucune façon résolus dans la Salle provisoire qui vient d'être édifiée[1]. C'est ce qui m'a déterminé à publier un travail et des observations pratiques que jusqu'à ce jour je ne croyais utiles qu'à ma satisfaction personnelle.

Ce recueil de documents est loin d'être un traité complet d'Acoustique et d'Optique pour les Salles de réunions, telles que Salles de spectacles et de Concerts, Amphithéâtres, Salles de clubs et d'Assemblées constituantes et législatives, etc.; mais tout incomplet qu'il soit, j'ai l'espoir, sinon la conviction, qu'il peut apporter quelques améliorations très-désirables dans

1. 1848.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tous les genres de Salles, sinon les rendre parfaites [1].

Les documents et observations que je me hasarde à livrer aujourd'hui au public étaient en partie écrits sous forme de simple Notice et les figures dessinées depuis dix ans au moins; ce fut à l'époque où l'Administration des travaux publics me confia l'Inspection des travaux de reconstruction du Collége de France, à la suite des travaux si intéressants de reconstruction des Salles de l'Observatoire destinées aux instruments fixes, et que j'ai conduits presque seul pendant toute leur durée; ce fut à cette époque, de 1833 à 1840, que je réunissais les premiers documents qui furent comme l'embryon de ce livre.

Frappé dès lors de l'incommodité, de la gêne fatigante et de l'insalubrité qu'on éprouvait dans tous les Amphithéâtres que j'avais fréquentés comme étudiant, ainsi que les Salles de spectacles et de Concerts; voyant construire sous mes yeux plusieurs Salles destinées à des Cours publics, j'ai eu, par ces motifs et dans ces circonstances, l'occasion de me rendre compte des raisons pour lesquelles on ne voyait pas, ou pourquoi l'on voyait mal dans les Amphithéâtres et dans les Théâtres [2].

1. Depuis 30 ans, néanmoins, il n'a produit aucune espèce d'amélioration! c'est un peu la faute du Public, qui ne se montre pas assez exigeant à ce sujet.

2. Il est probable que mes études se seraient complétées par la pratique, si j'avais pu concourir à l'édification des nombreux théâtres qui se sont construits à Paris depuis cette époque. Je

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

C'est alors que je fus amené, par suite de recherches et d'essais successifs, à disposer les gradins et les banquettes des Auditoires suivant des *courbes* au lieu de lignes *droites*, en *élévation* [1].

Admis, pendant les huit dernières années de sa vie, dans l'intimité de FÉLIX SAVART, membre de l'Institut et Professeur de Physique expérimentale au Collége de France, si prématurément enlevé à ses intéressants et consciencieux travaux, j'ai été journellement témoin des belles expériences qui ont fait faire à la science de l'ACOUSTIQUE des pas considérables et qui avaient pour moi un double attrait : les moyens ingénieux, la clarté, la précision avec lesquels elles étaient imaginées et exécutées ; puis, l'immense utilité que j'entrevoyais de l'application de toutes ces lois de l'Acoustique à la construction de certains édifices, tels que Salles de spectacles, de Concerts, les Amphithéâtres et toutes les Salles enfin destinées aux réunions publiques ou privées [2].

regrette d'être forcément demeuré étranger à bien des essais plus manqués que réussis, auxquels j'aurais pu apporter le contingent de mon acquis, quelque faible qu'il soit.

1. C'est au moyen de ces essais, qu'on ne devrait pas négliger, chaque fois que l'occasion s'en présente, qu'on fait faire à l'Art des progrès réellement utiles : On ne saurait trop engager les Architectes intelligents qui ont la confiance des capitalistes et des Administrations, à saisir ces occasions toutes les fois qu'elles se présentent ; car ce n'est qu'ainsi qu'on peut augmenter la masse des connaissances acquises, et ne pas perdre à la fois un temps précieux et des capitaux si souvent gaspillés.

2. A la mort de FÉLIX SAVART, son frère, NICOLAS SAVART, colonel du génie, très-éminent instrumentiste, qui s'était aussi occupé tout spécialement d'expériences acoustiques, se retira du

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les courbes que j'ai trouvées pour l'ÉLÉVATION des gradins ont été appliquées aux quatre principaux Amphithéâtres du Collége de France; elles ont dû être employées immédiatement après à quelques Salles de l'école militaire de Saint-Cyr : ces courbes, démontrant d'elles-mêmes les propriétés remarquables dont elles jouissent, n'avaient pas, suivant moi, besoin de commentaires auprès des Architectes et du Public appelé à en faire l'expérience journalière; elles étaient cependant restées, faute d'être mieux connues, sans autres applications utiles.

D'un autre côté, les lois de l'Acoustique sont dans le domaine public de la science, et dans l'esprit de toutes les personnes qui s'en sont occupées.

Ces deux raisons m'avaient empêché, jusqu'alors, de croire à l'utilité d'une publication quelconque sur ces deux objets : je suis donc resté avec mes impressions et mon acquis personnels, persuadé qu'ils étaient ou pouvaient être les mêmes chez tous les individus qui, comme moi, se sont plu à étudier les mêmes phénomènes.

service pour se consacrer exclusivement à la continuation des travaux de son frère et des siens, qu'il porta à un très-haut degré de perfectionnement pendant les quatorze années qu'il a survécu à son frère cadet. J'ai eu l'avantage de continuer avec le colonel SAVART les études commencées avec l'Académicien, en vivant avec le second dans la même intimité qu'avec le premier. Il est bien regrettable que les volumes écrits de la main du colonel SAVART n'aient pas été publiés jusqu'à ce jour, 26 ans après sa mort (1853); les travaux de son frère et les siens n'eussent pas ainsi été perdus pour la science.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cependant, il m'est démontré aujourd'hui que les expériences et les études individuelles sont sans force, sans résultat utile, tant qu'elles restent isolées, et, pour ainsi dire, à l'état latent; et je pense que quelque faible que soit un travail, il faut l'apporter au faisceau commun des connaissances que nous devons tous posséder; qu'il faut toujours chercher à augmenter quelque peu la somme des connaissances acquises, ou donner à d'autres, plus heureux, l'occasion d'y ajouter des résultats d'une importance réelle, soit en trouvant mieux, soit en rectifiant les erreurs qui peuvent toujours se glisser dans des travaux de ce genre, bien qu'ils soient entrepris par amour du progrès et des améliorations utiles. C'est ce qui me décide à publier cet opuscule, dans lequel le lecteur voudra bien voir plus de bonne intention que de science. Un travail de cette nature, et d'une importance si capitale, comme, au surplus, tous les travaux de l'intelligence et de l'industrie humaines, ne saurait être parfait, que lorsque les efforts communs et individuels pourront à la fois concourir vers un même but.

Mai 1848.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

COMPLÉMENT A LA PRÉFACE

DE 1848

§ Ier. — L'ACOUSTIQUE ET L'OPTIQUE DANS L'ARCHITECTURE SONT D'UN INTÉRÊT PUBLIC ET GÉNÉRAL.

Il n'y a guère de question qui soit d'un intérêt plus général que celles de l'Acoustique et de l'Optique appliquées aux dispositions de toutes les Salles de réunions, Salles de Cours, d'enseignement, de Conférences, Salles de débats parlementaires, Salles de Concerts et de spectacles, etc.; ces Salles ne doivent-elles pas toutes remplir le mieux possible le but principal de leur destination, qui est incontestablement de BIEN VOIR et de BIEN ENTENDRE? N'est-il pas nécessaire et indispensable de se préoccuper avant tout de ce but essentiel, de l'atteindre à tout prix, et surtout avant toute préoccupation de convenances décoratives? J'en appelle à toutes les personnes qui rendent nécessaires tous les genres de Salles : aux Représentants de la Nation, qui depuis 90 ans payent des deniers publics leurs Salles de délibérations, toutes plus mau-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vaises les unes que les autres, à mesure qu'on les démolit successivement ou qu'on les abandonne pour en avoir de meilleures, ce qu'on ne peut jamais obtenir, pour cette raison bien simple que les constructeurs tournent le dos et ferment leur intelligence aux observations et aux données scientifiques, pour ne se préoccuper que de colonnades décoratives, de panneaux, de caissons et d'*ajus tements!*

A côté d'eux, les Professeurs et tous les Conférenciers, les interprètes de nos chefs-d'œuvre littéraires et dramatiques; les Artistes de nos Concerts, tous sans exception, n'ont-ils pas intérêt à se faire entendre convenablement, sans fatigue pour eux et leur Auditoire? Tous désirent, sans doute, de bonnes Salles; mais ils ne peuvent se servir que de celles qu'on met à leur disposition, sans pouvoir remédier aux défauts qu'elles présentent, et qu'aucun effort individuel de leur part ne peut corriger. Ils s'aperçoivent plus ou moins de ces défauts, mais ils en ignorent généralement les causes, et ils pensent sans doute que si les Salles sont telles qu'ils les trouvent, c'est qu'elles ne peuvent pas être autrement. Ils n'ont même pas, très-souvent, la conscience du tort que font ces défectuosités à leurs facultés et à leurs talents individuels, plus ou moins absorbés qu'ils sont — et cela se conçoit — par les fonctions qu'ils ont à remplir devant leurs Auditoires. La lecture de ce livre ne leur sera pas inutile; il est fait, en partie, à leur intention et pour qu'ils en tirent un profit

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

avantageux, s'ils savent être exigeants, dans la mesure de leur droit aux conditions nécessaires pour être convenablement entendus.

Mais les grandes réunions, publiques ou privées, qui comprennent tout sexe et tout âge, et pour l'usage desquelles surtout sont construites toutes les Salles, ne sont-elles pas fondées à se montrer encore plus exigeantes? S'il est un droit « qu'à la porte on achète en entrant », payé toujours, plus ou moins directement, ce droit n'est-il pas, avant tout, d'être convenablement placé pour *bien voir et bien entendre?* Auditeurs et Spectateurs occupent des locaux où on les force à s'entasser avec plus ou moins de gêne; ils souffrent des mauvaises Salles, mais que peuvent-ils y faire? Rien! pas même se plaindre, car personne ne s'inquiète, ni Gouvernement, ni Administrations publiques ou privées, de rechercher les remèdes à ces souffrances générales qui sont tellement communes qu'on finit par croire qu'il n'est pas possible qu'il en soit autrement : c'est ainsi que le mal se perpétue à l'état chronique. Les Auditeurs et les Spectateurs pourront comprendre, en lisant ce qui suit, que leur pénible position n'est pas sans remède; et connaissant alors ce qu'il faut faire pour leur satisfaction et celle des autres intéressés, ils pourront le signaler, l'exiger au besoin.

Quant aux Architectes, dont les améliorations de ce genre dépendent beaucoup — améliorations qui devraient être l'objet principal de leurs préoccupa-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tions, — il est difficile de pouvoir compter sur leur bon vouloir; ils restent généralement sourds à tout ce qu'on leur demande à ce sujet; et l'on a pu voir, non sans étonnement, que l'un des plus illustres d'entre eux persistait, et se complaisait, fort spirituellement d'ailleurs, à plaisanter la science de l'Acoustique et tous ceux qui s'occupent sérieusement de son application si désirable dans les constructions architecturales.

Cependant, une tentative pleine d'intérêt s'est exécutée sur une grande échelle au TROCADÉRO, pour les solennités de l'Exposition universelle de 1878; et l'on devra savoir gré aux auteurs de ce monument remarquable d'avoir enfin ouvert la voie expérimentale aux applications raisonnées des Lois de l'Acoustique qui ont été inutilement exposées depuis si longtemps. La réussite dût-elle n'être pas complète, qu'on n'en devra pas moins applaudir à cette tentative pleine d'excellentes intentions.

§ II. — L'ACOUSTIQUE ET L'OPTIQUE RESTÉES A L'ÉTAT STÉRILE DANS L'ART ARCHITECTURAL.

L'Acoustique ne peut guère avoir des applications utiles de ses principes que dans certains travaux d'Architecture publique; c'est là ce qui rend si rares et si exceptionnelles les études spéciales qui peuvent en être faites. En effet, en dehors de ces cas exceptionnels, les applications de l'Acoustique sont presque nulles. Petits ou grands Architectes, tous et chacun

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ont rarement et très-exceptionnellement, il faut le reconnaître, l'occasion de construire des Salles de Concert, des Salles de Théâtres, des Salles de Cours ou de Conférences, des Salles d'Audience, et surtout des Salles de Débats parlementaires, dont la construction est monopolisée dans les mêmes mains, pour ainsi dire, depuis plus d'un demi-siècle, au grand détriment des intérêts généraux. Conséquemment, les études spéciales de l'Acoustique et de l'Optique, en vue de leurs applications aux travaux d'Architecture, ne peuvent apparaître à bien des personnes que comme du temps perdu ou fort inutilement employé, fort peu lucrativement surtout, et en définitive, ne pouvant guère amener ni considération, ni utilité, ni profit. Aussi, quand et où rencontrera-t-on des individus qui soient tentés de faire des études spéciales d'Acoustique et d'Optique dans un but d'utilité générale exceptionnelle, mais incontestable, en présence d'une presque certitude de n'avoir jamais à en faire la moindre application ?...

L'Architecte que le concours fortuit des circonstances amène dans une position où s'impose en apparence pour lui la nécessité de faire des applications de ces deux sciences dans la construction dont il est chargé, consulte — alors seulement, — il n'y avait aucun intérêt, aucune utilité pour lui à le faire préalablement. — Il consulte les livres de Physique; se rappelle confusément les Cours élémentaires auxquels il a pu assister *passivement* dans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sa jeunesse pour satisfaire, tant bien que mal, aux programmes des baccalauréats; il se remet bien vite au courant de quelques expressions techniques que le cas imprévu où il se trouve lui fera une obligation d'employer en temps et lieu avec plus ou moins d'à-propos; mais il finira toujours par faire comme ont fait tous ses devanciers : il suivra les sentiers battus et rebattus qui ne mènent à rien d'utile; si on le fatigue de questions indiscrètes, il déclarera tout net aux savants et demi-savants de la presse et des feuilletons, que la science de l'Acoustique est une chimère, un enfantillage, et qu'on ne peut rien faire de mieux que *conspirer avec le hasard*, comme on a toujours fait, pour la réussite des œuvres qui lui sont confiées.

Telle est l'opinion généralement répandue et qui correspond assez bien à tout ce qui se passe à ce sujet. Mais il y a là un préjudice certain porté aux intérêts publics dont il serait bien désirable de voir disparaître la cause, au grand avantage des progrès de l'art Architectural et de son application dans une spécialité qui manque depuis si longtemps de solution pratique et démontrée par l'expérience.

§ III. — COURBE AUDITO-VISUELLE.

Dans l'Art des Constructions, au chapitre spécial des voûtes, on rencontre une Courbe particulière dont il est question dans la plupart des théories difficiles

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et compliquées de l'équilibre des voûtes. Tous les cours spéciaux, tous les traités sur l'Art de bâtir l'exposent à l'envi. C'est la fameuse *Courbe des pressions*, dont personne cependant ne fait usage dans la pratique; qui n'est conséquemment que d'une utilité fort précaire, car elle ne s'expose et ne s'établit que théoriquement; aucune expérience ne peut la rendre tangible. La *Courbe des pressions*, dont tout le monde parle comme d'une chose importante, ne se voit nulle part, et n'existe que dans l'intérieur ou à côté des matériaux où elle se promène, et où l'imagination seule peut la contempler; c'est une Courbe réellement imaginaire et conventionnelle, ce qui ne l'empêche pas d'être fort préconisée, et connue, au moins de nom, des notabilités dans l'art, et fort citée en maintes occasions.

J'avais trouvé, il y a plus de 40 ans déjà, une COURBE DE VISION ET D'AUDITION, conséquemment une Courbe *audito-visuelle*, qui m'avait paru utile et qui avait des avantages essentiellement pratiques, en ce sens qu'elle permet aux Spectateurs et Auditeurs de VOIR et D'ENTENDRE de la manière la plus avantageuse ce qu'on peut avoir à leur dire et à leur montrer. Cette Courbe est palpable et accessible dans sa construction aux intelligences les plus vulgaires; elle se comprend pour ainsi dire sans explication et à première vue.

En 1848, j'avais cru devoir faire connaître cette Courbe et les moyens si simples de la tracer, au bénéfice

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

certain du public qui pouvait en profiter dans une foule de circonstances. Ma courbe *audito-visuelle* est restée presque complétement sans emploi, tant la routine est invétérée, tant l'habitude est difficile à réformer, tant enfin la paresse humaine se pratique toujours avec délices!...

Cependant un éminent Artiste et savant Ingénieur, M. Léonce Reynaud, avait apprécié cette courbe, et, la rendant sienne, il la fit passer de toute pièce, de l'opuscule où elle était décrite, dans son grand Traité d'Architecture, où elle a reçu une hospitalité digne d'un meilleur sort. Après cette honorable adoption, et malgré le nom et le patronage de M. Léonce Reynaud, ma courbe *audito-visuelle* n'est pas pratiquée comme elle devrait l'être, et je viens de nouveau la soumettre au Public qui n'a pu l'apprécier, puisqu'il ne la connaît pas : les constructeurs spéciaux se décideront peut-être un jour à la faire entrer utilement dans leur pratique, mais il faut pour cela qu'ils aient pu sortir de l'ornière où ils se complaisent avec la plus parfaite indifférence. Je peux ajouter ici que M. Léonce Reynaud a également résumé dans une de ses planches, et en quelques pages de son texte, tout ce que j'avais dit de la forme essentielle à donner aux locaux destinés à recevoir des Auditeurs et des Spectateurs. Ses dessins donnent une idée concrète, mais parfaitement exacte de mon travail; et pour plus amples détails, le savant Professeur me fait l'honneur de renvoyer ses lecteurs à mon Opuscule,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que l'on consultera, dit-il, avec utilité, et que je lui ai su gré d'avoir fait placer, de par son autorité, dans les bibliothèques de l'École polytechnique et de l'École des ponts et chaussées[1].

C'est l'ensemble de ce travail que j'offre de nouveau au public, après l'avoir complété de mon mieux, en y ajoutant, pour qu'il soit plus utile, et à plus de monde, ce que l'expérience a pu m'apprendre depuis sa première apparition : J'ai cherché à y être clair et précis, intelligible pour tous, et surtout économe du temps précieux de mes lecteurs.

J'ai conservé dans cette nouvelle édition ce que j'avais appelé *appendice :* c'est une application déterminée des principes énoncés et des raisonnements déduits, ayant pour titre : *Projet de Salle pour* 900 *Députés ou Représentants*. J'ai cru devoir y ajouter plusieurs chapitres dans lesquels j'expose, pour l'édification générale, ce qui est advenu de tous mes efforts

1. Voir le grand TRAITÉ D'ARCHITECTURE de M. *Léonce* REYNAUD, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, Professeur d'Architecture à l'École polytechnique, etc.; édition de 1860; tome II de l'atlas, planche 1re; et tome II du texte, page 360, où se trouve au bas de page la mention suivante : « On consultera utilement à ce » sujet un opuscule fort intéressant de M. l'architecte Lachèz, » intitulé : *Acoustique et Optique des Salles de Réunions publiques.* » Mon nom est une citation exceptionnelle et des plus honorables dans ce grand ouvrage; je saisis l'occasion qui se présente aujourd'hui pour en exprimer toute ma reconnaissance à M. *Léonce* REYNAUD.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pour introduire les ressources précieuses de l'Acoustique et de l'Optique dans toutes les circonstances où ces deux sciences seraient d'une application si désirable; mes efforts n'ont été suivis partout et toujours que de résultats négatifs au point de vue pratique, mais qui ne sont cependant pas complétement nuls; car ils ont forcé bien des gens à s'occuper accidentellement de questions pour lesquels ils n'avaient toujours eu qu'un respect tellement profond, qu'elles n'avaient jamais jugé à propos de les aborder avec un peu plus d'intimité.

Je terminerai par une digression, également en plusieurs chapitres, sur l'*Acoustique du nouvel Opéra de Paris;* j'y ai cherché, peut-être inutilement, à ramener dans une meilleure voie l'éminent et spirituel artiste qui en est l'auteur si hautement apprécié.

Janvier 1879.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ACOUSTIQUE
ET OPTIQUE
DES SALLES DE RÉUNIONS

PREMIÈRE PARTIE

PRINCIPES, OBSERVATIONS ET DOCUMENTS UTILES
POUR LA DISPOSITION, LA CONSTRUCTION ET LA FRÉQUENTATION
DES SALLES DE RÉUNIONS, THÉATRES ET AMPHITHÉATRES,
SPECTACLES ET CONCERTS, ETC.

CHAPITRE PREMIER

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES. — DÉFINITION DES SALLES.

Considérations générales. — Sans parler de la lumière qui nous éclaire, tout vibre et se meut en nous et autour de nous, ainsi que le milieu lui-même où nous sommes plongés et qui contient les objets qui nous environnent. Le repos vibratoire absolu n'existe guère, car il supposerait l'absence de toute variation d'équilibre, même dans la température; et dès que les vibrations des corps acquièrent une certaine intensité, une certaine amplitude, elles produisent pour nous le phénomène qu'on appelle le **Son,** que nous aurons à considérer sous quelques-unes de ses propriétés et de ses applications principales.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Un objet quelconque ne peut être ébranlé sans que ses ébranlements ne se communiquent par l'intermédiaire de l'air ambiant, ou par contact direct, à tous les corps environnants, et finalement à notre organe auditif, si toutefois l'ébranlement n'est pas par trop minime.

Ce sont ces phénomènes du Son qu'il faut continuellement étudier dans leurs variétés infinies, dans toutes leurs complications si capricieuses en apparence, pour pouvoir disposer avec sagacité les locaux destinés à faire entendre clairement les sons qui constituent la Parole humaine, ainsi que ceux dont la destination plus spéciale encore est de faire goûter avec charme cette variété infinie et ces merveilleuses combinaisons de sons qui constituent le vaste et magnifique domaine de l'Art musical.

La construction des Salles spéciales destinées aux effets divers de l'Acoustique; c'est-à-dire, destinées à faire entendre soit des Sons parlés, soit des Sons musicaux, est l'un des problèmes les plus difficiles à résoudre de l'Architecture moderne; les anciens ne nous ont laissé, à ce sujet, aucun document qui soit clair et utile à consulter; et ils n'étaient d'ailleurs pas dans les conditions où nous nous trouvons.

A part les formes qui doivent satisfaire à certaines conditions esthétiques convenables à ce grand Art de l'Architecture, qu'on a appelé à si juste raison la Musique des yeux, il est d'autres exigences non moins importantes à satisfaire, telles que les dimensions relatives de ces grands espaces, leurs dispositions générales et proportionnelles, ainsi que l'emploi judicieux des matériaux qui concourent à leur édification complète et qui entrent aussi, comme accessoires nécessaires, dans leurs ameublements. Le véritable rôle de l'Architecte,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

c'est de combiner toutes ces exigences matérielles et corrélatives, et d'en obtenir un résultat à la fois utile et agréable, au triple point de vue de l'Aspect, de la Vision et de l'Audition.

Il en est, en effet, des Salles de Concert comme des Instruments de Musique : les capacités, les formes si variées des volumes, la nature et la contexture intime des matériaux si divers qui constituent les parois de ces capacités; les ameublements, les instruments mêmes, ainsi que les instrumentistes et les Auditeurs, tout influe sur l'ensemble, tout joue un rôle important dans toutes les Salles, et dans les Salles de Concert surtout; le résultat final de toutes ces conditions si complexes est de les rendre bonnes, médiocres ou mauvaises, selon les qualités particulières à ces conditions. Une comparaison peut être utile pour faire comprendre l'importance du sujet.

Pour qu'un instrument de musique soit bon, pour faire un simple violon, par exemple, une viole ou un violoncelle, ne faut-il pas tenir compte du volume d'abord de l'instrument; et quand on en vient aux détails de sa construction, avec quelle intelligente attention ne faut-il pas disposer les éclisses, les tables, le chevalet, etc.; choisir les essences de bois; déterminer les épaisseurs; utiliser le sens des fibres; atteindre un certain degré de dessiccation; tenir compte de la porosité particulière; disposer habilement les découpures si fantastiques, en apparence, du chevalet; préciser la position exacte de l'*âme*, ce petit pilier communicateur et transformateur des mouvements vibratoires; faire enfin un choix convenable des cordes, de l'archet et de ses crins, etc., etc.; négligez un de ces détails, et l'instrument peut être imparfait ou mauvais, dans sa constitution ou dans son emploi.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il en est absolument de même d'une Salle de Concert ou d'une Salle où l'on débite des sons simplement articulés, des Paroles. Elle doit être proportionnellement grande ou petite selon sa destination; on ne tire pas d'un violon le même parti que d'une contre-basse, on ne joue pas convenablement le même air sur l'un et sur l'autre; et une fois la capacité et la fonction d'une Salle bien déterminées, il est indispensable de s'occuper, avec la plus sérieuse attention, de tous les petits détails qui peuvent paraître oiseux aux yeux du vulgaire ignorant, mais qui ont cependant une importance capitale au point de vue des qualités particulières ou essentielles d'une Salle de Concert ou autre. Leur mérite spécial tient à une infinité de choses comme celui d'un instrument; et le défaut de l'une de ces choses peut rendre mauvais le local aussi bien que l'instrument, dont il faut d'ailleurs savoir se servir, talent qui consiste à la fois dans une intonation et dans un débit convenables, ce qu'en musique on nomme le *ton* et la *mesure*.

Définitions des salles. — Les jeux scéniques chez les Grecs et les Romains, les combats de gladiateurs chez ces derniers, amenèrent la construction de monuments spéciaux : ce furent les THÉATRES et les AMPHITHÉATRES, édifices destinés aux divertissements d grandes réunions d'hommes.

Dans les temps modernes, des besoins plus variés plaisirs et d'autres causes de réunions publiques ou privées, tels que les besoins de l'instruction des masses, les prédications, les jeux et les enseignements de la scène, les concerts, les cours publics, les conférences modernes, les travaux législatifs des peuples constitutionnels et républicains, ont donné lieu à des monuments divers, parmi lesquels on rencontre encore les THÉATRES et les AMPHITHÉATRES.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les THÉATRES des anciens étaient des monuments demi-circulaires, dont la partie appelée **scène**, disposée parallèlement au diamètre d'un demi-cercle, était sans profondeur et limitée, dans le fond et sur les côtés, par des murs d'une construction solide et monumentale. L'Auditoire prenait place sur des gradins offrant l'aspect d'un demi-cône creux, tronqué, à base circulaire.

Les AMPHITHÉATRES étaient circulaires ou plutôt elliptiques; les Spectateurs occupaient le pourtour entier de la scène ou **arène**, qui était placée alors dans le milieu de l'espace. Les gradins offraient le même aspect que dans les Théâtres, à cette différence près qu'ils étaient continus et enveloppaient la scène centrale.

Les Théâtres et les Amphithéâtres des anciens n'étaient fréquentés qu'en plein jour, et ils étaient alors recouverts d'une immense toile appelée **velarium**, qu'on tendait, par des moyens fort ingénieux, au-dessus des Spectateurs et de l'espace théâtral tout entier.

Une série de poteaux ou soutiens en charpente était disposée au pourtour extérieur du mur d'enceinte et dans sa partie supérieure.

La saillie de la corniche extérieure couronnant le mur était percée de trous dans lesquels entraient les poteaux, sorte de mâts qui s'élevaient au-dessus et descendaient le long de la paroi verticale et extérieure du mur; ils portaient, à une certaine distance en contre-bas, sur une **console** ou corbeau en pierre disposé à cet effet. Ce mât ou poteau était à la fois maintenu dans la corniche et dans la console, de manière à ne pouvoir être dévié de sa position verticale, consolidée d'ailleurs par des contre-fiches.

Toutes ces dispositions ingénieuses étaient devenues des motifs d'ornementations architecturales qui satis-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

faisaient à des besoins réels, et qui ont laissé leurs traces dans les ruines des monuments anciens.

A cette série de mâts se trouvaient diamétralement attachées des cordes qui soutenaient le **velarium**, et qui étaient aussi destinées à la manœuvre de ses divers secteurs. Des esclaves couraient et voltigeaient à des hauteurs considérables sur ces cordes, comme nos funambules et nos acrobates les plus experts; et dans certains Cirques, ce service exigeait parfois plus de mille esclaves, tant le champ de cette manœuvre était immense.

Les modernes possèdent des THÉATRES, des AMPHITHÉATRES, des CIRQUES, des SALLES DE CONCERTS et des SALLES DE RÉUNIONS pour leurs Assemblées politiques et autres.

Nos THÉATRES diffèrent essentiellement de ceux des anciens par leur scène profonde, leurs galeries en bascule ou étages intérieurs, en zones circulaires ou elliptiques, et leur couverture compacte; ils en diffèrent aussi par les heures de la journée pendant lesquelles on en fait usage.

Nos CIRQUES se rapprochent plus des Cirques et des Amphithéâtres antiques, mais ils sont généralement clos et couverts.

L'Art musical, chez les Grecs et les Romains, n'était sans doute pas arrivé au point de perfection qu'il a atteint de nos jours; d'un autre côté, les affaires politiques se traitaient en plein air, dans le **Forum**; aussi, nos Salles de concerts et de réunions, ou d'Assemblées politiques, n'ont-elles pas d'analogues dans l'antiquité, si ce n'est quand elles rentrent dans la classe de ce que nous appelons des Amphithéâtres. Ceux-ci sont généralement copiés sur les Théâtres des anciens, quoique leur destination soit tout autre. La scène antique et ses

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

murs solides n'ont point chez nous d'emploi utile; l'espace le plus vaste de l'édifice, la partie qui était occupée chez les anciens par l'*ensemble* des personnages ou acteurs, ne l'est plus, chez nous, que par un simple Orateur ou un Professeur, dont la voix va se perdre en partie dans l'immense atmosphère dont il est entouré.

Cette imitation traditionnelle est fort peu judicieuse. Mais que de temps ne faudra-t-il pas encore pour en faire perdre l'habitude ! Il ne suffit pas, en effet, de la puissance créatrice de l'architecte pour introduire de nouvelles formes dans nos édifices; il faut que l'opinion publique soit disposée à les apprécier pour leur laisser la faculté de se produire; c'est là une double difficulté à vaincre : trouver d'abord la forme rationnelle, et ensuite la faire accepter.

Cependant les Théâtres et les Amphithéâtres sont, dans les temps modernes, comme ils l'étaient chez les anciens, des lieux de réunions destinés, ainsi que l'indique leur nom, à *faire regarder* un Auditoire plus ou moins nombreux, *autour* d'un certain lieu appelé **scène** [1], et soit qu'on les considère sous le rapport des **gradins** qui constituent leur principal caractère, ou qu'on les regarde simplement comme des espaces ménagés pour recevoir des réunions plus ou moins nombreuses, leur destination spéciale est toujours :

1° Ou de **faire voir** un simple spectacle, une pantomime dans un espace ouvert ou clos de toutes parts;

2° Ou de **faire entendre** des chants et des airs musicaux;

3° Ou bien enfin de faire percevoir intelligiblement et clairement la **parole** d'un Orateur ou d'un Professeur.

Nous considérerons plus particulièrement dans ce

1. Ἀμφί, autour; θεάομαι, regarder.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

travail, les Théâtres et les Amphithéâtres, sous le double point de vue de l'ACOUSTIQUE et de l'OPTIQUE; distinguant les trois spécialités auxquelles ils peuvent être consacrés, et qui sont : le **spectacle simple**, le **spectacle** avec **paroles** et **musique**, enfin la **parole** seulement des discours et de l'enseignement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE II

LOIS D'ACOUSTIQUE ET CONSIDÉRATIONS PARTICULIÈRES SUR QUELQUES PHÉNOMÈNES QUI S'Y RAPPORTENT.

Afin de pouvoir rechercher et déterminer avec chance, sinon avec certitude de succès, la **forme** des Salles de réunions et des Amphithéâtres, ainsi que l'**Inclinaison** particulière qui convient à leurs gradins, nous croyons qu'il n'est pas inutile d'entrer dans des considérations succinctes sur quelques lois d'ACOUSTIQUE et d'OPTIQUE, dont les déductions nous donneront les moyens de résoudre un grand nombre de difficultés inhérentes à cette question.

Si l'ACOUSTIQUE est la branche des sciences physiques qui embrasse tous les **sons**, bruits, échos, oscillations et ondulations sonores, réflexions, timbres etc., — la MUSIQUE est la rameau principal de cette branche de la physique générale ; rameau tellement important qu'on ne peut, pour ainsi dire, faire un pas fructueux dans l'étude de l'Acoustique et dans l'application de ses lois aux circonstances qui nous occupent, sans connaître un peu la Musique au moins en théorie ; c'est un corollaire

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qu'on ne peut pas complétement séparer de cette science sans inconvénients. Aussi pensons-nous que quelques mots de **Phonique musicale** ne devront pas être sans intérêt, bien qu'ils ne soient pas d'une nécessité absolue pour le but que nous voudrions atteindre : rendre les architectes acousticiens pratiques, en leur indiquant les nombreuses circonstances dont ils doivent tenir compte dans certains cas spéciaux de leurs constructions. Nous ferons donc suivre le présent chapitre de quelques détails sur les sons qui constituent les gammes musicales, et qui feront conséquemment l'objet du chapitre qui suivra celui-ci.

ACCEPTION, SENSATION ET ORIGINE DU SON. — PROPAGATION, RÉPERCUSSION, HAUTEUR ET INTENSITÉ, VITESSE, TIMBRE. — BRUIT ET SON. — RÉFLEXION, INTENSITÉ DIRECTRICE. — L'AIR VÉHICULE ET CORPS SONORE.

On donne le nom de Son à la sensation que nous éprouvons par le fonctionnement de l'organe de l'OUIE, lorsque celui-ci est affecté par le phénomène qui détermine l'ébranlement nerveux qui amène la sensation. Le Son n'existe pour nous que parce que nous sommes pourvus de l'organe qui perçoit les effets vibratoires et consécutifs du corps ; donc, pas d'organe auditif, pas de Son ; de même que l'on peut dire qu'il n'y a pas de lumière sans l'organe de la vue ; pas d'odeur sans appareil olfactif, etc., bien que la faculté des sensations du son, de la lumière et de l'odeur persiste sur les différents lobes du cerveau, malgré la privation des organes destinés à en recevoir les impressions du monde extérieur.

Le Son est la conséquence ultérieure d'une rupture d'équilibre statique moléculaire des corps ; c'est là

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

est son origine. Dès que cet équilibre, qui constitue un état de repos apparent, ou de silence absolu des corps est rompu par une cause quelconque, choc, frottement, retrait ou augmentation de chaleur, etc., ce repos tend à se rétablir instantanément, de là des mouvements de *va-et-vient* qui occasionnent des **oscillations** périodiques auxquelles on a donné le nom de **vibrations**, lesquelles étant plus ou moins fréquentes dans un temps donné, différencient les sons qu'elles produisent; les sons les plus graves sont les résultats des moindres nombres de vibrations, les sons les plus aigus résultent des nombres relativement plus grands.

On applique néanmoins le mot **son** à l'ébranlement vibratoire des corps qu'on appelle alors **sonores**; aux ondulations des milieux ambiants qui le transmettent, et enfin à la sensation perçue, car on dit : Le son rendu par le corps sonore, bien que le corps ne fasse que vibrer; le trajet du son, bien qu'il n'y ait là qu'un tremblement ondulatoire ambiant; la réflexion du son, bien que la réflexion ne soit qu'un renvoi plus ou moins complet des ondulations directes; et enfin la perception du son, qui est la véritable acception du phénomène acoustique.

Propagation du son ; — répercussion. — Le son se propage dans l'air en **ondes sphériques** ; c'est un ébranlement produit par différentes causes dans les molécules de ce fluide, et dont l'intensité diminue en raison du carré des distances, dans les espaces *non finis;* par l'effet de la résistance et du frottement, d'ailleurs très-faible, des molécules aériennes, les oscillations périodiques et ondulatoires finissent par s'éteindre complétement; ces ondulations s'étendent d'autant plus loin que la puissance de production a été plus intense au lieu même de l'ébranlement; mais dans les espaces

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

finis, au contraire, les oscillations ondulatoires, se répercutent sur les parois; elle font entendre, en le condensant en quelque sorte dans un espace ainsi limité, le son qui, en s'étendant librement ailleurs, devient bientôt trop faible pour être perçu; c'est comme une lumière qui ne peut éclairer qu'à une faible distance dans un espace sans limites, mais qui éclaire parfaitement si elle se trouve dans un espace limité par des parois réfléchissantes. Ces effets de *lumière* et de *son* présentent entre eux tant d'analogie, qu'il est très-utile de les avoir toujours présents à l'esprit dans les études de l'Acoustique appliquée aux dispositions architecturales; bien qu'en réalité il y ait entre les deux phénomènes quelques différences qu'il ne faut pas perdre de vue, les vibrations de la lumière sont des vibrations éthérées qui ont lieu dans la matière *impondérée*, tandis que celles du son se manifestent essentiellement dans la matière *pondérée;* la lumière se décompose, tandis que le son n'a pas cette propriété, etc.

Rayon sonore est une expression souvent employée en Acoustique, mais qui n'est pas exacte; rayonner exprime une action de mouvement, de *translation* complète, en *ligne droite;* telle n'est pas la marche du *son*, qui ne se *meut* pas, à proprement parler, et qui ne dérange même pas, pour les *transporter* d'un lieu à un autre, les molécules de matière solide, liquide ou gazeuse qui lui servent de véhicule. Le Son n'occasionne qu'une *oscillation*, un mouvement de raréfaction et de refoulement alternatif, de va-et-vient dans les corps ou les milieux qu'il traverse; ces oscillations périodiques, plus ou moins étendues ou limitées, engendrent des *ondes* qui se propagent de proche en proche, absolument comme les *rides* circulaires autour d'un point d'ébranlement sur la surface de l'eau, de l'huile ou du mercure. Il est facile

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de voir, sur une surface ainsi agitée, que les molécules ne *rayonnent* pas, ne voyagent pas d'un centre vers la circonférence. On peut s'en convaincre en plaçant sur l'eau un petit corps *flottant* quelconque, et l'on verra que ce petit corps sera agité comme les ondulations liquides, par une sorte de balancement, mais qu'il n'aura aucun mouvement de *translation*. Il en est des molécules de l'air comme des molécules de l'eau, ou autres molécules liquides, avec cette différence que les *ondes aériennes*, au lieu d'être *planes*, sont *sphériques*, et se forment avec une rapidité incomparablement plus grande. Rayon sonore pourrait vouloir dire direction de l'onde, ou plutôt d'un point donné de l'onde, dans un certain sens, mais il ne peut donner qu'une idée fausse et incomplète du phénomène acoustique.

Intensité et hauteur du son. — L'**intensité** du son est due à l'étendue des oscillations ; cette étendue rend le son faible ou fort, selon qu'elle est petite ou grande. Pour en avoir un exemple, il suffit de faire vibrer une corde rendant un son : au commencement de l'ébranlement, l'étendue de l'oscillation est visiblement grande, et elle diminue successivement avec l'intensité du son qui va s'éteignant à mesure que l'oscillation s'amoindrit.

La **hauteur** du son est une expression musicale qui correspond à des rapports de nombre de vibrations comme nous l'avons dit ci-dessus, un son est plus haut ou plus bas qu'un autre son, lorsqu'il est dû à un nombre de vibrations plus grand ou plus petit, dans un temps donné.

Le mot **ton** a diverses acceptions qu'il est utile de connaître ; il exprime d'abord l'*intervalle* entre les sons des notes consécutives de la *gamme* musicale, intervalle qu'on appelle tantôt *un ton* et tantôt un *demi-ton*, et qui semble à première vue fort arbitrairement placé

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

entre eux. Le *ton* exprime en outre l'idée de *tonalité*, c'est-à-dire de relations particulières de la série des sons de la gamme entre eux, dont les deux extrêmes sont appelés **toniques**, à l'octave l'un de l'autre. Dans la gamme le ton est donc un espace, une grandeur, un intervalle entre deux sons, ou bien c'est le son pivotal qui commande tous les autres. On change de tonique, ce qui entraîne le changement de tous les sons intermédiaires placés entre les deux sons pivotaux ou toniques [1]. Le ton exprime aussi la hauteur musicale d'un instrument, et celle qui appartient ou qui convient le mieux au vaisseau d'une Salle de grandeur déterminée.

Lorsque deux sons se propagent dans l'air, il est facile de comprendre pourquoi celui qui vient de plus loin, quoique d'une intensité considérable à son origine, s'entend moins bien que celui qui est beaucoup moins intense, mais qui est émis à une faible distance; pourquoi, dans certains cas, un son faible mais rapproché, couvre un son plus fort mais éloigné, c'est-à-dire, en empêche l'audition ou nuit à sa perception. Il ne faut pas perdre de vue ce fait dont l'architecte doit savoir tenir compte dans les dispositions des Salles destinées à faire entendre des sons, ou lorsqu'on veut se placer, comme Auditeur, ce qui arrive bien plus fréquemment, dans les meilleurs conditions pour les percevoir.

On a l'habitude de dire que la **voix monte**; c'est même là une sorte de préjugé assez répandu et qui semble résulter de l'expérience qui lui donne une apparence de raison. En effet, que deux interlocuteurs se parlent dans la rue, l'un placé sur le sol et l'autre à un quatrième étage; ce dernier entend parfaitement le premier,

1. Voir le chapitre suivant, consacré aux sons musicaux, sous le titre de **Phonique musicale**.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et celui-ci n'entend qu'avec peine celui qui est en haut. La conclusion à tirer de ce fait était naturelle, bien qu'inexacte : on a dit et répété : **La voix monte!**

Mais que nos deux interlocuteurs se trouvent chacun dans une autre situation respective ; supposons l'un d'eux près d'un mur vertical, et l'autre à une assez grande distance horizontale ; ce dernier entendra facilement le premier, et celui-ci n'entendra que difficilement le second. Là, on ne peut plus dire que la voix monte, et l'on ne dit rien ; on pourrait remarquer cependant que le son marche mieux dans un sens que dans l'autre.

Voici l'explication bien simple de la locution usitée : Dans le premier cas, la voix est réfléchie par le sol ; les ondes sonores réfléchies s'ajoutent aux ondes directes ; le son des paroles, leur intensité est presque doublée. Dans le second cas, le mur sert de réflecteur, — ce qui prouve que la voix ne monte pas d'elle-même et sans aide, et que si elle se comporte mieux dans un sens plutôt que dans un autre, ce fait a sa raison d'être.

Si l'un des interlocuteurs pouvait être placé près d'un plafond rigide et l'autre à une distance verticale, au-dessous et sur le vide, le premier se ferait entendre beaucoup mieux du second que celui-ci du premier.

L'Architecte ne doit donc pas, en Acoustique, se fier aux apparences ; il faut toujours qu'il cherche à connaître la cause réelle des effets, afin de pouvoir utiliser, le cas échéant, tous les phénomènes naturels qu'il rencontre.

Voici un autre exemple d'un fait semblable qui peut avoir été bien entendu, mais qui a été moins bien expliqué. Un individu s'est un jour placé en expérimentateur au-dessus de la Salle d'un théâtre, près de l'orifice destiné au service du lustre. Là il a entendu assez clai-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rement les voix provenant de la scène, voire même celle du *souffleur*, et il en a conclu que ces voix étaient amenées vers le lieu où il se trouvait par le *courant d'air* venant du Théâtre et s'engouffrant dans la baie ménagée au-dessus du lustre, lequel, suivant l'avis de cet observateur qui avait encore besoin d'apprendre, faisait ainsi appel à la fois pour l'air et pour le son!

Il est incontestable que les courants d'air exercent une influence retardatrice ou accélératrice sur la marche des ondes sonores; mais cette influence se réduit à bien peu de chose quand il s'agit d'une aussi petite distance et surtout d'un aussi faible courant d'air. En effet, si le Son parcourt, en nombre rond, 340 mètres par seconde, il a dû parvenir à l'oreille de l'expérimentateur placé à 20 mètres du lieu d'émission, en un seizième de seconde, et le courant d'air n'aura pas augmenté la vitesse du son d'un dixième de la vitesse normale, vitesse qui n'ajoute rien d'ailleurs à sa perceptibilité. En outre, le courant n'a pu être d'aucun effet sensible sur l'intensité du son.

Mais il n'est pas nécessaire de monter si haut et de se placer au-dessus du plafond de la Salle d'un théâtre pour mieux entendre ce qui se débite sur la scène. L'observation d'un résultat identique peut se faire dans beaucoup de vestibules ou antichambres qui précèdent les Salles où l'on parle, et où l'on émet d'autres sons que ceux de la parole; on y entend parfois mieux que dans les Salles mêmes, bien que le son ne soit pas entraîné par un courant d'air ascendant. Mais l'oreille s'y trouve placée dans un milieu moins agité par d'autres sons, et elle perçoit mieux alors le son principal qui est émis dans les Salles; les autres sons qui y bourdonnent confusément n'étant pas assez intenses pour par-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

venir jusqu'à elle, et nuire ainsi à l'audition du son principal.

Dans la plupart des Théâtres, les **baignoires** sont généralement des endroits où l'on entend parfaitement tout ce qui vient de la scène, parce qu'on s'y trouve dans un milieu où ne parviennent pas et où ne dominent pas, du moins, les mille petits bruits accessoires qui ont lieu dans une réunion d'un grand nombre de personnes, sans qu'on s'en rende compte, à toute autre place, et qui nuisent à la perception de ce que l'on cherche à entendre. Quelques loges de galeries jouissent quelquefois de ce privilége pour des raisons identiques. Ainsi, comme nous l'avons déjà dit, un petit bruit entendu de près, couvre un son très-fort venant de loin; de même qu'un bruit intense venant de loin empêche la perception d'un son léger venant de près.

Lorsque le sol, en plein air est recouvert d'un épais tapis de neige, ce qui se passe alors en Acoustique est fort curieux et mérite de fixer l'attention de l'architecte qui veut devenir acousticien.

En plaine, dans ce cas, il n'y a plus aucune répercussion : le son arrive simple, net, et pour ainsi dire dans toute sa nudité; il paraît toujours moins intense. Dans les rues, dans les cours, dans les espaces plus ou moins limités, la différence est moins sensible; on y sent la présence des murs et des obstacles qui réfléchissent le son et en augmentent toujours l'intensité.

Ce sont toutes ces observations journalières, incessantes, qui peuvent faire l'éducation d'un Architecte acousticien qui ne veut pas s'en rapporter au hasard des combinaisons quand il fait œuvre de constructeur poursuivant un but spécial [1].

1. Voir *le Théâtre*, par Ch. Garnier, chap. de l'*Acoustique*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Voici une autre observation qui rentre dans la catégorie de celles qui sont utiles à l'Architecte acousticien qui veut apprendre à connaître d'abord les phénomènes journalier de l'Acoustique, pour les appliquer ensuite au moyen des combinaisons de l'étude, quand l'occasion s'en présentera pour lui.

Lorsque des baigneurs nagent sur une certaine étendue d'eau, les personnes placées sur la rive, à distance convenable, entendent très-bien ce que disent les nageurs, et ceux-ci entendent très-mal les riverains. Deux raisons peuvent expliquer ce phénomène : d'abord la voix est renforcée, elle devient plus intense en même temps que son timbre est modifié à tel point de n'être pas reconnaissable, et cela par la simple pression de l'eau sur la poitrine et le cou : ensuite les ondes sonores produites par la voix se répercutent d'autant mieux qu'elles partent d'un point placé plus près de la surface liquide qui est très-répercutante de sa nature; bien que les sons pénètrent sa masse pour s'y faire entendre à d'assez grandes profondeurs; ces deux circonstances n'accompagnent pas la voix des personnes qui se trouvent sur la rive, ce qui établit cette si notable différence.

Les Chants et la Musique qui se font entendre d'une barque située sur l'eau ont une intensité remarquable et une pureté relative qu'on ne rencontre pas dans d'autres circonstances, ce qui est dû à la surface liquide qui réfléchit très-bien les ondes sonores, sans aucune modification nuisible. Cette particularité remarquable pourrait être avantageusement utilisée, en l'accompagnant d'effets optiques qui feraient le charme d'un Auditoire : cette idée pourra fructifier dans des mains habiles, qui, dans cette circonstance, ne devront pas oublier de faire usage de judicieux **abats-sons.**

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'étendue ou la longueur des ondes sonores prise sur un rayon de la sphère ondulatoire varie pour tous les sons, de telle sorte qu'à chaque son correspond une onde d'une longueur particulière ; en outre, ces ondes existent simultanément dans l'espace, et leur vitesse de propagation est identiquement la même pour toutes, ce qu'il est important de ne pas perdre de vue [1].

Dans l'air et les gaz, la *vitesse* du son augmente quand leur densité diminue ou que la chaleur s'accroît ; mais si la vitesse s'accroît dans ces circonstances, l'*intensité* diminue à tel point que dans un milieu très-rare, le

1. Les *oscillations*, ou mouvements rapides de compression et de raréfaction, de va-et-vient alternatif et périodique, engendrent des *ondes sonores*, et les ondes forment dans l'air des *nœuds* et des *ventres ;* les points en repos sont les nœuds des ondes, et les parties dilatées en sont les ventres. Entre deux ondes dilatées, il y a toujours un point qui ne participe au mouvement ni de l'une ni de l'autre et qui est neutre : c'est là que finit et commence le mouvement alternatif de compression et de dilatation. On rend ce phénomène sensible aux yeux au moyen d'une membrane tendue et sur laquelle on a déposé du sable ; si l'on promène cette membrane, en s'éloignant ou en se rapprochant d'un centre d'ébranlement sonore, on voit le sable tantôt mis en mouvement et bondissant sur la membrane, et tantôt en repos. Ce mouvement et ce repos alternatifs se répètent à des distances égales pour un même son, et à des distances variées pour des sons différents ; ils sont dus à des oscillations très-rapides qui existent dans l'air, se communiquent à la membrane et font bondir les grains de sable qu'elle supporte.

S'il y a repos absolu dans les *nœuds* de vibrations sonores, il doit y avoir silence complet, absence de toute sensation de sonorité pour l'organe qui s'y trouve placé. Cette circonstance est assez difficile à rencontrer ou à faire naître, à cause de l'effet produit par les ondes réfléchies, qui viennent placer des *ventres* là où il y a des *nœuds* provenant des ondes directes ; et l'on ne peut d'ailleurs souvent placer qu'une seule oreille dans un nœud, tandis que l'autre oreille est alors dans le ventre de l'onde sonore. Avec des ondes simples d'une certaine étendue, le phénomène est néanmoins facile à constater, surtout en se bouchant l'une des deux oreilles.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

son s'entend à peine; sa vitesse est beaucoup plus grande dans les liquides et les solides où elle augmente avec la densité, au contraire de ce qui se passe dans les gaz, et dans ce cas l'intensité diminue comme la rapidité augmente.

La **vitesse** du son dans l'air est d'environ 333 mètres par seconde, à *zéro;* de 337 mètres à 10°, et de 341 mètres à 16°. Dans l'acide carbonique, plus dense que l'air, la vitesse de son est de 116 mètres, un peu plus du tiers; dans l'hydrogène, 14 fois 1/2 moins dense que l'air, elle est de 1 269 mètres, presque quatre fois plus rapide. La vitesse du son est encore plus prompte dans l'eau que dans l'hydrogène; elle est dans l'eau de 1 436 mètres, un peu plus de quatre fois celle de l'air; enfin, dans la fonte de fer la vitesse du son est une fois et demie environ plus grande que dans l'eau, et dix fois et demie plus rapide que dans l'air.

Lorsque l'air atmosphérique est chargé de brouillard, il se comporte, pour la propagation des ondes sonores, comme s'il était mélangé d'acide carbonique; le son y marche moins vite; son intensité décroît d'autant et il s'éteint plus promptement, à tel point que par certains brouillards le son se trouve complétement anéanti.

Timbre. — Le *timbre* est la nature intime, la qualité particulière et intrinsèque d'un son; le timbre est complétement indépendant de la gravité ou de l'acuité des sons, plusieurs sons pouvant être d'accord ou à l'**unisson** parfait et avoir des timbres différents. Voici d'ailleurs une explication du timbre.

Un son est rarement pur de tout mélange d'autres sons, c'est-à-dire isolé de tout autre son; il est bien souvent accompagné de sons concomitants, harmoniques ou non harmoniques qui naissent en même temps : dans la circonstance des harmoniques, le son

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

est agréable à l'oreille, et dans l'autre cas, il est plus ou moins désagréable; il est même quelquefois pénible à entendre. C'est à ces circonstances particulières du son que l'on donne le nom de timbre; et l'on pourrait dire parfois que des bruits sont des sons plus ou moins mal timbrés.

Les sons étant donc presque toujours timbrés, c'est-à-dire accompagnés ou composés de plusieurs sons qui ont nécessairement des ondes différentes de grandeur, il est assez difficile, pour ne pas dire impossible, de rencontrer un *nœud* bien déterminé dans ces circonstances.

Chaque corps de la nature a sa manière propre de vibrer qui résulte : — de la disposition intime des molécules qui le composent; — des relations d'équilibre qui existent entre ces molécules; — de leur masse et de la forme de cette masse. Il s'ensuit naturellement des modes de vibrations qui facilitent les harmoniques agréables à entendre, ou déterminent des inharmoniques plus ou moins discordants et désagréables à l'ouïe.

Il est facile de se faire une idée des résultats de toutes ces différences, qu'on apprécie et que l'on signale par l'expression de Timbre. Il y a, pour ainsi dire, autant de timbres différents qu'il existe dans la nature d'objets rendant ce qu'on appelle improprement un son; car il est rare de trouver des sons ayant identiquement le même timbre, ce qui néanmoins peut se rencontrer plus ou moins fortuitement.

Les sons produits par l'écoulement d'un fluide gazeux n'ont généralement pas de timbre; ils se ressemblent tous, à hauteur et à intensité près. Chaque homme a sa voix parlée distincte de toute autre par son timbre; lorsque la voix chante, la distinction est moins sensible; mais lorsque l'on siffle avec les lèvres, il n'est plus guère possible de distinguer un timbre particulier.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Bruit et son. — Tout le monde n'est pas d'accord sur ce qu'on appelle *bruit* et *son;* bien des gens font une distinction et pensent que le bruit n'est pas un son parce qu'il n'est pas *musical*. Cependant certains sons musicaux ne sont souvent que du bruit plus ou moins désagréable ou pénible à entendre; et si l'on peut faire un *accord* irréprochable, un accord *parfait* avec trois bruits plus ou moins intenses, plus ou moins brefs, plus ou moins secs, le simple bruit ne peut-il pas alors devenir un son et même un son musical?

L'expérience qui détrône le bruit, et qui le range dans la catégorie des sons, est bien simple à faire, et chacun peut la répéter. Que l'on fasse, avec un mélange *détonnant* d'air et de gaz hydrogène, en les disposant sur une planchette, trois bulles demi-sphériques d'eau de savon, dont les diamètres soient entre eux comme les nombres 4, 5, 6, et dont les circonférences auront été préalablement tracées sur la planchette. Lorsque les trois demi-sphères seront ainsi disposées, qu'on les fasse toucher par un petit charbon incandescent, ou une étincelle électrique, et l'on obtiendra trois *détonations*, alternatives, ou simultanées, si l'on veut; trois bruits, courts et secs, qui donneront la sensation exacte de l'accord **ut, mi, sol**; peut-on dire que ce ne sont pas là des bruits, et que ces bruits ne sont pas des sons, voire même des sons musicaux?..

On peut déduire de cette expérience que le son existe dès la première vibration d'un corps quelconque, et que l'oreille le perçoit dans une fraction minime de seconde, comme l'œil perçoit instantanément la grandeur d'un objet. Si deux sons jaillissent en même temps, l'oreille apprécie instantanément leurs rapports quelconques, comme l'œil a la sensation également instantanée de la différence de grandeur de deux objets aperçus simul-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tanément. Il est vrai que l'image visuelle exige un certain temps pour être perçue, soit un dixième de seconde, et qu'elle ne s'efface pas instantanément; la sensation auditive paraît être plus prompte, moins durable et plus facilement remplaçable.

Réflexion. — Les ondes sonores, qui se propagent sphériquement, presque indéfiniment au milieu des espaces entièrement libres, se réfléchissent dans les espaces limités [1], de telle sorte que la ligne droite indi-

1. Les *rides* ou ondulations créées à la surface de l'eau, et venant se heurter contre les parois limitant la surface, s'y réfléchissent, et peuvent donner une idée exacte de la manière dont les ondes sonores sphériques sont répercutées par les surfaces qu'elles rencontrent dans leur marche. On peut ainsi *voir* de quelle manière elles se croisent par la réflexion, et comment il en coexiste différentes séries sur une même surface ; et l'on peut, par analogie, se *figurer* comment il peut exister dans l'espace différentes séries d'ondulations sphériques ayant des centres d'ébranlement différents.

Si un obstacle très-limité est placé en un point quelconque sur la marche d'une série d'ondes liquides *continues* (c'est-à-dire qui se répètent et se succèdent pendant un certain temps), on voit comment les ondes sont *réfléchies* et déformées par l'obstacle, et comment elles se reforment en partie, et se recomplètent, pour ainsi dire, mais avec moins d'intensité, après l'avoir franchi; ce qui explique comment et pourquoi l'on entend les sons derrière certains obstacles opposés à leur marche directe, et comment aussi parfois, derrière un obstacle, on est impressionné par des ondes réfléchies et nullement par les ondes directes.

Sur une *surface* liquide, les ondes ne sont réfléchies par les parois limitantes que dans un plan horizontal; tandis que dans l'*espace* les ondes sonores sont répercutées *en tous sens*, normalement à toutes les surfaces qui peuvent exister, quelle que soit leur forme. Ce sont presque toujours les surfaces planes et se coupant à angle droit, et surtout peu multipliées, qui produisent les réflexions sonores les plus intenses et les plus agréables en *musique* ou avec la voix chantante; mais ces réflexions sont toujours déplaisantes ou pénibles avec la voix parlante : c'est là un fait important qu'il ne faut pas perdre de vue dans la disposition et dans l'usage des salles diverses.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

quant la marche de l'onde *directe*, et la ligne indiquant la direction de l'onde *réfléchie* font deux angles égaux avec la normale des corps ou des surfaces qui font obstacle à leur marche indéfinie.

La réflexion est d'autant plus complète, d'autant plus parfaite, que les parois réfléchissantes sont plus unies, mieux polies et plus résistantes [1].

En effet, les parois minces, en participant à l'ébranlement général des ondes, absorbent une partie de la force vive de ces ondes, tandis que les parois plus résistantes, au contraire, réfléchissent presque complétement, et redoublent à chaque réflexion l'intensité des ébranlements sonores, les perpétuant, pour ainsi dire, pendant un temps plus ou moins long. C'est ce qui nous explique la durée plus ou moins prolongée des sons dans les espaces limités par des parois d'une nature et d'une disposition convenables à cet effet, et leur extinction ou leur absorption dans les espaces sans limites, ou dans ceux fermés seulement par des parois molles, souples et moelleuses.

Si le son traverse, dans l'atmosphère, des milieux différemment denses parce qu'ils sont à différentes températures, il se modifie en ce sens qu'il est d'abord en partie répercuté avant de pénétrer dans les milieux plus denses, et ensuite parce que sa vitesse est accélérée ou retardée par les différences de température existant dans les milieux traversés; son intensité est également influencée en plus ou en moins par toutes ces circonstances.

Pour se faire une idée de la répercussion des sons sur des surfaces de natures différentes, comme le

1. Nous donnons au chapitre VI deux figures qui indiquent le mode de réflexion des ondes sonores sur différentes surfaces de réflexion.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

marbre, le bois ou des étoffes moelleuses, qu'on se figure une bille de marbre, ou d'un métal dur, tel que le fer ou le bronze, tombant perpendiculairement sur chacune de ces surfaces : on voit clairement, sans qu'il soit besoin, pour ainsi dire, d'en faire l'expérience, quelles sont les réflexions qui doivent résulter de ces différents chocs. Sur le marbre, la bille rebondit d'une manière parfaite, à cause de l'extrême élasticité des deux corps durs ; sur le bois, la bille ne rebondira que faiblement, et encore bien moins sur l'étoffe moelleuse. Le marbre, le bois et l'étoffe sont néanmoins élastiques tous les trois, mais de trois manières différentes. Le marbre est élastique, mais en même temps *rigide ;* le bois est élastique, mais *flexible ;* et l'étoffe n'est pas sans élasticité, mais elle est *souple*. C'est l'élasticité la plus dure, la plus rigide, si l'on peut s'exprimer ainsi, qui convient le mieux à la parfaite répercussion du son, comme à celle de la bille que nous prenions pour exemple.

On peut rendre sensible aux yeux et à l'oreille la manière dont les ondes sonores sont amoindries, en partie détruites ou totalement éteintes, par leur contact avec les surfaces flexibles et souples, en faisant l'expérience suivante : si l'on monte une anche sur un tuyau en métal à paroi très-épaisse, le tuyau rendra un son quelconque ; si l'on adapte l'*anche* sur le même tuyau, mais construit en bois, le son produit sera moins intense et *plus bas ;* si enfin le tuyau est construit en feuilles minces de métal, de carton ou en parchemin, le son devient de plus en plus *grave*, quoique la masse d'air vibrante et contenue dans ces instruments soit toujours la même. Le son d'un timbre ou d'une cloche se baisse et se met à l'unisson d'un son donné, si l'on diminue d'une manière convenable l'épaisseur de sa paroi. Il est vrai

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qu'alors c'est le son du métal que l'on entend, bien plus que celui de l'air renfermé dans la capacité du timbre.

Ne perdons pas de vue en outre que les surfaces atteintes par l'onde sonore sont elles-mêmes ébranlées par le choc qu'elles en reçoivent, ce qui diminue d'autant la force active de l'onde dans sa réflexion. Mais les corps durs se laissent moins ébranler et renvoient mieux l'onde sonore; tandis que les corps moins durs sont plus ébranlés et absorbent pour ainsi dire l'onde sonore, soit pour y substituer leurs vibrations propres, soit pour les anéantir plus ou moins complétement.

Nous ne saurions trop insister ni trop attirer l'attention sur la nature des parois qui jouent des rôles si différents en Acoustique. Pour réussir sur ce point, il faut que l'Architecte constructeur possède la science des parois, comme il possède l'art du dessin, des combinaisons architecturales, la science des équilibres, toutes les ressources des matériaux, etc.

Les parois limitent toujours des volumes ou des espaces aériens; les volumes sont relativement petits; les espaces sont plus ou moins grands. Quand les parois limitent des volumes, elles constituent des instruments où l'air est l'agent actif, mais où les parois jouent un rôle qui modifie le timbre, l'intensité, et les bonnes ou mauvaises qualités de l'instrument. Dire que la nature de la matière qui forme la paroi d'un instrument n'influe en rien sur sa qualité, comme quelques-uns l'affirment, c'est faire preuve d'une organisation qui n'est pas sensible à ces différences; c'est se laisser prendre à de grossières apparences.

Quand les parois limitent des espaces aériens, ces parois sont toujours plus ou moins absorbantes, plus ou moins répercutantes. Dans le premier cas, elles laissent les sons originels parfaitement purs, sans ren-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

forcement, sans modification ; dans l'autre cas, elles répercutent plus ou moins utilement, et en répercutant, elles vibrent elles-mêmes sous l'influence de l'action qui a déterminé ces répercussions; elles ajoutent leurs vibrations propres à celles réfléchies, en modifient le timbre, et peuvent leur être utiles ou nuisibles; tout cela suivant les circonstances que l'expérience seule peut apprendre à connaître, mais uniquement quand on possède l'aptitude nécessaire pour acquérir cette connaissance dont on peut plaisanter parfois, quand on ne la comprend pas, mais qui ne sert qu'à une chose, se maintenir du côté du plus fort en nombre, ce qui est regrettable.

Intensité directrice. — Outre leur propagation directe ou réfléchie en ondes sphériques, les sons affectent une intensité plus grande dans la direction vers laquelle ils sont émis; de telle sorte qu'autour d'un centre d'ébranlement sonore on n'entend pas toujours également bien de tous les points; tandis qu'on entend mieux, comme chacun a pu le remarquer, si l'on se trouve dans le sens vers lequel les sons se dirigent, soit que ces sons partent d'un instrument à vent, d'un orifice quelconque ou d'un organe vocal.

Cette intensité particulière dans la direction des sons, et leur genre de réflexion auraient dû conduire plus tôt à trouver la forme la plus convenable à donner à certaines salles de réunions, et l'on verra que ce qui favorise le mieux l'Acoustique est aussi ce qui satisfait le mieux à certaine condition d'Optique, telle que la disposition relative d'un Auditoire et des objets à voir.

Un autre genre, ou plutôt une autre cause d'intensité du son résulte des courants atmosphériques qui favorisent le développement des ondes sonores et les entraînent beaucoup plus loin que ne peut le faire une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

atmosphère tranquille et immobile. Mais ces courants agissent d'une manière tout à fait contraire dans le sens diamétralement opposé : ainsi, on entend mieux le son lorsqu'on est sous le vent qui le porte, pour ainsi dire ; et on l'entend moins bien, et parfois pas du tout, lorsqu'on est du côté opposé, du côté d'où vient le vent qui l'emporte plus ou moins suivant son intensité, dans une seule et même direction, comme une rivière — ce chemin qui marche, — emporte les ondes circulaires créées à sa surface. En outre, lorsque les ondes sonores encrontrent un vent qui marche contre elles, parfois elles s'y heurtent, et sont plus ou moins réfléchies par ce heurtement, à tel point que souvent les ondes ne passent pas du tout, et qu'on n'entend rien du côté d'où vient le vent, tandis que, du côté opposé, le son se perçoit avec plus d'intensité, parce qu'il est presque doublé par la réflexion.

Ces phénomènes remarquables ne se passent ainsi que dans une atmosphère illimitée, et où il n'existe aucun obstacle solide ou d'une résistance relative, qui puisse donner lieu à la répercussion des ondes sonores; mais rien de semblable ne peut avoir lieu dans les espaces limités, bien que beaucoup de personnes, trop peu familiarisées avec les phénomènes acoustiques, aient cru devoir proclamer, à l'instigation les unes des autres, que les courants d'air intérieurs entraînent les sons et les rendent plus distincts dans leur direction et dans certaines parties des Salles. Le fait fût-il exact au fond, et supprimât-on arbitrairement toute réflexion, que serait un courant d'air existant dans une Salle, qu'il soit déterminé par une bouche de chaleur ou par l'appel d'un lustre, et qui fût capable d'exercer une influence appréciable sur la marche des ondes sonores? Il faudrait donner à ce courant une vitesse qui serait bien incom-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mode pour l'Auditoire; car en supposant la vitesse du vent d'une tempête, de 33 mètres par seconde, dans une Salle close ce qui est inadmissible, on n'augmenterait la marche du son que d'un dixième de sa rapidité normale : est-ce là une raison plausible pour venir dire que le lustre des Salles ordinaires de Théâtres attire les sons dans sa cheminée, au détriment des Auditoires? Et il est une remarque à faire, c'est que le vent marche, les courants d'air marchent, et ce mouvement de l'air, essentiellement inhérent au vent et aux courants d'air, incommode plus ou moins les personnes qui s'y trouvent exposées : tandis que les ondulations sonores, quelle que soit leur rapidité et leur amplitude, restent insensibles au contact des individus, et n'affectent que l'appareil auditif, à moins cependant qu'on n'ait affaire à des bruits excessifs, qui alors peuvent vous remuer très-vivement à cause de leur intensité [1].

L'air à la fois véhicule et corps sonore. — Tous les corps de la nature peuvent entrer en vibration sous l'influence d'un choc *direct* qui, en occasionnant un dérangement dans l'équilibre des molécules, y établit, comme nous l'avons dit précédemment, des oscillations réglées suivant certaines lois, et, par suite, des sons de différents timbres plus ou moins intenses, plus ou moins perceptibles, agréables ou blessants pour l'organe de l'ouïe.

Mais tous les corps peuvent être mis en vibrations périodiques par une cause *indirecte*, par le contact immédiat ou médiat avec d'autres corps en vibration : ils peuvent enfin entrer en ébranlements sonores sous l'in-

1. Voici la vitesse de divers courants d'air : vent modéré, 2 mètres, par seconde ; vent frais, 10 mètres; vent fort, 20 mètres; tempête, 25 mètres; ouragan 40 mètres. Cette dernière rapidité n'est que le huitième environ de la vitesse du son dans l'air atmosphérique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fluence des vibrations des fluides pondérables, tels que l'air, avec lesquels ils sont en contact.

L'air est donc le **véhicule** des sons, et sans ce fluide au milieu duquel nous vivons, les sons n'existeraient point pour nous (1) : éminemment élastique et subtil, non-seulement il se laisse traverser aisément par un ébranlement sonore sans quelquefois y prendre part d'une manière sensible pour notre organe, comme dans le cas de la propagation du son entre deux plans formant un angle dièdre continu; mais encore il se prête avec la plus extrême facilité à tous les mouvements, à toutes les ondulations périodiques ou non périodiques; tous les genres de mouvements et de fluctuations peuvent coexister en lui simultanément, tantôt sans influence appréciable les uns sur les autres, et tantôt s'influençant d'une manière plus ou moins considérable, plus ou moins sensible à notre oreille. Il est essentiel de ne pas perdre de vue ce dernier phénomène qui explique bien des singularités.

Mais l'air n'est pas seulement le simple et précieux véhicule des sons; il est lui-même un corps éminemment sonore, et capable de rendre seul — mais dans des circonstances données — tous les sons les plus

(1) Au moyen d'une expérience faite dans le *vide*, on démontre que le son se propage dans l'air, et qu'il n'existerait pas pour notre organe sans ce fluide qui nous le transmet. Si l'on place un timbre, suspendu par un fil très-ténu, ou sur du coton cardé, sous le récipient d'une machine pneumatique, ce timbre, ébranlé par l'action d'un mouvement d'horlogerie, fera entendre le son qu'il produit à travers la cloche formant récipient; à mesure que le vide s'opère, les ébranlements sonores deviennent moins intenses, puis s'éteignent complétement, pour reparaître ensuite avec leur intensité primitive, lorsque le vide a cessé. Tout autre corps fluide ou gazeux, subsitué à l'air dans le récipient de la machine, fait reparaître les vibrations sonores, avec des intensités qui varient en raison des densités des fluides ou corps gazeux introduits.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

variés : depuis le sifflet le plus aigu jusqu'à l'orgue le plus grave, tous les instruments à vent démontrent l'immense sonorité du fluide aérien.

L'air, entrant en vibrations réglées, produit non-seulement des sons appréciables et appartenant à l'échelle musicale ; mais, le plus souvent, il donne lieu à des sons particuliers, et qui ne paraissent en dehors des précédents que parce qu'ils sont plus faibles, toujours multiples, ce qui empêche le plus fréquemment d'en distinguer la valeur. On ne dit pas généralement, quoiqu'on puisse le faire, qu'une Salle, qu'un espace rend un son, et des accompagnements harmoniques de ce son primitif; mais on dit simplement que la Salle ou l'espace est *sonore*, sans que, dans ces circonstances particulières, on attache d'importance aux causes du son, à sa valeur et à ses qualités. La *sonorité* n'est cependant que le résultat de sons très-réguliers et de leurs concomitants harmoniques ou inharmoniques, qui sont créés dans ces localités.

Les espaces plus ou moins restreints, limités en partie seulement, ou de toutes parts, deviennent ainsi comme de grands instruments à vent; la *sonorité* de ces espaces n'est due qu'à ce que l'air qui s'y trouve contenu entre en ébranlements réglés, et qu'il vibre de ses vibrations propres, lesquelles s'arrangent et se modifient suivant les lieux et leur étendue, se laissant d'ailleurs influencer ou modifier par les parois avec lesquelles elles sont en contact. Donnons quelques développements à l'appui de ces faits.

Le mouvement ondulatoire de l'air se transmet d'une manière particulière entre deux plans inclinés, par exemple entre deux planches réunies à angle droit par un de leurs bords. On n'a alors que la moitié d'un tuyau carré qui serait divisé diagonalement, et l'air contenu

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

entre deux parois seulement et libre du côté opposé, se comporte déjà comme un corps sonore ; non-seulement il transporte un son avec plus de facilité qu'en pleine liberté, mais il le transporte d'une manière particulière et qui prouve qu'il possède des vibrations à lui propres.

L'air ainsi *délimité*, comme il l'est au surplus dans tous les instruments à vent, constitue un corps sonore ayant sa *forme* et sa *masse* particulières. Sa forme n'influe que très-peu sur ses propriétés vibrantes ; sa masse, au contraire, constitue une *hauteur* de *son* dans l'échelle musicale ; de sorte qu'à telle masse d'air correspondent tel son, et les harmoniques de ce son ; puisque chaque masse rendant un son est susceptible de rendre en même temps les sons à l'octave, et tous les concordants du son primitif. L'air, dans l'espace, vibre des vibrations qu'il transmet ; mais l'air, quelque peu limité, par deux planches seulement, par exemple, forme un corps en quelque sorte séparé de la masse ambiante, ou du moins déjà suffisamment séparé pour constituer un corps vibrant, qui se comporte alors comme un corps solide. Il est facile d'ailleurs de concevoir qu'un ébranlement ténu, produit sur une grande masse plus ou moins étendue, sera insensible, tandis que cet ébranlement agira très-sensiblement sur une masse comparativement minime, et y déterminera des ondulations réglées et sonores.

Tout le monde a pu éprouver un exemple de transmission du son suivant l'intersection de deux plans, dans l'une des salles du Conservatoire des arts et métiers, à Paris, où deux interlocuteurs peuvent se parler à voix basse dans les deux angles diamétralement opposés de la salle, sans que les personnes placées dans le milieu puissent rien entendre de ce qui se dit. Les sons se

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

propagent suivant l'arête de la voûte en arc de cloître et dans l'angle que ses parois forment entre elles, de la même manière qu'ils le feraient dans un conduit formant tuyau.

La marche du son, dans ce cas particulier est sans doute déterminée par l'obstacle qu'opposent les deux plans angulaires à l'extension normale des ondes sonores, qui alors ne pouvant se dilater en raison du carré de la distance, ne perdent qu'une partie de leur intensité et peuvent ainsi être perçues dans un lieu assez éloigné de leur origine.

L'air, dans les espaces libres, transmet à des distances très-grandes des ondulations sonores dont nous n'avons pas conscience, quoique nous soyons placés dans leur trajet. Arrivées sur certaines parois qui font obstacle à leur marche, les ondes se réfléchissent ; et si la paroi réfléchissante peut, par sa forme, concentrer les ondes, les sons deviennent très-appréciables pour l'oreille qui se trouve au centre de réunion des ondulations convergées. Une calotte sphérique, une voile enflée par le vent, peuvent réaliser ce phénomène d'une manière frappante et à des distances très-considérables.

Que l'on se trouve placé dans une ouverture béante, pratiquée dans une paroi verticale ou dans le plafond d'une salle dans laquelle des sons à entendre se produisent ; on n'y perçoit ces sons que très-imparfaitement, si cette baie ne communique pas avec un espace limité, si elle est ouverte sur un espace libre, au dehors ; mais que cette baie donne accès à un espace limité, les ondes sonores qui y pénètrent s'y répercutent en raison de la nature et de la forme des parois, et alors les sons créés dans la salle y deviennent perceptibles, de presque nuls qu'ils étaient dans le premier cas.

Dans les tuyaux d'orgue les plus simples, fermés sur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

quatre faces, ou ronds, et ouverts aux deux extrémités, il est encore évident pour tout le monde, à la vue de la première expérience, que l'air donne des sons à lui propres, par suite des oscillations réglées qu'on lui imprime. Quelle que soit d'ailleurs la forme du tuyau d'orgue, qu'il soit ouvert ou fermé d'un bout, long, à section carrée ; qu'il soit cylindrique, cubique ou sphérique, ou composé de quelques-unes de ces formes réunies, l'air qu'il contient peut toujours entrer facilement en vibration, et produire des sons d'une variété infinie, et correspondant toujours à la masse des volumes d'air *contenus*, lesquels se divisent en parties vibrantes et se comportent d'une manière analogue à celle des verges, des corps solides et des cordes, pour rendre des sons primitifs toujours accompagnés de leurs harmoniques, ou sons concordants, et parfois non concordants.

Des limites existent dans les dimensions connues des instruments de Musique, depuis les plus aigus jusqu'aux plus graves ; mais rien ne prouve qu'on soit arrivé, dans la confection de ces instruments, au maximum de puissance ; tandis qu'au contraire, tout, en Physique, nous démontre qu'on peut amplifier considérablement les sons graves, en augmentant la capacité des instruments. La difficulté, s'il en existait, ne consisterait que dans le moyen de mettre en ébranlement périodique de grandes masses d'air, et d'y déterminer les vibrations sonores qui conviennent à leur étendue. Il suffirait sans doute d'un simple essai pour arriver à la réussite, et obtenir quelque résultat nouveau[1].

1. On peut se rappeler à ce sujet le grand instrument en cuivre d'un immense développement contenu dans une hauteur d'environ trois mètres, exigeant deux hommes pour être porté, et dont un seul exécutant tirait, sans effort, des sons extrêmement remar-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On parvient facilement, par la pensée, à de très-grandes dimensions, dont la réalisation a lieu parfois, sans qu'on la cherche, non pas pour produire des sons réglés et appartenant à l'échelle musicale, mais pour causer des inconvénients dont il est souvent utile de se débarrasser.

On peut concevoir en effet des tuyaux d'orgue tellement grands qu'on pourrait y pénétrer et s'y promener : certains vestibules, couloirs, corridors ; certaines pièces, entièrement vides, de nos habitations, et de toute construction, en général; les niches, les voûtes; des espaces naturels enfin, tels que des allées de charmilles et des salles de verdure; des grottes, des souterrains, etc., sont parfois de véritables tuyaux d'orgue, dont l'air qu'ils contiennent est toujours prêt à entrer en oscillations périodiques, suivant sa densité, son volume et la nature des parois limitantes. Qui n'a pas été à même de remarquer souvent, dans chacun de ces espaces, des *résonnances* particulières, locales, qui y existent parfois, sous l'influence de certains sons, de certaines voix? et qu'est-ce que ces *résonnances*, sinon un *son* appartenant à la masse d'air, et qui est le résultat de vibrations à elle propres?

Dans la partie de l'atmosphère où voyagent les nuages, souvent aussi des espaces considérables sont plus ou moins limités par des masses de vapeur aqueuse, les nuées, et deviennent les grands instruments qui produisent le bruit du tonnerre. Le phénomène de la réunion subite des fluides électriques détermine des ébranlements périodiques qui, à leur tour, engendrent dans ces espaces limités de magnifiques vibrations sonores d'une

quables par leur gravité et leur intensité, au moyen d'une simple embouchure de cor ou de trompette (Sax).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ampleur encore inusitée parmi les moyens que nous savons créer, et qui se prolongent ensuite, par le retentissement successif des échos.

Nos Salles et nos Amphithéâtres sont donc, pour ainsi dire, de grands **Instruments d'Acoustique**, et dans lesquels, selon leurs *destinations spéciales*, l'air doit agir, ou comme simple *véhicule* des sons, ou comme *corps sonore* lui-même, mis en ébranlement réglé, par d'autres sons que l'on y détermine. Dans le premier cas, l'*Instrument acoustique* ne *doit* pas exister; dans le second, au contraire, il *faut* qu'il existe; et il s'agira alors de le régler, c'est-à-dire d'en faire un instrument convenable. Il faudra donc, selon leur spécialité, *étouffer* ou *favoriser* les ondulations sonores dans ces localités; et on les amènera, dans certains cas, en employant concurremment les deux moyens d'étouffement et d'excitation, au point nécessaire pour atteindre le plus convenablement le but qu'on se sera proposé.

On doit concevoir que toutes ces circonstances si variées et si multiples rendent impossibles des règles fixes qu'il n'y ait qu'à suivre machinalement dans la construction des Théâtres principalement; qu'on doit préférer alors se mettre de compte à demi avec le hasard, et qu'au au lieu de se montrer expert, il est beaucoup plus commode de dire que les plus instruits en Acoustique ne sont pas d'accord entre eux, et qu'ils ne savent pas le premier mot vraiment utile à la pratique. (Voir *le Théâtre*, par Ch. Garnier, chap. ACOUSTIQUE.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE III

PHONIQUE MUSICALE, ORIGINE ET CONSTITUTION DES GAMMES [1].

Nous avons considéré le son, au chapitre qui précède dans son origine, sa transmission, sa perception ; dans son intensité ; dans ses réflexions, etc. Pour compléter ce que nous pouvons en dire, nous allons considérer le son sous le rapport de son *acuité* relative, qui, jointe à sa *durée*, constitue, avec le *rhythme*, la base ou les éléments de l'Art musical. Le son, simplement considéré sous ce rapport, et abstraction faite de l'Art esthétique, peut s'appeler la *Phonique musicale*, qu'il est plus utile de connaître que l'Art musical proprement dit, pour les applications générales de l'Acoustique aux Salles de réunions.

Lorsqu'un corps vibre et rend un son, ses vibrations

1. Ce chapitre est peut-être un peu étranger à l'Acoustique des Salles de réunions; il intéressera néanmoins quelques peu ceux des Musiciens qui n'ont pas de répugnance pour la théorie de leur Art ; et il ne peut pas être complétement dépourvu d'intérêt pour les Architectes qui s'occupent de l'Acoustique des Salles de réunions qui d'ailleurs peuvent aussi s'occuper de Musique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

peuvent être plus ou moins fréquentes ou rapides dans un temps donné [1]; c'est cette différence dans la fréquence ou la rapidité des vibrations qui constitue la multitude infinie des sons, et parmi eux les sons particuliers, dits musicaux, qui sont des *individus* caractérisés dans la quantité absolument *innombrable* des sons musicaux et autres, qui peuvent être perçus par l'organe humain.

S'il y a pour notre organe des limites inférieures et supérieures, en deçà et au delà desquelles les sons ne sont pas perçus, ils n'en existent pas moins *virtuellement ;* et il n'y a pas un seul nombre de vibration qui ne donne un son ; les fractions même de nombre différencient les sons : s'il en était autrement, il y aurait des intermittences dans les sons qui montent ou qui descendent de l'aigu au grave, lorsqu'on fait, par exemple, vibrer l'air d'un tube qu'on raccourcit ou qu'on allonge lentement et continuement pendant qu'il sonne ; ou une corde qui est tendue ou distendue pendant qu'elle vibre, etc., etc. Dans ces circonstances, les nombres de vibrations changent à chaque fraction incommensurable de temps, et le son suit nécessairement la marche des vibrations dont il est la conséquence sans jamais offrir aucune lacune.

Le son est donc essentiellement *un nombre*, surtout si on le considère sous le rapport de son *acuité* ou *gravité*, qui sont toujours indépendantes de son intensité et de son timbre. L'acuité, qui résulte du nombre de vibrations, est toujours relative à la gravité qui est con-

1. Il y a plusieurs moyens de compter les nombres de vibrations qui déterminent les sons : — Les roues dentées de Savart, la syrène de Cagnard-Latour ; le sonographe ou style écrivant les vibrations ; et enfin les procédés photographiques qui saisissent à la fois le nombre des vibrations et la forme des ondulations sonores.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

stituée par un nombre inférieur à celui de l'acuité : ce qui est grave peut être l'aigu d'un son plus grave ; et l'aigu peut être le grave d'un son plus aigu.

Tous les sons ont entre eux des *rapports acoustiques* corrélatifs aux rapports *numériques* des vibrations qui les constituent. Ces rapports *d'audition*, corrélatifs des nombres, sont appréciés à leur juste valeur par l'oreille humaine, lorsqu'elle est suffisamment douée ou exercée ; et ces rapports nous font éprouver, selon les circonstances, des sensations plus ou moins agréables, plus ou moins pénibles.

Les sensations auditives ne s'expliquent pas par elles-mêmes, dans le plus ou le moins d'agrément qu'elles nous font éprouver. La physique cherche, elle trouve la cause des effets dont elle rend compte, mais sans expliquer davantage les sensations.

Tous les rapports numériques commensurables entre eux, mais dans de certains rapports seulement, donnent toujours lieu aux sensations agréables ; et les rapports incommensurables donnent toujours lieu aux sensations pénibles ou désagréables.

Les rapports commensurables peuvent être appréciés dans leurs résultats auditifs, consécutivement ou simultanément, ce qui fait naître deux genres de sensations au résultat desquelles on a donné les noms de *mélodie* et *d'harmonie*.

Les sons musicaux, considérés dans leurs rapports, doivent être fixes dans leur nombre de vibrations, sous peine de devenir discordants ; ils doivent être *tenus*, qu'ils soient continus ou discontinus. Parfois cependant ils ne cessent pas d'être musicaux lorsque le nombre de vibrations se modifie graduellement, et qu'ils ne sont plus tenus ; c'est quand un son passe *continûment* d'un degré à un autre, soit au grave, soit à l'aigu : dans ce cas,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le discord ne se produit pas; il détermine au contraire un certain charme pour l'oreille.

Il est curieux de voir comment les GAMMES modernes [1] sont arrivées naïvement et instinctivement dans la pratique de l'Art musical, dont elles sont le principal élément [2].

L'organe humain a été sensible aux rapports acoustiques des sons — aux rapports mélodiques et harmoniques, — bien avant qu'on découvrît la cause réelle des sons — les vibrations; et c'est bien avant surtout qu'on ait pu compter ces vibrations invisibles, longtemps incroyables, comparer leur nombre et découvrir les lois si simples de leurs rapports mélodiques ou harmoniques.

L'Art naissant a nécessairement procédé ainsi qu'il suit : il a fixé, afin de les retrouver et s'en servir au besoin, au moyen de quelques corps sonores, ou instrument primitifs, les sons qui ont semblé avoir des rapports auditifs entre eux; il en a fait des échelles allant du grave à l'aigu; puis il a tout simplement *numéroté* les divers degrés obtenus empiriquement, degrés dont le nombre a dû varier selon les progrès des découvertes ou tentatives des praticiens et de l'autorité qu'ils ont pu se donner sur leurs contemporains. De nombreux siècles se sont passés dans ces tâtonnements, et finalement, lorsqu'une échelle a paru complète, elle s'est trouvée être composée dans nos temps modernes, et en recevant le nom de *gamme*, de sept degrés numérotés de

1. Gamme est le nom donné aux diverses séries ou échelles de sons musicaux; — vient de γαμμα, lettre grecque, Γ, qui désignait le son d'une corde faisant partie d'une série adoptée chez les Grecs.

2. « La *gamme* est la base de la Musique; » Halévy ne dit ni le pourquoi ni le comment de cette base.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1 à 7, mais avec un 8e degré servant de 1er degré à l'échelle suivante, identiquement semblable, mais plus aiguë. Ce *huitième* degré donnant d'ailleurs son nom d'OCTAVES aux différentes échelles qui se suivent en montant du grave à l'aigu, ou en descendant du grave au plus grave. Telle est la très-naïve origine des huit sons conjoints et du nom de l'*octave*, ainsi appelée uniquement à cause du nom de son numéro d'ordre [1].

On s'est aperçu, à l'audition et à l'usage, que tous les degrés de l'octave n'étaient pas égaux dans leurs espacements ; qu'il y avait 5 grands intervalles et 2 petits ; on a remarqué que ces intervalles inégaux sont placés sans symétrie : 2 grands, 1 petit ; 3 grands et 1 petit. Jamais on n'a cherché à expliquer cette bizarrerie, et la pédagogie musicale s'est contentée de décider et d'affirmer, sans preuve aucune, que les petits intervalles sont moitié des grands, ou que ceux-ci sont doubles des petits. On ne s'est jamais enquis de ce qui rendait plus grand ou plus petit ce qu'on désignait par le nom d'intervalle, ni des causes qui constituent l'intervalle.

Cette décision arbitraire, mais si commode, des praticiens peu instruits ou peu soucieux de la science positive, a fourni à la pratique musicale une division, qui a semblé naturelle et fort ingénieuse, de l'octave en 12 demi-parties qu'on a déclarées être toutes parfaitement égales entre elles. On leur a donné le nom de *demi-ton*, et il s'ensuit, sans plus ample informé, que la gamme est composée de 12 demi-tons répartis en 5 tons et 2 demi-tons. C'est là le code suprême de l'Art musical, tel qu'il s'enseigne aux catéchumènes, et tel qu'il se pratique depuis des siècles sans qu'on y puisse rien

1. « Le *chant* que forme ces *huit* sons lorsqu'on les chante de suite, s'appelle la *gamme*. » Halévy ne dit pas ce que peuvent être ces huit sons : c'est un chant, et voilà tout !

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

changer, tant l'habitude et la routine sont plus puissantes que la vérité et que l'expérience et les raisonnements les plus judicieux qui puissent intervenir pour la démontrer.

Si l'on compare entre eux les divers degrés de l'échelle musicale ainsi formée, on leur donne, pour les distinguer, des noms qui résultent tout simplement de leurs positions relatives, indépendamment de leurs noms propres; et si l'on veut désigner l'intervalle compris entre deux degrés ou entre deux sons contigus, on dit : intervalle de seconde, — du premier au second; — et comme il y a de grands et de petits intervalles dans les degrés contigus, qu'on appelle généralement conjoints, on ne sait trop pourquoi, on dit : **seconde majeure** et **seconde mineure**, c'est-à-dire grande seconde et petite seconde. D'autres, et en plus grand nombre, appellent ces intervalles : **ton** et **demi-ton**, sans qu'il y ait aucune raison à donner de ces expressions.

Si l'on considère l'intervalle entre le 1er et le 3^{e} degré, on dit : **Tierce**, c'est-à-dire intervalle du premier au *troisième* degré, comprenant deux intervalles de seconde; et comme il y a des intervalles de tierce, composés de deux grandes secondes, et des intervalles de tierce composés d'une grande et d'une petite secondes, — de deux tons, ou d'un ton et d'un demi-ton, — il y a des tierces grandes et des tierces petites, qu'on appelle **tierces majeures** et **tierces mineures**, mais, nous le répétons, jamais le praticien n'a aucun souci de connaître la cause qui différencie les sons, et qui constitue les intervalles; il peut se contenter de les faire *justes*, et c'est déjà beaucoup.

Les expressions de **quarte**, **quinte**, **sixte** et **septième**, ont toutes la même signification relative, la même origine et la même raison d'être, sans qu'on en ait donné

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ou cherché la moindre explication. Les plus savants Professeurs vous disent : Le fait est ainsi, parce que... il est ainsi !...

Les degrés de la gamme ainsi formée *instinctivement* de sons remarqués et fixés sur des tubes, des tiges, des cordes, ou sur des touches, le tout *numéroté*, ont reçu le nom de **notes** auxquelles il a fallu attribuer des vocables individuels, pour les distinguer, les signaler et les reproduire à volonté.

A l'époque où l'on a pris les lettres de l'alphabet pour désigner les sons de la gamme, on a mis A sur le 6e degré, qui était alors le premier; B sur le 7e; C sur le 8e et sur le 1er; D sur le 2e; E sur le 3e; F sur le 4e; G sur le 5e.

Plus tard, on a donné d'autres noms aux notes; on les a désignées, par ordre ascendant d'acuité, par les noms suivants : **ut, ré, mi, fa, sol, la, si, ut.**

On a donc ainsi trois moyens de désigner les sons relatifs qui constituent les notes de la gamme musicale, et que voici réunis :

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 1.
C, D, E, F, G, A, B, C.
ut, ré, mi, fa, sol, la, si, ut.

La première ligne de chiffres, qui représente les quantités successives et la position des degrés, sert aussi à exprimer, et à écrire, si l'on veut, les noms indiqués à la troisième ligne : ainsi 3 veut dire **mi**; 7 veut dire **si**, etc., comme D veut dire **ré**; G veut dire **sol**, etc.

Quand on a voulu établir une gamme musicale, avec ses relations reconnues et adoptées à partir du son appelé **fa**, F, 4; on s'est aperçu que le terme **si**, B, 7, était trop haut, et qu'il fallait le baisser, le rendre plus

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

doux, plus *mou*, pour qu'il fasse l'effet de **quarte**, **ut**, **fa** primitif, avec le **fa**, F, 4. Comme le **si** s'écrivait au moyen d'un B formé de lignes droites, qu'on pouvait appeler **b carré**, on a exprimé le **si** plus bas, ou plus doux, en donnant au *b* une forme arrondie, plus *molle;* et l'on a appelé le **si**, abaissé suivant l'exigence de l'oreille, bien que ce ne soit plus le même son, un **si bémol** (B mol); plus tard, l'expression a été retenue pour tous les cas semblables; et quand on a voulu **bémoliser** les notes, c'est-à-dire les remplacer par des sons plus bas, on les a affectées d'un signe représentatit de l'effet à produire et marqué ♭.

Quand on a voulu établir une gamme musicale à partir du **sol**, G, 5, on s'est aperçu que l'avant-dernier terme, *fa*, F, 4, était trop bas, et qu'il fallait, pour satisfaire à l'exigence de l'oreille, élever le son *fa*, F, 4, pour qu'il fasse, avec le son **ré**, D, 2, une tierce majeure, comme celles que forme le *si*, B, 7, avec le **sol**, G, 5. On n'a pas pu durcir la lettre F comme on avait amolli la lettre B; on s'est contenté d'ajouter une barre horizontale au chiffre 4, et d'en faire le signe ♯ qui ressemble à la réunion de deux 4 dont l'un est renversé.

Toutes les fois que pareille circonstance s'est présentée, on a adopté ce signe pour exprimer le haussement d'un son. On a donné à ce signe le nom de **dièse**; et au Son remonté, c'est-à-dire totalement changé ou plutôt remplacé, en un mot au **remplaçant**, le nom du Son **dièsé**, que l'on prétend, on ne sait trop pourquoi, dérivé de διεσις, laisser passer.

Les Sons **bémolisés** et **dièsés**, qui conservent ainsi les mêmes noms quand ils sont devenus tout autres sous des appellations très-vicieuses qui constituent des obstacles fort sérieux aux études musicales qu'elles entravent par des difficultés qui révoltent le bon

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sens, quand l'habitude contractée ne l'a pas perverti.

Telle est l'exacte analyse de la gamme musicale; elle n'a rien, comme on le voit, de satisfaisant au point de vue du raisonnement et de la Science acoustique. La gamme réelle de la Musique et celles qui en dérivent sont rationnellement établies, comme nous allons l'exposer.

Rappelons d'abord qu'en musique on donne le nom d'**intervalle** à l'espace compris entre deux sons qui ont entre eux des rapports que l'oreille apprécie, et qui sont commensurables par les nombres de vibrations qui les constituent : d'où l'on peut conclure que l'intervalle est constitué en réalité par le nombre qui établit la différence entre deux autres nombres; et surtout par le rapport qui existe entre ces nombres constitutifs des sons qui limitent l'intervalle.

Le rapport le plus grand qui existe en Musique est celui de deux sons dont les nombres de vibrations sont entre eux comme un est à deux ; ils constituent les deux termes de ce qu'on a appelé l'**octave**, et ils renferment dans leur espace ce qu'on nomme la **gamme**, c'est-à-dire une série de divers sons intercalés entre ces deux sons extrêmes qui leur servent comme de pivot ou de contre-pivot. Tous les sons intercalés dans l'octave pivotent, en effet, sur l'un et sur l'autre de ces extrêmes auquels on a donné le nom de **toniques**; ils se rattachent tous, par des rapports numériques à l'un et à l'autre terme extrême.

Ces termes pivotaux ont reçu dans la nomenclature habituelle des sons musicaux, les noms de **ut** grave et **ut** aigu. La différence numérique entre ces deux sons est *un*, mais l'un des sons, considéré comme nombre de vibrations, est double ou moitié de l'autre ; c'est donc ce rapport de moitié ou de double qui constitue l'in-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tervalle ou le rapport octavique primordial et pivotal.

Le premier son qui s'intercale dans l'espace octavique est celui qui divise numériquement l'espace en deux parties égales ; c'est un son qui est représenté par le nombre 3 quand on fait les toniques au moyen des nombres 2 et 4. La première différence entre 2 et 3 est égale à la différence entre 3 et 4 ; mais les rapports sont inégaux. Le son pivotal du bas est composé d'un nombre de vibrations qui est les deux tiers de celui du milieu ; or celui-ci est composé d'un nombre moitié plus grand, en même temps qu'il offre les trois quarts de celui du haut, ce dernier étant composé d'un nombre de vibrations d'un tiers plus grand que celui du milieu.

Ainsi l'intervalle ou l'espace octavique est divisé en deux intervalles qui présentent un rapport de 2 à 3, suivi d'un rapport de 3 à 4. Ces rapports s'appellent **quinte** et **quarte**. On a donné à la fonction de ce son médian de la gamme ou de l'octave le nom de **dominante** ; il est en effet, dans la gamme usuelle, le son qui paraît le plus important après les toniques ou pivots qui lui donnent l'un et l'autre la valeur, mais qu'il semble dominer [1]. Comme vocable, c'est un *sol* si les pivots s'appellent *ut*. Si les pivots ou toniques s'appellent *sol*, la dominante s'appelle *ré* ; *ut* devient dominante, si les pivots sont *fa*, etc.

L'intervalle ou l'espace octavique se divise en outre en trois parties égales lorsqu'on représente les deux pivots par des sons dont les nombres de vibrations sont entre eux comme 3 et 6. On a dans ce cas des sons re-

1. Ne serait-ce pas plutôt à cause de son appellation parmi les noms consacrés aux diverses notes de la gamme, qu'il produirait sur l'oreille l'effet de *dominante* ? — quand on prend et que l'on nomme le son *si* pour dominante, avec le *mi* pour tonique, l'effet est tout autre qu'avec la dominante *sol* de la gamme d'*ut*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

présentés par les nombres 4 et 5, et les représentants de la série composée de quatre sons se trouvent être : 3, 4, 5, 6. Les trois différences sont égales, mais les rapports sont différents : on a un premier rapport de 3 à 4, puis un rapport de 4 à 5, et enfin un rapport de 5 à 6, lesquels vont tous diminuant graduellement : c'est cette diminution, comme dans tout autre cas semblable, qui constitue le charme particulier inhérent à leur audition. On leur a donné les noms de **quarte, tierce majeure** et **tierce mineure**. Lorsque les pivots ou toniques s'appellent *ut*, le terme du premier tiers de l'espace octavique s'appelle *fa*, et le terme du deuxième tiers s'appelle *la ;* on a donc : *ut*, fa, *la*, *ut*. On aurait *sol*, *ut*, *mi*, *sol*, si *sol* était tonique ; et, *si*, *mi*, *sol*, *si ;* ou *mi*, *la*, *ut*, *mi*, si la tonique était *si* ou *mi*, etc.

Ces deux termes fonctionnent au premier et au deuxième tiers de l'octave sous les noms de *sous-dominante*, et *sous-sensible*, noms qu'on leur a donnés pour faciliter leurs indications, ou la place qu'ils occupent dans la gamme.

Si l'intervalle octavique est déterminé par des sons dont les nombres de vibrations sont entre eux comme 4 et 8, on peut intercaler deux sons que représentent les nombres 5 et 6 ; mais le son représenté par 7 est énergiquement repoussé par l'oreille qui reçoit sa perception isolée, mais qui ne s'accommode pas de sa perception comparative avec les autres sons de la gamme. La moitié supérieure de l'espace octavique reste ainsi inoccupée dans son milieu qui serait le quart supérieur de l'octave, s'il pouvait être occupé par un son qui serait représenté par le nombre 7 ; tandis que le quart inférieur, représenté par 4, est tenu par un son très-important dans la gamme musicale.

Dans ce cas, l'espace octavique est divisé par un pre-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mier rapport de 4 à 5 qu'on appelle **tierce-majeure** puis par un rapport de 5 à 6 qu'on appelle **tierce mineure**; d'où il suit que la quinte, 4, 6, moitié inférieure de l'espace octavique, se trouve divisée en deux parties égales qui sont les deux premiers quarts de l'espace total. Le nouveau terme qui occupe le premier quart inférieur de l'espace octavique s'appelle *mi*, si le tonique est *ut;* on a donc, dans ce cas, *ut*, *mi*, *sol*, *ut*. On aurait, *ré*, *sol*, *si*, *ré; sol*, *si*, *ré*, *sol*, si la tonique s'appelait *ré*, ou *sol*, etc. Ce nouveau son de la gamme y fonctionne sous le nom de *médiante*, par cette simple raison qu'il occupe le milieu de l'espace déterminé par la dominante et la tonique pivotale inférieure.

Si enfin nous prenons pour termes pivotaux de l'octave des sons dont les nombres de vibrations soient représentés par 5 et 10, on peut intercaler dans l'espace octavique des sons dont les nombres correspondent à 6 et 8 (le son 7 étant toujours impérativement exclu par l'oreille).

En appelant *mi* les toniques, on a : *mi*, *sol*, 5, 6, **tierce mineure**; *sol*, *ut*, 6, 8 (ou 5, 4) **quarte**; et enfin 8, 10 (ou 4, 5), *ut*, *mi*, **tierce mineure**. L'espace octavique dans ce cas est divisé par cinquième, *mi*, *sol*, premier cinquième; *sol*, *ut*, double cinquième; et *ut*, *sol*, deuxième double cinquième[1]. On aurait *la*, *ut*, *fa*, *la*, et *si*, *ré*, *sol*, *si* en prenant *la* ou *si* pour tonique.

Nous avons ainsi successivement rempli l'espace octavique en commençant par l'intercalation des plus grands

1. Quant au quatrième cinquième, il peut être occupé très-utilement et agréablement pour l'oreille par un son qui est souvent appelé par les convenances mélodiques, mais qui n'est pas, ce qui est regrettable, dans la série dont se compose la gamme usuelle. C'est le *si* bémol dans la gamme d'*ut*, le *ré* dans la gamme de *mi;* le *sol* dans la gamme de *la*, etc.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rapports, et en terminant par celle des plus petits qui existent dans les données de la Phonique musicale. Dans le rapport pivotal 1, 2, nous avons intercalé 2, 3, 4; puis 3, 4, 5, 6; puis 4, 5, 6, 8; et enfin 5, 6, 8, 10. Là s'arrête cette faculté d'intercalation des rapports numériques, au nombre 7; mais les rapports se répètent indéfiniment avec des effets semblables, en doublant les nombres: 4, 6, 8; — 6, 8, 10, 12; — 8, 10, 12, 16; — 10, 12, 16, 20; ou en les triplant: 6, 9, 12; — 9 12, 15, 18; — 12, 15, 18, 24; — 15, 18, 24, 30; — on peut quadrupler, quintupler, sextupler, etc., etc. Mais les multiples de 7 sont interdits, ainsi que ceux de 11, 13, 14, 17, 19, 21, 23, etc., etc., qui tous donnent des rapports incommensables avec les précédents, et des sons inadmissibles pour l'oreille dans les séries musicales précédemment déterminées.

De ces divers rapports numériques la pratique musicale a pris instinctivement, pour les intercaler dans l'octave et en faire une gamme: 1° les rapports de *quinte* et *quarte* (2, 3 et 3, 4); 2° celui de *quarte*, *tierce majeure* et *tierce mineure* (3, 4; 4, 5; 5, 6); 3° celui de *tierce majeure*, *tierce mineure* (4, 5; 5, 6) intercalés dans la première quinte (2, 3). Elle en a dressé la nomenclature qui suit: *ut*, *mi*, *fa*, *sol*, *la*, *ut*. Puis en montant cette série, on a placé sur la dominante *sol*, une tierce majeure, *sol*, *si* (4, 5), de manière que ce *sol* dominante sert de terme inférieur commun à la tierce majeure, et à la quarte, dans laquelle et sans laquelle la tierce majeure est placée donnant la différence: *si ut*. On a alors *ut*, *mi*, *fa*, *sol*, *la*, *si*, *ut*. Cela fait, en descendant la série, on a placé, au-dessous de la dominante *sol*, une *quarte* (3, 4), de manière que ce *sol* dominante sert de terme supérieur et commun à la *quarte* et à la *quinte*, dans laquelle et sons laquelle la quarte descen-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dante est placée, donnant une différence appelée *ré, ut*. On a eu alors une série complète ainsi composée : *ut, ré, mi, fa, sol, la, si ut ;* on a donné à cette série de sons, ainsi déterminée, le nom de Gamme *majeure*, on ne sait pas pour quelle raison, et aux sons qui se suivent ainsi le nom de degrés *conjoints* qui ne peut vouloir dire autre chose que *réunis* par convention.

Il est facile de se rendre compte de la grandeur relative de chacun des intervalles qui séparent les divers degrés de cette échelle octavique.

L'intervalle *ut, ré* constitue la différence contre une quarte *sol, ré* (3, 4) et une quinte *sol, ut* (2, 3). Ces trois termes peuvent être représentés par les nombres 3, 9, 12; 8, 12 formant quinte, et 9, 12 formant quarte. Il en résulte que le rapport contre le premier et le deuxième terme de la gamme est 8, 9.

L'intervalle *ré, mi* est la différence entre une tierce mineure, *sol, mi* (6, 5), et une quarte, *sol, ré* (4, 3) ; on peut représenter les trois termes *ré, mi, sol* par les nombres 9, 10, 12; 10, 12 formant tierce mineure, et 9, 12 formant quarte, d'où il résulte que le rapport entre le deuxième et le troisième terme de la gamme est 9, 10.

Ces termes 8, 9; 9, 10, ne sont donc pas, comme l'enseigne la Pédagogie musicale, des *tons* égaux qu'on puisse remplacer l'un par l'autre sans un *laisser aller* qui fausse essentiellement les idées et les résultats musicaux.

L'intervalle *mi, fa* est la différence entre une tierce majeure *ut, mi* (4, 5) et une quarte *ut, fa* (3, 4). On peut représenter les trois termes *ut, mi, fa* par les nombres 12, 15, 16; 12, 15 (ou 4, 5) formant tierce majeure, et 12, 16, (ou 3, 4) formant quarte. Il en résulte que le rapport entre le troisième et le quatrième terme de la gamme est : 15, 16. Cet intervalle appelé

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

demi-ton n'est donc pas la moitié ni de l'un, ni de l'autre son précédemment déterminés; c'est encore là une idée fausse admise par l'usage.

En continuant ces déductions, on trouve que le rapport entre *fa*, *sol*, différence entre quarte et quinte, est 8, 9; entre *sol*, *la*, différence entre tierce mineure *ut*, *la* et quarte *ut*, *sol*, est 9, 10; entre *la*, *si*, différence entre quarte et quinte, *mi*, *la*, quarte, *mi*, *si*, quinte, est 9, 10; et enfin *si*, *ut*, différence entre tierce majeure et quinte, tierce majeure, *sol*, *si;* quarte *sol*, *ut*, est 15, 16. Les intervalles de la Gamme musicale majeure se présentent donc ainsi qu'il suit :

8/9, 9/10, 15/16, 8/9, 9/10, 8/9, 15/16.

Cette Gamme dite *majeure*, admise dans la pratique de l'Art musical, ne contient pas la division octavique par cinq, qui exige une tierce mineure au dessus de la tonique inférieure; une quarte intermédiaire, et une tierce majeure pour terminer l'octave, effet musical que l'on connaît par les sons admis dans la gamme dite *mineure : mi*, *sol*, *ut*, *mi ;* — *la*, *ut*, *fa*, *la;* — *si*, *ré*, *sol*, *si*.

On n'a pas pu se soustraire à la nécessité de faire usage de ces effets musicaux qui ne sont pas compris dans la Gamme adoptée; et au lieu de les y intercaler, comme on avait intercalé le *ré* et le *si*, on a préféré convenir qu'il y aurait une autre Gamme, construite au moyen d'emprunts faits à la première, auxquels on a adjoint les sons qui n'y avaient pas trouvé droit d'admission. Voici comment on s'y est pris : On a supprimé la tierce majeure sur la tonique *ut*, *mi*, et la quarte suivante *mi*, *la;* on les a remplacées par une tierce mineure *mi*, *sol*, suivie d'une quarte *sol*, *ut*, et l'on a eu la série des sons suivants : *ut*, *ré*, *mi* ♭, *fa*, *sol*, *la* , *si*, ♭ *ut; la*, *si*, *ut*, *ré*, *mi*, *fa*, *sol* ♯ *la*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nous ne pousserons pas plus loin cette thèse purement musicale, dont de plus grands développements nous éloigneraient trop du but de ce travail, un peu trop sorti déjà de son cadre.

Nous ajouterons néanmoins quelques observations qui peuvent être utiles à la pratique musicale. Il est à remarquer que les Gammes et les diverses agglomérations de sons musicaux se montant plus facilement, pour la voix et pour l'oreille, qu'elles ne se descendent; que certains groupes, agréables ou supportables en montant, sont pénibles à exécuter et à entendre en descendant; et que si l'on veut remédier à cet inconvénient, il ne s'agit tout simplement que de descendre les phrases musicales comme on les monte, c'est-à-dire en conservant le même ordre, et les mêmes dispositions, ou plutôt un ordre *inverse* dans les dispositions des intervalles; par exemple, si l'on fait quarte et quinte en montant sur un premier terme commun, il faut descendre par quarte et quinte sur un même terme commun situé alors dans le haut, et dire : *ut*, *fa*, *sol* en montant, et *sol*, *ré*, *ut* en descendant, et non pas *sol*, *fa*, *ut*, qui ne donne qu'une sorte d'*hiatus* musical. Si l'on monte tierce majeure et quarte, il faut descendre tierce majeure et quarte, et dire : *ut*, *mi*, *fa* en montant; *fa*, *reu* (*ré* bémol), *ut* en descendant. Si l'on monte tierce majeure et tierce mineure successivement dans la quinte, il faut descendre tierce majeure et tierce mineure successivement, et dire en montant : *ut*, *mi*, *sol*; et en descendant *sol*, *meu* (*mi* bémol), *ut*, et non pas *sol mi*, *ut*. Quelques raisonnements dirigés dans ce sens amèneraient probablement des résultats utiles dans la pratique musicale.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE IV

PRINCIPES D'OPTIQUE; LUMIÈRE ET DISTANCE. DIORAMA ACOUSTIQUE : ACOUORAMA.

Il n'est pas utile d'entrer dans des développements sur les causes de la lumière ; sur les lois de sa propagation et de sa réflexion. Les conditions d'OPTIQUE proprement dite, nécessaires pour les Amphithéâtres et les Salles de réunions publiques ou privées, sont moins importantes, et d'ailleurs plus faciles à saisir que celles de l'ACOUSTIQUE. On arrive souvent à d'heureux résultats en Optique sans les avoir beaucoup cherchés. Il doit nous suffire de rappeler ici que l'intensité de la lumière ainsi que la surface des objets, diminuent, l'une et l'autre, en raison du carré des distances ; et qu'il y a donc toujours un avantage très-grand à ne pas éloigner les objets, afin de les mieux voir.

Mais une abondante profusion de lumière est loin de suffire pour rendre très-commodes les Salles de réunions et les Amphithéâtres ; il faut surtout une bonne entente dans la manière de placer les objets à voir, et respectivement les Spectateurs ; et ensuite une judicieuse

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

distribution de la lumière, dont l'intensité est toujours relative, et paraît souvent à l'organe de la vision d'autant plus forte que cet organe est placé dans un milieu moins éclairé; c'est à cela qu'est dû, comme on le sait, le plus grand prestige du DIORAMA (1).

Un diorama n'est pas, à proprement parler, une Salle de réunion qui doive satisfaire aux conditions nécessaires de l'Acoustique pour qu'on y entende facilement les sons de la voix parlée, ou ceux de la voix chantée et des instruments musicaux; ce n'est pas non plus un local qui doive être éclairé pour la plus grande commodité des Spectateurs des Auditeurs; mais c'est au moins un genre de salle des pectacle tout particulier, qui a son public placé en une sorte de tribune parfaitement disposée pour *voir*, et c'est une scène imaginaire, tracée et peinte sur une toile qui est l'objet unique de la contemplation.

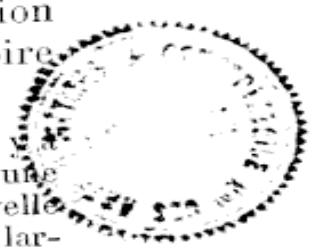
On crée au Diorama et on y montre des illusions d'Optique sur une grande échelle; on y fait application des voies et moyens de la perspective, avec le judicieux emploi de son *point de vue* obligatoire; on y pratique le *clair-obscur* avec la couleur des formes apparentes; et l'on y ménage surtout, avec habileté, la *lumière* qui fait habilement valoir le tout. Cet ensemble de moyens judicieux, bien compris, concourt à produire des illusions charmantes et tous leurs effets, variables à commandement. La lumière, par sa présence, donne une vie presque réelle aux apparences inertes, puis elle amoindrit graduellement les effets, et finit par les supprimer totalement en disparaissant elle-même. Dans tout cela, la *Vue* seule jouit d'une illusion d'autant plus vive et

1. δίς, double; ορᾶμα, vue; c'est-à-dire : Tableau double, ou à double effet; de jour et de nuit alternativement; de lumière naturelle ou de lumière artificielle ou modifiée; de soleil et de lune, factices l'un et l'autre, etc.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

satisfaisante que l'artiste peintre a déployé plus de talent sur sa toile et l'opticien plus de sagacité dans ses dispositions (1).

Mais l'illusion générale produite au Diorama n'est jamais complète, parce que l'oreille n'y fonctionne pas en même temps que l'organe de la vue; l'ouïe attend quelque chose et n'est point satisfaite. Le Spectateur du Diorama éprouve une sorte de contrariété résultant de la perplexité où il se trouve; il peut se croire sourd, en présence d'un intérieur de vaste cathédrale où l'illusion optique est assez grande pour qu'il puisse se croire



1. Le Diorama de Bouton et Daguerre, inventé en 1822 (il y a maintenant plus d'un demi-siècle, 56 ans), était situé sur une partie de l'emplacement de la caserne actuelle de la nouvelle place du Château-d'Eau. Les toiles avaient $21^{m},15$ de largeur sur $13^{m},65$ de hauteur; elles étaient vues d'une distance proportionnelle qui variait de 12 à 20 mètres. Une énorme quantité de lumière naturelle arrivait à volonté, par un comble vitré, devant ou derrière la toile; cette lumière était écartée ou modifiée à volonté par des écrans mobiles, opaques ou transparents et convenablement colorés. On ne connaissait pas alors toutes les ressources des diverses lumières artificielles qu'on sait rendre aujourd'hui si éclatantes dans leur blancheur ou dans leurs diverses colorations. Chaque grand tableau avait ses deux effets alternatifs, l'un de jour, l'autre de nuit ou du soir; on variait et l'on passait à volonté de l'aurore au midi, puis au crépuscule et à la nuit avec clair de lune ou lumière artificielle. Ces tableaux étaient fixes, et pour passer, non pas d'un effet optique à un autre effet, mais de la vue d'un tableau à celle d'un tout autre tableau, les spectateurs, tenus dans une obscurité relative, pivotaient sur un système de charpente disposé dans ce but. On sait que les Romains ont eu un genre de spectacles où d'immenses auditoires tournaient ainsi sur eux-mêmes pour se trouver devant de nouvelles scènes. Au Diorama de Bouton et Daguerre, l'œil du spectateur était préparé aux effets de lumière des divers tableaux par le parcours préalable de couloirs très-peu éclairés, conduisant à la tribune, sorte de loge en amphithéâtre, ne recevant guère qu'une partie de la lumière destinée aux tableaux; cette tribune se trouvait suffisamment élevée et parfaitement disposée pour le *point de vue* exact et convenable.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

réellement dans l'intérieur même, ou du moins à l'entrée du vaisseau immense qu'il contemple; à la condition toutefois qu'il n'y verra pas certains personnages en peinture qui, quelque bien peints qu'ils soient, étant dépourvus de la mobilité vitale, détruisent une grande partie, si ce n'est la totalité de l'illusion, en partageant l'immobilité générale et naturelle de tout ce qui les entoure.

Peuplé ou non, le vaisseau contemplé reste sourd, contre toute apparence de vérité; il est complétement dépourvu de cette sonorité particulière, plus ou moins bruyante, qui devrait lui appartenir en propre, et qu'on est d'ailleurs accoutumé à rencontrer dans les vastes espaces réels, déterminés et limités par des parois en pierre, des voûtes élevées, des piliers nombreux et un sol dallé, plus ou moins dépourvu de spectateurs disséminés et d'un mobilier spécial à la localité. La *vue* est instantanément satisfaite, mais l'*oreille* n'entend rien que les sons secs et froids des paroles qui sont comme éteintes, bien que prononcées à proximité, et les pas assourdis des spectateurs environnants. Tout cela nuit à l'illusion optique et ne vous laisse que sous l'impression juste et vraie, mais incomplète, d'un tableau perspectif, regardé de *son point de vue* particulier.

Le spectacle du Diorama est donc d'un *simplisme* trop radical; l'Optique seule y est en jeu; il y manque de l'Acoustique, ou plutôt une Phonique spéciale, une faculté productive de sons qui puisse ajouter à volonté ses illusions pour l'oreille, illusions semblables, mais peut-être plus puissantes que celles de l'Optique, car elles ont quelque chose de plus réel et de plus frappant, ces illusions se confondant avec une sorte de réalité.

Rien ne serait plus facile, au moyen d'appareils phoniques convenablement disposés, et qui seraient en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

quelque sorte le pendant des écrans destinés aux jeux de lumières, rien ne serait plus facile que de faire naître la sonorité à mesure que le tableau sort des ténèbres ; d'amener cette sonorité à tout son éclat de retentissement sonore lorsque le vaisseau est dans toute sa splendeur lumineuse, et de l'amoindrir ensuite graduellement à mesure que les effets lumineux s'effacent, de manière que l'oreille et l'œil, sous des impressions qui concourent au même but, fonctionnent tous les deux simultanément, en se prêtant un mutuel appui, un entraînement réciproque, dans leurs illusions respectives ; et que l'oreille enfin paraisse devenir sourde, par l'absence du son, lorsque les yeux paraissent devenir aveugles par l'absence de la lumière. En un mot, apparition et disparition de la sonorité concordant avec l'apparition et la disparition de la visibilité des objets.

Tout cela est d'une exécution facile quand on sait à volonté rendre les Salles sourdes ou sonores, suivant les besoins, par le judicieux emploi de tous les moyens connus. Il doit suffir de signaler ces additions utiles à introduire dans l'exploitation industrielle des spectacles du Diorama pour qu'ils en reçoivent des améliorations heureuses. L'illusion étant plus complète lorsque l'on ne connaît pas les moyens de les produire, il faut tâcher de laisser ignorés du public les procédés de l'Acousticien aussi bien que ceux de l'Opticien; ceux-ci sont d'ailleurs généralement connus; les autres le sont beaucoup moins et offrent un succès plus certain aux premières tentatives.

Ce qu'il y a donc d'utile à réaliser dans ces circonstances, c'est qu'un Spectateur ne puisse parler ou élever la voix sans faire résonner graduellement la vaste capacité à laquelle son œil lui permet de croire; il faut que son oreille lui donne la persuasion de l'existence réelle

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de l'espace aperçu ; qu'il reconnaisse enfin l'écho de sa propre voix dans la résonnance générale qu'il produit, qu'il détermine ou qu'il suspend lui-même à sa volonté lorsqu'il se tait. Ce perfectionnement d'un genre de nos spectacles intéressants mérite assurément l'attention de ceux qui s'en occupent d'une manière spéciale ; puissions-nous les avoir mis sur la voie d'un succès utile aux récréations du public (1).

Au moyen des développements dans lesquels nous venons d'entrer sur l'Acoustique, on peut expliquer quelques dispositions particulières aux théâtres chez les anciens, leur sonorité principalement, ainsi que celle de nos amphithéâtres modernes, quoique les causes en soient différentes ; on comprend aussi la formation des résonnances et des échos ; enfin, il sera facile d'apprécier les formes qu'il faut rechercher ou éviter, pour donner aux Amphithéâtres, Théâtres et Salles de réunions, les qualités indispensables, tant pour la visibilité des objets que pour la perceptibilité des sons ; c'est ce qui fera l'objet des chapitres suivants.

1. Ce chapitre était écrit il y a plus de douze ans, conséquemment bien avant l'invention toute récente du phonographe et du téléphone.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE V

§ 1

THÉATRES ET AMPHITHÉATRES CHEZ LES ANCIENS.

Les Amphithéâtres, chez les anciens, étaient principalement destinés à des combats de gladiateurs et d'animaux ; tandis que les Théâtres servaient, comme chez nous, pour les jeux scéniques, les pantomimes, danses, comédies et tragédies. Les Théâtres étaient construits de manière à rendre parfaitement perceptibles certains genres, certaines qualités de sons ; et ces résultats étaient obtenus au moyen de dispositions particulières ménagées au-dessous de l'Auditoire. Les gradins, en zones circulaires, se trouvaient au milieu de la marche des ondes sonores directes ; et pour rendre les sons plus intenses, on plaçait sous les gradins, dans les *ventres* des ondes sonores, des vases destinés à renforcer les sons, et dont les capacités étaient en proportions nécessaires et suffisantes pour que les masses d'air qui s'y trouvaient contenues entrassent en vibration sous l'influence de certaines ondulations déterminées, et renforçassent les sons primitifs par des sons à l'unisson. Ces ondes sono-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

res étaient produites dans l'espace théâtral par la voix humaine, renforcée déjà par l'espèce de tube, ou *pavillon* conique, dont était munie la bouche des masques antiques qui recouvraient le visage et la tête des acteurs. Les vases renforçants vibraient à l'unisson des sons produits suivant le *diapason* propre à l'espace du Théâtre; ce qui explique la parfaite perceptibilité des sons, mais des sons tout particuliers, pour un Auditoire immense, composé quelquefois de plusieurs milliers de Spectateurs.

Les Grecs seuls, parmi les anciens, paraissent avoir possédé la connaissance des lois de l'Acoustique; car Vitruve, qui parle des vases renforçants, appelés *échéia* (ἠχεῖα), que les Grecs plaçaient sous les gradins de leurs théâtres, n'explique pas clairement la position et l'orientation de ces vases. Il rapporte qu'ils sont en bronze, attribuant à ce métal la propriété qui n'appartient qu'à l'air contenu dans la capacité des vases. Cependant, dit-il, il existe quelques théâtres où l'on a placé des vases en *terre cuite* au lieu de vases en bronze, et qui produisent le même effet; il attribue donc à la terre cuite ce que, dans son erreur, il attribuait déjà, à tort, à la présence du métal; des vases en carton eussent rempli le même but. On connaît les expériences de physique au moyen desquelles on peut rendre les sons tellement intenses qu'ils peuvent devenir très-gênants pour les auditeurs.

La *répercussion* des sons ne jouait qu'un rôle très-secondaire dans les Théâtres des anciens, qui étaient toujours entièrement ouverts vers le ciel, ou simplement recouverts du *velarium*. Les ondes sonores, ne se réfléchissant d'une manière complète que sur des surfaces lisses qui présentent au moins une certaine résistance, se trouvaient en grande partie amorties sur les larges vêtements des Spectateurs; elles devaient cependant être

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

un peu réfléchies par le *velarium* tendu au-dessus de leurs têtes pour les préserver des ardeurs ou de l'incommodité du soleil ; mais la répercussion, dans ce cas, devait être peu importante, et ne produire qu'un effet bien minime auprès de celui des vases renforçants dont la puissance est si grande (1). La principale répercussion devait avoir lieu contre la paroi du mur formant le fond de la scène, et cette répercussion, à cause du peu de profondeur de la scène, était tout entière à l'avantage de l'Auditoire, qui se trouvait ainsi placé dans une double série d'ondes directes et d'ondes réfléchies, marchant dans le même sens, avec des vitesses égales, et presque à la même distance les unes des autres.

§ II

THÉATRES ET AMPHITHÉATRES CHEZ LES MODERNES.

Nos Théâtres et nos Amphithéâtres sont tout autres que ceux des anciens pour les effets d'Acoustique et d'Optique, comme ils le sont aussi par leur destination. Nous avons vu, en outre, que les Amphithéâtres antiques différaient des nôtres par la forme, puisqu'ils étaient entiè-

1. On peut s'en faire une idée par l'effet des *caisses* des instruments à cordes. Lorsque celles-ci sont simplement attachées et tendues sur un mur, elles ne rendent par elles-mêmes que des sons imperceptibles ; mais lorsqu'elles sont placées convenablement sur leurs caisses particulières, elles donnent lieu à des sons très-intenses qui ne sont pas uniquement les leurs propres, mais bien encore et principalement ceux des caisses elles-mêmes, et surtout des *volumes d'air limité* qu'elles contiennent.

Avec des cloches d'un médiocre volume, on peut obtenir, au moyen des vases renforçants, des sons de cloches qui ne pourraient être rendus que par de beaucoup plus volumineuses ; et le son de certaines cloches ou bourdons pourrait être renforcé de telle sorte qu'il amènerait trop facilement la dislocation et la ruine des tours qui les contiennent. C'est là un moyen, heureusement peu usité et peu connu, de faire beaucoup de bruit.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rement circulaires ou elliptiques ; tandis que les nôtres sont en hémicycle comme les Théâtres anciens.

Notre climat, nos mœurs, nos habitudes nous ont fait préférer les espaces entièrement clos ; et, pour les éclairer, les Théâtres principalement, la lumière artificielle due à la combustion de l'huile ou du gaz. Nous percevons des sons plus ténus, plus délicats qu'on ne pourrait le faire en plein air ; et nous avons, en outre, au moyen des lorgnettes, l'avantage de jouir, à de grandes distances, de physionomies naturelles, d'une expression variée, et incomparablement plus agréable que celle des masques antiques à effet toujours le même, et par conséquent monotone peut-être, mais qui avaient cependant un cachet de grandeur et d'expression très-remarquable, et dont, sous ce rapport, nous sommes loin d'approcher. Nos Salles, beaucoup moins spacieuses que les Théâtres antiques, et closes de toutes parts, offrent par leurs plafonds, leurs voûtes et leurs murs, des surfaces de nature et de formes variées, dont les parois ont des rôles à remplir, *qu'il faudrait étudier et parfaitement connaître*, soit pour en tirer parti, soit pour éviter qu'ils ne produisent des effets nuisibles. Il n'y a plus, chez nous, ni porte-voix, ni vases renforçants ; mais il y a toute une série de causes physiques dont il faut savoir se rendre compte ; des boiseries, des caissons, des cloisons de tous genres, des draperies, etc. ; et ce ne sont pas toujours, d'ailleurs, des chants, des récits psalmodiques, ou de la musique à entendre, comme dans les Théâtres proprement dits et les Salles de concerts ; mais c'est encore, et fort souvent, comme dans nos Amphithéâtres et nos Salles d'Assemblées politiques, la voix d'un Professeur ou d'un Orateur, dont l'intonation n'a parfois qu'une très-faible puissance et qu'il faut savoir ménager à la fois dans son intérêt et dans celui de ses Auditeurs. L'archi-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tecte, sous peine d'être répréhensible, doit tenir compte de tous ces détails qui méritent sa plus sérieuse attention.

Toutes nos Salles enfin présentent des problèmes à résoudre dont on n'obtient pas la solution par de simples règles, semblables aux règles des conventions architecturales. Ces solutions exigent la compréhension des effets physiques si variés du son; elles demandent du tact et des études constantes et sérieuses qui font fort souvent défaut aux constructeurs qui préfèrent n'avoir que des *poncifs* à suivre!

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE VI

DÉFAUTS DES SALLES, THÉATRES ET AMPHITHÉATRES, ETC., RÉSULTANT DE L'INOBSERVANCE DES LOIS DE L'ACOUSTIQUE.

Nos Salles de spectacles et de concerts sont disposées de telle sorte, que la répercussion des ondes sonores est très-souvent intempestive, et rarement utile; les ondes s'ajoutent et se croisent en nuisant à l'harmonie qu'on veut produire; ou bien les réflexions arrivent si tard, qu'il y a mélange désagréable entre les sons qui devraient être éteints et ceux qui les ont suivis : il s'y passe ce qui aurait lieu dans un *piano* dont on aurait enlevé les *étouffoirs*. Certains points de ces Salles peuvent se trouver, par rapport au centre d'ébranlement d'où partent les sons, dans une position telle que les sons paraissent, aux Auditeurs occupant ces points, venir d'un centre diamétralement opposé, ou faisant un angle quelconque avec le véritable lieu d'ébranlement des ondes.

Ces résonnances étranges se trouvent formées par les condensations d'ondes sonores dans des lieux de convergence symétriques avec le lieu d'ébranlement,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et résultent de la position relative des parois limitant l'espace mis en ébranlement sonore. Comme nous aurons souvent à parler de ces effets, nous plaçons ici, pour en donner une idée, deux figures représentant la marche directe des ondes partant d'un point déter-

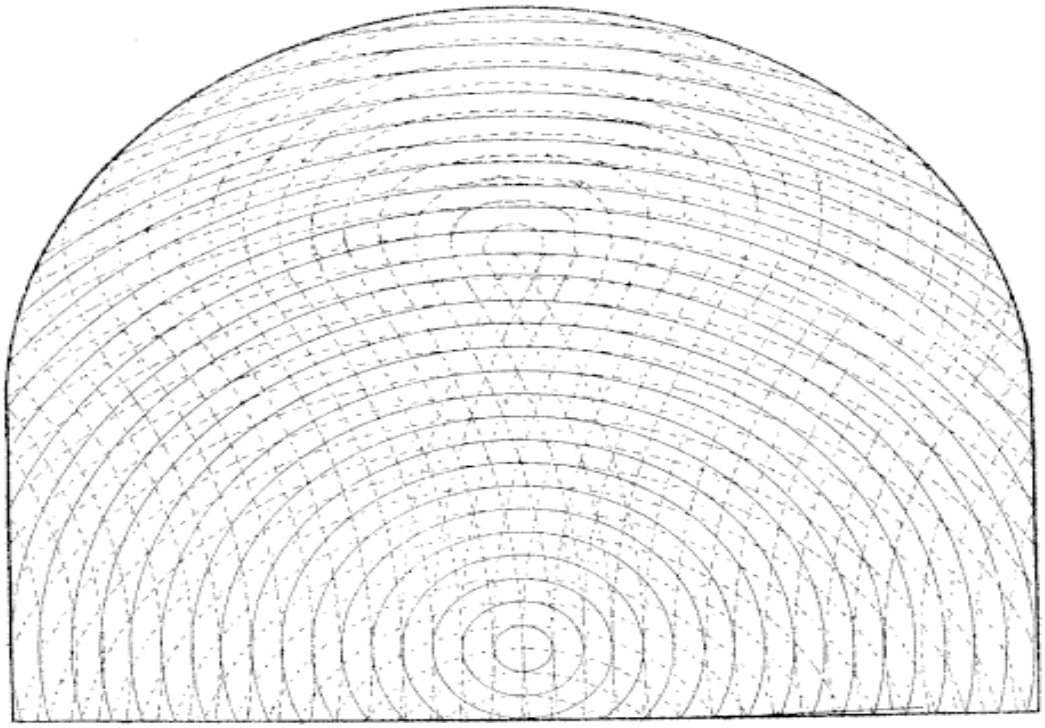


Fig. 1. — Marche des ondes sonores directes et réfléchies.

miné, se heurtant aux parois d'un espace limité, et se répercutant suivant la loi générale qui s'applique à la fois à la lumière, à la chaleur et aux mouvements intimes des corps élastiques : 1° le rayon incident et le rayon réfléchi sont toujours dans un plan perpendiculaire à la surface réfléchissante ; 2° l'angle de réflexion est toujours égal à l'angle d'incidence. Les lignes pleines sur ces figures représentent la marche des ondes directes ; les lignes ponctuées, celles des ondes ré-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fléchies. Seulement, il n'y a ici que le commencement de l'évolution des ondes réfléchies ; si on voulait les suivre plus loin dans leurs marches, le dessin en deviendrait trop compliqué ; mais avec un peu d'attention, on peut très-bien se représenter à l'esprit ce qui arrive nécessairement.

La figure 1 représente une enceinte formée d'une partie carrée longue, se raccordant avec un demi-cercle : on voit de quelle manière les ondes sont réfléchies sur les parties droites ; elles conservent dans leur marche leur formes primitives, mais dans un sens inverse, tandis que ces mêmes ondes directes, réfléchies par la surface courbe, sont déformées ; leur rayon va en diminuant au lieu d'augmenter, et elles convergent toutes vers un point central où leur réunion augmente plus ou moins l'intensité du son ; elles repartent aussitôt de ce point où elles se sont heurtées, pour aller se réfléchir de nouveau et donner lieu à d'autres points de concentration, jusqu'à extinction graduelle de leur activité. C'est là ce qui donne naissance aux résonnances, et parfois aux échos, lorsque les conditions de l'écho se trouvent réalisées.

La figure 2 représente l'effet produit par les ondes sonores dans une enceinte circulaire : les ondes directes se propagent régulièrement en cercles concentriques ; mais aussitôt qu'elles atteignent la paroi réfléchissante, elles se déforment de plus en plus à mesure qu'elles se propagent du côté opposé au lieu d'émission, et finalement se réunissent et se concentrent en deux points symétriques qui finissent eux-mêmes par se réunir dans un lieu toujours opposé à celui d'où elle partait directement : elles recommencent de là d'autres ondulations qui se croisent avec les premières, jusqu'à extinction plus ou moins prompte de tout mouvement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La forme des ondes réfléchies change suivant que le lieu d'émission se déplace et les points de convergence changent également de place, de telle sorte qu'à un lieu d'émission correspond toujours un ou plusieurs points de convergence.

Chaque forme du périmètre d'une enceinte a son

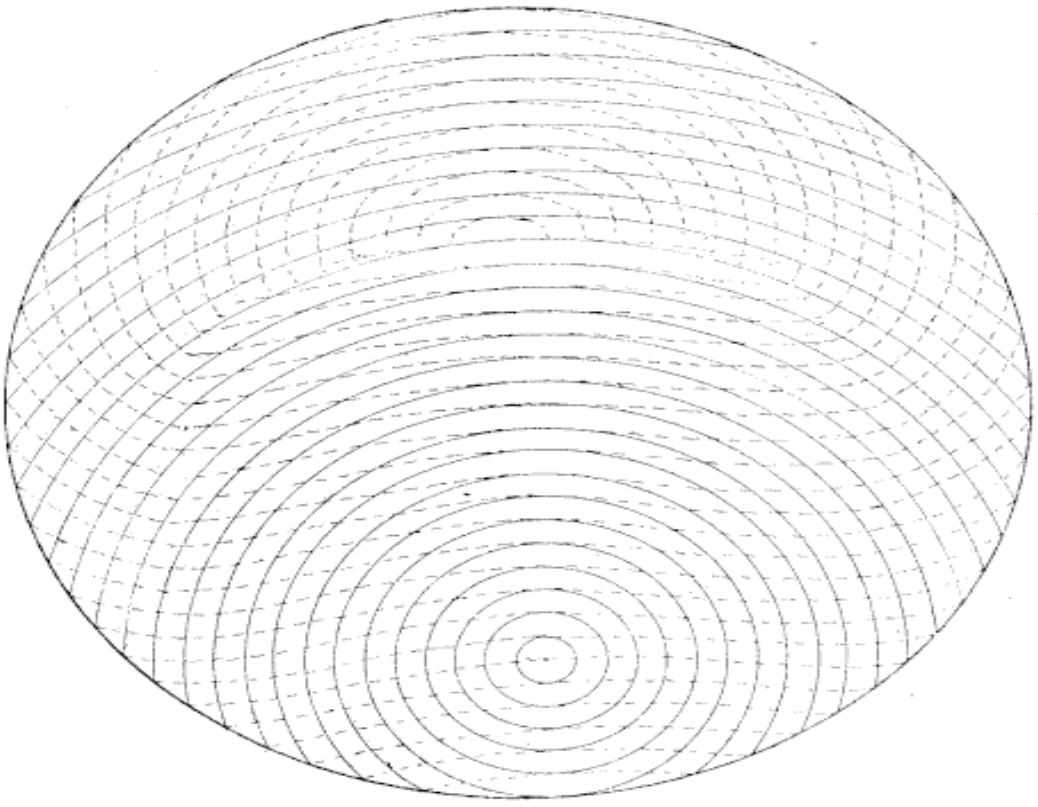


Fig. 2. — Marche des ondes sonores directes et réfléchies.

mode de réflexion qui varie continuellement avec le lieu d'émission, et ce dernier fait à son tour continuellement varier les points de convergence.

Les figures 1 et 2 sont planes, mais il ne faut pas perdre de vue que les ondes sonores sont sphériques à leur départ; en se réfléchissant sur des surfaces droites

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et perpendiculaires entre elles, leur régularité persiste sans qu'il y ait pour ainsi dire des lieux privilégiés de concentration ; tandis que lorsque les ondes se réfléchissent sur des surfaces courbes, à simple ou double courbure, les ondes perdent leur sphéricité, et convergent en des lieux divers où on peut les suivre en les étudiant, et où elles augmentent naturellement la sonorité qui constitue la résonnance.

C'est un très-bon exercice pour un architecte qui veut devenir acousticien, que de faire des épures variées, pour se rendre compte graphiquement des phénomènes de réflexion des ondes sonores, et se familiariser avec tous les résultats qui se présentent dans la pratique de son Art, lorsqu'il s'agit d'Acoustique.

Le savant professeur J. GAVARRET s'exprime ainsi qu'il suit, à ce sujet, dans son livre sur les phénomènes de la PHONATION et de l'AUDITION, page 217 (G. Masson, éditeur) :

« F. Savart [1] a fait d'intéressantes recherches sur » les phénomènes produits par un corps vibrant qui » résonne dans une masse d'air limitée de grandes di- » mensions. Il a constaté que, dans les masses d'air li- » mitées de tous côtés ou seulement dans une partie de » leur étendue, il se forme des ventres de vibration et » des surfaces nodales dont la forme et la direction va- » rient à l'infini, suivant la forme même des parois limi- » tantes, selon l'étendue et la distribution des corps qui, » dans cette enceinte, peuvent faire obstacle à la libre » propagation des ondes sonores. Ces lignes nodales et » ces ventres de vibration résultent évidemment de la su- » perposition des ondes directes et des ondes réfléchies,

1. *Annales de chimie et de physique*, 2e série, 1823, t. XXIV, p. 75.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

» en même temps que de la combinaison de divers sys-
» tèmes d'ondes réfléchies qui sillonnent la masse d'air
» dans toutes les directions. — Dans toutes les Salles des-
» tinées à contenir un grand nombre d'Auditeurs, pendant
» que l'Orateur parle, les ondes de toute provenance se
» croisent dans tous les sens, se superposent et produi-
» sent nécessairement des phénomènes d'interférence.
» A côté de zones où le son est *renforcé*, il s'en trouve
» d'autres où, par suite de mouvements vibratoires discor-
» dants, le son est complétement *éteint*, ou du moins assez
» *affaibli* pour que la voix de l'Orateur soit à peine *per-*
» *ceptible*. C'est à éviter, autant que possible, ces phéno-
» mènes d'interférence que doivent appliquer toute leur
» attention les Architectes chargés de diriger la construc-
» tion des théâtres, des églises, des amphithéâtres de cours
» publics et, en général, des Salles destinées aux grandes
» Assemblées délibérantes. »

Il serait bien à désirer que les Architectes dont il est ici question, entendissent enfin une voix plus autorisée que la mienne sur ces questions d'un si haut intérêt; mais il n'en sera probablement rien, car il n'y a pires sourds que ceux qui ne veulent pas entendre. Si l'éminent Professeur n'intervient pas de sa personne auprès des autorités supérieures, il est plus que probable qu'il ne sera tenu aucun compte de sa recommandation.

Que d'Amphithéâtres et que de Salles de spectacles où la voix de l'orateur ou des acteurs semble arriver, non pas du centre d'ébranlement ou d'émission qu'ils occupent, mais de points placés derrière les Auditeurs ou au-dessus de leurs têtes! Dans quelques Salles, ce ne sont que des résonnances fatigantes; dans d'autres, ce sont des échos bien distincts et encore plus désagréables L'ancienne salle *Ventadour* (actuellement consacrée à l'opéra italien), dans sa construction primitive, pouvait

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

être citée comme exemple de Salle où les ondes sonores produisaient des échos, ou des résonnances fort désagréables, dans plusieurs points de l'espace occupé par les Spectateurs.

Les *orchestres* des Théâtres, ces emplacements spécialement réservés aux musiciens, sont contenus, serrés, enfouis dans un étroit espace, en contre-bas de la scène, entourés de cloisons et de barrières assourdissantes; aussi les sons qu'on y produit, à grand renfort d'instrumentation, ne peuvent-ils se dégager qu'avec peine; ils sont étouffés, ou bien ils n'ont pas toute la délicatesse qu'on pourrait vouloir leur donner.

La vaste étendue des *scènes* et des *coulisses* occupées par quantité de toiles pendantes ou tendues, les *ciels*, les rideaux et manteaux d'arlequin, les draperies des loges d'avant-scènes, etc., absorbent une grande partie des ondes sonores, et nuisent considérablement aux effets qu'on peut en attendre. Une différence notable existe déjà entre les sons produits lorsque le *rideau* est baissé, pendant l'exécution des *ouvertures*, et lorsqu'il est levé, pendant la durée des pièces de spectacles musicaux. Les chanteurs sont aussi mieux entendus lorsqu'ils s'avancent sur le devant de la scène, que lorsqu'ils en occupent le fond, et surtout lorsque les toiles formant les *fonds* de scène sont plus rapprochées du public; lorsqu'ils sont au fond d'une scène, entourés de *coulisses* et de *ciels*, les acteurs se trouvent placés dans les circonstances les plus nuisibles à la propagation des sons; ceux-ci sont amoindris, étouffés dès leur départ, au lieu d'être augmentés et soutenus, comme ils le seraient par des parois résistantes et répercutantes. Les tapis étendus sur le plancher des théâtres absorbent aussi les sons et nuisent conséquemment à leur utile répercussion.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

D'un autre côté, les cloisons des loges et leurs draperies nuisent fort souvent, soit à la pureté, soit à la propagation des sons; les colonnes d'*avant-scènes* et autres interceptent les sons ou produisent, suivant leur position et leur volume, des répercussions toujours nuisibles. Les loges forment des espèces de boîtes parfois très-sourdes, surtout lorsqu'elles sont tendues d'étoffes qui absorbent les ondes sonores; la pureté des sons est encore détruite lorsque les loges sont formées simplement de cloisons lisses, dont les planches vibrent sous l'influence des ondes qui remplissent la Salle, et donnent lieu à des sons dont le timbre est d'une autre nature, souvent pénible ou désagréable : on ne tient pas suffisamment compte de ces effets déplaisants; les constructeurs de salles devraient s'en occuper plus qu'ils ne le font généralement.

Tel est l'effet général des loges pour lesquelles il y a néanmoins des exceptions : selon la place qu'elles occupent et dont on peut se rendre compte, les loges deviennent parfois des endroits où l'on entend mieux que dans les galeries découvertes. Tous ces phénomènes doivent être étudiés sur place pour y remédier ou en tirer parti, selon les circonstances, mais ne peuvent être l'objet de règles fixes dans les applications. Les règles ne peuvent pas remplacer le tact et l'intelligence de l'Acousticien qui doit faire application des lois de la physique concernant les phénomènes du son.

Dans les Amphithéâtres improprement appelés ainsi, puisqu'ils ne sont disposés que suivant un demi-cercle, ou plutôt d'un côté seulement des objets à voir, abstraction faite de leur forme arbitrairement carrée ou demi-circulaire, il y a toujours, aux alentours de l'Orateur ou du Professeur, de grandes masses d'air qui sont d'un effet très-nuisible; les côté, le dessus de la tête,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et très-souvent aussi l'espace situé derrière la personne qui parle, offrent un cube d'air souvent énorme, mais toujours plus ou moins considérable, et qui entre en ébranlement sonore sous l'influence des sons produits par la parole. C'est une masse d'air qu'il est non-seulement toujours inutile de mettre en mouvement ondulatoire, parce qu'elle absorbe une partie de la force vive des ondes produites, mais encore parce qu'elle donne souvent lieu, par ses vibrations propres, à des résonnances fatigantes, et nuisibles à la perception des sons. Ces observations sont capitales; on ne saurait trop y insister, et y attirer l'attention la plus sérieuse.

Les voûtes et les plafonds à courbures, qui recouvrent les Amphithéâtres ou autres Salles, offrent aussi des masses d'air nuisibles à la pureté des sons; elles donnent lieu à des résonnances, mais le plus souvent elles produisent des échos plus ou moins sensibles, par la concentration des ondes réfléchies en certains points, concentration qui est le résultat nécessaire des réflexions sur les parois à simple ou double courbure, ainsi que le démontrent les figures 1 et 2, pages 65 et 67.

Toutes les voûtes devraient être proscrites des Amphithéâtres publics ou autres, et il est indispensable de supprimer dans ces locaux toutes les parties latérales inutiles d'abord, et nuisibles surtout à la bonne perception des sons. Qu'on en fasse la remarque aux Amphithéâtres de la Sorbonne, dans ceux où il n'y a que de simples plafonds; là on ne trouve guère de résonnance; mais dans tous les Amphithéâtres *imités de l'antique* comme plans, et recouverts de sphéroïdes plus ou moins aplatis, qui ne sont que des inventions modernes, non imitées de l'antique, il y a toujours une résonnance qui empêche quelquefois totalement la parole d'être entendue, même d'un Auditoire très-rapproché, comme à l'Hémicycle de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'École des Beaux-Arts. Donc pas de voûtes, pas de renfoncements décoratifs, pas de parties latérales complétement vides dans l'intérêt bien entendu des Orateurs et Professeurs, comme dans celui des Auditeurs.

Dans les petites choses comme dans les plus importantes, on ne rencontre trop souvent que négligence et apathie. S'agit-il d'exécutions musicales en plein air, on choisit au hasard les endroits les plus impropres au développement régulier et avantageux des sons musicaux. On voit en ce cas, tous les jours, le hasard être fort mal servi dans les choix qu'on lui impose inconsidérément. Si l'on établit des Kiosques destinés aux orchestres, et si utiles, si indispensables à leurs bons effets musicaux, ils sont construits contrairement à toutes les données acoustiques; on n'y voit que l'occasion d'un motif décoratif, et non le but utile, essentiel à atteindre. Je n'ai trouvé qu'en Belgique un Kiosque musical où l'on avait assez heureusement tenu compte des indications de mon travail de 1848, bien que son effet décoratif ne laissât rien à désirer; partout ailleurs, ce ne sont que caprices et fantaisies de décorations, lesquelles ne sont pas toujours dépourvues d'accessoires nuisibles aux effets musicaux. Il est bien entendu que je ne parle ici que des Kiosques destinés à quintupler les effets d'orchestre, en empêchant la déperdition du son dans le ciel, et son étouffement par la masse des premiers Auditeurs, au détriment de tous ceux situés après eux, et qui constituent une immense majorité.

Les murs, surtout lorsqu'ils sont circulaires et à parois solides et résistantes, réfléchissent, comme nous l'avons vu ci-dessus, les ondes, et produisent ainsi des résonnances, souvent des échos en certains points, c'est-à-dire aux foyers de concentration ou de convergence. L'oreille est à la fois affectée par les ondes directes par-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ties du lieu d'ébranlement ; par les ondes réfléchies sur les parois des murs situés derrière les Auditeurs et derrière l'Orateur ; et de plus, par les ondes résultant des vibrations particulières aux masses d'air inutiles, et dans lesquelles la voix a déterminé un mouvement ondulatoire et sonore. Toutes ces ondes qui se croisent à des intervalles extrêmement rapprochés, et qui s'influencent réciproquement, produisent sur l'organe de l'ouïe une sensation pénible, des plus fatigantes, et qui varie d'effet et d'intensité avec les dimensions de l'espace et les circonstances locales. Là encore l'architecte se préoccupe trop peu des conséquences acoustiques de la forme qu'il donne trop arbitrairement à l'espace qu'il détermine. La forme utile et souvent nécessaire ne commande pas assez la forme capricieuse, de mode ou de convention : on s'en rapporte trop au hasard pour la qualité essentielle d'un espace cubique qu'on ne doit déterminer qu'en s'appuyant sur des raisonnements judicieux et tout spéciaux aux circonstances dans lesquelles on se trouve, aux exigences légitimes qu'il faut satisfaire.

L'Amphithéâtre appelé Hémicycle du palais des Beaux-Arts offre un exemple remarquable de sonorité intempestive : les sons de la parole y font tellement vibrer la masse d'air qu'il contient, qu'il est presque impossible aux Orateurs de s'y faire entendre ; cette Salle est une des plus *sonores* qui existent, et partant une des plus mauvaises pour y parler.

Cet amphithéâtre offre en exemple aux élèves, de l'école, une réunion d'*ajustements* très-remarquables au simple point de vue architectural ; mais il démontre qu'on n'a eu pour but, dans sa construction, que les ajustements et nullement les dispositions nécessaires pour atteindre l'objet de sa destination, c'est-à-dire, en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

faire une salle où doivent être émis et entendus les sons de la parole.

C'est d'abord le demi-cercle classique d'environ 15m,50 de diamètre qui se dessine agréablement à l'extrémité d'un axe principal des bâtiments du Palais ou de l'École. A l'entrée d'un vestibule spécial se présente une porte, ou fausse entrée, qui n'est qu'une baie feinte où l'on trouve visage de bois; les véritables entrées sont à droite et à gauche du vestibule; il est nécessaire de le savoir

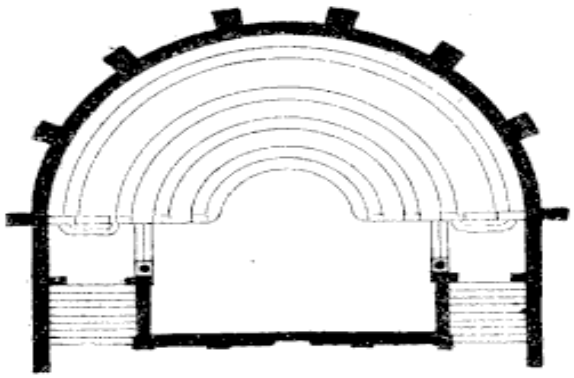


Fig. 3. — Hémicycle des Beaux-Arts.

quand on désire entrer, mais on en prend bien vite l'habitude.

On peut se demander pour quelle raison on est obligé de monter neuf marches avant d'arriver aux entrées de l'enceinte, et ce qui a pu motiver ces ascensions. — L'ajustement toujours. Le demi-cercle amphithéâtral se prolonge tangentiellement d'un premier parallélogramme d'à peu près un sixième du diamètre pour agrandir l'espace, auquel on a ajouté un second parallélogramme d'un sixième encore de profondeur, et limité sur sa longueur par les emplacements des deux escaliers d'accès, de sorte que la profondeur totale de l'enceinte est d'environ 13 mètres sur une hauteur égale, ce qui donne à l'espace enfermé environ 3 000 mètres cubes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il est à remarquer que pour rendre plus agréable à l'œil la forme demi-circulaire, académiquement consacré aux Amphithéâtres, on l'accompagne, en plan, autant que possible, de un ou deux parallélogrammes additionnels, sans aucune espèce de raison plausible que celle de pouvoir dire : « Ça fait mieux! »

Arrivé sur le palier supérieur de chaque entrée, on trouve devant soi trois marches *ajustées*, donnant accès à un couloir demi-circulaire d'environ $1^{m},25$ de largeur, qui s'étend devant une simple et unique banquette qui règne sur le pourtour supérieur; puis, à l'intérieur du grand couloir de promenade se développent en contrebas trois autres petites banquettes demi-circulaires et concentriques à l'Hémicycle. Comme il est facile de le voir, ce sont des banquettes *ajustées*, en plan, pour le plaisir des yeux, et non pas pour un usage rationnel.

Cette enceinte de 250 mètres superficiels n'offre à son Auditoire que 125 places assises; s'il y a plus de monde à y recevoir, on ajoute des banquettes mobiles et des fauteuils dans la partie centrale de l'Hémicycle et du bureau, dans laquelle on descend par trois marches de chaque côté des paliers d'entrée.

Le pourtour de l'enceinte est cylindrique dans toute sa hauteur de $7^{m},50$, construit en pierre de taille sur laquelle se développe la magnifique page de peinture murale de Delaroche, qui est l'un des plus beaux ajustements destinés aux plaisirs des yeux, mais au grand déplaisir, pour ne pas dire à la souffrance des oreilles. Le pignon de la salle est magnifiquement orné; la partie centrale, en renfoncement, est flanquée de deux colonnes en saillie, lesquelles ne portent que leur fût surmonté d'un vase de couronnement.

Dans le haut de la partie renfoncée de ce pignon s'ajuste une grande baie avec balcon en saillie, et com-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

muniquant avec un corridor de service du premier étage des bâtiments contigus. On se demande à quoi peuvent servir cette immense baie et son balcon heureusement inusités dans tous les autres Amphithéâtres du même genre.

Tout l'espace de cette enceinte est recouvert d'une voûte en quart de sphéroïde, presque à plein cintre, ornée de caissons sur différents motifs, et se prolongeant cylindriquement au-dessus des deux parallélogrammes ajoutés au demi-cercle. Un grand jour de 5 mètres de diamètre, à plafond plat et vitré, s'ajuste sur le centre de l'Hémicycle, moitié sur la partie cylindrique et moitié sur la partie sphéroïdale. Comme on le voit, tout pour l'ajustement, tout pour l'œil, mais rien pour la commodité des Orateurs et de l'Auditoire, bien qu'on ait consacré à celui-ci deux mètres de surface par individus! En revanche, on a, comme à plaisir, réuni dans cette enceinte toutes les conditions les plus favorables à la résonnance la plus fatigante et la plus insupportable : mur cylindrique et parois planes très-élevés, très-lisses, très-répercutants ; et enfin voûte à la fois sphéroïdale et cylindrique, ornée de caissons à réflexion convergentes, et où vibrent très-malencontreusement trois mille mètres cubes d'air!

Tel est le modèle des Amphithéâtres mis sous les yeux des Élèves de l'École des Beaux-Arts : on comprendra dès lors le peu de soucis qu'ils éprouvent et le peu d'aptitude qu'ils ont à se rendre compte des effets de l'Acoustique dans les diverses enceintes qu'ils peuvent avoir à construire, et dont les qualités à rechercher sont pour eux lettre morte!...

Les grandes niches placées derrière les Orateurs offrent également, par les sons réfléchis, des points de concentration très-nuisibles. Si l'Orateur est placé au

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

centre de figure de la niche, il est lui-même étourdi par les ondes qui lui reviennent aux oreilles; s'il est en deçà ou au delà du centre, les points de convergence sont plus ou moins éloignés du centre d'ébranlement, mais ils sont toujours nuisibles dans certains endroits de l'Auditoire où ils ne peuvent manquer d'être perçus désagréablement : la salle de l'ancienne Chambre des Pairs

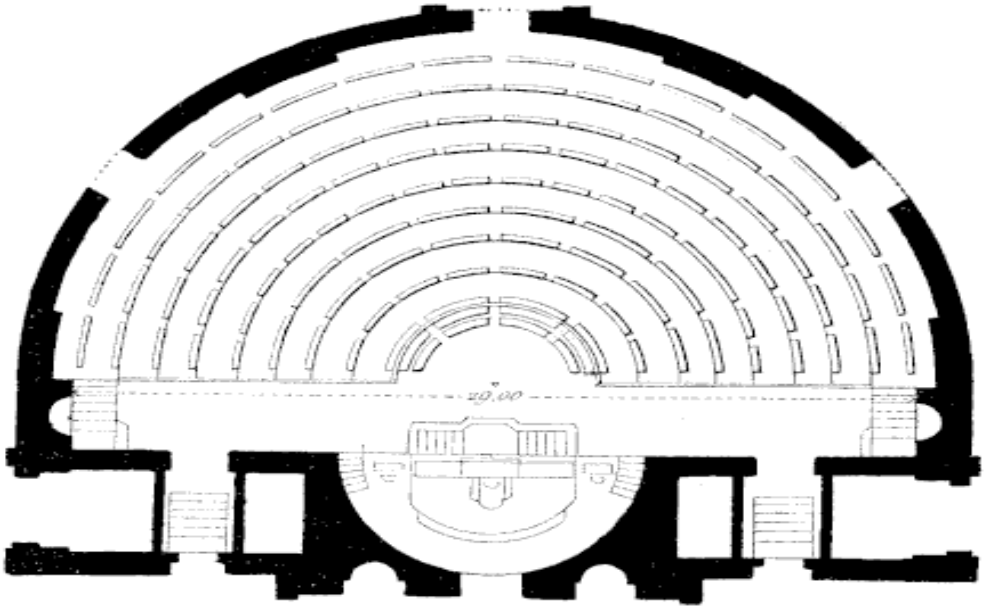


Fig. 4. — Chambre des Pairs (Luxembourg).

ou des sénateurs, servant aujourd'hui aux réunions municipales, en offre un exemple remarquable.

Les grandes Salles d'Audience de certains tribunaux sont fréquemment dans le même cas; elles offrent des résonnances désagréables, parfois très-fatigantes pour les magistrats surtout, qui se trouvent le plus fréquemment placés vers les points de convergence des ondes sonores réfléchies par les parois circulaires disposées derrière eux, plutôt dans un but irréfléchi d'ornemen-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tation et de dispositions architecturales par trop arbitraires, que dans celui d'une utilité réelle.

Les calottes sphériques recouvrant certaines chaires à prêcher sont aussi quelquefois très-fatigantes pour l'Orateur qui s'étourdit ainsi lui-même au détriment de son Auditoire, et ne peut conséquemment pas prendre l'allure et le *ton* qui conviennent au débit de ses paroles dans l'enceinte où il se trouve.

Quelquefois encore, l'Orateur, le Professeur, ou les Objets à voir, sont placés un peu haut pour être aperçus; mais généralement ils sont placés trop bas par rapport aux Spectateurs, dont les premiers font *écran* à ceux qui se trouvent placés derrière eux : c'est là un fait très-important et qui mérite toute l'attention des architectes et du Public; ce dernier serait en droit d'exiger ce qui lui convient le mieux, quand on manque à le lui fournir; mais il est généralement à ce sujet aussi peu instruit de ce qui lui conviendrait, que ceux qui sont appelés par devoir de profession à satisfaire à ce double besoin de bien voir et de bien entendre.

Dans les Théâtres, les deux tiers, à peu près, des Spectateurs sont placés obliquement à la scène; et la moitié au moins du nombre total ne peut pas voir, empêchée qu'elle est par les colonnes décoratives des avant-scènes et autres, par les cloisons des loges, et surtout par la *position des siéges* qui se trouvent presque toujours trop bas pour mettre les yeux à portée d'apercevoir tous les points, ou quelques points même de la scène, sans rencontrer les têtes des autres Spectateurs qui font obstacle à la vue. On ne peut généralement bien voir que l'*ensemble* de la Salle, mais fort peu la *scène* et ce qui s'y passe.

Dans les Amphithéâtres, l'Auditoire est généralement placé sur des gradins disposés suivant un plan dont l'in-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

clinaison paraît toujours arbitraire, et semble n'avoir jamais appelé la plus légère attention. **Les gradins des premiers spectateurs s'élèvent trop vite, et d'une quantité, quelle qu'elle soit, toujours trop considérable; tandis que les gradins des derniers spectateurs ne s'élèvent pas suffisamment.**

Les *caissons* au moyen desquels sont ornés les plafonds ou les voûtes; les niches décoratives, les ébrasements de portes ou autres enfoncements, offrent tous

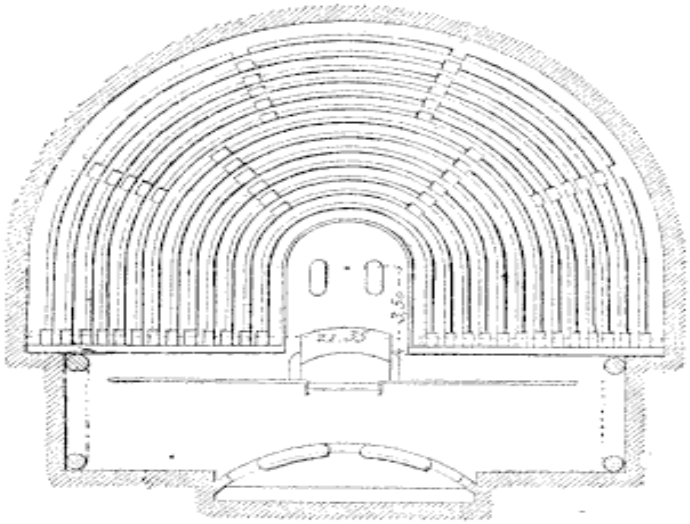


Fig. 5. — Jardin des Plantes.

de petits cubes d'air qui vibrent chacun de leurs vibrations propres, comme des espèces de tuyaux d'orgue, sous l'influence des ondes qui existent dans les espaces clos, et viennent ajouter à la résonnance fatigante des Salles, en augmentant la somme des bruits confus.

Les gradins et les banquettes des Amphitéâtres sont ordinairement formés de planches qui ont une assez grande *portée*, et qui peuvent par conséquent entrer aussi en vibration, et produire l'office de *tables sonores*, mais d'un effet pénible dans les Salles, où la so-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

norité est toujours nuisible à la perceptibilité claire et nette de la parole. Et d'ailleurs, les tables sonores, pour remplir leur but, doivent être construites d'une manière particulière, en bois dont la nature et la disposition des fibres sont loin d'être indifférentes; aussi, dans les Amphithéâtres, souvent les gradins offrent-ils une sonorité doublement désagréable par son existence et par son *timbre*. C'est surtout lorsque les gradins ne sont pas occupés par les Auditeurs qu'ils entrent facilement en vibrations. Certains Amphithéâtres, qui sont trouvés excellents, sous tous les rapports acoustiques, lorsque l'Auditoire est complet, offrent une résonnance fatigante lorsqu'ils sont à moitié vides. Les banquettes, dans ce dernier cas, vibrent, ainsi que la masse d'air, qui ne se trouve plus être la même par l'absence d'une partie de l'Auditoire; le volume d'air étant changé, ses propriétés vibrantes le sont également.

Comme exemple des Amphithéâtres où les masses d'air sont le plus nuisibles, nous citerons, entre autres, le grand Amphithéâtre de Physique et de Chimie du Jardin des Plantes (fig. 5), où rien n'a été tenté jusqu'à ce jour pour y porter remède; cet Amphithéâtre offre, sous le rapport de l'Acoustique, l'une des dispositions les plus mauvaises que l'on puisse imaginer; Professeurs et Auditeurs semblent habitués à subir ces mauvais effets dont ils ne se préoccupent guère, tant il est vrai que l'habitude est une seconde nature.

L'Amphithéâtre de Physique du Collége de France (fig. 6) est à citer aussi, comme présentant d'abord, au-dessus du Professeur, un cube d'air énorme et fort nuisible; des colonnes semblables à celles des *avant-scènes* des théâtres; des poutres saillantes au plafond, et revêtues en bois mince avec cavités intérieures; des caissons formés par la saillie des poutres et des soffites dé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

coratifs; enfin des planchers de gradins, minces, et ayant une grande *portée*.

On a remédié à l'immense sonorité de ce dernier Amphithéâtre, où deux interlocuteurs pouvaient à peine s'entendre et se comprendre, lorsqu'ils se parlaient des deux extrémités de l'espace, en plaçant des draperies fixes et des rideaux dans le pourtour supérieur de la Salle et en empêchant les vibrations des gradins au moyen du rapport que l'on fit, en dessous des construc-

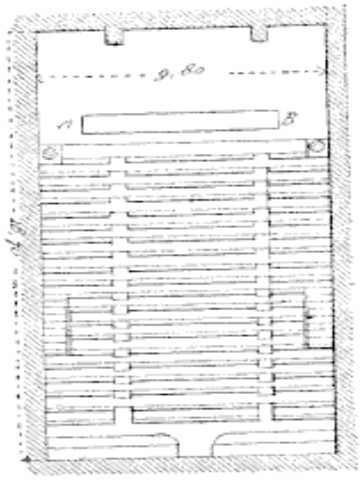


Fig. 6. — Collége de France (Physique.)

tions, de planches et de morceaux de bois disposés pour empêcher ou atténuer les vibrations [1].

Au Jardin des Plantes, on a également drapé de très-ancienne date la partie supérieure du mur circulaire; mais cet Amphithéâtre est toujours l'un de ceux où il est le moins facile de percevoir les paroles émises par le Professeur. C'est une étendue immense où la voix se perd

1. Depuis quinze à vingt ans, cet Amphithéâtre a été coupé, dans sa longueur, par une cloison qui en supprime la partie du fond, et rend sa forme actuelle aussi bizarre qu'inexplicable.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en dépit d'une sorte d'écran plus ou moins réflecteur placé derrière le Professeur. La voûte renvoie et concentre, en outre, en certains points, des sons réfléchis qu'il est intolérable d'entendre, et qui empêchent de recevoir l'impression pure et nette des sons directs [1].

La Salle provisoire, construite pour la réunion de l'Assemblée constituante de 1848, présentait aussi un cube d'air tellement énorme, qu'il était de toute impossibilité de le remplir efficacement par les sons que pouvait produire la parole; surtout au milieu d'une agitation continuelle et inévitable dans une réunion de plus de quinze cents personnes, députés et public compris; on pouvait réduire le cube de cette enceinte d'un tiers au moins, sinon de moitié, et atténuer déjà, par ce moyen, un résultat aussi regrettable.

En l'absence de Salles spécialement et réellement construites pour *faire de la musique*, à Paris, les *concerts* et les *festivals* ont lieu dans toute espèce de localités; et jusqu'à ce jour on n'a encore trouvé aucun emplacement qui ait pu satisfaire, non pas les artistes musiciens, mais même le public, parfois peu difficile cependant; c'est que ce public a un organe qui, bien que peu exercé aux jouissances exquises de l'art musical, n'en serait pas moins sensible pourtant aux beaux effets acoustiques qui résulteraient de dispositions rationnelles appliquées aux Salles réellement construites pour la musique. Si le public est resté insensible à tous les frais, quelque peu infructueux, faits pour le séduire

1. Aucun parti, depuis trente ans que ces défauts sont signalés n'a été pris pour améliorer cet amphithéâtre, l'un des plus grands de Paris. L'Auditoire et le Professeur continuent à s'y trouver incommodés, l'un et l'autre, d'une disposition qu'il serait très-facile de modifier, à l'avantage simultané du Public et des Professeurs auxquels ce local est destiné.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et l'émerveiller, ce n'est donc pas à lui qu'il faut attribuer la non-réussite de tous les efforts qu'on a tentés jusqu'à ce jour, mais bien aux Architectes, trop peu soucieux des problèmes qu'ils ont à résoudre, et parfois répréhensibles de ne les avoir pas mieux étudiés [1].

Examinons les effets qu'on a dû produire dans les différentes localités sur lesquelles on avait sans doute fondé quelque espoir inconsidéré de succès, mais auxquelles l'expérience aura dû faire renoncer, sans qu'on en ait tiré de conclusions utiles pour l'avenir des édifices spéciaux.

Un concert vocal et instrumental a été donné, quelques années avant 1848, dans la grande *galerie des tableaux du Louvre*, avant qu'elle ait été si complétement modifiée par les reconstructions du second Empire ; on se rappelle que cette galerie s'étendait du Louvre aux Tuileries sur une longueur d'environ 500 mètres. L'Auditoire, qui occupait sans doute toute l'étendue de cette vaste, ou plutôt de cette longue galerie, n'a probablement pas été satisfait de ce concert, car il n'a pas été suivi d'un second essai.

Il est, du reste, facile d'expliquer ce qui a eu lieu dans ce cas : les ondes sonores, dont la nature intime, dont la propriété particulière, est de se développer et de se propager *sphériquement*, d'être réfléchies *normalement* aux surfaces des parois limitant les espaces, et avec des intensités proportionnelles à l'élasticité de ces surfaces, ont dû d'abord être entravées dans leur développement primitif, à leur naissance, en se trouvant

1. Depuis quelques années, des concerts populaires se sont donnés et continuent à avoir lieu dans le grand local dit Cirque d'hiver, situé au boulevard du Temple. Si ce local ne présente pas de grands inconvénients acoustiques, il n'offre rien non plus de très-satisfaisant sous ce rapport.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

resserrées entre deux murs si peu distants, entre un plancher et une voûte si rapprochés, si on les compare à l'une des dimensions, à la *longueur* de l'espace. Les Exécutants devaient être assourdis par les sons qu'ils produisaient, et les Spectateurs, même à une distance peu éloignée, ne devaient entendre que faiblement, relativement aux instrumentistes. Car, ainsi que nous l'avons dit, les *sons*, pour se propager, pour conserver toute leur pureté et toute leur intensité, ont besoin de se répandre suivant une *certaine dimension* dans l'espace ambiant, qui, lorsqu'il manque, fait changer le mode des oscillations, et par suite la nature, l'acuïté ou la gravité des sons qu'on doit entendre.

L'air, dans ce cas, devient lui-même un instrument acoustique qui écrase et détruit plus ou moins complétement les effets produits par les véritables instruments, auxquels il ne devrait servir que de milieu ambiant docile et de véhicule sonore. On ne saurait trop signaler ces faits, répéter ces observations dont on ne tient généralement pas compte, ce qui est toujours regrettable : ce sont là des lois qu'il faut savoir comprendre pour en tenir compte.

La longue galerie du Louvre était en outre un mauvais local pour les Concerts, à cause de sa voûte, des colonnes disposées de distance en distance sur sa longueur, offrant des saillies surmontées d'arcs doubleaux sous la voûte, et surtout à cause des nombreuses *toiles*, qui absorbaient une partie des ondulations sonores, et des cadres ou bordures, qui présentaient aux sons des parois hérissées d'une quantité innombrable de ressauts, dont l'effet immanquable est d'en détruire la pureté, ou de les réfléchir d'une facon plus ou moins blessante pour notre organe.

Quelques autres Concerts ont été donnés, en 1844,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans les Salles ou galeries élevées aux Champs-Élysées pour l'*Exposition des produits de l'industrie française*, au lieu et place où s'est élevé plus tard le Bâtiment dit : PALAIS DE L'INDUSTRIE. On sait que ces Salles étaient construites en charpente recouverte de toile et de papier. Murs et plafonds, le tout était en toile, plus ou moins étendue et fatiguée par un service de quelques mois.

Il était évident, *a priori*, que les Concerts donnés dans ces espaces ne pouvaient réussir, et devaient rester loin des résultats qu'on en attendait. En effet, il y avait étranglement des ondes sonores par des parois trop rapprochées ; puis, vice capital, un amortissement presque complet des ondulations sonores, par des parois flottantes, par des toiles tendues, ou plutôt détendues de toutes parts, et qui ne pouvaient offrir la moindre surface utile aux réflexions.

Quelques observations encore sur les concerts ou Festivals qui ont eu lieu à l'*Hippodrome* de la barrière de l'Étoile, à Paris, Hippodrome qui était situé dans l'axe de l'Arc de Triomphe, à l'emplacement actuellement très-surbaissé et occupé par une partie du Boulevard dit du Roi de Rome et qui conduit à la nouvelle place du Trocadero.

Tous les sons marchent avec une égale vitesse, d'où il suit que tous les sons émanés d'un orchestre arrivent en même temps à une oreille placée à une distance quelconque à portée de ces sons.

Mais si tous les sons d'un orchestre arrivent *en même temps* à notre organe, c'est à la condition expresse que cet orchestre occupera un certain espace *limité*, et qu'on puisse considérer comme un *centre commun* d'ébranlement sonore. En effet, si le centre était trop large, si l'orchestre, au lieu d'être étendu sur une surface d'un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rayon de 10 mètres, l'était sur une surface de 100 mètres de longueur, il ne serait plus possible que tous les Sons arrivassent en même temps à l'organe de tous les Auditeurs; car en nous supposant placés à 10 mètres de distance de la surface occupée par l'orchestre, et en prenant par hypothèse 330 mètres pour vitesse *minima* du son dans l'air, nous percevons les sons des instruments les plus près de nous, 1/33e de seconde environ après leur émission, ce qui est presque instantané; tandis que nous ne percevons les sons des instruments les plus éloignés qu'après un temps dix fois plus long, plus 1/33e de seconde, ou 11/33es, c'est-à-dire un tiers de seconde après leur émission, ce qui est un temps évidemment trop considérable pour que les sons correspondants d'un morceau d'ensemble puissent nous arriver en même temps à l'oreille; il doit nécessairement s'ensuivre une cacophonie, à moins que l'Auditeur ne puisse faire abstraction des sons qui lui arrivent trop tard pour produire leur effet harmonieux, comme on fait abstraction de certaines paroles qu'on n'entend que confusément, parce qu'on en *écoute* d'autres [1].

1. On a souvent l'occasion de remarquer l'effet des Sons qui arrivent *trop tard* pour remplir le but qu'on en attend; nous voulons parler des tambours qui battent à la tête d'une colonne en marche. Pour peu que cette colonne ait une certaine longueur, 100 mètres, par exemple, les sons des tambours arrivent trop tard pour qu'ils puissent être d'accord avec le pas simultané de la troupe. Ou la fin de la colonne n'est plus *au pas* de la tête, ou bien elle n'est plus d'accord avec le son donné par les tambours, son qui a mis nécessairement un temps trop notable pour se transmettre et arriver à la fin de la colonne.

Les tambours, dans ces circonstances, offrent encore un exemple bien frappant de l'effet produit par la réflexion et la répercussion des sons : le passage alternatif des places, des carrefours et des rues transversales rend successivement le son des tambours plus intense ou plus faible, suivant que les parois ré-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les concerts ou festivals donnés dans l'enceinte de l'ancien Hippodrome, à Paris, avec dix-huit cents exécutants, ne devaient donc pas réussir sous le rapport de l'effet d'harmonie. Ces exécutions perdaient d'ailleurs presque tout le grandiose qu'on pouvait attendre d'une réunion nombreuse d'instruments, par l'énorme déperdition de force dans les ondulations sonores, dont la moitié, pour le moins, se perdait dans le ciel ouvert, au-dessus des exécutants.

Pour les oreilles délicates, un autre effet très-nuisible résultait aussi de la répercussion des ondes sur les surfaces de verdure offertes par les massifs d'arbres qui entouraient cet espace. Dans certains endroits cependant, et dans certaines circonstances, cette répercussion légère peut produire des effets qui ne sont pas désagréables et qu'il faut savoir utiliser. Un concert en plein air, par exemple, ferait infiniment plus d'effet dans une vaste Salle de verdure que dans une plaine illimitée; les charmilles et les grands arbres offrent des surfaces répercutantes très-remarquables et que les Chefs d'orchestre ne devraient pas négliger d'utiliser quand l'occasion les leur présente.

Depuis l'érection du grand PALAIS DE L'INDUSTRIE, — dont le sort a été de survivre à sa déstination première, par respect sans doute pour une œuvre un peu plus architecturale que ne l'avait été l'avant dernier palais du Champ de Mars, celui de 1867, — on a profité plusieurs fois du vaste emplacement offert par la grande

percutantes offertes par les maisons sont plus ou moins rapprochées, ou très-éloignées.

Les tambours en marche sur une route ou dans une allée plantée d'arbres feuillés, présentent aussi un curieux exemple de surfaces répercutantes offertes par la feuillée même des arbres, qui se comportent en partie comme les maisons des rues et leurs carrefours.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Salle centrale pour donner des Concerts et des Festivals : on y a essayé des chœurs de plusieurs milliers de voix ; jamais l'effet espéré n'a pu se produire, et l'on n'a jamais su voir les raisons nombreuses de ces insuccès. Le local d'abord est trop long et trop haut ; il est ensuite entièrement tendu de toiles et de draperies, dans le haut et dans le bas, ce qui constitue le plus puissant des étouffoirs. Si encore l'orchestre était placé vers le centre et adossé à l'un des grands côtés de la salle, ou même tout à fait au milieu, les deux extrémités auraient quelque chance de pouvoir entendre ce qui pourrait rester des sons amortis ; mais le mettre, comme on le fait d'habitude, à l'une des extrémités, c'est condamner la moitié de l'espace à ne rien entendre du tout. L'expérience s'est faite plus d'une fois et se répète encore de nos jours ; elle n'a malheureusement rien appris aux Architectes, aux exécutants, ni à ceux qui les dirigent, pas plus qu'à ceux qui les écoutent. Il est à regretter que des expériences de ce genre soient totalement perdues pour l'instruction générale, et que quelque parole autorisée ne fasse pas comprendre les conséquences si faciles à établir *à priori*, si évidentes à l'expérience, et n'indiquent pas ce qui serait plus convenable de pratiquer dans cette circonstance.

Les **chaires d'église** font aussi commettre tous les jours des fautes contre les lois de l'Acoustique. On a totalement perdu de vue les raisons qui ont donné lieu à la forme **chaire** de la destinée au Prédicateur et au Pasteur, dans les grands vaisseaux des églises, ou au lecteur, dans les vastes Salles servant de réfectoire aux communautés. Ce n'est actuellement qu'un simple motif de décoration et d'ameublement, et non plus un instrument acoustique ayant un rôle important à remplir. Le **dossier**, au fond de la chaire, auquel est adossé le Pré-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dicateur, et le **dais**, ou espèce de baldaquin, placé au-dessus de sa tête, ont eu incontestablement pour but, dans l'origine, de répercuter et de *rabattre* sur l'Auditoire tous les sons produits par la parole du Prédicateur ou du Lecteur : aussi le véritable nom de ce dais est-il **abat-voix**. Eh bien, que fait-on aujourd'hui avec peu de raison? Parfois des niches et souvent des pilastres, des consoles, des branchages et une foule d'autres ornements sont ajustés sur le **dossier** de la chaire ; le plafond du **dais** (car alors ce n'est pas un **abat-voix**) est orné d'un soffite saillant, polygonal ou circulaire, de corniches et d'enfoncements quelconques, de draperies fantastiques, etc.; le tout est construit en bois, mince, creux, et absorbant ou modifiant, par conséquent, une partie des ondulations sonores, au lieu de les répercuter d'une manière convenable au profit de l'Auditoire.

L'un des moyens qu'on avait cru devoir employer efficacement pour remédier aux défauts acoustiques de la Salle provisoire des séances de l'Assemblée constituante de 1848, fut l'établissement d'un dais ou baldaquin de ce genre, au-dessus du bureau de la Présidence et de la Tribune : ce baldaquin n'avait aucune des conditions requises pour faire un **abat-voix**, et d'ailleurs il ne pouvait pas remédier aux graves inconvénients résultant forcément de l'énorme masse d'air inutilement ménagée dans cette enceinte mémorable.

Les **ouïes** des tours et clochers, ces espèces d'**abat-sons** dont on garnit généralement les baies qui sont certainement ménagées pour laisser le son des cloches se développer à l'extérieur, sont aussi construits, par habitude sans doute, de manière à amoindrir le Son des cloches plutôt qu'à permettre sa translation et son *rabattement* sur les lieux environnants. Ces prétendus **abat-sons** se font souvent en planches, plus ou moins légères, cou-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vertes d'ardoises ou de zinc; ils portent souvent des festons pendants, ou bien encore on dissimule les **abat-sons** en les recouvrant extérieurement d'un grillage en fonte; toutes circonstances qui entravent plus ou moins la marche des ondes sonores. A quoi servent les cloches puissantes, si on éteint l'intensité de leurs Sons et de leurs harmoniques à leur sortie? Les Architectes constructeurs de clochers devraient songer un peu plus au rôle des **abat-sons** et ne pas se contenter de les traiter comme une sorte de draperie purement décorative quand ils ne cherchent pas à les dissimuler mal à propos.

Nous verrons au chapitre IX comment doivent être construits les **Abat-voix** et les **Abat-sons.**

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE VII.

DÉFAUTS RÉSULTANT DE L'INOBSERVANCE DES MEILLEURES DISPOSITIONS D'OPTIQUE [1].

La lumière du jour et la lumière artificielle sont, la plupart du temps, l'une comme l'autre, mal distribuées dans les salles d'Amphithéâtre, de Concert ou de Spectacle. Des masses éclatantes de lumière éblouissent en certains points et font paraître les autres parties dans l'obscurité. L'organe de la vision est souvent blessé par ces amas de lumières, et il ne peut plus ensuite apercevoir distinctement la forme et la couleur des objets.

Un Théâtre paraît sans doute magnifique lorsqu'il est resplendissant de lumière ; mais on produirait des effets aussi agréables, si, tout en y introduisant la lumière à profusion, on la disposait de manière à ne pas *éblouir* les Spectateurs, qui ont ordinairement autre chose à voir

1. Bien que ce chapitre soit écrit depuis trente ans, il a encore une grande utilité actuelle. Les défauts qu'il signale sont loin d'avoir été corrigés, malgré les tentatives de quelques améliorations consistant en essais plus ou moins réussis et dont nous parlerons en temps et lieu.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que de la lumière proprement dite, au lieu d'objets éclairés. Les effets éblouissants sont donc nuisibles dans les Théâtres, et font perdre tout à fait l'intérêt des objets qu'on veut montrer : on y voit généralement beaucoup de lumière, et non pas ce qu'elle doit éclairer.

Les éclats scintillants de la lumière éblouissante devraient être réservés pour les fêtes et les bals, où l'on produit alors les plus beaux et les plus grands effets avec de la lumière, tandis qu'il y a peut-être un peu de charlatanisme et de faiblesse de ressources artistiques à ne rendre un Théâtre brillant que par ce procédé ; et d'ailleurs, est-ce bien le *brillant* qu'il faut rechercher dans une salle de spectacle, à moins peut-être que ce ne soit un véritable Opéra ; mais même en cette circonstance, ne faut-il pas une sage mesure et un judicieux emploi de la lumière ?

Dans les Théâtres, le **lustre** fatigue la vue de la moitié des Spectateurs, et en empêche une bonne partie de voir la scène et les acteurs : la **rampe** est également très-nuisible pour les personnes placées sur les côtés des théâtres, et les réflecteurs de la rampe ne sont pas toujours disposés de la manière la plus convenable pour que la masse des Spectateurs n'aperçoive pas, plus ou moins, la flamme des becs, ou les cheminées en verre qui la contiennent. Depuis quelques années cependant, au moyen du renversement des flammes de la rampe, et une meilleure disposition des réflecteurs, on a obtenu des améliorations sensibles dans quelques Théâtres.

Un des effets les plus désagréables et les plus nuisibles pour les Spectateurs est sans contredit cette espèce d'écran placé, en certaines circonstances, devant la rampe, pour changer la couleur de la lumière : cet écran s'aperçoit toujours, dans les pièces à effets de lumière, comme une grande bande rouge ou verte, et nuit considérablement aux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

effets qu'on a l'intention de produire. Il serait pourtant bien facile de disposer les réflecteurs et les écrans transparents de manière à obvier à ces inconvénients. Il devrait même suffire de les signaler pour les voir disparaître. Il arrive bien rarement aussi que les **herses** n'éclairent pas d'une manière désagréable les toiles de ciels et celles de fond, et ne nuisent considérablement aux bons effets qu'on serait en droit d'en attendre. La lumière étant l'une des puissantes ressources des *effets* de certains Théâtres modernes, ses emplois et son maniement ne devraient pas être abandonnés à des manœuvres, à moins qu'ils ne soient constamment surveillés et guidés par des spécialistes intelligents [1].

Par suite des dispositions adoptées pour éclairer les Théâtres, la moitié des Spectateurs est donc éblouie et l'autre moitié dans l'ombre. Les plafonds des galeries interceptent la lumière venant directement du lustre, souvent seul et unique foyer de lumière, de sorte que le fond des loges ou galeries est généralement dans une espèce d'obscurité, qui devient plus grande à mesure que l'on se rapproche du **parterre**; aussi est-il totalement impossible d'être vu et reconnu dans la partie des loges appelées **baignoires**: on y est plongé dans une obscurité parfaite, mais qui est loin d'être nuisible au Spectateur, il faut en convenir; car de ces places, la scène, ses personnages et tous ses accessoires paraissent bien mieux

1. Aujourd'hui les principrux effets de lumière s'obtiennent au moyen des verres de couleur : Les rampes, les herses et les **portants** sont munis dans ce but de diverses séries de becs, garnis de verres différents de couleur : l'on éteint les uns et l'on allume instantanément les autres selon les effets à produire. — La lumière *solaire* est produite au moyen de la combustion de l'hydrogène et de l'oxigène, dont la flamme est projetée sur de la chaux disposée pour la recevoir, et lui donner un grand éclat.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

éclairés, et l'organe de la vue s'y fatigue infiniment moins ; nous devons ajouter qu'on y entend souvent mieux que dans toute autre partie de la Salle.

Si la lumière, partant d'un seul foyer, était réfléchie dans toute la Salle par des surfaces blanches ou de couleur claire, l'effet lumineux serait moins désagréable ou moins fatiguant. Dans les Théâtres, on décore fréquemment le fond des loges ou galeries de tons rouges cramoisis qui absorbent une énorme quantité de lumière et font détacher alors, il est vrai, en tons à la fois doux et brillants, les têtes des femmes et leurs toilettes ; mais ce contraste ne s'obtient qu'au moyen d'une grande masse de lumière, en majeure partie *détruite* par les couleurs absorbantes, et qui rend plus pénible et plus désagréable le contraste qui existe entre les parties sombres et le foyer lumineux.

Au **Théâtre-Italien** (salle Ventadour), entre autres, l'absorption de la lumière dans les loges tendues en velours cramoisi était si grande qu'on fut forcé d'y rapporter des lampes, offrant autant de points brillants, qui fatiguent beaucoup la vue, en nuisant à l'éclat des toilettes, accessoire très-important de ce Théâtre ; on ne voit guère que la lumière et très-peu les femmes qu'on a eu l'intention d'éclairer davantage. On a ainsi créé un nouveau contraste pénible, ajouté à celui du lustre, et une dépense nouvelle de lumière pour remplacer, en partie, celle qui est absorbée, en pure perte, par la couleur cramoisie, d'un sombre très-prononcé. Depuis son origine, qui remonte à plus de quarante ans, ce mode d'éclairage n'a reçu aucune modification ; on y est tellement habitué qu'on serait sans doute mal reçu si l'on proposait un amélioration pourtant si désirable.

Les *bougies*, que la mode fait placer actuellement en certaines parties des galeries, sont également des points

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

brillants qui fatiguent la vue et nuisent aux effets qu'on pourrait produire. Si des Spectateurs ne veulent pas être vus aux endroits qu'ils occupent, ils n'ont qu'à se placer non-seulement dans les obscures baignoires, mais ils peuvent encore se cacher derrière les faisceaux de bougies à gaz dont l'éclat empêche nécessairement qu'ils ne soient aperçus. Tous ces défauts résultant des éclats intempestifs de lumière, persistent dans bien des Salles, et personne n'a encore songé depuis plus de trente ans à en corriger les mauvais effets. On n'a tenté qu'une chose, la suppression du grand lustre, et cette suppression, sur laquelle nous reviendrons plus loin, n'a pas eu tout le succès qu'on aurait pu en attendre; et que d'argent dépensé en pure perte, dans des expériences mal faites et surtout mal conduites!

La lumière du jour, introduite dans les **Salles** et les **Amphithéâtres**, est aussi bien souvent mal distribuée. Si elle arrive du haut par une ouverture pratiquée dans la voûte ou le plafond des Amphithéâtres, elle éclaire le dessus seulement des objets et nullement les côtés; ou bien, comme le dessus est plus éclairé que les côtés, par contraste, les côtés paraissent dans l'ombre, et ils y sont en réalité très-souvent. Quelques Amphithéâtres éclairés par la voûte sont si élevés qu'à peine arrive-t-il à l'objet qu'on veut faire voir assez de lumière pour l'éclairer d'une manière convenable. Il faut cependant reconnaître que dans une Salle éclairée par la partie supérieure suffisamment élevée, lorsque la lumière pénètre avec une abondance assez grande pour ne pas dessiner trop fortement les ombres, l'unité et la tranquillité de ce genre d'éclairage produisent quelquefois des résultats satisfaisants; mais ce moyen réussit mal, surtout lorsque la lumière est obligée de passer par un certain espace cylindrique, formant une sorte de tuyau compris entre

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la paroi de la voûte ou du plafond et la partie supérieure de la toiture ; dans ce cas, la lumière n'est jamais bien répandue dans les Salles ; il y a alors un peu de l'effet produit dans les **chambres obscures**.

Lorsque les ouvertures pratiquées pour la lumière sont placées derrière l'Orateur ou le Professeur, sa face est dans l'ombre ; on ne voit que sa silhouette, ce qui rappelle un peu les *ombres chinoises* de notre enfance, et l'Auditoire est ébloui, quelque précaution qu'on prenne pour atténuer l'éclat de la lumière par des verres dépolis, ou par des stores et des rideaux. Cette disposition est surtout désagréable lorsque le jour est pris au midi, elle est moins pénible lorsque le jour vient du nord. S'il arrive de la partie située derrière l'Auditoire, c'est le Professeur ou l'Orateur qui souffre, mais il se trouve éclairé de la manière la plus convenable pour les Spectateurs.

Dans la Salle d'Audience du Tribunal de Commerce, de grandes fenêtres ont été ménagées en plein midi, pour l'éclairage de la Salle, et les membres du Tribunal sont placés devant ces fenêtres en leur tournant le dos. Les inconvénients qui résultent de cette disposition sont tels qu'il a fallu renoncer à l'accès du soleil et de la lumière par ces ouvertures, au moyen d'épais rideaux, et l'on se contente d'un surcroît de lumière qui arrive fort à point par le plafond, ce qui est heureusement suffisant pour les besoins des Audiences, lorsque toutefois le ciel n'est pas trop couvert ; mais dans ce cas on peut se servir des fenêtres au midi, en ouvrant les rideaux, ce qui place alors les juges dans une ombre très-préjudiciable : leur silhouette se détache en noir sur un fond éclairé. Il serait à désirer que cette faute des devanciers profitât à leurs successeurs.

Il existe toujours, et depuis bien des années, depuis plus

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de trois quarts de siècles, à l'Amphithéâtre principal de l'École de Médecine de Paris, un effet de lumière très-désagréable. Le soleil, arrivé à la partie supérieure de sa course, pénètre par l'ouverture demi-circulaire pratiquée dans le milieu de la voûte pour éclairer l'Amphithéâtre, et projette ses rayons éblouissants vers le milieu de l'Auditoire. Le Professeur et les Auditeurs en sont alors également incommodés. L'incommodité est bien plus grande encore si les rayons solaires tombent sur un livre ouvert ou un feuillet de papier blanc, car le Professeur se trouve alors ébloui d'une manière pénible par la lumière réfléchie. C'est là un grave inconvénient, à part les distractions qui en doivent résulter, dans les instants souvent où l'attention doit être requise tout entière. On a cherché à y obvier en recouvrant d'une toile grise la lanterne vitrée qui se trouve au-dessus de l'ouverture; mais cette toile enlève souvent trop de lumière, et parfois agitée par le vent, elle occasionne des éclats subits de lumière qui fatiguent très-désagréablement la vue.

Dans les jours d'hiver, ou le soir, on supplée généralement par des lampes au défaut de lumière naturelle, dans les Salle et Amphithéâtres; mais ces lampes sont fréquemment placées de manière à éblouir les Auditeurs sans éclairer convenablement les objets à voir : c'est là encore un des inconvénients qu'il suffirait de signaler pour le voir disparaître, tant il est simple d'y remédier [1].

1. Les remèdes bien faciles à apporter à tous ces inconvénients n'ont pas encore, depuis trente ans, été jugés dignes d'être pris en considération. Ils sembleraient être un raffinement de soins que ne méritent ni les Auditeurs ni les Professeurs, qui ont le tort sérieux de ne pas s'en plaindre et de ne pas se montrer plus difficiles. Évidemment les Architectes se préoccupent trop peu du mode d'éclairage des Salles qu'ils ont à construire et à disposer pour l'utilité du public, absorbés qu'ils sont par les *ajustements* décoratifs!...

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE VIII

DÉFAUTS RÉSULTANT DE LA VICIEUSE POSITION RELATIVE DES SPECTATEURS ET DES OBJETS A VOIR

La position la plus simple et la plus naturelle pour voir un objet, c'est de le regarder en face : placer les Spectateurs dans une direction telle que la vue soit dans la *normale* aux objets à voir, tel est le moyen qui se présente le premier à l'esprit, et l'on conçoit difficilement qu'il puisse en être trouvé, ni même cherché un meilleur. On ne peut voir cependant, en général, dans les Amphithéâtres, et surtout dans les Salles de spectacle, qu'au moyen de regards obliques, ou d'une position oblique de la tête ou du corps. Nous citerons encore l'Amphithéâtre du Jardin des Plantes (fig. 7) comme exemple de l'agencement le plus vicieux qu'on puisse imaginer pour la disposition des banquettes : celles-ci sont en *fer à cheval*, et la table du Professeur de Physique ou de Chimie est placée sur la ligne qui est perpendiculaire aux deux extrémités du fer à cheval. Les deux tiers de l'Auditoire se trouvent par conséquent dans une position

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

plus ou moins oblique par rapport au lieu où sont placés les objets à voir.

La disposition vicieuse de cette Salle peut s'expliquer : elle avait certainement été faite pour des cours de dissection anatomique ; les cadavres étaient étendus sur les deux tables de pierre qui occupent encore le milieu de l'espace du fer à cheval, et de là ils pouvaient être plus ou moins facilement aperçus de tous les points de l'Amphithéâtre, qui ressemble d'ailleurs à une moitié d'arène

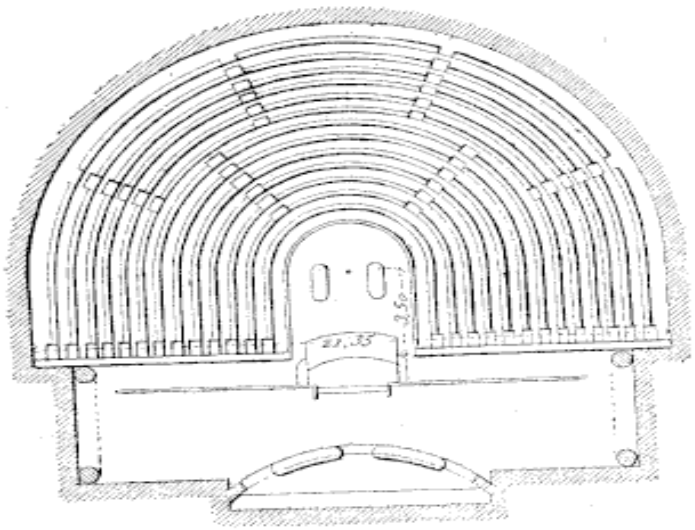


Fig. 7. — Jardin des Plantes.

antique. Évidemment, cette sorte d'arène destinée aux cours de dissection anatomique se trouvait alors convenablement disposée pour la Vue, sinon pour l'Audition ; mais pour tout autre cours, la disposition de cet Amphithéâtre est la plus mauvaise qu'on puisse imaginer ; Faudra-t-il le dire pendant trente ans encore avant qu'elle puisse être modifiée ?... Quelle indifférence dans le public et ceux qui le mènent ! Quand donc les journaux scientifiques et autres prendront-ils en main cette ques-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tion si importante? Eux seuls peuvent en provoquer et en amener la solution.

Dans la construction de la Salle provisoire destinée à l'Assemblée Constituante de 1848, on avait renchéri sur cette disposition vicieuse en allongeant considérablement la forme du fer à cheval. Conçoit-on qu'on ait pu placer des Auditeurs à plus de 40 mètres de distance de l'Orateur ? et qu'on ait pu imposer à ce dernier l'obligation de faire vibrer, par la force de ses poumons, un cube d'air de quinze à dix-huit mille mètres. Aussi était-il malheureusement impossible de se faire entendre dans cette enceinte, qui restera dans les souvenirs et dans l'histoire des constructions de Salles de réunion parlementaires comme un spécimen plein d'enseignement, et qu'il ne faudra pas perdre de vue, si de pareilles occasions de réunions se présentent dans un pays ou dans un autre [1].

Y a-t-il rien au monde de plus regrettable comme disposition (sans parler de son ornementation de guinguette) que la grande Salle des solennités Académiques de la Sorbonne, ce boyau long et étroit où l'Orateur n'a devant lui, à portée de sa voix, que le dixième des Spectateurs qu'on peut entasser dans ce local souverainement incommode? L'Auditoire s'y divise en deux masses principales, l'une à droite, l'autre à gauche, séparées par un noyau central ; les deux cents Auditeurs du milieu sont bien placés, mais les six cent cinquante de chaque côté sont plus ou moins éloignés vers les extrémités latérales. Si l'Orateur s'aperçoit qu'en parlant devant lui il peut laisser quelque chose à désirer, sous le rapport de l'Au-

1. Voir dans le *Moniteur* de l'époque les nombreuses et intéressantes discussions qui ont eu lieu au sujet de cette Salle provisoire qui a été démolie, étant devenue inutile par l'établissement d'un second empire.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dition, aux Spectateurs de sa droite ; si machinalement alors il tourne la tête vers eux pensant que ses paroles peuvent n'être pas parfaitement entendues : aussitôt la gauche est privée de toute Audition et semble réclamer sa part légitime ; l'Orateur se sent porté à y satisfaire, mais aussitôt il s'aperçoit des réclamations de sa droite ; naturellement dominé du besoin de se faire entendre de partout, il tourne la tête continuellement de droite et de gauche ; cherche à satisfaire toutes les parties de son Auditoire, mais il ne parvient à envoyer l'expression de son éloquence qu'avec des lacunes alternatives d'Audition. Ce doit être un martyre pour lui, s'il veut corriger les inconvénients du local dont il ne s'est pas rendu compte ; mais c'est une souffrance plus pénible encore pour tout ce monde qui écoute sans pouvoir entendre. Si l'Orateur ne s'inquiète de rien, et ne pense qu'à son sujet, la partie de l'Auditoire qui lui fait face entend à merveille, mais les neuf dixièmes placés latéralement entendent mal ou pas du tout.

Au grand Amphithéâtre de l'École de Médecine, qui contient au maximum huit cents personnes tant debout qu'assises, il y a tout au plus deux cent cinquante places d'où l'on voit et où l'on entend passablement ; les deux tiers de l'Auditoire voient mal et entendent mal, ou pas du tout. Les positions latérales au Professeur sont toujours détestables ; la voix se porte devant et non sur les côtés ; mais ce qu'il y a de plus pernicieux dans ce local, c'est sa prodigieuse hauteur, et ce cube d'air énorme que la voix doit remplir, mais où elle ne produit que des résonnances très-nuisibles à la clarté et à la précision de la parole, ce dont on peut avoir une idée en jetant les yeux sur les figures 1 et 2, pages 65 et 67.

Quelquefois encore, l'Orateur, le Professeur, ou les Objets à voir, sont placés un peu haut pour être aperçus ;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mais généralement ils sont placés trop bas, par rapport aux Spectateurs, dont les premiers font *écran* à ceux qui se trouvent placés derrière eux.

Dans les Théâtres, les deux tiers, à peu près, des Spectateurs sont placés obliquement à la scène ; et la moitié au moins du nombre total ne peut pas voir, empêchée qu'elle est par les colonnes décoratives des avant-scènes et autres, par les cloisons des loges, et surtout par la *position des siéges*, qui se trouvent toujours trop bas pour mettre les yeux à portée d'apercevoir tous les points, ou quelques points même de la scène, sans rencontrer les têtes des autres Spectateurs qui font obstacle à la vue. On ne peut généralement bien voir que l'*ensemble* de la salle, mais fort peu la scène et ce qui s'y passe.

Dans les Amphithéâtres, l'Auditoire est placé sur des gradins disposés suivant un plan dont l'inclinaison paraît toujours arbitraire, et semble n'avoir jamais appelé la plus légère attention.

Les gradins des premiers Spectateurs s'élèvent trop vite, et d'une quantité, quelle qu'elle soit, toujours trop considérable ; tandis que les gradins des derniers Spectateurs ne s'élèvent pas suffisamment.

Chaque zone ou rang de Spectateurs et d'Auditeurs exige une certaine *largeur* qui peut être constante et qui ne varie, d'une Salle à une autre, que pour donner plus ou moins de commodité à la circulation et aux personnes assises. L'économie de l'espace horizontal et le *confortable* du Public sont les deux seules raisons qui déterminent la largeur des gradins et de leur siége : il faut tenir compte de l'une et de l'autre dans une judicieuse proportion.

Mais il n'en est pas de même pour les *hauteurs* des gradins qui supportent les rangs ou zones successifs : ces hauteurs ne peuvent être constantes ; elles sont émi-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nemment *variables* d'une Salle à une autre, selon sa destination, et surtout *progressives* à mesure que les zones s'éloignent du Professeur, de l'Orateur ou des Objets à voir : c'est ce que nous démontrerons au chapitre XV.

Dans tous les Amphithéâtres, on semble donc avoir arrêté une inclinaison *quelconque* pour les gradins, et l'on a toujours le tort de la conserver régulière pour toute l'étendue qu'ils occupent.

On place encore assez souvent les gradins et leurs banquettes sur un *demi-cercle* dont les parties voisines des extrémités du diamètre ne sont jamais occupées, par cette raison qu'on voit mal les objets quand on est placé dans une position oblique, et qu'on entend également mal, quand on ne se trouve pas, comme nous l'avons dit, dans la direction particulière imprimée par la voix aux ondes sonores, ou dans une position formant un angle le plus rapproché possible de cette direction. Lorsque les gradins sont disposés sur un plan de forme carrée, ou suivant un carré long, il y a toujours également absence d'Auditeurs sur les deux côtés qui avoisinent l'emplacement occupé par le Professeur. L'Optique et l'Acoustique s'accordent encore sur ce point pour demander une modification importante dans la forme habituelle des Amphithéâtres. Mais que de temps il se passera encore avant qu'on ne sorte d'une habitude prise, d'une coutume reçue ! Les Architectes ne savent et ne peuvent innover sans le consentement du Public ; c'est donc à ce dernier à demander des améliorations s'il en désire, puisqu'il ne suffit pas de les avoir indiquées depuis si longtemps pour qu'elles puissent être mises en pratique.

Les couloirs, escaliers ou vomitoires placés dans le centre des Amphithéâtres sont toujours d'un effet nuisible en ce sens qu'ils suppriment les meilleures places,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ou que l'on s'y tient debout ; ou bien encore parce qu'ils causent au Professeur ou à l'Orateur des distractions désagréables et inconvenantes, par le mouvement continuel de va-et-vient qui y a lieu, et qu'on ne peut s'empêcher de remarquer. Cet inconvénient n'est pas moins grave pour toute autre Salle que pour les Amphithéâtres proprement dits. Il n'y a que dans les temples et les églises que ce passage usité ne présente aucun inconvénient, et qu'il y est même généralement indispensable.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE IX

CONDITIONS D'ACOUSTIQUE FAVORABLES AUX THÉÂTRES ET AMPHITHÉÂTRES SELON LEUR DESTINATION. — CHAIRES A PRÊCHER. QUELQUES RÉFLEXIONS SUR L'EMPLOI DES SURFACES COURBES.

La voix articulée, la Parole humaine, n'est bien claire et facilement entendue, que lorsqu'elle s'émet et se propage lentement, avec une certaine uniformité, quoique surtout sans monotonie. Pour être facilement perçue, la Parole doit arriver à l'organe de l'ouïe, simple et sans accompagnement, tandis que la voix *chantée*, les sons musicaux, sont, la plupart du temps, plus agréables à entendre avec des accords et des accompagnements harmoniques provenant des résonnances locales.

Quand on parle dans un espace clos de toutes parts, les ondes directes et les ondes réfléchies se croisent, et n'arrivent pas toujours exactement dans le même temps à l'oreille; on n'entend très-souvent que des sons mêlés, qu'un bourdonnement confus, fatigant, et qui nuit considérablement à l'intelligibilité de la Parole.

Mais si l'on chante, les résonnances sont presque toujours des accompagnements favorables à la voix, surtout si la personne qui émet les sons vocaux sait *ménager* et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

conduire sa voix de manière à profiter des accompagnements naturels qu'elle rencontre. Ce qui est exact pour la voix l'est également pour la musique instrumentale ; ce qui nous fait poser le principe suivant, qu'il ne faut jamais perdre de vue ; il n'y a pas de bons résultats possibles sans sa stricte observation :

Il faut toujours prendre le TON d'une Salle et s'y conformer tant pour les Sons qu'on y émet que pour le RHYTHME qui convient le mieux à la localité.

Mais il se rencontre des circonstances où les Salles sont tellement mauvaises qu'il est impossible d'en tirer parti, pour le débit de la Parole, témoin l'Hémicycle des Beaux-Arts.

Nos Amphithéâtres étant généralement destinés à faire entendre la parole des Orateurs et des Professeurs, on doit rechercher, dans la construction de ces Salles, tout ce qui peut rendre l'émission de la voix facile, claire et puissante. La forme doit être en harmonie avec le genre d'ondulations sonores qui s'y produisent. Si donc on

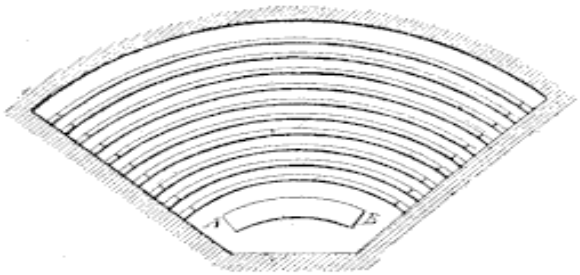


Fig. 8. — Disposition triangulaire.

considère de quelle manière se propagent les ondes sonores produites par la Parole, leur intensité particulière dans le sens vers lequel l'Orateur envoie, pour ainsi dire, ses paroles, on voit que l'espace le plus convenable pour contenir un Auditoire doit affecter une forme triangulaire, celle d'un quart de cercle, par exemple (fig. 8),

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dont l'Orateur occuperait le lieu à proximité du sommet de l'angle, ou du point central. L'expérience prouve tous les jours que cette forme serait convenable, puisque les Auditeurs qui remplissent un Amphithéâtre, commencent toujours par former un noyau occupant le centre de l'espace qui leur est destiné; puis ce noyau s'étend successivement sous une forme à peu près triangulaire, ou circulaire, et située en face du Professeur (fig. 9). Les flancs des Amphithéâtres ne sont jamais occupés que lorsqu'il n'y a plus moyen de trouver place dans la partie centrale; et l'on aime ordinairement mieux

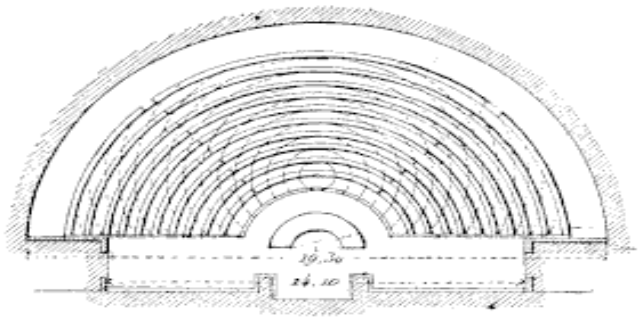


Fig. 9. — Groupement d'un auditoire en cercles concentriques.

se trouver un peu plus loin, mais de face, que plus près et par trop de côté [1].

Si nous ramenons ensuite notre attention sur la manière dont se réfléchissent les sons, il est facile d'en déduire la forme la plus convenable et la mieux appropriée

1. Les nombreux Auditeurs des grandes et belles conférences de la Sorbonne établies en 1863, savaient à quoi s'en tenir sur les avantages qu'il y a de se trouver dans la partie centrale dont il est ici question : l'envahissement de ces places du milieu et la formation du noyau central, qui s'étend si vite, est un fait curieux à observer au moment de l'ouverture des portes et de l'arrivée du public. C'est d'ailleurs ce qui se répète à toutes les solennités qui ont lieu dans cette grande Salle de la Sorbonne.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à ce genre de réflexions. Or, nous savons que la parabole renvoie parallèlement à son axe tous les rayons qui partent de son foyer ; la forme des Amphithéâtres devrait donc être parabolique ; et l'ensemble de ses murs, avec l'Auditoire et le plafond, se rapprocher, le plus possible, d'un paraboloïde, dont l'Orateur ou le Professeur occuperait le *foyer*. Les deux côtés d'un angle droit seraient les asymptotes de la parabole la plus convenable pour les Amphithéâtres ; il ne faudrait du moins s'écarter que très-peu de l'angle à 90°, afin d'éviter les positions

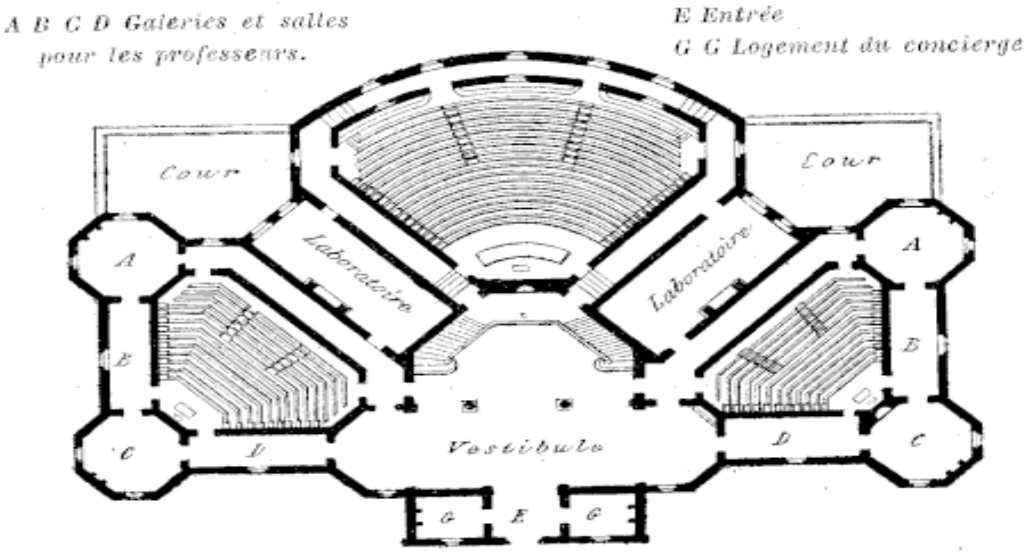


Fig. 10. — Amphithéâtres groupés.

obliques des Auditeurs par rapport au Professeur. Les deux branches de la parabole peuvent ensuite se prolonger indéfiniment, ou du moins suivant le besoin nécessaire pour le nombre d'individus composant l'Auditoire [1].

1. Cladni, dès le commencement du siècle, avait demandé la forme paraboloïde pour les Salles dont nous nous occupons.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Néanmoins, comme l'indiquent les figures 10 et 11, lorsque la Salle atteint une certaine dimension, les deux

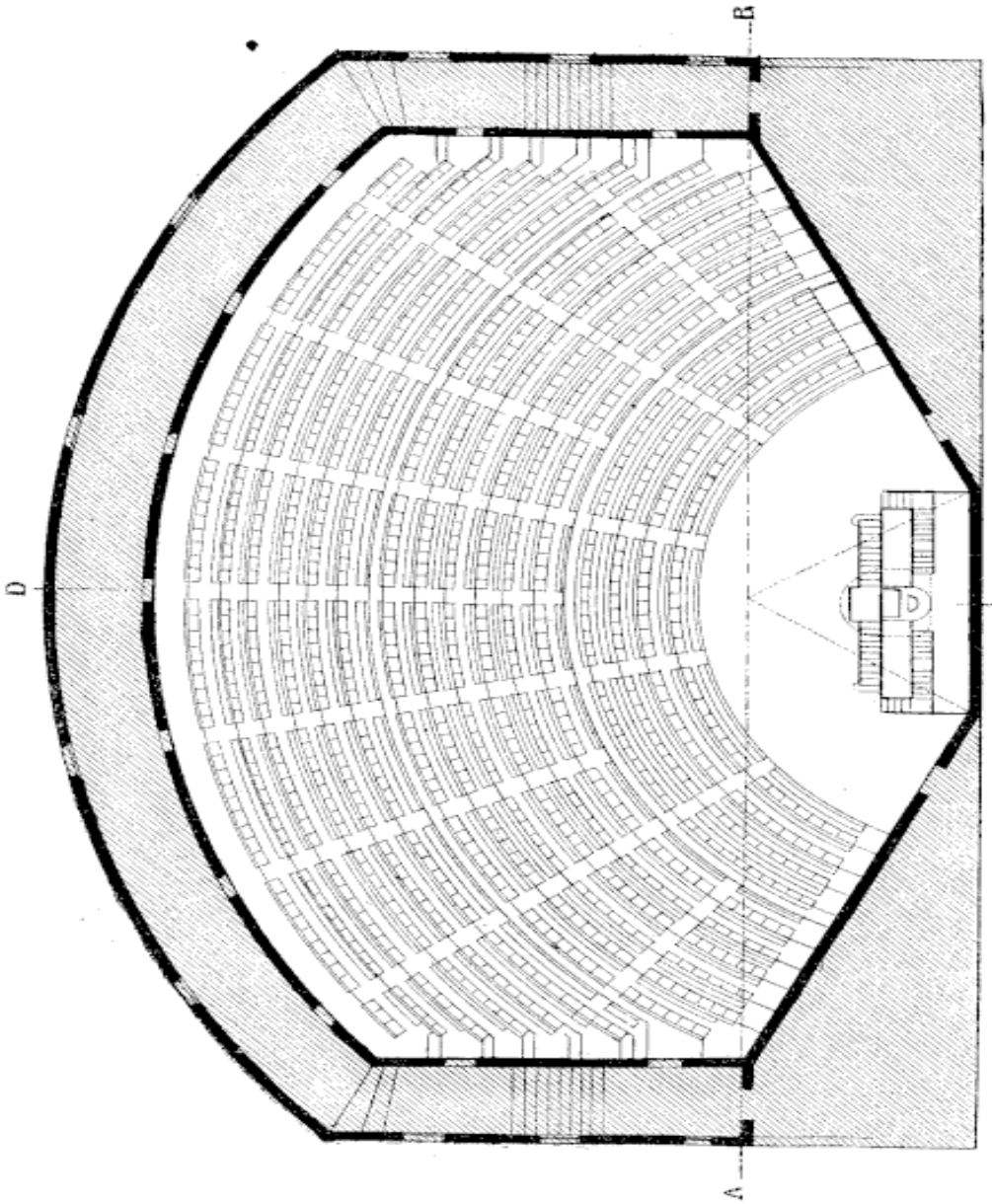


Fig. 11. — Salle de 900 places.

lignes obliques limitant les côtés de l'Amphithéâtre doivent se briser et devenir parallèles, dans une longueur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

plus ou moins importante, avant d'atteindre le fond de la Salle. On obtient ainsi un groupement de l'Auditoire plus central, sur une surface relativement moins étendue, et conséquemment d'un cube également moindre. Lorsque la Salle arrive à de grandes dimensions, l'angle formé par les deux lignes obliques limitant les côtés de l'espace, doit être plus ouvert que l'angle droit, afin de rapprocher la masse des Auditeurs de la partie centrale (fig. 11).

On voit qu'il existe une différence radicale entre la forme la plus rationnelle, et celle qu'on est dans l'habi-

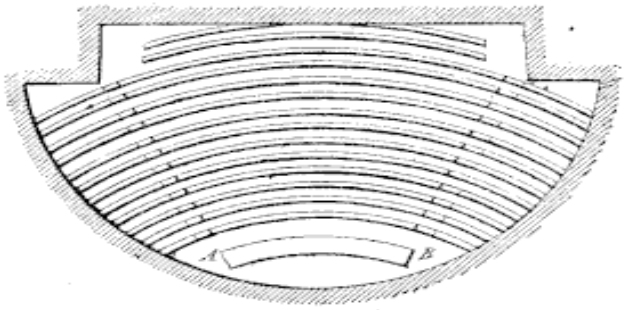


Fig. 12. — Auditoire retourné.

tude de donner aux Amphithéâtres, qui sont, la plupart du temps, *demi-circulaires* [1].

1. Il est curieux de considérer combien la force de l'habitude est puissante! Depuis trente ans que ces observations ont été émises, publiées et approuvées d'un si grand nombre de personnes aussi sensées que compétentes ; depuis qu'elles ont reçu un asile d'une aussi haute valeur dans le grand *Traité d'architecture* de M. Léonce Reynaud (tome II, page 360); on ne voit guère que les constructeurs de Salles aient jugé à propos d'en tenir compte; est-ce la bonne volonté qui leur manque, ou la routine qui les absorbe et les domine? — Que les architectes s'assimilent donc avec plus d'intelligence les conséquences des raisonnements qui leur paraissent bons! et que le public intéressé en réclame donc aussi les applications! Il y va de l'intérêt de tous!

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Un moyen paradoxal, le meilleur probablement pour utiliser les Amphithéâtres demi-circulaires, serait de renverser la disposition relative des gradins et de l'Orateur, en plaçant l'Auditoire du côté du diamètre, et l'Orateur sur la circonférence, ou vers l'extrémité du rayon perpendiculaire au diamètre (fig. 12). Car l'Orateur est placé dans l'endroit le plus spacieux de la Salle, quand il devrait en occuper le moins large et le moins haut, afin d'envoyer les ondulations sonores dans un espace utilement occupé par les personnes qui doivent les entendre; et non dans un espace où elles sont inutiles ou perdues, lorsqu'elles ne deviennent pas nuisibles par les résonnances particulières qu'elles y déterminent.

L'Auditoire des Amphithéâtres ne doit pas être dis-

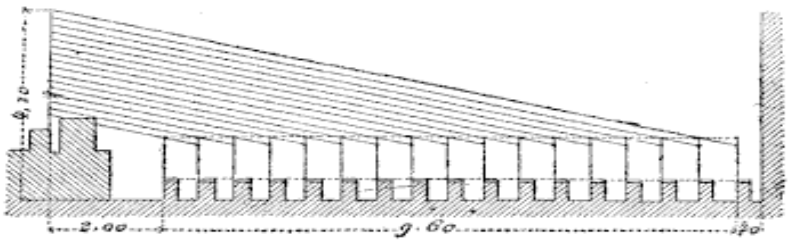


Fig. 13. — Auditoire placé horizontalement.

posé sur un plan horizontal, car à moins d'élever un Orateur comme dans les églises (fig. 13), il ne serait pas aperçu, et d'ailleurs les ondes sonores arrivent moins facilement sur les Auditeurs placés dans cette position. Il est mieux, il est même indispensable de les disposer suivant une certaine inclinaison, comme on est d'ailleurs dans l'habitude de le pratiquer journellement. Les ondes sonores, dans ce cas, pénètrent plus facilement la masse sur laquelle elles doivent produire leur effet acoustique. Mais l'inclinaison de l'Auditoire ne peut pas être

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

arbitraire; elle ne doit être ni trop faible, ni trop considérable, et surtout ne pas avoir lieu suivant une ligne *droite*, mais suivant une ligne *courbe*, afin de satisfaire à la fois aux conditions nécessaires pour bien voir et bien entendre.

Les Auditeurs ou Spectateurs étant placés sur une surface inclinée, ou pour mieux dire sur des gradins tangents à une surface oblique à l'horizon, si l'on couvre l'Amphithéâtre, c'est-à-dire, si l'on forme son plafond par un plan horizontal, il existera au dessus du Professeur, ou de l'Orateur, un espace considérable offrant un cube d'air nuisible à la perceptibilité des sons, en ce sens que non-seulement il doit être ébranlé par la voix comme le reste de la masse d'air, mais encore parce qu'il donne souvent naissance à des ondulations nouvelles, à des concentrations répercussives qui, par leur *entrechoquement* (voir les fig. 1 et 2, p. 65 et 67), produisent une sonorité qu'il faut éviter. Pour obvier à cet inconvénient possible, il y aurait donc lieu d'incliner le plafond des Amphithéâtres du côté des Orateurs ou Professeurs, et dans le même sens que l'inclinaison de l'Auditoire. C'est encore justement le contraire qui a ordinairement lieu dans les Amphithéâtres existants, où l'Auditoire est placé sur une inclinaison *quelconque*, conique, ou plane, et recouvert d'une voûte en quart de sphère, de sphéroïde ou d'ellipsoïde, ou bien en arc de cloître, et dont la partie la plus élevée, dans tous les cas, correspond à la portion la plus basse de l'Auditoire. L'Orateur a toujours ainsi, au-dessus de sa tête, une atmosphère immense, où la puissance des ondulations sonores va se perdre au détriment de l'Auditoire, en y produisant des résonnances et souvent des échos qui peuvent aller jusqu'à empêcher de percevoir les sons, dans le cas où la voix de l'Orateur est d'une faible intensité.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'inclinaison des plafonds ou voûtes des Amphithéâtres devrait être déterminée, comme la position des murs principaux, par une parabole disposée de manière à renvoyer sur les Auditeurs, et par le plus court chemin, les ondes directes qui viennent s'y réfléchir. Quant à la courbe d'inclinaison particulière à l'Auditoire, elle se rapproche d'une courbe parabolique; et comme cette courbe doit d'ailleurs satisfaire à certaines exigences d'Optique, nous la décrirons plus amplement ci-après, chapitre XIV [1].

Toutes les parois d'un Amphithéâtre, construit avec des surfaces de réflexion paraboliques, devraient être formées de substances solides, résistantes, parfaitement unies et polies, afin de favoriser le plus possible la répercussion des ondes qui, dans un Amphithéâtre de ce genre, marcheraient toutes dans le même sens, qu'elles fussent directes ou réfléchies; les parois en marbre, en

1. Cette expression de : *parabolique* nous est échappée dans la rédaction originaire de ce passage; elle demande une rectification. La surface déterminée par la position moyenne des têtes de l'Auditoire n'a pas besoin de réfléchir les sons comme les surfaces des parois limitant l'espace; une courbe parabolique n'aurait donc aucun rôle utile à jouer là où elle doit être absorbante et non réfléchissante. Aussi, le savant Professeur à la Faculté des sciences de Lille, Guiraudet, dans l'appréciation bienveillante qu'il a faite de mon travail en 1862, a-t-il justement relevé cette expression impropre à divers points de vue. « La surface destinée à l'ensemble des gradins n'est pas une surface parabolique; le calcul appliqué à cette construction montre, par une intégration facile, que le profil de cette surface est une sorte de courbe logarithmique. — Mais la chose importe peu au point de vue architectural. » (*Mémoires de la Société impériale des sciences de l'agriculture et des arts de Lille*, année 1862, page 33.) Quelle que soit la courbe adoptée, parabolique ou logarithmique, elle doit servir de moyen optique plutôt que de moyen acoustique, bien qu'elle soit utile pour obtenir le double résultat de bien voir et bien entendre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pierre ou en stuc, devraient toujours être préférées aux revêtements en bois. Mais il convient de revêtir de substances molles et épaisses, de draperies absorbantes, la partie du fond des Amphithéâtres, afin que les ondes sonores, amorties par ces substances, ne puissent pas être renvoyées par la réflexion vers le lieu de l'ébranlement, ou vers tout autre. Cette réflexion ne saurait être un inconvénient pour les derniers Auditeurs, mais elle serait nuisible aux premiers, parce que, pour ceux-ci, il se passerait un temps assez sensible entre la perception de l'onde directe et celle de l'onde réfléchie ; ce qui ne peut avoir lieu pour les derniers Auditeurs [1].

1. On a enfin compris ces observations, qui datent ici de trente ans : il s'est trouvé en 1878 des architectes qui ont été assez intelligents pour en faire des applications remarquables à la grande salle du Trocadéro, où les parois réfléchissantes ou absorbantes ont été raisonnées et employées. Mais n'y a-t-il pas lieu de craindre que la théorie, bien qu'expérimentale, ne se trouve en défaut dans le cas particulier dont il s'agit ? Les architectes de cette Salle immense (50^{m} de diamètre et 30^{m} d'élévation) ont eu l'intention d'anéantir les ondes sonores parvenues à une trop grande distance pour être utilement réfléchies, au moyen d'étoffes en *bourre de soie* appliquées sur les parois qui ne doivent pas les répercuter ; et ils n'ont pas songé que l'absorption ne pouvait avoir lieu qu'autant que la matière formant la paroi resterait *molle* et souple ; et que pour cela il n'eût fallu pas *peindre* l'étoffe, parce que l'opération de la peinture a pour effet d'en enlever le *moelleux* absolument nécessaire à l'anéantissement de l'onde sonore ; la solidité relative de la peinture substitue une surface dure et rugueuse, adhérente au velouté de l'étoffe qui devient conséquemment réfléchissante : l'intention était louable, mais l'exécution n'a pas été suffisamment comprise. En outre, les grandes surfaces des baies vitrées, établies dans les conditions les plus répercutantes, sont loin d'avoir été disposées pour empêcher les résonnances intempestives.

Quant aux parois réfléchissantes, on les a cherchées, et l'on a cru se les être procurées au moyen d'une CONQUE SONORE au sujet de laquelle on a établi les raisonnements suivants : « La partie antérieure (c'est de la *conque sonore* qu'il s'agit), est tracée suivant une courbe — QUI N'EST NI CERCLE NI PARABOLE — déterminée

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Quant aux gradins mêmes qui supportent l'Auditoire sur une inclinaison convenable, ils doivent être établis solidement et de manière qu'ils ne puissent pas vibrer sous l'influence des ondulations sonores, qu'ils soient ou non entièrement occupés par l'Auditoire. L'un des meilleurs moyens à employer pour empêcher la sonorité des gradins est sans contredit l'emploi des tapis dont on peut recouvrir toute leur surface, et la garniture ou recouvrement des banquettes. Il serait également très-convenable d'établir directement les gradins sur des

par points, de telle sorte que, divisée en vingt parties égales, chacune d'elles sert de répercuteur du son, à vingt parties différentes de la salle, ainsi subdivisée par une épure. »

Il est bon de faire observer tout d'abord qu'une *conque sonore*, — les conques le sont toujours — constitue un appareil concave, creux, et contenant essentiellement un certain volume d'air ; que ce n'est pas précisément la forme pariétale de la conque qui donne le son, quel qu'il soit, mais bien le volume d'air contenu. La conque ne peut pas remplir le rôle de réflecteur, mais seulement celui de créateur ou d'amplificateur du Son au moyen de la résonnance propre du volume d'air qu'elle contient. Dès lors, à quoi sert, et comment expliquer l'importance qu'on attache à une courbe tracée de telle sorte qu'elle ne soit *ni cercle, ni parabole?* Ensuite, une courbe a beau n'être ni cercle, ni parabole, elle ne saurait être réfléchissante par elle-même ; elle n'est qu'une ligne qui peut engendrer une surface par un mouvement déterminé, et cette surface peut alors *réfléchir ;* mais si la surface est *concave*, la réflexion est concentrée vers une partie focale résultant de la surface courbe, ce qui est le cas de la fameuse conque sonore du Trocadéro ; et si les réflexions se centralisent en obéissant à la forme générale du réflecteur, qui a toutes les allures d'une grande niche aplatie, cylindrique dans sa partie verticale et sphéroïdale dans sa partie haute, comment — non pas expliquer, car on explique toujours — mais comment comprendre que les concentrations des réflexions se diviseront en vingt parties égales, pour aller s'utiliser dans vingt parties pareillement égales dans l'ensemble de la Salle, tout cela au profit de l'Auditoire!... Cette *conque* ressemble terriblement et de toute manière à une *coquille*. Et que devient l'effet de cette conque, si ingénieusement calculé, avec le tiers de sa surface occupé par le grand orgue et ses énormes tuyaux cylindriques?...

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

voûtes ou massifs en maçonnerie, au lieu de poteaux en charpente ou en menuiserie, comme le pratiquaient au surplus les anciens dans leurs Théâtres et Amphithéâtres, dans ceux du moins dont les vestiges sont parvenus jusqu'à nous; car, dans les amphithéâtres en bois, les gradins étaient nécessairement établis sur de la charpente disposée à cet effet.

On comprend que les Salles de spectacles ne peuvent être construites et disposées comme les Amphithéâtres; en effet, la **scène** occupe une étendue plus vaste que la Tribune d'un Orateur, que la Chaire ou la Table d'un Professeur; il faut de plus un orchestre qui doit contenir un certain nombre de musiciens instrumentistes, puis, les gradins en amphithéâtre ne suffiraient plus pour réunir un nombreux Auditoire, à moins de donner à ces gradins une étendue considérable, mais qui deviendrait alors nuisible à la perceptibilité des sons et à la visibilité des objets. On a suppléé à l'inconvénient d'étendre indéfiniment une forme amphithéâtrale, en adoptant une disposition particulière au moyen de laquelle on parvient à placer un certain nombre plus considérable de Spectateurs, sans augmenter l'étendue horizonlale de la Salle. On dispose sur les parois verticales limitant l'espace plusieurs étages de *galeries* intérieures, le plus généralement tenues en bascule, et dont chacune contient quelques rangées de Spectateurs; ce qui donne à nos Théâtres modernes un caractère distinctif sur les Théâtres anciens, qui ne contenaient jamais qu'une scène et des gradins circulaires disposés tangentiellement à une surface conique. De cette manière, on multiplie la surface d'une certaine zone parallèle à la ligne qui forme le contour de la Salle, zone plus large dans le fond que sur les côtés de la scène; cette surface est répétée de trois à six fois, selon la hauteur des Salles; et l'on parvient, par

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ce moyen, à renfermer dans un emplacement assez limité un Auditoire qui occuperait trois fois plus de surface, s'il fallait le disposer sur une seule et même inclinaison continue. La scène, l'orchestre des musiciens et les galeries, telles sont les différences essentielles qui existent entre un Amphithéâtre moderne et une Salle de spectacle ; différences qui rendent cette dernière d'une construction et d'une disposition infiniment plus difficiles, mais pour lesquelles toutes nos observations peuvent être considérées comme des données d'une application utile sinon indispensable à de bons résultats.

Quelle est la marche généralement suivie pour l'étude et la construction d'un Théâtre? Ne pense-t-on pas d'abord à la partie décorative, à l'ornementation de la Salle, et fort peu à la scène, dont on n'examine le *poncis* que pour le copier à une échelle convenable? Si l'on revient ensuite à la Salle, c'est pour la forme, la *coupe* générale du vaisseau, qui varie peu d'ailleurs, également à cause du peu de variété qui existe dans les poncis des Salles. Quant à l'Auditoire que la Salle doit contenir, et pour l'usage, l'agrément et la commodité duquel elle est en réalité construite, on ne s'en occupe guère qu'en dernier lieu ; et ce n'est encore que pour l'asseoir, d'une manière plus ou moins incommode, sur du velours vert, ou sur du velours rouge, dans des *boîtes* fermées (loges), ou sur des galeries ouvertes, et nullement pour qu'il puisse VOIR et ENTENDRE.

Rationnellement, ne devrait-on pas suivre une marche opposée?... Placer d'abord l'Auditoire, c'est-à-dire déterminer, en *plan* et en *coupe*, la place occupée par chaque individu, et disposer cette place de telle sorte qu'on y puisse **voir** et **entendre** convenablement ce qui se passe, ce qui se dit sur la scène; de l'ensemble des places ainsi déterminées, déduire une forme générale

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de Salle; satisfaire, en un mot, à un besoin impérieux, puis ensuite étudier la construction et l'ornementation, de manière à ne pas nuire à l'Acoustique et à l'Optique de la Salle, mais favoriser, au contraire, tout ce qui peut rendre la perception des sons plus facile et plus agréable; et enfin tout ce qui peut faciliter la vue des effets scéniques [1]?

Nous ne parlerons pas (car ceci est étranger à notre sujet) de l'habitude où l'on était, naguère encore, d'habiller plus ou moins richement l'extérieur de nos Théâtres, *dans une partie* seulement de leur hauteur; d'y percer des fenêtres qui correspondent rarement, en nombre et en dimensions, aux étages intérieurs; de décorer les deux tiers, à peu près, de la hauteur totale de l'édifice, et de laisser le reste en murs tout lisses, ou en *toiture* d'un effet encore plus contrastant [2]. Les anciens étaient loin d'agir ainsi; et il n'est pas jusqu'au système de leurs couvertures en *toiles tendues*, qui ne devînt pour eux un motif d'ornement judicieux, et ne donnât à leurs monuments un caractère à la fois distinctif et rationnel.

Pour remédier en partie aux défauts acoustiques qui existent dans les Salles de spectacles actuelles, on pourrait essayer de remplir les conditions suivantes : la forme générale devrait être évasée vers le fond, en même

1. On doit reconnaître que depuis quelques années on s'est préoccupé, dans la construction des Salles de spectacle, d'un certain confort dans la disposition des siéges : les Spectateurs s'y trouvent moins mal assis, et la circulation s'y fait moins incommodément; mais qu'a-t-on fait pour l'Acoustique?.. RIEN!

2. Voir le théâtre dit *Salle Ventadour* : qui dirait, sans le savoir, que ces façades antérieures, latérales et postérieures, contiennent un Théâtre?.. La nouvelle destination de cet édifice (1878) ne rappellera en rien qu'il a été, pendant plus d'un demi siècle, Salle de théâtre!

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

temps que très-rapprochée de la scène : celle-ci la plus étroite et la moins haute possible; et il serait bon de pouvoir supprimer totalement sa profondeur, quand on voudrait obtenir les meilleurs effets, soit des chants, soit des instruments de musique. Au lieu de toiles, de rideaux, de manteaux d'arlequin et de châssis de coulisses, il faudrait, comme dans les Théâtres antiques, ce qui est bien difficile avec nos besoins et nos usages, des parois résistantes qui pussent, non pas absorber et éteindre les sons, mais les répercuter de la manière la plus complète.

L'orchestre devrait être également entouré de parois résistantes, et surtout reposer sur un sol ferme et solide, afin que les sons qu'on y produit puissent être renvoyés dans la Salle entière avec toute leur intensité. On a construit parfois une sorte de cuve ou fosse à parois lisses sous le léger plancher qui supporte les orchestres, dans les Théâtres spécialement consacrés à la musique ; cette fosse était sans doute établie pour former une capacité destinée à renforcer les sons ; mais quelle issue les sons qui vibraient dans cette cavité pouvaient-ils trouver pour se répandre dans la Salle ? Le plancher des musiciens qui la recouvrait, leurs siéges et leurs instruments devaient vibrer considérablement, et certainement de telle sorte que les instruments s'influençaient réciproquement d'une manière nuisible. Il ne résulte donc aucun avantage, aucune utilité, pour la masse des Auditeurs, de la construction de ces fosses prétendues sonores, qui, convenablement disposées, seraient peut-être plus utiles sous les Auditeurs que sous les musiciens, et rempliraient à peu près l'office des vases renforçants des anciens [1].

1. M. Sax a eu l'heureuse idée, il y a plus de dix ans, de pla-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il faudrait se garder de placer des colonnes aux avant-scènes, ainsi que sous les galeries, ou étages divers, et de diviser ceux-ci par des cloisons : les ondes sonores sont déformées et brisées d'une manière nuisible par tout ce qui fait saillie; les cloisons et les loges donnent d'ailleurs des résonnances locales, ou produisent des assourdissements qui sont rarement d'un heureux effet, mais qu'on pourrait habilement utiliser. Afin d'éviter le croisement des ondes par leur répercussion intempestive sur les surfaces éloignées du lieu de production des sons, il serait convenable de les amortir sur les plafonds, ainsi que sur le fond et les devantures des galeries. Si l'on ne veut obtenir que des ondes directes, renforcées seulement dans le lieu d'émission, on peut être sûr alors qu'en aucun point de la Salle on n'éprouvera d'échos, ni même de résonnances désagréables. Mais si la Salle est de petite dimension, et destinée principalement à faire entendre de la musique, il vaut mieux que toutes les surfaces soient répercutantes [1].

Il est impossible d'ailleurs de poser une règle absolue, applicable à toutes les Salles : Chaque Salle doit avoir sa règle, conforme à l'étendue et à la destination de son

cer l'orchestre des musiciens *sous* l'avant-scène même du Théâtre, et d'en disposer les parois de manière à augmenter l'intensité des sons au profit de l'Auditoire. Cette disposition judicieuse présente l'avantage de supprimer l'orchestre actuel des musiciens, dont la vue et la proximité sont gênantes pour les places qui sont à ses abords. — Il y a là des essais très-utiles à faire; mais quand trouvera-t-on un ministre et son administration disposés à y prêter la main?..

1. On a cherché en 1878 à mettre ces principes en pratique dans la nouvelle Salle du Trocadéro; mais les moyens de répercussion et d'absorption n'ont pas été exécutés d'une manière bien comprise; le résultat n'est pas complétement satisfaisant; on doit néanmoins savoir gré aux architectes de ce premier essai, qu'ils ont bien voulu faire, des moyens que j'avais indiqués trente ans auparavant.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

enceinte. On conçoit, en effet, que les ondulations sonores, parcourant 330 mètres environ par seconde, produisent des croisements d'un effet utile dans de petits et moyens espaces, mais très-nuisibles dans les espaces trop grands. Ainsi donc, telle disposition qui convient à une localité peut ne pas convenir à une autre [1].

CHAIRES A PRÊCHER. — Pour remplir efficacement le rôle auquel sont destinées les **Chaires** à prêcher ou à lire, l'**Abat-voix** et le **Dossier** doivent présenter des surfaces de répercussion lisses, polies, et surtout construites en matières parfaitement résistantes et préféra-

1. Je n'ai été à même de m'occuper pratiquement, dans les débuts de ma carrière, que des Amphithéâtres proprement dits; il ne serait donc pas juste de me reprocher de n'avoir pas été assez explicite, dans ce travail, pour tout ce qui concerne les Salles de concerts et de spectacle surtout. On ne peut qu'étudier, dans ces cas, les circonstances dans lesquelles on se trouve, et en tirer le meilleur parti possible; le problème est trop compliqué pour qu'il soit possible de trouver une formule qui convienne à toutes les circonstances; il n'est guère possible d'en trouver deux qui soient identiques. Les principes, les observations et les déductions qui font l'objet de ce travail n'ont pu être, par moi-même, contrôlés, prouvés ou modifiés au moyen d'applications directes, pour tout ce qui concerne les Théâtres et les Salles de concert. Les occasions qui se sont présentées ne m'ont pas été offertes, à quelque titre que ce soit, et l'on s'est contenté de faire, sans y attacher grande importance, de applications plus ou moins heureuses de quelques-unes de mes indications. Je dois dire cependant, — et je profite de l'occasion pour lui en exprimer ma reconnaissance, — que Ch. Rohault de Fleury, primitivement chargé de la reconstruction du grand Opéra, au moment de mettre à exécution des projets étudiés pendant cinq ans, revus, corrigés, amendés par le large concours de plusieurs spécialités compétentes, m'avait bienveillamment demandé de l'aider dans la solution si difficile des problèmes d'Acoustique et d'Optique qui étaient à résoudre et à appliquer sur une aussi magnifique échelle et dans une circonstance qui ne se représentera sans doute pas de longtemps. Je devais donc concourir, dans la mesure de mon acquis et d'une certaine aptitude contractée dans l'observation pratique, à des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

blement en marbre, en pierre ou en stuc; ces surfaces doivent être, en outre, convenablement orientées et paraboliques, de manière que la partie supérieure rabatte les sons de la Parole sur l'Auditoire, en les étendant de préférence dans le sens de la longueur du local où est située la Chaire, et que le Dossier ramène aussi les sons devant l'Orateur ou le Préditateur, à moins toutefois que son Auditoire ne soit en partie répandu derrière lui, circonstance dans laquelle il vaut mieux supprimer le Dossier et laisser la voix s'étendre autant qu'elle le peut

expériences si intéressantes à continuer et à compléter, pour en déduire des données plus positives et partant plus utiles. — Les événements en ont décidé autrement, et j'ai le regret de n'avoir pu mener plus avant ce genre d'observations et d'études que j'avais commencées dès ma jeunesse, et dont les résultats, tout incomplets qu'ils soient, et sous le rapport d'une utilité réelle, ne peuvent être mis en doute.

On est d'accord pour reconnaître, avec la sagesse des nations, qu'il faut forger pour devenir forgeron : ne faut-il pas en conclure que pour qu'un architecte devienne Acousticien et Opticien, il faut qu'il fasse de l'Acoustique et de l'Optique en réalité, car on ne peut avoir une idée juste, exacte, que lorsqu'elle a frappé nos sens. Les constructeurs qui ont été à même depuis une trentaine d'années de faire, dans l'architecture de notre temps, des applications de ces deux branches si importantes des sciences physiques, apporteront sans doute, à mon lieu et place, au faisceau des connaissances acquises, le résultat de leurs expériences propres, — à moins qu'ils ne se soient contentés d'une sorte d'exploitation professionnelle qui aurait eu pour but de ne faire simplement que de l'*art pour l'art*, du dessin d'*ajustement* à outrance, sans s'inquiéter plus sérieusement des problèmes posés par notre époque de progrès général. Serait-il plus utile alors de faire des *amplifications* d'architecture comme on fait des amplifications de rhétorique, des sortes de phrases dessinées, comme il y a des phrases écrites, des ajustements et des tournures coulantes, mais sans raisons d'être et sans idées justes?... — C'est ce que le public serait à même d'apprécier si l'on pouvait l'instruire sur ce chapitre, mais quelle est l'autorité qui pourrait bien s'en charger?

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans cette direction, qu'on sait être la moins favorable à l'Audition.

OUÏES DES CLOCHERS. — Les ouïes des clochers rempliraient également mieux leur rôle si les baies qui les constituent étaient munies de véritables **Abat-sons**, orientés de manière à laisser passer les ondres sonores, non-seulement sans les arrêter ou les amoindrir dans leur marche, mais encore en facilitant leur sortie et en les dirigeant vers le sol extérieur situé aux alentours des tours et des clochers. Ces abat-sons devraient être en dalles de pierre ou d'ardoise, posés dans une direction se rapprochant plus de l'horizontale que de la verticale, et n'être surtout pas munis de festons en pendentifs. Une voûte plate ou légèrement parabolique, formée au moyen d'un plancher en fer, ou d'une masse compacte quelconque, disposée au-dessus du beffroi des cloches, serait aussi plus favorable à l'émission et à l'intensité des sons que les espaces laissés libres au-dessus, et généralement occupés par des charpentes apparentes. Le son des cloches, par ces moyens, sortirait plus facilement des clochers et s'étendrait mieux sur le sol environnant.

SALLES DE CONCERTS. — Dans les Salles de concerts, circulaires ou carrées, surtout lorsqu'elles ne sont pas trop étendues et qu'elles sont destinées à de la musique instrumentale, il peut être très-convenable de placer l'orchestre au centre, et de laisser s'opérer le croisement des ondes sonores [1]. L'Orchestre alors serait un peu élevé, afin que les ondulations se répandent plus facilement, et l'Auditoire sur une courbe inclinée légèrement, afin d'éviter une trop grande hauteur, et, par suite, une trop grande masse d'air, avec une différence de température trop notable entre les gradins du bas

1. C'était déjà l'opinion de Chladni en 1809.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et ceux du haut de la Salle [1]. Des murs à parois solides et polies réperculeraient les ondes avec avantage et augmenteraient la sonorité. Le plafond serait plan, ou légèrement parabolique, d'une nature également dure et résistante, en fer, hourdé plein, par exemple — comme on peut le faire depuis quelques années déjà, grâce aux perfectionnements apportés dans les produits métallurgiques, — au lieu d'être formé de toile, de planches ou d'un léger enduit de plâtre retenu par des lattes; construit avec autant de légèreté, il absorbe une partie de la force vive des ondulations sonores, au lieu de les répercuter de la manière la plus profitable.

Dans les cas où des chants à une ou plusieurs voix doivent se faire entendre, il vaut mieux alors que l'Orchestre soit placé sur l'un des côtés de la Salle; d'abord parce que la voix a une direction particulière, et qu'il est plus agréable de se trouver dans les ondes directes des sons qu'elle produit, et ensuite parce que l'on aime généralement à voir les personnes qui chantent, en même temps qu'on les entend. Si la Salle offre la forme d'un parallélogramme, l'Orchestre prendra place sur l'un des grands côtés.

Dans une Salle de Concert de peu d'étendue, il faut que toutes les parois soient très-répercutantes et vibrantes, car les croisements des ondes ne sauraient, dans ce cas, produire des échos, mais des résonnances utiles; à la condition toutefois que le chef d'Orchestre saura comprendre et utiliser les qualités sonores de la

1. Les moyens de ventilation et d'aération sont mieux compris aujourd'hui. Il est actuellement démontré que la ventilation et l'aération nécessaires dans les Salles de réunions doivent se faire de *haut* en *bas*, ce qui ne rend pas indispensable cette prescription d'éviter une trop grande hauteur dans l'élévation d'un simple Auditoire. La ventilation, habilement et judicieusement ménagée, rend inutile cette précaution naguère si nécessaire

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Salle où il se trouve, et ne pas transformer ces qualités en défauts par négligence du diapason de l'espace où il se trouve et du rhythme qui lui convient. Si, au contraire, la Salle occupait une vaste étendue, il conviendrait de rendre *réfléchissantes* toutes les parois qui avoisinent le lieu des ébranlements sonores, et *absorbantes* les parois qui sont éloignées. Tout cela se comprend de soi-même et sans plus ample description [1].

On voit par ce qui précède que, pour un Concert instrumental, la place de l'Orchestre sera la meilleure au centre, et pour un Concert vocal sur l'un des côtés. Il suffit d'avoir réfléchi quelques instants à ces considérations d'Acoustique pour sentir parfaitement ce qui convient, ou ne convient pas, dans les cas très-variés qui peuvent se présenter.

Il est cependant une remarque essentielle à faire, et qu'il ne faut pas perdre de vue; c'est qu'un certain espace, un certain volume d'air suffisamment étendu, et toujours proportionné à l'importance de l'instrumentation musicale, est toujours nécessaire, indispensable, pour la production des sons musicaux. En effet, puisque les ondes réagissent les unes sur les autres, si elles ne peuvent se développer suivant une certaine étendue, les sons ne peuvent sortir avec toute leur puissance ou toute leur pureté, soit de la voix, soit des instruments : les harmoniques ne peuvent pas se dégager d'une manière convenable, et il y a comme une sorte d'étouffement qui cause aux Auditeurs une sensation pénible, qu'il est du devoir des exécutants et de ceux qui les dirigent de savoir leur épargner.

1. C'est ce qu'on a cherché à faire en 1878 dans la Salle du Trocadéro, et ce qui n'a réussi qu'à moitié, parce qu'on a négligé les surfaces vitrées, et qu'on n'a pas su manier convenablement la nature même de ces surfaces.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans la construction des Salles de réunions l'emploi des surfaces courbes est souvent utile; mais leur prohibition est parfois nécessaire.

Les lignes courbes, circulaires et elliptiques, la parabole, etc., sont généralement employées dans les constructions pour la détermination des formes, soit en plan, soit en élévation; elles sont nécessaires dans une foule de cas de stabilité, les voûtes, les arcs, etc.; et elles apportent aussi très-fréquemment un élément de variété fort utile dans les formes architectoniques, dans toute disposition soit horizontale, soit verticale. Elles sont en outre indispensables dans tout ce qui concerne l'ornementation, qui ne s'en passerait que difficilement et au grand préjudice de l'art décoratif.

C'est comme génératrice des surfaces courbes apparentes que nous appelons l'attention de nos lecteurs sur l'emploi de ces lignes dans les Amphithéâtres, Théâtres et Salles de concerts, dans toutes les localités spécialement destinées à faire entendre convenablement des Sons simplement parlés ou chantés, avec ou sans accompagnement musical.

Toutes les courbes, — et, en parlant des courbes, ce sont les surfaces qu'elles engendrent que nous avons en vue, — toutes les courbes ont une propriété commune, lorsqu'on les considère sous le rapport de la réflexion, soit optique, soit acoustique, c'est-à-dire lumineuse ou auditive; toutes ont des effets de réflexion convergents à leur intérieur, ou divergents à leur extérieur;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qu'il s'agisse de lumière ou de son, les rayons réfléchis sur la partie concave se dirigent toujours vers un foyer quelconque, situé à l'intérieur; alors les images deviennent plus étroites et plus vives, ou les sons se condensent, en augmentant d'intensité dans les lieux de concentration; ou bien, lorsque la réflexion se fait sur le côté convexe, les images s'élargissent en pâlissant, ou les sons s'éparpillent en perdant de leur intensité.

Le point qui constitue le centre ou le foyer des courbes, et qui sert de lieu de départ ou d'émission du son, comme de la lumière, doit être considéré dans son importance capitale, pour qu'il ne perde pas l'une des propriétés essentielles de la courbe à laquelle il appartient. Ce point important, unique, est essentiellement invariable de position; pour chaque courbe parabolique, il est spécial et aussi absolument fixe que le centre du cercle, que les foyers de l'ellipse. Un centre peut servir à une infinité de cercles qui sont tous concentriques, lorsqu'ils ont un centre commun; mais les deux foyers d'une ellipse n'appartiennent qu'à une seule ellipse, et ne peuvent pas être communs à d'autres ellipses. L'unique foyer d'une parabole ne peut également pas servir à d'autres paraboles : il n'y a ni ellipses, ni paraboles concentriques.

Tout son ou toute lumière partis du centre d'un cercle, se réfléchissent sur sa circonférence, et reviennent exactement au centre. S'ils partent de l'un des foyers de l'ellipse, ils se réfléchissent sur la courbe fermée et arrivent exactement à l'autre foyer. Dans la parabole, courbe non fermée, les rayons lumineux ou acoustiques, partis du foyer, se réfléchissent parallèlement à l'axe de la parabole.

On conçoit facilement qu'avec les propriétés spéciales de ces trois genres de courbes, la parabole soit seule

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

susceptible de rendre des services dans l'Acoustique des Salles, lorsqu'il s'agit de ramener des sons dans une direction utile. Mais il n'est jamais nécessaire, et il peut être fort nuisible de présenter aux sons des surfaces courbes réfléchissantes qui toujours occasionnent des concentrations en des points divers, variant pour une même surface courbe avec les lieux d'émission. (Voir les figures 1 et 2, pages 65 et 67.)

Quels que soient ces lieux variables d'émission, les concentrations, nous le répétons, sont toujours nuisibles : aussi faut-il les éviter, même quand elles proviennent de l'emploi des surfaces paraboliques, qui ne conservent leur propriété de réflexion parallèle à l'axe que *dans le seul cas où les sons émis partent bien du foyer même de la parabole*. Dans tout autre cas, si le son part d'un lieu situé, soit à côté du foyer, soit en deçà ou au delà du foyer ; plus loin, ou plus près de l'une des branches de la parabole, plus loin ou plus près du sommet de la courbe, les rayons sonores s'éparpillent dans un cas, ils s'épanouissent ; et dans un autre cas, ils convergent sans parallélisme aucun ; l'éparpillement détruit l'effet utile de la réflexion, et la convergence crée des intensités locales nuisibles, et qui peuvent devenir fort désagréables.

Au moyen d'épures de géométrie descriptive, on peut facilement se rendre compte de tous ces effets : c'est un travail de patience, mais qui n'est pas dépourvu d'intérêt ; c'est du moins ce que j'y ai trouvé, et je pense que d'autres s'en trouveront également satisfaits pour leurs études spéciales de l'Acoustique dans ses applications à l'art architectural.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE X

CONDITIONS D'OPTIQUE. — LUMIÈRE ET DISTANCE

La lumière éclatante et directe blesse toujours l'organe de la vue; la sensation est d'autant plus pénible que la lumière est plus intense, ou que le contraste entre la lumière et l'obscurité est plus grand; tandis que la lumière diffuse est plus agréable aux yeux et ne blesse jamais que par un contraste accidentel assez rare et très-prononcé entre elle et l'obscurité. Il faudrait donc éviter, dans les Salles de réunion, éclairées soit par la lumière du jour, soit par la lumière artificielle, d'y laisser pénétrer une lumière trop vive, surtout lorsqu'elle n'est pas distribuée et bien équilibrée sur plusieurs points à la fois : il est important de la répandre en quantité, mais il faut en opérer la diffusion de la manière la plus parfaite, et avec le moins possible de contraste immédiat.

Dans les Théâtres, la lumière est ordinairement produite par des lustres qui la répandent à flots, mais toujours au préjudice d'une bonne partie des Spectateurs

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qui sont éblouis et ne peuvent plus voir aussi bien. Il serait peut-être plus convenable d'y placer le système d'éclairage plus près des plafonds : dans cette position, du moins, la lumière serait moins fatigante, et ne blesserait notre organe que lorsqu'on fixerait directement les yeux sur elle [1].

Les galeries pourraient également recevoir la lumière d'un système d'éclairage placé sous les plafonds, et en forme de rampes, de manière à éclairer les personnes qui s'y trouvent assises, et sans être visible pour les autres spectateurs. La lumière ainsi disposée sur plusieurs points du plafond, et sous le pourtour de toutes les galeries, pourrait être en plus grande quantité que celle qui existe aujourd'hui; mais, plus disséminée et mieux cachée, elle serait beaucoup moins fatigante. Il serait convenable aussi de l'adoucir par des verres dépolis, qui, en la tamisant, pour ainsi dire, la rendent plus douce et plus agréable aux yeux [2].

Peut-être y aurait-il encore moyen de placer tout foyer lumineux au-dessus du plafond de la Salle, et de diriger la lumière sur tous les points au moyen de réflecteurs disposés pour la répandre également dans toutes les parties de la Salle : c'est une question assez importante pour qu'elle mérite d'être étudiée sérieusement [3].

1. Ces observations datent de 1848, et ont précédé les divers essais tentés depuis cette époque.

2. Au nouvel Opéra de Paris, la guirlande de globes lumineux placés à la naissance de la voussure du plafond, donne une lumière d'un meilleur effet que celle de tous les plafonds lumineux qu'on a essayés à grands frais depuis une vingtaine d'années.

3. Depuis trente ans que cette idée a été émise, plusieurs essais importants ont été faits aux frais de la ville de Paris, dont les administrateurs ont compris l'importance des études pratiques destinées à apporter, sinon une solution définitive, du moins

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La lumière, dans les Salles construites seulement en vue des *jeux* et des *effets scéniques*, et non du spectacle d'*ensemble* de la Salle, pourrait n'être pas éteinte, comme nous l'avons déjà dit, par les tons rouges foncés qu'on est dans l'habitude d'employer sur les parois des murs et des cloisons, afin de faire ressortir avantageusement les figures et les toilettes des femmes. Toutes les parois en tons blancs ou clairs permettraient une lumière plus abondante et moins vive à la fois, de quelque foyer qu'elle vienne; elle serait moins pénible aux yeux par cela même qu'on éviterait ainsi tout contraste prononcé entre le sombre et le lumineux.

Dans les Amphithéâtres, la lumière du jour qui vient par les côtés est sans contredit celle qui éclaire le mieux sans fatiguer ni le Professeur ni les Auditeurs. Il est bon de la répandre à grande profusion, et, lorsqu'il est possible, par toute la partie supérieure des murs, comme au Cirque des Champs-Élysées, par exemple, ou à celui du boulevard des Filles-du-Calvaire. Il ne faut

quelques améliorations dans le problème de l'éclairage des Salles de spectacle.

Les trois Théâtres : — le Lyrique, le Châtelet et la Gaîté, — ont été éclairés au moyen de plafonds lumineux. Les dépenses de gaz ont été considérablement augmentées, et la chaleur que développe ce mode d'éclairage et qui se manifeste à travers le vitrage des plafonds, incommode les Spectateurs qui se trouvent dans son voisinage : peut-être n'a-t-on pas utilisé suffisamment cette chaleur au profit de la ventilation; peut-être aussi les réflecteurs, combinés avec les lentilles amèneraient-ils d'autres résultats qu'il serait bon d'essayer. L'éclairage des galeries et des loges laisse toujours beaucoup à désirer; des essais plus *intelligemment conduits* pourront seuls amener des améliorations plus sérieuses.

La lanterne de cristal, suspendue au plafond du Théâtre du Vaudeville à Paris, n'a pas non plus donné le résultat qu'on attendait d'une aussi énorme dépense : on a dit que les cristaux seuls s'élevaient à la somme de 90 000 francs !

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pas perdre de vue, en outre, que les jours pris au nord sont bien préférables à ceux pris au midi; ils sont moins fatigants, car ils éprouvent moins de changements alternatifs dans leur intensité.

Les objets diminuant de volume apparent à mesure qu'on s'en éloigne, il est utile de grouper les Spectateurs le plus près possible des objets à voir. Il y a donc pour cela intérêt à construire les espaces moins vastes, sans pourtant créer de la gêne. Une condition non moins essentielle pour bien voir, c'est d'être placé commodément, et dans une direction normale aux objets à voir. Non-seulement il ne faut aucune espèce de cloison qui soit un obstacle à la vue de quelques Spectateurs, mais encore les banquettes des galeries devraient être disposées dans une direction parallèle, et non pas perpendiculaire à la scène, et échelonnées de telle sorte qu'un Spectateur ne puisse jamais faire écran au Spectateur placé derrière lui. Les Salles de spectacle devraient surtout être moins élevées, car dans la partie supérieure, il n'est plus possible d'apercevoir la scène d'une manière convenable, à cause de la proximité du lustre, de l'obliquité des rayons visuels et de la grande distance où l'on se trouve de la scène; il y fait d'ailleurs très-souvent une chaleur d'autant plus insupportable qu'on est plus élevé [1].

1. Il y a tout lieu d'espérer que les moyens de ventilation, soumis à de nombreuses expériences, permettront bientôt d'obtenir et de maintenir, dans toutes les parties des Salles de spectacle, une température convenable en toute saison, et un air parfaitement salubre. Il est admis aujourd'hui que l'air des Salles de spectacle doit être continuellement renouvelé pendant les représentations, sans rien emprunter aux couloirs ni à la scène; et cela au moyen de l'insufflation, combinée avec l'aspiration, seul procédé efficace pour débiter et distribuer convenablement la quantité d'air nécessaire. Les plafonds des galeries doivent

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Un pas important vient d'être fait hors des habitudes où s'étaient maintenus jusqu'à ce jour les constructeurs de Théâtres : nous voulons parler des améliorations notables dans la coupe générale de la Salle, et dans la disposition de l'Auditoire du THÉATRE-HISTORIQUE, à Paris. On y a rompu pour la première fois avec les éternelles colonnes d'avant-scènes, remplacées par des *motifs de loges* incomparablement plus gracieux. La baie de la scène, fermée par le rideau, est franchement accusée, et décorée largement. La forme elliptique de la Salle a permis de rapprocher considérablement l'Auditoire de la scène, le grand diamètre de l'ellipse étant parallèle à cette dernière. Le lustre central a été remplacé par deux lustres placés aux foyers de l'ellipse, et dont la position n'aurait pu gêner que certains Spectateurs, qui eussent été placés trop obliquement, et trop haut, pour apercevoir commodément la scène; aussi a-t-on supprimé les places derrière les lustres. Cette forme de Théâtre, construite sur une grande échelle, et avec les améliorations que l'expérience indique toujours, pourrait servir de modèle à une magnifique Salle d'OPÉRA, qui deviendrait plus parfaite encore, en y ménageant les moyens acoustiques que la théorie et l'expérience indiquent. Toute-

lancer dans la Salle de l'air pur à une température convenable, et le sol inférieur de chaque galerie doit *tirer* par les points les plus éloignés et derrière les Auditeurs, tout l'air qu'on a fait entrer; de telle sorte que chaque étage verse dans la masse du vaisseau, et tire simultanément la quantité d'air qui lui est nécessaire; de manière encore que si le haut est plus peuplé que le bas de la Salle, il y ait plus d'air envoyé et tiré par le haut que par le bas. Cela nous semble être le seul moyen possible d'équilibrer la température hygiénique des Salles dans toutes leurs parties, et nous ne doutons pas que, par les efforts combinés de tous les chercheurs, on ne soit amené prochainement à ce résultat si désirable.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fois ce genre de Salle ne saurait convenir parfaitement qu'aux effets scéniques, car elle laisserait peut-être beaucoup à désirer comme coup d'œil général, comme *effet d'ensemble*, qu'on est habitué à rencontrer dans certains Théâtres [1].

L'enceinte de la CHAMBRE DES DÉPUTÉS, à Paris, est une imitation plus ou moins heureuse des Théâtres antiques; c'est un pastiche froid et fidèle, mais approprié à nos usages, à nos besoins, à notre climat. L'imitation inconsidérée des Théâtres antiques disparaîtrait sans doute, en cette circonstance, si l'on suivait, pour première donnée d'une enceinte de ce genre, les formes les plus favorables à l'Acoustique, et qu'on aurait préalablement déterminées par des expériences directes et spéciales. L'art consisterait ensuite, non pas à pasticher avec plus ou moins de bonheur des formes et des dispositions qui ont eu leur raison d'être, mais à en créer de nouvelles, et à les orner judicieusement : nul doute que les grands artistes de nos jours ne possèdent tout le savoir et le talent nécessaires pour atteindre parfaitement un nouveau but, si digne de leurs efforts, s'ils veulent y marcher résolûment, mais voudront-ils sortir de l'ornière?

Nous exposerons, dans la seconde partie de ce livre, quelques principes qui peuvent guider en pareille circonstance; c'est une voie d'essais dans laquelle il serait

1. Cette Salle, due à l'architecte Dedreux, grand prix de l'École des Beaux-Arts en 1815, a été démolie pour l'établissement de la grande place du Château-d'Eau; il est à regretter que ce type tout particulier ait disparu et ne se soit pas reproduit pour les genres de spectacles qui lui conviennent, où les *grandes toilettes* ne sont pas de rigueur, et ne font pas partie intégrante du spectacle.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

désirable qu'on entrât un jour, et dès que l'occasion s'en présentera [1].

1. L'occasion s'est présentée en 1875 à Versailles; on y a établi une nouvelle Salle pour les débats parlementaires. Nous en parlerons au chapitre consacré, dans la deuxième partie, à ce genre de constructions architecturales, où l'on a encore commis toutes les fautes signalées depuis tant d'années, et qu'il eût été pourtant si facile d'éviter.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE XI

RECHERCHE DE LA FORME LA PLUS CONVENABLE POUR LES AMPHITHÉATRES

Le demi-cercle a été de tout temps la figure qui a servi presque exclusivement à déterminer la forme en plan des Amphithéâtres. Placer en un centre commun les objets à voir, le Professeur ou l'Orateur à entendre, et disposer les Spectateurs sur des demi-circonférences de cercles concentriques, telle est la forme la plus simple et qui se présente le plus tôt à l'esprit.

Mais cette disposition n'est pas, comme nous allons le voir, la plus favorable à l'Acoustique, et ne facilite pas la visibilité des objets, quoiqu'elle ait l'avantage de grouper les Auditoires plus près de l'objet à voir, et de les placer dans une position toujours normale par rapport au centre occupé par cet objet.

Le cercle est sans contredit la figure dans laquelle on peut établir, sans surface perdue, des lignes parallèles, ayant toutes des normales convergentes vers un centre commun ; en plaçant l'Auditoire sur des circonférences de cercles concentriques, on satisfait bien aux conditions

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les plus favorables à la perceptibilité des sons, et à la visibilité directe et facile des objets, mais dans le cas seulement où il s'agit d'entendre ou de voir d'une manière quelconque ; les zones circulaires peuvent alors être entières, comme dans les Cirques antiques et modernes, où la scène à voir se trouve placée dans un certain espace qui occupe le centre de figure de l'Amphithéâtre. Un concert peut également avoir lieu dans un pareil local sans qu'il soit cependant exempt de quelques inconvénients, tels qu'un groupement difficile des exécutants, et souvent une trop grande masse d'air à ébranler.

Mais un Professeur, un Orateur, une foule d'objets, tels qu'un tableau de démonstration, une expérience, etc., ne peuvent se voir facilement que de face, et plus on s'écarte de la ligne perpendiculaire à ces objets, plus la visibilité en devient difficile, incomplète, impossible même. En sorte qu'il arrive un certain moment où il vaut mieux être placé un peu plus loin, mais de face,

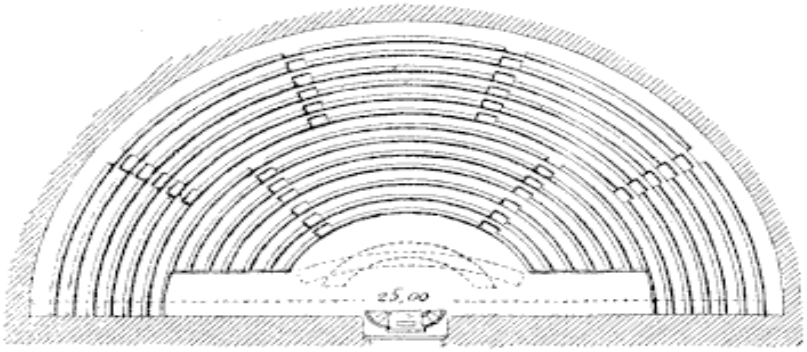


Fig. 14. — École de médecine.

que se trouver plus près, mais de profil. (Voir le plan de l'Amphithéâtre de l'École de Médecine, fig. 14, et celui du Conservatoire des Arts et Métiers, fig. 15.

Si l'on divise un demi-cercle en trois parties inégales,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

par deux lignes à 45 degrés, partant du centre, et se coupant à angle droit, toutes les places situées sur la partie centrale, sur le secteur du centre, seront préférables à celles situées sur les côtés, au delà des lignes à 45 degrés ; et avant même d'atteindre la base du demi-cercle, la position devient si désagréable et si pénible, que dans tous les Amphithéâtres dont la forme est demi-

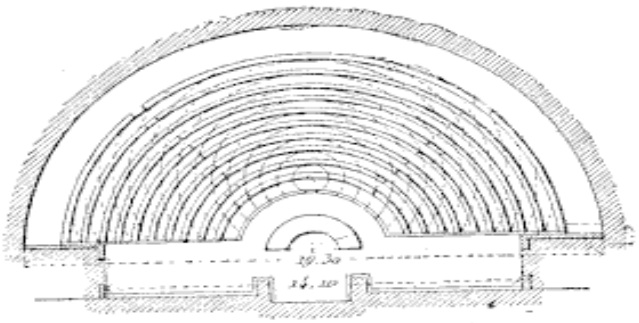


Fig. 15. — Groupement d'un auditoire en cercles concentriques.

circulaire ou s'en rapproche, ces espaces en dehors des lignes à 45 degrés, ne sont jamais occupés que lorsqu'il n'y a plus moyen de trouver de places ailleurs.

On a tracé sur la figure 15 des lignes concentriques qui indiquent d'une autre manière comment un Amphithéâtre, à plan demi-circulaire, est successivement rempli par les Auditeurs. C'est d'abord un petit noyau de forme ronde, en face du centre : ce noyau s'élargit peu à peu, et ne conserve pas le même centre que le noyau primitif, puisqu'il ne peut s'étendre que vers l'extrémité opposée à la place du Professeur. Quand ce noyau a atteint, en grossissant, la circonférence de l'Amphithéâtre, il y est comme aplati contre la paroi circulaire, et il s'étend alors successivement, suivant des lignes courbes, vers la base du demi-cercle formant le plan de l'Amphithéâtre. Cette observation est également applicable à un Amphi-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

théâtre d'une autre forme, et ayant un centre occupé par un Professeur ou un Orateur (1).

Dans un Auditoire disposé suivant des lignes droites parallèles entre elles, chaque Auditeur, si l'on en excepte les personnes placées sur l'axe passant par le centre de l'Amphithéâtre, ne peut regarder vers un seul et même point qu'à la condition qu'il tournera plus ou moins la tête, soit à droite, soit à gauche, suivant qu'il s'éloigne davantage, à droite ou à gauche de l'axe : de cette position résulte une gêne très-fatigante.

La forme la plus commode pour les Amphithéâtres peut donc être circulaire, si l'on veut, mais elle doit se

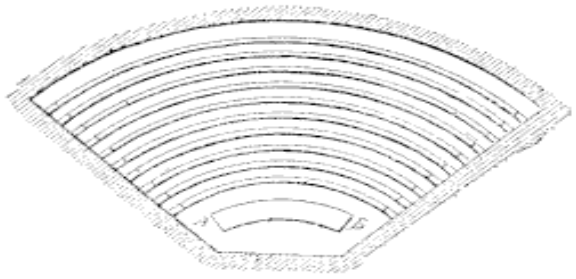


Fig. 16. — Disposition triangulaire.

rapprocher seulement d'un quart de cercle, et ne le dépasser en largeur que le moins possible (fig. 16). Cependant, lorsqu'il s'agit de voir, non pas un seul point, mais divers objets répartis suivant une ligne droite, l'Auditoire doit être rangé sur des lignes parallèles à cette ligne de *scène* (fig. 17). Dans les cas les plus ordinaires, où cette dernière est limitée, et par conséquent moins étendue que le côté formant la base de l'espace occupé par l'Amphithéâtre, les lignes parallèles des

1. M. Léonce Reynaud a adopté cette démonstration dans son grand Traité d'Architecture ; il en a donné le dessin dans une de ses planches, et l'explication dans son texte.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

gradins de l'Auditoire devront tourner circulairement autour des extrémités de la ligne de *scène;* et dans ce cas la forme de l'Amphithéâtre devient élargie, et présente

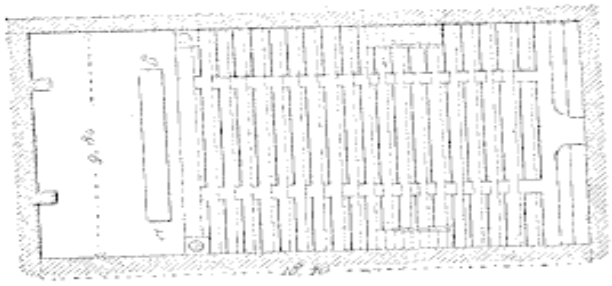


Fig. 17. — Collége de France.

une surface composée de deux quarts de cercle, réunis

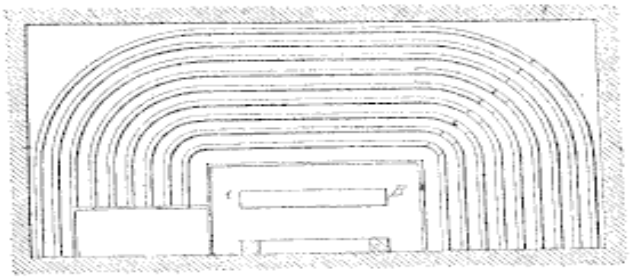


Fig. 18. — Disposition en largeur.

par un carré plus ou moins allongé, en raison de la longueur de la ligne de *scène* A B (fig. 18).

Cette ligne de scène A B peut n'être pas droite, mais circulaire et concentrique aux zones des gradins (fig. 19, 20, 21, 22, 23.) Dans ce cas, le centre réel qui a servi à tracer un Amphithéâtre à gradins circulaires, et qui se trouve le plus souvent au dehors de l'Amphithéâtre, n'est pas le lieu où la visibilité doit être ménagée pour tout

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'Auditoire ; mais ce lieu de visibilité doit se rapprocher de l'Auditoire, en s'éloignant du centre des zones circu-

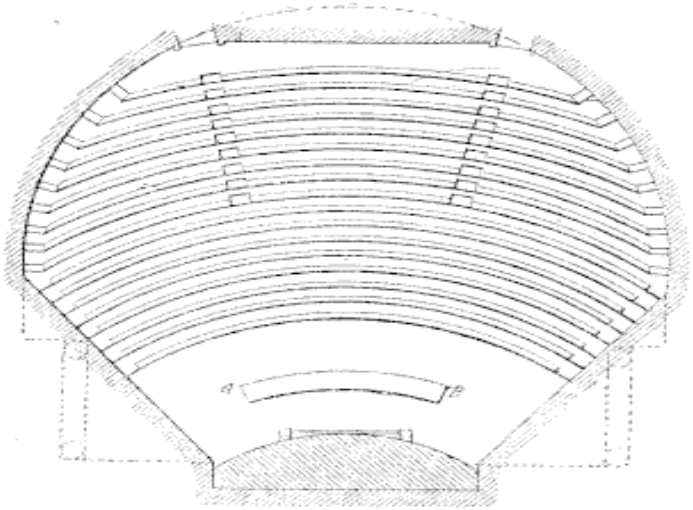


Fig. 19. — Disposition circulaire et concentrique.

laires : c'est la ligne A B des *fig.* 16, 17, 18, 19, 20 et 21.

Dans ce dernier cas, et pour un Amphithéâtre ayant la forme d'un parallélogramme, il faut, pour que toutes les

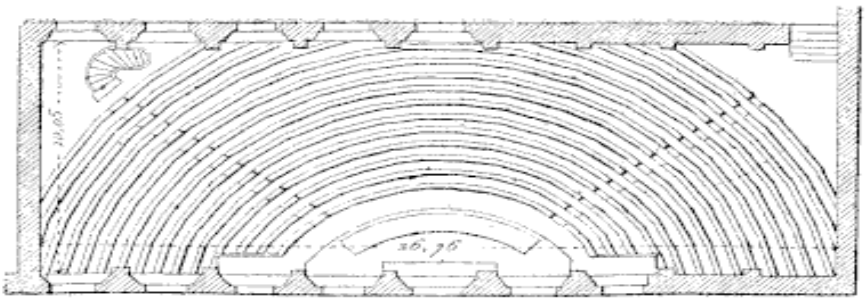


Fig. 20. — Disposition polygonale concentrique.

places soient à peu près également bonnes, que la profondeur de l'Amphithéâtre, en face de la table ou ligne de *scène*, et les parties de sa largeur en dehors des extré-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mités de cette table, soient à peu près égales, afin que l'Auditoire, s'il ne peut pas être groupé autour d'un centre commun, le soit, pour ainsi dire, sur une ligne

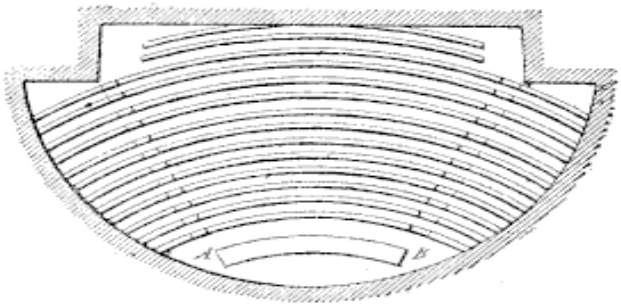


Fig. 21. — Disposition circulaire concentrique.

droite ou courbe. Du reste, le côté de l'Amphithéâtre auquel est adossé le Professeur, ne doit pas présenter

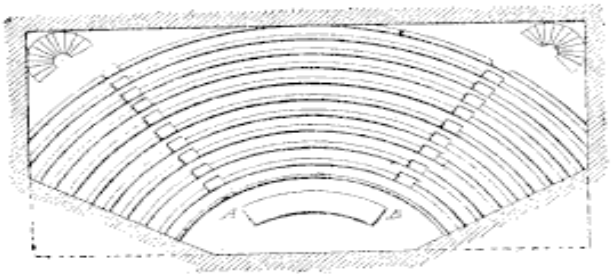


Fig. 22. — Disposition concentrique.

une ligne droite continue dans toute la longueur de l'Amphithéâtre; aux deux extrémités de la table, le mur limitant l'Amphithéâtre doit prendre deux directions à 45 degrés environ, en sens opposés; afin de réduire ou plutôt de supprimer les espaces inoccupés, inutiles et nuisibles (*fig.* 19 et 21).

La chose la plus essentielle dans un Amphithéâtre, où l'on a d'ailleurs ménagé toutes les conditions favorables aux meilleurs résultats acoustiques, c'est de bien déter-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

miner la position des *point*, *ligne* ou *lieu* de *scène*, comme distance et comme hauteur, par rapport à l'Auditoire : c'est de là surtout que résulte la qualité si nécessaire aux Amphithéâtres, celle qui rend le lieu de *scène* visible de toutes les parties de l'Auditoire. Selon que ce lieu sera trop près, ou trop éloigné, l'Auditoire ne verra qu'imparfaitement; tandis que si ce lieu est convenablement fixé, et dans un emplacement bien déterminé, tout l'Auditoire verra non-seulement ce lieu, comme *minimum* de visibilité, mais il apercevra encore,

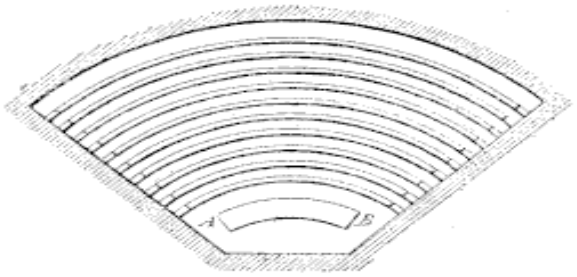


Fig. 23. — Disposition circulaire et concentrique.

avec une plus grande facilité, tous les objets placés au delà, ou plus élevés; à la condition expresse, toutefois, que ces gradins affecteront une certaine disposition en rapport avec ce lieu de scène.

En d'autres termes, si nous considérons une coupe verticale des gradins de l'Auditoire, coupe qui passerait par le centre du demi-cercle, formant le plan d'un Amphithéâtre, ou par le milieu d'un parallélogramme quelconque, il faut remarquer que le centre de visibilité n'est pas situé sur une ligne verticale passant par le centre du plan ou des banquettes, mais sur un point d'une autre ligne verticale, plus rapprochée de l'Auditoire, et à son intersection par la ligne de *scène*, dont la hauteur et la distance seront définies ci-après, chapitre XIV.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les dimensions d'un Amphithéâtre devraient toujours être en rapport avec un Auditoire déterminé de nombre, et considéré comme une masse pour ainsi dire indécomposable, c'est-à-dire qui ne devrait ni augmenter ni diminuer : elle ne devrait pas augmenter, parce que les limites de l'Amphithéâtre ne le permettent pas, à moins de faire éprouver une gêne à chacun des Auditeurs en les serrant davantage ; elle ne devrait pas diminuer non plus, car il en résulte un grand désavantage, une perte réelle, par cette raison que la ligne de *scène*, devant être calculée et disposée pour l'utilité d'un certain nombre de Spectateurs, tout l'avantage réservé à la portion absente de l'Auditoire ne peut pas profiter à la portion présente ; et que ce n'est, en quelque sorte, qu'au détriment des premières zones de l'Auditoire qu'on facilite aux dernières la visibilité des objets. C'est comme si, dans une Salle qui pourrait contenir six cents personnes à l'aise, et qu'on chaufferait pour ce nombre, on ne mettait que trois cents personnes seulement. Il y aurait de la chaleur perdue, puisqu'il en faudrait moins pour chauffer une Salle de moitié moins grande : il y a, si nous pouvons nous exprimer ainsi, *visibilité perdue*, ce qui est bien autrement important que de la chaleur. En effet, la portion de visibilité perdue est irréparable et d'aucune utilité possible pour les personnes présentes.

Pour mieux voir et pour mieux entendre, on l'a déjà dit, il faut être placé le plus près possible de l'objet à voir, ou des sons à entendre, surtout lorsque ce sont des objets ténus et délicats, et des sons particuliers, la Parole d'un Orateur ou d'un Professeur, par exemple. La position la plus rapprochée possible ne peut s'obtenir, pour plusieurs personnes ayant même droit et même besoin d'entendre, qu'en les plaçant toutes sur une circonfé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rence de cercle entière, si toutefois on peut voir l'objet ou entendre le son indifféremment de tous côtés ; ou sur une demi-circonférence de cercle, si l'on ne peut voir et entendre commodément que d'un seul côté du même objet. Mais comme la circonférence du cercle augmente en raison du nombre de personnes, et que le rayon augmente relativement, il s'ensuivrait qu'une partie de la visibilité des objets et de la perceptibilité des sons serait également perdue pour tous, à mesure que le nombre des individus composant l'Auditoire augmenterait.

Mais au lieu de placer les Auditeurs sur un seul rang, sur une seule circonférence de cercle, pour que toutes les places soient également bonnes, ou plutôt également médiocres, il est plus rationnel de placer l'Auditoire sur une surface de cercle, divisée en zones concentriques, mais à partir seulement d'une certaine *distance* du centre jusqu'à la circonférence, et d'avoir ainsi des rangées successives et concentriques d'Auditeurs : par ce moyen, quelques places sont très-bonnes, et toutes sont meilleures que si elles étaient disposées sur une seule et même circonférence de cercle. Il est évident d'ailleurs que si un certain nombre d'Auditeurs sont contenus dans l'intérieur d'un cercle, la circonférence de ce cercle sera d'un moindre rayon que celui d'une circonférence sur laquelle le même nombre d'Auditeurs seraient répartis.

Qu'un Auditoire soit placé sur des zones circulaires, ou suivant des lignes droites parallèles, il est toujours indispensable, pour faire apercevoir un seul et même objet à la totalité des Spectateurs, ou d'*élever* suffisamment cet objet au-dessus du plan horizontal passant tangentiellement aux têtes des Spectateurs ; ou bien d'élever successivement chacune des zones de Spectateurs à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mesure que ces zones s'éloignent davantage de l'objet à voir; ou bien encore, de combiner ces deux mouvements, et d'élever, d'une part, l'objet à voir, d'une certaine quantité seulement; et d'autre part, d'élever les gradins, également d'une certaine quantité relative: si bien qu'il s'établit comme une balance, une sorte d'équilibre entre les positions respectives de l'objet à voir, d'une part, et des Spectateurs, de l'autre part.

Plus l'objet à voir s'élève, et moins l'Auditoire a besoin de gradins inclinés; plus les gradins de l'Auditoire sont élevés, et plus bas on peut placer l'objet à voir.

Mais la distance de l'Auditoire à l'objet visible in-

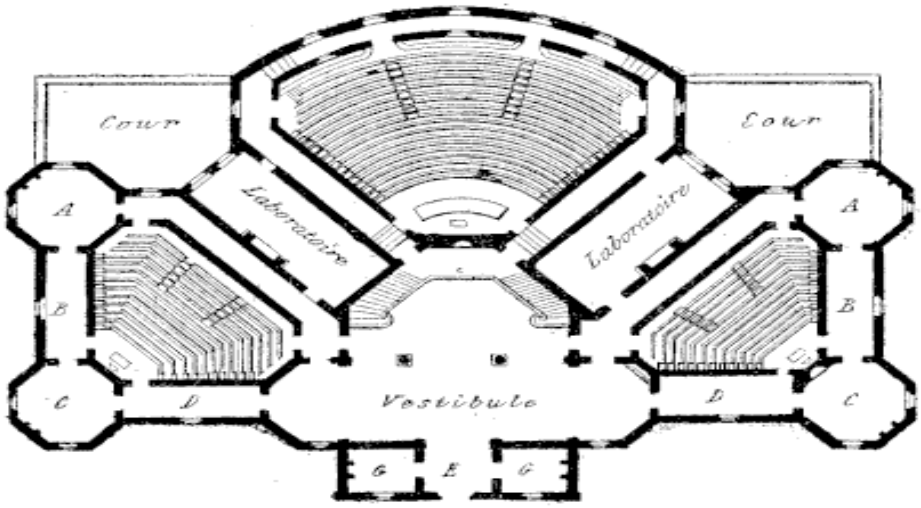


Fig. 24. — Groupement d'Amphithéâtres.

fluence encore considérablement, soit l'inclinaison des gradins, soit la hauteur de l'objet ou du point visible.

Telles sont les causes qui établissent des différences remarquables parmi les Amphithéâtres, selon qu'ils sont destinés à avoir un *proscenium*, un *lieu de scène*, qui doive être placé bas, ou qui puisse s'élever à une hau-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

teur quelconque ; selon qu'ils sont destinés, par exemple, à des cours purement oraux, ou bien à des cours où il faut entendre et voir à la fois certaines démonstrations ou des expériences.

Pour donner une idée de la manière dont on pourrait établir et grouper des Amphithéâtres à plan triangulaire dans un agencement général de constructions, nous donnons (*fig.* 24), un croquis de l'une des mille combinaisons que l'on peut trouver pour satisfaire aux besoins d'un service de l'instruction publique, en même temps qu'aux exigences des meilleures dispositions d'Acoustique et d'Optique.

Ce croquis représente trois Amphithéâtres de grandeurs différentes pouvant contenir, celui du centre, de sept cent cinquante à neuf cents places ; celui de gauche, de trois cent cinquante à quatre cents places ; et celui de droite, de deux cent soixante à trois cents places.

L'Amphithéâtre de centre pourrait être destiné à des cours de Physique et de Chimie, etc. ; sur les flancs de droite et de gauche sont disposés des laboratoires de Physique et de Chimie.

L'accès de cet Amphithéâtre aurait lieu, pour le public, par un escalier double placé dans le vestibule central ; sous cet escalier sont ménagées les entrées particulières des laboratoires et des Professeurs.

Des galeries et salles pour les Professeurs, les collections ou les dépôts d'instruments, sont disposées autour des petits Amphithéâtres, afin de les éloigner, de les isoler, autant que possible, des bruits extérieurs. Au centre, et en avant de l'édifice, est un logement pour le concierge.

Nul doute que des combinaisons plus heureuses et infiniment meilleures ne soient trouvées, si la forme triangulaire était adoptée en principe pour les Amphi-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

théâtres; ce qui ne pourra d'ailleurs se réaliser qu'autant que l'expérience aura justifié, en tout ou en partie, les assertions émises à ce sujet [1].

1. Il est à regretter que ces idées, émises pour la première fois il y a trente ans, et généralement approuvées de toutes les personnes compétentes, et entre autres par M. l'ingénieur en chef Léonce Reynaud, n'aient pas encore reçu un simple essai d'application. Le Public n'exprime peut-être pas suffisamment ses besoins à ce sujet, et l'Architecte officiel ne peut sans doute faire que ce qu'on lui demande; mais ne pourrait-il pas *proposer* un peu plus qu'il ne le fait? Son devoir n'est-il pas de provoquer les améliorations, et de mieux étudier les besoins de son temps.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE XII

DIVISION DES AMPHITHÉATRES ET SALLES DE RÉUNIONS EN CINQ CATÉGORIES.

Il est facile de comprendre maintenant, par ce qui précède, que toutes les Salles ne peuvent pas convenir, dans tous les cas possibles, à toute espèce de réunions; et en effet, selon leur destination et le but qu'elles ont à remplir, les Salles peuvent être classées en cinq catégories distinctes, dans chacune desquelles se rencontre un problème différent à résoudre ; voici l'énoncé de chacun de ces problèmes, répondant à ces cinq catégories :

1° **Faire converger les regards d'une réunion de personnes vers un objet, ou vers un lieu : en d'autres termes, faire** VOIR, **purement et simplement;**

2° **Faire entendre des chants ou des** SONS MUSICAUX; **mélodiques et harmoniques;**

3° **Faire entendre seulement la** PAROLE **d'un orateur;**

4° **Faire** VOIR **un spectacle, une scène, et** ENTENDRE **en même temps des accords de musique;**

5° **Enfin, faire** VOIR **une** DÉMONSTRATION **expérimen-**

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tale ou graphique, et en faire entendre l'EXPLICATION ORALE.

Dans la première de ces catégories, il suffit donc de **voir** purement et simplement, et sans rien entendre ; — Dans la seconde, il suffirait d'**entendre** seulement, et à la rigueur sans voir directement ; — Dans la troisième, il faut encore **entendre**, comme dans la précédente, mais ce n'est plus la même nature de sons, ce qui nécessite, comme on le comprend par les diverses observations qui ont précédé, une modification importante dans la disposition de l'Amphithéâtre ; — Dans la quatrième, il faut réunir les conditions de la première, et de la seconde, **entendre** et **voir** ; — Dans la cinquième enfin, il faut réunir les conditions de la première, c'est-à-dire **voir**, et celles de la troisième, **entendre** la voix **parlée**.

Nous allons donner quelques développements à l'appui des différences caractéristiques des diverses Salles, et qui serviront à *spécialiser* les catégories qui viennent d'être établies.

1° Faire converger les regards d'une réunion de personnes vers un objet ou vers un lieu ; faire VOIR **purement et simplement.**

La représentation des Pantomimes, qui n'offrent rien à entendre, a souvent lieu dans un espace illimité, en plein air, et qui n'a d'ailleurs nul besoin d'être clos : mais il ne suffit pas d'élever le lieu de la scène, il faut encore placer les Spectateurs dans des conditions telles que les derniers rangs puissent apercevoir la scène, aussi bien que les premiers ; à cette différence près qu'ils verront les objets sous un angle plus petit, à mesure qu'ils seront plus éloignés.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Mais en plein air comme dans les endroits clos où l'on voit le même genre de spectacles, on doit ménager au sol ou aux gradins des Spectateurs une certaine disposition particulière ; et selon que ceux-ci seront assis, ou debout, le sol qui les supporte doit offrir des surfaces d'inclinaison différentes et spéciales à chacun des cas [1].

2° Faire entendre des chants ou des SONS MUSICAUX.

Que la Musique ait lieu dans un espace illimité, ou clos de toutes parts, l'Auditoire peut très-bien ne rien voir dans l'un et l'autre cas ; et percevoir tous les sons, sans apercevoir les instruments qui les produisent. Ainsi, placer le lieu où se produisent les sons dans l'endroit le plus convenable, et dans les circonstances les plus favorables pour que les sons soient rendus plus perceptibles, plus riches, plus harmonieux, tel est le but principal, et pour ainsi dire unique, qu'on doit se proposer.

Si l'Orchestre est en plein air, l'Auditoire doit être groupé circulairement autour de l'Orchestre, afin qu'il se trouve sous l'extension simple et naturelle des ondes sonores; l'Orchestre étant élevé au-dessus de l'Auditoire, afin que le lieu d'ébranlement des ondes sonores se trouve placé en dehors de la masse d'air occupée par l'Auditoire, et que les sons puissent sortir et s'épandre facilement. Cette élévation, autant que possible, doit

1. Aucun dispensateur des fêtes publiques, aucun architecte, depuis trente ans, n'a encore songé à appliquer ce moyen si simple qui ajouterait cependant à la jouissance du public sans aucun surcroît de dépense, sans autre souci que de vouloir bien sortir de l'indifférence routinière, en se donnant la peine de réfléchir un peu à ce que l'on fait.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

offrir *un plein* sur lequel elle repose; une masse résistante répercute mieux les ondes sonores qu'un sol en planches, placé dans de mauvaises conditions pour vibrer ou répercuter; mais faute de mieux, il faut s'en contenter.

On peut recouvrir l'Orchestre d'une surface légèrement parabolique, en abaissant légèrement aussi l'axe de la parabole vers la partie extrême; et alors, au lieu de se perdre dans les espaces supérieurs, les ondes sonores se réfléchiront normalement à la parabole, et seront renvoyées sur l'Auditoire, qui entendra les sons avec une bien plus grande intensité, selon que la surface de la parabole sera d'une nature mieux répercutante, plutôt que vibrante. Si enfin sur les limites de l'Auditoire on établit un mur, ou une cloison circulaire ou polygonale, et s'élevant au-dessus des Auditeurs, les ondes sonores, au lieu de s'étendre et de se perdre au delà de ces limites, seront répercutées à l'intérieur, au profit de la masse de l'Auditoire, si toutefois la distance entre l'orchestre et la surface réfléchissante n'est pas trop considérable; car il vaudrait mieux alors perdre de la sonorité que de déterminer une réflexion intempestive [1].

De cette dernière disposition, à un Amphithéâtre clos

1. Dans quelques villes étrangères, à Bruxelles entre autres, et ailleurs sans doute, on a fait l'application de cette sorte d'*abat son* placé au-dessus des orchestres musicaux, et l'on se trouve très-satisfait de ce moyen que nous avons indiqué il y a trente ans. A Paris et en France, tout est encore à faire à ce sujet. On a parfois recouvert les orchestres en plein air de *jolis* pavillons, sans s'inquiéter le moins du monde du rôle utile que leur couverture, bien disposée, peut jouer en pareille circonstance. Les artistes et le public ne connaissent pas ce qu'ils pourraient et devraient demander aux constructeurs, et ceux-ci se complaisent dans une indifférence regrettable.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de toutes parts, il n'y a qu'une légère transition, qu'il est presque inutile d'indiquer : dans un espace fermé, cependant, l'Orchestre pourrait ne pas toujours occuper le centre, mais quelquefois l'un des côtés de l'espace, afin de faire face à l'Auditoire, ce qui peut même être nécessaire, pour les raisons que nous avons énoncées plus haut (ch. IX page 125), dans le cas où l'on doit faire entendre des chants.

Il n'est pas inutile de rappeler ici une observation applicable à cette catégorie de Salles ; c'est que toutes les surfaces, toutes les parois limitant l'espace, doivent offrir des plans droits, bien dressés, de nature résistante et polie autant que possible, en évitant les grandes saillies, les renfoncements ou ressauts d'ornementation, dont l'effet est de nuire considérablement à la répercussion des ondes sonores, et même d'en modifier le timbre. On doit s'abstenir également de l'emploi des draperies qui amortissent ces ondes et paralysent une grande partie de l'effet qu'elles peuvent produire. C'est ainsi qu'on arriverait de prime abord au *maximum* d'intensité et de répercussion des sons ; mais si alors, suivant l'étendue de l'espace, suivant la masse d'air qui s'y trouve contenue, suivant enfin une certaine réunion de circonstances qu'on peut difficilement commander ou indiquer d'avance, la sonorité est trop grande, il est bien facile de l'amoindrir et d'amener l'espace ou la Salle à son **point**, à son **ton**, pour ainsi dire, en employant des draperies et autres moyens d'absorption. Exécutants et Auditeurs ont tous intérêt à ce qu'on ne perde pas de vue ces considérations très-importantes et si indispensables pour les bons résultats qu'on en doit attendre.

L'Auditoire, dans cette catégorie de Salles, pourra être établi sur un plan horizontal, mais il percevra mieux les sons, si on le place sur une surface légè-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rement inclinée, sur une nappe courbe, à simple ou double courbure; et le coup d'œil y gagnera d'ailleurs beaucoup en agréments.

Ce sont là des principes que l'architecte ne doit pas perdre de vue toutes les fois qu'il est appelé à construire des Salles spéciales dans lesquelles il ne doit pas se contenter de ne voir qu'une occasion de faire de la décoration plus ou moins utile, en présence d'un problème bien autrement essentiel.

3° **Faire entendre seulement la PAROLE d'un orateur.**

Il y a, dans ce cas, sinon nécessité, au moins utilité très-grande à renfermer l'Auditoire et l'Orateur dans un espace limité par des parois; et suivant que cet espace sera plus ou moins étendu, la Parole sera plus ou moins perceptible à un certain nombre de personnes. Un espace clos a non-seulement l'avantage de mettre à l'abri de tout bruit, de tout son étranger et des intempéries atmosphériques, mais il doit encore fournir des ressources, soit pour augmenter l'intensité sonore de la voix, soit pour détruire complétement les résonnances qui ont lieu par suite de la répercussion des ondes sonores : **Les dimensions de l'espace et son volume déterminent les moyens Acoustiques à employer.**

Il n'est pas indispensable que l'Orateur soit complétement visible, ou du moins suffit-il de l'apercevoir d'une manière convenable; on peut obtenir ce dernier résultat en l'élevant d'une quantité suffisante, ou en plaçant l'Auditoire sur une surface inclinée et telle qu'il puisse apercevoir l'Orateur facilement de toutes parts. On verra ci-après que dans ce cas il est toujours complétement inutile d'établir des gradins aussi inclinés qu'on le fait d'habitude, et qu'on peut introduire une grande économie dans la construction de ces sortes de Salles ou Amphi-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

théâtres, en même temps qu'on ferait disparaître les inconvénients graves résultant de la différence de température qui existe entre les gradins inférieurs et supérieurs, et l'insalubrité de l'air qui n'est souvent plus respirable dans la partie supérieure des Amphithéâtres un peu élevés, surtout lorsqu'on n'a pris aucune précaution pour la ventilation et le renouvellement nécessaire de l'air vital.

Les cours de Droit, de Philosophie, de Littérature, d'Économie et de Science sociale, et même de Mathématiques, peuvent se faire dans des Salles où les gradins se rapprochent beaucoup d'un plan horizontal. C'est là une disposition économique et rationnelle qu'il ne faut pas perdre de vue.

4° **Faire VOIR un spectacle, une scène, et faire ENTENDRE en même temps des accords mélodiques et harmoniques.**

Dans cette catégorie de Salles ou d'Amphithéâtres, il faut d'abord réunir tout ce qui a été déterminé pour le cas où il n'y a que des scènes de Pantomimes à voir, c'est-à-dire placer l'Auditoire dans une position telle, par rapport au **lieu** et à l'**élévation** de la **scène**, ou **proscenium**, qu'il puisse voir facilement de toutes parts, sans être obligé de tourner la tête; qu'il puisse voir, enfin, dans une direction toujours **normale** ou qui s'en écarte le moins possible.

On doit de plus ménager toutes les conditions acoustiques qui ont été signalées pour les chants et la musique; éviter les répercussions qui arriveraient trop tard pour conserver leur à-propos, leur accord harmonique, ou leur accord d'unisson; mais cependant ne pas éteindre les mouvements ondulatoires, lorsqu'ils peuvent être utiles ou nécessaires à la sonorité.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nos Salles de spectacle constituent cette quatrième catégorie, dans laquelle il y a un si grand nombre d'améliorations à apporter, et qui ne peuvent résulter que d'expériences judicieusement faites ; elles exigent avant tout des connaissances d'Acoustique, et en même temps une certaine aptitude, indispensable pour cette pratique toute spéciale [1].

5° Enfin, **faire** VOIR **une démonstration expérimentale, et en faire entendre l'explication** ORALE.

On ne peut plus ici se contenter de voir purement et simplement; il faut voir d'une manière complète et facile, et entendre clairement les Paroles d'un Professeur. Mais ce qui a été dit relativement aux dispositions acoustiques pour la troisième catégorie de Salles, doit s'appliquer à ce dernier cas, et nous dispensera d'entrer à ce sujet dans de nouveaux développements. Il ne faut donc s'occuper ici que de la recherche des moyens à employer pour rendre la visibilité des objets facile à tout un Auditoire, quel que soit son nombre, et de manière que tous les individus dont il se compose voient également bien.

Cette dernière catégorie se compose des Salles destinées aux cours de Physique, de Chimie, d'Anatomie, de Géologie, de Zoologie, etc., etc., de toutes les sciences naturelles, enfin, dans lesquelles il est indispensable que l'Auditoire voie ce qu'on lui démontre, ce qu'on lui décrit, et qu'il entende les développements théoriques et les explications orales qu'on lui donne.

Il est une foule d'objets et quantité d'expériences de Physique, de démonstrations anatomiques, etc., qu'on ne peut apercevoir que lorsque l'Auditoire est placé dans

1. Il serait à désirer que l'on fît un jour, pour l'Acoustique des Salles, ce que l'on a tenté pour les éclairages, des essais réels et pratiques, *intelligemment* conduits.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

un plan supérieur à ces objets ou à ces expériences ; et d'ailleurs certaines de ces expériences, comme les phénomènes qui ont lieu à la surface des liquides ou sur des plaques vibrantes et recouvertes de sable ou de poussière, etc., etc., ne peuvent se passer que dans un plan horizontal, qu'il est, pour cette raison, impossible de redresser ou de placer dans une autre position : on se trouve donc alors dans la nécessité de déterminer la position de la première zone de Spectateurs, de manière que leur vue soit dans un plan situé au-dessus du **lieu de scène**, ou **proscenium**, dans lequel ont lieu les démonstrations et les expériences. Il s'ensuit que ce lieu de scène et le Professeur ne peuvent pas être élevés plus ou moins, *indifféremment*, comme dans les cas précédents, mais que l'Auditoire doit se trouver sur des gradins toujours inclinés plus ou moins, selon que les objets à voir en sont plus ou moins éloignés. Il est donc d'une indispensable nécessité que les gradins s'élèvent d'une certaine manière, et d'une quantité suffisante pour que chaque Auditeur, à quelque distance qu'il se trouve du **lieu de scène**, puisse voir commodément, sans tourner la tête, sans allonger le cou, et surtout sans être masqué par ses voisins de face qui peuvent lui faire écran, ainsi qu'il arrive dans la plupart des Amphithéâtres existants, et même dans la presque totalité de ceux qui ont été construits depuis plus de trente ans, sans qu'on ait tenu compte d'aucune observation à ce sujet, tant la routine est chose agréable et facile à suivre.

Telles sont les spécifications diverses des cinq catégories de Salles de réunion. On voit que c'est principalement la disposition de leurs gradins et de leurs siéges qui doit être l'objet des données les plus utiles à suivre ; ces données feront l'objet des chapitres suivants.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE XIII

QUELQUES OBSERVATIONS SUR L'INCLINAISON DES GRADINS EN USAGE DANS LES AMPHITHÉATRES EXISTANTS.

Si une sonorité convenable est une des qualités indispensables d'une Salle ou d'un Amphithéâtre, n'est-il pas une autre condition non moins essentielle, celle d'y BIEN VOIR? On entend mieux alors qu'on voit bien et qu'on est placé commodément; on ne voit cependant d'une manière convenable que dans un petit nombre d'Amphithéâtres; encore cette qualité essentielle n'est-elle souvent due qu'au hasard, et ne se rencontre-t-elle toujours qu'au détriment de l'espace *mal utilisé* et au préjudice, par conséquent, des individus composant l'Auditoire; car la perceptibilité des sons et la visibilité des objets en sont affaiblies au détriment du Public qui en souffre continuellement.

Dans tous les Amphithéâtres qui existent à Paris, il semble qu'on ait abandonné à la routine plus ou moins intelligente des plus simples ouvriers le soin de la disposition des banquettes. Les Architectes ne paraissent

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pas avoir attaché grande importance à des conditions pourtant si nécessaires. Souvent, dans la construction d'un Amphithéâtre, on dispose arbitrairement un espace carré, ou en demi-cercle, selon qu'un carré ou un hémicycle s'agence mieux dans la disposition générale d'un plan ; on le *décore* avec plus ou moins de goût, et l'on s'attache uniquement à la forme architecturale de la Salle, à la partie décorative, aux ajustements, à des proportions conventionnelles et souvent de mode ; mais quant aux qualités Acoustiques et aux perfectionnements à rechercher sous ce rapport, on ne s'en inquiète guère. On prête moins d'attention à la disposition convenable des banquettes qu'à l'ameublement d'une simple école de village, ou au stalles d'une écurie : celle-ci est surveillée dans sa disposition par le maître des chevaux, tandis que les Amphithéâtres et leurs dispositions ne sont jugés dignes d'aucun intérêt : Les gradins sont toujours des gradins, et l'on n'a pas encore admis que l'étude de leurs dispositions spéciales méritât une sérieuse attention. Le siècle des progrès refusera-t-il longtemps encore son atttention à tout ce qui est relatif à ce sujet[1] ?

Si l'on considère l'écartement, les hauteurs et l'inclinaison des banquettes, on voit que les écartements et les hauteurs sont toujours en *nombres ronds des anciennes mesures :* ainsi, pour les écartements ou la distance entre deux banquettes, on trouve 20, 21, 22, 23, 24 et 25 *pouces ;* et pour les hauteurs qui donnent l'inclinaison, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 *pouces*, etc. ; mais rien n'indique pourquoi, dans un cas, on a donné 4 pouces plutôt que 8 pouces à une hauteur de gradin.

1. Ces réflexions, vieilles de trente ans, sont encore à faire aujourd'hui.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Lorsque les anciennes mesures, les pieds et pouces, ont été prohibées par une loi (1840) et qu'on a dû faire usage du *mètre*, on s'est servi des mesures métriques sans plus de raisonnements que des premières. La seule raison que l'on puisse supposer, et qui semble avoir déterminé le choix des mesures suivies, c'est la persuasion où l'on est généralement que plus on donne d'inclinaison aux gradins d'un Amphithéâtre, plus on est prodigue en hauteur, et mieux on doit y voir quand on y est assis. En effet, au premier aspect d'un Amphithéâtre, si les gradins sont disposés suivant une forte inclinaison, c'est-à-dire qui s'écarte beaucoup de l'horizontale; si le plan tangent à l'arête extérieure des banquettes approche de 45 degrés, on en conclut de suite qu'on y doit très-bien voir, et qu'on a devant les yeux

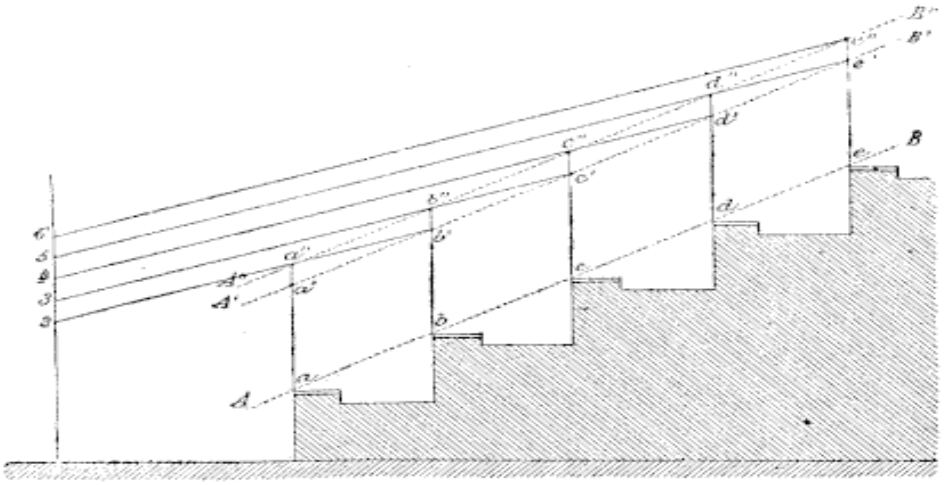


Fig. 25. — Rayons visuels parallèles.

un excellent Amphithéâtre. D'où vient donc cependant qu'en général, dans tous les Amphithéâtres existants, l'Auditoire voit mal, et qu'on se plaint particulièrement de tous ceux où il est indispensable de bien voir, comme

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans les Amphithéâtres construits pour les Cours publics de Chimie, de Physique, d'Anatomie, surtout lorsqu'ils sont d'une certaine dimension? En voici la raison :

C'est que d'abord les objets à voir sont trop rapprochés de l'Auditoire; les rangs d'Auditeurs font alors *écran* pour les autres; ensuite, et cette raison est capitale, c'est que les banquettes se trouvent toujours

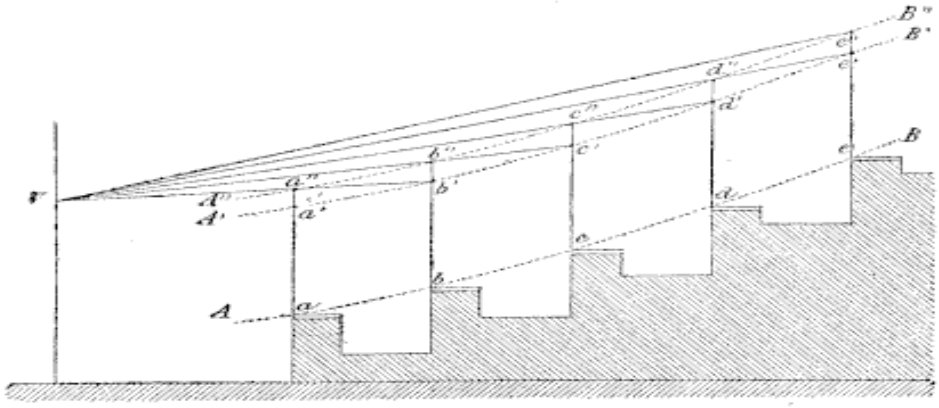


Fig. 26. — Rayons visuels convergents.

tangentes à une *ligne droite* A B plus ou moins inclinée (fig. 25), au lieu d'être tangentes à une *ligne courbe* (fig. 26).

En effet, quelle que soit la place occupée, dans un Amphithéâtre, par un Auditeur d'un rang quelconque, postérieur au premier rang, on conçoit que la condition essentielle pour qu'il puisse apercevoir ce qu'on lui montre, c'est qu'il ne soit pas empêché par les Auditeurs qui se trouvent en face de lui; en d'autres termes, que le rayon visuel partant de son œil passe franchement au-dessus de la tête la plus rapprochée, et puisse aller aboutir à l'objet qu'il doit avoir en vue; à quelque endroit donc que soit placé son œil, lorsque l'Auditeur est assis sur une banquette, il faut que le rayon visuel qui en émane puisse converger vers le point à voir, et en outre, il

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

faut que ce point à voir soit placé dans l'endroit où peuvent converger tous les rayons visuels.

Dans un Amphithéâtre quelconque, incliné suivant une *ligne droite* A B (fig. 25), on peut supposer des verticales élevées devant chaque banquette, et sur lesquelles nous rapporterons une certaine longueur représentant *en moyenne* la hauteur de l'œil de chaque individu, et une autre longueur également *moyenne* représentant la distance entre l'œil et le dessus de la tête.

Soient (fig. 25) $a\ a'\ a''$, $b\ b'\ b''$... les verticales dont il s'agit; et soient $a'\ a''$, $b'\ b''$... les distances moyennes entre l'œil et le sommet de la tête de chaque individu; si des point b', c'... on mène des droites qui passent tangentiellement aux têtes a'', b''... des Spectateurs antérieurs, ces droites aboutiront en des points 2, 3..., et comme elles partent de points pris à égale distance sur des verticales $b'\ b''$, $c'\ c''$...; qu'elles sont éloignées les unes des autres de distances horizontales toujours égales, elles sont parallèles et forment des angles égaux avec la ligne oblique A' B', qui passe par les yeux de tous les Spectateurs. Il en résulte que plus on s'élève sur les gradins d'un Amphithéâtre, vers les banquettes supérieures, et plus les *parallèles de vision* $b'\ a''$ 2, $c'\ b''$ 3... s'élèvent, plus s'élèvent aussi, par conséquent, les points où elles aboutissent, 2, 3... Le point visible de toutes les parties d'un Amphithéâtre ne pourra donc être que celui qui sera aperçu par le Spectateur placé sur les plus hauts gradins, puisque lui seul, empêché qu'il est par la tête qui lui fait écran, ne peut pas descendre ses regards plus bas, tandis que les autres peuvent les élever. Aussi dans un grand nombre d'Amphithéâtres existants, l'objet à voir, ou le point de vue, sont-ils placés si bas qu'ils ne sont visibles que pour le premier rang de Spectateurs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans les Amphithéâtres inclinés suivant une ligne droite, le dessus des têtes étant dans un plan, ainsi que les yeux (on suppose toujours la taille des Auditeurs ramenée à une moyenne), il faut nécessairement, pour que l'objet à voir soit visible, qu'on le place en un point où puissent converger les lignes de vision, assez haut et suffisamment loin du premier rang des Spectateurs, pour que les derniers rangs puissent y atteindre. On voit donc par là le rôle important que joue le **Point de vue**, le point visible de toutes les parties de la Salle; sa position doit être déterminée avec le plus grand soin; et une fois fixée, on ne peut pas abaisser ou avancer ce Point sans de graves inconvénients, c'est-à-dire qu'on ne peut pas placer indifféremment les objets à voir, ou plus bas, ou plus près de l'Auditoire; mais on peut toujours les placer ou plus haut, ou plus loin, sans qu'il en résulte d'autre inconvénient que celui de voir les objets sous un angle plus petit.

A voir l'indifférence qui existe dans la construction et la disposition des Amphithéâtres, on serait tenté de croire que les Architectes qui les construisent n'ont jamais suivi de cours, et n'ont conséquemment jamais été frappés de leurs mauvaises dispositions; ou bien ils ne se souviennent plus de les avoir fréquentés; car ils en ordonneraient autrement les dispositions s'ils n'en était pas ainsi.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE XIV

RECHERCHE ET DÉTERMINATION DE LA COURBE AUDITO-VISUELLE SUIVANT LAQUELLE ON DOIT PLACER LES BANQUETTES OU LE SOL DES SALLES DE RÉUNION, AMPHITHÉATRES ET AUTRES.

Étant donné un **Point de vue**, un **Proscenium**, un **Lieu** qui doive être aperçu de toutes les parties d'un espace déterminé de grandeur, quelle est la surface d'inclinaison la plus convenable à donner aux gradins qui supportent les Spectateurs?

Ce **Point** peut être considéré comme le centre d'une sphère, ou portion de sphère, et s'il était possible de placer les Spectateurs de manière que les yeux soient situés sur la surface même de la sphère, à des distances convenables les uns des autres, tous verraient certainement le centre ; mais chacun des Spectateurs, assis ou debout, occupant un espace horizontal cubique, ne peut pour cette raison être placé sur une surface sphérique : de là l'indispensable nécessité de rapprocher les uns vers le centre de l'Amphithéâtre, d'en éloigner les autres, et de chercher une surface autre que la surface sphérique, pour y répartir les yeux qui doivent

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

voir. Il faut alors revenir à la surface conique ou conoïdale, ou bien en chercher une autre qui s'en rapproche et qui remplisse mieux le but proposé.

Une fois les places des Spectateurs déterminées *en plan* a des distances convenables les unes des autres, il reste à trouver une disposition telle que les **lignes visuelles** partant des yeux puissent aboutir au Point de vue, sans espace perdu toutefois, et de manière que toutes les distances verticales, entre les yeux, aperçues du Point de vue, paraissent égales, à la diminution près qui doit résulter de l'éloignement successif de ces distances verticales.

On peut imaginer une succession ou amas de trian-

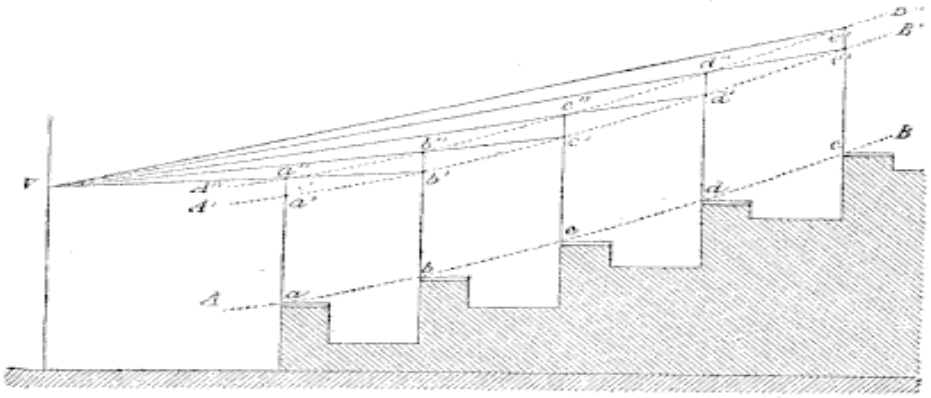


Fig. 27. — Rayon visuel convergent.

gles placés les uns sur les autres (fig. 27), ayant tous même sommet, au Point de vue V; un côté commun dans une partie de sa longueur Vb''..., et un petit côté vertical, d'une grandeur constante b' b'', c' c''... Ce petit côté est la ligne indiquant la distance moyenne entre les yeux et les dessus des têtes des Spectateurs; distance verticale qui ne varie pas de grandeur, mais de position, en reculant, à chaque rangée de banquettes, de la distance horizontale qui sépare ces dernières; les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

deux grands côtés de chaque triangle sont formés par des rayons visuels convergeant vers le Point de vue, ce que d'ailleurs l'inspection du dessin (fig. 27 et autres) fera comprendre mieux que toutes les explications qui pourraient être données.

Ayant ainsi placé, avant tout, les yeux des Spectateurs dans des positions convenables a', b', c', d'... (fig. 27) pour qu'ils aperçoivent tous également un Point de vue commun V, il ne s'agit plus que de placer les banquettes a, b, c, d..., et les gradins de manière à maintenir chaque rangée de Spectateurs à une hauteur voulue, et non pas arbitraire et prise au hasard.

On ne saurait donc trop le redire, il faut s'inquiéter de placer d'abord les yeux des Spectateurs; les gradins sont ensuite amenés à la hauteur nécessaire pour soutenir les Spectateurs, au lieu de procéder à l'inverse, comme on le fait habituellement, c'est-à-dire d'établir d'abord les gradins et les banquettes, sans s'inquiéter aucunement de savoir si les Spectateurs seront placés ou trop haut, ou trop bas, par rapport les uns aux autres, et par rapport à un point donné qu'il faut voir.

Dans un Amphithéâtre disposé suivant le principe qui vient d'être indiqué, un œil placé au *Point de vue* aperçoit les yeux et les fronts de tous les Spectateurs : c'est une nappe courbe, à simple ou double courbure, sur laquelle se trouvent fixés une multitude d'yeux placés à des distances égales. Dans les cas ordinaires, avec un Auditoire placé suivant une ligne droite plus ou moins inclinée, les dessus des têtes sont dans un plan ou dans une surface conique : on aperçoit, du Point de vue (ou de tout autre point, puisqu'il n'y a pas de Point de vue commun à tout l'Auditoire), les figures des premiers Auditeurs, puis des demi-faces, des fronts, et des dessus de têtes, dont les petites surfaces sphé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

riques diminuent par l'effet perspectif, et se rapprochent les unes des autres à mesure que les banquettes se trouvent plus éloignées du centre. Dans ce dernier cas, les petites surfaces sphériques sont dans une agitation continuelle, occasionnée par les mouvements que fait chaque Spectateur pour apercevoir l'Orateur par un *créneau* rarement permanent ou par-dessus une tête ; tandis que lorsqu'on a disposé les gradins pour obtenir une nappe courbe, les têtes et les yeux sont presque immobiles : ce spectacle est même parfois d'un effet saisissant pour le Professeur ou l'Orateur qui n'y sont pas accoutumés [1].

Les gradins d'un amphithéatre doivent être placés sur une courbe A B (fig. 27) ; mais ce n'est pas une courbe *quelconque* qui donne, *a priori*, la position relative des banquettes ; c'est le tracé successif de la position de chaque œil par rapport à la tête qu'il a devant lui, et l'objet qu'il doit voir, qui donne une première et double courbe A′ B′, A″ B″, pour la nappe contenant les têtes et les yeux ; de cette courbe on en déduit une autre inférieure, A B, et suivant laquelle les siéges ou banquettes doivent être établis. Ces courbes des siéges sont continues, sans jarret, si les *abscisses* ou distances entre les banquettes sont constamment égales ; mais ces Courbes sont brisées s'il y a inégalité dans ces distances. Que la courbe des gradins et celle des banquettes soient brisées ou non, la nappe qui contient les têtes et les yeux n'en doit pas moins paraître continue et uniforme, considérée du *Point de vue*, à quelques

1. Félix Savart, qui le premier, en 1836, en a fait l'expérience au Collége de France, dans un Amphithéâtre où il y avait 22 rangées de banquettes pleines de Spectateurs attentifs, me disait que cette nappe d'yeux braqués sur lui avait quelque chose d'effrayant au premier aspect.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

inégalités près, qui sont dues à l'inégalité inévitable dans la taille des Spectateurs.

La figure 28 offre l'aspect habituel et commun à tous les Amphithéâtres; les banquettes $a, b, c\ldots$ sont établies suivant une ligne *droite* A B, d'une *inclinaison quel-*

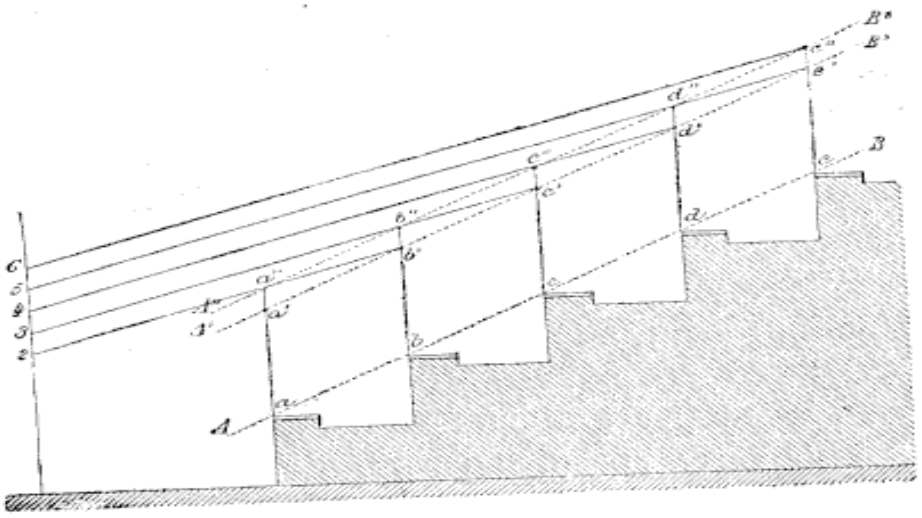


Fig. 28. — Rayons visuels parallèles.

conque : si l'on représente par les lignes a, a', $a''\ldots$, b, b $b''\ldots$ la hauteur moyenne des auditeurs et la distance moyenne entre les yeux et le dessus des têtes; et que par les yeux b', c', $d'\ldots$, et le dessus des têtes a'', b'', c'', $d''\ldots$ on mène des tangentes représentant des rayons visuels b', a', 2, c', b'', 3, d', c'', 4..., toutes ces tangentes ou rayons visuels sont *parallèles*. Cette figure 28 fait avec la figure 27 un constrate suffisamment intelligible pour rendre inutiles ici de plus longs développements.

Il est essentiel d'arrêter plusieurs *données* avant de chercher à calculer ou à tracer géométriquement, par une méthode empirique, la courbe des gradins ou des banquettes[1] d'un Amphithéâtre; ce sont : 1° la largeur

1. Nous avons dit, d'après Guiraudet, que cette courbe est une sorte de logarithmique d'une facile intégration.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des gradins; 2° l'élévation du siége ou de la banquette au-dessus du sol qui reçoit les pieds; 3° une hauteur *moyenne* pour la distance verticale entre la surface de la banquette et l'œil du Spectateur; 4° enfin une distance, également *moyenne*, entre l'œil et le dessus de la tête.

1° *La largeur des gradins* est composée de la largeur donnée au siége, et de l'espace ou passage entre le devant d'une banquette et le derrière de la banquette précédente. Plus un siége est large et mieux l'on est assis; plus le passage entre les deux banquettes est grand, et moins on a de chances d'être gêné par le dos ou par les genoux des Auditeurs voisins; plus facile est aussi la circulation. Mais le mieux, dans cette circonstance, ne s'obtient qu'aux dépens de l'espace; et si l'étendue de l'espace n'est pas limitée, le mieux ne peut s'obtenir qu'aux dépens de la distance qu'il est très-utile de ne pas étendre sans modération; car la visibilité des objets et la perceptibilité des paroles y perdent également.

Il est donc indispensable de donner aux siéges et aux distances entre les banquettes toute la largeur nécessaire, mais rien de superflu. Des distances plus étroites peuvent donner un Auditoire plus nombreux, mais qui se fatigue bien plus vite : il ne faut pas, pour un dixième de places en plus, s'exposer à gêner cinq cents personnes, comme on a l'habitude de le faire dans la plupart des Théâtres et des Amphithéâtres surtout, où le Public est toujours non-seulement mal placé par rapport à la scène ou au point de vue, mais surtout mal assis.

De différents essais tentés et de diverses comparaisons faites, il résulte que la largeur des gradins doit être de $0^m,60$ à $0^m,75$, en donnant au siége de $0^m,20$ à $0^m,30$ et au passage, ou espace entre deux banquettes, de $0^m,40$ à 0,45. Ainsi, par exemple, on peut donner $0^m,20$ à la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

banquette et $0^m,40$ au passage, ou bien $0^m,25$ à la banquette et $0^m,45$ au passage, etc., etc.; les premières *cotes* $0^m,20$ et $0^m,40$, pour la banquette et le passage, sont les limites les plus petites que l'on doive adopter, sous peine d'exiguïté fort gênante.

Les *abscisses* doivent donc être espacées de $0^m,60$ à $0^m,65$, et quelquefois, si l'on veut, de $0^m,75$, lorsque l'on doit établir des siéges plus larges et à dossiers, ce qui serait bien désirable pour tous les Amphithéâtres; car l'Auditeur, mieux assis, peut plus facilement prêter son attention et la soutenir plus longtemps[1].

2° *La hauteur des siéges* est plus facile à déterminer, et les excès en trop haut ou en trop bas ont moins d'inconvénients. Comme il y a de grandes et de petites personnes dans un Auditoire, il serait bien difficile de faire des siéges qui convinssent également et parfaitement à tous. C'est donc une *moyenne* qu'il faut prendre, comme la hauteur de toutes les chaises ordinaires, c'est-à-dire $0^m,45$, — si les siéges sont garnis, il faut avoir soin de compter la garniture dans la hauteur de $0^m,45$.

1. Au petit Amphithéâtre d'Anatomie comparée du Muséum d'histoire naturelle, on a rapporté des barres de dossiers avec montants en fer, le tout recouvert de velours; c'est sans doute parce que les Auditeurs s'y trouvaient mal assis : les gradins déjà fort étroits ainsi que les banquettes, ont été rendus plus incommodes encore; l'étroitesse de ces banquettes est bien plus sensible depuis qu'on a placé ces barres de fer dans le dos des Spectateurs, et l'étroitesse est telle qu'on n'a pu pratiquer cette prétendue amélioration que de deux en deux banquettes. Comment MM. les Professeurs ne s'inquiètent-ils pas plus du bien-être de leurs Auditeurs? C'est un reproche qu'on ne peut adresser qu'à ceux qui, ayant la parole, peuvent seuls se faire entendre et écouter des autorités supérieures; qu'un Professeur exige la transformation d'un Amphithéâtre reconnu incommode, et elle ne pourra certainement pas lui être refusée; leur indifférence à ce sujet n'est-elle pas regrettable dans leur intérêt comme dans celui du public?

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il est bon de faire remarquer que les siéges bas sont généralement préférés dans les Amphithéâtres où l'on est souvent dans la nécessité de prendre des notes sur les genoux. Les siéges trop élevés ont pour inconvénient de faire placer les pieds sur les banquettes antérieures, lorsque cela est possible, afin d'être mieux assis ou pour avoir les genoux plus élevés, ce qui arrive fréquemment, au désagrément de l'Auditeur inférieur, et chacun l'est successivement de son voisin postérieur. Ce défaut est très-remarquable à l'Amphithéâtre de l'École de médecine, où l'on ne peut faire autrement que poser les pieds sur la banquette antérieure, et jamais sur le sol même des gradins : le bord extérieur de la planche qui sert de banquette en est usé par le frottement continuel des chaussures qui s'y appuient, au détriment des vêtements de tous les Auditeurs.

3° *La distance verticale entre le dessus de la banquette et la position de l'œil d'une personne assise* est encore une *moyenne* qu'il faut prendre entre les plus grands et les plus petits Auditeurs, et en se rapprochant plutôt des plus grands que des plus petits : car là où une personne grande ne fait pas obstacle à la vue d'un Auditeur placé par derrière, une personne petite en fait encore moins. Cette distance ou hauteur moyenne peut être fixée à $0^{m},75$, en ayant soin de tenir compte de l'abandon et de l'affaissement naturel du corps sur lui-même, lorsqu'on reste forcément assis pendant quelque temps. Cette hauteur se compte sur la verticale passant par le devant de la banquette, car c'est seulement lorsque l'œil est amené vers cette position par le mouvement pivotal du buste sur le siége, que la tête peut faire obstacle à la vision d'une personne qui se trouve placée sur le rang postérieur. La vision est, au contraire, facilitée pour cette personne, si l'Auditeur anté-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rieur penche son corps en arrière, ce qu'il peut faire volontiers lorsque le siége est muni d'un dossier.

4° Enfin, *la distance entre l'œil et le dessus de la tête* et des cheveux doit être prise plutôt grande que petite. Il est facile de concevoir, en effet, qu'une tête dépassant une certaine limite de *un* ou *deux* centimètres seulement, la personne placée derrière ne peut rien voir, sans se dévier de sa position normale : la distance verticale de $0^m,15$ est une cote qu'il paraît convenable d'adopter comme *moyenne* et *minimum*.

Pour plus d'exactitude dans nos raisonnements, nous devons faire observer que la cote moyenne de $0^m,15$ adoptée pour hauteur entre l'œil et le dessus de la tête, peut et doit à l'exécution du tracé graphique de la courbe se modifier au profit de la moindre hauteur générale des gradins d'un Amphithéâtre. En effet, les têtes des Auditeurs peuvent être considérées comme des sphéroïdes, et c'est à ces sphéroïdes que doivent être tangentes les lignes visuelles. Le point de tangence ayant lieu à l'extrémité d'un rayon plus ou moins oblique du sphéroïde, permet une distance verticale successivement moindre à mesure que l'on s'élève et qu'on s'éloigne davantage du Point de vue général d'un Amphithéâtre. L'intelligente et juste appréciation de toutes ces données est plus utile que toutes les règles et toutes les formules qu'on puisse donner.

Pour les Théâtres, à l'exception du parterre, lorsqu'il n'est fréquenté que par les hommes, il faut augmenter de $0^m,10$ au moins les $0^m,15$ de distance entre les yeux et le dessus des têtes, à cause des coiffures dont les femmes font généralement usage.

On comprend d'ailleurs très-bien que plus certaines des dimensions qui viennent d'être déterminées deviendront grandes, et plus les Auditeurs seront placés com-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

modément, en voyant avec plus de facilité : mais il ne faut pas perdre de vue que dans les Amphithéâtres, il n'est pas avantageux de prodiguer l'espace ; car on éloigne ainsi les Auditeurs, et l'éloignement empêche de mieux voir. Les Paroles remplissant aussi un espace plus grand, sont moins bien entendues, ou bien, c'est en se fatiguant beaucoup que le Professeur parvient à se faire entendre convenablement des points les plus éloignés.

En résumé, les *abscisses* des gradins et banquettes d'une Salle ou d'un Amphithéâtre doivent être de $0^m,60$ $0^m,65$, $0^m,70$ ou $0^m,75$; l'objet *à voir* ou le *Point de vue* doit être déterminé de position, et sa distance fixée à partir de la première banquette. Plus ce Point sera près et bas (fig. 32, 33, 38, 39, 41, 43 et 59), plus la courbe de l'Auditoire se rapprochera de la ligne à 45°, qu'elle pourrait même dépasser en se rapprochant de la verticale ; plus le Point de vue sera loin et élevé, au contraire (fig. 15, 30, 37, 79), et plus la courbe se rapprochera de l'horizontale, au-dessous de laquelle elle peut même s'infléchir dans une partie de son développement.

On conçoit aisément la variété infinie de courbes qui doivent avoir lieu suivant la position variable du Point de vue, selon que ce Point est placé plus ou moins près, plus ou moins haut, par rapport au premier Auditeur, et comment un Amphithéâtre ne pourra être parfaitement bon qu'autant qu'on placera l'objet à voir, ou le Professeur, au Point de convergence qui a servi à déterminer la position respective de chacune des banquettes. Les figures 31, 32, 33, 34, 35 donnent une idée de la manière dont se modifient les courbes.

Les *ordonnées* sont prises à partir d'une ligne horizontale ; la première ordonnée, dans le premier cas, est composée de : $0^m,45$, hauteur de siége ; de $0^m,75$, plus

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

0m,15, ou ensemble 0m,90, pour la hauteur du buste et de la tête; le tout de 1m,35. La deuxième ordonnée est composée des deux premiers éléments (0m,45 + 0m,75 = 1m,20), mais la hauteur où arrive 1m,20, c'est-à-dire

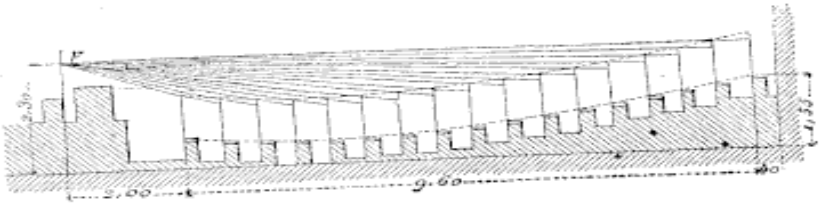


Fig. 29. — Courbe surbaissée. N° 1.

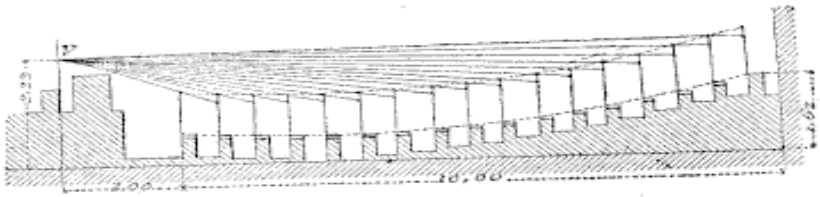


Fig. 30. — Courbe surbaissée. N° 2.

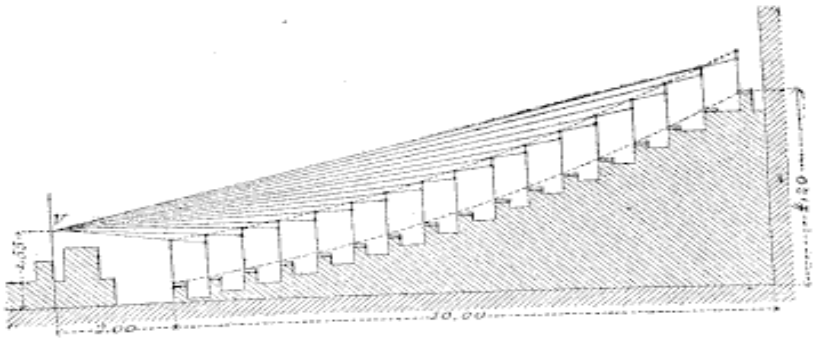


Fig. 31. — Courbe relevée.

le Point où doit être placé l'œil sur l'ordonnée est déterminé graphiquement par une tangente passant au-dessus de 1m,35, c'est-à-dire au-dessus de la tête précédente, et venant du Point de vue; ou, en d'autres termes, la position de l'œil de l'Auditeur placé sur la deuxième

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

banquette, s'obtient sur la deuxième ordonnée, en menant par le Point de vue et le sommet de la première tête, une droite qui va couper la deuxième ordonnée en un certain point qui est le point cherché. (Voir fig. 27.)

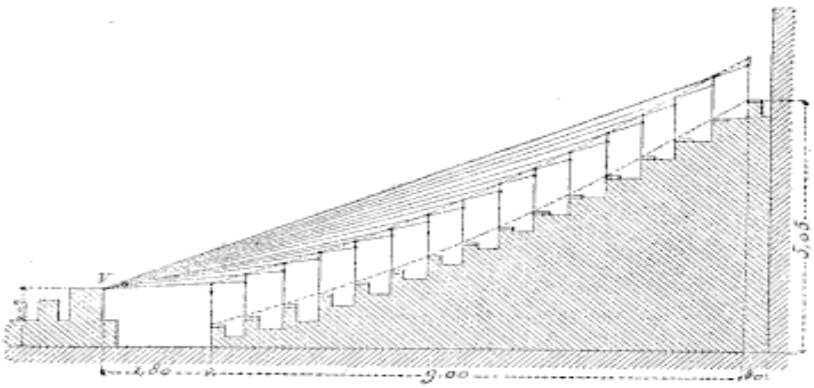


Fig. 32. — Point de vue abaissé et courbe relevée.

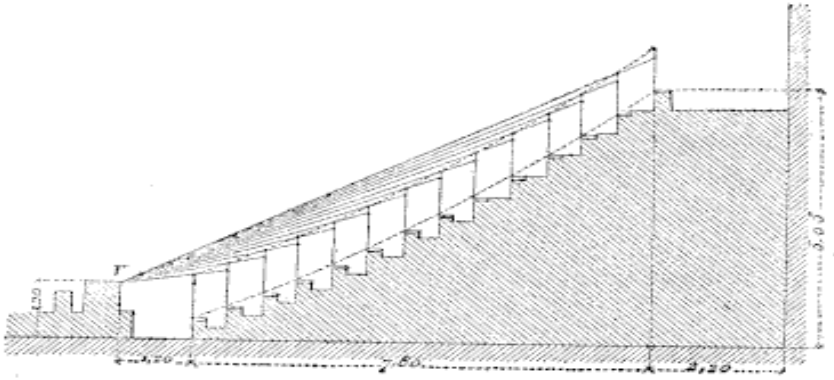


Fig. 33. — Point de vue abaissé et rapproché.

En portant $0^m,75$ en dessous, sur la verticale on obtient la hauteur du dessus de la banquette, et $0^m,45$ en dessous de ces $0^m,75$, on obtient le sol de la banquette ou du gradin. On porte ensuite sur la même verticale ou ordonnée, $0^m,15$ au-dessus du point obtenu par la section de la tangente et de la verticale ; et par l'extrémité

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de ces $0^m,15$ et le Point de vue, on mène une nouvelle droite, qui, allant couper la troisième ordonnée, donne le point où doit être placé l'œil du troisième Auditeur, et ainsi de suite.

Il est utile d'examiner les cas principaux qui peuvent se présenter avec les abscisses et les ordonnées qui viennent d'être arrêtées : on les conservera toujours pareilles dans chacun des cas, afin de faciliter la comparaison des courbes.

On a dit, comme une chose essentielle, que le *Point de vue*, ou l'*objet à voir*, devaient être déterminés de position, avant toute opération, et fixés d'une manière invariable, avant de tracer la position des banquettes, qui n'est toujours que relative au Point de vue, au Point à apercevoir; car, on ne saurait trop le répéter, si l'on fait varier le Point de vue, il faut nécessairement faire varier la courbe; c'est comme une ellipse qui change de forme, toutes les fois que ses foyers changent de place, ou comme une parabole dont les branches s'ouvrent plus ou moins selon que le foyer s'éloigne ou s'approche du sommet de la courbe.

Mais dans le cas où le Point de vue peut être placé indifféremment haut ou bas, et plus ou moins près du premier Spectateur, il se présente deux considérations importantes dont il faut tenir compte, savoir : 1° si l'Auditoire doit **entendre** un Cours oral; 2° s'il doit **voir** un Cours de sciences physiques ou naturelles.

Dans le premier cas, en effet, comme dans les cours de Droit, de Littérature, de Mathématiques, etc., où le Professeur est un Orateur placé dans une chaire, en un point fixe et invariable, ou qui *démontre* sur un tableau placé derrière, ou auprès de lui, il suffit que l'Auditoire aperçoive le Professeur de tous les points de la Salle; que chaque Auditeur voie la tête, ou le buste du Profes-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

seur, et le tableau de démonstration tout entier, s'il existe; c'est là ce qui suffit pleinement pour bien entendre, si les conditions d'Acoustique sont d'ailleurs satisfaisantes.

La chaire du Professeur peut s'élever plus ou moins haut, au-dessus de la tête du premier Auditeur. Dans

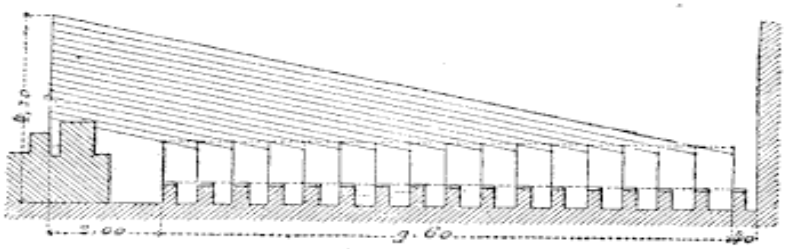


Fig. 34. — Auditoire horizontal.

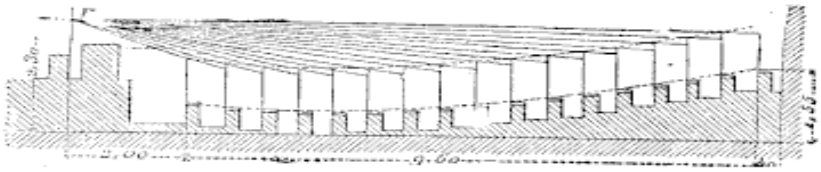


Fig. 35. — Courbe surbaissée.

les églises, par exemple, où la chaire est élevée à deux ou trois mètres au-dessus du sol, l'Auditoire, placé sur un plan horizontal, aperçoit encore le Prédicateur à une certaine distance; ce n'est qu'à un éloignement assez considérable qu'on commence à ne plus le voir facilement, à dix ou douze mètres environ (fig. 34).

Au moyen de cette faculté de pouvoir élever le Professeur ou l'Orateur, on peut donc se dispenser de placer les banquettes sur des gradins proprement dits : c'est une grande économie, et une facilité très-avantageuse à introduire dans la construction des Salles destinées à des Cours purement oraux. (Voir fig. 35, 36 et 37).

Dans la seconde espèce d'Amphithéâtres, c'est-à-dire,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

quand ils sont destinés à des Cours de Physique, de



Fig. 36. — Courbe surbaissée.

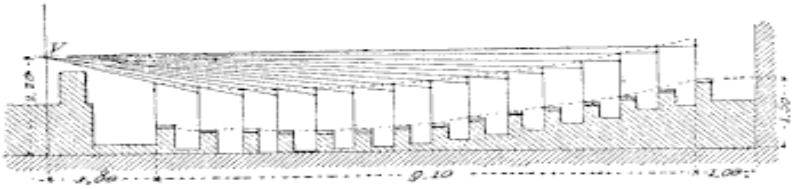


Fig. 37. — Courbe surbaissée.

Chimie, d'Anatomie, de Sciences naturelles et essentiel-

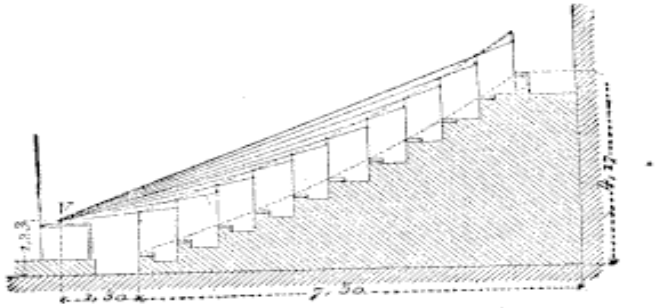


Fig. 38. — Collége de France. (médecine).

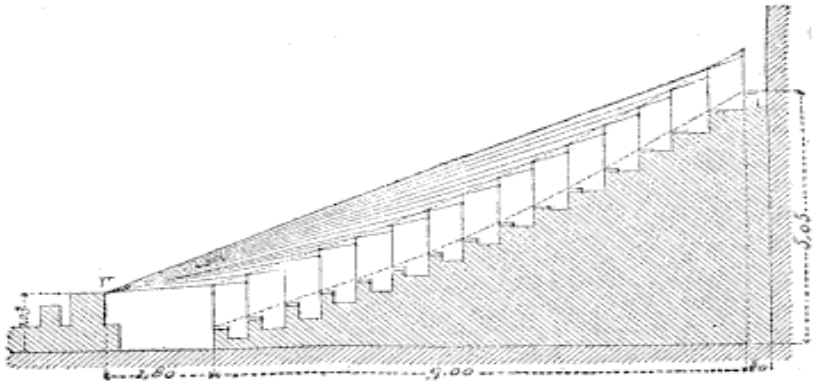


Fig. 39. — Point de vue éloigné.

lement expérimentales, la disposition précédente ne peut plus convenir. Ce n'est plus un Point seul qu'il

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

suffit d'apercevoir, mais un *espace* s'étendant suivant une ligne horizontale, au delà de laquelle, par rapport

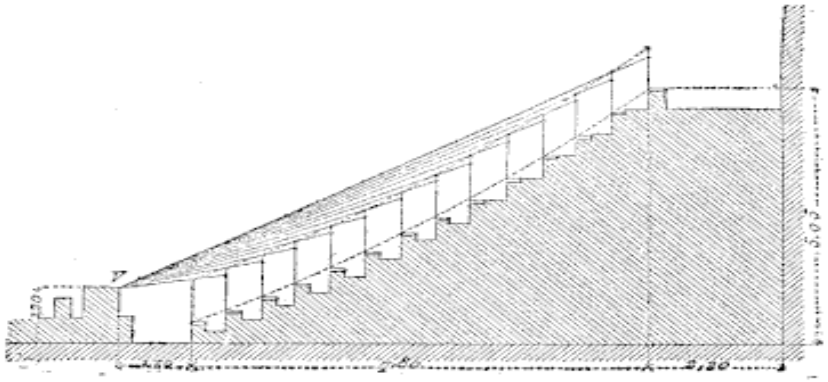


Fig. 40. — Point de vue rapproché.

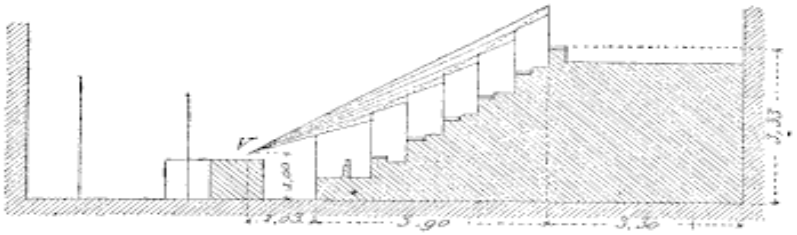


Fig. 41. — Point de vue très-bas.

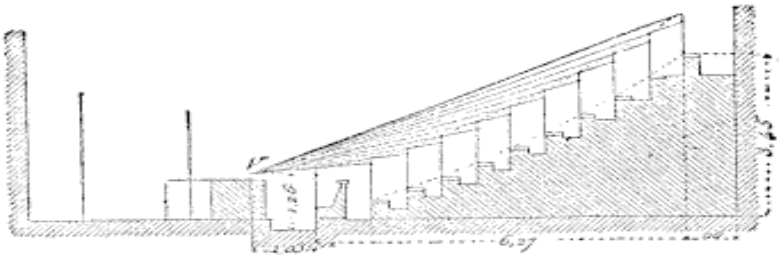


Fig. 42. — Point de vue relevé.

aux Spectateurs, sont placés tous les objets à voir. Il est de toute nécessité que le plan horizontal sur lequel reposent ces divers objets soit placé en dessous de l'œil des premiers Spectateurs : ils verront d'autant mieux qu'ils domineront davantage les objets; mais il faut ici une très-grande discrétion dans l'aisance que l'on con-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cède à la première banquette ; car ce n'est qu'aux dépens

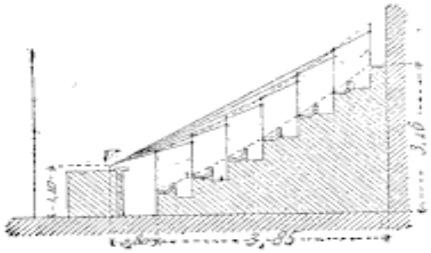


Fig. 43. — Point de vue bas et rapproché.

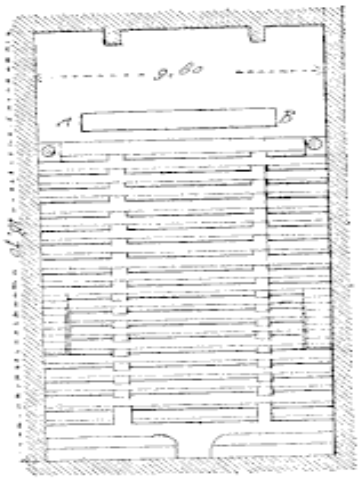


Fig. 44. — Collége de France (physique).

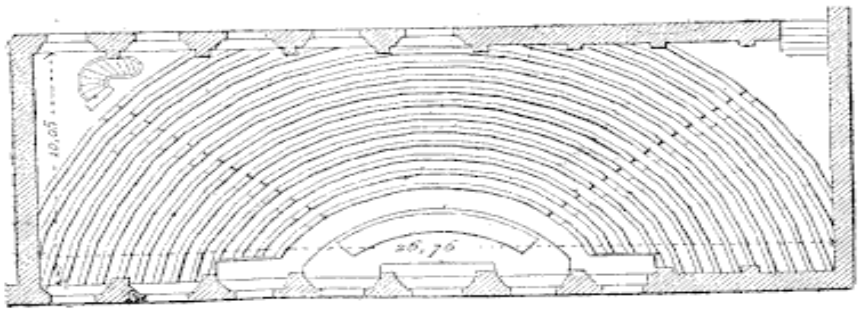


Fig. 45. — Ligne de vue polygonale.

de toutes les autres que la position de la première serait rendue plus avantageuse (Voir fig. 37, 38, 39, 40 et 41).

Pour cette catégorie d'Amphithéâtres, ce n'est donc plus *un Point* de vue que l'on aura pour but de faire

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

voir, en traçant la courbe des banquettes, mais une *ligne* de vue, ce qui ne peut jamais s'apercevoir par un *tréneau*. Cette ligne peut être droite ou circulaire suivant la forme de l'espace composant l'Amphithéâtre, ou plutôt suivant la forme adoptée pour les banquettes : si

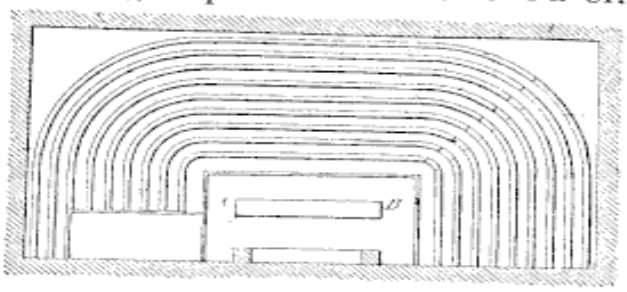


Fig. 46. — Ligne de vue droite.

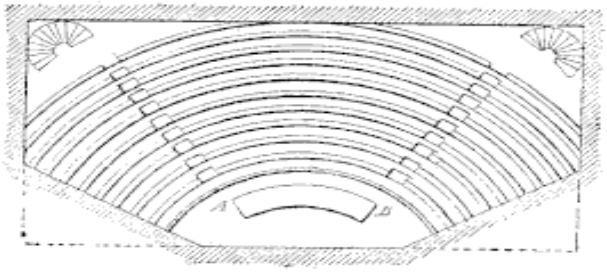


Fig. 47. — Ligne de vue circulaire.

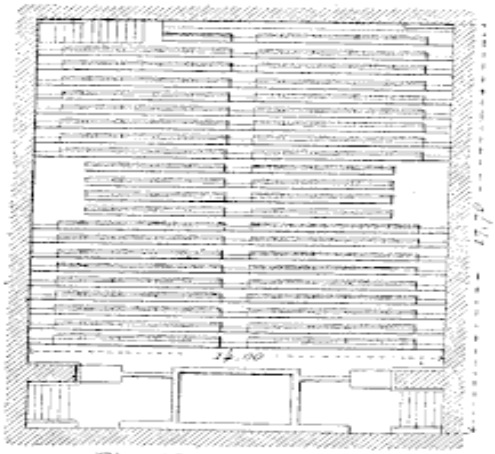


Fig. 48. — Observatoire.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ces dernières doivent être établies dans un carré long, et dans un sens perpendiculaire à la longueur, c'est-à-dire, parallèlement au petit côté (fig. 44), une ligne

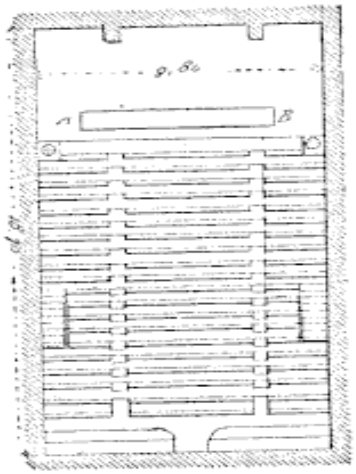


Fig. 49. — Collége de France (physique).

droite pour *ligne de vue* est la meilleure; mais si les banquettes devaient être disposées dans le sens de la longueur, et perpendiculairement au petit côté du carré long, il serait indispensable de les rendre circulaires ou

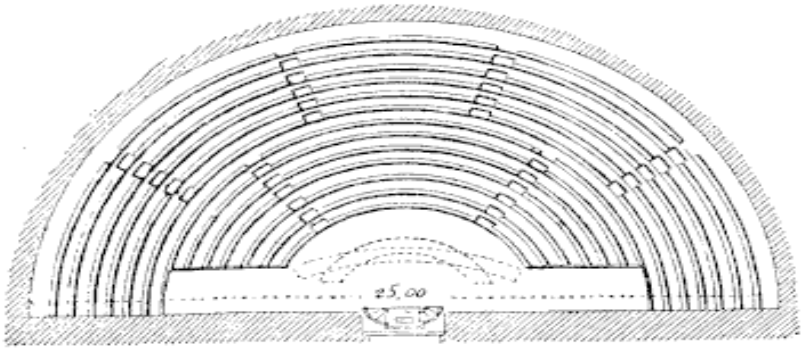


Fig. 50. — École de médecine.

polygonales, et la ligne de vue serait également circulaire ou polygonale et concentrique (fig. 45, 46, et 52).

Il est avantageux pourles Amphithéâtres, où VOIR est

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'absolue nécessité, de rapprocher l'Auditoire des objets à voir; mais il est une importante considération dont il faut se pénétrer, c'est qu'on ne peut pas placer les objets à voir très-près des premiers Spectateurs, si leur nombre est très-grand; il faut alors, indispensablement, élever,

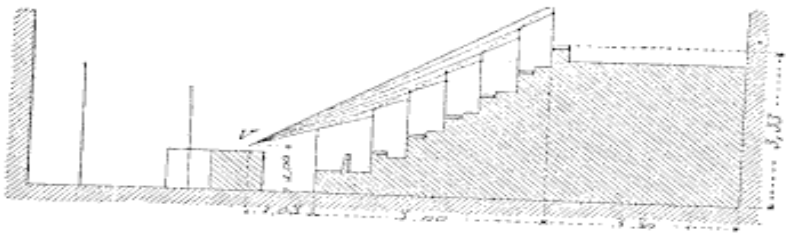


Fig. 51. — Point de vue rapproché. N° 1.

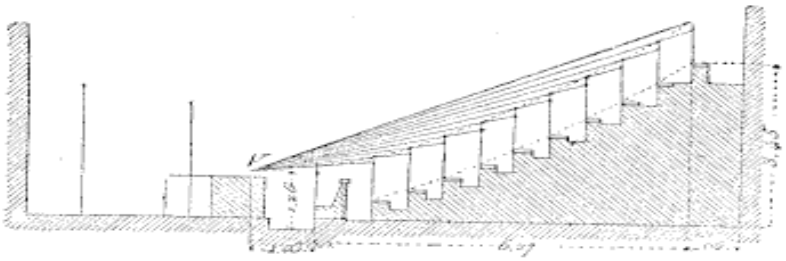


Fig. 52. — Point de vue rapproché. N° 2.

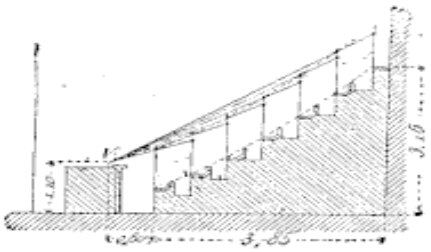


Fig. 53. — Point de vue rapproché. N° 3.

ou éloigner suffisamment la ligne de vue des premiers Auditeurs.

Il y a une limite, en distance horizontale, en longueur, et une en hauteur, qu'on ne peut pas dépasser

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sans inconvénients : au delà de 12 mètres d'abscisse et de 5 mètres d'ordonnée, on ne voit plus sans le secours des lorgnettes; et comme avec une abscisse de 12 mètres et un plan convenable, on peut avoir un Auditoire de cinq à six cents personnes, c'est là que doit s'arrêter la limite en grandeur des Amphithéâtres ordinaires.

L'Amphithéâtre de l'**Observatoire** (fig. 48), s'é-

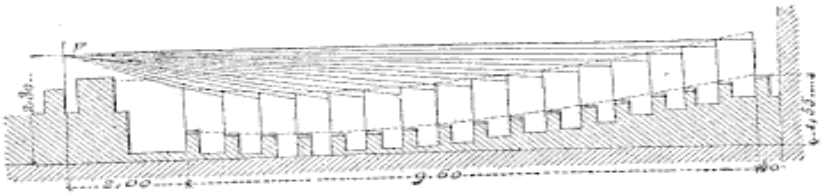


Fig. 54. — Courbe surbaissée. N° 1.

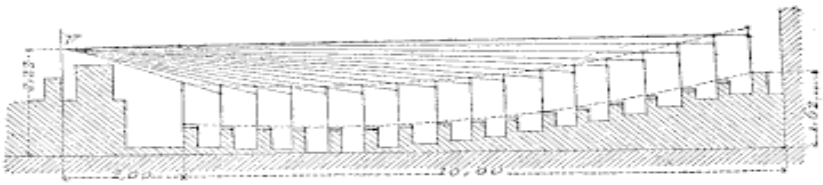


Fig. 55. — Courbe surbaissée. N° 2.



Fig. 56. — Courbe surbaissée. N° 3.

tend jusqu'à 17 mètres du tableau du Professeur; il en est de même de l'Amphithéâtre de **Physique** du **Collége de France** (fig. 49). Le premier de ces Amphithéâtres ne contient que six cent vingt places assises; le second n'en contient que trois cent soixante, parce qu'il est moins large. L'Amphithéâtre de l'**École de Médecine** (fig. 50), ne s'étend qu'à 10 mètres environ des objets à voir, et il contient de cinq à six cents places; l'Auditoire

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

y est mieux groupé parce qu'il y est assis sur des banquettes circulaires, bien qu'il soit très-mal aux deux extrémités du diamètre.

Si un Amphithéâtre est destiné à un Cours d'expériences ou de démonstrations délicates, la ligne de vue doit être rapprochée et le nombre d'Auditeurs restreint,

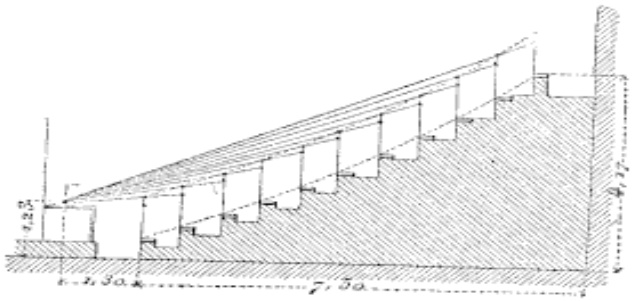


Fig. 57. — Point de vue à 1m,30.

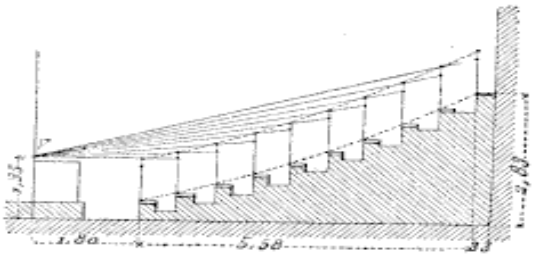


Fig. 58. — Point de vue à 1m,80.

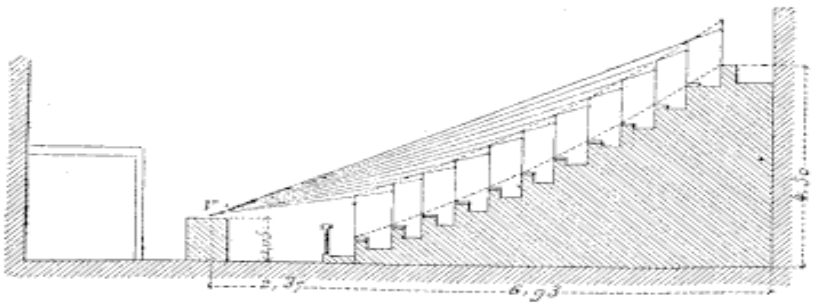


Fig. 59. — Point de vue à 2m,37.

pour ces deux raisons, qu'il faut voir de plus près, et que la courbe des banquettes montera plus rapidement (fig. 41, 42, 43). Ainsi, il y a certaines branches des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sciences physiques qu'on ne peut faire voir facilement à un très-nombreux Auditoire; et si l'Amphithéâtre est destiné à une spécialité scientifique à la portée de peu

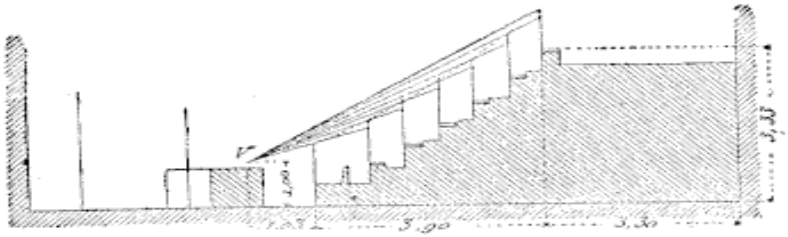


Fig. 60. — Point de vue à 1m,03 N° 1.

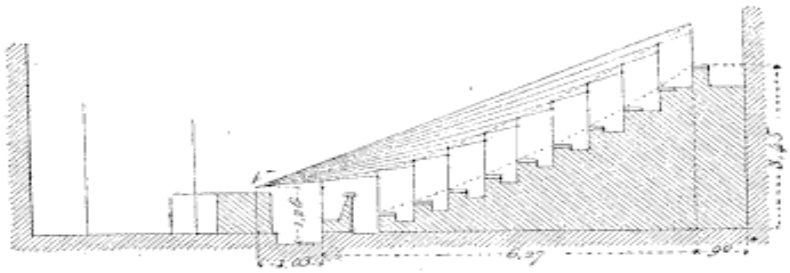


Fig. 61 — Point de vue a 1m,03. N. 2.

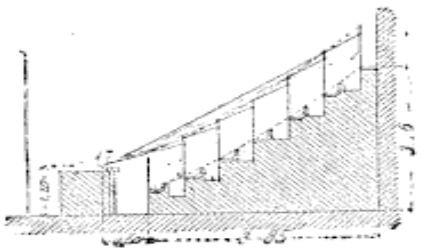


Fig. 62. — Point de vue a 0m,80.

de monde, il faut que ses dimensions soient rigoureusement restreintes à son Auditoire présumé; et de même il ne faudra pas réunir cet Auditoire dans un local destiné à un plus grand nombre de personnes, à cause des inconvénients qui ont été suffisamment détaillés (page 145), c'est-à-dire que, dans un Amphithéâtre de cette nature,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la ligne de vue étant très-éloignée de la première banquette, les Auditeurs verront mal les objets très-ténus et les expériences délicates qu'on y exposera à leurs regards; et si l'on rapproche ces objets de la première rangée d'Auditeurs, la deuxième rangée ne pourra absolument rien voir, si ce n'est par les *créneaux* ou espaces compris entre les têtes du premier rang de Spectateurs.

Ainsi, les Amphithéâtres doivent être de deux espèces bien distinctes : ceux d'abord où l'on n'a besoin que d'entendre, et pour cela il est nécessaire d'*apercevoir* seulement l'Orateur; ces Amphithéâtres doivent être sans gradins; les banquettes se placent alors sur une courbe très-peu inclinée, qui commence à un mètre environ, en contre-bas du sol du Professeur, et à deux mètres de distance (fig. 54, 55 et 56); cette courbe s'infléchit vers le tiers de son étendue, de quinze à vingt centimètres; et, à l'extrémité opposée, elle s'élève et se termine à peu près à la hauteur du plan horizontal passant par le sol du Professeur (Page 185).

Dans cette première catégorie doivent être placés, avec de légères modifications que l'étude et l'expérience ne manqueront pas d'indiquer, les Auditoires de **concerts** les **parterres** de Théâtres et les enceintes destinées au public dans les **Tribunaux**, qu'on a le tort grave de laisser toujours sur un plan horizontal.

La seconde espèce d'Amphithéâtres est celle où il faut voir autre chose que l'Orateur ou le Professeur (fig. 57, 58, 59) : la courbe de ces Amphithéâtres est plus ou moins élevée, selon que les objets à voir sont placés plus ou moins près du premier rang de Spectateurs; et le nombre de ceux-ci devra être très-restreint, quand on voudra faire voir de bien près des objets d'un mince volume, des expériences délicates et d'une grande précision (fig. 60, 61 et 62).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

A cette seconde catégorie appartiennent les Théâtres, dans toutes leurs parties, parterres, loges ou galeries ; les cirques, les Amphithéâtres de Physique, de Chimie, d'Anatomie, etc.

Si les études d'un Théâtre étaient entreprises dans cette direction d'idées et avec cette obligation rationnelle que, de chaque place qu'on y établit, le Spectateur **doit voir et entendre**, sans nul doute, les formes usitées seraient notablement modifiées, tant pour l'Acoustique que pour la Visibilité : on trouverait incontestablement autre chose à faire que des colonnes d'avant-scènes, des cloisons en planches, formant écran pour le tiers des Spectateurs, qui eux-mêmes empêchent un autre tiers d'apercevoir la scène [1].

La construction du Théâtre Historique à Paris, était un acheminement positif vers cette réforme si désirable ; mais elle avait un inconvénient qui n'est pas sans quelque importance : elle nuisait au coup d'œil général qu'on est dans l'habitude de trouver dans les Salles de spectacle, où tous les Auditeurs se donnent réciproquement le spectacle de leurs personnes, en se faisant face, pour ainsi dire, les uns aux autres : et en effet, dans les Salles de spectacle, les Auditeurs sont infiniment mieux placés pour se voir et être vus que pour voir la scène.

Il faudra donc désormais distinguer attentivement les Salles de spectacle construites pour la **scène**, pour voir

1. Depuis une quinzaine d'années, quelques améliorations ont été introduites dans le confort des théâtres ; mais ils laissent encore beaucoup à désirer autant sous le rapport de l'Acoustique et de l'Optique, que sous celui d'une meilleure aération. Mais on est sur la voie des améliorations à ce dernier point de vue, et les hommes de bonne volonté aidant, on parviendra, il faut l'espérer, à des résultats plus sérieux.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ce qui s'y passe, — de celles construites pour le coup d'œil général de l'**assemblée**, si toutefois on aborde plus sérieusement, un jour ou l'autre, les nouveaux problèmes à résoudre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE XV

TABLEAU COMPARATIF DE DIVERS AMPHITHÉATRES EXISTANTS A PARIS; MODIFICATIONS A Y APPORTER. EXPLICATION DES FIGURES. — RÉSUMÉ.

On attribue communément aux Amphithéâtres une plus grande capacité que celle qu'ils ont en réalité; on se trompe, en général, d'un tiers dans les chiffres désignés pour représenter le nombre des Auditeurs contenus dans chaque Salle.

Les plus grands Amphithéâtres ne sont pas toujours ceux qui peuvent contenir le plus de monde; dans plusieurs d'entre eux, il y a de grands espaces perdus pour l'Auditoire, car ces espaces sont beaucoup plus que suffisants pour y déposer les divers objets dont le Professeur peut avoir besoin dans le cours de ses démonstrations.

L'Amphithéâtre le plus vaste de Paris est celui du **Jardin des Plantes** (fig. 69); il contient 360 mètres de superficie, dont *un tiers* est consacré au Professeur, ou aux préparations et manipulations, quoique des salles spéciales, des laboratoires, s'y trouvent adjoints pour

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la Chimie et la Physique. Cette grande surface, et le cube d'air énorme qui s'ensuit, constituent le défaut capital de ce vaste Amphithéâtre. On y a établi une cloison derrière le Professeur, sans doute afin que celui-ci ne semble pas perdu dans l'espace, et sans doute aussi pour que l'Auditoire ne puisse pas être distrait par tout ce qui peut avoir lieu derrière le Professeur;

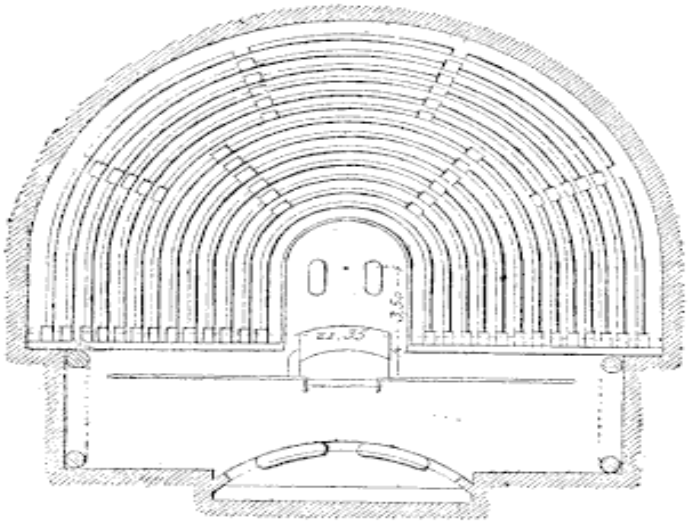


Fig. 63. — Jardin des plantes.

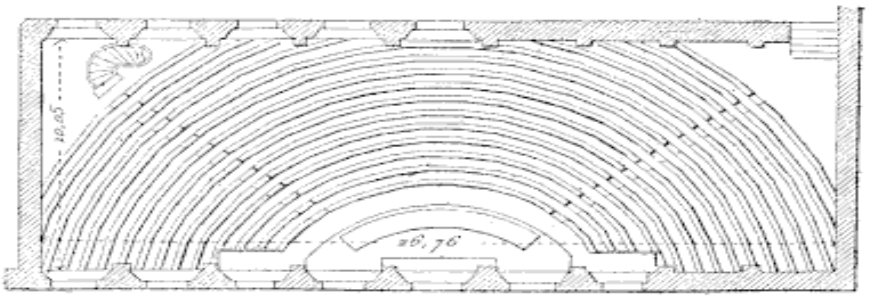


Fig. 64. — Sorbonne (physique et chimie).

mais cette cloison n'empêche pas la voix de se perdre, ou de faire retentir d'une manière inopportune une masse d'air énorme qui n'offre que de graves inconvé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nients sous le rapport de l'Acoustique : on ne peut trop revenir et appuyer sur cette importante critique[1].

Le grand Amphithéâtre de la **Sorbonne** (fig. 64) ne contient que 268 mètres de superficie; 92 mètres ou

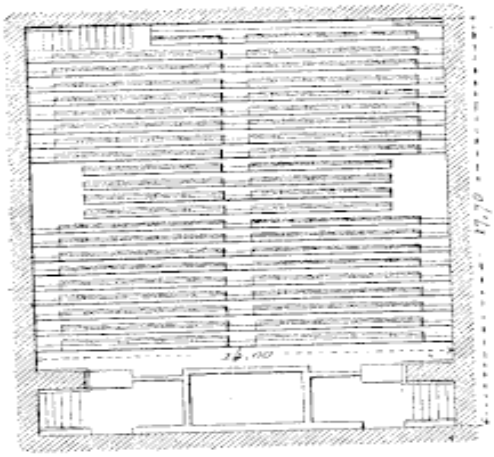


Fig. 65. — Observatoire.

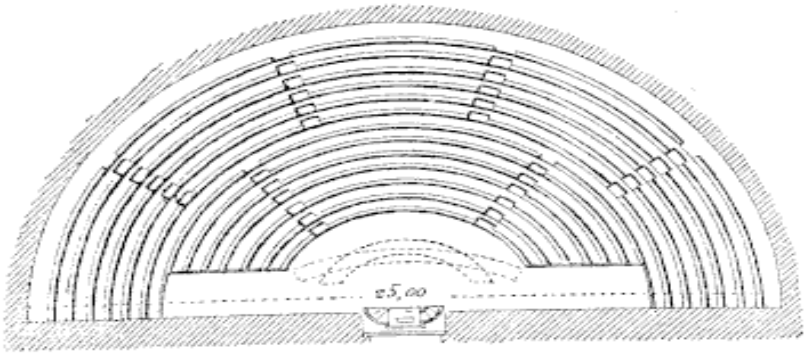


Fig. 66. — Ecole de Médecine.

près d'un quart de moins que le précédent : malgré cela, ces deux Salles contiennent exactement le même

1. Nous l'avons déjà dit plus haut, on n'a rien fait depuis trente ans pour améliorer cet Amphithéâtre, bien que tout le monde soit d'accord pour le trouver défectueux : on attend toujours que les professeurs, intéressés de leur côté, se fassent les interprètes de leur Public; attendra-t-on longtemps encore? c'est à craindre!

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nombre de personnes assises, 620 places, si l'on compte $0^m,55$ de largeur par personne; ou 760, si l'on ne compte que $0^m,45$, ce qui est très-exigu, très-gênant, et occasionne un malaise général qui n'est à peu près supportable que dans des circonstances extraordinaires, mais toujours au préjudice certain des Professeurs. Au Jardin des Plantes, 100 personnes, environ, peuvent trouver à se placer debout; à la Sorbonne, il n'y a guère tout au plus que 50 de ces places à trouver.

L'Amphithéâtre de l'**Observatoire** (fig. 65) vient en troisième ligne, comme grandeur superficielle; il occupe 250 mètres de surface, sur lesquels on n'a consacré que 40 mètres, un *sixième* environ, au Professeur. Il contient 540 places assises au minimum, ou 660 au maximum; il n'y a guère que 30 places à trouver debout. Les banquettes y sont au nombre de 23; il n'y en a que 13 à la Sorbonne et au Jardin des Plantes.

L'Amphithéâtre de l'**École de Médecine** (fig. 66), est un peu moins grand que celui de l'Observatoire; la contenance est de 245 mètres superficiels, dont un *cinquième* (53 mètres) est consacré au Professeur. Il ne contient que 530 places assises au minimum, ou 644 au maximum : on peut y trouver 100, et même au besoin 200 places debout; il n'y a également que 13 banquettes dans cette Salle dont l'Auditoire est groupé en demi-cercle autour du point central.

Si l'on considère la coupe verticale des gradins et banquettes des différents Amphithéâtres mentionnés au tableau comparatif ci-après, on trouve une grande variété dans leurs *inclinaisons*. L'Amphithéâtre de l'Observatoire est le moins incliné de tous; le plan tangent à l'arête antérieure des gradins ou banquettes est incliné, à très-peu près, au quart seulement de la base, ou ligne horizontale, au-dessus de laquelle s'élèvent les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

gradins, à 15°; à la Sorbonne, l'inclinaison est, à peu près, des 3/8, de 20°; l'Amphithéâtre du Jardin des Plantes et celui du Conservatoire des Arts et Métiers ont la même inclinaison, qui est d'environ la moitié, et plus approximativement des 9/19, ou 26°. Enfin l'Amphithéâtre de l'École de Médecine est celui qui possède l'inclinaison la plus forte; elle est élevée d'environ les 7/12 de la base, ou 31°.

L'Amphithéâtre dont la dernière banquette est le plus élevée au-dessus du sol inférieur, est celui du Collége de France, Physique (5m,40) [1]; viennent ensuite celui de l'École de Médecine (4m,80); celui du Jardin des Plantes (4m,70); celui de l'Observatoire (4m,10); celui de la Sorbonne (3m,75); puis enfin celui des Arts et Métiers (3m,50).

Si maintenant l'on veut comparer les Amphithéâtres dont il est fait mention dans ce travail, sous le rapport du nombre d'individus qu'ils peuvent contenir, le tableau comparatif ci-après les indique par ordre de contenance, lesquelles sont mentionnées aux quatre dernières colonnes. Si l'on *arrondit* les chiffres pour se les mieux fixer dans la mémoire, on trouve au *maximum*, 800 pour le Jardin des Plantes et la Sorbonne; 700 pour l'École de Médecine et l'Observatoire; 480 pour le Collége de France (Économie politique et Droit public [2]); 500 pour le Collége de France (Physique); et enfin 450 pour l'Amphithéâtre circulaire du Conservatoire des Arts et Métiers.

On trouve dans le tableau ci-contre : 1° la surface totale des divers Amphithéâtres; 2° la surface consacrée aux gradins et banquettes; 3° la surface des couloirs,

1. Cet Amphithéâtre a été profondément modifié dans la disposition des banquettes.

2. Cet Amphithéâtre n'est plus dans sa disposition primitive.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU COMPARATIF DE DIVERS AMPHITHÉATRES (PARIS).

Numéros d'ordre	Nos des figures.	DÉSIGNATION des AMPHITHÉATRES.	1. Surface totale.	2. Surface des gradins.	3. Surface des coulisses.	4. Surface pour le Professeur.	5. Nombre de banquettes.	6. Largeur des gradins.	7. Hauteur des gradins.	8. Largeur des banquettes.	9. Hauteur des banquettes.	10. Intervalle entre les banquettes.	11. Développement linéaire des banquettes.	12. Nombre de personnes assises à 0m,55.	13. Nombre de personnes assises à 0m,45	14. Places debout.	15. Nombre total au maximum.
			m.car.	m.car.	m. c.	m. c.		m.	m.	m.	m.	m.	m.				
1	64	Sorbonne (physique et chimie)	268	215	31	22	11	0,59	0,22	0,24	0,43	0,35	342	622	760	50	810
2	63	Jardin des Plantes (physique et chimie)	360	214	32	114	13	0,61	0,32	0,24	0,52	0,37	340	618	756	80	836
3	65	Observatoire	248	188	21	39	23	0,62	0,16	0,26	0,44	0,36	299	543	664	32	696
4	66	École de Médecine	245	150	42	53	13	0,57	0,33	0,25	0,52	0,32	290	527	644	100	744
5	92	Collége de France (droit public)	176	128	33	15	16	0,61	0,27	0,24	0,45	0,40	211	383	469	12	480
6	49	Collége de France (physique)	183	118	16	50	20	0,60	0,25	0,22	0,45	0,38	198	360	440	60	500
7	15	Conservatoire des arts et métiers	221	90	39	92	10	0,59	0,31	0,28	0,43	0,31	155	282	344	106	450
8	94	Collége de France (médecine)	141	95	24	22	11	0,65	0,37	0,25	0,45	0,40	135	245	300	30	330
9	82	Collége de France (chimie)	94	63	12	21	7	0,61	0,31	0,19	0,53	0,42	106	192	235	20	255

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vomitoires et escaliers, pris aux dépens des banquettes; 4° la surface consacrée au Professeur; 5° le nombre de gradins et de banquettes; 6° la largeur des gradins; 7° la hauteur fixe ou moyenne des gradins; 8° la largeur des banquettes; 9° la hauteur des banquettes; 10° l'intervalle compris entre les banquettes; 11° le développement linéaire des banquettes; 12° le nombre de personnes assises à $0^m,55$ chacune; 13° le nombre de personnes assises à $0^m,45$ chacune; 14° le nombre de personnes debout; 15° enfin, le nombre maximum et total des places assises et debout.

APPLICATIONS DES COURBES AUDITO-VISUELLES.

Examinons actuellement en détail, et à l'appui des développements dans lesquels nous sommes entré, les diverses dispositions indiquées par les figures qui accompagnent ce travail.

Afin de rendre plus frappante la différence qui existe dans l'établissement d'un Auditoire sur une *courbe*, ou sur une *ligne droite*, on a tracé sur toutes les *coupes* les *rayons visuels* qui doivent résulter, dans l'un et l'autre cas, de la position des Auditeurs : avec des gradins inclinés en *ligne droite*, les rayons visuels sont *parallèles* entre eux; ils sont *convergents* avec des gradins élevés suivant une *ligne courbe;* l'aspect des figures rend la proposition évidente. La *courbe* ou la ligne droite y sont ponctuées suivant l'arête des banquettes.

La figure 67 représente un Auditoire placé sur un *plan horizontal :* les lignes de *vision* y sont nécessairement parallèles, et le rayon visuel du dix-septième Auditeur aboutit à $4^m,10$, comme on le voit, au-dessus du sol commun, sur une verticale dont cet Auditeur est éloigné

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de 12 mètres. On voit, dans cet exemple, combien il faudrait élever la chaire et le Professeur, à mesure de l'augmentation d'un Auditoire, pour que le Professeur ou l'Orateur soit aperçu de tous les points, ce qui serait d'un effet aussi étrange qu'impraticable.

Le même Auditoire est placé sur un plan incliné au

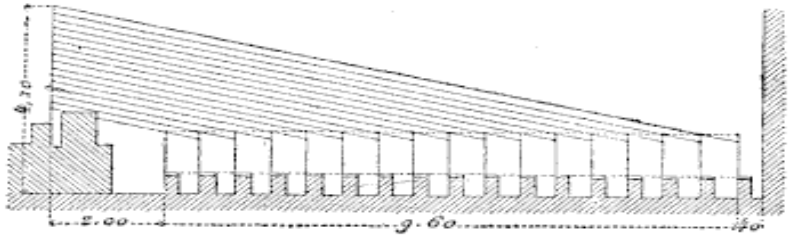


Fig. 67. — Plan horizontal.

dixième, c'est-à-dire de 1 mètre de hauteur sur 10 mètres de base, dans la figure 68. On n'y a presque rien obtenu en faveur de la visibilité par cette nouvelle disposition; tandis qu'en plaçant ce même Auditoire, avec

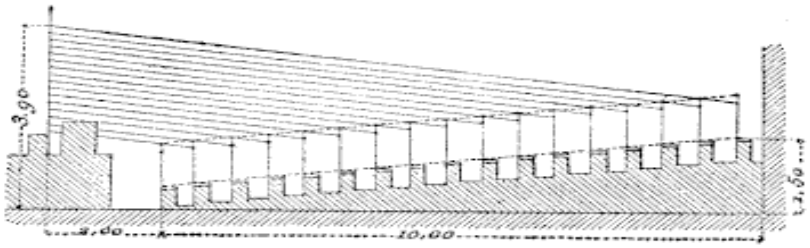


Fig. 68. — Plan incliné au 10e.

son inclinaison de 1 mètre, sur une *courbe*, TOUS les rayons visuels viennent aboutir en un Point situé à $2^m,30$ du sol, et à 2 mètres de distance de la première banquette, ainsi que le démontre la figure 69. Dans la figure 70 avec un peu plus d'inclinaison ou de hauteur donnée à la courbe ($0^m,10$), le Point *commun* et *visible* pour *tous* est à $2^m,22$ de hauteur.

Dans la figure 70, le Point généralement visible est à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1m,55 de hauteur, et la courbe des banquettes s'élève à 4m,20. Cette disposition (figure 71) n'a aucun avantage sur les deux précédentes (fig. 69 et 70) pour la commodité de la vision, et elle a l'inconvénient d'exiger un espace plus élevé, une construction plus coûteuse, en murs et en charpente de gradins; elle offre un volume

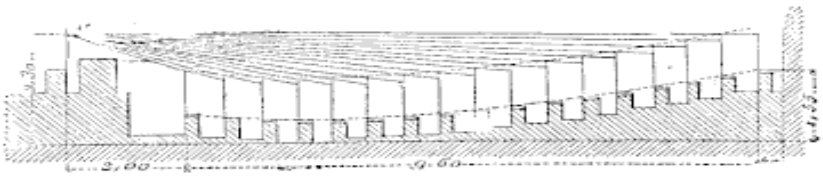


Fig. 69. — Courbe au 10e d'inclinaison.

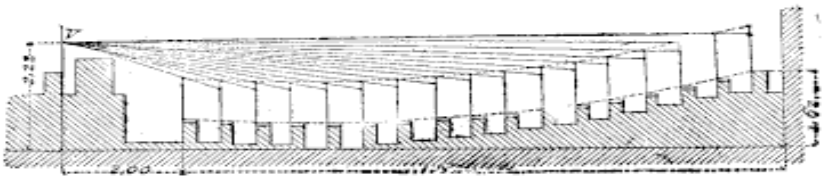


Fig. 70. — Courbe au-dessous de 10e d'inclinaison.

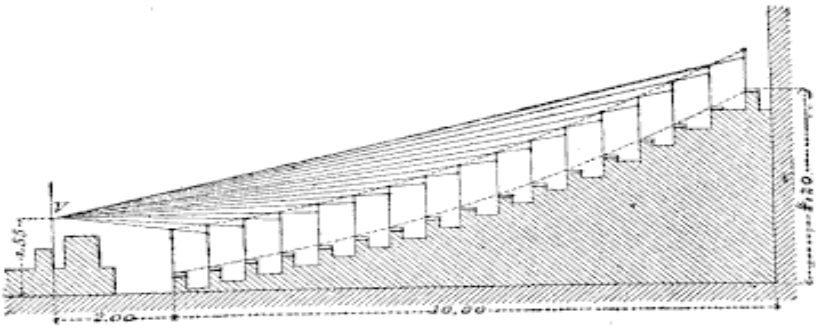


Fig. 71. — Point de vue abaissé.

d'air plus difficile à ébranler par la voix, ou nuisible à cette dernière par des résonnances intempestives : et enfin une différence de température trop notable entre le bas et le haut des gradins, à moins d'avoir un système de ventilation bien entendue d'un fonctionnement facile.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La figure 72 représente la coupe d'un Amphithéâtre où le *Point à voir* est à 1^{m},80 de la première banquette, et

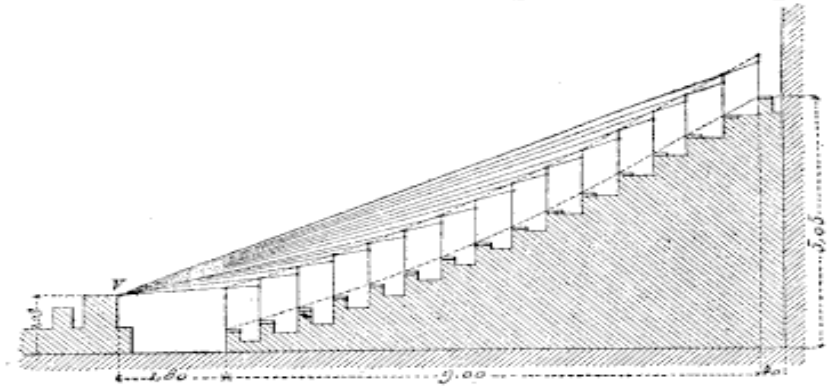


Fig. 72. — Point de vue rapproché et baissé.

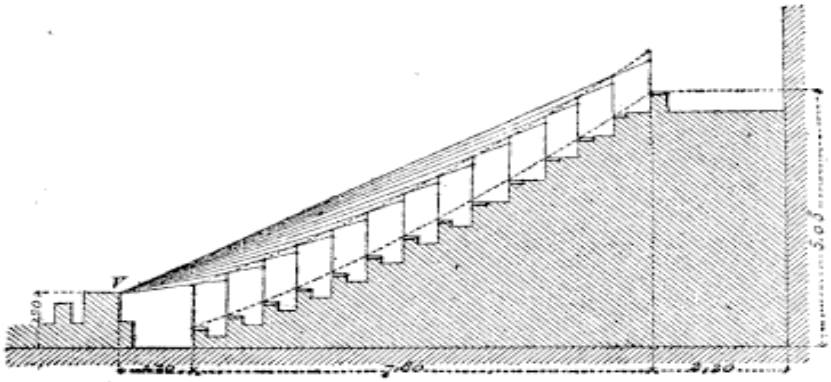


Fig. 73. — Point de vue trop rapproché.

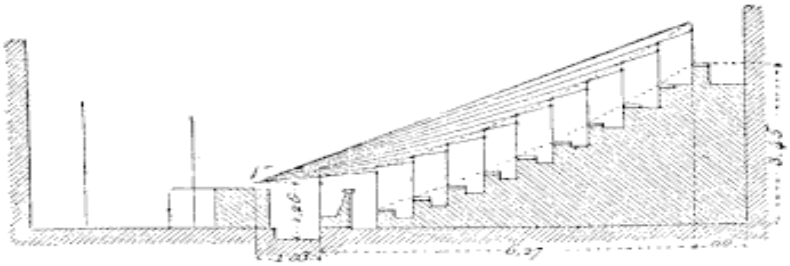


Fig. 74. — Point de vue rapproché.

à 1^{m},23 seulement de hauteur; la courbe pour 16 banquettes s'élève à 5^{m},05.

En conservant à peu près la même hauteur, c'est-à-dire 1^{m},20 pour le Point de vue, et en le rapprochant de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

$0^m,60$, c'est-à-dire à $1^m,20$ du premier Auditeur, la courbe atteint la hauteur de $5^m,05$ dès la quatorzième banquette, ce qui fait voir le résultat d'un Point de vue trop rapproché.

La figure 74 représente la coupe d'un Amphithéâtre dont le Point de vue serait à $1^m,26$ de hauteur, et à $1^m,03$ seulement de distance de la première banquette.

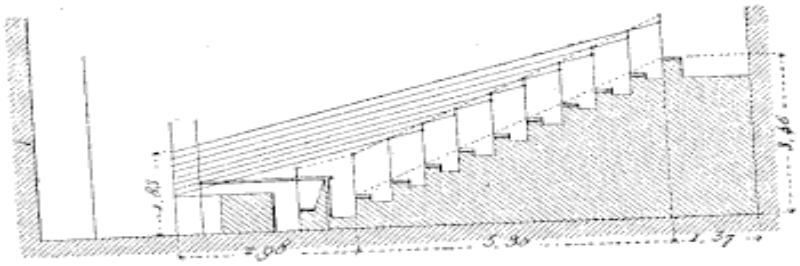


Fig. 75. — Ligne droite, état actuel.

C'est une disposition qu'on pourrait adopter pour l'Amphithéâtre circulaire du *Conservatoire des Arts et*

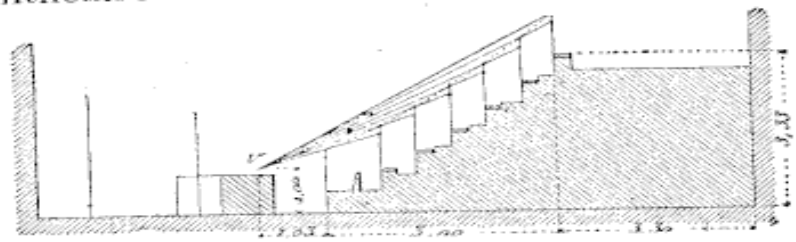


Fig. 76. — Point de vue trop bas et trop près.

Métiers à Paris, et dont la figure 75, représente la coupe dans l'état actuel. Les rayons visuels de l'Auditoire,

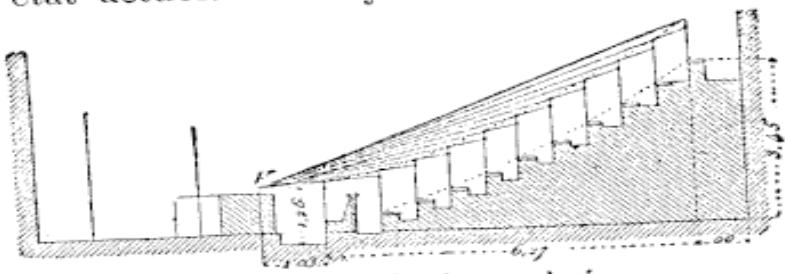


Fig. 77. — Point de vue relevé.

comme on le voit dans cette figure 75, ne peuvent pas

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

atteindre la table du Professeur. En mettant le Point de vue à 1 mètre de hauteur, et à $1^{m},03$ de distance de la première banquette (fig. 76), on ne pourrait avoir que *sept* banquettes pour une hauteur de *courbe* de $3^{m},33$. Mais si l'on élève le Point de vue à $1^{m},26$ (fig. 77) en *abaissant le sol* de la première banquette, la dixième banquette ne s'élève qu'à $3^{m},45$ au-dessus du sol primitif réservé au Professeur. Les trois dernières banquettes contenant, par leur éloignement excentrique, un *tiers* de l'Auditoire, on voit combien l'abaissement du sol de la première banquette peut avoir un résultat avantageux. La hauteur totale actuelle des banquettes est de $3^{m},46$ (fig. 75); c'est donc la même hauteur dans la disposition qui permet à tout l'Auditoire de *bien voir*, que dans la disposition actuelle, qui ne permet la Visi-

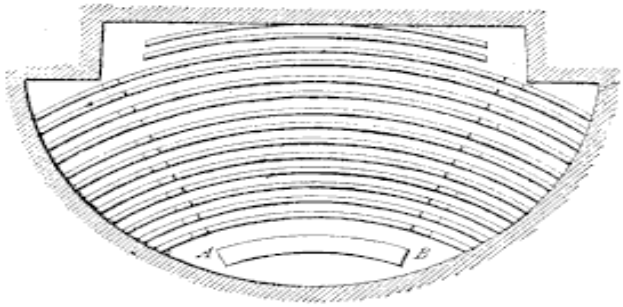


Fig. 78. — Auditoire retourné.

bilité de la table du Professeur qu'à la condition presque absolue que le rayon visuel de chaque Auditeur trouvera un *créneau* ou passage *continu* et *permanent*, jusqu'aux objets à voir; à moins qu'il ne puisse, exceptionnellement, dominer toutes les têtes.

Pour compléter les modifications utiles à apporter à l'Amphithéâtre du *Conservatoire des Arts et Métiers*, particulièrement sous le rapport de l'Acoustique, le moyen le plus convenable, bien que très-paradoxal en apparence, serait de retourner, de transposer la position relative des banquettes et du Professeur; de placer ce

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dernier vers l'extrémité du rayon perpendiculaire au diamètre, et l'Auditoire sur des zones circulaires d'un plus grand rayon que celui des banquettes actuelles (fig. 78). La voûte ellipsoïdale serait remplacée par un plafond horizontal, se raccordant avec un plan incliné, placé au-dessus de l'espace destiné au Professeur; ou bien elle pourrait, provisoirement, rester telle qu'elle est aujourd'hui. Le *volume* ou espace de cet Amphithéâtre n'étant pas très-grand, on pourrait peut-être se dispenser de l'amoindrir par un plafond.

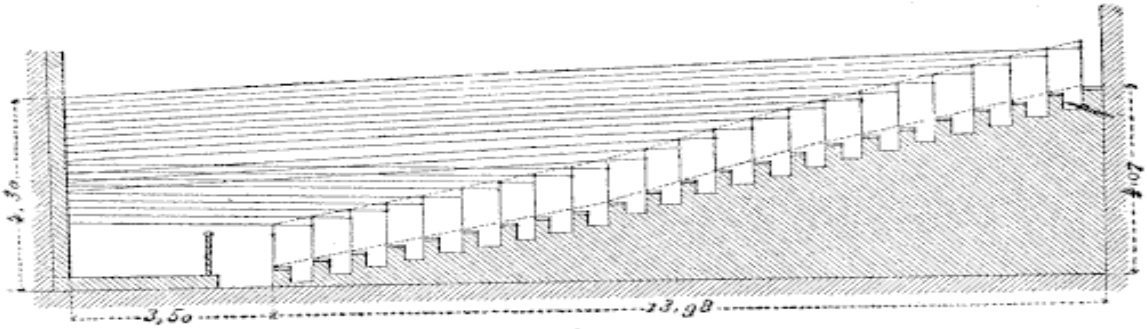


Fig. 79. — Ligne brisée (Observatoire).

L'Amphithéâtre de l'*Observatoire*, dont la coupe est indiquée figure 79, ne présente pas une inclinaison *continue;* les gradins y sont inclinés suivant une ligne brisée en trois parties inégales, et s'élevant au maximum à $4^m,07$ de hauteur au-dessus du sol de la première banquette. Cette ligne brisée est sans doute le résultat d'une erreur dans le point d'arrivée de l'escalier principal, car on ne conçoit pas le motif qui aurait pu faire abandonner la ligne droite continue pour l'adoption d'une ligne ainsi brisée.

Comme on le voit dans cette figure 79, les rayons visuels sont parallèles, mais ils forment trois *groupes* correspondant aux trois parties de la ligne brisée. Ces rayons visuels s'élèvent à une hauteur de $4^m,30$.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En conservant la même hauteur de 4m,07 pour les gradins ou banquettes, et en les disposant suivant une *courbe*, on peut avoir un Point commun de convergence de tous les rayons visuels; et ce point commun est situé à 1m,90 au-dessus du sol, et à 3m,50 en avant du premier auditeur (fig. 80).

Un défaut regrettable de cet amphithéâtre dont le

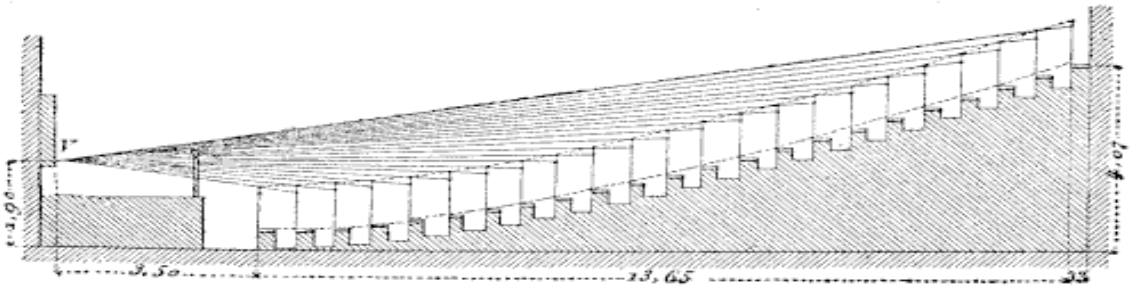


Fig. 80. — Courbe proposée (observatoire).

plan est indiqué figure 81, c'est que les derniers Auditeurs sont trop éloignés du Professeur : il est mieux,

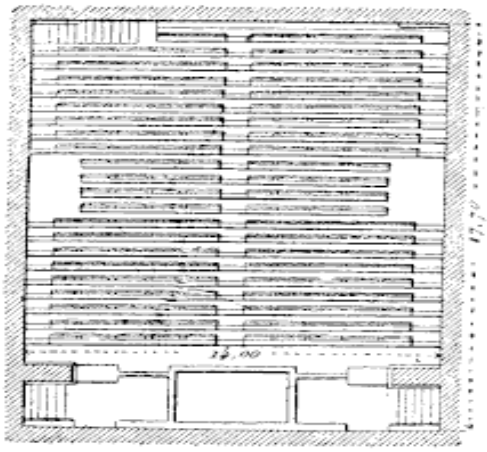


Fig. 81. — Observatoire.

en général, comme nous l'avons déjà dit, de grouper l'Auditoire autour d'un centre, c'est-à-dire un peu sur la droite et la gauche, que de l'étendre dans une seule direction faisant face au Professeur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La figure 82 représente une forme d'Amphithéâtre toute particulière; ce sont, comme on le voit, deux demi-cercles séparés par un carré long : cet Amphithéâtre, de trop petite dimension pour éprouver les inconvénients acoustiques résultant de sa forme, appar-

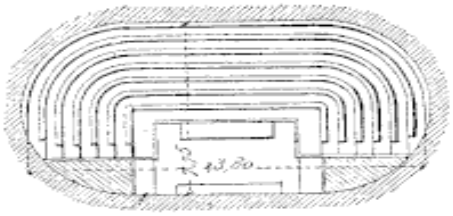


Fig. 82. — Collége de France (chimie).

tient au Collége de France; il est spécialement destiné aux cours de chimie. Il contient sept banquettes qui s'élèvent à $2^m,77$ au-dessus du sol du Professeur (fig. 83). Ces banquettes se trouvant établies suivant

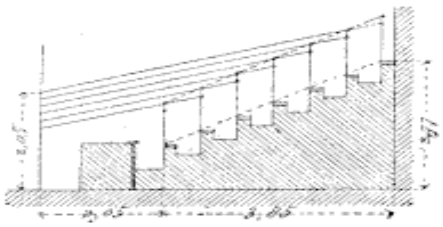


Fig. 83. — Collége de France (chimie), ligne droite.

une ligne droite, les rayons visuels sont nécessairement parallèles, et le dernier rayon aboutit à une hauteur de $2^m,10$, sur une ligne verticale élevée à l'emplacement occupé par le Professeur, à $2^m,05$ de distance du premier Auditeur.

Pour avoir un Point de vue commun, situé à $0^m,80$ seulement du premier Auditeur, et à $1^m,10$ du sol oc-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cupé par ce dernier et le Professeur, il faut que les banquettes s'élèvent, suivant une courbe, à 3m,16, ou à 0m,39 seulement au-dessus de la hauteur actuelle (fig. 84).

Si l'on adoptait cette hauteur de 3m,16 pour établir

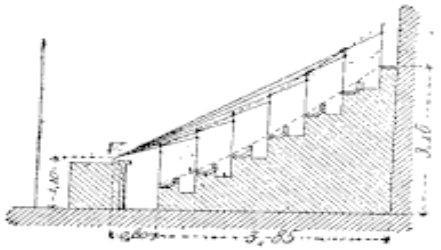


Fig. 84. — Collége de France (chimie), courbe proposée.

les banquettes suivant une ligne *droite*, les rayons visuels seraient parallèles et aboutiraient (fig. 85,) à

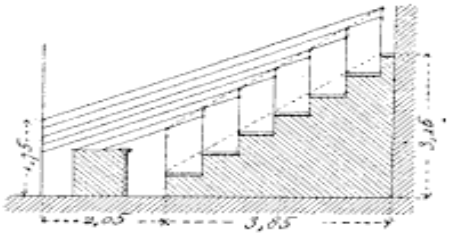


Fig. 85. — Même hauteur sans courbe.

1m,70 de hauteur sur la ligne verticale élevée à l'emplacement du Professeur. Pour 0m,40 de plus de hauteur dans les gradins de l'Amphithéâtre, on ne ferait descendre le rayon visuel du septième et dernier Auditeur, que de 0m,35 seulement, résultat trop peu important pour motiver une surélévation qui a pourtant une conséquence si utile avec l'emploi d'une courbe pour l'inclinaison des banquettes.

La figure 86 représente la coupe de l'Amphithéâtre de *Physique*, au *Collége de France*, l'un des premiers où

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la *courbe* a été appliquée par nous à l'élévation des banquettes de l'Auditoire. Le Point visible de toutes les parties de l'Amphithéâtre est à 1^{m},93 du premier Auditeur, et à 1^{m},70 de hauteur. La vingtième et dernière banquette s'élève à 5^{m},40; au delà sont ménagés trois gradins sans banquettes, et destinés à recevoir des Auditeurs *debout*.

Cet Amphithéâtre est mauvais pour un cours de Phy-

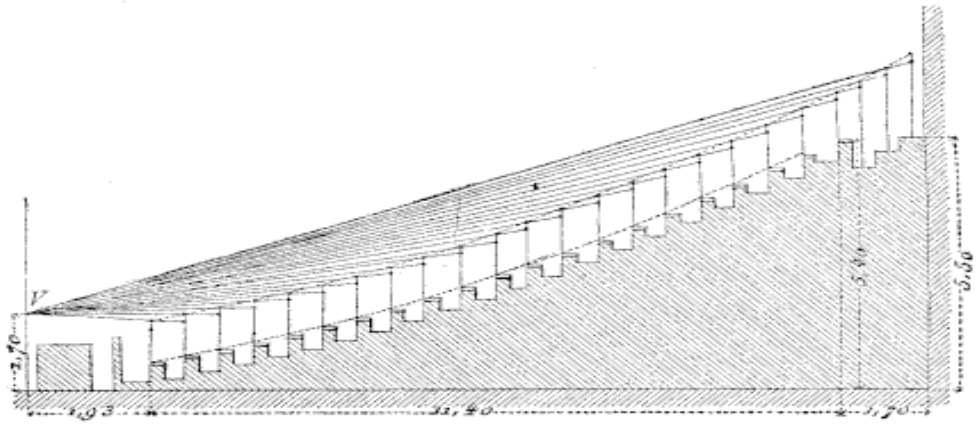


Fig. 86. — Collége de France (physique).

sique expérimentale. L'Auditoire, au lieu d'être groupé un peu sur les côtés et en face des expériences, ou du lieu occupé par l'expérimentateur, s'étend dans une seule direction, comme l'Amphithéâtre de l'Observatoire, jusqu'à *vingt-trois* rangées d'Auditeurs, ce qui rend presque impossible l'Audition et la Visibilité pour les derniers rangs. Il était ainsi disposé, d'après les plans de l'architecte en chef, lorsque j'ai pu m'occuper utilement, par ordre supérieur, de la disposition des banquettes et des gradins (voir le chapitre final, troisième partie).

Voici d'où vient le vice : le *plan* des banquet tes et l'agencement des portes et issues diverses étaient ar-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rêtés et disposés avant l'invention de la *courbe*, qui n'a fait ici que remplacer la ligne *droite* suivant laquelle devaient être disposés les gradins. Il fallait bien que la courbe des banquettes s'étendît et s'élevât suivant toute la profondeur de l'Amphithéâtre : la Visibilité pour un *vingt-troisième* Spectateur devait être ménagée, puisqu'il existait en plan une vingt-troisième rangée de Spectateurs : on a donc été forcé d'éloigner et d'élever suffisamment le *Point visible*, *commun* à tout l'Auditoire. En d'autres termes, l'étendue était donnée; la hauteur des gradins avait des limites (l'œil du dernier spectateur est à *sept* mètres au-dessus du sol du Professeur); il fallait donc disposer le Point visible *loin* et *haut*. Si l'Amphithéâtre n'est pas bon, la faute n'en vient nullement de la courbe.

Il résulte de ces causes un vice radical pour un Amphithéâtre de Physique; c'est que le Point visible est

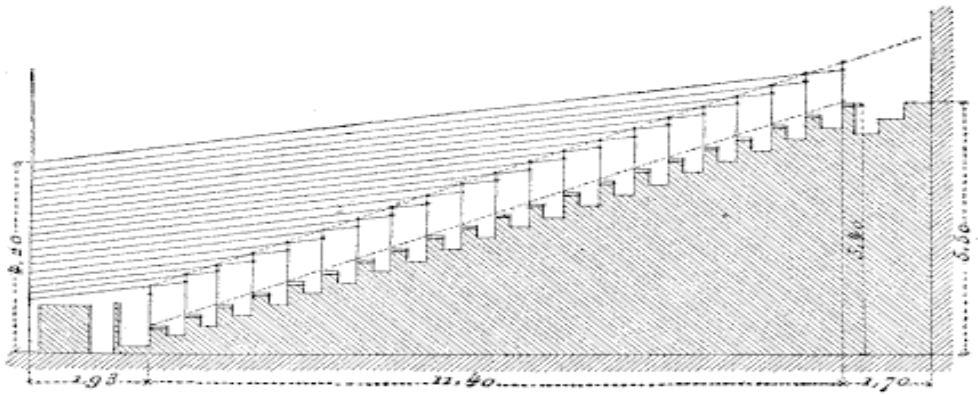


Fig. 87. — Collége de France (physique), ligne droite.

situé dans un plan qui passe au-dessus des trois ou quatre premiers rangs d'Auditeurs!

Néanmoins la *courbe* suivant laquelle cet Amphithéâtre est établi est préférable à une ligne droite qui aurait la même inclinaison; car dans ce cas (fig. 87),

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les rayons visuels étant parallèles, celui du vingtième Auditeur seulement aboutit à $4^{m},20$ de hauteur, au lieu d'aboutir à $1^{m},70$, comme dans le cas de convergence de tous les rayons visuels, donné par la courbe (fig. 88).

La fig. 88, indique le plan actuel des banquettes de



Fig. 88. — Collége de France (physique).

cet Amphithéâtre; si on eût disposé ces banquettes parallèlement à trois des côtés de l'espace, ainsi que l'indique la fig. 89, l'Auditoire eût été groupé plus près

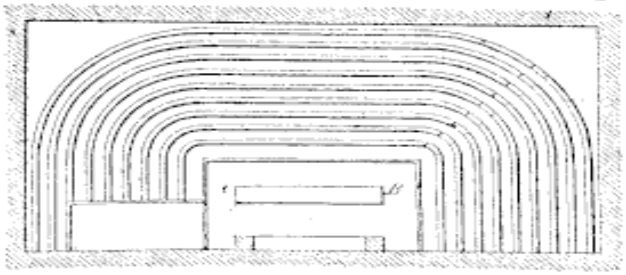


Fig. 89. Collége de France (physique).

de la table du Professeur; les derniers Auditeurs eussent été beaucoup moins éloignés, puisqu'il n'y aurait eu que *neuf* banquettes au lieu de vingt-trois. Cet agencement permettrait incontestablement de mieux voir et de mieux entendre : mais, nous le répétons, la seule chose que nous ayons pu faire, ce fut d'établir

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'Auditoire sur une *courbe*, et encore a-t-il fallu toute l'autorité et la volonté expresse de F. Savart, alors Professeur de Physique expérimentale, pour sortir, à cet égard, de la voie consacrée par l'habitude, voie où l'on persistera encore sans doute longtemps!

Mais une autre disposition, sans doute plus commode et plus avantageuse, surtout sous le rapport acoustique (fig. 90), consisterait, d'abord, à n'avoir qu'un seul

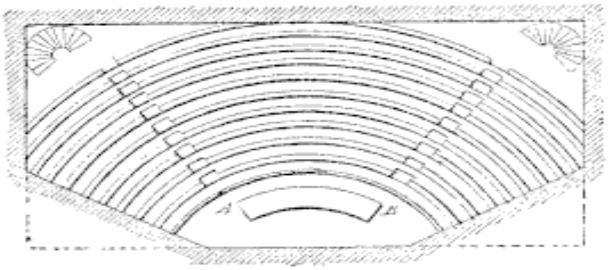


Fig. 90. — Collége de France (physique).

centre pour les zones de gradins, toujours disposés dans le même sens que la figure 89, mais sur des courbes concentriques d'un grand rayon : on évite par là aux Auditeurs la gêne qu'ils éprouvent sur des banquettes circulaires d'un petit rayon. On supprimerait ensuite une partie de l'espace : 1° à la droite et à la gauche du Professeur, au moyen de plans obliques et convergents vers le centre qui a servi au tracé des gradins; et 2° au-dessus de la tête du Professeur, par un plan incliné se raccordant avec le plan du plafond. Ce plan incliné aurait pour but de rabattre plus promptement les ondes sonores et de les rendre plus intenses en les propageant et en les faisant se répercuter dans un espace moins étendu.

Ces dernières dispositions permettraient de mieux voir de toutes les parties de la Salle; il n'y aurait que de neuf à dix rangées d'Auditeurs, au lieu de vingt ou vingt-trois; l'Audition s'y ferait plus facilement et sans fatigue aucune pour le Professeur. Dans ce cas, les dix

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

banquettes pourraient s'élever suivant la courbe indiquée (fig. 91), à 2m,33, au-dessus du sol du premier Auditeur, au lieu de 5m,40, hauteur actuelle. Le plafond de l'Amphithéâtre, au lieu d'être à grands caissons, et

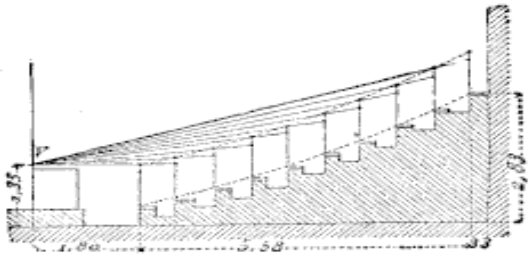


Fig. 91. — Courbe pour la disposition fig. 90.

élevé à l'énorme hauteur de 8 mètres, pourrait être lisse, uni, et abaissé, dans sa partie horizontale, à 6m,50, au grand avantage de l'Auditoire.

On rendrait ainsi l'Amphithéâtre de *Physique* du *Collége de France* plus favorable sous le double rapport de l'Acoustique et de l'Optique, car on retrancherait en *plan* les parties inutiles où l'Auditoire voit mal entend mal, et de la masse totale une partie du cube d'air qu'il n'est pas utile de mettre en ébranlement sonore sous l'influence de la voix.

La fig. 92 représente l'Amphithéâtre de *Droit public*

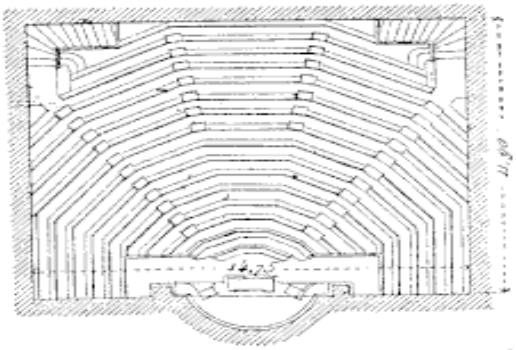


Fig. 92. — Collége de France (droit public).

du *Collége de France;* c'est aussi un de ceux dont les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

banquettes sont établies suivant une ligne courbe, représentée en coupe, fig. 93. La fig. 94 est destinée à

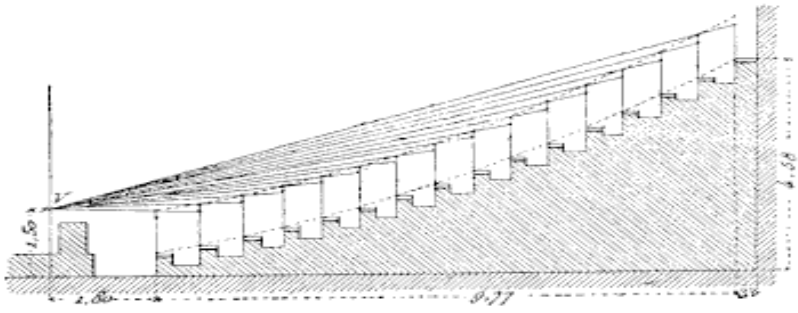


Fig. 93. — Collége de France (droit public).

faire voir ce qu'eût été cet Amphithéâtre si les banquettes avaient été établies tangentiellement à une ligne droite : tous les rayons visuels sont parallèles dans cette dernière coupe et aboutissent jusqu'à une hauteur de 3^{m},40, tandis que les banquettes établies suivant la courbe (*fig.* 93) permettent à tous les rayons visuels de

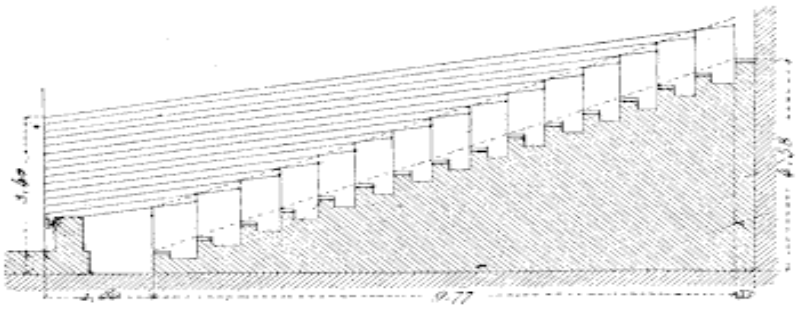


Fig. 94. — Collége de France (droit public).

converger vers le point *V*, situé à 1^{m},50 de hauteur et à 1^{m},80 de distance de la première banquette.

Cet Amphithéâtre, destiné à des cours purement oraux, aurait très-bien pu se passer d'une inclinaison de gradins aussi élevée ; les banquettes auraient pu y

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

être établies suivant la courbe indiquée (fig. 95); il suffisait pour cela d'élever de 1^{m},15 la chaire du Professeur et le sol sur lequel elle repose. Le Point visible de toutes les parties de cet Amphithéâtre eût été situé à 2^{m},20 au-dessus de la partie la plus basse de l'Amphi-

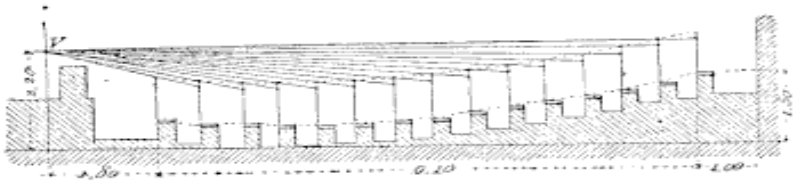


Fig. 95. — Courbe concave, surbaissée.

théâtre, et à 1^{m},80 de distance du premier Auditeur; la dernière banquette ne se serait élevée qu'à 1^{m},50. Cette disposition eût procuré une grande économie de construction, et l'on eût évité, par ce moyen, une différence très-notable de température qui existe entre le haut et le bas de cet Amphithéâtre, qui a été construit à une époque où l'on ne pensait guère à la ventilation. Le sol de la dernière banquette eût été le même que celui du vestibule qui donne accès à cette enceinte. On remarquera que cette courbe, très-peu inclinée, s'infléchit vers la quatrième banquette, de 0^{m},20 au-dessous du sol de la première.

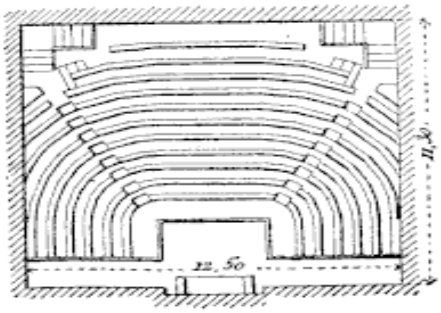


Fig. 96. — Collége de France (médecine).

L'Amphithéâtre de *Médecine* du même établissement

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

public (fig. 96) est également un de ceux où les banquettes sont établies suivant une courbe, laquelle se trouve représentée fig. 97; tous les rayons visuels con-

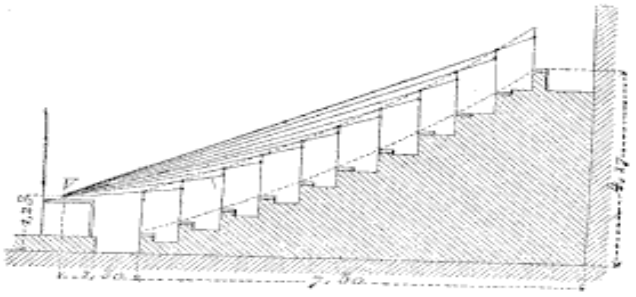


Fig. 97. — Collége de France (médecine).

vergent vers le point *V*, situé à 1m,30 de la première banquette et à 1m,23 de hauteur. La fig. 98 fait voir ce

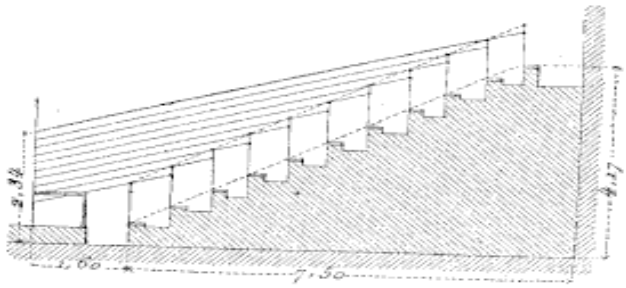


Fig. 98. — Ligne droite.

qu'eût été cette coupe, si les banquettes avaient été tangentes à une ligne droite.

Le principal Amphithéâtre de la *Sorbonne* (*physique*

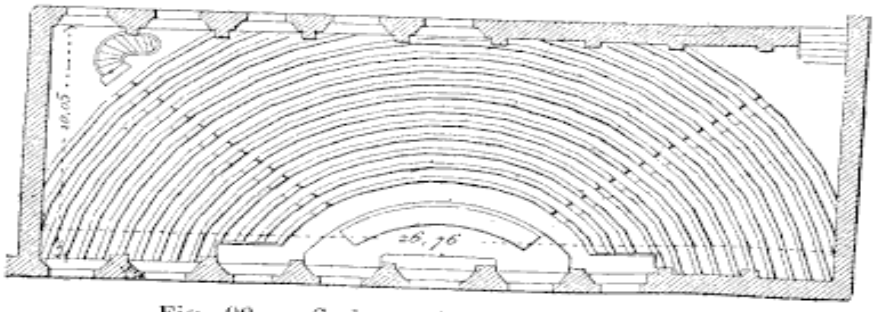


Fig. 99. — Sorbonne (physique et chimie).

et chimie) est représenté fig. 99. Les banquettes y sont

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

établies tangentiellement à une ligne droite (fig. 100); les rayons visuels s'élèvent jusqu'à une hauteur de

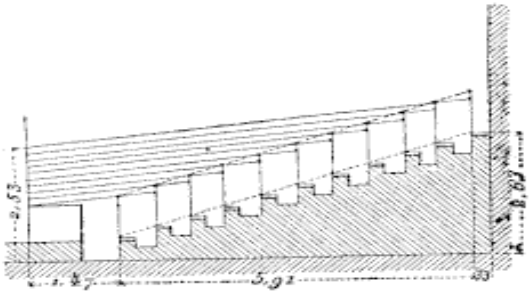


Fig. 100. — Sorbonne (physique et chimie).

$2^m,53$: si ce même amphithéâtre avait été établi suivant une courbe, représentée par la fig. 101, les rayons

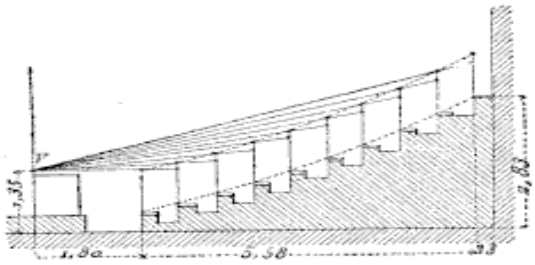


Fig. 101. — Ligne courbe proposée.

visuels eussent convergé au point V, situé à $1^m,35$ seulement de hauteur.

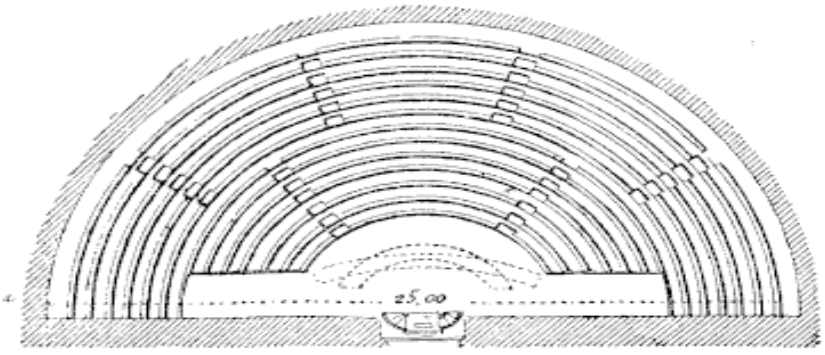


Fig. 102. — École de médecine.

La fig. 102 représente le plan du principal Amphi-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

théâtre de l'*École de Médecine* : il est tout à fait demi-circulaire, et l'espace consacré au Professeur est pris aux dépens du demi-cercle ; tandis qu'au Conservatoire

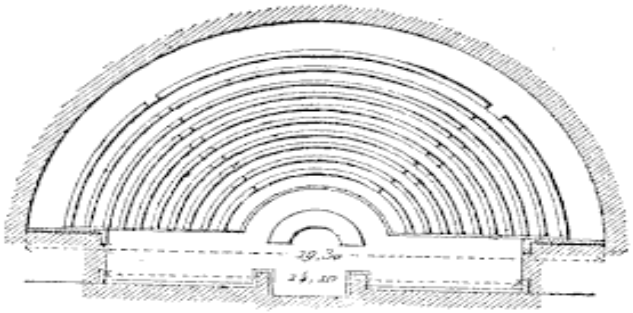


Fig. 103. — Conservatoire des Arts et Métiers.

des Arts et Métiers (fig. 103), et à l'hémicycle du Palais des Beaux Arts (fig. 104), cet espace est en dehors du

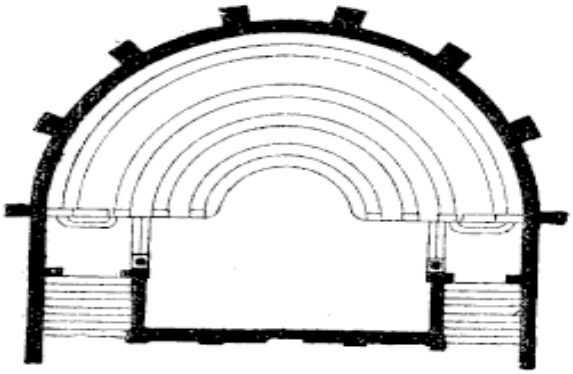


Fig. 104. — Hémicycle des Beaux-Arts.

demi-cercle. Les fig. 105 et 106 représentent l'une, la

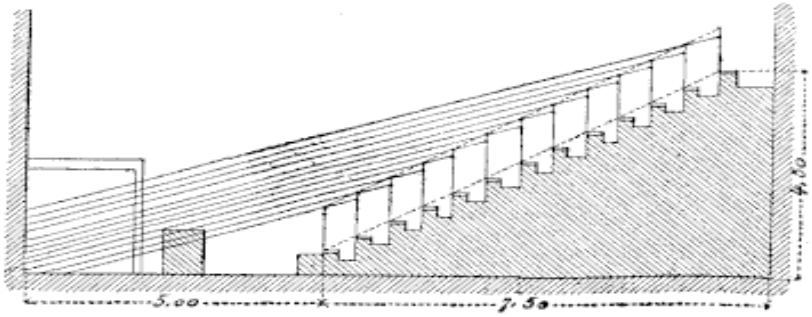


Fig. 105. — Ecole de médecine.

coupe de l'Amphithéâtre de l'École de Médecine, dans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'état actuel, qui oblige tous les rayons visuels à être parallèles; l'autre, la coupe avec les corrections à faire

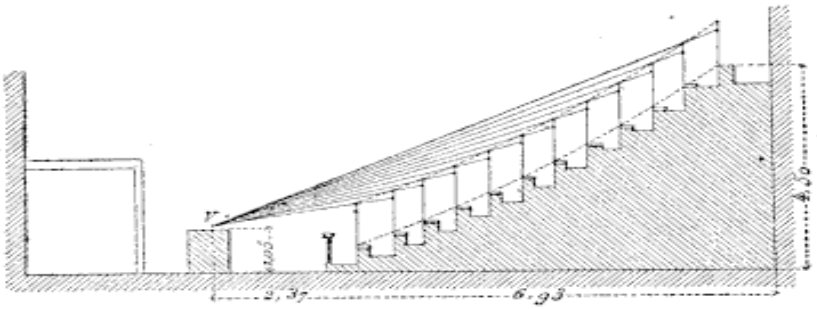


Fig. 106. — École de médecine, courbe proposée.

subir à la précédente pour rendre tous les rayons visuels convergents vers le point *V*.

Parmi les Salles où des modifications pourraient encore être essayées avec un avantage certain, l'Amphithéâtre du Jardin des Plantes (fig. 107) est sans con-

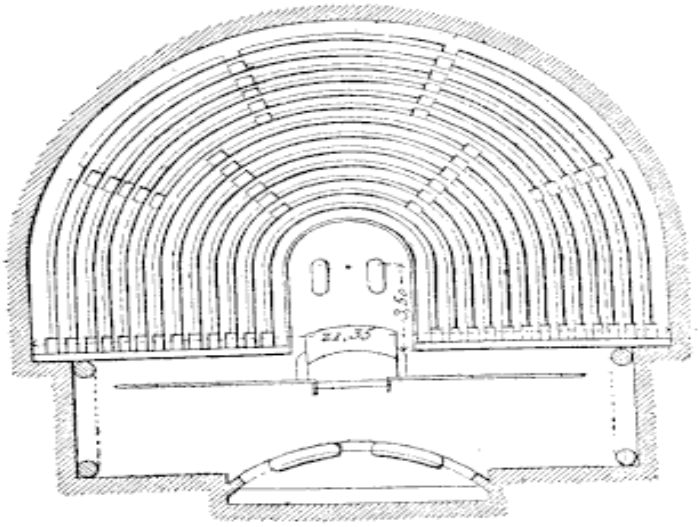


Fig. 107. — Jardin des plantes.

tredit celui où ces modifications seraient le plus utiles, ainsi que nous l'avons déjà dit (pages 81 et 99), et en même temps le plus à désirer. Il faudrait y réduire l'espace, d'abord en *plan* (fig. 108), au moyen de deux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

murs obliques partant de la cheminée et se dirigeant vers le diamètre de la Salle; puis en *coupe*, au moyen d'un plafond incliné, légèrement parabolique, et s'élevant vers la coupole; celle-ci serait remplacée par un plafond horizontal, abaissé à la hauteur de la naissance de la coupole, ou plus ou moins, selon l'élévation des

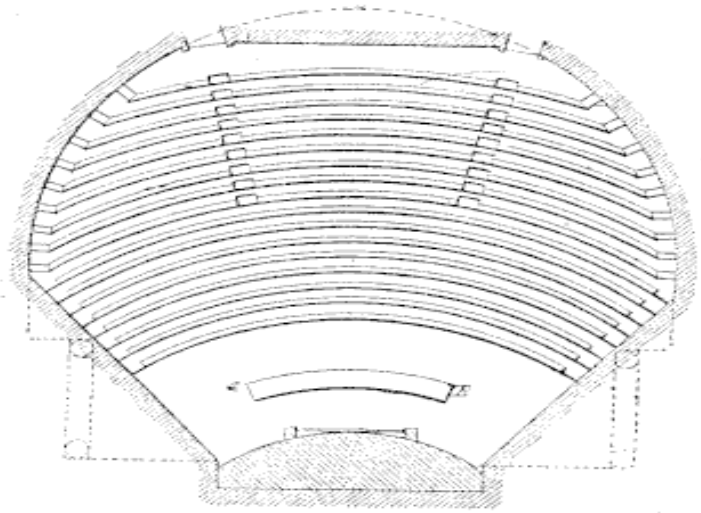


Fig. 108. — Jardin des plantes.

gradins, qui devraient être disposés suivant des zones circulaires de très-grands rayons; leur centre commun serait situé en dehors de l'espace consacré à la Salle; l'inspection du plan donne d'ailleurs une idée plus exacte de ces modifications désirables, sur lesquelles nous sommes revenus si souvent dans le cours de ce travail.

En résumé, lorsqu'on a des Spectateurs ou des Auditeurs à placer, on doit le faire dans les meilleures conditions possibles pour qu'ils puissent VOIR et ENTENDRE.

Il faut pour cela *étudier*, sur une grande échelle (ce qu'on n'avait jamais fait antérieurement), toutes les *circonstances* que peuvent présenter les masses d'air

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ambiantes, plus ou moins libres, ou limitées, et tenir un compte très-attentif des surfaces *réfléchissantes*, de leur nature et de leur forme, en ayant égard à la nature des sons qui doivent être réfléchis.

Il faut éclairer convenablement les objets à voir, et surtout ne pas éblouir les yeux. La place occupée par chaque individu doit être calculée et disposée de telle sorte que ses regards puissent toujours, naturellement et facilement, se porter sur les objets à voir; il doit enfin percevoir clairement et de la manière la plus convenable les différents sons qu'on peut vouloir faire parvenir à son organe.

Nous croyons avoir présenté, dans le travail que nous terminons, les principales *données* d'Acoustique et d'Optique qui peuvent servir de base utile aux études à faire pour amener et continuer les améliorations, dont on éprouve le désir et le besoin, dans toutes les Salles destinées aux réunions, améliorations qu'on ne pourra néanmoins atteindre qu'avec beaucoup de persévérance et de dévouement aux intérêts publics.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE XVI

APPROBATION GÉNÉRALE; RÉSULTATS NÉGATIFS, NÉGLIGENCE ABSOLUE

Aussitôt mon livre paru, je l'ai offert à la Société centrale des Architectes, dont j'étais l'un des Membres fondateurs : à ce sujet le Président de la Société m'a adressé, le 18 septembre 1848, la lettre suivante :

« Monsieur et cher Collègue,

» L'hommage que vous avez bien voulu faire à la » Société de votre utile Notice sur l'Acoustique et » l'Optique des Salles de réunions publiques a été » présenté au Conseil dans la séance d'hier; elle » sera mise sous les yeux de la réunion officielle dont » je vous transmets ci-jointe la convocation; enfin » elle sera mentionnée dans le compte qui lui sera pré- » senté à la prochaine réunion générale.

» Le Conseil a applaudi et la Société applaudira tout » entière aux efforts que vous avez faits pour rendre » plus familiers les principes des deux sciences diffi-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

» ciles et qui importent autant à la bonne disposition » de la plupart des édifices.

» Le Conseil me charge de vous exprimer ses félicitations et ses remerciements, et je m'estime heureux d'y joindre l'expression de mes sentiments les plus distingués et les plus dévoués. »

» Le Président, Membre de l'Institut.

» HUVÉ. »

Le 6 novembre suivant, j'ai remis à M. Huvé, Membre de l'Institut, Président de la Société centrale des Architectes, la lettre que voici :

» Monsieur le Président,

» J'ai eu l'honneur de vous faire remettre, pour en faire hommage à la Société centrale des Architectes, un exemplaire de mon travail sur l'ACOUSTIQUE ET OPTIQUE DES SALLES DE RÉUNIONS PUBLIQUES, etc. Dans la lettre que vous m'avez fait l'honneur de m'écrire en m'accusant réception de cet envoi, vous avez bien voulu me faire savoir que « ma Notice serait mise sous les yeux de la » réunion officielle du mardi 19 septembre 1848; et » qu'elle serait mentionnée dans le prochain compte » rendu » — lequel a paru récemment, avec la mention pure et simple que vous m'aviez annoncée.

» Vous avez eu l'obligeance d'ajouter, dans votre lettre, M. le Président, « que le Conseil avait applaudi, et » que la Société applaudirait tout entière aux efforts » que j'ai faits pour rendre plus familiers les principes » de deux sciences difficiles, et qui importent autant à » la bonne disposition de la plupart des édifices ».

» Je viens vous demander, M. le Président, que mon

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

travail soit l'objet d'un examen attentif; qu'il soit renvoyé à une commission spéciale qui blâmera ou approuvera tout ou partie de mes efforts, pour qu'ensuite la Société blâme ou approuve à son tour, et donne à mon travail l'autorité qu'il peut avoir, si toutefois un sérieux examen peut lui être favorable; ou qu'elle s'oppose à l'accès d'une mauvaise voie dans laquelle je pourrais être entraîné, et d'autres avec moi.

» Les sciences de l'Acoustique et de l'Optique ont été peu étudiées au point de vue architectural, et elles n'ont jamais été enseignées aux Architectes; elles ne font partie d'aucun programme des Écoles. Il est facile de s'apercevoir que cette lacune dans l'enseignement a eu des conséquences regrettables, car la plupart de nos édifices laissent beaucoup à désirer sous le rapport des résultats d'Optique et d'Acoustique que le public était en droit d'en attendre.

» Si j'ai bien compris les lois naturelles de ces deux sciences, et si les points d'appui que je m'en suis faits ne sont pas faux, les conséquences que j'en ai déduites sont de la plus haute importance; car elles doivent modifier des formes architecturales qui, jusqu'à ce jour, avaient été non-seulement usitées, mais proclamées les meilleures et les plus favorables pour BIEN VOIR et BIEN ENTENDRE, but, sinon unique, du moins le plus important qu'on ait en vue dans toute construction de Salle destinée aux grandes réunions de citoyens.

» Je crois avoir prouvé que le demi-cercle, trouvé si judicieux pour les Théâtres grecs, est une forme irrationnelle pour les Amphithéâtres modernes, et que les voûtes doivent être proscrites dans une foule de circonstances, en faveur des plafond; que les gradins des Amphithéâtres ne doivent pas être inclinés d'une manière arbitraire, ni surtout suivant une ligne droite.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

» De l'ensemble de mes observations il résulte nécessairement, si je ne me trompe, qu'une profonde modification doit être apportée dans les formes à adopter pour tous les espaces clos, et destinés à contenir des réunions plus ou moins nombreuses; espaces qui ont d'ailleurs des rôles si différents à remplir selon les circonstances.

» On ne doit pas s'arrêter à un fait aussi capital sans le concours de toutes les réflexions, de tous les avis sagement mûris, et surtout sans le fait irréfragable de l'EXPÉRIENCE qui seule, en définitive, peut prononcer sur l'adoption partielle ou complète de toute idée théorique, bien que basée sur des observations matérielles.

» Nul doute aussi que l'expérience, intelligemment conduite, en venant indiquer ce qui est acceptable ou non, ne mette encore sur la voie des améliorations positives et du progrès réel à poursuivre. Il serait convenable, ce me semble, que des améliorations de cette importance, si elles peuvent avoir lieu, soient dues à la Société centrale des Architectes. Sà mission principale n'est-elle pas le perfectionnement de l'Art pivotal, du grand Art de l'Architecture?

« Je viens donc, M. le président, vous demander une *commission d'examen* pour un travail consciencieux, qui m'a demandé des années d'études et de recherches, et dont j'ai eu le bonheur de tellement simplifier les résultats, que quelques heures de lecture suffisent pour mettre chacun de nos confrères au courant de sciences trop longtemps négligées.

» Si l'examen de mon travail ne m'est pas défavorable, la conséquence pour nous tous en sera une série d'études pratiques qui ne pourront être faites que lorsque les circonstances se présenteront : mais qu'il sera de notre devoir, à tous, de ne pas laisser échap-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

per. Toutes les Salles provisoires devraient être occasionnellement consacrées à faire des essais du genre que je signale; elles rempliraient alors un double but, celui de leurs destinations spéciales d'abord; et elles offriraient ensuite la vérification de la valeur positive des données scientifiques, en même temps qu'elles indiqueraient les améliorations à poursuivre pour arriver à la perfection.

» D'un autre côté, avant l'édification définitive d'un monument qui entraîne l'État à plusieurs millions de dépenses, il serait prudent de ne plus s'en tenir à des formes qui n'ont pas été pleinement satisfaisantes; mais d'en ESSAYER d'autres en vue de résultats différents et meilleurs, au moyen de dépenses très-peu considérables.

» Agréez, M. le président, l'expression de mes sentiments les plus dévoués.

TH. LACHÈZ,

membre de la Société centrale des architectes. »

La Commission spéciale demandée par cette lettre a été constituée, sous la présidence de Ch. Rohaut de Fleury; le Rapporteur A. Lance étudia longuement la question à laquelle il était peu préparé, comme la plupart de mes confrères, et après s'être étendu dans son rapport sur une partie des objets traités dans mon travail, avec lequel il lui avait fallu se familiariser, il termine le sien ainsi qu'il suit :

« Toute la partie scientifique du livre de notre col-
» lègue Lachèz a paru à votre Commission d'un haut in-
» térêt pour les Architectes. Non pas, messieurs, que
» votre Commission s'exagère l'importance de cet ou-
» vrage; elle sait que les questions qui y sont soulevées

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

» n'y sont pas toutes résolues [1]. Elle croit que certaines » théories mises en avant par notre collègue auraient be- » soin d'une démonstration plus concluante, plus com- » plète [2]; qu'elles ne paraissent pas encore suffisamment » étudiées, et que dans tous les cas elles ne sauraient » être acceptées sans contrôle, puisque, pour la plupart, » elles n'ont pas encore eu la sanction de l'expérience [3]. » Néanmoins, messieurs, votre commission n'hésite pas » à solliciter votre approbation pour un livre qui est » certainement destiné à faire naître chez les uns et à » développer chez les autres le goût des Sciences phy- » siques, intimement liées à la pratique de notre Art, » en même temps qu'il aura une certaine influence sur » l'Architecture, s'il démontre, comme nous le croyons, » la nécessité de faire entrer dans le programme de » l'enseignement architectural des connaissances si es- » sentielles, et qu'on regrette de n'y avoir pas vues » figurer jusqu'à ce jour [4].

1. Je dois faire remarquer que si les *questions soulevées* avaient été résolues d'avance, je n'en eusse pas provoqué l'examen; voir ma lettre ci-dessus.

2. Aussi est-ce une critique, un essai et une démonstration expérimentale que je sollicitais. J'ajoute que je n'ai pas *mis de théories en avant*, mais que j'ai tiré, d'une foule de faits et d'observations que je rapporte, que je signale et que chacun a faites ou a pu faire comme moi, des conclusions qui me semblent rationnelles. D'ailleurs ma courbe audito-visuelle ne se trouve pas dans mon travail à l'état de simple théorie; je l'ai décrite après l'avoir mise en pratique dès 1836 au Collége de France, et elle m'a été parfois empruntée sans nom d'auteur, quoique mal comprise.

3. J'ai soumis mes premières études à mes confrères pour en provoquer d'autres plus satisfaisantes; j'ai demandé le contrôle des raisonnements et des déductions d'abord, et ensuite le contrôle expérimental, qui dépend moins de moi que d'un concours général indispensable.

4. La lacune signalée dans l'enseignement de l'Acoustique aux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

» D'un autre côté, Messieurs, votre Commission espère que le livre de M. Lachèz pourra être le signal » de travaux analogues; que le bon exemple donné par » notre collègue sera suivi par quelques autres, et que » de cette façon encore son travail pourra servir les » intérêts de l'Architecture. M. Lachèz a ouvert la » voie; que d'autres s'y engagent à leur tour, qu'ils » travaillent, qu'ils approfondissent les mêmes matières » et peut-être que les solutions définitives qu'on n'aperçoit pas bien encore aujourd'hui viendront un jour » les dédommager de leurs peines et couronner leurs » labeurs.

» Votre Commission termine, Messieurs, en exprimant le désir que des recherches aussi importantes » pour notre Art soient désormais, de la part de la Société centrale des Architectes, l'objet d'encouragements » spéciaux, qui seraient un hommage rendu à leurs auteurs et un stimulant pour de nouvelles études, en » même temps qu'une conduite judicieuse de la part de » la Société, puisqu'en définitive nous profiterons tous » un jour de ces utiles travaux [1]. »

Architectes persiste, et rien jusqu'à ce jour (1879) n'a été fait, ni proposé à ce sujet, ce qui est profondément regrettable.

1. J'ai le profond regret de dire ici que non-seulement je n'ai été suivi par personne dans mes études, et qu'au lieu d'avoir été encouragé, soutenu, aidé dans mes recherches par mes confrères dont le concours m'était nécessaire, aucun n'a jugé à propos de mettre à profit mes études et mon expérience. J'en dois cependant excepter Ch. Rohaut qui m'avait adjoint, en 1860, aux grands travaux de construction du nouvel et futur Opéra, dont il étudiait les projets depuis cinq ans, projets acceptés et prêts à être exécutés, lorsque l'Empereur, qui voulait lui enlever ce travail pour en gratifier un autre architecte, provoqua le concours général, qui fut pris au sérieux et fit arriver le monument dans les mains de Ch. Garnier, qui s'en est fort spirituellement tiré au sujet de l'Acoustique en *conspirant avec le hasard*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Telle est l'approbation assez vague, et demeurée par trop stérile, de mes illustres confrères les Architectes. N'ayant pu être aidé ou accompagné par eux dans des recherches et des études si utiles aux intérêts du Public, il m'a fallu les continuer seul en me contentant de faire ces études à respectueuse distance, ce qui est loin de pouvoir donner des résultats aussi satisfaisants qu'ils eussent pu l'être, si j'avais pu collaborer, dans une mesure quelconque, aux nombreuses constructions qui laissent tant à désirer sous le rapport des applications scientifiques et surtout de l'Acoustique et de l'Optique. Au lieu d'expériences directes et de leurs résultats pouvant être adoptés en toute sécurité, je n'aurai à offrir ci-après que des rectifications d'erreurs commises, ou des réflexions plus ou moins fondées sur quelques constructions exécutées depuis une trentaine d'années.

Mon travail de 1848 a donné lieu à une autre appréciation aussi précieuse que bienveillante. Voici comment, quelques années après, un ancien élève de l'École normale, devenu Professeur à la Faculté des Sciences de Lille, en parlait devant la Société des Sciences et Arts de cette ville, qui compte dans son sein d'illustres savants et plusieurs membres correspondants de l'Institut de France, et qui a bien voulu m'admettre au nombre de ses membres correspondants.

COMPTE-RENDU D'UN OUVRAGE DE M. LACHÈZ INTITULÉ : OPTIQUE ET ACOUSTIQUE DES SALLES DE RÉUNIONS, — PAR M. GUIRAUDET, PROFESSEUR A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE LILLE. (17 septembre 1862.)

« Messieurs,

» M. Lachèz est architecte, et dans le cours de sa » carrière il a eu souvent par position, comme il le dit

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

» dans sa préface, à s'occuper de la disposition de » grandes Salles de réunions. Son livre est donc le ré- » sumé de ce que lui ont appris son expérience et ses » observations personnelles. Il est fort intéressant et » renferme des préceptes et des conseils dont beaucoup » d'Architectes pourraient profiter. Ce n'est pas que les » questions y soient complétement résolues, ni qu'elles » y soient épuisées, il s'en faut de beaucoup; mais du » moins sont-elles posées : et, quoique dans l'ordre des » connaissances physiques il ne soit guère vrai de dire » qu'une question bien posée est à demi résolue, cepen- » dant il y a là un pas de fait.

» On peut classer les Salles de réunions en trois ca- » tégories :

» Salles de réunions destinées à l'exercice de la pa- » role, et dont le type le plus fréquent est l'Amphi- » théâtre d'un cours public,

» Salles de concert,

» Salles de spectacle.

» La question n'est réellement traitée d'une manière » complète par M. Lachèz que pour les Salles de la pre- » mière catégorie. Pour les autres, et surtout pour la » dernière, il ne formule guère que des conseils géné- » raux, très-judicieux, mais un peu vagues. La question » est aussi beaucoup plus difficile, parce qu'elle est » beaucoup plus complexe. Dans un Amphithéâtre, on » doit entendre et voir l'Orateur; dans un Théâtre, il » faut entendre et voir ce qui se passe sur la scène; mais » le Spectateur veut en même temps trouver dans la Salle » un bel aspect d'ensemble, voir les autres Spectateurs, » et enfin être vu. — Toutes ces exigences rendent la » solution beaucoup plus difficile.

» M. Lachèz s'est principalement occupé des Amphi-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

» théâtres destinés à l'enseignement et aux Séances » législatives. C'est lui qui, comme Architecte de la ville » de Paris, a aménagé les principales Salles des cours du » Collége de France; et je me souviens parfaitement » que lorsque j'y étais, en qualité d'élève de l'École nor- » male, l'Auditeur des savants cours qui s'y font, j'avais » plusieurs fois été frappé, sans m'en rendre compte, » de la bonne disposition de ces Salles et surtout de ce » fait qu'on y voit également bien de partout, et quelle » que soit la foule qui s'y presse.

» Je ne puis pas entrer ici dans les détails de discus- » sion et d'analyse comparée que renferme le livre de » M. Lachèz; mais je puis vous indiquer les deux » points principaux sur lesquels porte la réforme qu'il » propose.

» Une Salle de Cours est presque toujours une Salle » rectangulaire, plus profonde que large : la Chaire de » l'Orateur ou du Professeur est à l'un des bouts; puis » s'élève devant lui une série de gradins formant, dans » leur ensemble, un *plan* incliné; d'un gradin au sui- » vant, la différence de niveau et l'écartement hori- » zontal étant toujours les mêmes. — M. Lachèz montre » qu'avec ces dispositions habituelles, un Amphithéâtre » un peu considérable ne peut pas être bon. — D'abord » les Auditeurs se font nécessairement *écran* les uns » aux autres, et c'est là un fait que chacun de nous a pu » vérifier plus d'une fois à ses dépens, et dont l'examen » géométrique de la question démontre la nécessité » mathématique. — D'autre part, si le plafond de la » Salle est horizontal, il existe au-dessus de l'Orateur » un espace considérable offrant une masse d'air qui » doit être ébranlée par la voix, et où la puissance des » ondulations sonores va se perdre au détriment de » l'Auditoire : heureux s'il ne s'y produit pas des réson-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

» nances et des échos nuisibles [1]. De plus, les parois » latérales, parallèles entre elles, ne sont aucunement » favorables à la répercussion des sons vers les Audi- » teurs. — Dans un Amphithéâtre semblable, et c'est à » peu près là la forme qu'ils ont ordinairement, ce » n'est qu'au prix de grands efforts que l'Orateur peut » se faire entendre de tous.

» Il y a donc double inconvénient à la fois au point » de vue optique et au point-de vue acoustique.

» M. Lachèz propose de remplacer cette disposition » vicieuse par d'autres parfaitement rationnelles. — La » forme rectangulaire de la Salle devrait être remplacée » par une forme évasée vers le fond. Par là, on suppri- » merait une grande partie de cette masse d'air inutile » et nuisible qui environne ordinairement l'Orateur, » suppression qu'on rendrait plus complète encore si » on abaissait le plafond sensiblement vers la chaire » qu'il doit occuper. Par là aussi on disposerait l'Audi- » toire de la manière la plus commode pour lui : la » preuve en est que, lorsqu'un Amphithéâtre se remplit, » les gradins latéraux ne sont jamais occupés que lors- » qu'il n'y a plus moyen de trouver place dans la partie » centrale : on aime mieux se trouver un peu plus loin » et de face, que plus près et de côté.

» En même temps, et pour empêcher que les Specta- » teurs se fassent écran les uns aux autres, M. Lachèz » montre qu'il est absolument nécessaire de disposer » les gradins suivant une surface concave et non suivant » un plan, comme on le fait ordinairement : en d'autres » termes, et en supposant l'espacement horizontal tou-

1. Le professeur Guiraudet omet de signaler ici l'inconvénient bien plus grave qui existe lorsque les Amphithéâtres sont recouverts d'un quart de sphéroïde dont la partie la plus élevée est toujours située au-dessus de la tête de l'Orateur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

» jours le même, il faut que la différence de niveau d'un » gradin au suivant aille en augmentant à mesure qu'on » avance vers le fond de la Salle, au lieu d'être constant, » comme on le fait partout. — M. Lachèz donne, pour » l'usage des Architectes, une construction très-simple » et parfaitement suffisante pour régler, dans tous les » cas, la position des différents gradins, d'après la posi- » tion de la chaire. — Il commet, il est vrai, une erreur » au point de vue mathématique, en paraissant croire » que la surface dessinée par l'ensemble des gradins est » une surface parabolique ; le calcul appliqué à ses » constructions montre, par une intégration facile, que » le profil de cette surface est une sorte de logarith- » mique. Mais la chose importe très-peu au point de vue » architectural. — Je crois que cette partie du travai » de M. Lachèz, qui est à la fois d'une application très- » facile et d'une efficacité infaillible, mérite d'être re- » marquée et signalée aux Architectes. — Quant à ce » qui précède, cela peut se résumer en disant que pour » la facile émission de la voix et la propagation des » ondes sonores, M. Lachèz pense que la forme générale » d'une Salle destinée à l'Audition devrait se rapprocher » de celle d'un *porte-voix*, et la chose vous paraîtra, » j'espère, comme à moi, parfaitement raisonnable [1].

» On pourra peut-être objecter qu'il serait difficile de » concilier une pareille forme avec les exigences de la » décoration : quant à moi, je pense que toute objection » de cette nature est sans valeur. Parmi toutes les défi- » nitions du *beau*, il en est une que je regarde comme

1. On verra, comme je le dirai dans la deuxième partie de ce travail, que ce n'était pas l'avis du Questeur Bureaux de Pusy, à l'époque où il défendait de son mieux la position officielle et inattaquable de l'Architecte Jules De Joly (chap. VIII de l'*Essai d'applications des principes de l'Acoustique et de l'Optique*).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

» la seule satisfaisante. On a dit que le beau est la splen-
» deur du vrai, c'est-à-dire du juste et du raisonnable.
» Qu'un objet satisfasse complétement au but en vue
» duquel il a été construit, et, selon moi, cet objet ne
» peut pas manquer d'être beau : quant aux ornements,
» ils doivent, par nature, être des accessoires subor-
» donnés à l'objet principal, concourant à la même fin
» que lui et surtout ne l'en détournant jamais, si peu
» que ce soit. — Si donc la forme d'Amphithéâtre pro-
» posée par M. Lachèz est la meilleure pour l'Audition
» et la Vue, qu'on l'emploie sans crainte; il se trouvera
» des hommes de goût pour la parer des ornements qui
» lui conviennent.

» Vous n'attendez pas de moi, Messieurs, que je suive
» M. Lachèz dans les développements qu'il donne à
» l'examen des conditions que doit remplir une Salle,
» suivant les différents buts en vue desquels elle peut
» avoir été projetée. — Je ne me suis déjà peut-être
» que trop étendu sur un sujet qui m'intéressait particu-
» lièrement, et j'en ai assez dit pour vous montrer que
» le livre de M. Lachèz n'est dépourvu ni d'intérêt, ni
» de valeur; c'est une excellente étude, nourrie de faits
» et d'observations judicieuses, sur la construction des
» Amphithéâtres.

» Il y a aussi plusieurs chapitres fort intéressants,
» que le temps ne me permet pas de vous faire connaître,
» et qui sont relatifs aux Salles de concerts, aux dispo-
» sitions qu'il est préférable d'y voir adopter et surtout
» à celles qu'il faut éviter : pourtant je dois dire que
» l'auteur est là moins précis dans ses conclusions qu'en
» ce qui touche aux Amphithéâtres destinés à la parole,
» tout en faisant connaître une foule de faits curieux et
» dont on ne tient le plus souvent aucun compte, au
» grand détriment de nos oreilles. »

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le manque de précision qui m'est ici reproché par l'éminent Professeur de la Faculté de Lille, au sujet des Salles de concerts, a pu m'être également adressé au sujet des Salles de spectacles, dont j'ai dit tout ce que je pouvais dire, au chapitre IX. J'ai signalé, le mieux que j'ai pu, les causes de défectuosités qui me sont connues (chap. VI), ainsi que certaines dispositions qui peuvent être tantôt des qualités, tantôt des défauts, selon les divers genres de Salles que j'ai définis (chap. V).

Si j'ai pu être plus explicite en ce qui concerne les Amphithéâtres, la raison en est bien simple : c'est que j'ai beaucoup plus fréquenté les Salles de cours que les Salles de concerts et de spectacles ; j'y ai vécu longtemps ; et j'ai eu, en outre, l'occasion d'en établir quelques-uns, et de faire conséquemment les essais successifs qui m'ont amené à la formule graphique que j'ai donnée dans ce travail. Elle satisfait à tous les cas qui peuvent se présenter, et varie naturellement avec chacun d'eux.

Mais les Salles de concerts et de spectacles ne sont pas ouvertes à tous venants ; il faut à la porte acheter un droit d'entrée, ce qui ne donne pas la faculté de circulation et de station en divers points, et dans divers instants variés. Comment, sans une certaine liberté d'allures trop difficile et presque impossible à obtenir, comment faire des observations et des études sur place, avant, pendant et après les exécutions musicales et les représentations? Comment faire les essais matériels nécessaires et les expériences indispensables, sur lesquels seuls peuvent s'appuyer les formules spéciales à ces questions?

Lorsque l'on sera familiarisé avec tous les effets résultant des lois de l'Acoustique, et quand on sera à même de faire des études expérimentales dans toutes les Salles qui existent, qu'elles aient des qualités ou des défauts,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

il sera toujours utile, sinon facile, d'en chercher et d'en découvrir les causes ; on arrivera ainsi à des résultats très-utiles à connaître ; et alors, un peu d'expérience pratique s'y ajoutant, les formules de bonnes Salles de concerts et de spectacles tant désirées du public et des constructeurs en titre, sortiront d'elles-mêmes d'un ensemble plus complet d'observations judicieuses et de faits réalisés.

Que ceux qui se sentent une aptitude positive pour ce genre d'études essayent, lorsqu'ils auront obtenu une certaine liberté d'aller et de venir absolument indispensable, et nul doute qu'ils n'arrivent, dans un laps de temps plus ou moins long, à un résultat qui ne laisse plus rien à désirer.

J'ai fait, pour ma part, ce que j'ai pu dans les circonstances fortuites où je me suis trouvé, non-seulement sans aide, mais sans le plus léger encouragement officiel ; et j'ai même rencontré, dans les plus hautes sphères gouvernementales, le dénigrement le plus injuste, comme on le verra ci-après (partie II[e]).

A d'autres plus heureux de continuer et d'achever mon travail, pour que l'on puisse satisfaire un jour à tous les besoins de notre époque.

Remarquons d'ailleurs qu'on ne peut pas arriver à la période triomphante sans avoir passé par la période militante, et celle-ci n'est pas encore ouverte ; elle ne pourra commencer que le jour où on consentira aux essais sagement et judicieusement conduits, et lorsque l'on rencontrera, dans les sphères officielles, autre chose que l'indifférence regrettable et la négligence la plus absolue, lesquelles peuvent se maintenir indéfiniment à l'état d'obstacles insurmontables.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

DEUXIÈME PARTIE

UN ESSAI D'APPLICATION; RÉCIT DE SES ENTRAVES.

CHAPITRE PREMIER

PROJET DE SALLE POUR UNE ASSEMBLÉE DE 900 MEMBRES PROPOSÉ EN 1848.

Nous avons donné, en 1848, en publiant notre travail sur l'ACOUSTIQUE et l'OPTIQUE des Salles de réunions publiques et privées, un Projet de Salle pour une Assemblée Constituante ou Législative composée de *neuf cents membres*. Ce projet à peine ébauché, et que nous reproduisons dans ce chapitre tel qu'il a été présenté à cette époque, a eu des conséquences curieuses, instructives et utiles à connaître. Ce fut alors une lutte à outrance, et dont il ne reste pas trace, entre la routine invétérée et les rares partisans des progrès dus aux applications des sciences physiques. Les longs débats auxquels a donné lieu ce projet, fort mal reçu des gens qu'il dérangeait dans leurs habitudes, ont motivé les développements qui vont suivre; ils serviront un jour, il faut l'espérer, à amener des modifications qui restent toujours si nécessaires dans la disposition des enceintes

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

consacrées aux Débats parlementaires, et dans lesquelles, jusqu'à ce jour, on attend en vain la plus minime amélioration.

I

L'Art, en fait de construction de Salles pour la réunion d'Assemblées législatives, comme pour toute autre Salle, ne semblait pas, en 1848, plus avancé qu'en 1789, si l'on considère le plan qui a été adopté pour la Salle provisoire de l'Assemblée Constituante de la seconde République française. Ce laps de soixante années n'avait rien appris aux architectes en fait d'Acoustique : la science n'avait pu pénétrer leur intelligence sur un sujet d'une importance pourtant si capitale ! On aurait pu se demander en 1875 : est-il certain qu'on éviterait actuellement les fautes énormes qui ont été commises alors ? Aujourd'hui l'expérience est faite ; nous avons trente ans de plus à ajouter aux soixante autres. L'ignorance et l'apathie sont toujours les mêmes.

L'enceinte qui a servi à la réunion des Notables, à Versailles, en 1789, offrait la forme d'un parallélogramme, ou carré long ; les banquettes y étaient disposées parallèlement à trois des côtés de la Salle, les deux longs et un des petits côtés ; le côté parallèle à ce dernier était occupé par la Tribune, ou plutôt le TRÔNE. C'est cette forme et cette disposition vicieuses de la Salle de notre première Assemblée Nationale, qui ont été reprises et adoptées, après soixante années d'expériences totalement infructueuses pour les améliorations d'Optique et d'Acoustique, d'ailleurs si désirables dans toutes Salles de réunions.

Encore y avait-il peut-être quelque raison, en 1789, pour rechercher la forme de cette Salle oblongue, si

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'on considère la séparation bien tranchée qu'on voulait conserver entre les trois ORDRES qui venaient la remplir simultanément; la noblesse et le clergé occupaient les deux longs côtés, la droite et la gauche de la Salle; le tiers-état était relégué à l'extrémité la plus éloignée du Trône.

Quoi qu'il en soit, aucune donnée scientifique n'a bien certainement jamais présidé à la construction des Salles de réunions anciennes ou modernes, bien que les constructeurs de Salles aient eu souvent à la bouche ces expressions imposantes : « Les règles de l'Art, les règles de l'Acoustique! » expressions dont ils usent et abusent avec une assurance extrême, ce qui peut donner à penser au public peu compétent que s'ils ne réussissent pas, c'est que la chose est simplement impossible! Au moyen de ces mots employés avec un certain aplomb, on se passe très-aisément de la chose; et ce même public, habitué à se contenter de paroles plus ou moins sonores et qu'il ne comprend pas, finit par se persuader qu'il est servi, par les gens qu'il paye, aussi bien qu'il est possible de l'être. Mais que le public sache donc enfin qu'il existe des données scientifiques dont les Architectes peuvent faire des applications judicieuses; que le public le sache, et il faudra bien que les Architectes, si profondément ignorants et si routiniers jusqu'à ce jour sur cette question spéciale, se donnent la peine de chercher à satisfaire à des exigences très-légitimes.

Elles existent en effet, ces données scientifiques si positives, si claires; mais elles demeurent confinées dans les arcanes de la Science, où l'Art malheureusement se garde bien de les aller chercher. Et d'ailleurs il s'agirait en outre de les comprendre, ce qui n'est pas toujours facile pour des artistes qui se tiennent, généralement, et par habitude, trop éloignés de la Science!

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ce qui prouverait que jusqu'à ce jour [1] aucune donnée scientifique n'est venue concourir, avec les moyens artistiques, à déterminer la forme et les dispositions des Salles et des Amphithéâtres, c'est ce qui est arrivé depuis qu'on en construit. On passe, dans l'étude des plans, du carré au demi-cercle, et du demi-cercle au carré; on a varié du carré au carré long, et du demi-cercle tout simple au-demi-cercle rachetant un carré plus ou moins allongé, et donnant aux banquettes la forme plus ou moins prononcée du fer à cheval; on quitte et l'on revient alternativement à ces formes diverses, sans aucune raison scientifique, par pure fantaisie, et suivant qu'un carré ou qu'un demi-cercle s'agence mieux dans la disposition générale d'un plan. On est allé, dans la fantaisie des formes adoptées pour les Amphithéâtres, jusqu'aux deux demi-cercles, réunis ou séparés par un

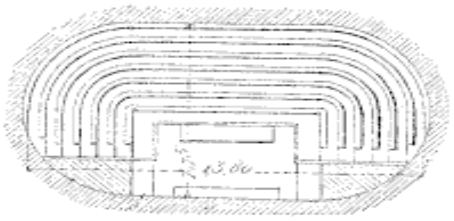


Fig. 109. — Disposition ovale.

carré (fig. 109), ce qui donne une sorte d'ovale aux flancs parallèles et aux extrémités circulaires [2].

1. 1848 — et c'est encore vrai trente ans après.

2. La forme plus ou moins carrée a toujours été adoptée pour les Salles provisoires; c'est par raison d'économie de temps et d'argent. Mais pour les Salles monumentales, on adopte toujours la forme demi-circulaire : c'est classique et académique. On serait tenté de croire que les exigences de la science ne doivent pas s'accorder avec les économies de temps et d'argent, ni avec le classique et l'académique (1848).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Toutes ces tergiversations ne sont pas des essais successifs faits dans le but de s'éclairer sur les exigences de l'Acoustique et de l'Optique ; c'est uniquement et malheureusement pour satisfaire à un besoin plus ou moins impérieux de variété dans les dispositions des lignes d'un plan, sans utilité réelle et incontestable. Mais la marche des ondulations et des réflexions sonores, mais la facile visibilité des objets n'ont jamais influencé, en quoi que ce soit, la forme adoptée pour une Salle quelconque de réunion publique ou officielle.

Cependant l'Art et la Science, il y avait quelque vingt ans en 1848, et conséquemment cinquante ans aujourd'hui, s'étaient une fois rapprochés pour concourir à l'édification d'une Salle monumentale qui devait satisfaire enfin, à la fois, aux exigences reconnues légitimes de l'Acoustique et de l'Optique : mais l'Art n'est pas chose qui plie facilement ; c'est une puissance despotique avec laquelle il faut compter *longtemps* avant de la faire entrer dans la voie des réformes et des améliorations ; et c'est la science, c'est l'Acoustique qui ont dû plier devant la toute-puissance arbitraire de l'Art.

En effet, une commission scientifique, composée de membres de l'Institut (Académie des Sciences), avait fait savoir que l'enceinte de la Chambre des Députés (celle qui était trop petite pour la Constituante de 1848), devait être close et couverte par un *plafond* ; mais l'Art et ses traditions demandaient une *voûte* en quart de sphère, ou du moins sphéroïdale ! L'Art n'avait pas à s'inquiéter des effets nuisibles que devaient produire les parois à surfaces courbes, et une trop grande masse d'air, surtout mal distribuée ; l'Art et la Science se trouvant donc en opposition manifeste, on prit un moyen terme, croyant satisfaire aux exigences capricieuses de l'un et à l'inflexibilité de l'autre : on fit une voûte *surbaissée*,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dont la génératrice n'est par conséquent ni un quart de cercle, ni une ligne droite : par ce moyen, les résonnances de la Salle sont moins considérables qu'elles ne l'eussent été avec l'exécution du projet primitif, mais ces résonnances existent toujours, et elles sont d'une intensité encore trop notable; ce qui fait regretter que l'Art, en cette circonstance solennelle, n'ait pas voulu condescendre à un sacrifice plus complet de la *forme* particulière pour laquelle il avait une prédilection séculaire, en faveur de la Science, qui avait pour elle l'expérience, la logique et la raison.

II

Pour entrer maintenant plus avant dans la critique spéciale de la Salle provisoire actuelle (1848) nous signalerons les faits et les résultats suivants :

L'agencement le plus vicieux a été adopté *en plan* pour la disposition des banquettes ; c'est un fer à cheval très-allongé, et dont la conséquence forcée est de placer d'abord les deux tiers de l'Assemblée *obliquement* à la Tribune, centre d'ébranlement sonore ; puis, l'autre tiers, en face, mais à une distance telle qu'il est impossible d'y entendre la voix, de distinguer clairement les sons qu'elle peut produire, surtout lorsqu'ils ont traversé une si grande étendue au milieu de l'agitation résultant nécessairement d'une grande réunion d'hommes : les derniers Auditeurs sont placés à 40 mètres de la Tribune !...

La forme en fer à cheval a, en outre, l'inconvénient d'offrir, dans le centre, un espace entièrement perdu, inutile et nuisible (espace très-considérable dans le cas particulier qui nous occupe). Cependant cet espace est

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le meilleur endroit pour entendre, et il ne s'y trouve pas de banquettes; c'est l'endroit le plus facilement visible de toutes les parties de la Salle, comme l'*arène* des Amphithéâtres antiques, et cet espace n'est qu'un lieu de promenade ou d'allée et venue, soit pour les Députés, soit pour le service des huissiers.

Les flancs de la Tribune et de la Présidence sont entièrement dégarnis de banquettes, mais ils sont entourés de grands vides prolongeant, à droite et à gauche, cet espace déjà si malencontreusement inutile du centre.

De cette forme, de cette disposition en fer à cheval et de ces grands espaces vides que nous venons de signaler, il résulte nécessairement, dans la capacité de l'enceinte, un cube d'air énorme, d'un tiers au moins plus consirable qu'il n'eût été avec une disposition mieux entendue *en plan*. En effet, cette Salle contenait plus de 1 200^{m} de surface, et 18 à 20 000 mètres cubes d'air; elle eût pu n'avoir que 8 à 900 mètres de superficie, et ne contenir qu'un cube d'air de 9 à 10 000 mètres seulement.

C'est cette atmosphère immense qui devait être mise en ébranlement sonore par la voix *parlante;* mais on doit fait observer tout d'abord que ce genre de voix ne peut pas *monter* et devenir intense, aigu, comme la voix *chantante*. On ne peut pas non plus condamner les Orateurs à *crier;* et il n'y avait pourtant que des chants aigus ou des cris qui eussent pu être entendus facilement dans une pareille enceinte. Une grande masse d'air, ce qui n'est pas toujours un très-grand inconvénient pour une Salle d'Opéra, devient un vice radical dans une enceinte destinée à la parole des Orateurs; car la parole ne produisant que des sons graves et de peu d'étendue, ces sons se perdent infailliblement dans un espace pour ainsi dire sans limites. On sait d'ailleurs que les sons graves ont moins d'intensité que les sons

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

aigus, et qu'ils portent naturellement moins loin.

L'air, par sa trop grande masse, constitue d'ailleurs un instrument retentissant, mis en action par les ondes sonores produites par la parole. Les ondes directes se croisent en tous sens avec les ondes réfléchies, sans qu'on ait pris aucune des précautions indiquées par la plus simple expérience ou par la science, pour augmenter l'intensité des ondes directes et détruire les ondes réfléchies qui, par leur mélange intempestif avec les premières, produisent des résonnances et des bourdonnements fatigants. (Voy. les développements qui font l'objet du chapitre VII de ce travail, partie Ire, chapitre spécialement consacré au signalement des vices acoustiques qui existent dans les Salles de grandes réunions.)

Ces idées ont paru justes et vraies au représentant Chaper, qui, les ayant adoptées après la lecture qu'il en avait faite, les a exprimées de la manière suivante, en les complétant d'une façon remarquable, et comme les ayant vérifiées par sa propre expérience, — dans un rapport soumis à l'Assemblée Nationale le 12 décembre 1849 sur le dernier des projets De Joly.

LES FAITS QUI PRÉCÈDENT EXPRIMÉS PAR UN REPRÉSENTANT.

« La Salle est trop longue ; bien qu'elle ait été réduite » à deux reprises successives[1], elle conserve encore » 30m,50 d'une extrémité à l'autre, et la voix des Ora- » teurs dont l'organe est d'une puissance ordinaire ne » parvient aux bancs situés en face de la Tribune que » dans les rares instants où l'Assemblée observe un pro- » fond silence. En général, on n'entend de cette extré-

1. « Nous avons déjà dépensé 37 000 fr. pour améliorer la salle provisoire, et 25 000 fr. pour un ventilateur... » (*Loc. cit.*).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

» mité qu'un petit nombre de mots de chaque phrase, » et, malgré l'attention la plus soutenue, les Auditeurs » éloignés sont exposés à se tromper sur le sens des » paroles prononcées. On sent quelles conséquences » peuvent avoir de telles erreurs, lorsqu'il s'agit de » voter sur une Loi dont l'adoption ou le rejet dépendent » d'un petit nombre de suffrages.

» Les Auditeurs les mieux placés, ceux qui occupent » les bancs parallèles des deux grands côtés de la Salle, » ne peuvent, sans effort, tenir leurs regards attachés sur » l'Orateur; pour le voir, il faut qu'ils se tournent de » côté, et ce mouvement de torsion devient très-fatigant » quand il se prolonge; s'ils reviennent à une position » moins gênante, ils cessent d'apercevoir la Tribune, et » l'attention est bientôt distraite, car il est bien difficile » d'écouter longtemps un Orateur qu'on ne regarde » point.

» Les Orateurs eux-mêmes ont plus à souffrir que » l'Assemblée. Obligés de s'adresser à des Auditeurs » qu'ils voient de profil, ils ne peuvent s'inspirer de la » sympathie du regard, ni de l'émotion qu'ils inspirent. » Devant eux s'ouvre le vide d'un large couloir, et si, » pour chercher un visage ami, ou un contradicteur à » convaincre, ils se tournent vers l'un des côtés de la » Chambre, l'autre côté cesse d'entendre et réclame; » pour n'être point interrompu par ces plaintes, il faut » que l'Orateur se condamne à l'isolement et parle aux » Auditeurs du fond de la Salle, trop éloignés de lui » pour qu'il puisse apercevoir l'impression qu'il pro- » duit. Cette solitude qui glace la pensée n'est pas le seul » supplice infligé à l'Orateur; obligé de forcer son organe » pour faire parvenir sa voix aux extrémités de l'enceinte, » il s'étourdit lui-même par la violence qu'il s'impose, » et la discussion calme et sérieuse, la plus utile, la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

» plus désirable de toutes, lui devient impossible; il se » passionne ou s'égare.

» Sans doute, il est quelques Orateurs d'élite qui ne » connaissent point ces tourments; souverains de la » Tribune qu'ils ont conquise, ils en usent comme d'un » domaine incontesté; leur présence commande un » silence profond; ils n'ont aucun effort à faire pour être » entendus, et ils peuvent, sans que personne réclame, » s'adresser tour à tour à chaque côté de l'Assemblée; » mais ces voix éloquentes s'élèvent rarement, et la rai- » son a droit d'être écoutée, même quand elle nous » arrive par d'autres organes; c'est donc d'après les » impressions du plus grand nombre des Orateurs » qu'il faut juger la question qui nous occupe, et c'est » leurs déclarations que je vous apporte.

» Toutefois, un mal plus grave encore résulte de la » disposition de la Salle. Dès qu'il s'élève une question » qui passionne l'Assemblée, les partis opposés, placés » face à face, s'excitent mutuellement par le spectacle » qu'ils se donnent l'un à l'autre; aucun geste ne passe » inaperçu, aucune exclamation ne se perd sous le voile » de l'anonyme, la moindre interruption est relevée avec » le nom de l'interrupteur par de nombreux usurpateurs » du droit de Police, et les provocations deviennent » directes et personnelles.

» Dans le tumulte qui s'élève, le Président est sans » pouvoir; placé obliquement et de côté par rapport » au conflit, il distingue mal les antagonistes bruyants, » que leurs voisins dérobent en partie à son regard; il » n'est point vu lui-même par ceux qui trouvent direc- » tement devant eux une cause de vive irritation, et il » ne peut agir sur eux ni par le geste, ni par la voix, qui » se perd dans le bruit. Ceux de nos honorables collègues » qui ont eu l'honneur de présider l'Assemblée s'ac-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

» cordent à déclarer que la disposition de la Salle provi-
» soire contribue à exciter et à entretenir le désordre
» dans nos séances.

» Tels sont les principaux reproches que l'on adresse
» à la disposition de notre Salle provisoire ; ils touchent
» à la dignité de l'Assemblée Nationale, à la valeur
» sérieuse de ses débats et de ses votes, c'est-à-dire à
» des considérations en présence desquelles tout intérêt
» doit fléchir. »

On voit par ce discours combien ma critique de cette Salle provisoire était parfaitement fondée.

III

Rappelons en peu de mots les conditions d'Acoustique et d'Optique nécessaires pour la construction d'une Salle du genre particulier qui nous occupe ; conditions sur lesquelles nous nous sommes d'ailleurs étendu aux chapitres X et XI de la première partie.

L'un des problèmes les plus difficiles à résoudre en Acoustique est sans contredit la construction d'une Salle destinée à la discussion des travaux législatifs d'une réunion de NEUF CENTS Députés.

Une Salle d'Assemblée parlementaire n'est pas un simple Amphithéâtre où l'Auditoire puisse être condensé de manière à éprouver de la gêne, de la fatigue, comme dans les Salles de Cours publics et les Théâtres. Dans l'enceinte d'une Assemblée législative, il faut être assis commodément ; il faut des pupitres devant chaque Auditeur, et, de plus, une circulation sinon large, du moins possible, entre les banquettes. De là l'indispensable nécessité d'une surface plus grande pour réunir un Auditoire de ce genre que pour toute autre réunion.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans les Amphithéâtres ordinaires, destinés aux Cours publics et autres, on peut placer trois Auditeurs par mètre superficiel. Dans une Salle de réunion législative très-nombreuse, on ne peut en placer qu'un et demi par mètre; et l'on ne peut pas dépasser, dans le rapport de la surface générale, le chiffre d'**un mètre** par individu, sans de graves inconvénients.

La voix, ou, pour mieux dire, la *parole* (on ne saurait trop le répéter), pour être bien entendue, doit être claire, nette, et surtout dépourvue de toute espèce d'**accompagnement acoustique.**

La perception de la parole est plus facile dans un espace clos, limité, qu'en plein air; mais aussi plus l'espace limité est vaste, moins les sons de la parole sont intenses, moins ils sont faciles à percevoir.

L'organe vocal ayant d'ailleurs une puissance d'intonation plus ou moins limitée, et toujours restreinte, comparativement aux instruments de Musique ou d'Acoustique, dont l'intensité peut être relativement immense, la puissance vocale ne doit se dépenser que dans un espace restreint, si l'on veut en obtenir un résultat utile, sans fatigue pour les Orateurs, sans tension pénible pour les Auditeurs.

Le vice capital des Salles destinées à la parole est d'*être sonores;* les masses d'air y sont trop grandes, mal disposées et surexcitées par toutes les parois réfléchissantes. Comment peut-on se faire entendre, si le premier son émis par la voix y vibre pendant quelques secondes? Les autres sons émis se succèdant avec une rapidité moyenne de dix sons par seconde, il s'ensuit qu'après quelques mots prononcés, il y a instantanément dans l'air tous les sons multipliés qui appartiennent à toutes les syllabes de chaque mot prononcé : ces sons affectent tous l'organe de l'ouïe et l'empêchent de distinguer

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ceux qu'il doit percevoir de préférence; au lieu de paroles transmises par l'air, il n'y a que bruits confus, que roulements continus et sans repos ni cadence. L'air, au lieu d'être le simple véhicule des sons parlés, devient l'origine et le siége de vibrations et d'ondulations multiples et on ne peut plus nuisibles à la parole.

L'air, ébranlé par les sons de la parole, devient ainsi un *instrument acoustique qui accompagne* d'une manière plus ou moins bruyante, mais toujours défavorable et intempestive, la *parole*, qui crée à la fois les sons primitifs, et les sons concordants ou discordants. Or, la parole, pour être facilement entendue, ne devant pas être *accompagnée*, il faut se mettre en garde, par les moyens que fournit l'expérience, contre toute *sonorité* due à la masse d'air contenue dans l'espace. Il faut surtout savoir utiliser les phénomènes de réflexion et d'absorption des ondes sonores, de manière à renforcer l'intonation vocale, et combattre la *sonorité* qui ne peut être qu'un accompagnement nuisible. En un mot, il faut augmenter l'intensité de la voix tout en détruisant les *résonnances*, de quelque origine qu'elles puissent venir.

Pour rendre ce fait plus évident encore, qu'on nous permette une comparaison : la voix chantante peut s'entendre sans accompagnement d'aucune espèce, dans les *solos* par exemple; mais les solos sont plus agréables avec un accompagnement musical; ils sont aussi plus agréables dans une salle retentissante qu'en plein air. La masse d'air contenue, limitée, et les parois répercutantes de l'espace font office d'accompagnement musical très-souvent d'un fort heureux effet. Que dirait-on cependant de la voix d'un Orateur accompagnée d'un orchestre quelconque, quelque doux et affaibli qu'il soit ?... Les résonnances locales dues aux masses vi-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

brantes et aux parois répercutantes remplissent pourtant exactement les fonctions d'un orchestre malencontreux, et, trop souvent, l'on ne fait rien pour se prémunir contre de si graves inconvénients.

On sait d'ailleurs que la parole s'entend mieux lorsqu'on est en face de l'Orateur que lorsqu'on est placé sur les côtés : cependant il vaut infiniment mieux (l'expérience le prouve tous les jours dans les Salles de Cours publics et autres) être assis sur les côtés que démesurément loin et en face. Le simple bon sens indique alors que le mieux est de grouper l'Auditoire de manière à éviter les extrêmes, soit en face, soit sur les côtés; de placer les Auditeurs sur des zones circulaires concentriques plus petites que le demi-cercle, et l'Orateur vers le centre des zones. Il y a par ce moyen parité dans la marche des ondes sonores et la disposition des zones d'Auditeurs, qui sont tous alors dans une position *normale* au lieu d'ébranlement acoustique, c'est-à-dire qu'ils voient tous l'Orateur en face, au lieu de tourner plus ou moins la tête de côté pour l'apercevoir.

IV

Le projet de Salle que je soumets (1848) à l'appréciation de mes lecteurs contient *neuf cents* places disposées sur une surface totale de 880 mètres au lieu de 1250 mètres que contient la Salle provisoire; c'est presque un tiers de moins en surface.

L'Auditoire y est groupé sur des gradins parallèles et circulaires, qui ne se développent que sur un tiers de cercle environ, au lieu d'un demi-cercle. Toutes les positions de l'Auditoire sont donc *convergentes* vers un centre unique, la Tribune et la Présidence. Chaque

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

position est *normale* au lieu d'ébranlement sonore, c'est-à-dire qu'on voit toujours de face l'Orateur, qui est alors entendu de la manière la plus directe et la plus favorable ; il n'y a donc ainsi aucune place oblique, ou du moins l'obliquité est si peu sensible, sur les côtés, qu'on peut la considérer comme nulle, ou de nul effet.

Au lieu d'un mur droit et continu, dans le fond de la Salle, derrière la Présidence, deux murs obliques partent et s'étendent de chaque extrémité du mur droit qui forme le fond du Bureau de la Présidence ; la largeur de l'ensemble du Bureau forme la longueur de cette partie droite du mur du fond. Par ce moyen se trouvent supprimés, au profit de la masse générale, les espaces latéraux, où la voix s'étend mal et d'où se voit mal l'Orateur, où enfin se trouvent communément des masses d'air inutiles et d'un effet très-nuisible. Ne sait-on pas d'ailleurs que ces espaces servent de lieu de promenade et de conversation particulière, ce qui vient encore aggraver les inconvénients résultant des masses d'air inutiles, et les rendre plus pernicieuses pour l'intelligibilité de la parole ?

Les Auditeurs les plus éloignés de l'Orateur sont à 22 mètres de distance ; la distance moyenne est de 15 mètres. Dans la Salle provisoire (1848), les Auditeurs les plus éloignés sont à 42 mètres de l'Orateur ; la distance moyenne est de 30 mètres au moins.

Avec la disposition nouvelle, l'Auditoire en masse est donc de moitié plus près de l'Orateur ; il entendra donc, en moyenne, quatre fois mieux, puisque *l'intensité des sons diminue en raison du carré des distances*.

La Salle provisoire (1848) a 15 mètres de hauteur, ce qui donne un cube d'air de 18750 mètres, sans compter les espaces réservés pour les tribunes publiques. La Salle que je propose, n'ayant que 12 mètres

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de hauteur, ne donne que 10 500 mètres, qu'on peut réduire à 9 500 mètres, par la *disposition particulière du plafond* au-dessus de la Présidence et de la Tribune : c'est moitié de la masse d'air que contient la Salle actuelle (1848).

Le Diapason de cette enceinte proposée baisse donc de la hauteur d'une octave tout entière. A force égale dans l'émission de la voix, l'Auditoire entendra beaucoup mieux, ou bien il ne faudrait qu'une très-faible partie des efforts actuellement (1848) nécessaires, pour qu'on n'entendît qu'aussi imparfaitement qu'il arrive dans l'état de cette salle défectueuse.

La Tribune et le Bureau sont très-élevés, afin que l'Orateur et le Président *dominent* l'Auditoire et que les paroles prononcées dans le lieu ménagé et disposé pour l'émission des ondes sonores puissent plus facilement pénétrer la masse des Auditeurs.

Au-dessus de la Présidence et de la Tribune, pour renforcer et rabattre la voix des Orateurs sur la masse des Auditeurs, le plafond se trouve surbaissé et incliné de manière à obtenir la réflexion la plus hâtive, la plus parfaite, la plus instantanée, la plus utile enfin.

Les siéges y sont établis sur des gradins dont l'inclinaison est *progressive*, c'est-à-dire que leur hauteur augmente à mesure qu'ils s'éloignent du centre. Cette disposition est indispensable pour faciliter l'aspect et l'audition des Orateurs ; deux choses qui, naturellement, deviennent moins faciles à voir et à entendre, à mesure qu'on est plus éloigné : par ce moyen, les inconvénients qui résultent de l'éloignement sont en partie détruits ou compensés.

Cette forme nouvelle d'enceinte, que l'inspection du plan (fig. 110) et des coupes (fig. 111 et 112), fait mieux comprendre que toute explication écrite, cette

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

forme se rapproche, pour ainsi dire, de la forme d'un

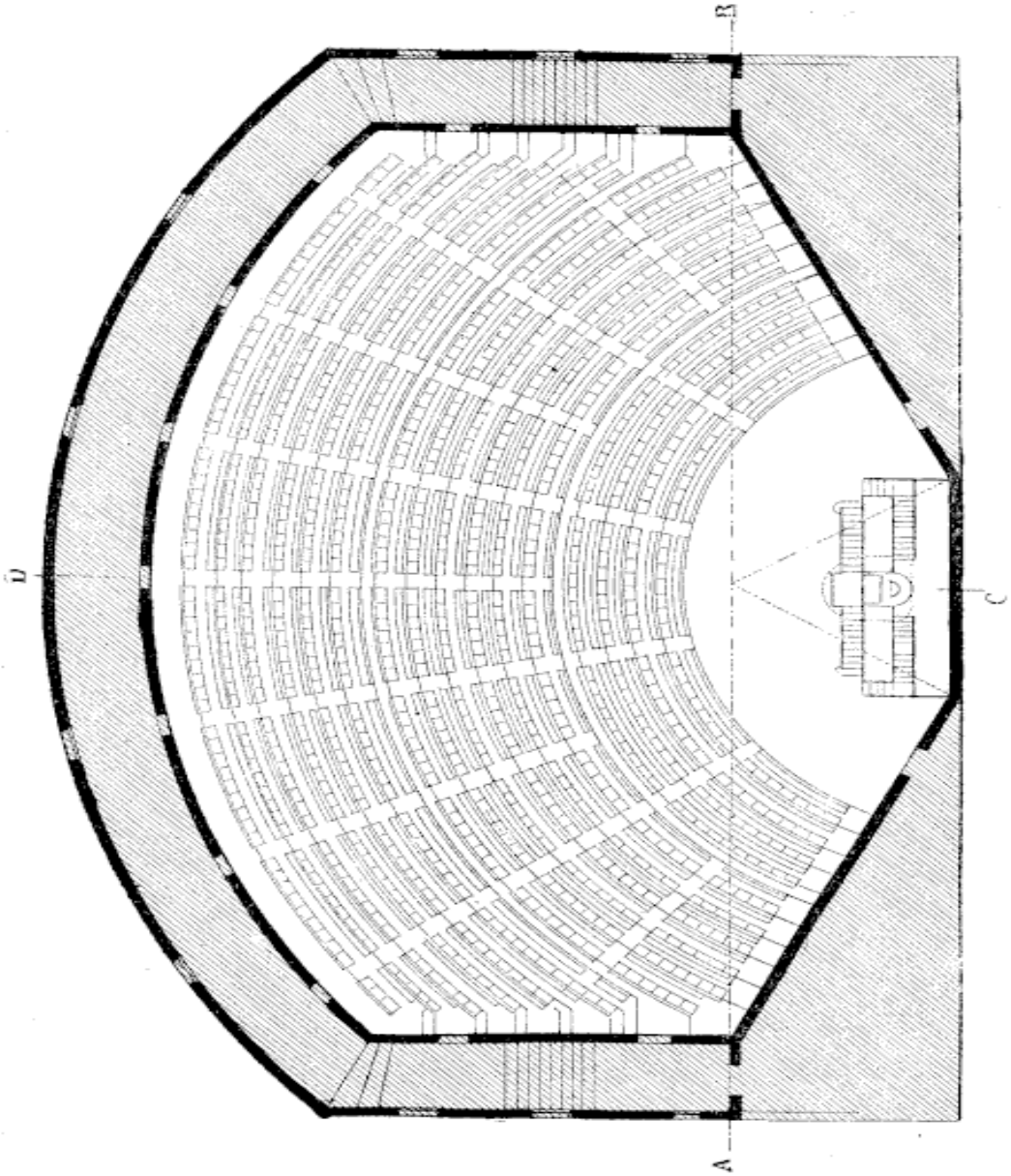


Fig. 110. — Salle pour 900 Représentants.

Pavillon acoustique, où l'origine, la naissance des sons occupe la partie la plus exiguë de l'instrument, pour

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

s'étendre naturellement et s'amplifier vers la partie la plus large. C'est le contraire qu'on a pratiqué jusqu'à

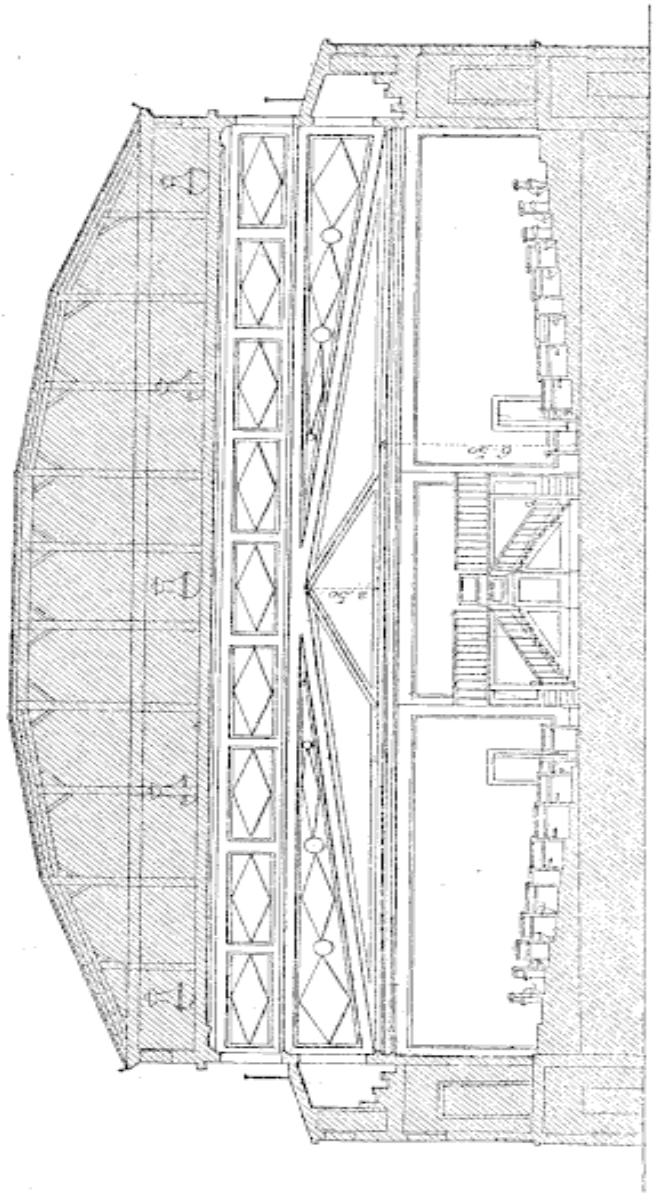


Fig. 111. — Coupe parallèle à la ligne A B du plan.

ce jour dans la construction des grandes Salles destinées à faire entendre la voix des Orateurs : on a tou-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

jours placé ceux-ci dans l'endroit le plus vaste de ces Salles; c'était mettre l'embouchure (si l'on peut se permettre cette comparaison) à contre-sens de l'instrument.

L'inconvénient n'était très-grave et très-sensible que dans les Salles d'une fort grande étendue, Salles qu'on a eu rarement l'occasion de construire, et dont on s'est

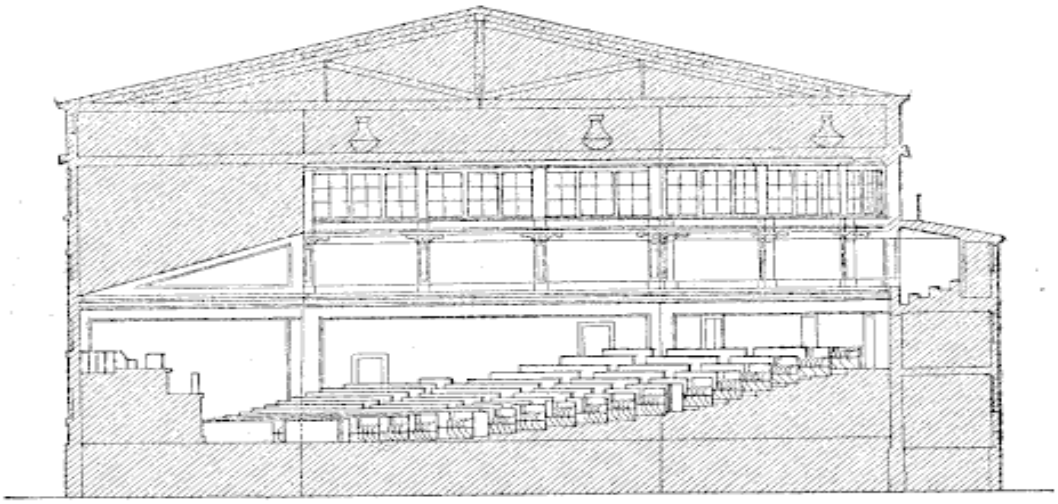


Fig. 112. — Coupe parallèle a la ligne C D du plan.

par conséquent rarement servi : c'est ce qui avait fait négliger jusqu'à ce jour (1848) la recherche des causes qui privaient ainsi ces grandes Salles de leurs qualités essentielles; on avait également négligé de chercher et d'appliquer les moyens qui pouvaient obvier à de si graves inconvénients. Nous croyons en avoir indiqué quelques-uns qui, s'ils ne sont pas complétement efficaces, produiront du moins des améliorations et que l'expérience seule pourra compléter.

Les dessins de cette Salle ne sont que des *croquis* et n'ont d'autre but que de donner une idée de la forme

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

générale, de la *coupe* de la Salle, principalement en ce qu'elle peut avoir de contraire aux dispositions jusqu'à ce jour en usage. Les couloirs, les salles de service, les escaliers, etc., sont dans la *teinte* ou ne sont même pas indiqués; ils restent subordonnés à des circonstances locales et à des besoins de service tout à fait indépendants de la forme intérieure de la Salle, et, par conséquent, essentiellement modifiables selon les ressources locales dont on pourrait profiter.

Au centre du plan est ménagé un espace vide de banquettes, suffisant pour le service des huissiers et le libre accès de la Tribune et du Bureau de la Présidence : on y arrive de toutes les parties de la Salle au moyen de couloirs à degrés, se dirigeant de la circonférence vers le centre, et communiquant entre eux au moyen : 1° de deux couloirs ou paliers circulaires, ménagés dans la masse des banquettes, et 2° d'un autre palier à l'extrémité supérieure de la Salle.

Les entrées ou sorties sont disposées au pourtour de l'enceinte, sur un vaste corridor qui les reçoit toutes, et qui communique avec les dépendances et les sorties extérieures.

Les services de la ventilation, des lustres pour l'éclairage de nuit, des calorifères pour le chauffage, se font par les étages supérieurs ou inférieurs, qui devront être disposés à cet effet.

FIN DE L'APPENDICE DE 1848.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE II

L'ART ET LA SCIENCE N'OBTENANT QUE DES RÉSULTATS NÉGATIFS, BIEN QUE DANS UN ACCORD TOUJOURS UNANIME.

On a vu, dans la Préface de 1848, quelles ont été les origines de ce travail que j'ai cherché à rendre moins imparfait dans cette seconde édition qui arrive trente ans après la première. Elle se trouve augmentée de quelques développements qui m'ont paru utiles et de nombreux faits d'expérience qui tendent à corroborer les déductions qui s'y trouvent exposées. Soumis, avant sa première publication, à l'appréciation de diverses personnes compétentes, je l'avais distribué, aussitôt paru, en grand nombre d'exemplaires, afin de le rendre aussi utile que possible. L'appendice qui le terminait, et qui est une sorte d'application de faits expérimentaux reconnus exacts, contient, comme on l'a vu au chapitre précédent, le projet raisonné, modifiable et essentiellement perfectible d'une Salle pour NEUF CENTS Représentants, qui fut tiré à part et envoyé, à mes frais, à tous les Membres de l'Assemblée Nationale de 1848.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ce travail, certainement incomplet, n'a pas été sans utilité, comme on le verra ci-après ; s'il n'a pas fait faire un seul pas utile à l'Art des constructions architecturales, au point de vue de l'Acoustique, il a du moins empêché alors une lourde faute qui se serait ajoutée à toutes celles précédemment commises : la mutilation, sans résultat utile, de l'ancienne Chambre des Députés de 1830.

Il ne sera pas inutile de rapporter ici tous les faits certainement instructifs qui ont eu lieu au sujet des fièvreuses élucubrations qui se sont succédées pendant plus d'une année, dans le but d'obtenir une Salle *définitive* et acceptable pour la Représentation Nationale de 1848. La citation des documents authentiques sera accompagnée des explications et des commentaires qu'ils comportent ; le récit de ces faits, s'il n'est pas très-intéressant, pourra du moins éclairer quelque peu la question et servir un jour à la solution du problème, qui se pose depuis si longtemps, d'une bonne Salle de délibération pour les Assemblées Nationales, Salle qu'on est loin d'avoir obtenue dans celle qui a été dispendieusement construite en 1875 à Versailles, où tant de fautes se sont maintenues avec une persévérance bien regrettable !...

ÉTAT PRÉCAIRE DE LA QUESTION ACOUSTIQUE ET OPTIQUE AVANT L'ANNÉE 1848.

Je crois devoir exposer préalablement l'état d'ignorance général et presque absolu des sciences expérimentales de la physique, en ce qui concerne l'Acoustique principalement et l'Optique, tel qu'il se trouvait être avant 1848, dans les applications nécessaires aux constructions architecturales. Les plus éminents artistes n'ont jamais cherché à comprendre et atteindre le mieux possible le but prin-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cipal de la construction qu'ils ont eu à édifier, c'est-à-dire, dans le cas qui nous occupe, faire en sorte que l'on puisse bien voir, bien entendre et facilement émettre les sons de la parole dans les enceintes qui lui sont particulièrement destinées; on va voir quel était l'objet unique de leurs préoccupations, et comment ils trouvaient facilement des *commissions* dont ils savaient toujours se faire approuver pour mettre à couvert leur responsabilité personnelle, à la fois artistique et scientifique. La situation est toujours la même; elle n'a pas changé depuis cette époque éloignée, ce qui est triste à dire; il est utile qu'on le sache pour y remédier, s'il est possible, dans un intérêt général bien entendu.

Dans un ouvrage qu'il a publié en 1840 et DÉDIÉ A LA CHAMBRE DES DÉPUTÉS, l'Architecte Jules De Joly rapporte que cinq formes de Salles avaient été soumises par lui, en *esquisses*, au choix de trois commissions qui toutes se sont prononcées pour la forme en Hémicycle; les formes concurrentes ne sont pas indiquées, de sorte qu'on ne peut apprécier en quoi elles étaient inférieures au demi-cercle, quels étaient leurs défauts ou leurs qualités au point de vue de leur destination spéciale. D'ailleurs, les cinq esquisses étant dues au même auteur, ne lui était-il pas facile et naturel de les disposer de manière à ce que la forme préférée par lui présentât sur les autres le plus de chances d'adoption? On ne dit pas si les esquisses en *plan* étaient accompagnées de coupes en élévation, ce qui était indispensable pour apprécier, entre autres choses, la *sonorité*, dont on ne se rend pas compte dans un *plan* simplement esquissé, mais bien dans l'indication complète d'un espace clos déterminé de forme et de grandeur, au moyen de *coupes* verticales accompa-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

gnant le *plan;* était-il le moins du monde question d'Acoustique et d'Optique dans ces cinq esquisses? On peut être fondé à croire le contraire, ce qui d'ailleurs va résulter de l'examen que nous allons en faire.

Des trois commissions dont parle l'Architecte du Palais, la première est composée d'Architectes, dont il ne cite pas les noms, de sorte qu'on ne peut apprécier la valeur de leur avis, en tenant compte de leurs études spéciales. Cet avis collectif, sans nul doute, se trouvait à l'unisson parfait avec l'avis préalablement exprimé par l'auteur des esquisses; la commission décida, en effet, suivant le texte même de l'Architecte Jules De Joly : « Que la forme semi-circulaire, consacrée chez les anciens » comme chez les modernes, avait été reconnue la plus » convenable par l'expérience d'accord avec la théorie» .

« *Consacrée chez les anciens,* » c'est possible : ils avaient un autre but à atteindre, tout en satisfaisant à des convenances d'aspect : les anciens ont peut-être eu raison à leur point de vue, ce qui toutefois serait à examiner; « *comme chez les modernes,* » c'est autre chose : les modernes ont agi inconsidérément; ils n'ont tenu aucun compte des circonstances tout autres où ils se trouvaient, et des besoins très-différents auxquels ils devaient satisfaire. « *L'expérience d'accord avec la théorie* » présentent ici deux mots complétement inexacts. Jamais la commission des Architectes n'a fait aucune expérience sur des choses dont elle ignorait même les noms; et comme la théorie ne peut s'appuyer que sur l'expérience, ou sur des raisonnements basés sur l'expérience, il s'ensuit que les Architectes de la dite commission ont émis un avis dépourvu de fondement, n'ayant par-devant eux ni expérience spéciale, ni théorie judicieusement déduite; leur réputation, d'ailleurs, n'est en rien compromise, puisque leurs noms ne sont pas

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cités, comme ceux des membres des autres commissions, qui vont se contenter d'emboîter le pas comme feraient de simples comparses qui obéissent à la direction de leur chef[1] !

La deuxième commission est formée de Savants et de Membres de l'Institut. Ici on a jugé à propos de citer des noms illustres qui, naturellement, devaient donner du poids à l'avis des préopinants, ce sont : Cuvier, de Proni, de Tournon, Darcet, Savart, Dulong, Gay-Lussac ; sept savants célèbres à différents titres, mais qui n'ont pas tous fait de l'Acoustique le but de leurs recherches et de leurs travaux, surtout de l'Acoustique appliquée aux constructions architecturales ; nous verrons comment on s'est *servi* du nom de F. Savart, le plus compétent en cette occurrence.

Cette commission fut donc d'avis, encore à l'unanimité, suivant l'auteur intéressé à la forme demi-circulaire :

« Que le projet semi-circulaire réunissait tous les » avantages qu'on pouvait désirer sous le rapport de la » commodité et de la sonorité. »

Ce qui n'empêchera pas, neuf ans après la publication du grand ouvrage de l'Architecte De Joly, où l'on trouve de pareilles affirmations, et lorsque la discussion deviendra sérieuse, un Questeur de l'Assemblée Nationale qui s'était beaucoup occupé de la question, qu'il n'avait guère comprise, de s'écrier à la Tribune, pour pallier ses propres insuccès : « Je déclare que dans » l'état où se trouve la science, bien habile serait celui » qui affirmerait que tel ou tel procédé est le meilleur

1. Il est présumable que l'Architecte Jules De Joly appelle ici *Expérience* le fait de l'existence de certaines Salles dont on ne dit rien, personne ne sachant qu'en dire avec autorité ; d'où il conclut, dans son estime, qu'elles sont expérimentalement bonnes !

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

» et donnerait un résultat absolu. » (Séance du 5 mars 1849). Cette interjection était à mon adresse et l'on ne s'apercevait pas qu'elle allait atteindre rétrospectivement les Savants cités ci-dessus; et que la splendide Salle de 1830 allait être elle-même atteinte et convaincue d'imperfection sérieuse !

Une approbation du projet semi-circulaire appuyée sur de tels noms dut avoir une bien grande valeur; cependant l'avis unanime et ses *motifs déterminants* n'ont laissé de trace nulle part; aucune délibération, aucune raison sur lesquelles devait s'appuyer cette remarquable *unanimité*. Mais je sais pertinemment que F. Savart n'a jamais donné aucun avis qui ait été suivi, et que son nom a été mis mal à propos sur la liste de l'avis unanime contre lequel il a protesté en vain [1].

En quoi les Savants et les Membres de l'Institut pouvaient-ils être compétents dans un jugement à porter sur la *commodité* d'une Salle indiquée par une esquisse? Les Architectes innommés de la première commission ne se sont prononcés que sur la *forme la plus convenable*, sans dire à quel point de vue; mais ils se sont tus sur la *commodité*, qui eût été un peu plus de leur compétence. Commodité et sonorité sont donc placées ici sous la responsabilité des Savants, Membres de l'Institut; mais sont-ils réellement reprochables de la lourde faute qu'on leur a imputée?...

Si l'Architecte J. De Joly eût eu à faire une profession de foi, voici ce qu'il aurait pu dire : Je n'ai pas à m'occuper de surfaces planes, courbes, concaves ou con-

1. « F. Savart disait ouvertement que ces commissions n'avaient » rien de sérieux. N. Savart était aussi d'une commission d'exa» men de la Salle; il m'a dit, à moi, et m'a autorisé à le déclarer, » qu'il n'avait pas été consulté sur l'Acoustique. » (Le citoyen Maissiat, *Moniteur universel*, séance du 5 mars 1849).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vexes, à simple ou double courbure, ni de savoir quel est leur mode de réflexion, qu'il s'agisse de lumière, de chaleur ou de son, tout cela n'est pas de ma compétence; et pourvu que je sache vous faire un portique à colonnes (que j'appellerai Péristyle) dans les justes proportions de celles du Temple de JUPITER STATOR, voilà tout ce qu'on peut et tout ce qu'on est en droit de me demander; le reste ne me touche pas; c'est l'affaire des illustres Savants dont on compose les commissions toutes les fois qu'il peut en être besoin pour des solutions qui ne concernent pas l'Art des *ajustements* que je professe.

Nous lisons, en effet, dans le grand ouvrage de l'Architecte J. De Joly, ce qui suit :

« Au fond de la Cour d'Honneur est la façade dite » Entrée Royale (Planche XII).

» Elle se compose d'un Péristyle [1] de quatre colonnes » d'ordre corinthien qui rappelle, dans tous ses détails, » ceux du Temple de Jupiter Stator. »

A cela près que le Portique romain présente huit colonnes au lieu de quatre, qu'il est plus large que haut et celui-ci plus haut que large; que le fronton antique est au cinquième de sa largeur, tandis que celui de l'ENTRÉE ROYALE est au quart, etc., etc.

Ce passage ne semble-t-il pas démontrer qu'à cette époque, chez les Architectes haut placés, le talent consistait uniquement, à part un savoir-faire des plus remarquables, à copier avec habileté, « *dans tous ses détails,* » un « *ordre corinthien* » ou autre, appartenant à l'Architecture des Romains, et que leur génie inventif n'allait pas jusqu'à créer eux-mêmes des formes générales

1. περί, autour; στῦλος, colonne; bien qu'il n'y ait que quatre colonnes devant la Porte Royale.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et d'ensemble, et des détails particuliers adaptés aux circonstances locales et autres de leurs constructions. Cette aptitude à savoir copier un *ordre* dit antique les dispensait, à leurs yeux et vis-à-vis d'une foule d'autres personnages officiels, de posséder le peu de Science physique indispensable à la pratique rationnelle de leur profession.

Enfin, troisième commission : celle-ci est composée de Députés qui ne paraissent pas être d'une compétence technique absolue, bien que tous soient d'illustres mandataires d'un parfait mérite. Ils paraissent ici avoir eu pour mission de consacrer les décisions des deux premières commissions que l'Architecte a fait préalablement comparaître pour les besoins de sa cause. Les Députés dont les noms sont cités par l'Architecte du Palais et qu'il va faire agir également comme des comparses, sont : Ch. Dupin, Thénard, de la Borde, Bérard, Sébastiani, Cordier[1], de Bondi, Laisné de Villevesque, et les questeurs Delameth, Lamande, Cuvier, déjà Membre de la deuxième commission, et de Tournon. Ces douze Députés Commissaires étaient appelés à se prononcer sur les cinq esquisses de l'Architecte du Palais ; ils ont purement et simplement adopté la décision des deux premières commissions en opinant du bonnet ; ils eussent été vingt-quatre que leur décision n'eût pas été moins *unanime ;* aucun parmi eux était-il capable de se prononcer sur une question d'Acoustique toute spéciale à l'Art architectural, question qui n'avait même pas été sérieusement posée, malgré son importance capitale !...

L'Architecte du Palais appelle toute cette habile stratégie :

« DE NOMBREUSES ÉTUDES, ET DE MÛRES DÉLIBÉRA» TIONS »!

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« LA FORME DEMI-CIRCULAIRE A RÉALISÉ TOUS LES AVAN-» TAGES ANNONCÉS D'AVANCE PAR LES SAVANTS ET LES AR-» TISTES ! »

Voilà ce qui a été imprimé dans un fastueux ouvrage grand in-folio, sans qu'il se soit élevé la moindre protestation; tant les questions mal posées et mal comprises sont sujettes à s'égarer jusqu'à la consécration hiératique de ce qui est absurde à un point de vue spécial ! Aucune protestation des Commissions d'Artistes, des Commissions de Savants et des Commissions Parlementaires ! Silence général, absolu, devant ces assertions de l'Architecte De Joly, habitué à ne jamais être contredit ! Aussi, je laisse à penser de quelle manière mon travail d'abord, et son humble auteur ensuite, ont dû être reçus dès leur apparition malencontreuse au milieu de cet obscurantisme si puissant et si bien organisé ! Ce travail était loin d'être présenté au point de vue exclusif des *règles* de l'Architecture et des formes consacrées par l'usage et l'habitude ; aussi s'en faut-il de beaucoup qu'il ait été bien accueilli par tout le monde ; ceux qui se sont trouvés dérangés dans leurs habitudes et leurs positions acquises nous le firent bien voir !...

Au surplus, le choix de la forme en hémicycle peut s'expliquer facilement, si l'on réfléchit qu'on n'a jamais dû considérer les esquisses de l'Architecte du Palais qu'au seul point de vue des effets décoratifs produits par des colonnades sur plan circulaire et autres, les premiers étant toujours d'un effet et d'un aspect plus séduisant, surtout avec le chatoyement des marbres et l'éclat des dorures. Les cinq esquisses n'offraient certainement rien que des *agencements*, des *ajustements* qui ne devaient agir que comme effet plus ou moins monumental; mais rien, absolument rien, au point de vue des dimen-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sions nécessaires de l'enceinte, de la forme la plus utile pour l'Acoustique et de l'Optique, et la disposition raisonnée des parois absorbantes ou réfléchissantes ; rien sur la meilleure disposition des gradins, à la fois en plan et en élévation. Les exigences scientifiques n'entraient pour quoi que ce soit dans l'avis des premiers appréciateurs, avis qui a déterminé fort innocemment l'*unanimité* des autres ; ils n'ont été uniquement guidés que par les règles arbitraires de l'Architecture conventionnelle, et par des effets d'aspect à donner en exhibition à des appréciateurs auxquels il ne fallait parler qu'aux yeux, jamais au raisonnement.

Toutes les commissions imaginables, scientifiques, artistiques et parlementaires, toutes les approbations ministérielles ont tenu pour paroles d'Évangile la phrase suivante, qui se lit en gros caractère à la page 13 du grand in-folio dédié par M. Jules De Joly à la Chambre des Députés, 3e ligne :

« Une sage et bonne distribution dans le plan d'un » Monument, indique que l'Architecte qui l'a conçue a » senti les premiers besoins de sa destination... »

S'il est une contre-vérité au monde, c'est bien celle qu'on vient de lire ; mais elle a été prise, toujours et partout, pour argent comptant, ce qui donne une idée de l'état de la question jusqu'à ce jour, et ce qui prouve qu'on savait très-bien se contenter de monnaie sans *titre !*

Voyons maintenant ce qu'était la Salle des séances de la Chambre des Députés dans l'esprit de l'Architecte qui l'a construite en 1830.

Il se garde bien de dire dans la description illustrée qu'il en donne — sur des pages imprimées et gravées qui n'ont pas moins de $0^m,72$ c. de hauteur sur $0^m,54$ c.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de largeur ! — que c'est une Salle agencée de telle sorte qu'on y puisse bien voir et bien entendre ; où chacun y soit bien casé et suivant l'inclinaison la plus convenable, ni trop haute, ni trop basse ; où la circulation soit prompte, facile, avec des issues en quantité suffisante ; où la ventilation soit insensible, mais suffisamment large, dans un cube d'air constituant l'espace le plus convenable pour une bonne audition, et conservant une salubrité constante, avec une température toujours égale en toutes saisons ; enfin, un éclairage suffisant, sans être trop sombre ni trop brillant.

Toutes ces données sont si peu importantes aux yeux et dans l'esprit de l'Architecte du Palais qu'il n'en parle pas dans la description qu'il donne de la Salle des séances ; elle ne peut être qu'un Monument qui a besoin avant tout d'une grande splendeur architecturale ; voici donc ce qu'il en dit lui-même, page 15 :

« Vingt colonnes de marbre blanc clair de Carrare, » d'ordre ionique, avec chapiteaux et bases en bronze » doré, décorent l'hémicycle de la Salle des séances. Ces » colonnes sont portées par des piédestaux en marbre » Sérancolin formant saillie sur un soubassement de » trois mètres de hauteur, en marbre rosé vif. »

En fait d'Acoustique et d'Optique, voilà vingt monolithes de marbre de Carrare, blanc clair, de $5^{m},50$ de hauteur et $0^{m},60$ de diamètre, d'un beau galbe, ayant des bases et des chapiteaux en vrai bronze doré ; ces monolithes s'élèvent, suivant un arrangement demi-circulaire qui en fait varier les effets chatoyants, sur des piédestaux de marbre, lesquels se détachent en couleur foncée sur un soubassement en autre marbre plus clair de trois mètres de hauteur ; qu'est-ce que les Physiciens peuvent demander de plus ? S'ils viennent dire un jour que le marbre, bien que *sérancolin*, se détachant sur le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

marbre *rosé vif*, n'est pas convenable dans cette position pour l'Acoustique ; — qu'à cela ne tienne ! on se *préoccupera* alors de la question, et l'on remplacera le marbre, *qui fait pourtant si bien !* par des panneaux en bois SCULPTÉ ! Mais donnera-t-on dans le panneau?... et sera-t-il le dernier?... Malheureusement, non !

On ne parle pas de l'entablement de 1m,25 situé au-dessus des colonnes en marbre de Carrare surmontées de chapiteaux en bronze doré, probablement parce qu'on n'a rien à dire du peu de valeur des matériaux qui le composent; ni de la voûte surbaissée de 3m,25 de hauteur, le tout sans doute exécuté en plâtre peint et doré, et qui ne se prête pas aussi bien à un pompeux étalage. La Salle ainsi décrite n'a pas moins de 13 mètres de hauteur, à partir du gradin le plus élevé, qui est lui-même à 3m,10 au-dessus du sol inférieur du milieu et des entrées de la Salle, ce qui donne une hauteur totale de plus de 16 mètres, et conséquemment un cube d'air beaucoup plus considérable qu'il ne serait utile pour une bonne audition.

Y a-t-il une raison scientifique ou utile à un point de vue quelconque qui ait déterminé le nombre des colonnes et leur hauteur, celle de leurs piédestaux et de leur entablement, celle du deuxième soubassement des piédestaux, caché sous les gradins, mais apparent sur le grand pignon et ses deux retours d'équerre?... Non, tout cela résulte des *règles* de l'Architecture qui exigent, nuisible ou non, le nombre voulu de *modules* à la colonne ; si elle a 5m,50 de hauteur, c'est la règle qui le veut ainsi ; si les fûts sont écartés de 2 mètres, c'est la règle des modules qui le veut; si le diamètre est de 0m,58 ou 0m,60, c'est la règle, toujours la règle !

Entre les colonnes et le mur du fond de la galerie se trouve un espace vide de 1m,70 sur 6m,20 de hauteur,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

compris une hauteur d'appui situé au-dessous de la base en bronze doré : cet espace est destiné au Public ; on y pourrait mettre trois étages ou rangées de banquettes, comme dans les Théâtres où l'on sait utiliser la place ; la règle ici ne tolère que deux rangées, parce qu'il convient que la colonne ne soit divisée qu'en deux parties, de manière que l'appui de la seconde galerie soit juste au milieu de la hauteur totale ; cette disposition n'est pas renouvelée de l'Antique, qui ne la connaissait pas ; c'est une règle moderne qu'on s'est donnée arbitrairement, comme bien d'autres.

La règle veut que la galerie haute passe tout entière derrière la colonne en marbre de Carrare, sans la toucher, de telle façon que la Colonne, objet capital de la Salle, se voie entièrement détachée et se dresse dans toute son intégralité en avant des Spectateurs ; aussi a-t-on placé un petit support derrière le gros pour ne pas endommager le marbre blanc clair ; la règle veut ainsi que ladite colonne en marbre de Carrare intercepte la vue de deux ou trois spectateurs à chaque étage, ce qui fait cent places perdues, plus d'un cinquième de celles qui existent. Aussi un Représentant a-t-il pu dire avec justesse à la Tribune : « Nous sommes encore avec » les Grecs et les Romains ; leurs Colonnes assistent à » nos délibérations, aux premières places, et les Fran» çais sont derrière [1]. »

« La partie rectangulaire, au milieu de laquelle sont » placés les bureaux du Président, des Secrétaires et la » Tribune des Orateurs, présente trois grandes divisions » séparées par deux ajustements composés chacun de » deux colonnes de même ordre et de même matière » que celles de la partie semi-circulaire, et d'une grande

1. *Moniteur universel*, mardi 6 mars 1849.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

» niche. On voit dans ces niches, sur des piédestaux en » marbre blanc, les statues de la Liberté et de l'Ordre » public (Pradier) ; au-dessus des colonnes sont placées » les statues de la Force (Dupuis) ; de la Justice (Du- » mont) ; de la Sagesse (Foyatier) ; et de l'Éloquence » (Altier).

» Entre ces figures, toutes en marbre, et sur des » tables *pratiquées* (?) dans l'attique, on a *peint* en gri- » saille, sur la table du milieu : l'Histoire, la Renom- » mée, la Paix et la Concorde, soutenant une grande » guirlande au centre de laquelle on lit : CHARTE » DE 1830. — Sur les deux autres, des génies, des » trophées et des couronnes de laurier et d'olivier en- » tourent les inscriptions suivantes : 27, 28, 29 JUIL- » LET 1830. — 9 AOÛT 1830. » (*Loc. cit.*)

Pourquoi ce grand pignon droit, large de 30m,60,

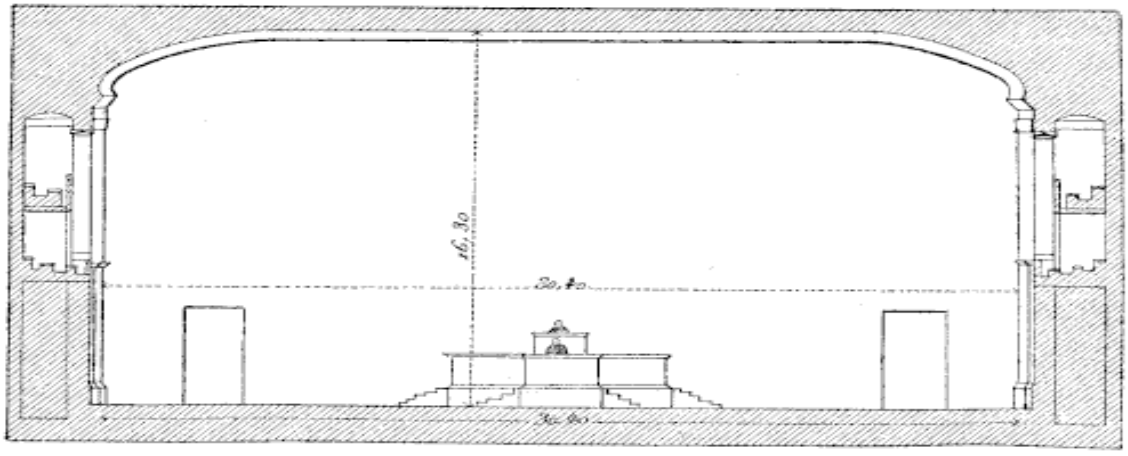


Fig. 113 — Grand pignon de la salle des députés (Palais Bourbon).

haut de 16m,40 (fig. 113), dont une petite partie basse et centrale est seule occupée par l'estrade de la Prési-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dence, sur une largeur de 7 mètres et une hauteur de $2^{m},40$, de sorte qu'il reste un vide de 14 mètres de hauteur verticale au-dessus du sol de la Présidence, et $11^{m},80$ de largeur de *chaque côté?* Cette immense surface est délimitée à son pourtour par le sol inférieur de la Salle d'abord, puis par deux murs à angle droit de chacun 4 mètres de large sur une hauteur de $13^{m},10$, et surmontés d'un arc doubleau de $2^{m},75$ de flèche sur $30^{m},60$ de corde; là se trouve englobé un cube d'air attenant à celui de l'hémicycle de près de 2 000 mètres! L'Architecte du Palais s'est-il demandé quel rôle ce cube d'air, ainsi que les parois qui le délimitent, peuvent remplir dans le fonctionnement utile de la Salle, dont la destination est de rendre faciles à entendre les paroles qu'on y prononce?... Non, certes! Il n'a vu dans cet immense pignon qu'une grande page à remplir; une occasion de se livrer à des AJUSTEMENTS conformes aux règles de l'Architecture et de son goût particulier. Mais il n'a tenu aucun compte de l'énorme atmosphère complétement inutile et souverainement nuisible dont il a gratifié la Salle pour sa satisfaction personnelle, qu'il a imposée d'ailleurs à tous ceux qu'il a su endoctriner, savants et autres, et convaincre de l'excellence de ses conceptions; tous ceux qui l'ont approuvé si unanimement ont participé, sans le savoir, à la faute commise.

L'Architecte du Palais s'est octroyé ici quatre colonnes de plus, en marbre de Carrare — ce qui complète les deux douzaines — et auxquelles il a jugé à propos, par règle d'ajustement, de donner un écartement plus grand qu'à celles de l'hémicycle, les règles se prêtant volontiers à tout ce que désirent ceux qui pratiquent, par profession, l'*ajustement;* ces blocs galbés de marbre de Carrare blanc clair avec base et chapiteaux en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

bronze doré font accompagnement latéral aux deux niches plates où se trouvent fort à l'aise, dans le sens de la largeur seulement, des statues en marbre, élevées sur piédestaux en marbre. Bien que reliées deux à deux par deux soubassements superposés en marbre, — du marbre toujours et partout — les colonnes en Carrare blanc clair ont leur entablement en plâtre, découpé et profilé isolément à chacune d'elles, et des statues, encore en marbre, les surmontent et se détachent au devant de l'attique *peint en grisaille*. Ces colonnes sont purement décoratives; elles n'appartiennent en rien à la construction de la Salle; elles sont là comme des chandeliers sur un autel. Aussi, à l'occasion, l'Architecte du Palais n'hésitera-t-il pas un instant à en faire le sacrifice, comme on le verra par la suite.

Malgré la recherche et la perfection des *ajustements*, le grand pignon de la Salle et les pans de murs en retour — ceux-ci assez nus quoique décorés de marbres et de peintures — ne sont pas d'un effet aussi réussi que celui de la colonnade circulaire; ils constituent, avec leur luxe mélangé de matériaux et d'*ajustements étudiés*, un vice radical au point de vue acoustique; mais à quoi peut prétendre l'Acoustique quand il s'agit, avant tout, de l'ajustement d'un pignon si magnifique de grandeur! Il n'y a pas à craindre qu'on prenne jamais l'immense étendue de ce vaste pignon, avec ses deux ailes en retour et son ciel en arc doubleau, le tout si richement meublé de matériaux précieux, d'œuvres d'art architectural et sculptural, le tout agencé et *ajusté* suivant les *règles* de l'art — pour un « *entonnoir ressemblant à un éteignoir* » — suivant l'expression infligée, à l'instigation de l'Architecte du Palais, à la forme qui a pour but la suppression du pignon colossal et de l'énorme masse d'air inutile et nuisible, et leur rem-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

placement par des surfaces judicieusement orientées pour la réflexion la plus convenable des ondes sonores ; cette forme eût-elle même été proposée par Cladni, il y a plus de trois quarts de siècle! (Fig. 111 et 112, p. 252 et 253.)

« Tous les revêtements de la Salle des séances sont en » marbre de diverses natures; ils sont disposés ainsi » qu'il suit : dans les soubassements de la partie semi- » circulaire, le rosé vif et le sérancolin; dans le sou- » bassement de la face rectangulaire, la griotte, la brèche » violette, le rosé vif, le sérancolin et le vert de Gênes.

» Sur les murs des gradins et autour de l'hémicycle, » la brocatelle d'Espagne. »

Comment serait-il possible que la Salle des séances, avec un luxe de marbres si bien disposés et de natures si diverses, ne soit pas à la fois la plus belle et la meilleure Salle de l'univers ! Tous ces marbres prouvent évidemment « *que l'expérience est d'accord avec la théorie!* » ... Quelle contre-vérité aussi audacieuse que déplorable !

« *Tous* les chambranles *des portes* » — il y a tout juste *deux* portes, situées sur les deux côtés du grand pignon; les chambranles en marbre blanc, *tous* ensemble, ne peuvent pas faire qu'il y ait plus de deux issues pour le service de la Salle ; — « les corniches » et les encadrements des bas-reliefs sont en marbre » blanc.

» Enfin les dallages de l'hémicycle et ceux des cou- » loirs, formés de divers compartiments, présentent des » marbres variés de nature et de couleur. » Détail très-important sans doute pour les qualités spéciales de la Salle !...

Il paraît décidément que le nombre et la variété des marbres est entré pour beaucoup, sinon pour tout, dans les qualités physiques que l'Architecte du Palais a

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

voulu donner à la Salle qu'il a construite. Il semble n'avoir jamais eu d'autre souci que celui des *ajustements* en marbres variés de couleurs et de natures, soit en colonnes, soit en revêtements, soit en pavement.

« Nous terminerons les détails relatifs à la décoration » de la Salle des séances, en disant que les banquettes » sont couvertes en drap amaranthe, ainsi que le fond » et le devant des tribunes, et que les siéges et les pupi- » tres ont été exécutés en bois d'Acajou et en Chêne de » Hollande. »

Que les banquettes soient convenablement espacées, qu'elles soient établies suivant la meilleure des courbes et sur des gradins disposés de manière à faciliter l'Audition et la vue de l'Orateur au moyen d'une élévation graduellement croissante vers l'extrémité la plus éloignée, — toutes ces conditions essentielles, et dont il n'a été tenu aucun compte parce qu'on les ignorait, ne sont rien en présence de l'importante circonstance que voici : « *Les banquettes sont recouvertes en drap* » *amaranthe!* » et pour comble de perfection dans toutes les dispositions prises : « *Les siéges et les pupitres* » *ont été exécutés en bois d'Acajou et en Chêne de* » *Hollande* », lequel, comme on sait, est toujours venu de France en passant par un autre pays !

Telles sont les seules et uniques qualités que l'Architecte du Palais a cru devoir décrire dans le grand ouvrage qu'il a publié, sans doute pour l'instruction des Architectes à venir, mais où ceux-ci ne trouvent rien de bien utile à consulter; car l'Architecture suit la *mode* des temps ; les règles vieillissent et se modifient, tandis que les principes rigoureux de la Science sont immuables; et il était tout naturel de n'en pas parler, puisqu'on avait agi comme s'ils n'existaient pas, bien

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qu'on ait voulu paraître, en maintes circonstances, s'en être beaucoup *préoccupé*.

Voyons maintenant ce que vont devenir les nouveaux projets de l'Architecte De Joly, toujours si unanimement approuvés, et dont le Ministre des travaux publics a saisi l'Assemblée Nationale de 1848, pour en obtenir les fonds nécessaires à leur exécution.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE III.

LA QUESTION D'ACOUSTIQUE TRAITÉE EN 1849 A LA TRIBUNE DE L'ASSEMBLÉE NATIONALE, A L'OCCASION DE L'ÉTABLISSEMENT D'UNE SALLE DÉFINITIVE POUR LES ASSEMBLÉES DÉLIBÉRANTES.

Les Architectes, l'Académie des sciences et l'Angleterre;
M. Bureaux de Pusy et l'auteur d'un travail sur l'Acoustique et l'Optique des Salles de réunions publiques.

Dans la session de l'Assemblée Constituante de 1848, il ne s'est pas traité, à la Tribune Nationale, beaucoup de questions plus intéressantes, aux points de vue de l'Art et de la Science, que celle qui avait pour but de trouver un logis convenable pour nos Assemblées souveraines. L'Art et la Science s'y sont vivement pris au corps: l'ACOUSTIQUE et l'ARCHITECTURE s'y sont rudement rencontrées, à tel point qu'après le combat, l'une et l'autre sont restées étendues sur le carreau, et n'ont plus donné signe de vie depuis cette époque, c'est-à-dire depuis trente ans! Le citoyen Maissiat (comme on disait alors), Représentant de l'Ain, faisait brèche à l'Architecture classique, tout en la défendant contre ses erreurs ; et le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

citoyen Bureaux de Pusy, Questeur de la Chambre et Représentant de l'Allier, s'évertuait à démontrer que les Savants seuls sont très-capables de donner d'excellents avis ; qu'ils y mettent toujours beaucoup d'obligeance ; mais, selon lui, la Science officielle était aussi complétement impuissante que l'Architecture (classique) pour satisfaire aux besoins nouveaux de notre époque. La démonstration seulement n'a pas été péremptoire, et il n'y eut de positif que l'annulation complète des efforts tentés pour arriver à une solution qui convient à un besoin persistant d'une Salle que l'on désirait alors et qu'on désire toujours, où l'on puisse parler sans fatigue et entendre facilement quand on veut écouter.

Tous les journaux de l'époque, les *Débats*, le *National*, le *Constitutionnel*, la *Démocratie pacifique*, la *Presse*, etc., se sont vivement intéressés à la question, et l'on pouvait dire alors que si l'on n'avait rien arrêté de définitif à ce sujet, la question n'en avait pas moins fait un grand pas, grâce au concours si éclairé de toutes les personnes qui s'en étaient occupées ; mais ce pas est resté inutile depuis les trente années qui se sont écoulées depuis lors ; depuis cette époque l'application de cette conquête partielle n'était guère nécessaire pendant le néfaste empire que la France a subi ; et depuis, les Gouvernements de la nouvelle République se sont, comme à plaisir, désintéressés de la question. Ils se sont contentés de fournir des millions pour l'installation d'une nouvelle Salle qui laisse pour le moins autant à désirer que toutes celles sorties des mêmes errements qui se perpétuent héréditairement avec la même désinvolture et la même assurance, sorte d'infaillibilité native dont tous nos ministres continuent à se montrer également satisfaits.

S'il avait pu s'élever, en ces derniers temps, quelques

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

discussions semblables à celles dont je vais rendre compte, il est incontestable qu'on serait bien près de trouver la solution définitive et satisfaisante de la construction d'une Salle parfaitement convenable pour nos Assemblées parlementaires ; on serait à même de pouvoir satisfaire à toutes les exigences de l'Acoustique, de l'Optique, de l'éclairage, du Chauffage et de la Ventilation ; on aurait ouvert aux artistes éminents de nos jours une nouvelle carrière qu'ils auraient su dignement parcourir, et où ils auraient pu développer toutes les ressources de leur brillante imagination. Mais personne ne s'est présenté pour enrayer de nouveau le char de la routine privilégiée, qui continue à rouler, aux frais de la nation, sur le même chemin et sous les habiles mains de ses guides officiels.

DOCUMENT MINISTÉRIEL DU 8 AOUT 1848, N° 298.

Le 8 août 1848, le Ministre des travaux publics adressa aux Bureaux de l'Assemblée Nationale l'imprimé n° 298 concernant :

« La question de l'établissement d'une salle définitive pour les séances de l'Assemblée Nationale. »

Il faut distinguer dans ce document ce que le Ministre donne, en grande partie d'après les renseignements fournis par l'Architecte du Palais, — de ce que l'Architecte expose *lui-même*, de sa haute autorité, par l'intermédiaire ministériel, qui ne paraît être ici que l'obéissant serviteur d'une sorte de supérieur qu'il ne peut, ou ne veut pas contrarier.

On voit d'abord dans cet écrit que le Ministre s'est préoccupé des plaintes exprimées sur les défauts de sonorité de la Salle provisoire, ce qui d'ailleurs avait

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

été l'objet des incessantes réclamations des journaux de toutes nuances, échos naturels du Public et des Représentants; il fait part des mesures qu'il a prises pour arriver à l'établissement d'une Salle DÉFINITIVE. On a renoncé d'ailleurs au désir vivement manifesté d'une installation aux Tuileries, ce qui force à revenir à l'idée de laisser l'Assemblée Nationale dans l'Édifice qu'elle occupe ; et cela au moyen d'un *agrandissement* qu'on ferait subir à l'ancienne Chambre des Députés. Le Ministre croit devoir entrer dans quelques détails à l'appui de cette idée à laquelle il semble beaucoup tenir, bien que suggérée par celui qui y trouvait son intérêt particulier si contraire à l'intérêt général.

Trois architectes d'un talent remarquable à divers titres, Blouet, Thumeloup et Garnaud, avaient été chargés d'une étude à faire pour l'installation de l'Assemblée Nationale aux Tuileries, d'après un programme qui devait leur être donné, et qui a été demandé en vain à plusieurs reprises à l'Assemblée Nationale (12 juin et 23 juillet 1848) [1]. Le programme n'ayant donc pas été formulé, les Architectes désignés n'ont pu s'occuper utilement d'aucun travail à ce sujet, et conséquemment rien n'est arrivé au Ministre pour ce qui concerne les Tuileries.

Quant à l'*agrandissement* proposé de l'ancienne Salle des Députés, trois autres architectes avaient également été chargés d'en étudier « *les moyens d'exécution* » ; — termes assez vagues dans leur signification, comme on

1. Cette Assemblée Nationale, tout en contenant dans son sein quantité d'hommes très-supérieurs, ne pouvait guère trouver chez eux l'expérience et les qualités spéciales et indispensables pour rédiger un *programme* complet, contenant tous les problèmes à résoudre; ce n'était pas là son rôle; le programme n'aurait pu être étudié et bien posé que dans un concours sérieux, à la fois public et administratif.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

va le voir. Cette tâche était incombée à H. Labrouste, Léonce Reynaud et Jules De Joly : deux de ces Architectes, d'un talent hautement reconnu, l'un artiste éminent, ayant fait école et cherchant à sortir de l'ornière académique, l'autre à la fois artiste d'un grand mérite et savant ingénieur, ont émis, paraît-il, un avis favorable sur le projet proposé par M. De Joly, leur collègue. Ils en ont donc bénévolement endossé la responsabilité, ce qui n'a pas empêché ce projet de subir les nombreuses modifications qui lui ont été imposées par la Commission parlementaire qui m'avait consulté à ce sujet, et finalement d'être repoussé, après débats, à l'Assemblée Nationale, malgré tous les efforts imaginables tentés pendant dix-huit mois pour le faire réussir. On a eu alors un spectacle curieux. La lutte acharnée des Règles de l'architecture officielle, combattant pour ses Dieux Lares, contre des innovations étranges qui devaient être la perte assurée de tout Art académique, et qui ouvriraient la porte aux envahissements des progrès malsains ; qui enfin mettraient en question toutes ces *Règles* si bien établies dans les habitudes générales, si utiles et si favorables à ceux qui les pratiquent et en recueillent honneur et profits !... — *Struggle for Life.*

L'*agrandissement* de l'ancienne Salle des Députés s'opérerait, disait le Ministre, « au moyen de la démoli-» tion du mur sur lequel est adossé aujourd'hui le » Bureau du Président, ce qui permettrait de com-» prendre dans la Salle l'emplacement du couloir ou » corridor qui se trouve derrière ce mur. Il résulte des » plans et devis de M. De Joly, et des explications qu'il » y a jointes, que le local ainsi augmenté pourrait » facilement contenir 750 et même 900 places au moyen » de *quelques dispositions indiquées.* »

Le Ministre donne ici la preuve qu'il ne sait pas lire

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

un plan, ce qui peut arriver à d'illustres savants comme aux plus simples mortels : « Il résulte des plans de M. De Joly... que le local ainsi augmenté peut contenir 700 et même 900 places. » Le Ministre se contente ici des « *Explications* » que l'Architecte « *a jointes* » à ses plans et devis, explications verbales qu'il laisse ignorer du public et des Députés pour qu'on ne les réfute pas; il ne conteste en rien cette assertion curieuse, relative à la contenance de la Salle agrandie, qui *évidemment* est loin d'avoir une surface suffisante; mais il ne saurait avoir aucun doute à ce sujet, en présence de « l'*avis* favorable » de H. Labrouste et de M. Léonce Reynaud.

Il répète qu'il n'y a eu, en ce qui concerne les Tuileries, ni programme fourni, ni études sérieuses; il n'y a donc pas lieu de s'en occuper davantage, et il faut nécessairement s'en tenir au seul et unique projet de M. De Joly; néanmoins, « l'Assemblée Nationale voudra bien faire connaître le parti qu'elle adopte »; — ceci est passablement curieux : l'Assemblée Nationale devra choisir et se prononcer entre un projet qui n'existe pas et celui de l'Architecte du Palais! — « Je m'empresserai de m'y conformer, » ajoute le Ministre en terminant cette communication officielle pour ce qui le concerne, et il passe la parole à l'Architecte du Palais, qui s'exprime ainsi qu'il suit dans une lettre que le Ministre, aussi docile que ses prédécesseurs, joint à son exposé :

« Le 19 mai 1848, le Ministre des Travaux publics[1] » voulut bien m'inviter à étudier un projet pour l'agran- » dissement de la Salle définitive de l'Assemblée Natio- » nale. »

L'Assemblée n'a pas de Salle « *définitive* »; elle

1. M. le Dr Trélat, le même qui avait nommé son fils, l'ingénieur civil, architecte du Louvre, monument qu'il s'agissait alors de terminer.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

n'a qu'une Salle, qui est malheureusement trop bien connue, qui est déjà trop grande, malgré ses amoindrissements successifs : de quelle Salle veut-on parler dans cette épître au Ministre, épître faisant partie intégrante du document n° 298?... Du trop grand irrémédiable, on veut passer au trop petit qui ne l'est pas moins!

Le 9 juin suivant, nouvelle lettre du Ministre chargeant l'Architecte du Palais « de mettre la dernière » main à ce travail dans le plus court délai possible, et » de l'accompagner d'un devis général de la dépense. » Le 10 juin, j'avais déjà dressé les plans et les coupes de » ce projet, lorsqu'une Commission, dont je faisais » partie — curieux détail et déclaration naïve — fut » chargée d'examiner les dispositions que j'avais adop- » tées pour approprier au service des séances de l'As- » semblée Nationale l'ancienne Chambre des Députés. » — On voit enfin de quoi il s'agit. — « Cette Commis- » sion, ainsi que le constate son Rapport (?), fut d'avis » de l'adoption du projet qui lui fut soumis par moi ; » elle pensa même qu'on pouvait l'exécuter en char- » pente. » — Exécuter quoi? la démolition d'un grand pignon adossé au Bureau de la Présidence? L'abaissement général du sol?

« Depuis ce moment, et afin de ne pas entraîner l'ad- » ministration dans un travail provisoire qui eût occa- » sionné une dépense considérable et inutile, puisqu'il » eût fallu le détruire plus tard pour arriver à une con- » struction définitive, j'ai poursuivi sans relâche le tra- » vail qui m'avait été demandé, » — à moi, membre de la Commission, et non pas aux deux autres, qui n'avaient rien à faire que m'approuver. — « Je m'empresse, M. le Ministre, de vous l'adresser. »

La démolition d'un mur ne peut rien avoir de provi-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

soire, pas plus que l'abaissement d'un sol intérieur; le prolongement d'un arc doubleau ne demande pas plus de temps à exécuter d'une manière définitive que provisoire; où est donc l'économie d'une dépense « *considérable* » dans laquelle « *l'administration* » eût pu être entraînée si l'on n'était pas aussi clairvoyant et aussi bon expert?

« ... Il eût été fâcheux de ne pas trouver un moyen » facile et économique d'agrandir l'ancienne Salle des » séances de l'ex-Chambre (*sic*) des Députés. Heureuse- » ment ce problème n'a pas présenté toutes les diffi- » cultés qu'on pouvait craindre de rencontrer. » Nouveau Gusman, l'Architecte du Palais ne connaît pas d'obstacles!

« Cet agrandissement, ainsi que le démontre le pro- » jet, » — mais le projet *démontre* tout le contraire — « put s'opérer sans rien changer à la partie importante » de la Salle. » — La partie importante de la Salle, ce sont les colonnes, aux yeux de l'artiste; mais avec les colonnes, accompagnées de leur entablement et de leur soubassement, on laisse subsister tout ce qui constitue les défauts acoustiques et optiques de la Salle.

« Il suffit en effet de *détruire* le mur sur lequel est » adossé le bureau du Président, et de le reporter » — après l'avoir *détruit* — « sur l'alignement du mur qui forme un des côtés de la galerie précédant la Salle. » — La *destruction* n'effraye en rien l'auteur de l'œuvre architecturale, pourvu qu'il refasse après avoir défait, pour refaire ensuite, et bien qu'il ait horreur d'entraîner l'ADMINISTRATION dans aucune dépense inutile!

« Et de le reporter sur l'alignement du mur qui forme » un des côtés de la galerie précédant la Salle, » — sans tenir aucun compte des nombreux et sérieux inconvé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nients auxquels va donner lieu ce système de *destruction*.

« Par ce moyen, on obtient une surface convenable, » qui peut contenir facilement 750 places, nombre pro- » posé par le projet de Constitution, et même 900 au » besoin. »

Le Ministre, toujours essentiellement docile devant le Maître du Palais, s'est montré satisfait de toutes ces assertions ! Mais qu'appelle-t-on surface *convenable?* H. Labrouste et M. Léonce Reynaud s'en sont-ils rendu compte avant de donner leur avis favorable, constaté en leur rapport, ainsi que l'affirme le troisième membre de la commission, l'auteur du projet? C'est sans doute lui qui aura rédigé ce rapport dans sa propre affaire, si toutefois il a eu le Rapport !

Trois architectes avaient été chargés d'étudier les *moyens d'exécution;* mais on ne dit pas que, préalablement, l'Architecte De Joly, le futur membre de la commission, avait été chargé tout seul de dresser des plans dont lui, avant tout, avait « *adopté les dispositions* » : la mission des deux autres Architectes consistait donc à *étudier* seulement *les moyens d'exécution*, suivant l'expression contenue au document ministériel, ce qui atténue considérablement leur responsabilité relative à la surface *convenable*, qui, en réalité, est, de beaucoup, insuffisante. Et comme, en définitive, ils n'avaient été consultés que sur les *moyens d'exécution*, on a l'explication de cette phrase de la lettre de l'Architecte du Palais : « Cette commission fut d'avis de l'adoption du » projet *qui lui fut soumis* PAR MOI; *elle pensa même* » *qu'on pouvait* L'EXÉCUTER EN CHARPENTE. » H. Labrouste et M. Léonce Reynaud se sont contentés, paraît-il, de *penser* qu'on pouvait exécuter ce projet De Joly *en charpente!* Il n'y a très-probablement pas eu d'autre

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rapport à ce sujet que le passage de la lettre ci-dessus.

« J'ai étudié avec soin, M. le Ministre, toutes les par-» ties du projet que j'ai l'honneur de vous adresser, car » il s'agissait de conserver au monument que j'ai fait » construire en 1830 » — une des gloires dont la France m'est redevable, a-t-il dû ajouter mentalement — « son » caractère primitif et la nature de sa construction. »

Le caractère primitif se trouve passablement modifié par la démolition projetée et la déformation de l'enceinte, qui ne sera plus une réminiscence plus ou moins heureuse de théâtre antique que dans sa moitié conservée, dans sa colonnade circulaire, et très-peu antique du côté des modifications; quant à la nature de sa construction, la mutilation n'y change rien! Néanmoins l'Architecte De Joly oublie ici qu'il a l'intention, dont il va bientôt parler, de faire reposer sa colonnade en marbre sur un soubassement en bois (sculpté), au lieu du soubassement en marbre primitivement établi par lui, avec un goût alors passionné pour le marbre, ce qu'il consent à trouver aujourd'hui défectueux. Ce n'est pas là, suivant l'Architecte du Palais, changer la *nature* de la construction; nous avons cependant vu ci-dessus, combien il tenait aux marbres si artistement variés de natures et de couleurs!

« Cependant j'ai dû mettre à profit, dans la nouvelle » étude de cette Salle, les sérieuses observations qui » avaient pu être faites pendant les 18 années qui vien-» nent de s'écouler. » Ce n'est pas *pendant* qu'il fallait dire ici, mais bien *après* les 18 années qui viennent de s'écouler! car ce fut, pendant tout ce laps de temps, une admiration continue.

Voyons quelles ont été ces *observations sérieuses* qui ont *pu être faites*, sans que l'Architecte commissionné ose dire que ce soit par lui-même, sachant qu'elles sont

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dues à d'autres que lui et qu'il n'en eût pas été question, sans la déplorable Salle provisoire qu'il venait de faire construire, et qui a éveillé l'attention générale sur toute ces accumulations d'erreurs déplorables.

« J'ai dû me préoccuper de substituer aux revêtements » en marbre qui forment les appuis des places des Mi- » nistres et le soubassement des colonnes, des panneaux » de menuiserie sculptés. »

Que ne s'était-il *préoccupé*, dès le début, du vice qu'il allait créer avec ce luxe de matériaux qui seul le préoccupait alors et qu'il s'est plu à décrire *con amore* dans son grand ouvrage dédié à la Chambre des Députés? Il est bien entendu que cette préoccupation tardive de l'Architecte du Palais, ne modifie en rien la *nature de la construction!* Faire porter des colonnes en marbre sur des panneaux en bois qui remplacent un soubassement en marbre, ne constitue pas un changement dans la nature de la construction!...

Il a fallu 18 ans à l'Architecte De Joly pour comprendre que le marbre en soubassement circulaire dans le fond d'une Salle, est encore plus vicieux que le stuc; et que si la Salle dite des Cinq cents, qui avait la même forme, la même disposition à colonnes sur plan circulaire (car il a répété le même motif imité de l'antique) et qui occupait le même emplacement que la Salle actuelle, était assourdissante à cause de son soubassement en stuc et de sa voûte, le soubassement en marbre qu'on y a substitué, et la nouvelle voûte, quoique surbaissée, le sont au moins autant; et que si l'on avait été obligé de couvrir le soubassement primitif en stuc de draperies flottantes plus de 30 ans avant qu'il n'édifie, à si grands frais, la dernière Salle, la même obligation s'imposerait au soubassement en marbre, maladroitement substitué à celui en stuc. L'Architecte De Joly a vu,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

il a enlevé les draperies qui atténuaient la faute inconsciente de ses prédécesseurs, et il n'a rien compris au rôle qu'elles remplissaient, au grave défaut qu'elles corrigeaient. Il s'est imaginé qu'on avait disposé ce soubassement en stuc vert, à refends figurés au moyen de lamelles de bronze, pour se donner le plaisir de revêtir le tout d'une draperie tuyautée avec bordures et couronnes de feuillages brodés. Les 18 années d'expérience, quelque peu aidées de la lecture de l'opuscule récent qu'il avait sous les yeux et qui lui rappelait ce que tant de monde savait parfaitement, ont fini par faire comprendre le rôle des draperies à l'habile Architecte du Palais, qui viendra dire un jour, triomphalement, que je n'ai pas inventé les draperies, et qu'on les avait employées bien avant que je n'en parlasse! Ce qui est très-exact, puis qu'illes avait enlevées lui-même 18 ans auparavant, en démolissant la Salle des Cinq cents; et qu'elles existaient plus anciennement peut-être au grand Amphithéâtre du Muséum, où l'on entend toujours très-mal, nonobstant ce palliatif insuffisant.

« Des panneaux de menuiserie *sculptés* » ne dispenseront pas des draperies flottantes nécessaires sur un soubassement circulaire qui, sans ce revêtement moelleux, renverra au centre d'émission les sons des paroles qu'on y prononcera : tout se passe à peu près de la même manière avec du bois sculpté ou non sculpté qu'avec du marbre ou du stuc.

« L'isolement de la tribune avait paru chose désirable » à beaucoup de savants. » Ne dirait-on pas que ce « beaucoup de savants » sont des gens bien extraordinaires? Néanmoins il serait curieux de savoir les noms de ceux qu'on appelle ici *beaucoup de savants*, et surtout comment ils eussent expliqué cette « chose désirable » qui ne laisse pas que d'être une chose très-singulière!

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« Le cul de four dans lequel elle se trouve placée » dans le projet remédiera à cet inconvénient, d'autant » plus que la courbe de ce cul de four pourra être cal- » culée suivant les conditions favorables à l'Acoustique. » Le cul de four que j'adopte ici procurera aux savants l'avantage d'exercer leur savoir; ils pourront se livrer aux calculs que je leur demanderai à ce sujet! Ils devront me savoir gré de l'occasion que je leur fournirai de donner des preuves de leur talent de calculateurs!!

Il est utile de remarquer que la Tribune de l'Architecte De Joly n'est pas placée *dans* le cul-de-four, mais bien vers le centre de la courbe de cette grande niche. Tout le monde connaît le vice radical de cette disposition. Il serait curieux de savoir comment un calcul quelconque, réclamé ou toléré par les *règles* de l'Architecture, pourra changer les propriétés de cette niche et la rendre « *favorable à l'Acoustique* »; car il s'agit ici de donner un pouvoir *divergent* à une surface concave qui ne peut que faire *converger* les ondes sonores en un point déterminé et correspondant d'ailleurs au point d'émission; à moins qu'on ne prenne la parabole, qui entraîne l'obligation de placer au *foyer* le lieu de l'émission des ondes sonores, foyer qui est généralement assez près du sommet de la courbe; mais alors les rayons ne convergent plus, puisqu'ils sont parallèles à l'axe : dans ce cas la Tribune serait réellement placée *dans* le cul-de-four, suivant le prétendu désir exprimé par beaucoup de Savants; et il faudrait mettre la Présidence à la place habituelle de la Tribune! Tout cela n'est-il pas d'une pédantesque présomption?

« Sur cette partie importante, » (*sic*) — c'est sans doute de l'Acoustique qu'il s'agit ici — « lorsque le projet » sera en cours d'exécution, je prierai M. le Ministre de » vouloir bien appeler le concours des *hommes spé-*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

» *ciaux* qui se sont occupés plus particulièrement de ces » études. »

L'Architecte De Joly daigne reconnaître ici que *cette partie* est importante, même en présence des règles de l'Architecture, dont il est le représentant patenté avec garantie du gouvernement et de toutes les commissions imaginables! Lorsque les fautes qu'il doit commettre, au point de vue scientifique et sans qu'il s'en doute, en exécutant ses projets, seront en cours d'exécution, M. le Ministre *voudra bien* appeler « le concours des hommes » — dont la *spécialité* est de mettre ses inadvertances ingénues à l'abri de tout reproche; mais le *concours* des hommes *spéciaux* parviendra-t-il jamais à mettre d'accord les simples lois de l'Acoustique expérimentale avec les exigences des *règles* conventionnelles de l'Architecture et de toutes ses fantaisies? Si ces hommes *spéciaux* ne réussissent pas dans leurs calculs, ce sera leur faute et non la nôtre, car nous pensons à tout, et le Ministre aura fait, avec moi, ce qu'il devait faire!

« L'Assemblée Nationale renferme dans son sein des » hommes qui, plus que personne, pourront apporter de » grandes lumières sur cette Question. » — Toujours la question d'Acoustique; et qu'entend-on, que veut-on désigner par ce : « *plus que personne* »? — L'Architecte De Joly aurait bien dû faire connaître ces hommes « *plus aptes que personne* », et les inviter à faire connaître leurs « *grandes lumières* » sur cette question, et nous dire en quoi elles peuvent consister qui soit autre chose que ce qui est simple, connu et résumé dans mon travail sur l'Acoustiqueet l'Optique des Salles de réunion, travail qu'il a entre les mains. Il est regrettable, en outre, que ces hommes à « *grandes lumières* » ne se soient pas trouvés dans les autres réunions parlementaires depuis que l'Architecte De Joly fait et défait des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Salles provisoires et autres, pour les refaire ensuite, toujours avec le même entrain dont il a la spécialité, et aussi avec le même insuccès constant !

« ... Question traitée par les plus distingués Savants » (*sic*) de la capitale, tels que Cuvier, Arago, Pouillet, » Regnault, Savart, etc., lorsque J'AI FAIT construire » l'ancienne Salle des séances. »

Si cette question a été traitée par « *les plus distingués savants de la capitale* », pourquoi cette Salle que l'Architecte De Joly a fait construire en 1830 est-elle si peu réussie au point de vue de l'Acoustique et de l'Optique ? Pourquoi ces Savants ne se sont-ils pas opposés à ce qu'on établisse ces soubassements en marbre qu'on a mis dix-huit ans à trouver mauvais, et seulement après que j'ai eu appelé de nouveau l'attention de tout le monde sur ce sujet, ce qu'on avait fait d'ailleurs bien longtemps avant nous tous ? Puisse l'expérience de ces faits et les débats auxquels ils auront donné lieu, servir à ceux qui viennent après nous, surtout aux autorités ministérielles, si elles ne continuent pas à se laisser conduire par des personnages peut-être trop habiles pour le bon emploi des deniers publics !...

Et où sont les travaux particuliers de ces illustres Savants concernant les applications spéciales des Lois de l'Acoustique à l'Art architectural ?... F. Savart, mon maître, m'a toujours dit qu'on ne l'avait jamais interrogé sérieusement, ni même écouté, et il voyait avec intérêt les efforts que je faisais pour arriver à une solution pratique de ces questions.

« Vous pouvez être certain, M. le Ministre, que je me » ferai un plaisir (*sic*) et un devoir de me conformer à » tout ce qui paraîtra bon et convenable aux Savants » que vous voudrez bien indiquer, lorsqu'il s'agira de » la construction de la nouvelle Salle. »

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« Je me ferai un *plaisir* et un devoir de me conformer... » Plaisir et devoir seront toujours sans résultat utile, pour cette raison que ce qui paraît bon et convenable aux simples Savants arrive toujours trop tard quand on est en train de construire : ce n'est pas alors qu'il faut avoir recours aux Savants que le Ministre « *voudra bien indiquer* », mais bien au moment où l'on se prépare à dresser des projets ; c'est alors que le programme des Savants peut être utile, si toutefois on parvient jamais à l'imposer sérieusement aux Architectes, et à le leur faire comprendre ; c'est là peut être un fait qu'on sera bien longtemps encore à pouvoir réaliser !

« Je crois devoir vous informer, M. le Ministre, que » le travail que j'ai l'honneur de vous soumettre est » d'une exécution facile, et peut être terminé dans un » délai très-court. » La mutilation d'une œuvre de quatre millions de francs ne m'arrête pas plus dans l'exécution de mes projets que les grandes lumières des plus distingués Savants de la Capitale dont j'ai su ne jamais tenir compte ! Ce qu'il y a de plus important dans la question, c'est l'ordre de commencer mes travaux, quels qu'ils soient, le plus promptement possible, condition nécessaire pour qu'ils puissent être « terminés dans un délai très-court !... »

Tel est le premier document authentique relatif aux vicissitudes éprouvées par les Projets ayant pour but d'obtenir une installation convenable de l'Assemblée Nationale de 1848, but que je poursuivais également en soumettant au public et en offrant gratuitement aux autorités compétentes, le résumé de mes études à ce sujet, tout incomplètes qu'elles devaient être, tant qu'elles n'auraient été l'objet d'aucune tentative expérimentale intelligemment dirigée.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE IV.

COMMISSION PARLEMENTAIRE.

Relations officielles et officieuses.

L'envoi officiel, par le Ministre, des plans de l'Architecte De Joly aux bureaux de l'Assemblée Nationale donna lieu immédiatement à la nomination d'une Commission chargée d'examiner la question relative à l'établissement d'une Salle DÉFINITIVE pour les séances de l'Assemblée Nationale [1].

Le *citoyen* Bureaux de Pusy faisait partie de cette Commission, et il était en outre l'un des Questeurs de l'Assemblée Nationale; il habitait, à ce titre, le Palais Bourbon, ainsi que l'Architecte dudit Palais, qui y jouissait, en cette qualité, d'un domicile à perpétuité [2]. Tous

1. Cette commission était composé des citoyens Baudelot, Bavoux, Bureaux de Pusy, Buvignier, David (d'Angers), Delaporte, Dumarçay, Havin, Laboissière (Paul), Laidet, Laussedat, de Panat, Thomas (Clément), Walferdin.

2. Les monuments publics qui comportent des locaux pour logements divers, en fournissent gratuitement aux architectes chargés des travaux qui s'y exécutent. Leur présence permanente y est souvent utile.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

deux, voisins l'un de l'autre, étaient donc là chez eux, l'un durant sa questure, l'autre à tout jamais. Lorsque l'on remplit une fonction temporaire, il est bien naturel qu'on ne néglige rien pour la rendre à vie ; et s'il y a occasion alors de la transmettre héréditairement, on ne manque pas de la saisir ; on imite en cela les Consuls et les Présidents de République. Il y a des fonctions dans certaines professions qui se prêtent merveilleusement à ces transmissions ; telles sont celles d'Architectes qui peuvent se repasser de père en fils, mais pas toujours au profit incontestable de la Science et de l'Art.

M. Savart m'engagea à voir le Questeur Bureaux de Pusy, en lui portant mon travail ; il me donna pour lui le mot suivant :

« M. Lachèz, Architecte, désire entretenir M. Bureaux » de Pusy d'un projet de Salle d'Assemblée constituante » conçue par lui. Ce projet m'a semblé digne d'une at- » tention particulière, en ce sens qu'il s'appuie sur des » données scientifiques qui, jusqu'à présent, n'ont pas » été prises en sérieuse considération.

« En priant M. Bureaux de Pusy de donner quelques » instants à l'examen de cet objet, je n'oublie pas que » mon seul titre à être écouté est d'avoir servi dans un » corps dont M. Bureaux de Pusy a fait longtemps partie.

» Salut et respect.

» SAVART. »

Passy, le 17 août 1848.

Je remis avec cette lettre mon travail entier à M. le Questeur, et le 23 août suivant je reçus de M. le général Laidet, représentant des Basses-Alpes, la lettre que voici :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« Monsieur,

« Les membres de la Commission chargée de l'examen » du projet de décret relatif à l'installation définitive de » l'Assemblée Nationale ont lu avec intérêt la brochure » que vous leur avez envoyée [1]. Ils ont conçu le désir » de vous consulter et de vous entendre sur la grave » question qu'ils ont à étudier.

» La Commission se rassemble vendredi matin 25 du » courant, à 9 heures du matin, galerie G, salle n° 27, et, » si vous voulez vous réunir à elle, elle entendra vos » communications avec intérêt.

» Agréez, je vous prie, Monsieur, l'expression de ma » considération distinguée.

» Le Président de la Commission,
» Gal LAIDET. »

M'étant rendu à l'invitation que j'avais reçue, sans l'avoir sollicitée autrement que par la communication de mon travail, MM. les membres de la Commission étalèrent sous mes yeux une série de plans, accompagnés de devis, qui avaient été dressés par l'Architecte du Palais, — l'auteur de la Salle provisoire — pour approprier l'ancienne salle des Députés aux besoins d'une Assemblée beaucoup plus nombreuse. Je signalai de suite aux membres de la Commission, et à leur grande satisfaction, me parut-il, tout ce qui me semblait défectueux à première vue; et comme il m'était difficile de me prononcer sur beaucoup de points sans avoir revu et visité les lieux que je ne connaissais pas suffisamment, ma critique se borna à des doutes exprimés sur l'efficacité des plans, plutôt qu'à des affirma-

1. Tous les membres de l'Assemblée Nationale l'avaient reçue.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tions sur leur peu de chance de réussite, et je me retirai sur ces simples observations, qui firent sur les membres de la Commission leur effet naturel ; ils semblaient avoir parfaitement compris ce que je leur disais.

Trois jours après, à la date du 28 août 1848, je reçus du Président de la Commission la deuxième lettre que voici :

« Monsieur,

» Vous avez exprimé, vendredi matin, dans le sein de » la Commission chargée de l'installation définitive de » l'Assemblée Nationale, le désir d'examiner les loca- » lités, avant de vous prononcer sur la possibilité d'a- » dapter aux séances de l'Assemblée Nationale le local » de l'ancienne Chambre des Députés.

» Notre collègue, M. Bureaux de Pusy, Questeur de » l'Assemblée, et Membre de la Commission, vous don- » nera les moyens de procéder, sur les lieux, à cet » examen, dont nous désirons connaître le résultat.

» La Commission ne demande qu'à connaître votre » opinion sur la possibilité d'exécution dans des condi- » tions convenables, et il est bien entendu qu'il ne s'agit » pas de plans et qu'elle ne prend, par ces communi- » cations, aucune espèce d'engagement pour l'avenir [1].

» Agréez, je vous prie, Monsieur, l'expression de ma » considération distinguée.

» Le Président de la Commission,
» Gal Fortuné de Laidet. »

1. La Commission ne voulait pas se compromettre en me demandant un travail à titre onéreux ; il ne lui fallait que des renseignements officieux et gratuits ; elle entendait en profiter comme bon lui semblerait. On verra par la suite ce qu'elle a jugé à propos de faire de ma personne et de mes renseignements !

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Je me rendis la semaine suivante chez M. le Questeur, qui semblait fort aise de pouvoir obtenir des documents utiles pour éclairer la question dont la Commission était saisie; aussi, pour les compléter, se montra-t-il fort gracieux dès le début de ces relations qui ne devaient durer que juste le temps d'obtenir les renseignements qu'il désirait. Il s'empressa de me remettre un billet ainsi conçu :

« Laissez pénétrer dans l'ancienne Salle des séances » M. Lachèz, Architecte, pour affaires de service.

» Paris, le 5 septembre 1848.

» BUREAUX DE PUSY, Questeur. »

A gauche de la signature se trouve un timbre humide de forme elliptique portant : ASSEMBLÉE NATIONALE. — QUESTURE.

Muni de cet ordre, je pus pénétrer dans l'*ancienne Salle* des Députés; je pris des notes sur place, et, pour m'éviter la peine de relever certaines mesures peu accessibles, je manifestai le désir de consulter les archives de la bibliothèque. Je reçus huit jours après un autre billet sur lequel était écrit ce qui suit :

« J'invite Monsieur le Bibliothécaire à autoriser M. La- » chèz, Architecte, porteur de ce billet, à examiner l'ou- » vrage publié par M. De Joly, sur le Palais de l'Assem- » blée Nationale.

» Paris, le 13 septembre 1848. »

» BUREAUX DE PUSY, Questeur. »

On voit, dans tout ceci, que j'ai offert bénévolement mon travail, et qu'on m'a mis personnellement en réquisition gracieuse, à titre purement gratuit, bien que

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. le Questeur, ancien officier du génie, m'ait introduit dans la place pour « *affaires de service* ». On verra par la suite ce que m'a valu ce dévouement désintéressé au bien public, et combien il est peu encourageant de faire des études utiles et indispensables pour satisfaire à tant de besoins. Je n'ai pu tirer aucun parti de ces études, mais ce qu'il y a de plus regrettable, c'est que personne, jusqu'à ce jour, n'a su en faire profiter le Public, qui attend toujours qu'on satisfasse aux besoins qu'il éprouve de bien entendre et de bien voir dans les Salles qu'on édifie pour son usage et à si grands frais, selon les *règles* de l'Architecture, mais en ne tenant aucun compte des exigences imposées par les plus simples lois de la physique expérimentale.

La Commission désirait donc obtenir de moi un travail sérieux sur un projet dressé dans le but d'obtenir une meilleure installation, ce qui entrait pour beaucoup dans les préoccupations du Public et de tous les Membres de l'Assemblée Nationale. Je me suis livré à ce nouveau travail que je transcris ci-après tel qu'il a été remis à MM. les Membres de la Commission.

J'avais la hardiesse inouïe de m'attaquer à un chef d'emploi dans l'Architecture monumentale, qui jouissait d'une réputation incontestée; je n'avais heureusement rien à y perdre, mais j'y ai gagné des horions, comme on le verra par la suite.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

DÉFAUTS ACOUSTIQUES ET OPTIQUES

DE L'ANCIENNE SALLE DES DÉPUTÉS DEVANT ÊTRE APPROPRIÉE AUX BESOINS D'UNE ASSEMBLÉE NATIONALE DE NEUF CENTS MEMBRES.

NOTE

REMISE A CE SUJET ET SUR LEUR DEMANDE PAR M. TH. LACHÈZ, ARCHITECTE, A MM. LES MEMBRES DE LA COMMISSION CHARGÉE D'EXAMINER

LA QUESTION

CONCERNANT L'ÉTABLISSEMENT D'UNE SALLE DÉFINITIVE POUR LES SÉANCES DE L'ASSEMBLÉE NATIONALE (1848).

« La Salle de l'ancienne Chambre des Députés est SONORE; c'est, contrairement aux idées reçues, son défaut capital.

» La sonorité intempestive de cette Salle est due : à la masse d'air énorme qui se trouve au-dessus de la Tribune et des espaces latéraux; à la forme demi-circulaire du vaisseau; aux revêtements en marbre de toutes les parois, indistinctement, de l'intérieur; enfin à la voûte surbaissée qui recouvre l'enceinte; mais la Salle n'étant pas immense, ces inconvénients acoustiques ne sont pas très-grands.

» Cependant, on peut affirmer une chose, c'est que si la Salle n'est pas précisément mauvaise, on ne peut pas dire qu'elle soit bonne, et la donner comme exemple à suivre.

» La masse d'air inutile fatigue les orateurs dans ce sens qu'il faut plus d'efforts pour ébranler un immense cube d'air que pour en ébranler un plus restreint.

» L'Orateur étant placé vers le centre du demi-cercle

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

formant le fond de la Salle, et vers l'un des centres qui appartiennent à la voûte, la forme générale demi-circulaire et la voûte ont pour conséquence forcée de faire revenir à lui les ondes sonores, surtout celles qui sont réfléchies par la paroi du soubassement en marbre. La partie basse de la voûte, au-dessus de l'entablement des colonnes, renvoie également vers l'Orateur une partie des ondes réfléchies; l'autre partie de ces mêmes ondes converge vers un foyer de concentration différent qui devient un centre bruyant. L'orateur est étourdi du bruit qui lui revient, c'est-à-dire de la nouvelle origine d'ébranlement sonore créée à la place qu'il occupe, et qui est due à la masse des ondes qui convergent dans ce lieu; il est forcé, dans ce cas, pour dominer cette sorte de contre-basse intempestive, de prendre une voix aiguë, peu naturelle et qui le fatigue promptement. Les voix naturellement graves et de poitrine sont celles qui font éprouver cet inconvénient de la manière la plus remarquable.

» La forme demi-circulaire et la voûte ont donc, pour conséquence naturelle de leur forme, le grave inconvénient de créer en certains points des centres ou foyers de convergence où viennent aboutir les ondes réfléchies; l'effet naturel de ces concentrations est d'y créer de nouveaux sons qui ne sont pas des échos distincts, mais simplement des résonnances très-bruyantes, qui couvrent malencontreusement la voix des Orateurs et l'empêchent d'être claire et nette.

» Avec ces défauts très-sensibles pour un observateur quelque peu attentif, cette Salle, nous le répétons, n'est cependant pas très-mauvaise, parce qu'elle n'est pas d'une grande dimension [1].

1. Cette première partie de la NOTE, comprenant l'analyse critique

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

» Mais les importantes modifications qu'on se propose de faire subir à cette *ancienne Salle*[1] pour la convertir en vaste Salle d'Assemblée constituante, en feront une très-mauvaise enceinte sous le rapport acoustique.

» En effet, l'espace augmentant, l'inconvénient dû au cube d'air inutile sera plus grand; il audra plus de fatigue pour en ébranler la masse, et cette masse ébranlée sera plus sonore, plus bruyante, et bien plus nuisible à l'intelligibilité de la parole.

» La voûte étant forcément prolongée, à toute hauteur, en raccordement plus ou moins cylindrique pour couvrir l'espace additionnel pris aux dépens du couloir de service, ses inconvénients naturels seront aggravés d'autant, car il en résultera de nouvelles concentrations d'ondes sonores, de nouveaux foyers d'autant plus bruyants qu'il faudra plus d'efforts de la part des Orateurs pour se faire entendre.

» Puis, le sol de la Salle sera abaissé de 1 mètre environ, ce qui augmentera encore d'autant la masse d'air inutile.

» Tous les défauts actuellement existants deviendront alors des vices insupportables; et d'une Salle médiocre,

de ce qu'on appelle l'*ancienne Salle* des Députés, note soumise en 1848 à la Commission de l'Assemblée Nationale, peut encore aujourd'hui être reconnue exacte sur place, au Palais-Bourbon, attendu qu'il n'a été donné aucune suite, comme nous le verrons ci-après, aux projets élaborés par l'Architecte du Palais, conjointement avec le Rapporteur de la Commission*. Nous donnons ci-après la figure du projet qui a été distribué par l'Architecte du Palais à tous les membres de l'Assemblée Nationale; ce croquis est nécessaire pour l'intelligence de ce qui va suivre, contenant la suite de la NOTE remise à la Commission. (Voy. fig. 114.)

1. Elle avait seize ans d'existence; son inauguration remonte à 1832.

* La Salle a été modifiée en 1871 dans la disposition de ses banquettes, ce que j'ignorais; nous y reviendrons ultérieurement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

on aura fait, avec une dépense plus considérable qu'on ne le pense, une Salle plus mauvaise que la Salle provisoire actuelle, qui est si défectueuse!

» Mais l'un des résultats les plus fâcheux sera incontestablement dû au petit hémicycle dans lequel on a placé la Tribune et la Présidence. L'Orateur, qui en occupe à peu près le centre, y sera positivement étourdi. La partie cylindrique et la partie sphérique de cette grande niche auront deux centres de réunion des ondes sonores dont la conséquence sera de produire des bruits confus et d'intensités différentes.

» On a cru devoir, dans ce projet, — « *se préoccuper de* » *substituer aux revêtements en marbre qui forment les* » *appuis des places de ministres, et le soubassement des* » *colonnes, des panneaux de menuiserie sculptés*[1]. »

» Les soubassements et appuis en bois — même sculpté — qui doivent remplacer les soubassements et les revêtements en marbre ne détruiront nullement les réflexions sonores intempestives; mais ils en changeront la nature; le timbre des sons émis sera simplement modifié, et d'une manière plus ou moins désagréable, car les réflexions ne seront pas détruites par ce genre de modification artistique, décoratif, qui est certainement plus dispendieux qu'utile à l'Acoustique.

» Les colonnes en marbre ne réfléchissent pas les sons comme une surface continue et cylindrique; mais elles les réfléchissent en les brisant, en leur donnant une autre forme; et alors la réflexion au lieu d'être une, est multiple. Il est évident, en effet, que lorsqu'il n'y a pas destruction complète de l'onde directe, l'onde doit

1. Lettre de l'Architecte du Palais à M. le Ministre des Travaux publics, 22 juillet 1848, imprimé de la Chambre portant le n° 298.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

se réfléchir nécessairement, en faisant avec les surfaces réfléchissantes des angles de réflexion égaux aux angles d'incidence. Dans le cas actuel, la réflexion sera morcelée, divisée, déformée; mais toutes ces divisions réunies équivaudront à bien peu près, à une réflexion intégrale. Or, les réflexions, à distance, étant toujours nuisibles à la parole, celles qui sont dues à la présence des colonnes placées au pourtour de l'enceinte le seront encore davantage lorsque les parois de la Salle seront plus éloignées du centre d'ébranlement sonore. Donc les soubassements en marbre ou en bois et les colonnes en marbre seront d'un effet bien plus nuisible dans l'enceinte agrandie que dans l'état actuel de cette Salle.

» La disposition des banquettes actuellement établies sur la surface entière d'un demi-cercle, sauf une partie centrale laissée libre, donne des places latérales très-mauvaises où l'on entend mal l'Orateur, qui alors est vu plus ou moins de profil.

» Dans la disposition du nouveau projet, les banquettes seront établies sur une surface en fer à cheval, ce qui augmentera le nombre des places latérales, et ce qui forcera les deux tiers des Auditeurs à se tenir obliquement à la Tribune ou à tourner plus ou moins la tête et le corps pour apercevoir l'Orateur, qui d'ailleurs, comme chacun le sait, s'entend toujours mieux de face que latéralement. Ce moyen supprime aussi les banquettes devant l'Orateur, dans l'espace central, le plus précieux pour voir et entendre. En outre, les banquettes dans le centre se trouvent tellement rapprochées, qu'un grand nombre d'Auditeurs seront face à face et à une très-petite distance les uns des autres.

» On ne comprend pas comment — *l'isolement de la Tribune ait pu paraître désirable à beaucoup de sa-*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vants [1] — quand on sait au contraire que l'adossement d'une Tribune à des parois dures et réfléchissantes aurait pour conséquence naturelle de renforcer, légèrement il est vrai, les sons émis par la voix parlante.

« *Le cul-de four dans lequel se trouve placée la Tribune dans le nouveau projet doit remédier*, — dit-on, — *à l'inconvénient qui résulterait du non-isolement de la Tribune;* » — mais nous ne voyons pas en quoi et comment la Tribune pourra être isolée dans ce cul-de-four, — « *dont la courbe* » —, ajoute l'auteur du projet, — « *pourra être calculée suivant les conditions favorables à l'Acoustique* ».

» On semble oublier ici que, quelle que soit la courbe de cet hémicycle, elle ne peut réfléchir les sons que normalement à la surface qu'elle engendre ; cette surface étant concave, à la fois cylindrique et sphérique, elle ne peut réfléchir les sons qu'en faisant converger les ondes vers des points de concentration, foyers plus ou moins puissants d'où repartent incessamment des mouvements ondulatoires comme de nouveaux centres d'ébranlement sonore, ce qui donne naissance aux résonnances les plus pernicieuses.

» En résumé, d'une Salle à peu près bonne, qu'on pourrait conserver comme œuvre d'art, comme terme de comparaison, et pour des réunions proportionnées à sa capacité actuelle, on ferait, en exécutant le nouveau projet, une Salle très-mauvaise sous les rapports de l'Acoustique et de l'Optique. Car l'Auditoire y serait mal groupé, mal éclairé, puisque la Salle actuelle ne reçoit déjà pas assez de lumière [2] ; et il se trouverait

1. Même lettre de l'Architecte du Palais à M. le Ministre des Travaux publics.

2. Reconnaissant la justesse de cette observation quinze mois plus tard, le citoyen Chaper dit dans un Rapport : « L'ancienne

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans une enceinte par trop résonnante. On perdrait en outre un couloir très-utile, le seul qui existe pour les dégagements actuels; et pour comble d'inconvénients, par suite de la suppression de ce couloir, la Salle des conférences et celle des Pas perdus communiquant directement avec la Salle des séances, on entendrait dans cette Salle ce qui se passerait dans les deux autres, et réciproquement. Le salon du centre serait en grande partie supprimé, puisqu'il se trouverait envahi par l'hémicycle de la Présidence.

» A la fin des travaux, il serait d'ailleurs facile de voir que la dépense équivaudrait, malgré les devis primitifs, à bien peu près, à celle d'une Salle entièrement neuve. Ces modifications si importantes, si capitales, demanderaient en outre plus d'une année pour être entièrement exécutées. »

C'est ainsi que j'ai répondu officieusement à la Commission parlementaire dont les Membres qui la composaient avaient « *lu avec intérêt la brochure que je leur avais envoyée.* » C'est ainsi que j'ai satisfait « — *au* » *désir qu'ils avaient de me consulter et de m'entendre sur la grave question qu'ils avaient à étudier* », c'est-à-dire sur la « *possibilité d'adapter aux séances de* » *l'Assemblée Nationale* (de 1848) *le local de l'an-* » *cienne Chambre des Députés* ». — C'est ainsi que je leur ai fait — « *connaître mon opinion sur la possibi-* » *lité d'exécuter* les projets soumis par l'Architecte du » Palais, *dans des conditions convenables* ». C'est ainsi enfin que j'ai répondu à toutes les demandes écrites qui m'ont été adressées, après avoir été entendu dans une

» Salle manque de lumière; on y voit mal, même dans les plus » beaux jours de l'été. » 12 décembre 1849 — n° 611, page 4.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

réunion officielle à laquelle j'avais été convoqué par son Président.

J'ai remis à la Commission de l'Assemblée Nationale une certaine quantité d'exemplaires autographiés de cette consultation écrite, afin que chacun pût la méditer et la contrôler à loisir. Je ne sais si la Commission a été satisfaite ou non de ce document réclamé par elle à titre gratuit de ma part; toujours est-il qu'elle ne m'a plus fait l'honneur de s'occuper de ma personne; mais ce qu'il y a de positif, c'est que le livre d'abord, et la simple NOTE officieuse ensuite, n'ont pas été sans influence sur les différentes modifications survenues dans les projets de l'Architecte du Palais, sur les résolutions subséquentes et définitives qui ont été prises par les Représentants, au sujet de la translation de l'Assemblée Nationale dans la Salle de l'ancienne Chambre des Députés. Cette Salle a demandé quatre années à construire. On y a successivement dépensé près de cinq millions, et telle qu'elle est, il m'est permis de dire qu'on me doit la conservation de son existence, alors si fort compromise, et qu'en arrêtant l'exécution de mauvais projets, j'ai, du même coup, soustrait l'auteur de cette Salle, nouveau Saturne, au déplaisir de dévorer son enfant[1].

Mais si l'Architecte du Palais veut bien que l'on adopte tout ce qu'il décide dans sa haute sagesse; s'il consent à faire approuver ses plans par toute espèce de Commissions qu'il sait mener comme bon lui semble, Architectes, Savants et Représentants, qui tous, devant lui, opinent du bonnet, il n'entend pas qu'on se permette d'introduire, à quelque titre que ce soit, n'importe qui

1. Je répète ici que cette Salle a été modifiée en 1871 par l'architecte De Joly fils, en ce qui concerne la disposition des banquettes; nous examinerons ultérieurement cette modification obstinée et déplorable!

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sur le Domaine qui lui appartient, et qu'il laissera intact à son héritier, surtout lorsque l'intrus n'a pas, comme lui, le mérite d'avoir construit l'un des grands Monuments de la Capitale ayant coûté cinq millions, édifice qui a toujours été l'objet de la plus haute estime et d'une admiration universelle, avant, pendant et après son édification. Il a su faire comprendre cette haute position aux Membres de la Commission, et les ramener dans la voie qu'ils n'auraient pas dû quitter sans son autorisation, en se montrant individuellement à l'avenir aussi dociles et unanimes que les Membres de toutes les Commissions qui étaient passés devant lui depuis vingt ans. « L'Assemblée Nationale renferme dans son » sein des hommes qui, plus que personne, pourront » apporter de grandes lumières » sur toutes les questions qu'il s'agit de résoudre, et cela suffit; qu'il ne soit donc plus question d'aucune espèce d'intrusion dans mon Palais; et ainsi fut fait : *Sit pro ratione voluntas!* La Commission Parlementaire s'est humblement soumise au très-habile artiste qui voulait conserver son empire et sa dynastie; il avait cela de commun avec bien d'autres personnages qu'on a vus et qu'on verra toujours agir ainsi qu'il l'a fait.

Je ne puis m'empêcher de faire remarquer ici que l'Architecte Jules De Joly savait pertinemment que j'étais le seul architecte qui ait étudié l'Acoustique au point de vue architectural; que j'étais d'ailleurs, comme lui, Fondateur de la Société centrale des Architectes; que j'avais été attaché utilement aux travaux publics un certain nombre d'années; il devait se rappeler que j'avais été son co-expert dans une affaire importante qui nous a tenus dix jours en voyage, loin de Paris; que nous dessinions ensemble, à cette époque, le Puits de Moïse, à Dijon, en septembre 1838, dix ans avant l'apparition de la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fameuse Salle provisoire; il savait que j'avais vécu huit années avec F. Savart, au Collége de France, pendant que j'étais attaché aux travaux de reconstruction de cet établissement public, et autant après avec N. Savart, le frère, après la mort du premier; que j'avais été antérieurement en relations quotidiennes avec F. Arago, pendant que je conduisais, *presque seul*, les travaux importants de l'Observatoire de Paris, en 1832, que j'étais connu de Foucault, de Regnault, de Pouillet, etc; et que s'il avait voulu simplement me consulter, au lieu de chercher à s'approprier maladroitement le fruit de mon travail, je ne me serais pas refusé à lui fournir tous les renseignements nécessaires pour éviter les fautes nombreuses qu'il n'a cessé de commettre, au point de vue optique et acoustique. Son intérêt, l'intérêt général et le mien eussent tous gagné à une entente cordiale et conciencieuse qui n'était pas, à ce qu'il paraît, dans son caractère, et ce qui est certainement regrettable pour tout le monde.

OPINION DE FOUCAULT
SUR LA QUESTION DES PRINCIPES QUI PRÉCÈDENT

Bien que l'article que je rapporte ci-après soit par trop élogieux pour ma personne, je ne puis résister au désir de le mettre sous les yeux du lecteur; il est de Foucault, qui l'a rédigé pour le *Journal des Débats*, où il se trouve en première page, à la date du mardi 13 février 1849.

« Il est bien reconnu maintenant que la Salle provi-
» soire affectée aux réunions de l'Assemblée Nationale
» présente dans sa construction des vices qui la rendent
» impropre à sa destination. En lui donnant une grande
» étendue, on a satisfait au premier de tous les besoins,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

» à celui de contenir à l'aise les quinze cents personnes » qui s'y réunissent chaque jour; mais en même temps » on a établi une telle distance entre l'Orateur et l'Audi- » toire qu'ils sont devenus pour ainsi dire étrangers l'un » à l'autre. Un Orateur ne peut entrer en relation facile » avec une Assemblée placée à la distance moyenne de » trente et quelques mètres. Nos organes n'ont qu'une » puissance limitée avec laquelle il faut compter : c'est » ce qu'on n'a pas fait en donnant à la Salle actuelle la » forme d'un carré long.

» Entravée dans ses délibérations par ces obstacles » matériels, l'Assemblée a senti qu'il fallait en triompher » dans un avenir assez prochain; ainsi se trouve mis à » l'ordre du jour ce problème jusqu'ici à peu près com- » plétement négligé : Rassembler dans une même e n- » ceinte de sept à neuf cents personnes, et, sans les » mettre à la gêne, assurer à chacune d'elles la facilité » de voir et d'entendre.

» Il ne semble pas facile de satisfaire à la fois à des » conditions que l'on serait tenté de croire incompa- » tibles; mais la science possède des ressources encore » peu connues des hommes de l'Art, et pour s'en » assurer il faut lire l'excellente brochure que vient de » publier, fort à propos, un homme chez lequel la mo- » destie et le savoir n'excluent pas le talent.

» Élève du Physicien Savart en même temps qu'Ar- » chitecte, M. Th. Lachèz a exposé dans son *Acoustique* » *et Optique des Salles de réunions publiques* les » règles à suivre pour économiser le volume d'air que » l'Orateur doit mettre en vibration; pour favoriser la » transmission directe des sons articulés et amortir les » ondes réfléchies; pour disposer en étage, sur une sur- » face courbe, tous ces visages tournés vers la Tri- » bune, sorte de point de mire d'où le regard rayonne

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

» à son tour en s'épanouissant sur tout à la fois [1].

» Quoi qu'on fasse, il sera bien difficile de donner à » l'ancienne Chambre des Députés, vers laquelle on tend » à revenir, toutes les qualités qui lui manquent. Peut- » être faudra-t-il, comme l'indique M. Lachèz, construire » de toutes pièces un nouvel édifice approprié aux » besoins actuels. On se garderait bien alors de l'asseoir » sur des fondements inébranlables; on en ferait ma- » tière à expérience; on se réserverait la faculté d'ex- » hausser les plafonds, de déplacer les parois, de sup- » primer des ouvertures et d'en percer de nouvelles; et » par des tâtonnements sagement dirigés, on arriverait » à créer dans sa forme définitive la Salle la plus » propre aux Délibérations publiques.

» Sous peu de jours, la Chambre devra se prononcer. » Nous devions lui soumettre ces considérations; peut- » être que son vote montrera qu'elles n'étaient pas sans » importance. »

La Chambre n'a pas adopté cette idée d'essais indispensables aux études, et AUX TATONNEMENTS SAGEMENT DIRIGÉS, suivant l'heureuse expression de Foucault; elle a purement et simplement rejeté, après de très-longs débats, tous les projets présentés par l'architecte du Palais et adoptés par toutes les Commissions qui lui donnaient leur appui. C'est ce que nous allons voir dans les chapitres suivants.

1. M. Bureaux de Pusy, Rapporteur à l'Assemblée Nationale, en défendant les projets de l'architecte du Palais, a prétendu, à la Tribune, que c'était là une invention *vieille comme les rues*. Elle n'est malheureusement pas encore en usage, et son absence se fait partout sentir, surtout dans les Salles d'une très-grande importance.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE V

UNE SALLE DÉFINITIVE ET SA COMMISSION PARLEMENTAIRE.

PREMIÈRE PARTIE. — UN PIGNON CONCAVE ET LES BANQUETTES DÉVELOPPÉES SUR UN GRAND RAYON.

Pendant les quatre mois qui ont suivi la remise de ma NOTE aux Membres de la Commission chargée d'examiner « *la Question relative à l'établissement d'une Salle définitive pour les séances de l'Assemblée Nationale* », non-seulement je n'ai plus été appelé, ni consulté, ni simplement remercié pour mon dérangement et les efforts que j'avais faits dans le but de répondre à la confiance dont m'avait honoré la Commission, mais on s'est arrangé de manière à tenir ma personne complétement à l'écart, sans se priver de faire usage des remarques que j'avais soumises et des indications que j'avais données ; ce qui donne, en définitive, à ces remarques et à ces indications plus d'importance et de valeur que je n'aurais pu le croire.

Le 17 janvier 1849, le Rapporteur déposa son travail sur la QUESTION [1] ; on y lit ce qui suit :

1. RAPPORT fait au nom de la Commission chargée d'examiner

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« ... Pour remplir dignement » (le Rapporteur le prend de haut, mais que signifie ici le mot *dignement?...*) « Pour remplir dignement notre mission, nous avons » fait appel aux hommes les plus compétents. Leur con- » cours ne nous a pas manqué, et nous croyons donner » une grande autorité à nos propositions, en déclarant » qu'elles sont d'accord avec les idées émises par des Archi- » tectes, tels que M. Fontaine et MM. les Membres du » conseil des bâtiments civils, et par d'illustres Savants » appartenant à l'Académie des Sciences. Nous sommes » heureux de consigner ici l'expression de notre recon- » naissance pour un concours si éclairé, accordé avec une » obligeance et un zèle qui en augmentent encore le » prix. »

Quelles sont les idées émises par M. Fontaine, alors le vétéran des Architectes de la Couronne; et par MM. Caristie, Grillon, Biet, Leclerc, Gourlier, Debret et Blouet, Membres du Conseil des bâtiments civils, dont on ne cite pas les noms? Je les ai connus tous particulièrement, et je sais qu'aucun d'eux n'avait fait la moindre étude spéciale des Lois de l'Acoustique et de l'Optique appliquées aux constructions architecturales; jamais aucun d'eux n'avait abordé ces questions, pas plus au point de vue théorique qu'au point de vue pratique. La plupart d'entre eux étaient des Architectes très-distingués dans leur Art, mais, à l'exception de Biet, qui était un ancien élève de l'École polytechnique, aucun d'eux ne s'était jamais occupé de Science proprement dite.

Arago, Babinet, Becquerel, Chevreul, Desprez, Du-

la Question relative à l'établissement d'une SALLE DÉFINITIVE pour les séances de l'Assemblée Nationale; par le citoyen BUREAUX DE PUSY, Représentant du peuple. (n° 798.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

hamel, Dumas, Pouillet et Regnault, cités par le Rapporteur, étaient tous, et deux d'entre eux sont encore d'éminents Savants; les services qu'ils ont rendus aux Sciences, dans diverses branches de la physique et de la chimie, en ont fait des illustrations de la France; mais quels sont leurs travaux spéciaux, non pas en Acoustique générale, mais en Acoustique appliquée à l'Art architectural?... Tous auraient pu dire aux Membres de la Commission parlementaire : Nous ne sommes pas des Constructeurs de Bâtiments; nous ne pouvons vous exposer que les Lois de l'Acoustique au développement desquelles quelques-uns d'entre nous avons travaillé avec succès : c'est aux Architectes à faire application de ces lois, après les avoir apprises et se les être rendues familières par des observations suffisantes [1].

En quoi donc a pu consister « le *concours si éclairé* » de toutes ces personnes? Où en sont les traces? Pourquoi mettre sous le boisseau des documents si utiles à connaître et si précieux pour les Architectes qui seront un jour dans une position à pouvoir en faire des applications si désirables?

Devant l'éclat de ces noms illustres et vénérables mis en avant par le Rapporteur de la Commission parlementaire, le très-infime concours que j'ai apporté s'est trouvé naturellement éclipsé. On ne m'accordait plus le droit de parler sur une matière dont on faisait, à leur insu, un monopole aux Savants, et dont les Architectes, mes

1. Me trouvant un jour avec Foucault et V. Regnault, celui-ci se plaignait dans la conversation de ce qu'on abusait étrangement d'eux avec ce système de commissions pour lesquelles on mettait si souvent en réquisition les savants de profession, qui y perdaient toujours un temps précieux, sans aucune espèce d'utilité : ces deux savants étaient, à ce sujet, du même avis que les deux frères Savart.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

illustres maîtres, ne s'étaient jamais occupés. Nous verrons par la suite comment Savants et Architectes de renom ont été maladroitement compromis en cette circonstance, et à quelle triste fin a dû aboutir « *leur con-*

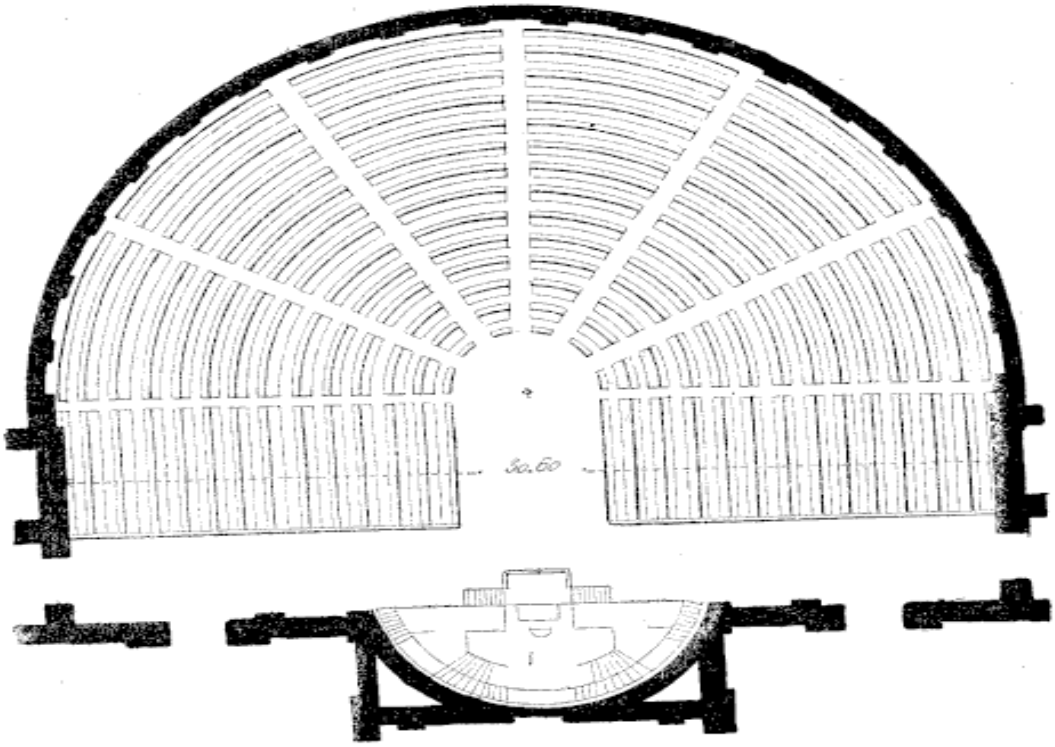


Fig. 114. — Projet primitif de l'architecte J. De Joly.

cours si éclairé, accordé avec une obligeance et un zèle qui en augmentent encore le prix » !

« Votre Commission vous propose, citoyens Représentants [1] :

« ..... D'agrandir l'ancienne Salle des séances de la » Chambre des Députés, en reculant le mur contre lequel

1. On disait alors : Citoyen un tel, Citoyen Représentant, Citoyen Questeur, etc., jusqu'au jour où le Citoyen Dupin vint dire à la Tribune : « Soyons Citoyens et appelons-nous : Monsieur. »

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

» s'appuie la Tribune. Cette Salle contiendra alors » 762 stalles, ce qui est plus que suffisant pour les As- » semblées législatives. »

Le dessin distribué par l'Architecte du Palais à tous les Représentants (fig. 114), n'indique pas la combinaison des 762 places, mais bien celle des 900 places qui ne peuvent jamais être des *stalles* dans aucun cas.

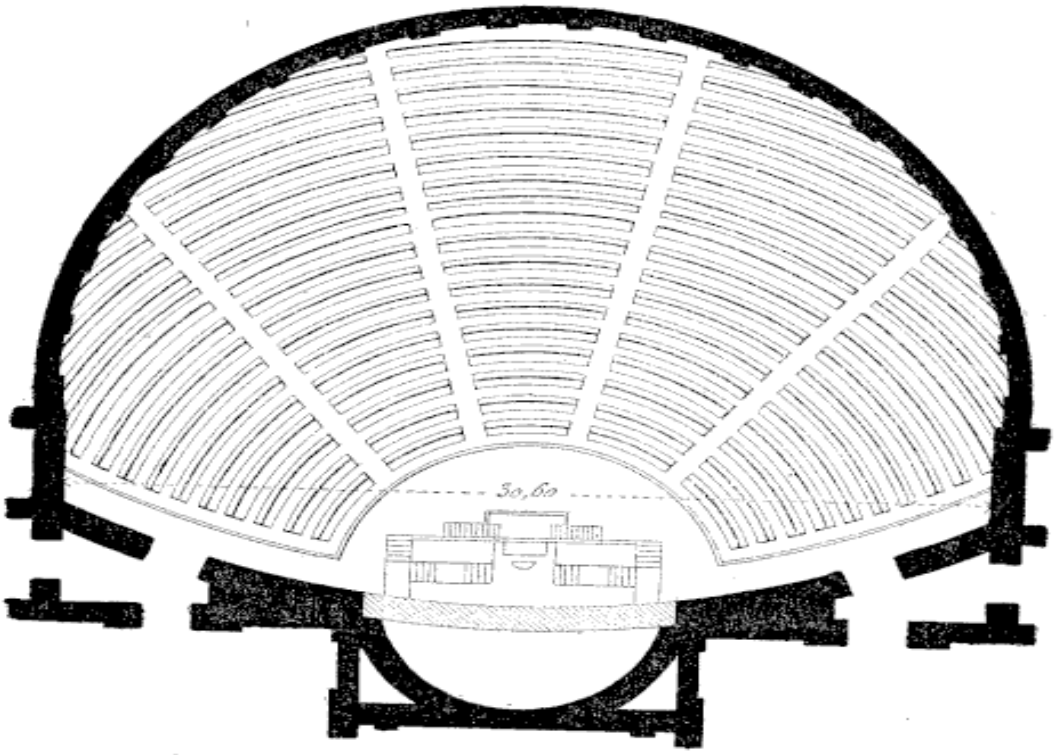


Fig. 115. — Plan modifié et adopté par la Commission.

Pour qu'il y ait 900 places assises sur des banquettes plus ou moins longues dans leurs divisions partielles, il est indispensable d'adopter les combinaisons indiquées, soit par le plan présenté par l'Architecte seul (fig. 114), soit celui présenté ultérieurement par l'Architecte et *adopté par la Commission* (fig. 115). Il n'y a dans ce

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dernier projet que six *passages* convergents sur les gradins à travers les banquettes, et un seul passage circulaire entre la dixième et la onzième banquette, reliant entre eux, à cette hauteur, les six passages convergents. A cette seule condition de l'extrême pénurie de passages, on obtient les 900 places demandées, mais avec l'obligation d'avoir de six à vingt-trois personnes par fractions de banquettes, ce qui est souverainement impraticable.

Dans le premier projet de l'Architecte (fig. 114), il y a sept passages convergents et un passage circulaire entre la septième et la huitième banquette. Les fractions de banquettes contiennent de deux à quinze places, ce qui est également impraticable.

« Dans le cas de réunion d'une Constituante, un en-» foncement ménagé dans le mur permettrait, avec une » dépense insignifiante, de reculer encore la Tribune et » d'ajouter quelques nouvelles banquettes : on complé-» terait ainsi les 900 places exigées. »

« *Quelques nouvelles banquettes* » est un nombre indéterminé, mais on n'en peut placer que deux rangées dans le bas, où elles n'ont pas de développement; elles ne pourraient contenir que quarante-trois places, ce qui en laisserait manquer quatre-vingt-quinze : d'ailleurs ces banquettes dans le bas seraient dépourvues de gradins, à moins de remanier ceux-ci dans toute leur hauteur, ce qui exigerait une démolition et une reconstruction de tous les gradins; on appelle cela « *une dépense insignifiante* » !

« *Un enfoncement ménagé dans le mur* », ce n'est autre chose que la fameuse niche critiquée dans ma NOTE, et dont l'Architecte permettait au Ministre de faire calculer la courbe par un Savant, pour qu'elle soit dans « *des conditions favorables à l'Acoustique* ». On la supprimait dans un cas, et on la rétablissait dans un autre,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sous le nom pittoresque d'*Enfoncement!* On ne se souvient plus que la Salle des *Cinq-Cents*, démolie en 1828 par l'architecte De Joly, possédait une niche pareille à celle qu'il a imaginée ici, et que cet *enfoncement* avait été recouvert de draperies flottantes, de même que le soubassement en stuc du pourtour circulaire de la Salle, afin d'obvier aux graves inconvénients acoustiques auxquels il donnait lieu par sa forme concave, qui crée toujours un lieu de concentration des ondes sonores, produisant une résonnance insupportable.

« Cette Salle — l'ancienne Chambre des Députés » (fig. 116) — se compose d'une partie demi-circulaire » de 15 mètres de rayon [1] (15m,60) — et d'un emplacement rectangulaire long de 29 mètres (30m,60) et large » de 4m,46 (4m,85). Les banquettes, tracées suivant des » circonférences concentriques au mur de la Salle, » occupent tout le demi-cercle (0m,85 en plus), « moins » un hémicycle de 9 mètres de diamètre (situé au centre). » La partie rectangulaire contient la Tribune et les dé» gagements nécessaires pour la circulation d'entrée et » de sortie. Dans l'état actuel, cette Salle est disposée » pour recevoir 463 Députés (460). »

« D'après un premier projet d'agrandissement pro» posé par l'Architecte (fig. 114), on opérerait les chan» gements suivants :

» On reculerait le mur droit contre lequel s'appuie » en ce moment la Tribune (la Présidence et le Bureau, » fig. 116), de manière à gagner toute la largeur du » couloir qui unit aujourd'hui les Salles des *Pas perdus* » et des *Conférences*. »

Ainsi, plus de communication entre ces deux Salles, et les deux seules issues de l'enceinte destinée aux

1. Je rectifie les cotes d'après les plans gravés et publiés par l'Architecte J. De Joly, en 1840.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Débats parlementaires déboucheraient, l'une directement sur la Salle des Pas perdus, l'autre sur la Salle des Conférences, qui n'ont plus de couloir qui les réunisse : cette remarque est consignée dans la NOTE remise à la Commission parlementaire sur sa demande expresse.

« Les gradins existants seraient prolongés par les deux extrémités » (aboutissant au diamètre) « en ligne

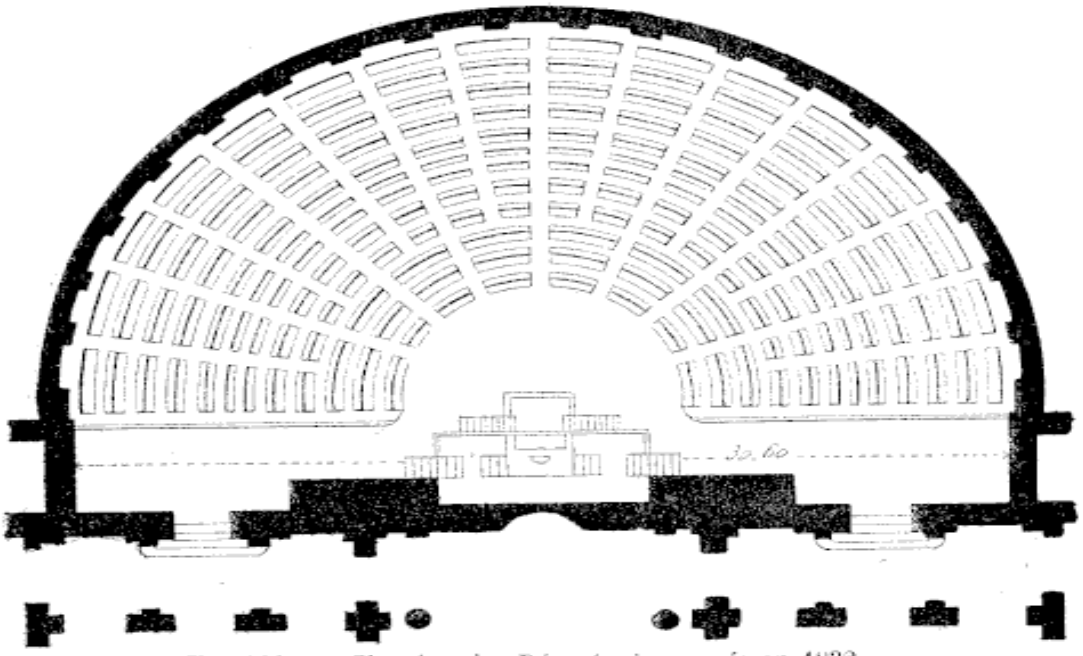


Fig. 116. — Chambre des Députés, inaugurée en 1832.

droite jusqu'à l'emplacement du mur actuel, » (en prenant toutefois $0^m,50$ sur la largeur du couloir supprimé) « et prendrait ainsi la forme d'un fer à cheval (fig. 114) » ; — ce qui est la forme la plus défectueuse qu'on puisse imaginer, aurait pu ajouter ici M. le Rapporteur : il ne le dit pas, mais il va bientôt en donner la preuve en forçant l'architecte du Palais, son commensal, à mettre, dans un nouveau plan, les banquettes sur un plus grand rayon que celui de la Salle, afin d'éviter le fer à cheval.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« Le sol de la salle serait baissé de 0m,80 environ, » pour établir une communication de plain-pied avec les » pièces environnantes; » ce qu'on aurait dû faire dès l'origine, en 1830, mais ce qui va augmenter d'autant la hauteur de la Salle, déjà trop élevée au détriment de l'Acoustique.

« Ces modifications procureraient aisément les places » nécessaires pour 900 Représentants; » — ce qui est exact, à la rigueur, mais en réduisant le nombre des couloirs de 17 à 7; en plaçant jusqu'à 15 personnes sur une même banquette, et les deux tiers de l'Auditoire obliquement à la Tribune.

« Ce projet change le moins possible l'état actuel des » choses. » — Il supprime les colonnes accolées au grand pignon droit, et tous les *ajustements* si chers à l'auteur de la Salle, et qui ont établi sa haute réputation d'artiste distingué; il élargit le grand arc-doubleau, il augmente la sonorité bruyante de la Salle.

« Il conserve, en grande partie, les systèmes de chauffage et de ventilation, et satisfait par conséquent aux conditions d'économie et de rapide exécution ». — Les systèmes de chauffage et de ventilation sont mauvais, insuffisants, ainsi que l'éclairage diurne. Ces défauts seront bien plus sérieux après l'agrandissement de la Salle; et d'ailleurs comment *conserver les systèmes de chauffage et de ventilation*, en abaissant de 0m,80 le sol qui les contient en partie? N'est-ce pas là vouloir masquer une partie des dépenses?

« Les inconvénients sont :

» De disposer les banquettes en fer à cheval, ce qui a » le double désavantage de placer une partie des Repré- » sentants dans une position oblique par rapport à » l'Orateur, et de laisser, en face de la Tribune, un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

» grand espace vide qui offrirait cependant la position » la plus favorable pour y placer des Auditeurs. »

Tout le monde savait le vice de cette disposition; cependant le Ministre l'avait choisie pour la Salle provisoire, sur les deux dispositions que lui présentait l'Architecte. Celui-ci n'a pas voulu dire au Ministre que l'une d'elles ne valait rien; ou, la sachant mauvaise, pourquoi l'a-t-il présentée, exposant ainsi son docile Ministre à tomber dans une grave erreur! Ici l'Architecte fait une répétition de la lourde faute qu'il a maintenue jusqu'à ce que j'aie eu rappelé dans ma brochure ce que tout le monde savait parfaitement sans doute, excepté l'Architecte du Palais et tous ceux qui l'approuvaient à l'unanimité : Ministres et Commissions.

« *Ce qui a le double désavantage de placer une partie* » *des Représentants dans une position oblique par* » *rapport à l'Orateur.* »

J'avais dit au Rapporteur lui-même, dans les explications de mon projet, en parlant de la Salle provisoire : « C'est un fer à cheval dont la conséquence forcée est de » placer les deux tiers de l'Assemblée obliquement à la » Tribune, centre d'ébranlement sonore, — et de » laisser en face de la Tribune un grand espace vide qui » offre cependant la position la plus favorable pour y » placer des Auditeurs. »

Je lui avais dit (*loc. cit.*) : « La forme en fer à cheval » a, en outre, l'inconvénient d'offrir, dans le centre, un » espace entièrement perdu, inutile et nuisible; — cet » espace est le meilleur endroit pour entendre, et il ne » s'y trouve pas de banquettes; — cet espace n'est qu'un » lieu de promenade, ou d'allée et venue, soit pour les » députés, soit pour le service des huissiers. »

« *D'augmenter d'une quantité notable le volume d'air*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

» *contenu dans la Salle, et d'exiger par conséquent,* » *plus d'efforts de la part de l'Orateur qui doit faire vi-* » *brer cette masse d'air.* » — J'avais dit (*loc. cit.*) : « Les » flancs de la Tribune et de la Présidence sont entourés » de grands vides prolongés à droite et à gauche, ce qui » augmente cet espace déjà si inutile du centre ; — c'est » cette atmosphère immense qui doit être mise en ébran- » lement par la voix parlante. » — Puis, dans ma NOTE remise au rapporteur : — « L'espace augmentant, l'incon- » vénient de ce cube d'air inutile sera plus grand ; il » faudra plus de fatigue pour en ébranler la masse, et » cette masse ébranlée sera plus sonore, plus bruyante » et sera plus nuisible à l'intelligibilité de la parole. »

« *Enfin de faire communiquer directement la Salle* » *des Pas perdus avec le lieu des délibérations de* » *l'Assemblée.* » On peut lire dans ma NOTE remise sur sa demande à la Commission : ... « Et pour comble d'in- » convénients, par suite de la suppression de ce couloir, » la Salle des Conférences et celle des Pas perdus, com- » muniquant directement avec la Salle des séances, on » entendra dans cette Salle ce qui se passera dans les » deux autres, et réciproquement. »

Votre commission a pensé qu'il serait possible de faire disparaître la plus grande partie de ces inconvénients. Il suffirait pour cela d'abandonner les anciens gradins et de disposer les nouvelles banquettes suivant des arcs de cercle dont le centre commun serait un peu en arrière de la place occupée par l'Orateur. Tous les Représentants regarderaient alors la Tribune sans être obligés de tourner la tête.

J'avais dit à M. le Rapporteur, en parlant du projet que je lui avais soumis, ainsi qu'à tous les Membres de l'Assemblée Nationale : « L'Auditoire y est groupé sur » des gradins parallèles et circulaires, qui ne se déve-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

» loppent que sur un tiers ou un quart de cercle envi-
» ron, au lieu d'un demi-cercle. Toutes les positions de
» l'Auditoire sont donc convergentes vers un centre
» unique, la Tribune et la Présidence. Chaque position
» est normale au lieu d'ébranlement sonore, c'est-à-dire
» qu'on voit toujours de face l'Orateur, qui est alors
» entendu de la manière la plus directe et la plus favo-
» rable ; il n'y a donc ainsi aucune place oblique, ou du
» moins l'obliquité est si peu sensible, sur les côtés,
» qu'on peut la considérer comme nulle, ou de nul effet. »
J'ajoute ici que je n'ai pas inventé cette disposition, puisqu'elle est en usage depuis bien longtemps dans les *parterres* de tous les Théâtres modernes ; mais personne n'avait encore demandé qu'il en soit fait application aux Salles destinées à entendre la parole des Orateurs et des Professeurs.

« *Il faudrait encore remplacer le nouveau mur droit*
» *proposé, par une construction à surface concave, qui*
» *diminuerait de près de moitié l'augmentation de*
» *volume résultant du projet primitif, et permettrait*
» *en même temps de conserver un large tambour entre*
» *la porte de la Salle des Pas perdus et le lieu de vos*
» *réunions.* »

M. le rapporteur avait lu ce qui suit dans mon projet de Salle remis à tous les Représentants :

« Au lieu d'un mur droit et continu dans le fond de
» la Salle, derrière la Présidence, deux murs obliques
» partent et s'étendent de chaque extrémité du mur
» droit qui forme le fond du Bureau de la Présidence ;
» la largeur de l'ensemble du Bureau forme la longueur
» de cette partie droite du mur du fond. Par ce moyen
» se trouvent supprimés, au profit de la masse générale,
» les espaces latéraux où la voix s'entend mal et d'où se
» voit mal l'Orateur, où enfin se trouvent communé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

» ment des masses d'air inutiles et d'un effet très-nui-
» sible... »

Je dois faire observer que la Commission, en adoptant l'idée de rendre concave le fond de la Salle, contrairement à ce qui existe et se pratique dans tous les Amphithéâtres demi-circulaires, et de toute autre forme, carrée ou longue, n'a pas jugé à propos de prendre l'idée complémentaire, qui a une bien plus grande importance, celle de supprimer, avec les parties latérales, le grand espace aérien si nuisible à l'Acoustique dans la partie située au-dessus de la Tribune et du Bureau.

Il est probable que si l'on n'avait pas signalé le grave inconvénient d'avoir placé les deux seules issues de cette enceinte sur deux Salles importantes avec lesquelles toute communication directe n'est pas admissible, on n'eût pas pensé au tambour triangulaire obtenu aux deux extrémités extérieures du mur circulaire, uniquement adopté sans doute pour sortir de la difficulté, et non pour satisfaire à une nécessité acoustique.

« *Le large tambour* » n'est en effet venu à l'idée des auteurs du deuxième projet que par suite de l'inconvénient signalé dans ma NOTE, et qui résultait évidemment de la communication directe de la Salle des Séances avec des lieux plus ou moins bruyants ; on n'y pensait guère avant mon observation, qu'on a trouvée assez fondée pour en tenir compte en se l'appropriant. Il est curieux de voir qu'on n'ait pas songé à un simple tambour matelassé en saillie, d'un côté ou de l'autre, avec doubles portes, ce qui se pratique si fréquemment en pareille occurrence. On eût évité ainsi la pénible obligation de sortir des *règles* de l'Architecture, en subissant un mur concave à la place d'un mur droit, si classique et si conforme aux susdites règles de l'Architecture.

« *Un Projet nouveau, rédigé d'après ces indications,*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

» *a obtenu l'approbation unanime de votre Commis-*
» *sion et de tous les hommes éclairés qui ont bien voulu*
» *nous aider de leurs conseils.* »

Y a-t-il une seule de ces « *indications* » qui ne soit pas sortie de mes observations et de mes déductions, pour entrer carrément dans la rédaction du nouveau projet?... Il a reçu l'approbation unanime de la Commission, qui ne m'en a rien fait savoir, bien qu'elle m'eût appelé dans son sein tout d'abord et à l'origine de ses travaux, pour avoir un complément d'observations déjà exposées dans un livre et dans un projet de Salle d'Assemblée Constituante. La Commission, par l'organe de son Rapporteur, a préféré devoir ces *indications* à tous les hommes éclairés qui ont bien voulu l'aider de leurs conseils!... Mes indications se sont ainsi transformées en conseils dus aux hommes éclairés, Architectes et Membres de l'Institut nommés ci-dessus, qui n'ont apporté, tous ensemble, aucune idée au nouveau projet *présenté par l'Architecte du Palais et adopté par la Commission*. Car il est à remarquer que l'Architecte se donne le mérite de toutes les améliorations dont il n'avait jamais eu l'idée, et que, suivant lui, la Commission a purement et simplement *adoptées*. En distribuant son deuxième projet aux Membres de l'Assemblée Nationale, il ne manque pas d'écrire en tête : *Présenté par l'Architecte et* ADOPTÉ PAR LA COMMISSION! Je suis loin de trouver mauvaises toutes ces améliorations ; il est regrettable seulement qu'on n'ait pas voulu s'apercevoir que j'y étais pour quelque chose.

En résumé, trois corrections sont imposées au *premier* projet d'abord si *unanimement* approuvé de l'Architecte du Palais : — On le force à supprimer son fer à cheval, pour lequel il avait une prédilection toute parti-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

culière; on lui fait admettre l'installation de l'Auditoire sur des banquettes d'un plus grand rayon, et dont le centre commun est plus éloigné que celui de l'hémicycle. — On lui fait supprimer son *cul-de-four* qui, pour lui, devait être d'un si merveilleux effet, grâce aux calculs qui seraient imposés aux Savants Membres de l'Institut, et que le Ministre eût bien voulu appeler en temps, non pas utile, mais tardif et inutile. — On l'oblige à établir une grande concavité purement cylindrique, de haut en bas, au lieu d'un grand pignon plat, derrière le Bureau de la Présidence. On met en avant, pour raison de cette modification, l'utilité de la suppression des espaces vides latéraux, et en même temps la convenance de ménager une double porte aux deux seules entrées possibles de la Salle. Il y a là amélioration en *plan;* mais quant à celle qui est pour le moins aussi nécessaire en *élévation*, il paraît qu'on n'y a rien compris, sans quoi elle eût été également imposée à l'Architecte du Palais, qui l'eût présentée de même comme de son invention!

Ainsi, rien quant à la suppression de l'espace inutile et nuisible au-dessus du Bureau de la Présidence : on n'en parle pas, et l'on ne fait rien pour obvier à ce grave inconvénient. Nous allons voir cependant qu'on s'est préoccupé de la Sonorité dont la cause et l'origine résident dans cet espace très-élevé, et nous allons voir ci-après ce qu'on a imaginé pour se dispenser d'avoir recours au moyen indiqué : l'abaissement des parois situées au-dessus d'une nouvelle disposition adoptée au plan.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE VI.

LA MÊME SALLE DÉFINITIVE ET SA COMMISSION PARLEMENTAIRE.

DEUXIEME PARTIE. — ABAT-VOIX PHÉNOMÉNAL

Le Rapporteur, ainsi qu'il vient d'être dit, avait donc exposé son « *Projet nouveau* (fig. 115) » qui offre, à la suite de ma NOTE officieuse, les seules modifications qu'on ait jugé à propos d'imposer au projet primitif (fig. 114). Ce premier projet était cependant proclamé sans défaut, car il avait reçu lui-même des approbations multiples et toujours unanimes. Après avoir dit que le « *Projet nouveau* » avait obtenu, en plus du projet précédent, une autre approbation, encore unanime, non-seulement des Membres de la Commission parlementaire, mais encore « *de tous les hommes éclairés qui ont bien voulu l'aider de leurs conseils* », le Rapporteur arrive enfin, dans son travail, à la relation intéressante d'expériences fort curieuses, dans lesquelles il est bon de le suivre, pour l'édification et l'instruction de ceux qui auront à s'occuper, à l'avenir, des Salles consacrées aux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Débats parlementaires. D'ailleurs, l'instruction ne sera pas moins utile à tous ceux qui auront à édifier des Salles destinées à d'autres Auditeurs; ceux-ci n'en sont pas moins désireux d'un bien-être qu'on ne rencontre dans aucune Salle consacrée aux grandes réunions où il s'agit de voir et d'entendre.

M. Bureaux de Pusy continue son rapport ainsi qu'il suit : « Après avoir adopté le plan que nous venons d'in-» diquer, nous avons dû rechercher les dispositions » ACCESSOIRES qui satisferaient le mieux aux exigences » de l'Acoustique. »

Les dispositions les plus *impérieuses* d'une bonne Salle, au point de vue de l'Acoustique, ne seraient donc que des ACCESSOIRES, sans doute en présence de l'importance capitale attribuée aux décorations architecturales ! — Qu'appelle-t-on : *exigences de l'Acoustique ?* On n'en dit rien; le Rapporteur ne le définit pas; nous allons suppléer à cette lacune et rappeler en peu de mots ce que sont ces *exigences de l'Acoustique*. On ne saurait trop les répéter pour qu'elles aient un jour la chance d'être entendues, comprises et mises en pratique.

Lorsqu'une Salle est destinée à l'Audition de la parole, les conditions essentielles de l'Acoustique consistent à faire arriver les sons parlés, aux Auditeurs, avec la plus grande intensité possible, sans efforts de la part de l'Orateur, sans accompagnement, sans bourdonnement, sans que les sons reviennent au lieu d'émission. Pour cela il faut éviter avec le plus grand soin les masses d'air inutiles, qui fatiguent d'autant plus l'Orateur qui les met en ébranlement qu'elles sont plus grandes ; il faut empêcher que les ondes sonores reviennent du fond de l'enceinte jusqu'à l'Orateur ; et il faut, au contraire, favoriser la répercussion sur toutes les surfaces voisines et opposées à l'Auditoire, situées, soit derrière, soit au-dessus de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'Orateur. Il est indispensable, en outre, de placer les Auditeurs de manière que leurs têtes émergent les unes au-dessus des autres, sans excès en plus ou en moins, ce qu'on ne peut obtenir qu'au moyen de gradins disposés de telle sorte que l'Auditoire présente une nappe *courbe* qui s'élève d'autant plus que les zones d'Auditeurs s'éloignent davantage du centre d'ébranlement sonore (courbe audito-visuelle). — Il n'y a pas d'autres *exigences de l'Acoustique* que ces simples précautions à prendre ; ce n'est pas là de la haute science académique, c'est du simple bon sens.

« *Il s'agissait d'abord de savoir s'il* CONVENAIT *de surmonter la Tribune d'un* ABAT-VOIX. »

M. Bureaux de Pusy et l'Architecte du Palais se seront donc demandé, en élucubrant ensemble leur *projet nouveau*, si un Abat-voix, surmontant la Tribune, était *convenable*. — Et la chose semble avoir fini par leur paraître telle, puisqu'ils ont essayé dispendieusement cet étrange moyen de satisfaire aux exigences, ACCESSOIRES pour eux, de l'Acoustique !

Au lieu de supprimer le grand espace vide situé au-dessus de la Tribune — (après avoir cependant admis avec raison, dans le *projet nouveau* (fig. 115), l'amoindrissement des espaces latéraux), on a pensé qu'on renforcerait efficacement la voix de l'Orateur, au moyen d'un Abat-voix, sans plus s'inquiéter de cette masse d'air englobée sous l'immense arc doubleau, là où on pourrait avoir mille mètres cubes en moins à ébranler, et sans s'inquiéter non plus du cube situé sous la voûte surbaissée qui offrirait en cet endroit encore autant de volume à retrancher avec avantage. Mais il ne s'agit pas seulement de rendre la voix plus intense, au moyen d'une répercussion utile, il faut surtout faire en sorte que la voix ne soit pas accompagnée des résonnances

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dues aux masses d'air mises en ébranlement, non pas précisément sonore, mais bourdonnant. On laissait ainsi en place, et toujours prêt à bourdonner plus ou moins bruyamment, l'air occupant ces espaces élevés reconnus vicieux au point de vue acoustique. On s'imaginait sans doute qu'un Abat-voix agirait comme un abat-jour et qu'il empêcherait les ondes sonores de passer au-dessus, et de se reformer après l'obstacle opposé à leur marche; de se rendre enfin, par un chemin quelconque, plus ou moins direct, dans ce lieu où elles vont agir sur elles-mêmes et occasionner des effets très-nuisibles (voir les fig. 1 et 2 au commencement du volume, pages 65 et 67).

Ces données sommaires brièvement rappelées, voyons quel a pu être l'Abat-voix imaginé par l'Architecte du Palais, conjointement avec le Rapporteur de la Commission, et dont ils ont jugé, l'un et l'autre, qu'il pourrait être *convenable* de surmonter la Tribune.

On avouera que c'est une singulière idée que celle qui consiste à se demander s'il faut faire de la Tribune Parlementaire une chaire à prêcher! Les Abat-voix se sont-ils jamais pratiqués ailleurs que dans les églises, les temples, les oratoires, les réfectoires? On aura vu qu'ils étaient très-utiles dans les églises, qu'ils y rendaient de notables services, et naturellement on se sera dit qu'une Chaire à prêcher pouvait rendre des services analogues dans une Salle destinée aux Représentants de la Nation.

L'Abat-voix ne va pas sans un dossier qui remplit un rôle utile, et la personne qui parle sous l'Abat-voix n'a pas besoin d'être entendue, derrière elle, par un Bureau et un Président qui, de son côté, a besoin de s'adresser à l'Orateur; il n'aurait pu le faire qu'au moyen d'une petite trappe ménagée dans le fond de l'appareil, et assez semblable à celle dont se servent les cochers des *cabs*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pour se mettre en communication avec le client qu'ils font marcher dans leur boîte et qu'ils conduisent du haut du siége où ils sont juchés par derrière. L'idée d'un Abat-voix, avec le Président derrière et par-dessus, semblerait une bouffonnerie à laquelle on ne croirait pas, si on ne la voyait constatée dans une pièce officielle; et si elle n'avait, en outre, été portée à la Tribune et étalée tout au long du *Moniteur*, dans l'intention de démontrer que toute disposition quelconque ayant pour but de renforcer la voix des Orateurs, en ne la laissant pas s'égarer là où elle devient nuisible, est inexécutable, même en ne tenant pas compte des *règles de l'architecture et du goût*, dont il faut se préoccuper avant tout!...

« Pour résoudre cette question d'une manière absolue, » et sans nous préoccuper des règles de l'architecture et » du goût, nous avons fait construire, — par M. Duhamel, » de l'Académie des Sciences (sic)— un appareil calculé » de manière à diriger et concentrer, autant que pos- » sible, la voix de l'Orateur sur les banquettes les plus » éloignées. »

Il s'agissait donc sérieusement de résoudre la question — et d'une *manière absolue*. On avait en conséquence fait abstraction des *Règles* de l'architecture et du goût, et cela pour entrer bénévolement dans l'idée des réformes innovatrices, et pour prouver que ces idées étaient impraticables, puisqu'on était obligé d'y renoncer, après en avoir fait le seul essai raisonnable qui puisse être tenté, essai dirigé par un Savant tout autre que ceux de hasard.

M. Duhamel, de l'Académie des Sciences, fut donc appelé par MM. De Joly et Bureaux de Pusy, peut-être par l'intermédiaire obligeant du Ministre, pour calculer l'appareil qui a été construit, a-t-on dit, de manière à « *diriger* » d'abord, puis à « *concentrer* » — autant que

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

possible, il est vrai, — la voix de l'Orateur, non pas sur un point de *concentration*, mais sur les « *banquettes les plus éloignées* », de telle sorte que ladite *concentration* se serait trouvée répartie aux endroits déterminés, lesquels sont constitués par le pourtour circulaire de tout un demi-cercle! Il ne fallait rien moins qu'un Membre de l'Institut de France, à la fois requis ministériellement et autorisé dans ses calculs par l'Architecte du Palais et l'ex-Officier du Génie, pour obtenir de tels résultats : concentrer... sur la partie de l'étendue la plus développée de l'espace qui constitue l'enceinte.

N'y aurait-il pas lieu de s'étonner qu'un ancien élève de l'École Polytechnique, ex-Officier du Génie militaire, qui a dû étudier pour son métier bien d'autres courbes que celle qu'il voulait donner à son Abat-voix, ait eu besoin, lui et son collaborateur l'Architecte du Palais, d'appeler un Membre de l'Académie des Sciences pour opérer un calcul aussi simple que celui d'une courbe de réflecteur déterminé! En outre, le calcul n'est pas le tracé d'exécution, et la simple opération graphique qui suffisait pour atteindre le but, ne devait pas être étrangère aux connaissances vulgaires d'un Architecte même de second ordre, ou d'un simple Garde du Génie. Alors, encore une fois, pourquoi l'intervention de l'Institut dans une si minime affaire? C'est, sans nul doute, — ce qui était dans les errements habituels de l'Architecte du Palais — pour qu'en cas de non-réussite on ne puisse pas accuser les inventeurs de l'Abat-voix, si peu sûrs d'eux-mêmes, d'un *fiasco* nouveau. Ils n'ont pas compris que les meilleures choses du monde, dans des mains peu habiles, ne peuvent donner que des résultats dérisoires.

Mais ce ne sont pas les mains, ce n'est pas l'intelli-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

gence du Questeur et de l'Architecte du Palais qui ont fait défaut en cette circonstance mémorable ; ils ont eu bien soin de se soustraire à la responsabilité de leur idée, qui a manqué à l'exécution, en disant ceci :

« Des expériences nombreuses, faites avec beaucoup » de soin, *sous la direction des Savants Académiciens* » dont nous avions obtenu le concours, ont démontré » que l'effet de l'Abat-voix était à peine sensible ; il de- » viendrait nul si l'on restreignait l'appareil à des di- » mensions admissibles dans l'exécution définitive. »

Le Rapporteur se trompe en disant que l'effet de l'Abat-voix *deviendrait nul, si l'on restreignait l'appareil à des dimensions admissibles dans l'exécution définitive.* On n'a pas reculé devant l'idée d'un Abat-voix *monstre*, de *huit* mètres de diamètre, qui n'a donné qu'un *effet à peine sensible :* que ne prenait t-on l'Abat-voix restreint à sa plus simple expression, celui qui condense réellement la voix, en l'envoyant où l'on veut qu'elle soit perçue ; celui qui ne consiste qu'en un simple cornet, connu et pratiqué sous le nom de *Porte-voix :* alors la *dimension dans l'exécution définitive était admissible.* Et en pratiquant une embouchure commune à une série de Porte-voix placés en éventail, ce qui n'eût guère ressemblé qu'en petit à l'Abat-voix phénoménal du Rapporteur, il serait parvenu à son but, qui était de *diriger* (et il eût dirigé) et de *concentrer* (et il eût concentré) *autant que possible* (ce qui n'est pas compromettant), *la voix de l'orateur sur les banquettes les plus éloignées.*

Pourquoi aussi l'Architecte du Palais, si versé dans l'Art romain, n'a-t-il pas proposé le masque antique, dont la bouche, munie d'un orifice spécial, avait l'avantage de renforcer la voix ? Les Représentants reconnaissants, la tête affublée de ce masque utile, dont on ne se

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sert plus que comme décoration architecturale, lui eussent voté, en récompense, toutes les autres décorations imaginables dont il n'aurait pas été déjà pourvu!

Il se trouve ainsi établi, par un document officiel (n° 798) que toutes les expériences relatives à l'Abat-voix ont été faites *sous la direction des Savants Académiciens dont nous avons obtenu le concours;* et les *expériences nombreuses, faites avec beaucoup de soin, ont démontré que l'effet de l'Abat-voix était à peine sensible.*

Voyons donc en quoi ont consisté ces expériences nombreuses, faites avec beaucoup de soin, sous la direction d'Arago, Babinet, Becquerel, Chevreul, Dumas, Pouillet, Regnault et enfin de Duhamel, le calculateur officiel de l'appareil expérimenté par les Membres de l'Institut eux-mêmes, et tombant en défaillance dans leurs propres mains, au dire du Questeur Bureaux de Pusy.

« Nous avons fait l'expérience d'un Abat-voix; nous » avons fait construire un Abat-voix immense, de huit » mètres de diamètre, que nous avons posé à quelques » centimètres seulement au-dessus de la tête de l'Ora- » teur, et qui avait été calculé de manière à reporter la » voix sur les banquettes les plus éloignées. — Après » des expériences multipliées, nous n'avons pu recon- » naître d'effets bien sensibles de cet Abat-voix, et nous » sommes très-portés à croire que la forme d'entonnoir » qu'on voudrait donner aux parois qui entoureraient » l'Orateur, et qui les ferait ressembler au pavillon d'un » instrument à vent, aurait un fort médiocre résultat. » (*Moniteur universel*, n° 65, 6 mars 1849).

De ce que le Rapporteur n'a pu reconnaître *d'effets bien sensibles de son Abat-voix*, il a conclu que *la forme d'entonnoir, qu'on voudrait donner aux parois qui entoureraient l'Orateur, et qui les ferait ressembler au*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pavillon d'un instrument à vent, aurait un fort médiocre résultat.

Mais d'abord, l'Orateur ne serait pas *entouré* comme on le dit (voy. les fig. 110, 111 et 112), puisque les parois dont on parle sont celles de l'enceinte elle-même, ne ressemblant en rien au monstrueux engin qu'on a appelé Abat-voix; ensuite ces parois sont assez loin derrière l'Orateur et au-dessus de sa tête pour que le Bureau et la Présidence soient à l'aise dans l'espace ainsi délimité qui ne ressemble pas plus à un entonnoir que ne le ferait une très-large niche de peu de profondeur et de moins de hauteur encore. L'orateur ne serait pas plus *entouré* que ne l'est une source de chaleur placée en avant et au foyer d'un miroir ou d'un écran réflecteur. Il serait à distance convenable pour que ses paroles trouvent une réflexion utile sur des parois placées à une distance un peu plus considérable que celle imaginée par le Rapporteur, qui *posait* son Abat-voix *à quelques centimètres* seulement de la tête de l'Orateur.

Au lieu d'une distance de quelques centimètres mise par l'Architecte du Palais entre son Abat-voix et la tête de l'Orateur, on peut voir, en moyenne, 4 mètres, et 8 mètres de distance, lorsqu'il s'agit d'utiliser la réflexion sonore sur les parois de l'enceinte, disposées à cet effet, parois où le Rapporteur n'a su voir qu'un entonnoir. Peut-il affirmer que le résultat serait fort médiocre tant que l'expérience n'aura pas été faite? Le Rapporteur ne peut savoir qu'une chose pertinemment, c'est qu'il n'a pas réussi dans sa propre expérience, malgré toutes les ressources de la Science dont il a cru devoir s'entourer; il a préféré condamner d'avance l'expérience qu'un autre proposait; toujours d'accord avec l'Architecte du Palais, il a mieux aimé se dire très-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

porté à croire que le moyen proposé n'aurait qu'un fort médiocre résultat. Il n'a toujours pas osé être affirmatif à ce sujet, craignant sans doute qu'une expérience directe ne vienne un jour lui donner tort. Mais depuis trente ans cette expérience utile est toujours à faire! Il n'y a pas un Ministre qui ait daigné s'en préoccuper; et alors peut-on reprocher aux Architectes l'indifférence apathique où ils sont maintenus officiellement?

Nous ferons remarquer qu'un entonnoir ne ressemble guère au pavillon proprement dit d'un instrument à vent, et réciproquement. Le Rapporteur, pas plus que l'Architecte du Palais, n'ont jamais rien compris au rôle que sont appelés à jouer les plans inclinés, diversement orientés, qui se trouvent indiqués derrière et au-dessus de la Tribune et de la Présidence. Il n'y a rien là qui ressemble à un pavillon d'instrument à vent, ni comme forme, ni comme aspect, ni comme fonction. Un entonnoir pourrait concentrer le Son en le répercutant dans son intérieur, si le son lui arrivait du côté de sa partie large! Il ne peut que le laisser s'étaler de lui-même si le son lui arrive par sa partie étroite. Un *pavillon* d'instrument à vent n'a jamais répercuté le son qui sort du corps de l'instrument; il ne modifie ni augmente le son; on peut même dire qu'il ne sert à rien; l'instrument à vent peut s'en passer; et la preuve, c'est que celui qui a la forme et le nom de *Serpent* n'a pas de pavillon; on lui ajouterait un pavillon, que le son qu'il produit n'en éprouverait aucun changement. M. Bureaux de Pusy n'avait sans doute pas fait cette remarque; tandis que les plans abaissés et orientés dont il est ici question reçoivent des ondes sonores, incontestablement, et leur rôle utile est de les renvoyer dans une direction déterminée : le pavillon des instruments les laisse passer; ici les parois les répercutent.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Une remarque, sur laquelle on ne saurait trop insister, est à faire sur ce passage du discours du Citoyen Bureaux de Pusy; c'est la présence officielle et si constante des huit membres illustres de l'Académie des Sciences, dont l'exhibition revient sans cesse sur l'estrade, mais dont les efforts réunis n'ont pu aider à la réussite d'une expérience dont les calculs avaient cependant été opérés par l'un d'eux, Duhamel!

« Pendant *huit* ou *dix* séances, *au moins*, nous avons » *profité* des lumières des hommes savants qui compo- » saient cette Commission. »

Et néanmoins la Science officielle, l'Architecte de la Salle monumentale construite en 1830, le Questeur, Rapporteur, ex-Officier du Génie, tous ensemble, après avoir PROFITÉ des lumières que les uns apportaient aux autres, n'ont abouti qu'à des résultats purement négatifs! Arago qui était, à ce qu'on affirme, présent à toutes ces séances, qui possédait une science si vaste et si profonde; et qui avait, par-dessus tout, le prodigieux talent de mettre la science la plus ardue à la portée des intelligences les plus ordinaires, Arago même, toujours présent, n'aurait pu rien faire d'utile dans l'expérience opérée par M. De Joly père, ayant son futur successeur pour collaborateur avec M. Bureaux de Pusy!.. Ceci constaté, passons à d'autres observations utiles à l'enseignement des Architectes qui viendront après nous.

Quand on n'a que des données aussi vagues et incomplètes sur l'Abat-voix De Joly que celles qui se trouvent soit dans le rapport écrit, soit dans les discours prononcés à la Tribune par le Rapporteur de la Commission, il est difficile de se faire une idée quelque peu exacte de cet engin dont on a jugé CONVENABLE de coiffer les Orateurs. Nous allons néanmoins tâcher de nous en rendre compte.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Voici quelles sont ces uniques données : d'abord « *huit mètres de diamètre* » ; c'est à bon droit que le Rapporteur a pu appeler *immense* l'Abat-voix qu'il a fait construire par Duhamel « *sous la direction des Savants Académiciens dont il a obtenu le concours* ». Il devait être réellement immense cet Abat-voix, et jamais sans doute on n'en vit de pareil dans aucune église, quelque vaste qu'en fût le vaisseau ; et de plus, il était rond, ou demi-circulaire au moins, puisqu'il avait un *diamètre* de 8 mètres. A 1 mètre près, il était aussi grand que la partie centrale de la Salle, située au-devant de la Tribune, et où il n'y a pas de banquettes ; son pourtour arrivait à $0^{m},50$ de l'aplomb des appuis en marbre placés au-devant du banc des Ministres et des Commissions.

« *Nous l'avons posé à quelques centimètres seulement* » *au-dessus de la tête de l'Orateur*, » toujours sous la direction, bien entendu, des Savants Académiciens nommés ci-devant ; donc, il était d'une forme aplatie, et sa position devait se rapprocher d'un plan horizontal. « *Nous l'avons posé ;* il était sans doute mobile et maniable, malgré sa vaste étendue, et de plus on devait préalablement avoir disposé des moyens de support pour qu'il pût être *posé ;* où étaient, et quels étaient ces supports ?... L'Abat-voix aurait néanmoins pu être suspendu, bien que placé à quelques centimètres seulement au-dessus de la tête de l'Orateur ; mais suspendu n'est pas *posé*, et il paraît certain qu'on l'avait posé à quelques centimètres seulement de la tête de l'Orateur.

Les Abat-voix, qu'on ne se donne guère la peine de calculer, s'attachent, en général, tout simplement à un pilier d'église ou à une muraille ; si l'on n'a pas cette ressource de suspension, on s'arrange de manière à se rattacher au dossier même de la chaire. L'Abat-voix d'une chaire à prêcher n'a guère plus de 2 mètres

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de diamètre ; y en a-t-il qui aient trois mètres?... Ici, la Tribune que l'on convertit en Chaire à prêcher d'une fort belle dimension par son Abat-voix, ne se trouve pas à proximité d'un mur ou d'un pilier ; cet immense couvercle n'aurait pu avoir pour point d'attache que l'estrade même du Président, car le devant du Bureau Présidentiel est situé au-dessus de l'Abat-voix, puisque celui-ci est posé à quelques centimètres seulement au-dessus de la tête du personnage dont il doit *concentrer* la voix en l'*éparpillant* sur les banquettes circulaires les plus éloignées. La tête de l'Orateur n'était guère qu'à 3 mètres au-dessus du sol de la Salle ; l'Abat-voix était donc à $3^{m},10$; la tête et les yeux du Président assis ne sont guère qu'à $3^{m},80$; il s'ensuit que son regard ne dominait l'Abat-voix que de $0^{m},70$, et encore en ne tenant pas compte de l'épaisseur qu'on n'a pas fait connaître ; quant aux secrétaires, leurs têtes devaient se trouver dans l'épaisseur de la paroi de ce vaste engin.

Il y avait là une surface de réflexion, puisque l'Abat-voix avait été calculé par Duhamel, de l'Académie des Sciences, de la manière que nous avons rappelée ci-dessus. La surface réfléchissante était-elle engendrée par le mouvement d'une branche de parabole tournant autour de la directrice servant d'axe vertical, afin que l'organe de l'Orateur étant au foyer de la courbe, les sons de la parole puissent être renvoyés parallèlement au plan horizontal passant par l'axe de la parabole génératrice? Mais ce moyen n'est pas réalisable, avec cette disposition particulière de l'Abat-voix, posé à quelques centimètres seulement de la tête de l'Orateur, attendu que la directrice, l'axe et le foyer d'une parabole ne se prêtent pas à cette manière de poser l'Abat-voix pour qu'il fonctionne, bien qu'il ait été exécuté sous la direction des Savants Membres de l'Institut. Et dire que pas un seul d'entre

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

eux n'a jugé à propos de réclamer contre de pareilles étrangetés, imprimées en un Rapport officiel longtemps avant qu'elles soient portées à la Tribune!...

Voit-on d'ici ce curieux Abat-voix, imaginé immense, par les Architectes De Joly, père et fils, et par l'Officier du Génie, Bureaux de Pusy; exécuté et calculé par un Membre de l'Institut, essayé sous la direction de huit Savants très-illustres. Voit-on ce grand volet circulaire, espèce de soupente de plus de 25 mètres de surface, recouvrant, immédiatement au-dessus de la tête de l'Orateur, toute la partie centrale de l'hémicycle; interceptant le jour qui tombe à plomb de la lanterne du haut, et cachant au Président assis, et à plus forte raison aux Secrétaires, qui sont moins élevés de leur place, la presque totalité de l'Auditoire; ne lui laissant apercevoir que les dernières banquettes sur le haut des gradins, et sur lesquelles on voulait *concentrer* les ondes de la parole en les *disséminant* sur une demi-circonférence de cercle!!...

Et tout cela, dans quel but?... pour ne pas adopter en principe l'abaissement rationnel des parois situées si haut au-dessus de la Tribune et de la Présidence; et dans l'intention de prouver que cet abaissement ne donnerait aucun résultat utile : de ce que le fameux Abat-voix que nous venons de considérer n'avait donné aucun résultat utile; de ce que « *les expériences nombreuses* FAITES AVEC BEAUCOUP DE SOIN, *sous la direction des Savants* » *Académiciens dont nous avions obtenu le concours,* » *ont démontré que l'effet de l'Abat-voix était à peine* » *sensible* », on en a conclu que la suppression de l'atmosphère cantonnée sous l'arc doubleau de la Salle, et contre l'immense pignon, plat et droit, destiné aux *ajustements* de l'Art architectural, n'était pas une suppression désirable, et n'eût pas donné de résultats

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

plus sensiblement utiles que l'effet obtenu par l'Abat-voix.

« *Nous l'avons posé à quelques centimètres seulement* » *au-dessus de la tête de l'Orateur, et nous n'avons eu* » *qu'un résultat à peine sensible.* » Que voulez-vous qu'on obtienne en abaissant la surface de l'arc doubleau à 4 mètres seulement au-dessus de la tête de l'Orateur? Il vaut bien mieux le laisser à 16 mètres du sol inférieur de la Salle, tel qu'il est actuellement, et ne toucher en rien aux *ajustements* qui existent, ni aux *règles* de l'Architecture et du goût, dont nous avons fait abstraction un instant, pour prouver, par l'expérience d'un Abat-voix *bien calculé*, que les dispositions qu'on a proposées ne sont pas acceptables.

On a pu voir clairement que l'intérêt qu'avait témoigné tout d'abord la Commission aux renseignements techniques demandés par elle fut bientôt combattu avec succès par l'Architecte du Palais. Il fit admettre en principe, par la plupart des Membres de la Commission, qu'il était de la plus haute importance de sauvegarder l'Art architectural tel qu'il le pratiquait à la satisfaction générale de toutes les Commissions imaginables, et qu'il ne fallait pas faire plier cet Art à d'autres exigences de la Science que celles qu'il avait toujours su faire marcher d'accord avec lui. Le Rapporteur, habilement endoctriné, fit tous ses efforts pour dénigrer le projet sur lequel N. Savart lui-même avait appelé son attention, et dont tous les Membres de l'Assemblée Nationale avaient été saisis. Mais il sut prendre à ce projet, et aux *notes* qui l'accompagnaient et le suivirent, tout ce qu'il crut convenable de s'assimiler, en affirmant d'ailleurs que ces données étaient vieilles comme les rues, bien qu'on n'en ait jamais tenu compte jusqu'alors. « Ce projet, on nous » l'a présenté et l'auteur aussi;... nous n'avons accepté » ni le projet ni son auteur »... L'Orateur serait pour

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

» ainsi dire dans une espèce d'entonnoir qui ressem-» blerait à un éteignoir » (on rit). La rime seule a dû exciter l'hilarité des Membres de l'Assemblée Nationale, car la question en elle-même n'est rien moins que risible. Pour continuer les rimes en *oir* au moyen desquelles il eut l'avantage de faire rire l'Assemblée, le Rapporteur aurait pu dire qu'après avoir soumis le projet et son auteur, repoussé par lui, au *pressoir*, pour en tirer ce qui lui convenait, il avait fait tous ses efforts pour maintenir l'un et l'autre sous l'*étouffoir*, pour n'avoir plus à s'en occuper. Il a réussi de ce côté, mais son projet, si bien amendé qu'il ait pu l'être, n'en a pas moins eu le sort que lui-même avait fait subir au projet dénigré. Le projet de la Commission, élucubré par le Rapporteur et l'Architecte du Palais, a été rejeté par l'Assemblée Nationale; mais l'Architecte n'en est pas moins revenu à la rescousse quelques mois après, grâce au besoin impérieux qu'on éprouvait de sortir de la Salle provisoire, aux graves inconvénients de laquelle on ne pouvait s'habituer.

Ne serait-on pas fondé à dire qu'il n'était pas suffisant de faire une expérience qui n'a donné aucun résultat utile? On n'aurait pas dû perdre de vue qu'elle a été faite aux frais de l'État, sur les deniers publics, et qu'alors on aurait bien dû en consigner tous les détails dans un rapport spécial, toujours utile à consulter; car dès qu'une chose qui a mérité un essai ne réussit pas, s'il n'y a pas à la recommencer dans les mêmes errements, il y a toujours une contre-indication qui se montre d'elle-même, ce qui mène fort souvent à des résultats plus heureux. Il est donc profondément regrettable que ni l'Architecte, ni l'Officier du Génie n'aient pas jugé à propos de faire profiter le Public et les chercheurs du fruit de leur travail et des dépenses qu'ils ont faites autrement

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qu'avec leurs deniers, dépenses dans lesquelles il y aurait lieu de compter le *temps* des savants à qui, d'habitude, on en fait perdre énormément dans toutes ces Commissions, plus souvent dérisoires que réellement utiles.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE VII.

ENCORE LA SALLE DÉFINITIVE ET SA COMMISSION PARLEMENTAIRE.

TROISIÈME PARTIE. — LES SONORITÉS DÉFECTUEUSES

On avait tant parlé, dans les derniers temps de cette époque, de la sonorité de l'ancienne Salle des Députés, sonorité due aux surfaces réfléchissantes inintelligemment disposées aux lieux et places où elles auraient dû être absorbantes, que le Rapporteur n'a pas cru devoir se dispenser d'en dire quelques mots, et d'en faire, à sa manière, le motif d'un exposé scientifique, dans le travail qu'il rédigeait au nom de la Commission officielle de l'Assemblée Nationale.

« Il convenait enfin (dit-il) de déterminer les modifica-» tions acoustiques résultant de la nature des surfaces » des murs. » Cette phrase peu intelligible pourrait se traduire ainsi qu'il suit : Quelles sont les modifications qu'il convient de faire subir aux surfaces des murs, en raison de leur nature et au point de vue de l'Acoustique?

On se rappelle que l'Architecte du Palais, faisant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

flèche de tout bois, avait dit : « J'ai dû me préoccuper » de substituer aux revêtements en marbre qui forment » les appuis des places des Ministres, et le soubassement » des colonnes, des panneaux de menuiserie sculptés. » Il n'y avait réellement, aux yeux de l'Architecte du Palais, que des panneaux SCULPTÉS, qui permissent de substituer du bois aux marbres si variés de nature et de couleur, dont il avait composé le *revêtement des maçonneries* qui figuraient un soubassement de colonnes. Le Rapporteur se garde bien de relever cette absurdité de son collaborateur, et il expose ce qui suit, comme si le fait signalé résultait de ses observations personnelles:

« La Salle de l'ancienne Chambre des Députés est excessivement *sonore*. » C'est par là que débute, on se le rappelle, la NOTE qui m'a été demandée par la Commission, et le Rapporteur a soin de souligner, comme je l'avais fait, le mot *sonore*, qui devait appeler l'attention de tant de personnes qui n'y avaient jamais songé, bien que cela rentrât dans les choses vieilles comme les rues ; seulement, le Rapporteur ajoute de son cru le mot *excessivement*, qui n'est pas d'une exactitude parfaite ; la Salle est sonore, c'est là son défaut principal, mais il n'est pas excessif. Il y a des Salles plus imparfaites sous ce rapport, et où il est impossible de parler sans une fatigue *excessive*, témoin la petite Salle dite : l'Hémicycle des Beaux-Arts (fig. 104, page 216). Il est à remarquer que personne ne s'était encore risqué à dire qu'une Salle était mauvaise parce qu'elle était *sonore ;* personne n'en avait encore exprimé les raisons plausibles, bien qu'elles fussent réellement connues de très-ancienne date. On avait oublié la correction faite au moyen de draperies flottantes appliquées sur les stucs de la Salle des *Cinq-Cents*.

Le Rapporteur continue sa description relative à la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sonorité de la Salle : « La voix de l'Orateur est réper-
» cutée par les marbres qui *couvrent les maçonneries ;*
» la forme concave des murs fait converger vers certains
» points les sons réfléchis, et produit ainsi des foyers de
» résonnance très-désagréables, surtout pour l'Orateur
» qui occupe la Tribune, placée au centre de la partie
» circulaire de la Salle. »

Que deviennent ici les affirmations de l'Architecte J. De Joly qui a imprimé dans son grand ouvrage dédié à la Chambre des Députés : « La commission des Archi-
» tectes décida que la forme semi-circulaire, consacrée
» chez les anciens comme chez les modernes, avait été
» reconnue la plus convenable par l'expérience d'accord
» avec la théorie !... » En tous temps et en tous lieux, la théorie et l'expérience ont dit tout le contraire à tous ceux qui n'avaient pas pris l'habitude de substituer leurs prétentions personnelles à celles du sens commun. Et cette autre décision des « illustres Savants Membres de l'Institut », mentionnée également par l'Architecte du Palais, et qui ont décidé, dit-il, à l'unanimité (on donne leurs noms, ils étaient sept) : « Que le projet semi-cir-
» culaire réunissait tous les avantages qu'on pouvait
» désirer sous le rapport de la commodité et de la SONO-
» RITÉ ! » Jactance et aplomb flagrants d'un côté, sévère et humiliant démenti de l'autre ! Mais on ne s'effraye pour si peu !

Le Rapporteur Bureaux de Pusy avait sous les yeux ma NOTE officieuse demandée par la Commission, et il pouvait y lire ce qu'on n'avait pas encore dit à cette époque, attendu que la Salle des Députés du Palais Bourbon était encore une des merveilles de l'Art architectural; on l'avait tant imprimé et tant répété, que l'excellence de la Salle était passée à l'état d'acte de foi indéniable.

La critique que le Rapporteur est en train de faire de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la Salle des Députés au sujet de sa sonorité n'est qu'une autre manière d'exprimer divers passages de la NOTE que je rappelle : « L'Orateur étant placé vers le centre du » demi-cercle formant le fond de la Salle... est étourdi » du bruit qui lui revient, c'est-à-dire de la nouvelle ori- » gine d'ébranlement sonore créé à la place qu'il occupe, » et qui est due à la masse des ondes qui convergent dans » ce lieu. La forme circulaire a le grave inconvénient » de créer, en certains points, des centres ou foyers de » convergence où viennent aboutir les ondes réfléchies ; » l'effet naturel de ces concentrations est d'y créer de » nouveaux sons qui ne sont pas des échos distincts, » mais simplement des résonnances très-bruyantes qui » couvrent malencontreusement la voix des Orateurs et » l'empêchent d'être claire et nette. »

Il est à remarquer que le Rapporteur ne tient aucun compte des autres causes signalées dans la NOTE, et qui déterminent, toutes ensemble, la *sonorité* particulière de cette Salle ; il n'a prêté aucune attention au début de la NOTE qui résume en peu de mots ces causes diverses : « La sonorité intempestive de cette Salle est due : *à la* » *masse d'air énorme qui se trouve au-dessus de la Tri-* » *bune et des espaces latéraux.* » N'ayant trouvé aucun moyen de parer à cet inconvénient, et comme il n'y en a pas d'autre que d'en supprimer la cause, le Rapporteur n'en parle pas ; il aura cru que son silence annulait ce grave inconvénient ! « *Aux revêtements en marbre de* » *toutes les parois, indistinctement, de l'intérieur.* » Le Rapporteur et l'Architecte du Palais se sont mis d'accord pour reconnaître cette cause de sonorité. Ils ont imaginé d'abord le bois *sculpté*, puis ils sont revenus aux draperies flottantes de la Salle des *Cinq-Cents*, « *Enfin, à la voûte surbaissée qui recouvre l'enceinte.* » Comme il leur répugnait de toucher à cette voûte, ils se

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dispensent de parler de cette cause de sonorité nuisible !

Pour ce qui concerne « les marbres qui recouvrent » les maçonneries, dans la partie concave des murs » et qui constituent l'un des défauts signalés de la Salle des Députés, le Rapporteur dit ceci :

« Il a paru possible de faire disparaître, ou au moins » d'atténuer ce grave inconvénient, en supprimant les » revêtements en marbre, ou en les couvrant avec des » draperies flottantes qui s'opposeraient à la répercus- » sion des ondes sonores. »

Supprimer les revêtements en marbre ne peut se faire sans les remplacer par autre chose, et nous savons qu'on avait en vue le bois *sculpté* qui ne remédiait à rien. Mais, en supprimant les revêtements en marbre si coûteux, on ne supprime pas la forme cylindrique des maçonneries formant soubassement des colonnes, forme d'où vient le mal, constitué par la concentration des ondes sonores, après réflexion, vers leur point de départ. La résonnance est à la Tribune si l'on parle du centre de la Salle où elle est située ; la résonnance est dans un autre lieu, si la voix émise part d'un autre endroit ; et cet autre endroit où se concentrent les ondes sonores devenues bruyantes est symétriquement placé par rapport au lieu d'émission.

Le Rapporteur, paraît-il, s'est livré à de nombreuses expériences, conjointement avec l'Architecte du Palais ; les draperies jadis placées dans la Salle des *Cinq-Cents*, celles du grand Amphithéâtre du Museum, etc., n'ont pas suffi à leur édification, ni à leur bon sens collectif ; ils ne se sont rendus qu'à l'évidence de leurs expérimentations *multipliées*.

« Des épreuves multipliées ont démontré la justesse » de ces prévisions. » Le mot *prévisions* est curieux dans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la bouche de l'Architecte du Palais et sous la plume du Rapporteur! — « Et nous pensons unanimement qu'il » conviendra de couvrir de draperies toutes les maçon- » neries anciennes. »

Qu'a-t-on pu entendre par ces mots : *toutes les maçonneries anciennes?* Est-il question de la voûte et de l'arc doubleau en maçonnerie, du grand pignon et des deux murs qui supportent les retombées de l'arc doubleau? Tout cela, c'est de la maçonnerie, mais revêtue des *ajustements* de l'architecture; que deviendront ces ajustements, si l'on est *unanimement* décidé à couvrir de draperies toutes les maçonneries anciennes? Il est vrai que les maçonneries nouvelles sont réservées à des expériences directes!

Jamais *unanimité* n'aura été plus complète; on a pu remarquer ce qu'étaient devenues toutes les anciennes *unanimités* invoquées par l'Architecte du Palais à l'appui de tous ses projets; cette fois l'unanimité est d'un meilleur aloi, et ce n'est pas sa faute!

« Les colonnes seules *pourront* rester dans leur état « actuel. » Aurait-on eu l'idée de couvrir ces superbes monolithes de marbre de Carrare blanc clair, de les revêtir de velours amaranthe ou de drap de même couleur, comme les banquettes des Députés? Dans l'ardeur de leur zèle, les expérimentateurs en étaient bien capables!

« Et quant au mur neuf, derrière la Tribune, il sera » nécessaire de faire des expériences directes, après sa » construction, pour reconnaître s'il devra être revêtu » de tentures, ou de matières dures, propres à ren- » voyer la voix vers les Auditeurs. »

L'utilité de la réflexion sonore, par le mur même du fond de la Salle opposé à l'Auditoire, n'est ici ni comprise, ni admise par le Rapporteur de la Commission;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

on l'a bien vu d'ailleurs par l'essai du fameux Abat-voix de 8 mètres de diamètre posé à quelques centimètres de la tête de l'Orateur. On aura besoin d'*expériences directes* pour savoir s'il faudra que ce mur soit absorbant ou réfléchissant! mais on se garde bien de proposer des expériences directes au sujet d'une disposition plus rationnelle des parois utilement répercutantes, et d'une toute autre orientation que celle d'un immense pignon s'élevant verticalement à une hauteur énorme, inutile, si ce n'est aux *ajustements* de l'Architecture, et nuisible à un suprême degré à l'Audition.

Le citoyen Bureaux de Pusy termine son travail ainsi qu'il suit : « Citoyens Représentants, en soumettant » avec confiance à votre examen un projet que votre Com- » mission a soigneusement étudié, nous n'espérons pas, » cependant, qu'il soit à l'abri de toute critique. »

On voit que le Rapporteur, malgré toute la *confiance* qu'il place dans le résultat de ses études si soignées, n'espère pas être bien solidement à l'abri de toute critique.

« La Salle destinée à une Assemblée délibérante de » neuf cents membres doit satisfaire à des conditions » d'Acoustique, de Publicité, d'Architecture qui sont » souvent contradictoires. »

C'est là une grave erreur qui n'a pu être propagée et maintenue que par les assertions si pleines d'assurance de l'Architecte du Palais, auquel on s'est toujours fort docilement soumis, comme le faisaient autrefois toutes les Commissions habituées à faire *chorus* toutes ensemble ou séparément, en conservant toujours le même ton. L'Art architectural proprement dit a pour unique mission de donner satisfaction à toutes les exigences d'un programme non fantaisiste, mais saînement posé.

« Ainsi, par exemple, pour que la voix de l'Orateur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

» parvienne *facilement* à tous les Auditeurs, il faut res-
» treindre le plus possible les dimensions de l'édifice. »
C'est là une donnée parfaitement juste. « On est, au
» contraire, obligé de les augmenter pour placer com-
» modément les Représentants, assurer une circulation
» facile et réserver au Public de vastes tribunes. »

Mais tout en restreignant le plus possible les dimensions de l'édifice, il n'est pas nécessaire de nuire à la commodité des Représentants, à la circulation, ni d'amoindrir les Tribunes publiques, qu'il serait fort utile de ne pas masquer en partie par des colonnes fastueuses. Il suffit de disposer chaque chose en plan, de manière qu'on soit convenablement placé pour bien voir et bien entendre, ce qui dépend surtout de la forme générale du vaisseau, qui doit offrir toute latitude possible sans excès d'aucun genre, et offrir des parois toujours judicieusement disposées pour les fonctions diverses qu'elles ont à remplir. Mais c'est surtout dans les dispositions à prendre sur la hauteur générale qu'il importe de ne donner à l'enceinte que le volume strictement nécessaire à la Visibilité et à l'Auditibilité. Le véritable Art architectural est d'arriver à une solution pratique avant d'arriver aux *ajustements;* mais pour cela il faut admettre préalablement qu'on sortira des *pastiches* auxquels on a trop longtemps sacrifié l'utile et le vrai, qui n'ont certainement rien d'incompatible avec le beau.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE VIII.

RÉSUMÉ DES TROIS CHAPITRES PRÉCÉDENTS.

J'étais le seul individu, sans notoriété il est vrai, qui ait osé s'en prendre aux travaux fort vantés d'un artiste très-haut placé dans l'opinion et dans la hiérarchie administrative, forteresse de tout temps inattaquable. Il était naturel que cet artiste distingué trouvât un défenseur officiel de toutes les erreurs commises avec approbation, patentes et priviléges. Mais les critiques raisonnées que j'ai produites ont ébréché d'abord l'*unanimité* des approbations qui affluaient à jet continu à tous les projets de l'artiste éminent, en possession d'emploi; les discussions provoquées ont bientôt amené le partage de l'unanimité, toujours intacte jusqu'alors, en deux camps, et finalement la majorité s'est prononcée pour le rejet de tous les projets successifs et plus ou moins amendés, mais qui, émanant toujours de la même source un peu trouble, n'étaient remarquables que par les défauts dus à l'aveuglement d'une routine obstinée. Dans un intérêt que j'ai cru général à cette époque, comme il l'est sans doute encore aujourd'hui, j'avais

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cherché à répondre aux assertions émises par M. Bureaux de Pusy, en sa qualité de Rapporteur d'une Commission parlementaire. Je ne crois pas inutile à l'édification de mes confrères présents et futurs, et dans l'intérêt bien entendu de leur profession, de mettre sous leurs yeux le Mémoire que j'ai adressé à ce sujet au Rapporteur officiel ; on y trouvera quelques répétitions de ce qui a été dit précédemment ; mais on ne saurait trop insister, même de nos jours, sur le redressement nécessaire d'erreurs toujours nuisibles par leur persistance permanente, et tant qu'elles seront l'apanage de la jactance ignorante qui les maintient abusivement.

Réponse a M. Bureaux de Pusy, sur mon projet de Salle attaqué et critiqué par lui a la Tribune de l'Assemblée Nationale (5 mars 1849).

Du haut de la Tribune nationale, Monsieur le Rapporteur, vous avez fait entendre à toute la France, à l'Europe entière, que je vous avais soumis un travail sur l'Acoustique ; que je vous avais proposé un projet de Salle d'Assemblée législative, mais qu'*après examen* vous n'aviez voulu ni du projet ni de son auteur. Vous n'en avez pas voulu, dites-vous, parce que vous n'avez pas trouvé dans ce projet ni toutes les qualités, ni tous les mérites qu'on lui attribue. « Pour la Construction, » nous avons consulté des Architectes ; pour l'Acousti- » que, nous avons consulté l'Académie des Sciences. » Vous donnez à entendre par là que je suis aussi étranger à l'Art architectural qu'à la Science.

Vous avez prétendu que le travail que j'ai publié sur l'Acoustique des Salles de réunions publiques n'était que de la Théorie pure qu'aucune expérience n'avait sanctionnée jusqu'à présent.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Vous avez ajouté, en outre, en appuyant sur le peu d'importance de mes théories, que je n'avais jamais rien fait en chef ; que j'avais toujours travaillé en second, et, pour flétrir d'un mot ma personne et mon travail, que je m'étais affublé de vieilleries pour me présenter devant vous; que toutes les prétendues inventions de mon projet et de mon livre étaient vieilles comme les rues. « Il y a des personnes qui se livrent à des re-» cherches sans avoir étudié d'abord ce qui a été fait » avant elles. Il arrive quelquefois qu'elles trouvent » quelque chose d'elles-mêmes ; mais ce quelque chose » était déjà connu depuis dix ans, quinze ans. »

A vous entendre donc, Monsieur Bureaux de Pusy, tantôt je n'ai à offrir que de la théorie qu'aucune expérience n'a encore sanctionnée ; et tantôt tout ce que j'avance est connu en Angleterre, imprimé depuis 1833, reconnu même dès lors comme très-ancien, enfin, vieux comme les rues ! (Comment concilier ces deux idées de théorie abstraite, capricieuse et de procédés archi-connus, et vieux comme le monde?...)

Je me dois à moi-même, Monsieur ; je dois surtout aux personnes qui m'ont encouragé dans mon travail, et à toutes celles qui ont bien voulu l'approuver en définitive ; je me dois à moi et à elles de répondre à vos allégations, qui ne tendent à rien moins qu'à me faire passer pour un plagiaire, et de plus pour avoir cherché à tromper tous ceux qui ont bien voulu s'intéresser à mes études. Je n'accepte pas le rôle dont vous me gratifiez. Le public a entendu vos récriminations, j'espère qu'il ne me jugera définitivement qu'après m'avoir également entendu.

Mais, d'abord, je dois établir avant toute justification que je n'ai rien inventé, que je n'ai recueilli que quelques idées fort simples, mais qui peuvent devenir plus

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fécondes dans des mains plus habiles. Je reconnais encore et je déclare que je ne suis rien moins que Savant, et il y a peu de bienveillance de votre part de vouloir me rapprocher des illustres Membres de l'Académie des Sciences, ce que vous faites peu charitablement lorsque vous dites : « C'est précisément parce que nous suppo- » sons que ceux qui ont étudié doivent savoir plus que » les autres, que nous nous sommes adressés à ceux qui » avaient le plus étudié, aux hommes que leur talent » et leurs lumières ont appelés à faire partie de l'Aca- » démie des Sciences. » C'est vouloir établir un parallèle impossible entre un simple écolier et des Professeurs éminents. MM. les Membres de l'Institut sont de très-grands et illustres savants, à côté de moi qui ne sais que fort peu de choses. Mais quelque faible que soit la minuscule parcelle de science que j'aie pu m'assimiler, je ne m'en suis pas moins trouvé dans une position toute particulière et favorable pour traiter quelques questions d'Acoustique au point de vue de l'Architecture, ce qu'aucun de mes confrères, quelque haut placés qu'ils soient, n'ont jamais fait jusqu'à ce jour (1849); c'est malheureusement encore vrai trente ans après.

Il fallait être initié aux *règles de l'art*, comme on dit; les Savants président à la Science qu'ils créent pour ainsi dire tous les jours; nos illustres Architectes savent les *Règles de l'Art* comme des choses qu'ils ont pour ainsi dire faites eux-mêmes. Les uns et les autres vivent néanmoins chacun dans leur sphère, sans accord et sans combinaison possible de la Science qui est toute moderne, avec l'Art qui est souvent tout antique. Moi qui ne connais que si peu de Science, et pas beaucoup, si vous le voulez, de ce qui s'appelle l'Art de l'Architecture, j'en ai cependant assez compris pour essayer un rapproche-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ment des *lois* de l'une avec les *règles* de l'autre. Voilà mon seul mérite.

F. Savart me disait dès 1836 : « Vous devriez, mon cher, traiter ces questions d'Acoustique au point de vue de votre métier. Nous ne pouvons pas, nous autres, vous être très-utiles, parce que nous ne sommes pas suffisamment familiarisés avec vos expressions, vos conventions et vos règles de l'art, dont on n'apprécie que difficilement la justesse absolue. Je suis certain néanmoins qu'on peut faire s'accorder tout cela beaucoup mieux qu'on ne l'a fait jusqu'à ce jour. »

Permettez-moi maintenant, Monsieur, de vous faire observer que je n'ai proposé *aucune théorie acoustique;* que je me suis borné à rappeler des faits acquis à la Science, des lois reconnues de tous en Physique; et que, m'appuyant sur des comparaisons, sur des observations directes, multipliées, et que tout le monde peut faire comme moi et vérifier facilement, j'en ai déduit, le mieux que j'ai pu, des formes et des dispositions nouvelles pour les Salles et les Amphithéâtres destinés à la parole des Orateurs et des Professeurs. Ces formes et ces dispositions laissent sans doute beaucoup à désirer sous le double rapport de la Science et de l'Art, mais quelques-unes cependant n'étaient pas à dédaigner, puisqu'on les a adoptées dans le projet amendé par la Commission dont vous avez été le Chef et le Rapporteur, en votre qualité d'ancien Officier du Génie sans doute. Il me restera à vous prouver que j'ai bien réellement inspiré ces amendements, que vous prétendez avoir été puisés par vous à une autre source, à un ouvrage imprimé à Londres en 1833.

Vous avez spirituellement critiqué les formes nouvelles que j'ai déduites d'observations directes faites sur ce qui se passe dans toutes les Salles où l'on parle ; vous

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

avez comparé ces formes *à une espèce d'entonnoir qui ressemblerait à un éteignoir*, comparaison drolatique qui vous a procuré l'avantage de faire rire l'Assemblée Nationale à mes dépens, seule faveur que vous ayez voulu me laisser retirer dans toute cette affaire. Mais je trouve votre comparaison peu exacte d'abord, et ensuite vous ne prouvez nullement que ces formes seraient si détestables que vous le dites, à l'expérience.

Vous avez prétendu que « si cette forme avait l'avan-
» tage de reporter sur les Auditeurs tous les sons qui
» partiraient de la Tribune, elle produirait aussi l'effet
» d'un cornet acoustique; et en même temps qu'elle
» porterait à l'oreille des Auditeurs tous les sons arti-
» culés par l'Orateur, elle renverrait à celui-ci tous les
» murmures, toutes les interruptions, toutes les conver-
» sations qui viendraient des Auditeurs. Or, il n'y a
» qu'un Orateur à la Tribune, et il y a dans l'Auditoire
» sept ou huit cents membres, dont une partie souvent
» n'écoutent pas et causent. Par conséquent, il serait
» difficile de dire d'avance s'il y aurait avantage à réunir
» tous les sons de la Salle dans l'oreille de l'Orateur,
» pour donner en compensation un peu plus d'intensité
» à sa voix. »

Vous n'opposez ici, Monsieur, remarquez-le bien, que de la théorie à de la théorie, et l'expérience seule pourrait prononcer pour ou contre vous. L'expérience aurait un résultat assez capital pour qu'on l'essayât dans un but d'intérêt public et d'utilité générale; pour savoir enfin ce qu'on doit faire ou ne pas faire en pareille circonstance. Et remarquez bien dès à présent, Monsieur, que, tout en condamnant catégoriquement l'Abat-voix en général, vous n'en avez pas moins, vous-même, fait faire l'expérience d'une théorie que vous déclarez mauvaise.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il est évident cependant, suivant mon simple bon sens, que vous avez exagéré, Monsieur, dans la comparaison qui a été faite de mon projet avec le *porte-voix*, et vous exagérez surtout avec celle que vous faites du *cornet* acoustique.

A proprement parler, la forme que j'ai proposée n'est nullement celle d'un *porte-voix*. Il n'y a ici ni l'embouchure d'un porte-voix, ni même celle plus simple d'un entonnoir. Il n'y a, en outre, à proprement parler encore, aucune comparaison possible entre l'angle et la forme d'un entonnoir ou d'un porte-voix et les différents angles que font entre eux les *plans* diversement orientés qui constituent les bases principales de mon projet. (Fig. 110, 111 et 112.)

Un porte-voix est un petit cône armé d'une embouchure indispensable qui s'appuie sur l'orifice buccal en circonscrivant les lèvres ; le reste de l'instrument est quelque chose qui se rapproche assez de l'ensemble d'un tuyau de lunette. Les arêtes du cône d'un porte-voix soutendent un angle de 15 à 20 degrés, tandis que les différents angles de mon prétendu porte-voix, à moi, qui sont des angles formés par des *plans*, au lieu d'être un seul angle conique, formé par conséquent au moyen d'une ligne engendrant une surface courbe, mes angles, dis-je, soutendent des arcs qui varient, suivant les positions, entre 110 et 130 degrés.

Ce serait, comme vous voyez, une forme d'entonnoir, ou d'éteignoir fort peu commode, comme entonnoir ou éteignoir ; mais pour le but qu'on se propose d'atteindre, faire entendre clairement les Orateurs à un nombreux Auditoire, quoi que vous en disiez, je persiste à croire qu'ils seraient assez utiles et fourniraient à la voix des *points d'appui* fort avantageux.

Et que dire d'ailleurs d'un entonnoir dont le fond n'a

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rien moins de 65 mètres carrés (10m00 sur 6m50, fig. 111) ? Et quel singulier cornet acoustique ! quelle oreille majestueuse il faudrait posséder pour se l'appliquer dans le conduit auditif ! On n'avait pas encore pensé à ce puissant moyen pour faire entendre les sourds : vous pouvez en revendiquer l'invention.

Votre comparaison avec le cornet acoustique ne me paraît ni plus claire ni plus exacte que celle du porte-voix. C'est comme si vous disiez qu'un cornet acoustique est un porte-voix, et qu'un porte-voix est un cornet acoustique : c'est inexact et confus, bien que vous ayez débité tout cela avec un certain succès à la tribune.

Suivant vous, M. Bureaux de Pusy, il serait donc tout à fait égal ou indifférent de parler dans un porte-voix pour se faire entendre à distance, ou de se mettre le porte-voix à l'oreille pour entendre clairement les paroles qui viennent de loin ? Le porte-voix peut donc être indifféremment sur la bouche de celui qui parle, ou sur l'oreille de celui qui écoute ? Et à défaut d'un porte-voix, on pourrait donc se servir du cornet acoustique pour lancer la voix à distance ? C'est assurément là une précieuse découverte à laquelle j'aurai bien innocemment donné lieu, mais qui vous appartient en propre [1].

Le cornet acoustique, comme vous savez cependant, est un *vase renforçant*, construit d'une certaine manière, et pourvu surtout d'une sorte d'embouchure, très-différente de celle du porte-voix, et qu'on applique dans l'oreille, à proximité du tympan, de telle sorte que la petite masse d'air qui vibre dans le cornet puisse agir efficacement sur un organe inerte ou distendu. Quelle analogie avez-vous donc pu trouver entre la forme que j'ai proposée pour une Salle de délibération politique et ce

1. L'invention du Téléphone n'est arrivée que trente ans plus tard, ainsi que celle du Phonographe.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

petit instrument? Il me semble que vous avez été emporté bien loin par le besoin que vous aviez de me dénigrer, de me mettre à néant pour faire valoir votre œuvre, ou celle qui avait votre préférence.

Permettez-moi de vous faire remarquer cependant, Monsieur, que les différents plans que j'ai disposés pour *rabattre* la voix sur l'Auditoire ont d'abord pour but de supprimer un cube d'air inutile et nuisible au-dessus de la tête des Orateurs; mais ils ont surtout pour but de *rabattre* la voix, et par conséquent d'en augmenter l'intensité au profit de l'Auditoire. Ces surfaces qui rabattent les sons émis par la voix, en leur fournissant un *point d'appui* convenable, ne les font *converger* dans aucune partie de la Salle; ils les disséminent, au contraire, de toutes parts sur l'Auditoire, au lieu de créer des foyers de convergence sonore. Encore un coup, comment avez-vous pu voir qu'il y avait là quelque ressemblance possible avec le cornet acoustique?

Et vous prétendez, Monsieur, que les bruits, que les sons qui viendront de l'Auditoire seront *concentrés* dans l'oreille de l'Orateur! Il faudrait que cette oreille fût placée dans un foyer de convergence; mais ici examinez donc les angles que font les plans de réflexion et voyez s'il y a convergence possible! Ah! si j'avais une surface parabolique quelconque, et que j'eusse placé l'Orateur au foyer de la parabole, je conçois que, *dans un cas donné*, l'Orateur pourrait être *étourdi*; mais ce cas particulier serait celui où tous les rayons sonores seraient parallèles entre eux (hypothèse impossible) et de plus parallèles à l'axe de la parabole : vous savez cela mieux que moi, vous, ancien Capitaine du génie, et conséquemment élève de l'École polytechnique; et vous savez aussi que ce cas tout particulier n'est pas possible, puisque les bruits, les sons partant de tous les points à la fois de l'Au-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ditoire, sont loin d'avoir des directions parallèles entre elles !

Que se passera-t-il alors ? Nous ne pouvons raisonner l'un et l'autre que théoriquement, tant que l'expérience n'aura pas été permise et ne sera pas venue prononcer; j'entends une expérience bien faite. L'Orateur sera-t-il plus incommodé que l'Auditoire de ces bruits confus ? Vous prétendez que oui, et je pense que vous vous trompez ; car les ondes réfléchies se croisent en tous sens, comme les ondes directes, et dans tous les points de la Salle indistinctement, mais non pas seulement vers l'Orateur : et je dirai plus, je crois que l'Orateur sera moins étourdi que les Auditeurs par le bruit partant de l'Auditoire, par cette raison que les ondes sonores ont alors plus de distance à parcourir, et par conséquent qu'elles mettent plus de temps pour revenir aux oreilles des Auditeurs qu'à celles de l'Orateur. La cacophonie est plus sensible alors, plus insupportable pour ceux-là que pour celui-ci : c'est mon sentiment du moins, c'est ma théorie, si vous voulez ; mais je vous ferai remarquer de nouveau que votre avis n'est lui-même que de la théorie, car je ne sache pas que vous ayez fait d'autres expériences que celles de l'Abat-voix dont vous avez parlé dans votre Rapport et dans vos discours à la Tribune, lors de la discussion publique; Abat-voix sur lequel je vous demanderai la permission de revenir. Mon sentiment au surplus est partagé par plusieurs personnes auxquelles l'expérience seule pourra démontrer le contraire, et pour cela c'est toujours l'expérience que je réclame, car elle serait si utile dans l'intérêt général !

EXPÉRIENCE D'UN ABAT-VOIX.

« Quoi qu'il en soit », avez-vous encore dit à la Tribune, monsieur le Rapporteur, « nous avons fait l'expé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

» rience d'un Abat-voix ; nous avons fait construire un » Abat-voix immense, de 8 mètres de diamètre, que » nous avons posé à quelques centimètres seulement au- » dessus de la tête de l'Orateur, et qui avait été calculé » de manière à reporter la voix sur les banquettes les » plus éloignées. Après des expériences très-multipliées, » nous n'avons pu reconnaître d'effets bien sensibles de » cet Abat-voix.... »

Il est regrettable, Monsieur, que dans un but d'intérêt scientifique, vous n'ayez pas décrit toutes les conditions physiques d'une expérience aussi capitale, et que vous n'ayez pas donné les calculs mêmes sur lesquels était basée cette expérience. Il faut croire cependant qu'elles sont consignées quelque part dans un procès-verbal de Commission, et que rien n'en sera perdu. Tout le monde cherche maintenant à s'instruire ; il est important que ceux qui veulent étudier sachent ce qui a été fait avant eux, sachent surtout ce qui n'a pas réussi, afin de ne pas revenir de nouveau dans une mauvaise route. Cette expérience, payée des deniers publics, doit être acquise à tout le monde dans ses moindres détails ; mais où la chercher actuellement ? Et comment fera-t-on pour ne pas mériter le reproche que vous adressez à ceux qui ne s'inquiètent pas de ce qu'on a fait avant eux, reproche que vous m'avez adressé directement ?

Votre Abat-voix avait donc huit mètres de diamètre, c'est-à-dire un demi-cercle de $4^{m}00$ de rayon, ce qui est plus exact : pourquoi plutôt $8^{m}00$ que toute autre dimension ? Il était posé à quelques centimètres seulement au-dessus de la tête de l'Orateur : pourquoi plutôt à quelques centimètres seulement qu'à toute autre distance ? Était-il, ou non, concentrique à la partie demi-circulaire de la Salle ? L'Orateur occupait-il le point focal de l'instrument, ou bien était-ce le Président de l'Assemblée ?

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Quel rôle remplissait alors le cube d'air immense qui se trouvait au-dessus de l'Abat-voix? L'Abat-voix s'appuyait-il, en vibrant, sur ce cube d'air? Dans ce cas, ce devait être à peu près comme si l'Abat-voix n'avait pas existé; et c'est peut-être aussi pour cela qu'après des expériences « *très*-MULTIPLIÉES *vous n'avez pu reconnaître d'effets bien sensibles de cet Abat-voix* ».

Par cette expression : *expériences très-multipliées*, entendez-vous des formes variées données à votre appareil, que vous auriez ensuite placé à différentes hauteurs? L'avez-vous construit plus ou moins grand, et en différentes matières, afin de reconnaître l'influence de la dimension et celle de la matière, dans le phénomène de la réflexion sonore? Avez-vous expérimenté les différentes matières et les différentes hauteurs de sons, etc.?

De quelle matière était fait cet Abat-voix? Comment était-il suspendu, ou plutôt *posé*, comme vous dites, au-dessus de la tête de l'Orateur? Était-il en bois, en métal ou en toile?... On peut faire ces questions après avoir vu le *Baldaquin* en toile dont on a affublé le Bureau et la Présidence de la Salle provisoire, baldaquin qu'on a construit dans le but d'en faire un abat-voix, ce qui sera prodigieusement incroyable quand on ne l'aura plus sous les yeux. Et n'est-ce pas cette machine peu gracieuse qu'on peut appeler, non pas un éteignoir, ni un entonnoir, mais bien un *étouffoir*, sous forme de certain instrument de cuisine appelé four de campagne?

Quelle était la génératrice de votre Abat-voix? Était-il composé de surfaces planes, ou offrait-il une surface engendrée par une courbe quelconque?...

Remplissait-il le rôle de table sonore, espèce d'instrument d'harmonie, comme vous savez, renforçant le son? ou bien fournissait-il un point d'appui plus solide aux ondulations sonores créées dans l'air par la voix? En

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

somme, rendait-il un son à lui propre, dû à un ébranlement médiat, et accompagnant le son primitif, c'est-à-dire la voix? Réfléchissait-il tout ou partie des ondes qui le frappaient, et dans quel sens et dans quelle proportion ces ondes étaient-elles réfléchies?

Si l'Abat-voix était construit en planchettes de quelques *millimètres* d'épaisseur, comme je l'ai entendu dire, les vibrations sonores qui étaient déterminées dans ces planchettes par les ondulations produites au moyen de la voix, ou de tout autre instrument, étaient-elles *transversales* ou *longitudinales?*...

Quels ont été, et les calculs et les moyens surtout employés pour reporter la voix sur les banquettes les plus éloignées? Comment ce moyen aurait-il pu réussir, et pourquoi n'a-t-il pas rempli le but qu'on se proposait d'atteindre?

Les banquettes les plus éloignées étaient à 15 mètres du lieu d'émission du son : celui-ci devait par conséquent y arriver après un 23^{me} de seconde environ, espace de temps qui n'est pas appréciable. Comment l'Abat-voix était-il disposé pour reporter la voix précisément sur les banquettes les plus éloignées, c'est-à-dire sur celles qui étaient situées à un 23^{me} de seconde, plutôt que sur celles qui étaient les plus rapprochées? Sans doute au moyen d'une surface plus ou moins parabolique. Mais quel procédé a-t-on mis en usage pour empêcher les sons de se propager au-delà des planchettes de l'Abat-voix, au lieu de se réfléchir comme on l'aurait voulu?

Il ne suffit pas de dire : ceci est un *Abat-voix;* il faut, avant tout, que la voix soit *rabattue* par une surface capable de la rabattre, pour qu'il y ait réellement un Abat-voix : et si vous n'avez obtenu aucun résultat sensible, c'est évidemment que vous n'aviez pas *construit* un Abat-voix, à proprement parler. Vous avez construit

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

votre Abat-voix comme on construit un Abat-jour de papier ou de taffetas, et il n'a pu servir qu'à une seule chose : intercepter une partie de la lumière qui entre dans la Salle par le sommet de la voûte.

Je le répète, il est à regretter, Monsieur, dans l'intérêt de la Science, et surtout pour la solution d'un problème qu'il faut absolument résoudre, parce que c'est le problème de notre époque, il est à regretter, dis-je, que vous n'ayez pas fourni toutes les circonstances, les données et les moyens de cette importante expérience, dont les frais sont supportés par les contribuables, et qui ne laisse pas que d'avoir coûté une somme assez importante.

Les regrets qu'on éprouve à ce sujet sont d'autant plus vifs que vous avez fait assister l'Institut a vos expérimentations; et qu'alors l'Institut emporte nécessairement, pour beaucoup de monde, la responsabilité d'expériences mal faites et conséquemment peu décisives.

Vous êtes venu dire à la Tribune : « Quant à l'Acous-» tique, nous avons fait de nombreuses expériences. » J'avoue que les expériences me paraissent préférables » à toutes les théories. » Cela était évidemment à mon adresse; mais cela arrive malheureusement, par ricochet, à celle de M. Duhamel, Physicien atteint et convaincu d'impuissance; tandis qu'on n'a rien expérimenté de mes indications. « Nous avons fait des expériences nom-» breuses ; nous les avons répétées avec les Membres de » l'Académie des Sciences, qui y ont mis une obligeance » dont nous ne saurions trop les remercier. »

Et précédemment, dans votre rapport du 17 janvier 1849, vous disiez d'une façon encore plus explicite : « Pour résoudre la question (celle d'un Abat-voix) d'une » manière *absolue*, et sans nous préoccuper des règles

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

» de l'Architecture et du goût » (les *règles* du goût, comme si ce qui est bon ne pouvait jamais être beau; comme si l'Architecture n'avait pas pour but et pour mission de satisfaire à tous les besoins !), « nous avons » fait construire, par M. Duhamel, de l'Académie des » Sciences, un appareil calculé de manière à diriger et » concentrer, autant que possible, la voix de l'Orateur » sur les banquettes les plus éloignées. Des expériences » nombreuses, faites avec beaucoup de soin, sous la » direction des Savants Académiciens dont nous avons » obtenu le concours, ont démontré que l'effet de l'Abat- » voix était à peine sensible. »

Vous le voyez, Monsieur, c'est donc sous la *direction* particulière des Savants Académiciens, on ne peut plus obligeants, que les expériences ont été faites, et avec beaucoup de soin ! c'est M. Duhamel, de l'Académie des Sciences qui a calculé ce fameux appareil destiné à DIRIGER et à CONCENTRER la voix de l'Orateur sur les banquettes les plus éloignées ; ce serait lui qui aurait cherché à *diriger* la voix qui part d'un point unique, et qui aurait voulu la *concentrer* sur quelques zones parallèles situées à la circonférence d'un demi-cercle !

Il faut avouer que c'est un singulier phénomène acoustique que celui qui doit avoir pour effet de *concentrer* sur plusieurs points à la fois ce qui part d'un seul point !

Les anciens, les Grecs, obtenaient un résultat analogue à celui que vous poursuiviez ; c'est-à-dire qu'ils renforçaient les sons émis sur le Théâtre, et cela au moyen de certains vases placés sous l'Auditoire ; mais les *vases renforçants* n'étaient pas des *Abat-voix*[1] !

1. Ces vases renforçants qui causent tant d'hilarité à notre illustre confrère Ch. Garnier, et que le Savant associé de Davioud devait pratiquer dans la Salle du Trocadéro, mais qu'on n'a pas encore entendus !

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Vous citez l'Institut, vous nommez les Membres de l'Académie des Sciences pour ne leur imputer que les résultats *négatifs* d'expériences mal faites! C'est peu flatteur, assurément, malgré les ménagements pleins de politesse que vous y avez mis. Mais les Membres de l'Académie des Sciences sont trop haut placés dans l'estime publique pour n'être pas au-dessus de toutes ces misères. Et vous vous étiez cependant écrié, dans un passage de votre discours : « *J'avoue que les expériences* » *me paraissent préférables à toutes les théories!* » Voire même des expériences qui ne réussissent pas, qui n'atteignent pas leur but! A moins que vous n'ayez voulu démontrer que l'Abat-voix ne peut pas rabattre la voix ; on prouverait de cette manière qu'il est impossible de tirer les sons harmonieux du violon en raclant d'une corde tendue sur une vessie!

Voilà donc, suivant vous, monsieur le Rapporteur, les expériences au niveau des théories! Tout est condamné, il n'y a rien de bon à prendre ni d'un côté ni de l'autre; et pour qu'on n'en doute pas, vous dites encore :

« On prétend qu'aujourd'hui l'Acoustique a fait d'im-
» menses progrès. Je déclare que dans l'état où se
» trouve la science, bien habile serait celui qui affir-
» merait que tel ou tel procédé est le meilleur et don-
» nerait un résultat absolu. » Ceci est peu flatteur, en vérité, pour les Savants français qui ont consacré une partie de leur existence à des travaux sur l'Acoustique! « En Angleterre, on a échoué tout à fait sous ce rapport! » C'est cependant encore là que M. Bureaux de Pusy est allé chercher des modèles et des principes dont il me dit le plagiaire, et qu'il a introduits néanmoins dans son Projet de Salle définitive!

En résumé, on a érigé dans la Salle provisoire un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

immense *Baldaquin* en toile qui n'a fait qu'étouffer la voix au lieu de lui donner plus d'intensité ; on a construit un très-grand *Abat-jour* dans l'ancienne Salle des Députés ; il n'a pas donné non plus de résultat sensible sous le rapport de l'Acoustique : ni le Baldaquin, ni l'Abat-jour n'ont *renforcé* la voix de l'Orateur ; donc, en principe, l'Abat-voix est une absurdité ! les Abat-voix sont des porte-voix, les porte-voix sont des cornets acoustiques, et tout cela ne vaut rien : telles sont vos conclusions, Monsieur le Rapporteur !!...

LES AVIS DES COMMISSIONS SCIENTIFIQUES.

Mais alors, si la science ne sait rien de praticable en Acoustique, pourquoi avoir appelé MM. les Membres de l'Académie des Sciences, pour les convaincre injustement d'une impuissance radicale ? Je vous cite encore : ... « Non- » seulement la Commission de l'Académie des Sciences » a été *invitée* à se mettre en rapport avec la Commission » de l'Assemblée, *mais elle a déféré à cette invitation ;* » et pendant huit ou dix séances *au moins*, nous avons » PROFITÉ des lumières des hommes Savants qui com- » posaient cette Commission. » *Profit* vraiment remarquable !

Et quel est le résultat de ce contingent de lumières qui vous ont été apportées par les hommes Savants que vous placez ainsi fort gratuitement au pilori d'une flagrante incapacité ?

D'abord un appareil devant faire fonction d'Abat-voix, appareil qui a coûté une forte somme, et bien des séances des Savants Académiciens, qui ne se payent pas : ce dispendieux appareil et le temps perdu des Académiciens n'ont abouti à rien d'utile !

Ensuite les draperies dont on a recouvert les marbres

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de la Chambre des Députés n'ont pas été conseillées par les Savants : « Nous avons reconnu, dites-vous, « que la » substitution des draperies aux marbres, CE QUE L'ON » PRÉVOYAIT D'AVANCE, était une bonne chose;... nous » avons reconnu qu'il fallait substituer partout des dra- » peries aux marbres, à l'exception peut-être du fond » de la Salle »...

Pourquoi avoir fait l'expérience toujours dispendieuse des draperies flottantes, *si vous saviez d'avance* ce qu'il en devait résulter? Et pourquoi, surtout, avant mon arrivée, dans un premier projet, avait-on proposé et accepté des boiseries, au lieu de draperies, si celles-ci seules étaient admissibles?...

Les Savants ne sont pas venus vous donner ce moyen bien simple d'assourdir votre Salle, de lui enlever cette sonorité si bruyante qui est due, en partie, à la présence des marbres, et surtout à la forme demi-circulaire et concentrique à la Tribune; ces échos nargueurs, comme vous a dit le citoyen Maissiat, à la Tribune! Ces moyens étaient connus très-anciennement; seulement on n'en avait pas tenu compte, de 1828 à 1832, lorsqu'on a construit la Chambre des Députés. On prétendait cependant dès lors s'être entouré déjà des lumières des hommes savants! C'est un moyen si commode, quand on sait en user, de se mettre à l'abri de toute espèce de responsabilité; car qui oserait attaquer l'Institut et s'en prendre aux Membres de l'Académie des Sciences, qu'on fait *figurer* en temps utile, et qui viennent si obligeamment vous couvrir de leur inviolabilité scientifique, d'ailleurs très-méritée : mais on confond toujours leur impeccabilité avec l'incapacité des autres.

L'Académie des Sciences n'est pas venue non plus vous apporter ses lumières pour les questions de chauffage et de ventilation : car, « les calorifères existent, disiez-vous,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

» c'est seulement la chambre à air et les divers conduits » de chaleur qu'on démolira : la masse des calorifères » sera conservée. — Quant à la ventilation, c'est une » question de plus ou de moins de force de tirage dans » les cheminées d'appel, une question de surface de » grille ou de hauteur de cheminée ». Les Savants, là-dessus, n'avaient rien à répondre, puisqu'on n'avait rien à leur demander ; — votre siége était fait pour les calorifères comme pour toute autre question !

Eh bien ! donc, en résumé, les Savants de l'Institut ont donné huit ou dix séances, *au moins*, à la Commission de M. Bureaux de Pusy ; on a fait devant eux des expériences dont on connaissait d'*avance* les résultats ; quoique, suivant M. le Rapporteur, « dans l'état où se trouve » la science de l'Acoustique, bien habile serait celui qui » affirmerait que tel ou tel procédé » (comme l'emploi des surfaces de marbre, ou des surfaces drapées), « est le meilleur et donnerait un résultat » absolu ».

Un appareil réflecteur, un soi-disant Abat-voix a été calculé par un Savant ; cet appareil n'a donné aucun résultat satisfaisant, « *sensible* même », ce qui prouverait, à vous en croire, que la Science, avec toutes ses lumières et ses calculs, ne sait rien, n'est capable de rien ; en un mot, qu'il n'y a absolument rien à chercher pour améliorer ce qui existe.

Y avait-il lieu de consulter les Savants sur le chauffage et la ventilation ? Du tout, puisque ce ne sont, à vous entendre, que des questions, presque oiseuses, de surface de grille ou de hauteur de cheminée !

Sur quoi donc, encore un coup, l'Académie des Sciences a-t-elle donné tant d'avis et de lumières dans les huit ou dix séances « *au moins* » qu'elle a accordées si obligeamment à la Commission de l'Assemblée Nationale ??...

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

VENTILATION.

« Quant à la répartition des prises d'air froid ou des » prises d'air chaud, c'est une question pour laquelle les » dispositions de l'ancienne Salle présentent de bons » modèles. » Vous n'avez donc pas non plus soumis cette question à MM. les Membres de l'Académie des Sciences ! Mais vous n'êtes point d'accord là-dessus avec M. Péclet qui, dans son *Traité de la Chaleur*, dit positivement que « la *Chambre des Députés laisse beaucoup à désirer sous* » *le rapport du* CHAUFFAGE *et de la* VENTILATION ».

Ce qui me porte à croire que la ventilation y était insuffisante, c'est une expérience citée par l'Architecte constructeur de l'édifice : on prétend qu'un oiseau introduit vivant dans le conduit par où s'échappe l'air vicié qu'on retire de la Salle est à l'instant même asphyxié. Cela ne prouve qu'une chose : c'est qu'il y a de l'air très-vicié dans le conduit; mais cela ne prouve nullement qu'on retire de la Salle tout l'air vicié qui s'y trouve. Cela prouve encore qu'on ne retire pas un atome d'air vital, et il faut alors qu'il en reste bien peu dans la Salle pour l'usage de ceux qui sont forcés de l'habiter.

MON INCAPACITÉ THÉORIQUE ET PRATIQUE VIS-A-VIS DE M. BUREAUX DE PUSY.

Puis-je revenir maintenant à ce qui m'est plus personnel? Je vous cite encore, Monsieur : cela peut être utile pour l'édification générale du public ; il verra de quelles armes vous vous êtes servi contre moi qui n'avais d'autre but que d'être utile à tous les intérêts. Ces détails augmenteront la série des documents qui existent déjà sur l'importante question de l'Acoustique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

J'avais fait des études sérieuses sur cette science appliquée à l'Architecture ; et, comme application de ces études, encore imparfaites, j'ai donné un projet de Salle d'Assemblée Constituante pour 900 membres. Je vous ai remis le tout entre les mains, et je fis en même temps, sur votre demande expresse, mais que vous ne voulez plus vous rappeler, la critique d'un premier projet adopté par toutes les Commissions nommées pour l'examiner, et surtout pour l'approuver. J'ai signalé alors, et le premier, la cause des défauts acoustiques qui existent dans l'ancienne Salle des Députés.

Vous n'avez voulu ni de mon projet, ni de mes études, ni de mes notes ; mais vous vous en êtes servi pour amender le premier projet, et le transformer en un second projet qui a été rejeté, malgré vos efforts, dans la séance du 5 mars 1849.

Je vous avais porté mes justes réclamations au sujet des emprunts que vous fîtes à mes études et à mes notes ; vous n'avez pas jugé à propos de m'honorer d'un seul mot de réponse : vous vous réserviez pour la Tribune, du haut de laquelle vous vous proposiez de m'écraser, de m'anéantir complétement, et il faut reconnaître que vous avez fait tous vos efforts pour y réussir. J'ai donc le droit de vous parler à mon tour, et j'en use pour me défendre de la réputation que vous avez voulu me faire, d'être un ignorant plagiaire.

« Ce projet... » avez-vous dit, « étudié par un élève de » M. Savart, qu'on prétend un travail complet, on nous » l'a présenté et l'auteur aussi ; nous avons examiné le » projet ; nous n'avons pas trouvé qu'il eût toutes les » qualités, tous les mérites qu'on lui attribue, nous n'a- » vons donc accepté ni le projet ni l'auteur.

Vous n'avez pas été si dédaigneux, Monsieur, le jour où vous avez rédigé votre rapport en copiant plus ou

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

moins littéralement, soit ma brochure, soit la note particulière que je vous ai remise.

Et d'abord mon projet ne vous avait pas été présenté comme ayant toutes les qualités et tous les mérites que vous voulez bien dire ; mais bien comme un simple croquis qui avait beaucoup à gagner d'une étude plus sérieuse, plus approfondie, et surtout du concours de toutes les lumières. Vous avez préféré vous en servir pour améliorer un autre projet : car vous ne démontrez nullement, par vos simples assertions, que vous n'avez pas amendé un projet primitif au moyen des nombreuses observations que je vous ai fournies. On a dû voir ci-dessus combien il vous serait difficile de faire la part de chacune des personnes que vous citez comme vous ayant apporté leur contingent de lumières. J'ai cru devoir réclamer auprès de vous; j'ai fait ma réclamation en termes convenables, ce qui ne m'a pas moins attiré votre indignation.

« ..... Ce qu'on vous propose, c'est de la théorie pure » qui n'est sanctionnée par aucune expérience. »

Vous êtes dans l'erreur, Monsieur, quant à ma théorie pure : je n'ai rien proposé sans m'appuyer sur des Lois physiques, sur des faits, sur des observations directes, incontestables. J'avais d'abord examiné les défauts de toutes les Salles existantes, et recherché la cause de ces défauts : j'en ai déduit ensuite tout naturellement ce qu'il fallait faire, ou ne pas faire, dans les Salles nouvelles. Ce n'est pas là de la Théorie pure, quoi que vous en disiez.

Ce qu'il vous a plus d'appeler un Abat-voix, dans vos expériences, existait pour vous à l'état de théorie et de calcul scientifique, avant que d'être exécuté, ce qui n'a pas empêché l'*expérience* de ne vous fournir aucun résultat satisfaisant. Pourquoi donc ce que je propose serait-il

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de la théorie plus mauvaise que la vôtre? Tant que l'expérience n'aura pas prononcé contre moi, et une expérience faite intelligemment, dans de bonnes conditions, vous n'avez pas le droit, en conscience, de condamner d'avance aucune de mes propositions.

Et de toute ma théorie, d'ailleurs, vous avez tiré un assez bon parti, ce me semble, malgré votre dédain d'aujourd'hui, en rédigeant, je le répète, votre Rapport de Commission; car ce ne sont pas des idées émises par d'autres que par moi, dont il vous a plu de faire usage alors.

« La personne qui a proposé cette théorie n'a, si je » ne me trompe, jamais rien fait de son chef; elle a tou- » jours travaillé en second. » Ce passage de votre discours vous a été soufflé dans l'oreille par l'Architecte du Palais qui, s'étant cru menacé dans son emploi, a su trouver en vous un défenseur dévoué contre un danger imaginaire !

Et que savez-vous si ce que j'ai pu faire en second n'est pas équivalent ou supérieur à ce que d'autres ont pu faire en premier, et si je n'ai pas été à même, bien des fois, de faire en second le travail dont le mérite était attribué au chef? Il m'est impossible de vous citer des noms et des circonstances, mais, si vous y teniez, j'ai des preuves en main qui vous démontreraient ce que j'avance.

En vous soumettant le résultat de mes études et de mes observations, je ne me sens ni chef ni second; je suis tout seul dans la voie où je me suis engagé. Quand d'autres me suivront, certainement ils seront plus ou moins forts, et alors seulement il y aura lieu de s'occuper des premiers et des seconds, ce qui est fort oiseux en ce moment où il faudrait sortir de l'ornière. Il serait bien facile de citer force bévues d'Architectes en chef,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que leurs seconds n'eussent peut-être pas faites : cela arrive d'ailleurs dans toutes les Professions.

Et vous-même, M. Bureaux de Pusy, ne devez-vous pas vous déclarer plus habile en second qu'en premier? Ex-*capitaine* de génie, vous avez trouvé détestable le projet que le *colonel* de votre arme, N. Savart, trouvait « digne d'une attention particulière, en ce sens » qu'il s'appuie sur des données scientifiques qui, jus- » qu'à ce jour, n'ont pas été prises en sérieuse considé- » ration ». Vous êtes bien plus fort que votre supérieur parce que vous êtes d'un avis contraire!...

MON PLAGIAT.

« Et je dirai, puisqu'on m'y force, que toutes les pré- » tendues inventions que son projet contient et que » l'auteur réclame comme étant sa propriété ; qu'on » nous reproche pour ainsi dire d'avoir pillées (car ce » qu'il y a de singulier ici, c'est qu'on dit notre projet » détestable, et on nous reproche de l'avoir en partie » emprunté à l'auteur qu'on nous oppose), je dirai, puis- » qu'on m'y force, que ces prétendues inventions, comme » la courbe des gradins, comme les draperies, sont, » pour employer une expression vulgaire, vieilles comme » les rues. »

Permettez-moi de vous dire d'abord, Monsieur, que je n'ai rien réclamé comme étant *ma propriété ;* ne me faites pas si ridicule pour le besoin de votre cause. Je n'ai pas la sotte prétention de faire *ma* propriété des faits généraux qui sont du domaine de la Physique ; on ne s'approprie pas des axiomes. Ma prétention, c'est d'avoir cherché, le premier, à mettre un peu d'ordre dans l'application de principes et de faits trop méconnus, trop négligés par les artistes mes confrères ; d'avoir précisé,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'une manière suffisamment claire, le rôle si important que jouent la forme des parois et la nature des surfaces qui limitent les espaces clos où des sons se propagent pour être entendus. Mon fait, c'est d'avoir été le premier Architecte de nos jours qui ait voulu étudier l'Acoustique au profit de tout le monde, et en tirer des déductions rationnelles et éminemment utiles pour l'Art architectural. Tout le monde en sait autant et plus que moi aujourd'hui, car tout cela est si simple! mais je vous mets au défi de me citer quelqu'un qui m'ait devancé. Je ne me serais pas hasardé à publier un travail, aussi imparfait qu'il est surtout, si j'avais trouvé quelque chose qui y ressemblât.

Et qui vous dit que tout ce que j'ai avancé n'est pas *vieux comme les rues ?* Je vous demanderai seulement pourquoi on n'en tenait aucun compte, avant que je n'arrivasse avec mon travail, qui laisse, je le répète et le dis avec conviction, énormément à désirer.

J'ai TROUVÉ et EXÉCUTÉ la courbe des gradins en 1835; pourquoi, depuis lors, personne en France ne m'a-t-il copié? et pourquoi ne trouvez-vous ma courbe, en Angleterre, que lorsque je viens vous dire qu'elle existe en France, de par moi, mais parfaitement inconnue ou impratiquée depuis cette époque; admettons, par hypothèse, qu'elle ait été trouvée en Angleterre; alors pourquoi ne la connaissiez-vous pas avant moi; et pourquoi ne pas me laisser le mérite d'en avoir parlé le premier chez nous, le faible mérite, si vous voulez, de l'importation!... Cette idée d'ailleurs a dû venir à l'esprit de toutes les personnes qui veulent un peu réfléchir; mais personne ne l'avait étudiée et *formulée* comme je l'ai fait, pour tous les cas si variés qui peuvent se présenter.

Et les draperies!... Mon Dieu! les draperies sont employées depuis une éternité, souvent à tort et à tra-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vers, chez tous les peuples du monde : seulement les plus intéressés à savoir leur mérite, ou leurs inconvénients acoustiques, selon les cas, ne le savaient pas parfaitement; vous n'en aviez jamais rien dit à votre partner dans vos soirées de whist, vous qui habitez le même toit hospitalier d'un édifice public!

M. Jules De Joly, mon honorable confrère (qui sans doute n'avait jamais rien fait en chef, et avait toujours travaillé en second, peut-être, avant de suppléer le vénérable M. Poyet, son prédécesseur), M. Jules De Joly a démoli la Salle des *Cinq-Cents*, où l'on ne s'entendait pas parler, tant elle était *sonore* : cette Salle en stuc était revêtue de draperies, qui corrigeaient le vice acoustique dû à la présence des parois en stuc. M. Jules De Joly a sans doute pensé que les draperies mises alors sur le stuc, vert antique, de la Salle des *Cinq-Cents*, était un ornement architectural purement élégant, plutôt que la correction d'une faute capitale; M. Jules De Joly, dans la Salle des Députés, en 1830, a remplacé le stuc par du marbre; et il s'est fait entourer cependant de huit ou dix Commissions scientifiques, afin de mettre prudemment sa responsabilité à couvert.

Pendant dix-huit ans, on a cherché le vice radical de cette enceinte; on le trouve enfin, c'est le marbre! et on voulait remplacer le marbre par du bois! C'était un vice nouveau substitué à un autre vice. Et il est très-probable que si je n'étais arrivé alors avec mes études, le projet de M. Jules De Joly serait aujourd'hui en cours d'exécution avec tous ses défauts, puisque ce projet avait été unanimement adopté par toutes les Commissions qui l'avaient examiné, et qui eussent été là pour endosser la responsabilité des fautes commises avec un aplomb déplorable!

Je soutiens donc que ce n'est qu'après avoir lu mon

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

travail et ma NOTE spéciale sur la Chambre des Députés qu'on a renoncé aux marbres et aux revêtements en menuiserie; enfin qu'on a retrouvé les draperies qui avaient été supprimées lors de la démolition de l'ancienne Salle des *Cinq-Cents;* draperies qui sont d'ailleurs un procédé vieux comme les rues, pour me servir de votre expression, mais indispensable pour corriger une grave erreur dont on rejette la responsabilité sur toutes les Commissions de Savants.

Ensuite, Monsieur, votre projet n'était pas *détestable*, comme vous le dites, parce que vous m'avez fait des emprunts sans en rien dire, et en me privant même de l'honneur d'une simple mention dans votre Rapport : on a dit seulement que votre projet était IMPRATICABLE, ce qui est différent; et la majorité des Représentants l'a jugé tel, d'après les raisons qu'on vous a exposées. Il était surtout *impraticable* parce qu'on ne peut pas placer convenablement 900 représentants sur une surface totale de 600 mètres; il faut un $1^{m}00$ par personne, et non pas $0^{m}66^{c}$, comme vous l'avez soutenu avec un talent digne d'une meilleure cause.

« La courbure des gradins?... oui, je la montrerai » imprimée en 1833. — Il y a des personnes qui se » livrent à des recherches sans avoir étudié d'abord ce » qui a été fait avant elles; il arrive quelquefois qu'elles » trouvent quelque chose d'elles-mêmes; mais ce quel- » que chose était connu depuis dix ans, quinze ans.

» Eh bien! c'est ce qui est arrivé ici. J'ai là un ou- » vrage imprimé en 1833, et je pourrai montrer, non- » seulement sur deux plans, mais dans un texte, la » courbe des gradins parfaitement indiquée, telle enfin » que l'Architecte que préconise M. Maissiat la propo- » sait.

» Ainsi, vous voyez que cette prétendue invention

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

» n'en est pas une; elle était connue en 1833; elle était » imprimée en Angleterre, et les Architectes qui l'adop- » taient, à cette époque, ne la présentaient même pas » comme une nouveauté. »

Il est plus qu'étonnant, Monsieur, que cette courbure des gradins, si vieille en France, et connue en Angleterre de bien plus ancienne date encore, il est étonnant, dis-je, qu'elle fût complétement inconnue de M. le Rapporteur et de toutes les personnes si intéressées cependant à la connaître; il est étonnant que je sois le seul qui l'aie exécutée en France, d'une manière complète et raisonnée.

Si je n'ai rien étudié de ce qu'on a fait avant moi, le reproche peut s'adresser à tous ceux qui ont attendu mes études imparfaites pour trouver alors de tous côtés ce qu'elles ignoraient auparavant!...

« Enfin, on nous dit que la forme concave du mur » que nous plaçons derrière la Tribune était encore une » invention de M. Sachan[1].

» Je montrerai une disposition analogue indiquée » dans ce même volume que j'ai entre les mains. »

Mais pourquoi alors ne s'est-on pas servi plus tôt de cette forme anglaise? Pourquoi le premier projet proposé à la Commission, et si complaisamment adopté alors, contenait-il un mur parfaitement droit, avec une grande niche dans le milieu? Pourquoi n'a-t-on trouvé en Angleterre la forme concave qu'après seulement que j'ai eu fait la critique du projet primitivement adopté, et décrit dans mon travail les inconvénients d'un mur

1. M. Bureaux de Pusy n'a pas voulu se rappeler mon nom à la Tribune, quoiqu'on le lui ait crié, à très-haute voix, de plusieurs points de la Salle; et, de plus, il n'a pas jugé à propos de le corriger sur l'épreuve du *Moniteur* qu'il a revue, et qu'il n'a renvoyée qu'après deux heures du matin à l'imprimerie.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

droit !... et pourquoi encore, M. Bureaux de Pusy, vous êtes vous écrié, dans un passage remarquable de votre discours : « EN ANGLETERRE, ON A ÉCHOUÉ TOUT A FAIT » SOUS LE RAPPORT DE L'ACOUSTIQUE ! »

RÉFUTATION DE MON PLAGIAT.

Certains passages cités ci-dessus du discours de M. le Rapporteur nécessitent quelques explications qui feront apprécier ses assertions à leur juste valeur ; le lecteur en jugera.

L'Assemblée Nationale française, la Constituante de 1848, s'était trouvée, après la révolution de Février, dans la nécessité de se caser dans un hangar de bois et de toile bâti à la hâte, mais tout exprès pour la recevoir. Il n'existait pas, dans la capitale de la France, un seul local convenable, et surtout assez spacieux, pour recevoir les 900 membres dont se composait la Représentation Nationale, et les 600 personnes admises comme Public à ses séances.

Après le vote de la Constitution qui eut lieu dans la fameuse Salle provisoire, et qui fixait le nombre des représentants aux Assemblées législatives à 750 membres, l'Assemblée Nationale s'est trouvée dans la position de la Chambre des Communes en Angleterre, en 1833. Celle-ci, à cette époque, n'avait qu'une Salle trop exiguë, et elle voulut l'agrandir pour satisfaire à de nouvelles nécessités, et pour contenir un Auditoire plus nombreux.

En France, l'ancienne Chambre des Députés construite à grands frais, de 1828 à 1832, pour 450 membres, ne pouvait plus contenir la nouvelle Représentation Nationale, et offrir les 750 places nécessaires pour les nou-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

veaux mandataires du pays, et encore moins les 900 places indispensables pour les époques de congrès et de révision.

A Paris, en 1849, comme à Londres en 1833, il s'agissait donc d'agrandir un local trop exigu; il est bon d'examiner les procédés employés dans l'un et l'autre pays pour arriver à un but semblable.

On fit en Angleterre un appel aux Architectes qui se présentèrent au nombre de quatorze devant une Commission chargée d'examiner la question d'agrandissement des bâtiments de la Chambre des Communes. Cette Commission se composait de trente-six membres parmi lesquels on comptait Robert Peel, Fox, Buckingham et autres célébrités; elle fut nommée le 7 mars 1833, et elle tint *douze* séances en moins d'un mois, du 14 mars au 9 mai 1833.

A chacune de ces séances on appelait, soit un Savant, soit un Architecte qui exposait son opinion tant sur l'agrandissement de l'ancienne Salle, que sur la nécessité d'en construire une autre; — sur la forme à lui donner; — sur les modes de chauffage, de ventilation et d'éclairage; — sur les dispositions, les agencements, les qualités, les inconvénients, etc.

Un procès-verbal était dressé de tout interrogatoire qu'on faisait subir à l'Architecte placé sur la sellette; et à chaque procès-verbal étaient joints les plans à l'appui des idées ou des opinions émises par les différents concurrents.

Tous les Architectes ont été unanimes pour déclarer la Salle trop petite, et ne pouvant pas être agrandie; tous ont conclu à la nécessité de la construction d'une autre Salle dans le Jardin du Président de la Chambre.

En Angleterre, il n'y a pas de Tribune; les Orateurs parlent de leur place, et s'adressent au Président. Il

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

faut donc, d'après ces usages, que tous les Auditeurs soient suffisamment en face les uns des autres, et à la fois parfaitement en vue du Président.

Aussi les Salles anglaises sont-elles généralement barlongues, divisées en deux parties, c'est-à-dire ayant des banquettes toutes droites, placées sur les deux côtés longs de la Salle, avec un espace vide servant de passage au milieu : c'est à l'une des extrémités de ce milieu qu'est placé le Président.

La plupart des Architectes qui ont soumis des plans se sont plus ou moins conformés à cet usage anglais. Plusieurs ont proposé la forme en fer-à-cheval, et quelques-uns la forme ronde, entièrement circulaire ou polygonale. Une des formes circulaires avait des banquettes cintrées sur un point de la circonférence ; l'autre forme circulaire et le polygone inscrit au cercle, avaient des banquettes concentriques à la Salle et le Président sur l'un des côtés.

Les formes en fer-à-cheval avaient les côtés plus ou moins allongés ; l'un d'eux présentait les deux côtés se resserrant comme les branches d'un diapason.

Enfin, une forme ovale composée de deux demi-cercles réunis par une partie droite, avec des banquettes concentriques à la forme générale.

Hormis deux formes rondes, une octogonale et une ovale, les autres étaient en fer-à-cheval, établies dans des enceintes plus ou moins régulières ; les fer-à-cheval étaient ou très-allongés ou très-raccourcis.

L'un des projets, celui représenté par la planche 19, était dû à l'Architecte Georges Basevi ; il offrait une particularité remarquable : Les banquettes y étaient établies sur des gradins dont l'élévation n'était pas régulière, c'est-à-dire, qu'ils s'élevaient plus à mesure qu'ils s'éloignaient davantage. Voici le passage du texte qui a

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

trait à cette particularité, d'ailleurs assez mal figurée dans le dessin, et que M. Bureaux de Pusy appelle : « *La courbe des gradins parfaitement indiquée* » ; — et qui a en outre motivé cette autre phrase plus ou moins consciencieuse : « *Je montrerai une disposition* ANALOGUE *indiquée dans ce même volume que j'ai entre les mains.* » (Les chiffres ci-après indiquent les N^os^ des questions qui précèdent les réponses.)

587. Quelle élévation donnez-vous aux sièges?

= Je commence par *un pied* (0^m^30), et j'augmente graduellement cette élévation.

588. Vous vous élevez de 12 à 21 pouces?

= Oui (de 0^m^305 à 0^m^525).

Un dessin grossièrement lithographié, incorrect; et le passage que je viens de citer, voilà sur quoi s'est appuyé M. Bureaux de Pusy pour venir dire à la Tribune que j'avais copié dans un ouvrage anglais, imprimé, et qu'il avait là sous la main, tout ce que j'avais dit de la courbe des gradins en élévation. Cet ouvrage anglais n'est qu'un simple rapport de la commission d'enquête dont le public pouvait prendre connaissance, tandis que M. Bureaux de Pusy laisse ignorer de tous le détail de ses expériences faites aux frais de l'État, au sujet de son Abat-Voix.

Il ne fallait pas aller chercher si loin, pour trouver ce que M. le Rapporteur m'opposait : Tous nos Théâtres sont généralement établis à peu près sur ce principe, c'est-à-dire, qu'à mesure que les banquettes s'éloignent de la scène, les gradins sur lesquels elles sont établies, ou le sol qui les supporte, s'élèvent davantage, progressivement, mais comment et suivant quelle formule?... il n'y en a pas; c'est le vague instinct, aidé du hasard qui est alors le seul guide, et non pas cette suite de données déterminées et de raisonnements que j'ai exposés et que tout le monde peut comprendre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ainsi, de ce fait cité, à la règle que j'ai donnée pour tracer la courbe de Visibilité et d'Auditibilité générales, courbe qui varie selon les points de vue, etc., il y a une énorme distance ; sans doute, c'est une bonne chose que cette hauteur graduellement croissante, rappelée plutôt qu'indiquée par l'Architecte anglais, mais celle-là est connue de tout le monde, et nullement raisonnée pour les divers cas qui peuvent se présenter.

Si le lecteur est arrivé, sans trop de fatigue à la fin de ce chapitre, je le prie de m'excuser de lui avoir répété, en d'autres termes, ce que j'avais déjà dit : son temps ne sera pas perdu, si j'ai pu lui faire comprendre qu'il y a toujours des erreurs et des abus à réformer ; qu'on ne saurait trop appeler l'attention sur leur persistance, surtout lorsqu'on signale les moyens d'arriver à leur correction.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE IX.

TROISIÈME ET DERNIER PROJET OFFICIEL REJETÉ EN 1849, MAIS EXÉCUTÉ EN 1871.

Vers la fin de 1849 (26 novembre), la République Française se continuait avec une allure chancelante, et la question qui nous occupe n'avait fait aucun pas utile aux intérêts généraux. A l'Assemblée Nationale Constituante avait succédé l'Assemblée Nationale Législative; un nouveau Ministre des Travaux publics reprenait en main cette fameuse QUESTION *d'une salle* DÉFINITIVE *pour une assemblée de* 900 *membres;* il le faisait en d'autres termes, mais on voit qu'il n'avait pas d'autres inspirations que celles de ses prédécesseurs; leur origine est peut-être moins patente, mais on voit néanmoins d'où elles viennent; il s'y trouve toujours une indifférence complète, pour ne pas dire une ignorance absolue des exigences de l'Acoustique et de l'Optique.

Le Ministre débute par le dépôt d'un « PROJET DE LOI » portant demande d'un crédit de 75,000 francs, destiné » à l'exécution des travaux *nécessaires* pour approprier » l'ancienne Salle des séances de la Chambre des Députés

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

» au service des séances de l'Assemblée Législative. » (n° 541).

Il ne s'agit plus ici d'études et de projets dont le mérite et l'opportunité eussent été à discuter; c'est tout simplement une Loi qu'il nous faut aujourd'hui, nous donnant un crédit de 75,000 francs destinés à l'exécution de travaux qui, étant *nécessaires*, ne sont discutables que pour la forme.

Le PROJET DE LOI est naturellement *précédé* de l'EXPOSÉ DES MOTIFS, et il faudra bien que cet exposé arrive à la discussion qu'il ne peut éviter, — ce qui présente un grand danger pour son existence!

Le Ministre reconnaît une fois encore, et après l'avis de tout le monde, que l'Assemblée constituante s'était aperçue de suite qu'on l'avait très-mal installée dans cette fameuse Salle provisoire, toujours existante, toujours aussi mauvaise, malgré les dépenses effectuées en vaines tentatives d'amélioration; aucuns des vices de cette Salle ne sont imputables à l'Architecte qui l'a construite; tous les défauts résultent, suivant le ministre, de ce qu'on l'a construite à la hâte!... Mais qu'on se hâte ou non, l'ignorance absolue des faits de l'Acoustique et de l'Optique donnera toujours le même résultat, tant que les constructeurs n'auront même pas la conscience de ce qui leur manque à ce sujet. « L'expérience a dé- » montré que les essais d'amélioration n'avaient réalisé » que d'une manière bien incomplète le résultat qu'on » en avait espéré. » La hâte aurait donc eu pour effet de paralyser le talent d'un Architecte distingué, à tel point que son œuvre, de l'aveu du nouveau Ministre, était irrémédiablement mauvaise. Sous le rapport de l'Acoustique l'Architecte du Palais-Bourbon n'avait pas été heureux dans la construction monumentale de 1830; il prenait néanmoins son temps pour l'édifier : *quatre*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ans ; ce n'était pas là de la *hâte*, et cependant il n'y avait guère mieux réussi ; il y avait donné, comme toujours, maintes preuves de son ignorance absolue de ces matières pour lesquelles il ne professait qu'un respectueux dédain !

« Chacun de vous, Messieurs, reconnaît la nécessité » de transporter les séances de l'Assemblée dans une » Salle plus convenable et mieux appropriée à sa desti- » nation. » Le Ministre parle d'une Salle plus convenable, mais il ne dit pas encore où sera situé ce nouveau logis qu'on cherche depuis si longtemps ! Il faudrait qu'une autre Salle fût bien mal appropriée à sa destination pour l'être autant que celle où se trouvent encore les Députés à la Législative.

Le Ministre raconte, une fois de plus, qu'une dépense de *dix millions* eût été nécessitée pour satisfaire à une pensée exprimée par une partie des Membres de l'Assemblée ; elle consistait à utiliser les bâtiments et les terrains disponibles de l'un des Palais nationaux (les Tuileries). Il n'en parle que pour ne plus revenir à cette idée ruineuse qui d'ailleurs ne plaît qu'à une faible minorité de l'Assemblée. On ne peut s'empêcher de faire remarquer que dix millions, vingt millions ne seront rien, quand il s'agira de satisfaire aux fantaisies d'un autre régime auquel on n'était pas encore arrivé ; mais à ce moment, l'indication de *dix millions* « suffit pour » démontrer que toute idée de translation doit être com- » plétement abandonnée, et qu'il y a nécessité de main- » tenir le siège de l'Assemblée dans le Palais qu'elle » occupe actuellement, et où elle trouve toutes les res- » sources indispensables à ses nombreux services. »

« ... La Salle des séances laisse seule à désirer... » c'est de l'ancienne Salle des Députés, celle de 1830, qu'il s'agit : nous voici donc revenus à l'idée fixe de l'Archi-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tecte du Palais, qui ne sera pas encore approuvée, grâce au bon sens de la majorité de l'Assemblée qui rejettera le nouveau projet comme elle a fait des autres.

Avant de faire savoir en quoi consiste ce qui est à désirer dans cette Salle de séances, le Ministre rappelle les divers projets présentés par l'Architecte du Palais, successivement modifiés, comme on l'a vu dans les chapitres précédents, et finalement ajournés par l'Assemblée Nationale qui ne voulait pas quitter le trop vaste où elle était fort gênée, pour le trop exigu où elle le serait bien davantage. Il s'agissait alors d'une dépense de 750,000 fr., qui a été refusée et qui eût certes dépassé un million.

Quatre mois avant la présentation du dernier projet, en juillet 1849, l'Architecte du Palais, toujours plein d'un zèle très-ardent, avait présenté au Ministre un nouveau projet dans lequel il se livrait à de grandes démolitions de ses œuvres; il demandait à bâtir dans son Palais, et en le bouleversant, une Salle de deux millions; il préférait sans doute cela à ne rien faire du tout; il avait pour prétexte la nécessité de soustraire l'Assemblée Nationale à la fâcheuse position dans laquelle il l'avait mise lui-même. Les deux millions ont paru encore trop élevés pour que le Ministre jugeât à propos d'en soumettre la demande à l'Assemblée Législative.

Ce projet de deux millions dont l'exécution eût sans doute été plus agréable à l'Architecte du Palais que la simple mutilation de la Salle aux splendides colonnes, de 1830, lui eût permis de s'adonner de nouveau à tous les ajustements de l'architecture dont il avait donné déjà tant de spécimens, mais la mutilation refusée eût coûté trois quarts de million; à plus forte raison eût-on refusé les deux millions demandés pour n'avoir qu'une Salle qui, sans aucun doute, n'eût pas été plus *définitive*, que les précédentes, sortant toujours de la même officine.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

C'est sur ces entrefaites, et après le projet de 2 millions qu'était apparue une nouvelle Commission, nommée par le Ministre, mais cette fois sans que l'Architecte du Palais en fit officiellement partie intégrante, comme ce qui avait généralement lieu précédemment : cette Commission était composée de MM. Daru, Vitet, Dumas, Chaper, Députés et Vaudoyer, Architecte; elle avait pour mission spéciale de « *Rechercher les moyens d'installer l'Assemblée Na-* » *tionale dans l'ancienne Salle de la Chambre des Dé-* » *putés.* » En revenant à cette première idée, on ne la présentait plus sous ce titre : « Établissement d'une » Salle *définitive* » ; on avait enfin renoncé à ce définitif si difficile à atteindre; on s'était aperçu que le définitif était trop absolu dans ses allures prétentieuses, et surtout trop incertain, ne s'appuyant que sur des raisonnements mal fondés et toujours remplis d'erreurs.

La Commission nouvelle qui comptait dans son sein l'un des Architectes les plus méritants de notre époque, émit quelques idées intéressantes qui se résument ainsi qu'il suit : On agrandirait la Salle en supprimant la colonnade en marbre blanc, et son soubassement également en marbre de diverses natures ; on supprimerait aussi les Tribunes publiques qui seraient reportées dans les emplacements circulaires des escaliers qui occupent les deux grands triangles formés en dehors du cercle inscrit dans un carré. Ce moyen donnait une surface de 150 mètres superficiels, actuellement occupés par la colonnade si essentielle à la *décoration*, seul mérite de la Salle qui était ainsi sacrifiée; elle permettait de placer convenablement trois cents Députés de plus. Ce procédé héroïque eût permis d'obtenir une enceinte d'une grandeur suffisante; mais qu'eût-on fait d'une enceinte sans colonnade circulaire?... Cette surface eût été utilisable pour les réunions de l'Assemblée, et le Public eût

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

facilement trouvé six cents places dans les deux triangles actuellement occupés par des escaliers à double rampe, et dans une partie d'un autre espace également utilisable, mais qui se trouve inoccupé derrière la grande colonnade extérieure, purement décorative et faisant face au temple de la Madeleine, dans l'axe du pont et de la place de la Concorde.

Ainsi, voilà une Commission qui voit tout de suite que la Salle étant trop petite pour sa destination nouvelle, le seul moyen qu'il y ait de la rendre assez grande, c'est de démolir les colonnades qui n'ont aucune espèce d'utilité que celle décorative, et de rendre au service des Députés l'espace qui a été consacré avec tant de libéralité à des colonnes, c'est-à-dire *un tiers* de l'espace total : par ce simple moyen on obtient un espace suffisant. Mais que serait-on devenu sans cette splendide colonnade intérieure, en marbre de « *Carrare blanc clair!...* »

Aussi le Ministre dit-il : « Ce Projet nouveau (il était réellement nouveau!) avait pour résultat « de modifier » profondément les dispositions architecturales de la » Salle! » c'était là un inconvénient trop sérieux aux yeux du Ministre qui, dès lors, n'y peut trouver aucun avantage. Il n'a en vue que les *dispositions architecturales* qui se trouveraient du coup complétement anéanties, mais au profit d'une grande utilité générale. Il ne pense guère aux convenances et aux exigences de l'Acoustique dont il n'a aucun souci, aucune idée; ce n'est pas dans l'exercice de ses fonctions d'Ingénieur en chef des Mines qu'il aurait eu l'occasion de s'occuper sérieusement de ces questions si difficiles dans la pratique, et d'acquérir l'expérience nécessaire pour juger de ce qu'il était convenable de faire pour atteindre un but poursuivi depuis si longtemps : la construction d'une bonne Salle pour les délibérations parlementaires.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Que serait-il advenu si la Commission n'avait ouvert les yeux sur les observations du Ministre, qui a fait admettre que cette simple idée n'était pas la bonne, puisqu'elle menait tout droit à un acte de vandalisme envers une œuvre aussi splendide! « La Commission, » *frappée* de ces inconvénients, chercha à créer, par un » simple remaniement des banquettes, un nombre de » places égal à celui des représentants... »

Voit-on d'ici une Commission qui, ayant vu de suite que le seul moyen d'agrandir une enceinte, c'était de lui fournir réellement une plus grande surface, s'avise ensuite, subitement éclairée par le Ministre, de chercher ce supplément de surface dans un *remaniement de banquettes!* C'était bien simple à faire : avez-vous un espace trop exigu, remaniez les banquettes, et aussitôt votre espace devient plus grand! c'est l'idée fixe de l'Architecte du Palais, et il parvient toujours à la faire adopter par les administrateurs successifs, qui ne sont pas inamovibles comme lui. Ils subissent tour à tour l'influence de l'Architecte haut placé; et s'imaginent comprendre quelque chose à ces questions difficiles, uniquement parce qu'ils occupent le sommet d'une échelle administrative! Ils ne sont toujours là, en définitive, que pour endosser les fautes de l'Architecte du Palais, *endossement* qui n'est jamais suivi d'aucune espèce de *responsabilité!*

Nous voici replacés sur le lit de Procuste! après avoir contraint l'Assemblée Nationale à s'étendre et s'étirer outre mesure dans un espace trop long, on veut de nouveau la faire entrer de force dans cette enceinte où elle serait tellement serrée de toutes parts, qu'elle ne pourrait plus faire un geste et serait condamnée aux tortures de l'immobilité énervante, et bientôt aux ankyloses.

« Les dispositions au moyen desquelles on pourra

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

» arriver à établir dans l'ancienne Salle les 750 places » nécessaires à l'Assemblée Législative consistent :

» 1° A avancer de 0m40c le banc inférieur vers le centre de l'hémicycle, et répartir également l'espace qui » sépare les bancs en arrière (le Ministre omet de dire » en quel nombre), et enfin à supprimer les saillies que » présentent les piédestaux des colonnes : ces trois opérations procureront la possibilité d'établir deux rangs » nouveaux de banquettes. »

Ces deux rangs nouveaux portent à douze le nombre des banquettes actuellement de dix. Quel est l'espace octroyé aux nouvelles banquettes ? une zone de 0m 40c, d'une part, dans le bas, déduction faite de sept interruptions pour les entrées des passages ; cette zone donne une surface de 4 mètres ; une autre zone de 0m25c dans le haut et provenant de la suppression des piédestaux, donne une surface de 12 mètres ; c'est donc ensemble une surface totale de 16 mètres utilisable pour placer des Députés ; or, pour qu'ils ne soient pas plus serrés que dans l'état actuel, on n'en peut introduire dans la Salle, du fait de cette modification, que 16. Quant à ce que le Ministre appelle : « *répartir également l'espace* » *qui sépare les bancs en arrière,* » c'est là une opération qui n'augmente en rien la surface destinée à l'Auditoire de la Salle ; si l'on ne veut pas encaquer des personnes qui tiennent naturellement à leur existence, il faut y renoncer.

Mais que dire de la suppression des piédestaux qui chaussent les colonnes en « *marbre de Carrare ?* » Ces colonnes déborderont donc, par leur base, sur le nu du mur circulaire qui forme le bas de l'enceinte ? ce fait n'a donc pas constitué un *inconvénient* architectural aux yeux de la Commission qui ne s'est laissé *frapper* que par la suppression totale des colonnes en Carrare? Sup-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

primez tout ce que vous voudrez, mais laissez-nous les colonnes !...

« 2° A supprimer dans les sections inférieures ou cor-
» ridors circulaires le premier vomitoire, et à rétrécir
» le second de manière à obtenir sur les banquettes trois
» places au lieu de deux. »

En supposant que ce moyen soit praticable, il ne fournirait guère que 16 places ; mais ce passage de l'énoncé ministériel est fort peu compréhensible : *sections inférieures* ou *corridors circulaires du premier vomitoire ?...* — *rétrécir le second* (vomitoire) ?... Obtenir ainsi sur les banquettes trois places au lieu de deux ?... sur quelles banquettes ?... quelle largeur ont-elles avant l'opération; quelle largeur auront-elles après ?... Les places ne pourraient guère avoir plus de $0^{m}40^{c}$ et cela semble bien exigu ! — mais quel galimatias explicatif émanant d'un Ministre ingénieur en chef ! que de vagues incohérences cela fait supposer dans son esprit au sujet de la question qu'il traite cependant de sa haute position à la fois scientifique et administrative ! que peut-on espérer alors d'Architectes qui sont loin d'avoir reçu l'instruction qu'il possède ?

« 3° A établir, en continuation des courbes actuelles,
» cinq rangs de banquettes et de pupitres venant buter
» *contre l'angle des murailles à droite et à gauche du*
» *Président* » (ce qui veut dire : contre les extrémités latérales du pignon du fond) « et commençant à la
» hauteur de $2^{m}40^{c}$ du sol, de manière à laisser un pas-
» sage fermé par une portière en tapisserie. Les cham-
» branles des portes actuelles seraient enlevés » (ces beaux chambranles qni sont « *tous en marbre blanc !* ») « ainsi que la balustrade en marbre qui *cache* aujour-
» d'hui les pupitres des premiers bancs. »

On a dû se demander à qui cette balustrade pouvait

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cacher les pupitres des premiers bancs quand on les voit de toutes les places de l'enceinte d'où on les domine. Naguère, dans un autre projet, on enlevait cette balustrade en marbre pour une raison d'Acoustique ; aujourd'hui c'est pour une simple raison d'écran qui *cache* ce qu'il n'empêche pas de voir ! et le Ministre accepte et débite tout cela sans sourciller !

Pour qu'il y ait $2^{m}40^{c}$ de passage par *dessous* la première banquette basse qui commence le groupe en prolongement droit des banquettes circulaires du haut de la Salle, il faut que l'ensemble des gradins qui supportent les banquettes s'élève sur le soubassement des colonnes d'au moins un mètre, ce qui réduirait ce riche soubassement « *en marbre rosé clair* » de 3 mètres à 2 mètres ; les dernières places seraient à 4 mètres de hauteur du bas de la Salle et à un mètre plus haut que le Président : en outre, celui-ci ne pourrait apercevoir les nouveaux casés qu'en tournant la tête de plus d'un quart de cercle à droite et de plus d'un quart de cercle à gauche, ce qui ne laisserait pas que de constituer pour lui un exercice dont il se passerait volontiers ! Mais le Ministre ne s'inquiète pas pour si peu ; il va et marche conformément à l'impulsion qu'on lui a donnée pour présenter et soutenir un projet dont il ne comprend pas les trop sérieux inconvénients !

Il n'y a que deux seules issues à la Chambre des Députés, issues indiquées par des portes de belle dimension, 2 mètres de largeur sur $4^{m}50^{c}$ de hauteur ; on avait suppléé au petit nombre par la grandeur de chacune. Ces uniques portes sont supprimées, attendu que les banquettes latérales arrivent dans leurs baies. Ainsi, dans ce dernier projet, on pénètre dans la Salle et l'on en sort en passant par les *dessous* de banquettes, ce qui n'a rien de bien triomphal, même avec la portière de tapisserie !

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

— Avoir une « *Entrée Royale* sur la *Cour d'Honneur* », entrée dont la splendeur a été emprunté avec un remarquable talent au Temple du JUPITER STATOR des Romains ; traverser un vestibule décoré du nom de « *Salle* ou *Salon du Roi* », et venir aboutir finalement à un sombre dessous d'estrade où les porteurs de panaches pourraient bien être contraints à baisser la tête ! Que tout cela nous éloigne des splendeurs du « *Carrare*, du *Cérancolin*, du *Vert de Gènes* » et des portes aux chambranles « *tous en marbre blanc* » ! Voilà donc à quoi l'on est réduit quand on s'obstine, dans une bonne intention sans doute, à l'installation d'un autre lit à la Procuste auquel les Représentants de la Nation ne peuvent s'accoutumer, même en perspective : ils pensent que le trop grand, qui est si détestable dans la Salle provisoire qu'ils occupent, leur cause moins de mal que le trop petit qu'on voudrait leur imposer, dans l'ancienne Salle des Députés.

Dix banquettes de 4 mètres de longueur ajoutées en fer-à-cheval, en supplément du demi-cercle, ne peuvent procurer que 80 places qui, avec les 48 trouvées ci-dessus, ne donnent que 128 places ; et en les ajoutant aux 450 places actuelles, on obtient en tout 688 places ; il en manque donc soixante-huit !

Est-il nécessaire de faire remarquer que la circulation, qui est possible dans cette Salle avec 460 Députés, devient impraticable dans le projet nouveau pour cette raison que la surface qui lui est consacrée se trouve considérablement réduite, tandis que le nombre des Représentants est augmenté d'environ deux cinquièmes ! c'est là une idée bien simple, mais il ne paraît pas qu'elle ait pu hanter l'esprit du Ministre !

« L'exécution de ce projet coûtera une somme de » 75 000 francs. »

Démolition du soubassement des colonnes « *en mar-*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

bre blanc clair de Carrare » qui resteraient en l'air ; démolition et réfection des banquettes « *en acajou et chêne de Hollande* » couvertes « *de drap amaranthe* » ; pour en refaire d'autres, avec d'autres rayons de courbure et d'autres divisions ; suppression d'une partie des couloirs de circulation ; réduction de l'hémicycle central et d'une notable partie des grands couloirs latéraux ; enfin suppression des deux seules portes d'entrée et de sortie, pour ne plus pénétrer dans la Salle et l'évacuer qu'en passant **sous les banquettes** ; tout cela pour 75 000 francs, conformément à *un devis*, mais peu conforme à l'exécution et aux entraînements auxquels donnerait lieu ce projet qui n'aboutirait qu'à une Salle autrement mauvaise, mais certainement plus incommode et plus mauvaise que la Salle provisoire.

Il faut cependant rendre justice au Ministre, il ne semble pas avoir grande confiance dans le projet qu'il s'est chargé de présenter pour le compte de l'Architecte, car il ajoute :

« Nous n'ignorons pas qu'il est loin (le projet) de pré-
» senter toutes les conditions que l'on exigerait, avec
» raison, dans une construction nouvelle (on n'aurait
» donc pas raison de les exiger ici ? pourquoi ?) et nous
» ne prétendons nullement que les dispositions dont
» nous venons de vous donner un aperçu soient à l'abri
» de tout reproche. » (Voilà un aperçu qui laisse apercevoir la pente des entraînements ; une fois en train, arriveront bientôt les chapitres de suppléments de crédits pour chercher à remédier aux inconvénients inacceptables, et auxquels on cherchera à remédier comme on l'a fait avec de remarquables insuccès dans la Salle provisoire !) « Nous pensons seulement que dans l'état
» actuel du budget qui nous commande la plus stricte
» économie dans les dépenses, et avec la nécessité où se

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

» trouve l'Assemblée de se procurer, le plus prompte-
» ment possible, une autre Salle que la Salle actuelle
» dont elle connaît tous les inconvénients, le projet que
» nous venons vous soumettre, et qui est le résultat de
» longues études, réunit toutes les conditions de conve-
» nance essentielles, et est aussi satisfaisant que possible
» à raison de la modicité des frais qu'il entraînera et la
» rapidité d'exécution dont il est susceptible. »

La nécessité de trouver une nouvelle Salle est évidente depuis bien longtemps; l'évidence de leurs inconvénients et de leurs défauts est palpable dans toutes les Salles existantes, mais tout particulièrement dans la Salle provisoire de 1848 où l'on a fait cette dernière épreuve si tristement manifeste. Le projet « *est le résultat de* LONGUES ÉTUDES », c'est là une phrase stéréotypée qu'on fait répéter à un Ministre quelconque chaque fois qu'il se soumet à l'obligation de présenter un projet; au sujet de celui-ci il est certain que le Ministre actuel ne s'est pas livré à de *longues études !* car on ne peut pas admettre qu'un Ingénieur en chef des Mines n'eût pas compris la question d'une tout autre façon, s'il y avait appliqué, sans préjugés, sa science acquise et sa haute intelligence!

Se mettre martel en tête pour retourner de mille façons une idée fondamentalement absurde; se remuer de mille manières pour sortir d'une impasse, tout cela s'appelle de « *longues études ;* » c'est l'expression consacrée à ce tournoiement obstiné, à ces tergiversations tenaces, à cet âpre besoin d'un conservateur du privilège des dépenses à effectuer! — Les « *convenances essentielles réunies* », c'est sans doute la suppression des portes obstruées par les banquettes supplémentaires et le passage en forme de chatière, ménagé sous les gradins obscurs et caché derrière une tapisserie! — « *La modicité des frais* » résulte d'un devis où l'on évalue ce que l'on

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

veut et comme on veut : on engrène une dépense comme on engrène une roue dentée, et l'on va jusqu'où vous entraîne l'engrenage auquel le bailleur de fonds ne peut plus se soustraire ; mais au moins on a remué des matériaux et effectué une dépense ; l'opération est-elle utile ou non? Là n'est pas la question la plus intéressante ! D'ailleurs n'a-t-elle pas toujours son côté utile : faire vivre tous ceux qui travaillent ! faire et défaire, n'est-ce pas toujours travailler !...

Ce dernier projet de modification de la Salle des Députés de 1830 donna lieu à la nomination d'une Commission Parlementaire à laquelle, cette fois-ci, on n'adjoignit aucune Commission d'Architectes, aucune Commission de Savants, Membres de l'Institut, enfin aucun étalage oiseux de prétendues consultations techniques, scientifiques et artistiques, dont on avait fait précédemment de si beaux étalages; ce moyen d'attaque pour enlever l'affaire devant les Représentants était usé, anéanti à force d'abus. La Commission ne prit que quinze jours pour faire son travail d'appréciation, ne consultant que l'Architecte du Palais, auteur du projet, ce qui était beaucoup plus simple; son Rapport fut déposé en décembre 1849 n° 611.

Les Membres de la Commission s'étaient divisés en deux camps; la minorité voulait rester où elle était installée ; bien que très-mal dans la Salle provisoire, elle préférait y jouir des moyens faciles de circulation, et des nombreuses portes de sortie qui communiquaient avec un vaste corridor contournant toute l'enceinte ; à cette Salle si vicieuse enfin malgré ses modifications dispendieuses et inutiles, — imaginées et exécutées par son auteur, — on avait fini par trouver des qualités

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dont l'ancienne Salle des Députés serait certainement trop dépourvue à la suite du remaniement des banquettes et du bondage qu'on voulait y pratiquer.

Le projet, en passant de l'*Exposé* ministériel au Rapport de la Commission, éprouvait quelques modifications qui indiquaient combien cette question avait été examinée légèrement, et avec peu de compétence technique. Le Ministre avait dit qu'on prendrait, sur l'hémicycle du bas, 0,40^{c} qui seraient joints à l'épaisseur des pilastres supprimés au pourtour du soubassement des colonnes, c'est-à-dire, 0,25^{c}, résultant de cette suppression, en tout 0,65^{c}; cette cote totale permettait, suivant l'*Exposé* ministériel, de porter le nombre des banquettes concentriques de dix à douze; mais deux banquettes exigeant deux mètres sur le rayon, il leur manque 1^{m},35, que l'on prenait nécessairement sur les dix autres banquettes, ce qui les réduisait à environ 0^{m},87 chacune, compris leur pupitre. Au lieu de 0^{m},40, demandés au rayon de l'hémicycle du bas, la Commission expose que le projet présenté lui prend 2^{m},56 (« l'hémicycle se trouve réduit de 9^{m},00 à 4^{m},44 de diamètre » — ce qui fait 1^{m},28 sur le rayon). On augmente alors la *partie* du rayon entier de la salle sur laquelle s'établissent les banquettes d'une quantité à peu près suffisante (1^{m},93) pour avoir deux rangées de plus; mais ce n'est, en définitive qu'une rangée dans le haut et une dans le bas; la rangée du haut ne peut contenir que 90 places et celle du bas 14, en tout 104 places; les cinq rangées qui bouchent en partie, de chaque côté, les portes d'entrée, procurent 80 places, c'est donc en tout 184; il manque conséquemment 116 places dans une Salle tellement bondée cependant, qu'on s'y trouverait comme harengs en caque!

Dans ce dernier projet, au surplus, l'Architecte du

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Palais est tout simplement revenu à celui qu'il avait présenté tout d'abord et de son seul cru, portant le n° 1 de la collection (fig. 114, p. 311), et dans lequel il démolissait impitoyablement le grand pignon dont l'unique destination était de recevoir les « *ajustements* » architecturaux dans toute sa vaste étendue, sauf une légère portion dans la partie basse et centrale, réservée à l'estrade Présidentielle, enserrée entre les deux énormes socles, appartenant aux « *ajustements* » décoratifs. Ici les banquettes en fer-à-cheval ne se pratiquent plus que sur les cinq rangs du haut, et viennent buter contre le pignon resté à sa place, au lieu d'être reculé de la largeur du couloir qui est derrière et d'une partie de ce qu'on appelle «la salle Louis-Philippe », sorte de vestibule qui devait être également atteint et mutilé dans le premier projet comme dans le second qui lui a succédé et qui a éprouvé le même sort : un échouement; le dernier projet actuellement en instance est donc une simple épave du premier en date.

La minorité de la Commission disait : « l'ancienne » Salle (des Députés) manque de lumière; on y voit mal, » même dans les plus beaux jours de l'été. » — Dans cette Salle qui avait la réputation d'être si parfaite à tous les points de vue! Sur ce fait la majorité passe condamnation; elle ne veut pas, pour si peu, que l'affaire soit manquée; l'Architecte du Palais possède des moyens de vous inonder de jour! il vous ouvrira le ciel comme par enchantement! Elle accède à une dépense de 5000 fr. destinée à démolir la toiture et la voussure de la Salle, à refaire une vaste lanterne et un plafond vitré, avec tous les échafaudages nécessaires à ce travail, ce qui est certes une évaluation bien modeste pour une opération de cette importance; mais il ne faut jamais effrayer les gens avec de gros chiffres quand on leur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

demande de l'argent; il faut toujours amincir la pointe d'un objet qu'on veut faire passer à la filière, et la pointe n'est ici que de cinq mille francs! On en verra bien d'autres, lorsqu'il s'agira de la ventilation dont on ne parle pas.

La Commission ajoute ceci à l'Exposé du Ministre : « Les marbres de l'enceinte sont couverts de tapisseries » pour détruire l'écho fâcheux qui gênait l'orateur à la » Tribune. » On se rappelle que cet « *écho fâcheux* » était une récidive due à l'aveugle inexpérience de l'Architecte du Palais qui répétait la faute de ses devanciers; il n'avait pas compris le remède qu'on avait apporté à cette faute, au moyen de draperies flottantes qu'il avait vues en place, sans se douter du rôle qu'elles remplissaient. Les *Tapisseries* mentionnées au Rapport seront sans doute des draperies flottantes, pour pouvoir remplir la fonction qu'on leur réserve; elles procureront en outre l'avantage de cacher aux yeux la suppression des socles et le porte-à-faux des colonnes!

Le Rapport de la Commission se termine ainsi qu'il suit : « Ce que vous voulez avant tout, c'est que les » Orateurs puissent parler à la Tribune sans efforts qui » les épuisent et les troublent; c'est que l'Assemblée » tout entière puisse les entendre et s'éclairer par la » discussion... »

Parler de la Tribune avec plus ou moins d'inconvénients, là n'est pas toute la difficulté, puisque malgré la sonorité intempestive de l'enceinte, on entendait tant bien que mal dans la Salle de 1830; mais ce qui est plus difficile à obtenir, ce qu'il est certain même qu'on n'obtiendra pas de l'exécution du projet actuel, porté à 80 000 fr., c'est que « l'*Assemblée tout entière* » ne pourra pas « *entendre et s'éclairer par la discussion.* » Il est positif qu'on n'entend bien que de face et très-mal

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ou pas du tout de côté ; et quand les deux tiers au moins de l'Assemblée se trouveront placés latéralement, et même derrière l'Orateur, cette grande majorité de l'Assemblée ne pourra guère être et se dire « *éclairée par la discussion* » qu'elle n'aura pas entendue!

La discussion publique de ce troisième projet a occupé deux séances de l'Assemblée Législative qui a rejeté cette dernière combinaison de l'Architecte du Palais ; ce qui a préservé la Salle de 1830 des mutilations qu'il voulait à toute force lui imposer. On revint de part et d'autre aux mêmes arguments, soit pour appuyer soit pour rejeter cette dernière élucubration. Le récit, même abrégé, de ces débats, finirait par fatiguer outre mesure la patience du lecteur déjà passablement mise à l'épreuve, et sans lui apprendre rien de nouveau. S'il a pu parvenir à la fin de cette histoire, il aura pu comprendre que le récit n'en était pas inutile au point de vue des progrès qui restent toujours à réaliser dans une question d'un si haut intérêt public.

DERNIÈRE AVENTURE.

Un fait très-regrettable s'est passé dès le début de la troisième République sous le régime de laquelle nous vivons depuis huit ans. L'Architecte du Palais Bourbon, dans un subit accès de zèle, très-louable sans doute à ses yeux, semble avoir profité des préoccupations nombreuses qui absorbaient les Ministres à cette époque si profondément et si cruellement troublée par nos désastres, pour leur faire remarquer que la Représentation Nationale, ne pouvant pas rester à Bordeaux, reviendrait nécessairement à Paris dans un laps de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

temps peut-être très-court, et qu'il fallait, de toute nécessité, disposer un local pour la recevoir.

— Le projet est tout prêt, M. le Ministre; il ne s'agit que d'UN SIMPLE REMANIEMENT DE BANQUETTES, qui ne coûtera qu'une somme très-modique; autorisez-moi d'urgence à disposer immédiatement la Salle des Députés pour que l'Assemblée Nationale puisse y siéger dès son retour à Paris; ce qui fut fait incontinent et sans bruit. Les Ministres ne se sont pas rappelé que ce projet malencontreux avait été rejeté deux fois par les Représentants en 1848 et 1849, ce que l'Architecte du Palais, lui, ne pouvait pas avoir oublié; mais il se garda bien de faire la plus légère allusion à tous les refus motivés que ses projets avaient subis. La Salle des Députés de 1830 a donc été mutilée, et par suite son usage rendu impossible dès qu'on voudra s'en servir pour les Débats parlementaires de nos Assemblées Nationales. Heureusement que, dans cette aventure opérée pour ainsi dire à huis clos, les fameuses banquettes en acajou et chêne de Hollande, revêtues de drap amaranthe, ont été remisées, sans doute à l'abri des insectes; l'Architecte pourra se procurer le plaisir et l'avantage de les remettre en place, ce qui sera un nouvel aliment pour sa grande activité héréditaire!

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE X.

LA NOUVELLE SALLE DES DÉPUTÉS A VERSAILLES.

DESIDERATA PERMANENTS EN PRÉSENCE DE LA ROUTINE HABITUELLE SE REFUSANT A TOUTE ÉTUDE SÉRIEUSE.

L'Architecte de la récente Salle des Députés, à Versailles, n'aurait-il pas dû tenir compte, au point de vue acoustique et optique, de la non-réussite des projets antérieurs auxquels il avait tant collaboré, et des nombreuses critiques que leurs insuccès avaient provoquées? N'aurait-il pas dû mettre à profit les contrariétés nombreuses, mais finalement utiles au point de vue de l'intérêt général, qu'on lui avait fait éprouver en 1848, au sujet de la fameuse Salle provisoire des Représentants, et des Salles parlementaires qui devaient toujours être définitives, mais qui sont restées fort heureusement à l'état de projet, et finalement devenues complétement inutiles pendant toute la durée du deuxième empire?.. Tous ces projets malencontreux furent alors l'occasion d'assez vives polémiques[1] qui se sont élevées dans la

1. Voir les journaux et le *Moniteur officiel* de cette époque.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Presse de toutes les opinions, après l'apparition de mon *Opuscule* où se trouvait la critique raisonnée des Salles de Parlement et autres, et la description des moyens propres à éviter les nombreux inconvénients dans lesquels on se trouvait alors, sans qu'on ait jamais cherché sérieusement à en sortir.

Parmi les visites qu'un Congrès annuel des Architectes réunis à Paris faisait des travaux les plus intéressants qui s'exécutaient dans l'année 1875, s'était naturellement placée celle des travaux de la nouvelle installation des Députés, dans un local tout particulièrement disposé pour les recevoir, et auquel on consacrait une assez grande étendue du Palais de Versailles. Les Représentants, en abandonnant aux Sénateurs la Salle de spectacle qu'ils occupaient depuis leur retour de Bordeaux, étaient tout disposés à fournir avec largesse tous les millions nécessaires à cette installation qui ne devait rien avoir de provisoire, bien que conduite au pas gymnastique.

On s'était bien gardé de provoquer dans un concours l'avis et les lumières d'Artistes et de Savants, de gens compétents et de toutes les spécialités qui auraient pu élucider quelque peu la Question si difficile et si complexe d'une bonne Salle de Délibérations parlementaires; de suivre enfin l'exemple donné en 1833, par la Chambre des Communes en Angleterre. La position du possesseur d'emploi, en qualité d'Architecte des Chambres Françaises, passées, présentes et futures, eût été compromise, et l'on fit adroitement valoir la rapidité indispensable à imprimer à l'exécution des travaux, ainsi que la haute

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

expérience d'un grand artiste qui avait donné, de père en fils, des preuves d'une capacité hors ligne, et connaissant à fond tous les besoins des Assemblées Nationales ; décoré enfin de la croix d'Officier de la Légion d'honneur pour tous les services qu'il n'avait jamais cessé de rendre à l'*Administration*.

Il s'agissait donc là d'une construction spéciale offrant un intérêt tout particulier pour le peu d'individus qui se souvenaient des Débats parlementaires de l'année 1849, — exposés ci-dessus — et pour tous ceux qui comprenaient l'importance capitale d'une bonne Salle de délibérations, ainsi que les difficultés de tous genres inhérentes à ce genre de construction. Il s'y présentait des problèmes difficiles à résoudre pour la ventilation, le chauffage, l'éclairage ; et il s'y trouvait par-dessus tout les difficultés les plus sérieuses à vaincre pour obtenir les meilleurs résultats sous le rapport de l'Acoustique et de l'Optique, ce qu'on réclamait en vain depuis si longtemps de l'Art architectural qui n'avait jamais su se plier aux exigences de la Science.

Il y avait aussi à vaincre cette autre difficulté, insoluble toujours, mais toujours mise en avant par ses inventeurs comme la chose la plus facile à exécuter (en paroles), et qui consistait à faire une Salle *élastique* qui pût contenir à volonté, tantôt un nombre restreint de places sans être trop grande, et tantôt un nombre plus considérable de membres occupant le même local sans qu'il soit trop petit. Cette idée fixe, évidemment impraticable, était transmise de père en fils, avec une constance et une conviction inébranlables ; avec un succès de séduction toujours le même auprès des Commissions officielles et des décisions ministérielles ; mais cette idée devait nécessairement rencontrer un insuccès inéluctable dans la pratique, insuccès dont l'auteur s'arrangeait de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

manière à n'être pas répréhensible, s'étant préalablement, comme d'habitude, muni de toutes les approbations ministérielles indispensables.

Bien que l'incapacité *scientifique* trop connue des Architectes de Joly se fût manifestée si constamment de père en fils (voir les chapitres précédents), dans les œuvres qu'ils avaient commises au Palais-Bourbon, à Paris, depuis un demi-siècle, personne ne s'est souvenu, en 1875, de ce qui s'ésait passé 25 ans auparavant : Le deuxième et néfaste Empire avait tout effacé ; le grand et habile parleur, Architecte-né de la Chambre des Députés, avait naturellement revendiqué son droit de naissance à toutes les installations provisoires ou *définitives* des Représentations de la Nation, en quelque lieu que ce fût ; il suivait l'Assemblée Nationale, comme tous les employés supérieurs ou subalternes, partout où elle se transportait ; et à Versailles, l'Architecte en titre du Palais, homme d'un très-haut talent, Professeur estimé et membre de l'Institut, devait battre en retraite devant un privilège puissamment soutenu, devenu une propriété et conséquemment inattaquable, et soustraite même aux obligations de l'expropriation pour cause d'utilité publique. Il ne se trouvait plus là un Empereur éprouvant le besoin, pour la gloire de son règne, d'opérer un changement d'Architecte, comme il était arrivé au sujet du Nouvel-Opéra.

M. Ed. De Joly exerçait donc dans le palais de Louis XIV, et sur tous les Représentants qui s'y trouvaient installés, une autorité puissante, incontestable et appuyée d'une faculté et d'une dextérité de parole irrésistibles. Le talent et la haute position de notre Maître Questel ne pouvaient être mis en balance vis-à-vis d'un personnage en possession d'état demi-séculaire, bien qu'il ait fait ses preuves, en maintes circonstances, d'incapacité funeste et irrémédiable pour toutes les questions

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

scientifiques dont l'application est cependant de nécessité absolue.

Le 10 juin 1875, le Congrès des Architectes français s'était donc transporté à Versailles pour visiter le Palais dans son ensemble, et particulièrement les travaux de construction d'une nouvelle Salle *définitive* devant servir aux réunions des Députés, et qui, par un artifice ingénieux (on le savait), devait pouvoir s'agrandir de manière à recevoir, à l'occasion, un Congrès de tous les Représentants de la Nation, Députés et Sénateurs.

L'Architecte, M. Ed. De Joly, se mit très-naturellement en frais d'amabilité et de paroles agréables, toujours abondantes chez lui, pour recevoir dignement cette grande réunion de ses nombreux confrères. Il tenait à se faire honneur à leurs yeux de la bonne disposition et des qualités supérieures de ses conceptions ; et, pour y arriver plus efficacement, il réunit tous ses visiteurs, au nombre d'environ 120, dans la Salle de Spectacle du Palais, transformée par ses soins en Salle d'Assemblée parlementaire. Il exposait, du haut de la Tribune, qu'il occupait avec une aisance remarquable, les difficultés nombreuses qu'il avait eues à vaincre pour transformer cette Salle de Spectacle en une enceinte convenable pour sa destination passagère, c'est-à-dire, pour qu'on pût y entendre le mieux possible la parole des Orateurs : Il s'étendait sur les moyens employés pour le chauffage, la ventilation, l'éclairage ; mais il revenait complaisamment sur l'Acoustique, comme sur un chapitre très-important, et qu'il traitait, ma foi, avec une telle abondance de paroles, et tant de conviction de son savoir personnel, qu'il semblait posséder à merveille toutes ces questions si ardues et si difficiles à mettre en pratique dans l'Art architectural.

Le hasard voulut qu'il m'aperçût sur un banc inférieur, placé au pied de la Tribune : je l'écoutais avec

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

plaisir, car il me semblait avoir fait des progrès sérieux dans cette partie si essentielle de la Science qu'il devait mettre à contribution dans la construction monumentale qu'il était en train d'édifier à si grands frais. Il parlait alors une langue scientifique qui semblait lui être assez familière pour faire douter que le *fond* de son savoir ne fût pas à la hauteur des apparences. Il y a tant de gens qui parlent abondamment de mémoire, et sans comprendre un mot de ce qu'ils disent! comment les juger quand on n'est pas plus ferré qu'eux, ce qui arrive si souvent!

Ce qui me surprit agréablement, c'est qu'il ne parut pas se souvenir le moins du monde des tracas sans nombre que je lui avais suscités en 1849; et, bien au contraire, il parut vouloir profiter de ma présence si près de lui, pour faire de moi un éloge pompeux et exagéré, dont je me serais passé très-volontiers, et auquel il n'eût certainement pas pensé en mon absence. — « Tout ce que je viens de vous exposer sur l'Acoustique de cette Salle, messieurs, disait-il, en s'adressant à son Auditoire attentif, je le dois à mon excellent confrère, M. Lachèz, que j'aperçois ici devant moi, et à qui je suis heureux de serrer la main. Notre confrère, ici présent, est l'auteur d'un livre remarquable où il nous expose, d'une façon très-lucide, tout ce que nous devons savoir en fait d'Acoustique pour en faire de bonnes applications; il a donné des indications précieuses pour les Salles destinées aux Représentants de la Nation; je dois déclarer que toutes les qualités que l'on trouvera dans la Salle que j'édifie ici près, lui appartiennent, et que je saurai faire de toutes ces indications les applications les mieux réussies, etc., etc. » Tel est le sens de ce passage de son discours et des nombreuses explications sur lesquelles il ne tarissait pas.

Notre visite du Palais et des travaux neufs dura

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

plusieurs heures, et chaque fois que notre illustre *cicerone* m'apercevait dans un groupe, il venait me répéter les éloges dont il m'avait accablé du haut de la Tribune : « Votre livre ne me quitte pas; je l'étudie toujours; je l'ai même sur ma table de nuit, tant j'ai à cœur de m'en pénétrer nuit et jour, et pour ne rien omettre de vos indications, etc. »

Quelle transformation curieuse, et qu'il y avait loin de là aux opinions suggérées à mon égard au Questeur Bureaux de Pusy? — C'était à n'y pas croire! Si j'avais eu quelque velléité d'intervention nouvelle et directe dans cette affaire, elle eût cessé de suite. Mais je n'avais ni le temps, ni la facilité, ni la volonté d'intervenir; j'avais été trop excellemment éconduit en 1849. Néanmoins j'étais satisfait de voir qu'on allait enfin faire un essai complet, trop complet peut-être, de mes indications. Je ne regrettais qu'une chose dans cette réalisation inespérée et annoncée avec éclat, de mes propositions, c'est qu'on allait les exécuter d'une façon trop *définitive*. Il me semblait qu'on avait tort, et qu'il eût mieux valu, pour les deniers publics, faire ces essais au meilleur marché possible, sans fracas, afin de pouvoir profiter, sans frais exagérés, des améliorations que l'expérience ne manque jamais d'indiquer dans des dispositions nouvelles qui peuvent paraître excellentes de prime abord, mais dont on ne peut être certain qu'après les avoir éprouvées, sans exagération de dépenses. Je reviendrai ci-après sur la nécessité des *essais* pratiques qui sont indispensables avant qu'on se lance dans le *définitif*, qui a toujours été infructueux pour l'instruction générale. Mais bien peu d'Architectes sont capables d'admettre que les plans qu'ils ont étudiés ne sont pas de la dernière perfection, et qu'ils peuvent gagner et acquérir, par l'expérience, des qualités qui leur manquent trop souvent.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tout cela n'était qu'une tactique habile, subitement inspirée pour éviter à tout prix une intervention possible, et qui aurait pu faire revenir sur les plans adoptés officiellement sans la moindre contradiction, et sur toutes les autorisations de dépenses accordées. Mais, comme je viens de le dire, je n'y pensais guère, et les travaux de la nouvelle installation terminés, j'ai été bien surpris de voir que toutes les assurances redondantes qui m'avaient été jetées à la tête n'étaient que des protestations peu véridiques et sans ombre de fondement; ce qui tend à prouver la vérité de cette maxime d'un grand diplomate : « *La parole a été donnée à l'homme pour déguiser sa pensée!* »

Malgré les assertions si positives de l'Architecte, la nouvelle Salle des Députés a été un nouveau désappointement général; elle est ce qu'elle devait être, étant sortie des mêmes habitudes et des mêmes élucubrations. Elle a la forme d'un carré long en plan; on n'y a pas renouvelé la faute grossière de placer la Tribune sur le petit côté de l'enceinte; il eût été par trop curieux de voir se répéter cette faute énorme contre le bon sens, commise en 1848 dans la Salle provisoire, si détestable sous tous les rapports. On s'est également privé du plaisir d'avoir une voûte, et hormis ces deux sacrifices aux habitudes séculaires et routinières, toutes les inspirations de MM. De Joly, père et fils, ont été scrupuleusement maintenues; on était sûr de ses effets architecturaux et on ne l'était guère des formes nécessaires à l'Acoustique, d'autant plus qu'on n'avait pas été heureux avec les *Baldaquins* et les *Abats-voix* si maladroitement expérimentés en 1849. Nous retrouvons les colonnades alignées sur plan rectiligne au lieu de l'être sur plan circulaire; les soubassements en imitation de marbres, au lieu d'être en Sérancolin, etc. On était trop pressé d'opérer la dépense des fonds votés, pour s'attarder à faire venir le marbre blanc clair de Carrare; on

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

se contenta partout de marbres en peinture. Le Président et l'Orateur de la Chambre, au lieu d'avoir un pourtour circulaire devant eux, comme à la Salle du Palais-Bourbon, se récréent ici la vue d'un pourtour d'enceinte rectiligne; une large colonnade en face, et deux moindres colonnades en retour, à droite et à gauche, séparées dans les angles par des pans coupés, ornés de grandes arcades, motif décoratif assez singulier dans ce grand ordre corinthien, et qui n'est pas d'un heureux effet architectural; mais il en faut pour tous les goûts! Derrière le Président, on a précieusement conservé le vaste pignon dans toute sa largeur et dans toute sa hauteur : cette immense étendue est encadrée de l'arc doubleau traditionnel, converti ici en large soffitte, et reposant sur ses deux énormes pieds droits, le tout enceignant cette atmosphère immense, si nuisible à l'Auditibilité de la parole : cette atmosphère, dont le rôle est toujours resté incompris de l'Architecte et de tous ceux qui l'approuvent dans ses allures si pleines d'assurance, est cependant l'une des grandes fautes commises contre les exigences de l'Acoustique. On éprouvait toujours le besoin du grand pignon, de cet espace colossal pour y pratiquer les AJUSTEMENTS paternels dont on n'est pas sorti; les deux niches et les trois panneaux dont l'emplacement est occupé par des tapisseries! L'*élasticité* de la salle dans sa capacité horizontale n'a pas réussi, on a même dû renoncer aux réserves d'espace, masquées par des cloisons mobiles sous une galerie saillante, pour remédier au plus tôt, en utilisant cette réserve, à l'exiguïté des places destinées aux Députés. Quant à l'éclairage diurne et nocturne, qui avait été si complaisamment vanté avant son exécution, cette invention si merveilleuse a eu le sort de l'*élasticité* de la Salle ; elle est restée, après bien des tâtonnements plus dispendieuse que réussie.

Voilà donc encore une Salle *définitive* à recommencer,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des millions dépensés peu judicieusement, et l'une des causes déterminantes de la construction de ce nouveau définitif — l'élasticité — n'a pu atteindre son but : cette Salle ne pourra pas recevoir le Congrès des Représentants de la Nation, pour la nomination d'un Président et la Révision de la Constitution. Il faudra de toute nécessité avoir recours à de nouvelles dépenses, et cette fois fera-t-on encore du définitif inutile?... c'est à craindre si la QUESTION est encore abandonnée aux intérêts privés, qui n'ont, en réalité, aucun souci de l'utile et du nécessaire, pour cette simple raison qu'ils ne les comprennent pas, qu'ils ne sont pas dans leurs aptitudes et qu'ils n'ont aucune raison pour chercher à se les assimiler, ce qui serait un effet contre nature[1].

LES ESSAIS PRÉALABLES DES FORMES ARCHITECTURALES SONT TOUJOURS NÉCESSAIRES ET MIS EN PRATIQUE AVANT LES EXÉCUTIONS DÉFINITIVES.

Pourquoi ne pas faire un essai de salle ?

Pour rechercher d'une manière utile, et déterminer les conditions typiques des Salles de Débats parlementaires et d'Enseignement, ainsi que les Salles de Spectacle et de Concert, au point de vue spécial de l'Optique et de l'Acoustique, n'y aurait-il pas un avantage réel à accepter enfin l'idée depuis si longtemps exprimée, l'idée d'ESSAI, soit d'une Salle de Débats parlementaires, soit même d'une grande Salle de cours publics, qui seraient établies sur une disposition mieux raisonnée, et tout autre que celle dont on connaît trop bien les résultats déplorables? A chaque nouvelle Salle con-

1. Un congrès national a eu lieu le 30 janvier 1879, sans démolition de cloisons, grâce à une gêne passagère à laquelle les Représentants de la Nation se sont forcément soumis.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

struite sur l'un des patrons habituels, un insuccès nouveau s'ajoute aux autres, et la conviction devrait être actuellement acquise qu'on ne peut arriver à un autre résultat tant qu'on ne sortira pas de l'ornière où l'on se trouve engagé; mais l'ornière est si profonde et il y a des gens qui s'y trouvent si bien au point de vue de leur intérêt privé qu'il est fort difficile d'en sortir, et qu'il est douteux qu'on en sorte de longtemps encore quand on considère l'apathie générale, même chez les personnes les plus intéressées dans la question. Un seul pas fait dans cette voie amènerait sans doute aux essais relatifs aux formes acoustiques les plus avantageuses pour le vaisseau des Salles de spectacle, pour les Salles de concert, pour les orchestres visibles et ceux placés en contre-bas, sous les avant-scènes de théâtre; tous essais qu'il serait si utile de faire, mais qui contrarient par trop les coutumes architecturales et les habitudes de ceux qui mènent le public.

Tout ESSAI de forme nouvelle, par cela même qu'il serait un essai, ne pourrait être dispendieux, attendu qu'on l'exécuterait sans luxe et de la façon la plus économique, ne perdant pas de vue le but unique de l'essai : *La recherche expérimentale d'une forme convenable à l'Acoustique et à l'Optique*, en tenant compte surtout de la destination spéciale du vaisseau. Il est impossible qu'un espace de nouvelle forme et d'un volume autrement disposé que d'habitude ne donne pas un autre résultat que celui qu'on connaît et dont on souffre trop; s'il n'est pas parfait, la dépense de l'essai n'est pas aussi considérable que celle des Salles prétendues définitives dont on ne peut se servir et qui, chaque fois qu'elles apparaissent, excitent, en le renouvelant, un triste concert de récriminations. Si le résultat obtenu est sensiblement moins mauvais, sinon meilleur, on est aussitôt sur la voie d'une forme plus convenable, et nul

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

doute qu'on ne parvienne, après quelques tentatives successives, ou après quelques modifications indiquées dès la première expérience, à un résultat des plus satisfaisants sous tous les rapports.

Si l'Architecte, au lieu de donner d'avance, comme d'habitude, l'assurance des excellentes qualités de la Salle qu'il va construire, avouait franchement qu'il ne saurait répondre de rien ; qu'il y a vraiment lieu de faire des ESSAIS dans une voie nouvelle, indubitablement on lui saurait gré de sa franchise, et l'on serait heureux de l'aider dans ses tentatives qui, réussies plus ou moins, ne lui attireraient aucun blâme, contrairement à ce qui se passe de nos jours ; et indubitablement encore on lui saurait gré, dans le cas de réussite, d'avoir cherché à rendre, et d'avoir rendu un service public incontestable. Mais on recule toujours devant une complication possible, et l'on s'empresse de repousser toute innovation qui pourrait jeter quelques difficultés sur la piste du steeple-chase où l'on se trouve et où l'on se sent trop avantageusement engagé pour se risquer devant quelque obstacle nouveau et incompris.

Il est inutile, je pense, de faire remarquer que je n'ai en vue ici que les grandes Salles destinées à de nombreux Auditoires, celles de 400 à 1200 Auditeurs ; car dans les Salles de moindres dimensions, les inconvénients de la sonorité sont en raison inverse du volume réel de leur vaisseau et de la dimension des surfaces répercutantes. L'essai ne doit pas non plus être fait sur une Salle de dimension colossale qui ne peut jamais être destinée à la voix des Orateurs ou des Professeurs, ce qui est évident *a priori*, car la voix parlée a des bornes qu'elle ne peut pas dépasser et qui sont assez restreintes. Les Salles colossales, celles de 4000 à 8000 Auditeurs, ne sont praticables que pour les concerts monstres, où l'on ne re-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cherche pas l'agrément des bonnes exécutions, agrément qui ne peut exister dans les Salles essentiellement dépourvues de sonorité par leur colossale grandeur. Les exécutions les plus larges y sont toujours froides et sèches : on y entend la musique comme si elle vous arrivait de chez un voisin plus ou moins éloigné.

Mais si les Salles colossales ne permettent pas un débit oratoire perceptible à une masse d'Auditeurs de six à huit mille, elle permet la vue, l'aspect de certaines représentations officielles auxquelles on est bien aise d'assister, quoiqu'on n'y entende rien de ce qui s'y débite oralement, et la parole du reste n'y est pas entièrement perdue pour tout le monde, car jusqu'à une certaine distance et dans la direction normale à l'émission de la voix parlée, les Spectateurs peuvent être des Auditeurs plus ou moins satisfaits, suivant leur plus ou moins d'éloignement du centre d'émission des ondes sonores.

Dans ces Salles immenses, ce qui est à craindre, *a priori*, ce sont les inconvénients qui résultent des grandes niches élevées de toute hauteur sur plan elliptique et surmontées de calottes concaves qui offrent des surfaces répercutantes et qui concentrent les ondes sonores en des lieux de l'espace où elles engendrent forcément, par leur accumulation, des résonnances plus ou moins nuisibles suivant le cas (fig. 1 et 2, p. 65 et 67.)

On ne recule jamais devant les dépenses à faire pour l'*essai* de tout ce qui constitue la *forme* dans l'art architectural, car l'art procède par essai plutôt que par formule ; et les essais sont continuellement modifiables suivant les circonstances : essai de profils, essai de colonnades et d'entablements, essai de façades entières, silhouettes de couronnement, de groupes statuaires, quadriges et chars de triomphe, maquettes de toutes grandeurs ; construction de tout monument à échelle réduite

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et parfois assez grande ; essai d'arcs de triomphe en bois, plâtre, toile et peinture, tels que ceux de la place du trône à diverses époques et l'Arc de l'Étoile lui-même, qui a été construit sous le premier empire, à titre d'essai, dans toute sa colossale dimension.

Si l'on ne regarde à aucune dépense lorsqu'il s'agit de ce genre d'essais, peut-on raisonnablement se refuser à la dépense d'un modeste essai de Salle de 1000 à 1200 Auditeurs, Salle qu'il suffit d'établir en bois, plâtre et toile, pour être utilement renseigné, au point de vue acoustique et optique, sur les formes les plus avantageuses à donner au volume des vaisseaux qui constituent les grandes Salles de réunions.

Si l'on a intérêt à rechercher les formes les plus avantageuses à l'Art architectural, qui ne parle qu'aux yeux et à l'imagination, pourquoi le même intérêt n'existerait-il pas quand il s'agit d'atteindre un but non moins utile et plus impérieux, celui de bien voir et surtout de bien entendre au moyen de Salles bien conçues et bien disposées pour leurs destinations spéciales, avant d'être des motifs de décorations, de peintures, de sculptures et de dorures?... Puisse arriver le jour où l'utilité de ce genre d'ESSAIS sera enfin comprise et tombera en des mains capables de les conduire à bonne fin [1]!...

1. Voir l'avis de FOUCAULT, page 305.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TROISIÈME PARTIE

RÉSULTATS SINGULIERS ET CURIEUX DE L'ACOUSTIQUE AU NOUVEL OPÉRA DE PARIS.

CHAPITRE PREMIER

QUELQUES RÉFLEXIONS RELATIVES A L'ACOUSTIQUE FANTAISISTE, CORRESPONDANT A LA PERSPECTIVE INSTINCTUELLE.

Chacun s'est demandé quelle a pu être l'intention de M. Ch. Garnier en consacrant dans son livre : LE THÉATRE[1] publié en 1871, un chapitre qui, au lieu d'être simplement intitulé ACOUSTIQUE, aurait pu avoir cet autre titre plus expressif et rendant mieux les idées de l'auteur : Les *non-sens* de l'Acoustique théâtrale. On se demande encore quel a été son but en reprenant ce même sujet, très-amplifié et plus inhospitalier encore que le premier, dans son grand et intéressant travail, en cours de publication, intitulé : LE NOUVEL OPÉRA DE PARIS [2] ? L'éminent artiste finit par y traiter cette pauvre science de l'Acoustique comme Sganarelle traitait la Médecine du temps de Molière, à l'époque où la Médecine n'était qu'un art à systèmes qui nous étonnent maintenant, et

1. *Le Théâtre*, in-8°. Hachette, 1871.
2. *Le nouvel Opéra de Paris*, grand in-8°. Ducher et C^e^, 1876.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

non encore une science positive et constituée comme elle l'est aujourd'hui. — Était-ce pour déclarer de sa haute position à l'Institut et faire proclamer officiellement que l'Acoustique est une science incompatible avec l'Art architectural?... Il avait semblé cependant jusqu'à ce jour que cette science devait être très-utile à cet art. — Je crois, avec bien d'autres, que notre illustre Architecte se trompe dans ses appréciations fantaisistes; l'Acoustique devra un jour rendre les services qu'on attend d'elle depuis si longtemps, quand on prendra la peine d'en faire des études sérieuses. — Serait-ce pour pallier les fautes des Architectes ses confrères, qui, ayant de grandes Salles diverses de réunions publiques ou privées à construire, n'ont jamais su faire aucune application consciente des Lois de l'Acoustique dans les œuvres qu'ils ont édifiées?... C'était inutile, car on ne peut guère reprocher aux Architectes de ne pas faire application des Lois de l'Acoustique qu'ils ne connaissent pas et qu'on ne leur a jamais apprises dans aucun enseignement architectonique, officiel ou autre, et qu'on n'a jamais exigé d'eux pour satisfaire à aucun programme. D'ailleurs l'immense majorité d'entre eux n'ont jamais, dans le cours de leur carrière professionnelle, l'occasion de se montrer Acousticiens; et si par hasard une exception se présente à ce sujet, si un architecte aventureux s'adonne à l'étude de l'Acoustique spéciale à son Art, il est inutile de dire que cette exception reste indéfiniment à l'état de prétention oiseuse, tant elle est incompatible avec la toute-puissante et vénérable routine! Il vaudrait donc mieux, ce me semble, s'en prendre à l'absence d'enseignement théorique d'abord, et principalement à l'absence d'un enseignement *pratique et expérimental*. Tout le monde parle Acoustique, mais personne n'a songé, jusqu'à ce jour, à ce qu'il faudrait faire pour

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

arriver à une application rationnelle des Lois qui appartiennent à cette branche de la Physique générale, si importante cependant pour l'Art architectural.

L'application des sciences physiques dans les constructions architecturales, en ce qui concerne particulièrement l'Acoustique, donne lieu à la remarque d'un fait analogue qui se passe fréquemment dans les sciences mathématiques, en ce qui regarde la géométrie descriptive appliquée à l'art du dessin graphique. On rencontre en effet, de par le monde, des gens qui font usage d'une Acoustique fantaisiste, par à peu près, tantôt vraie, tantôt fausse, comme il y en a qui font de la perspective cavalière avec une adresse des plus remarquables.

On voit tous les jours, et de très-ancienne date, que les sciences mathématiques s'acquièrent plus ou moins facilement, selon les aptitudes personnelles. L'esprit des uns y est entièrement rebelle, quoique très-apte à diverses assimilations de genres différents, d'autres y pénètrent, mais avec difficulté; quelques individus y marchent avec une aisance et une rapidité exceptionnelles. Il est facile d'apercevoir que chez quelques-uns il y a parfois la mémoire qui intervient comme une faculté qui peut être développée à un tel point qu'elle étaye en quelque sorte des intelligences très-ordinaires, qui en deviennent souvent fort disposées à toute espèce de prétentions, parfois contraires au plus simple bon sens; tandis que souvent des esprits moins bornés et qui sont parfaitement aptes aux assimilations scientifiques peuvent n'avoir à leur service qu'une mémoire peu active, d'où résulte une faculté d'élocution plus ou moins négative,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ce qui leur est très-nuisible, quelle que soit la carrière qu'ils aient embrassée. On comprend qu'un jour ces derniers commettront moins d'erreurs dans les applications qu'ils auront à faire de ce qu'ils ont appris, et surtout compris ; tandis que les autres feront étalage d'applications souvent maladroites de ce qu'ils ne savent, ou n'ont su que grâce à leur mémoire, sans avoir jamais suffisamment compris ce qu'ils ont appris ; leur loquacité, plus ou moins spirituelle et tenace, les tire toujours d'embarras imprévus ; rien ne leur fait obstacle ; ils arrivent avec aplomb à toutes les sommités, et s'y maintiennent quand même ; ils ont tous les dehors et toutes les formes pour eux, ce qui a bien son mérite et son degré d'utilité privée.

Pour donner un exemple entre mille de la remarque qui vient d'être faite, jetons un coup d'œil sur ce qui se passe dans les applications diverses de la *géométrie descriptive*, l'une des sciences modestes si nécessaires à la profession d'Architecte. La géométrie descriptive a dans ses applications directes la Stéréotomie, ou l'art de débiter les corps solides ; ses applications appartiennent plus spécialement à l'art du constructeur, l'une des bases essentielles de l'art architectural.

Les applications de la géométrie descriptive dans ces circonstances élémentaires sont généralement faciles ; elles deviennent moins aisées lorsqu'il s'agit de la Perspective, branche de la science géométrique si utile à tout ce qui relève du Dessin, et particulièrement de l'Architecture et de la Peinture.

Dans l'Architecture, la Perspective permet de se rendre un compte plus exact de l'effet des formes trouvées et imaginées, que ne peuvent le faire de simples projections géométrales. Dans la Peinture, c'est l'unique moyen de rendre et d'exprimer avec certitude les formes de la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nature inerte, comme de celles de la nature vivante : allez donc faire, par exemple, des *raccourcis* sur des surfaces planes ou courbes, sans les ressources que procurent les procédés graphiques de la Perspective! La chose est malaisée sans l'aide de la géométrie, bien qu'elle se pratique et se soit pratiquée en tout temps et en tous lieux fort souvent et machinalement sans elle.

Dans la Perspective, ce sont toujours des projections, mais elles y sont un peu moins simples que dans la Stéréotomie. Pour les esprits qui ont la faculté et l'habitude de voir les corps dans l'espace, dans des positions diverses, abstraites, se pénétrant et s'enchevêtrant de mille manières, qui voient distinctement toutes les lignes déterminées par les pénétrations réciproques les plus variées, l'*Épure* est facile à tracer; elle marche toute seule et comme d'elle-même. Mais pour ceux qui sont obligés de chercher à déterminer, par des raisonnements laborieux, par des opérations graphiques incorrectes, et qu'ils n'aperçoivent finalement et imparfaitement que par les projections conventionnelles, la Perspective est un travail pénible qu'il ne leur est pas toujours donné de pouvoir mener à bonne fin.

La remarque que nous voulions faire pour l'appliquer ensuite aux faits de l'Acoustique théorique et pratique est celle-ci : c'est que dans le cas particulier de la Géométrie descriptive appliquée à la Perspective, certaines intelligences, d'ailleurs richement douées, suppléent à ce qui leur manque de par nature, du côté mathématique et géométrique, par des qualités instinctuelles, par un goût particulier et un sentiment inné des formes et de leurs proportions, sentiment qui s'étend parfois jusqu'aux modifications apparentes que les formes éprouvent dans leurs positions dans l'espace. A la Perspective géométrique, exacte, dont la compréhension leur manque,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ils suppléent par la Perspective sentimentale, artistique; ce qu'ils font est inexact, incorrect, mais grâce à un je ne sais quoi de pittoresque, cette perspective de sentiment, imprégnée d'art et d'une certaine habileté de main, passe, et elle est admise *ex æquo*, avec la Perspective exacte et rigoureuse; il n'y a pas là grand inconvénient!

Ce qui vient d'être constaté pour la Perspective linéaire, il est facile de le retrouver dans tout ce qui concerne l'Acoustique, science qui repose sur les données les plus exactes de la Physique expérimentale. Quand on est familier avec toutes les lois de l'Acoustique; quand on en est imbu, et qu'on est parvenu à voir des yeux de l'esprit des phénomènes presque toujours invisibles et compliqués, on peut toujours les suivre et les retrouver dans les circonstances qui paraissent dissemblables avec des résultats identiques, ou, réciproquement, dans des résultats dissemblables avec des circonstances qui paraissent les mêmes.

Mais si au lieu de cette possession intime et rationnelle des faits si nombreux et si divers, quoique constants et invariables, de l'Acoustique, si au lieu d'avoir cette faculté de vision intuitive des corps dont l'équilibre moléculaire est rompu par une cause ou par une autre, ce qui donne lieu aux vibrations qui naissent des oscillations régulièrement périodiques; si l'on ne sait pas apprécier avec autant de justesse que si on les voyait réellement les ondulations des milieux ambiants, avec les modifications obligées que leur font éprouver les différences de densités localisées, qui donnent lieu aux accélérations, ralentissements, réflexions partielles, etc.; si l'on n'a pas la conscience intime et éclairée de l'effet si important des surfaces répercutantes, vibrantes ou absorbantes, au contact desquelles arrivent les ondulations sonores; si

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'on n'a pas acquis l'habitude de l'appréciation du trouble apporté à l'organe de l'ouïe par les mille causes qui contribuent à la perturbation de la sensation auditive ; si l'on n'a fait connaissance avec l'Acoustique que comme aurait pu le faire un simple amateur, c'est-à-dire très-superficiellement ; si l'on ne possède en fait de Science acoustique que des mots dont on sait à peine la signification, on peut alors faire de l'Acoustique instinctuelle, mais qui reste impuissante par constitution native, et au moyen de laquelle on ne peut arriver qu'aux résultats de la plus complète nullité.

Quand il s'agissait, comme ci-dessus, de Perspective linéaire, on pouvait arriver à un résultat à peu près équivalent au véritable savoir, au moyen de Perspectives cavalières, pittoresques ou autres ; mais en Acoustique scientifique et pratique, il n'y a pas d'à-peu-près possible ; aucune adresse prestigieuse ne peut arriver à compenser l'inaptitude innée dans laquelle on peut se trouver et se complaire afin de donner un palliatif à l'impuissance. Néanmoins, on cherche toujours à expliquer d'instinct et de mémoire plus ou moins fidèle ce dont on est témoin, mais on n'est sûr de rien, pas même quand on confine à la vérité et qu'on s'y trouve presque engagé.

Il y a donc lieu de distinguer l'Acousticien d'instinct, de sentiment, en désaccord souvent avec lui-même, dont l'esprit dit non, quand l'instinct dit oui, d'avec l'Acousticien qui sait, qui voit et qui comprend ; qui différencie et qui explique sensément. Le premier confond et condamne ; l'autre distingue, cherche et trouve ; l'un est un chanteur qui a la voix fausse, l'autre la voix juste ; et pour comble d'inconvénients le premier est souvent possédé de la manie de chanter sans cesse !

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE II

LE RIDEAU D'AVANT-SCÈNE ET LES VASES RENFORÇANTS DES THÉATRES ANTIQUES.

Nous débutons par un *lever de rideau* dans les observations que nous avons à présenter sur la plupart des principes d'Acoustique développés dans ses livres, d'une façon constamment humoristique, par l'Architecte du Nouvel-Opéra de Paris. Et bien que le rideau d'avant-scène des Théâtres antiques n'ait pas de rapport avec ce qui concerne l'Acoustique moderne, nous ne croyons pas inutile d'exposer une manière de voir à ce sujet qui n'est pas conforme à ce qu'en a écrit M. Ch. Garnier, dans son livre intitulé : LE THÉATRE. Les vases renforçants se sont, à la suite de ce rideau, rencontrés sous la plume de notre éminent artiste pour être mis prestement en morceau ; nous y arriverons donc en passant par le rideau pour tâcher de les rapiécer.

Qu'il s'agisse d'Acoustique ou de ce simple rideau d'avant-scène usité dans l'antiquité, M. Ch. Garnier se montre

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

toujours absolu dans ses manières de voir; il est d'une intransigeance paradoxale; quand il n'admet pas une chose, il le proclame avec tant d'assurance et de conviction; il le dit avec tant d'éloquence naturelle et dans un style si attrayant, que, s'il se trompe, dans la haute position qu'il occupe, ses erreurs s'accréditant, peuvent être préjudiciables à ceux qui ont des études sérieuses à faire, comme au Public, dans l'intérêt médiat duquel, en définitive, se font toutes les études nécessaires à la profession d'Architecte. On doit supposer que les écrits si remarquables de l'Architecte du Nouvel-Opéra de Paris ont pour but de vulgariser des faits utiles à connaître et acquis par une expérience consommée, ou par une autorité incontestable; mais ce n'est pas toujours ce qu'on y trouve. Examinons donc ici, pour le rectifier à notre point de vue, ce qu'il dit du rideau de la scène antique et des vases renforçants mentionnés par Vitruve.

M. Ch. Garnier s'est imaginé, il a établi et soutenu, en 1871, dans son ouvrage intitulé : LE THÉATRE, que le rideau des scènes antiques ne montait pas d'en bas, mais qu'il descendait d'en haut comme les nôtres; et qu'Ovide avait mal vu, lorsqu'il disait que les acteurs de la scène commençaient à apparaître par la tête, et non par les pieds, comme chez nous. L'impossibilité de la manœuvre antique résulte pour M. Ch. Garnier de l'impossibilité d'admettre des cordes visibles et nécessaires en certain nombre pour relever, après avoir été baissé, un rideau très-large ; ces cordes n'auraient pu être tolérées, apparentes sur le théâtre pendant les représentations, et restant interposées entre les acteurs et les spectateurs. Il admet tout au plus que le rideau pouvait, à la rigueur, se partager en deux, et être tiré vers les côtés de la scène. Dans ce cas les personnages n'apparaissaient plus, ni par la tête, ni par les pieds; ils se

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

découvraient latéralement les uns après les autres.

Mais pour être tiré il faut qu'un rideau soit suspendu, et mobile sur une barre ou une tringle de suspension qui reste en place, et sur laquelle il a la faculté de pouvoir glisser.

On se demande d'ailleurs où aurait pu aller se loger le rideau dans le haut du Théâtre, c'est-à-dire de la scène, où il n'y avait ni *frise*, ni *bande de ciel* sous le *velarium*, et à quoi on aurait pu attacher les cordes et les poulies nécessaires pour le lever, si ce n'est au *velarium* lui-même ; ou bien comment on aurait pu soutenir la tringle indispensable pour le faire glisser en deux parties ; et quelle longueur de tringle n'eût-il pas fallu !

Tandis que, entre autres moyens antiques, que nous ne reconnaissons pas il est vrai, on peut imaginer, sans contrarier le bon sens, qu'une barre affleurant le sol de la scène, pouvait recevoir la lisière supérieure du rideau, et être levée horizontalement dans toute son étendue, au moyen d'un certain nombre de montants verticaux, sortant simultanément de l'affleurement de la scène, opérant ainsi la levée de ce rideau qui s'abaissait par l'opération inverse. Ce moyen, imitant en grand ce qui se pratique de nos jours en petit pour les *écrans* des loges d'avant-scènes, n'a certes rien d'impraticable, et il laisse la scène entièrement libre de tous accessoires de service, lorsque le rideau est rentré au-dessous du plan de la scène. Il a cet avantage d'être d'accord avec ce qui nous est rapporté par un témoin oculaire qui n'a dû rien inventer en nous disant, à travers les âges, ce qu'il voyait pratiquer de son temps [1].

1. Sic ubi tolluntur festis alæa theatris
Surgere signa solent, primumque ostendere vultum,
Cœtera paulatim, placidoque educta tenore
Tota patent, imoque pedes in margine ponunt. (OVIDE, *Mét.*)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ce qu'il y a de curieux, c'est que l'opération réputée impossible par M. Ch. Garnier, pour le rideau proprement dit, est praticable, suivant lui, et a dû être un usage suivi, pour toute autre espèce de rideau, particulièrement pour ceux de fond.

« Les écrivains antiques n'étaient pas plus que les » écrivains modernes indemnes d'erreurs, et ils pou- » vaient fort bien prendre le Pirée pour un nom » d'homme. Le fameux rideau d'Ovide qui montrait la » figure avant de montrer les pieds des personnages à » mesure qu'il s'abaissait n'était peut-être qu'un ri- » deau de fond, et non un rideau de face.

» Malgré les affirmations de divers auteurs qui se sont » occupés de cette question, malgré les quatre vers » d'Ovide qui paraissent fort explicites; malgré Vitruve, » je tiens la question pour mal résolue. »

M. Ch. Garnier tient *mordicus* à son idée, envers et contre tous, anciens ou modernes; c'est généralement ainsi qu'il se comporte, tout d'une pièce, en maintes circonstances; on le voit surtout lorsqu'il s'agit d'Acoustique.

Une autre guerre déclarée par l'Architecte du Nouvel-Opéra de Paris à ce qu'il ne veut pas admettre, c'est celle qu'il fait aux vases renforçants des Théâtres grecs; il en parle d'abord dans le premier ouvrage : LE THÉATRE; il y est revenu impitoyablement dans son grand travail en cours de publication : LE NOUVEL OPÉRA DE PARIS. Après avoir protesté contre la *théorie admise* du rideau antique, il s'était déclaré « *choqué* » par « le ridicule » *axiome*, accepté généralement de l'emploi de vases » d'airain servant à renforcer le son dans les théâtres » antiques ». Dans son dernier ouvrage il fait l'énumération des idées absurdes émises par tous ceux qui s'oc-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cupent d'Acoustique, qui ont la prétention d'y entendre quelque chose, et il n'oublie pas de blâmer vertement « ceux qui, revenant au *principe* de Vitruve, demandent » que l'on place quelques casseroles au-dessous des » banquettes ».

Tout à l'heure les vases renforçants étaient un *ridicule axiome*; l'axiome ridicule est passé à l'état de *principe*, qui est le principe des casseroles!

Bien que M. Ch. Garnier affirme *qu'en fait de logique* il ne croit que ce qu'on lui démontre, je doute qu'on puisse le faire revenir de la condamnation qu'il a prononcée, elle est irrévocable. Cependant, quand on voit les cordes d'un piano qu'on ne touche pas, ou celles d'une basse et d'une contrebasse qu'on ne touche également pas, se mettre à vibrer dans un local où des ondes sonores sont produites par d'autres intruments, ou par des chants, il est difficile de nier l'évidence de l'action produite par les ondes qui parcourent l'air ambiant, sur les corps placés dans certaines conditions, telles que le sont les cordes d'instruments dont nous parlons; et il est également impossible de nier que l'air contenu dans les caisses de ces instruments ne vibre également sous la seule influence des ondes sonores directes ou secondaires, à l'action desquelles elles sont exposées; car on peut s'assurer que des sons particuliers en sortent alors, si l'on veut prendre la peine d'en approcher l'oreille. M. Ch. Garnier traitera peut-être ce fait évident d'*axiome ridicule* et de *principe absurde!*

On peut s'assurer plus simplement encore de l'influence des sons, souvent imperceptibles, traversant l'air ambiant, sur certains volumes d'air *cantonnés* : En effet, qu'on adapte sur l'oreille le creux d'un cylindre formé d'une simple feuille de papier roulé, ouvert ou non aux deux bouts, ou même un chapeau

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'homme, et l'on entend aussitôt le son, le *bruit* si l'on veut, qui est rendu par l'air contenu dans le chapeau, ou dans le rouleau de papier, *bruit* ou son qui est déterminé par les sons vagues et inaperçus qui parcourent en tous sens l'atmosphère d'une grande ville; la nuit, le phénomène est moins sensible et parfois nul, quand tout repose dans les rues et dans les maisons; mais le jour, le phénomène a quelquefois assez d'intensité pour qu'en posant la main sur le fond d'un chapeau on le sente vibrer.

Rappelons-nous en outre cette expérience si ancienne et citée par le père Mercène d'une voile enflée par le vent, en pleine mer, et qui concentrait en son centre de réflexion les ondes sonores parties de cloches situées à une énorme distance, et même au delà du rivage à peine aperçu. Rien dans l'air ambiant ne dénotait la présence de ces ondes, qui n'étaient sensibles à l'organe de l'ouïe que lorsque celui-ci était placé au centre de réflexion de la voile enflée et réfléchissante. Ce n'est certainement pas là un vase renforçant, mais cela démontre au moins la présence de sons inaperçus, et une de leurs manifestations possibles.

Tout cela démontre bien l'existence des ondes sonores qui cheminent invisiblement dans l'atmosphère, et l'action qu'elles exercent dans des cas déterminés. Il est aisé alors de comprendre qu'il soit possible, sinon facile, de disposer des capacités d'un certain volume approprié à la nature et à la hauteur d'un son particulier, susceptible de faire vibrer le volume d'air cantonné, et de lui faire rendre le son qui lui est propre. Il existe, sur ce genre de phénomènes, bien des expériences connues en Acoustique, et il serait à désirer que les nombreux lecteurs de M. Ch. Garnier ne se laissassent pas convaincre de l'inutilité de certaines casseroles;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

car, comme dit Sganarelle, il y a fagot et fagot, et nous pourrions dire après lui : Il y a casseroles et casseroles, puisque le mot a paru plaisant.

Ajoutons, en terminant ces simples observations relatives aux vases renforçants, que Vitruve ne pose pas un *principe* à ce sujet, mais qu'il cite simplement une particularité digne d'attention ; il est loin d'affirmer un principe, car il ne parle que de ce qu'on faisait chez les Grecs, et il n'a jamais été témoin du fait qu'il rapporte ; ce qui l'étonnait surtout, c'est que des vases de terre pussent remplir le même office que des vases de bronze ; il ne savait pas que c'était le contenu, beaucoup plus que le contenant, qui rendait le son qui se faisait entendre ; et d'ailleurs tous les vases ouverts, qu'ils soient d'airain, de terre cuite, de bois ou de carton, ne rendent-ils pas un son qui leur est propre quand on les cogne, ou qu'on les ébranle directement? Vitruve se contentait, et bien d'autres, de nos jours, ont le regret de ne pas savoir ; M. Ch. Garnier ne regrette rien, il nie carrément ce qu'il ne comprend pas, au préjudice certain du progrès de l'enseignement général, dans une branche de la Physique qu'il serait cependant si nécessaire de vulgariser et de mettre à la portée de toutes les intelligences, en variant continuellement les explications et les *expériences*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE III

L'ACOUSTIQUE INSTINCTUELLE ET DE SENTIMENT DANS LE LIVRE INTITULÉ : *le Théâtre*.

On trouve dans LE THÉATRE de M. Ch. Garnier, au chapitre Acoustique, les doctrines suivantes dont l'exposé remonte à 1871, mais dont l'adoption par lui est sans doute beaucoup plus ancienne.

« L'Acoustique est une science positive en ce qui » touche les expériences de laboratoire, et en ce qui se » rapporte à la Physique proprement dite. Mais elle de- » vient hésitante et à peu près nulle lorsqu'elle s'attaque » à des questions pratiques et surtout lorsqu'elle se » préoccupe de la sonorité des Salles de spectacle. » (P. 211)

L'alinea qui vient d'être transcrit serait tout aussi exact et aussi vrai s'il était appliqué à la Statique et rédigé dela manière suivante :

La Statique est une science positive en ce qui touche aux expériences de laboratoire, et en ce qui se rapporte à la Physique proprement dite; mais elle devient hésitante et à peu près nulle lorsqu'elle s'attaque à des questions pratiques, et surtout lorsqu'elle se préoccupe

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de l'Équilibre des constructions et de la Stabilité des voûtes.

Ce qui serait vrai pour l'Acoustique ne serait-il pas aussi vrai pour la Statique?

L'architecte du Nouvel-Opéra de Paris confond bénévolement l'Acoustique, qu'il reconnaît ici, par exception rare, comme *science positive*, avec les *applications* que l'on peut et que l'on doit faire de cette science dans les constructions architecturales qui les comportent, sans qu'on parvienne toujours à en obtenir des résultats suffisants.

Est-ce qu'un *fait* physique peut *hésiter?* S'il y a quelque chose d'*hésitant*, ce ne peut pas être le fait acoustique en lui-même, pas plus que le fait statique dans son espèce, mais bien celui qui doit le comprendre pour en faire usage. Un fait expérimental ne peut pas être *nul*, si ce n'est pour celui qui ne le comprend pas, même quand il en est témoin. Un fait ne s'*attaque* pas à une application ultérieure à laquelle il peut donner lieu : l'*Acoustique* n'a pas plus à se *préoccuper* de la sonorité des Salles de spectacle, ni de toute autre Salle, où il est également nécessaire qu'on en tienne compte, que la Statique par elle-même n'a à se préoccuper de la stabilité des voûtes; cette *préoccupation* ne peut appartenir qu'à l'Architecte qui conçoit et qui exécute son architecture en vue d'un but à atteindre; et dans ce but, il y a autre chose qu'une décoration plus ou moins splendide à créer; il y a un rôle, une fonction à faire remplir à ses constructions qui devraient être la première de toutes les préoccupations, que ce soit une voûte à équilibrer, ou une Salle à rendre sonore, si toutefois celle-ci a besoin de cette qualité qui peut être un défaut dans certains cas.

Ce n'est donc pas l'Acoustique qui devient hésitante et se montre à peu près nulle dans les circonstances que

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

signale M. Ch. Garnier; ce n'est pas l'Acoustique qui doit se préoccuper de la sonorité des Salles de spectacle, mais bien ceux qui créent, qui disposent et qui construisent ces Salles absolument comme bon leur semble, et à qui incombe par conséquent l'obligation de faire des applications judicieuses de tous les faits acquis à la science; elle met à notre disposition des données certaines, positives; c'est à nous à en chercher et à en trouver les applications rationnelles, qu'il s'agisse d'Équilibre, ou qu'il s'agisse de Sonorité.

La Géométrie, qui envisage les corps dans un état d'abstraction où ils ne sont pas en réalité, se préoccupe-t-elle des *applications* que nous avons à faire journellement de ses principes? Et serait-on admis à venir dire que la géométrie est hésitante et à peu près nulle lorsqu'elle s'attaque à des questions pratiques? Une fois imbu comme on doit l'être quand on est Architecte des principes de la géométrie, on en fait des applications naturelles, presque machinalement et sans hésiter. Quand on possède à fond, quand on comprend tous les faits essentiellement matériels de l'Acoustique ou de la Statique, on en fait tout naturellement des applications judicieuses, comme on fait de la Musique quand on est musicien, ou de la Peinture quand on est peintre. On ne va pas frapper sur la membrane tendue d'un tambour quand on veut éviter le bruit; on marche, dans le même but, sur des tapis moelleux. Quand on est dans l'obligation de se faire entendre d'un certain nombre de personnes, on ne reste pas au beau milieu d'elles, on ne leur tourne pas le dos, on ne reste pas en plein vent; on réunit ces personnes *devant* soi dans un espace clos, proportionné dans toutes ses dimensions au nombre d'Auditeurs et surtout à l'étendue, à l'intensité, à la portée de la Voix telle qu'on la possède. Ce sont là,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

entre mille, des *applications* de l'Acoustique et qui résultent des études et des expériences qu'on a faites; on n'obtient rien en dehors de l'EXPÉRIENCE, qu'aucune théorie ne peut jamais remplacer, surtout pour ce qui concerne l'Acoustique.

« ... On m'a tant de fois demandé si le Nouvel-Opéra » serait une bonne Salle, et quels sont les principes qui » m'ont conduit dans la construction, eu égard à la » Sonorité, qu'il faut bien que j'explique que je n'ai eu » aucun guide, que je n'ai adopté aucun principe, que » je ne me suis basé sur aucune théorie, et que c'est du » hasard seul que j'attends ou l'insuccès ou la réus- » site. » (P. 211)

Ces raisons sont péremptoires : M. Ch. Garnier a conspiré avec le hasard pour obtenir la Sonorité nécessaire dans la Salle du Nouvel-Opéra de Paris, et ces raisons bien simples, il les développe ainsi qu'il suit : Il n'a eu aucun guide, il n'a adopté aucun principe, il ne s'est basé sur aucune théorie! Il n'y a rien à dire à cette déclaration catégorique qui doit satisfaire les plus difficiles sur leurs questions indiscrètes ; et c'est ce qui est conforme d'ailleurs en tous points à ce qu'on peut dire de toutes les Salles de Théâtres et autres; si ce n'est cependant que la déclaration n'en a jamais été faite par qui de droit comme elle est ici carrément exposée par l'Architecte du Nouvel-Opéra de Paris. Il n'y a là rien de nouveau dans l'histoire des Théâtres et des Salles de réunions, Salles de Congrès, Salles d'Assemblées législatives, etc., etc. ; jamais on ne s'y est occupé sérieusement d'Acoustique.

M. Ch. Garnier dit : « *Il faut bien que j'explique...* » Mais où est donc l'explication qu'il annonce? L'explication devrait dire les raisons pour lesquelles il n'a suivi

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ni principe ni théorie, etc. ; que conclure de son abstention à ce sujet, si ce n'est que son acquis scientifique, théorique et pratique ne lui permettait pas de faire de plus grandes preuves de savoir que celles qu'il a faites en Acoustique ?

L'Architecte du Nouvel-Opéra de Paris eût-il agi et parlé de cette façon si, possédant à fond les lois de l'Acoustique, il n'avait eu qu'à en faire des applications sensées ! S'il avait été imbu des faits de l'Acoustique, comme on devrait l'être quand on a à faire des constructions architecturales qui en réclament la pratique ; s'il en avait été imbu comme on doit l'être des théorèmes de la Géométrie, aurait-il été aussi dédaigneux de tout guide utile ? Il est à croire que dans ce cas il aurait au moins pu expliquer les raisons qui rendent une Salle bonne pour sa destination, et se dispenser de conspirer en aveugle avec le hasard ; il aurait fait un peu moins d'étalage de cette prétendue cécité dont il n'y a vraiment pas lieu d'être si fier ! il n'eût pas fermé les yeux en se tenant suspendu comme il va le dire à la corde du BALLON L'INCERTAIN.

« Quant à la dimension des Salles, elle n'influe pas » sensiblement sur la sonorité, c'est-à-dire sur la pu- » reté et la précision, mais elle influe sur le caractère du » son. La Scala, à Milan, salle selon moi trop grande, ce- » pendant sans répercussion ni échos, a le défaut de » forcer la voix à parcourir un trop grand espace avant » d'arriver au but ; le son ne paraît pas plein, et l'on sent » fort bien qu'une immense distance vous sépare du » chanteur ; la voix est plus faible et manque de réson- » nance ; le timbre est plus grêle, plus mélancolique et » moins accentué. Aussi, il me paraît certain que les di- » mensions exagérées d'une Salle de spectacle ont, non-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

» seulement un inconvénient pour la Vue, mais encore » pour la Voix, dont elles changent le caractère et l'expres- » sion. » (P. 214.)

L'Architecte du Nouvel-Opéra de Paris est ici à la fois dans le vague et la contradiction. La dimension des Salles, dit-il, n'influe pas sensiblement sur la sonorité, la pureté, la précision, mais seulement sur le caractère du son : ce qu'il appelle le *caractère* est intimement lié à la pureté et à la précision : tout cela ne fait qu'un, et les qualificatifs du son doivent être également et pareillement influencés par la dimension des Salles ; il le prouve lui-même en disant : *La Scala de Milan est trop grande ;* la répercussion, c'est-à-dire la sonorité, ne s'y fait pas sentir, évidemment parce que la Salle est trop grande, ce qui est parfaitement exact : les ondes sonores n'ont plus assez d'intensité, lorsqu'elles arrivent aux parois répercutantes pour être renvoyées au profit de la sonorité, ou en échos nuisibles ; aussi reconnaît-il qu'il n'y a pas d'écho ; il faut forcer les voix, non pas leur donner plus de vigueur qu'elles n'en peuvent avoir, mais les obliger à parcourir un trop grand espace, ce qui diminue l'intensité du son, qui ne paraît plus naturellement aussi plein. On sent alors que le son vient de trop loin, parce que la Salle est trop grande ; la voix est faible, parce qu'elle n'a plus son intensité du point de départ ; elle a fait trop de chemin pour arriver à son but ; elle manque de résonnance parce qu'elle ne frappe pas les parois du vaisseau, qui sont trop distantes, avec assez d'intensité pour être répercutée au profit d'une résonnance appréciable. Le *timbre* est plus grêle, parce que le son, dont il est une qualité, est lui-même plus grêle, c'est-à-dire plus faible ; il est plus mélancolique et moins accentué, toujours parce qu'il est plus faible, et il est d'autant plus

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

faible qu'il vient de plus loin, et cela en raison du carré de la distance et du cube du volume de l'espace.

« La dimension des Salles n'influe pas sensiblement sur » la sonorité », et cependant « *il me paraît certain que* » *les dimensions exagérées d'une Salle de spectacle ont* » *non-seulement un inconvénient pour la Vue, mais* » *encore pour la Voix, dont elles changent le caractère* » *et l'expression* ».

A l'inconvénient de la Vue on peut suppléer par des lorgnettes ; quant à l'affaiblissement de la voix, dû à son éloignement, il n'y a aucun remède ; mais le caractère et l'expression de la Voix ne sont pas changés ; ils ne sont qu'amoindris. A l'exactitude près des expressions, et bien qu'en contradiction avec son début, M. Ch. Garnier est ici dans le vrai ; ses observations sont parfaitement du domaine de l'Acoustique, qui ne s'est pas montrée jadis pour lui aussi rebelle en Italie qu'en France, dans ses appréciations théoriques et pratiques à la Scala de Milan.

J'ajouterai, pour compléter mes observations sur ce passage relatif à la dimension des Salles de théâtre, que le Son, dans un espace clos, se comporte tout à fait comme la Lumière : plus l'espace éclairé par un seul et même foyer lumineux est grand, plus l'éclairage général, direct et réfléchi par les parois, est faible ; de même, plus l'espace est grand, dans lequel les ondes d'un corps sonore se répercutent, moins est intense le résultat général des ondulations directes et réfléchies. La Lumière n'est pas modifiée si les parois réfléchissantes sont blanches ; le Son n'est également pas modifié si les parois répercutantes n'en retranchent rien, ou n'y ajoutent rien qui

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

leur soit propre. Le Son ne peut donc pas perdre de son *caractère* dans une Salle plus ou moins grande; il ne peut être que plus ou moins affaibli ; on en a maintenant une preuve évidente dans la grande Salle du Trocadéro, ainsi que dans l'enceinte du nouvel Hippodrome.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE IV

LES PLAFONDS LUMINEUX AU POINT DE VUE DE L'OPTIQUE ET DE L'ACOUSTIQUE DES SALLES DE SPECTACLE (*Le Théâtre*).

« Au point de vue de la beauté, du bien-être et de » l'économie, il faut condamner l'innovation des plafonds » lumineux,... non-seulement pour son mauvais aspect » décoratif, mais aussi peut-être au point de vue plus » spécial de l'Acoustique. »

« Cette immense surface de verre qui couvre presque » toute la voûte, doit avoir, selon moi, une certaine im- » portance sur la réflexion, la qualité et l'intensité des » sons. Sous la paroi de verre s'étend une couche d'une » hauteur variable, suivant le degré de clarté donné » aux becs d'éclairage, et qui est composée d'air chaud, » et par conséquent très-dilaté. Les sons qui ont traversé » l'air ambiant de la Salle vont trouver en arrivant à » cette couche, à ce matelas d'air chaud, une espèce » d'écluse ouverte qui les fera se réfracter et augmenter » de vitesse ; puis une nouvelle réfraction se fera lorsque » les sons abandonneront la couche d'air chaud pour re-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

» descendre dans la Salle. N'y eût-il dans cette double » réfraction et dans cette accélération accidentelle que » plusieurs centièmes de seconde, cela peut suffire, en » certains cas, pour retirer la netteté et la pureté des » sons émis. Ce phénomène peut très-probablement être » négligé dans la pratique, mais si des expériences com- » plètes étaient faites sur ce point, qui sait si l'on n'y » trouverait pas une indication utile? » (P. 195.)

Voilà certes des observations judicieuses au double point de vue optique et acoustique, et qui démontrent que M. Ch. Garnier n'est pas aussi dépourvu d'un sentiment assez juste, d'une faculté d'appréciation assez exacte des phénomènes du son, qu'il cherche à le paraître trop souvent. Il est bien à regretter aussi que cette idée d'EXPÉRIENCES n'ait pas été mise en pratique par lui, et par d'autres; car il est incontestable qu'on y eût trouvé des indications toujours utiles à connaître.

Je ferai néanmoins remarquer que cette *immense surface de verre* dont il est ici question, est plate, isolée dans sa simple épaisseur de verre reposant sur des tringles en fer, et conséquemment cette surface ne *recouvre* pas, comme il est dit ci-dessus, une *voûte*, puisqu'il n'y a là aucune espèce de voûte; c'est un simple plafond dessiné en rosace circulaire, et formé de feuilles de verre qui laissent passer une partie de la lumière des becs situés immédiatement au-dessus; plafond dont le bord est tangent à une voussure en plâtre qui se raccorde avec le pourtour de la Salle. Les réflexions sonores se font sur ce plafond suspendu conformément à la loi de l'incidence, et dans d'assez bonnes conditions, en ce sens qu'elles ne donnent pas lieu à des concentrations d'ondes sonores, toujours nuisibles aux bons effets acoustiques. Voilà pour ce qui concerne la réflexion.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Quant à l'influence exercée par cette surface de verre sur la qualité et l'intensité des sons, c'est autre chose ; examinons d'abord ce qui concerne l'intensité ; nous verrons ensuite ce qui regarde la qualité.

Les ondes sonores ne se *réfractent* pas comme les ondes lumineuses ; les rayons de la lumière se *dévient* en passant d'un milieu dans un autre, de là la *réfraction ;* les rayons de l'onde sonore ne changent pas de direction dans cette circonstance, ils marchent toujours tout droit ; il n'y a donc là ni simple, ni double *réfraction*, mais seulement accélération de vitesse, quand il n'y a pas diminution. Il faut cependant reconnaître qu'en certains cas il y a bien un changement de direction des ondes sonores, dans ce sens que quand l'onde rencontre un milieu plus dense, elle s'y réfléchit en partie et que la direction de l'onde, alors à la fois directe et réfléchie, se modifie réellement suivant l'angle que fait le rayon de l'onde avec la surface qui délimite l'espace d'une autre densité. Mais tout cela est très-négligeable dans les circonstances qui se rencontrent dans l'enceinte d'une Salle de spectacle.

L'idée et l'expression de *matelas* sont tout à fait inexactes ; on sait que le matelas arrête des projectiles lancés même avec une certaine vigueur, et qu'on l'emploie très-souvent sous forme de porte et de persienne *matelassées* pour se prémunir contre des bruits désagréables, qu'on parvient ainsi à étouffer. L'air est toujours le véhicule le plus ordinaire du son, et loin de jamais fonctionner comme matelas, il agit souvent comme réflecteur, lorsqu'une partie plus dense succède à une partie moins dense dans la marche des ondes sonores qui le traversent. Et maintenant comment concilier cette idée d'*écluse ouverte* qui laisse tout passer, avec celle de *matelas* qui doit tout arrêter ? Et com-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ment une écluse et un matelas peuvent-ils combiner leur action respective et simultanée de manière à produire une *réfraction* du son qui ne se réfracte guère?

La couche d'air chaud existe sous la surface vitrée dans les circonstances signalées par M. Ch. Garnier; cette couche est nécessairement moins dense que celles inférieures, et lorsque l'onde sonore y arrive, cette onde, passant d'un milieu plus dense à un milieu moins dense, est accélérée dans sa marche, mais son intensité diminue d'autant; lorsqu'elle frappe la surface vitrée, elle perd encore de sa force en agissant sur un corps qui lui résiste, tout en se laissant pénétrer (car le son s'entend de l'autre côté de la vitre); ce qui lui reste d'intensité est réfléchi par la surface, traverse de nouveau la couche d'air chaud, avec la même vitesse accélérée et une intensité un peu moindre; elle reprend une vitesse moins grande en rentrant dans la couche plus dense, mais en y perdant, aussitôt son contact d'arrivée, et encore par réflexion partielle, une nouvelle quantité de son intensité. Mais tout cela se réduit ici à des proportions tellement minimes qu'il est presque oiseux d'en parler.

Voici maintenant ce qui concerne la qualité du son qui serait modifiée par l'action du plafond vitré.

« Un autre inconvénient me paraît aussi pouvoir se » reproduire, et, dans ce cas, il impressionnerait désa- » gréablement l'oreille. Le verre a la propriété de vibrer » très-énergiquement sous l'influence de certains sons; » cette vibration est même quelquefois assez forte pour » le briser. » (P. 196.)

Le verre ne vibre pas seulement sous l'influence de bien des sons, comme tout autre corps; il vibre aussi directement lorsqu'on détermine, par un procédé quelconque et direct, le mouvement vibratoire dans l'intérieur de sa masse moléculaire. Dans ce cas, aussitôt que

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'intensité des oscillations devient assez grande pour dépasser la sphère d'activité de l'attraction moléculaire, le verre se brise en mille pièces; et l'on peut obtenir ce résultat par un simple frottement avec deux doigts qui agissent sans effort, mais qu'on dirige de manière à obtenir le but expérimental qu'on veut atteindre. Que les vibrations soient transversales ou longitudinales, on arrive tout aussi facilement à faire voler le verre en éclats, sous l'influences de vibrations excessives et toujours faciles à déterminer.

Le verre vibre aussi, comme les autres corps, dans des circonstances données, sous l'influence des ondes sonores auxquelles on l'expose; par exemple, un globe cylindrique, voire même un simple verre à boire, mais l'un ou l'autre fort minces, vibrent sous l'influence du son de la voix ou de tout autre son, dont la hauteur et l'*intensité* peuvent facilement arriver à faire dépasser au verre la même sphère d'activité moléculaire, et l'amener à un point où il vole aussi en éclats.

Mais lorsqu'il s'agit de feuilles de verre soumises à la rencontre des ondes sonores dans un milieu ambiant, ou limitant un espace quelconque, ces feuilles ne vibrent pas toujours de la même manière, selon qu'elles sont suspendues, qu'elles portent et s'appuient sur leur milieu, sur deux ou sur quatre côtés, et selon qu'elles sont ou ne sont pas *mastiquées*. Néanmoins le verre vibre toujours et d'autant plus que le rayon des ondes sonores leur est plus perpendiculaire, et d'autant moins que ce rayon est plus oblique; le verre ne vibre plus lorsque le rayon de l'onde sonore est parallèle au plan du verre. Il faut que les ondes soient d'une intensité extraordinaire pour déterminer le bris des verres en vitrages; il n'y a guère que les explosions de la poudre et du tonnerre qui amènent ce résultat.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il ne faut pas perdre de vue que tout vibre autour de nous, par des causes variées, mais que tout corps vibrant n'est pas pour cela *sonore;* il est indispensable pour qu'il y ait un son perceptible à notre organe que les vibrations soient assez nombreuses d'abord, puis assez intenses. Et ce n'est pas le cas que présente la grande surface vitrée dont M. Ch. Garnier semble craindre les mauvais effets : la vibration n'en peut guère être sonore, à moins d'EXPÉRIENCES directes qui viennent nous prouver le contraire, et qui pourraient faire partie de la série de celles dont parle ici l'Architecte du Nouvel-Opéra de Paris, mais qu'il a toujours laissées à l'état de *desideratum*, bien qu'il se soit trouvé en maintes circonstances très-favorables pour en exécuter, circonstances, qu'il aurait pu d'ailleurs faire naître à sa volonté.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE V

CLASSIFICATION PHYSIOLOGIQUE DES SALLES DE SPECTACLE. LA BONTÉ DUE A L'EXCLUSION DU BON.

Il est curieux de voir comment M. Ch. Garnier traite poétiquement les Salles de spectacle lorsqu'il s'agit d'expliquer leurs qualités ou leurs défauts acoustiques, et à quelle étrange conclusion il arrive à la suite de tous ses raisonnements acoustico-physiologiques, se terminant par un singulier embrouillamini qu'il exprime plantureusement avec sa verve habituelle.

« Des Salles presque identiques de formes, de dispo-
» sitions et de dimensions, ont des qualités très-va-
» riables; celle-ci est bonne, celle-là est mauvaise :
» l'une frémit au moindre coup d'archet, c'est une Salle
» nerveuse; l'autre ne vibre pas sous l'influence d'un
» orchestre entier, c'est la Salle lymphatique; puis un
» écho se produit dans le jour, qui disparaît le soir, ou
» se fait entendre le soir, qui disparaît le jour, alors que
» la salle est vide ; et les annotations que l'on fait sur ce
» point, et les comparaisons, et les recherches minu-
» tieuses, tout cela se confond dans un interminable

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

» gâchis, dans un labyrinthe inextricable, où il ne se » trouve même pas un bout de fil. » (P. 212.)

Le *presque* à côté de l'*identique* peut déjà être la cause d'une légère différence; mais les Salles peuvent avoir leurs formes, leurs dispositions et leurs dimensions presque identiques, sans avoir pour cela les mêmes qualités : dire la cause de ces différences, lorsqu'on est sur place, c'est là que gît le mérite de l'Acousticien. J'en reviens toujours à ma comparaison avec les instruments à archet : violon, basse, etc., qui se ressemblent tous, et sont loin d'avoir les mêmes qualités. Le violon nerveux serait celui qui est construit plus délicatement; le lymphatique, celui qui est construit grossièrement. L'écho qui se produit de jour (si écho il y a) et s'éteint le soir, ne peut venir que d'une modification apportée à l'endroit qui permettait le jour une convergence des ondes sonores et ne le permet plus le soir, par la présence d'un Auditoire, par exemple, vers les confins qui opéraient la réflexion. Ou bien, est-on sûr que les sons émis partaient bien du même endroit, ou de deux points différents, quand il y avait écho, ou qu'il n'y en avait pas? Quant à celui qui se fait entendre le soir et disparaît le jour lorsque la Salle est vide, il faudrait l'entendre pour le constater avant d'en chercher l'explication. Annotations, comparaisons et recherches « *minutieuses* », tout cela se transforme en « *gâchis* » qui s'étend dans un « *labyrinthe inextricable* » et sans fil sauveur!... Nous n'avions pas encore, à cette époque, trouvé la grande corde de sauvetage du Ballon l'Incertain qui nous a tiré de tous ces embarras!..

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LA BONTÉ DUE A L'EXCLUSION DU BON

« La Salle de l'Opéra de Paris (rue Le Pelletier), con-
» struite en dehors des données les plus accréditées
» d'une bonne Acoustique, est néanmoins une des meil-
» leures Salles connues. » (P. 213.)

Pour dire et faire admettre qu'une Salle est construite « *en dehors* » des données les plus « *accréditées* » d'une bonne Acoustique, il faudrait d'abord établir ce qu'on entend par *bonne* Acoustique, et faire voir ce qu'est, ou plutôt ce que serait la *mauvaise;* pourquoi une donnée est accréditée, si c'est à bon droit ou inconsidérement, sans perdre de vue qu'une Loi de Physique ne peut être ni bonne ni mauvaise par elle-même ; et que ses applications seules sont bien ou mal entendues. Il resterait ensuite à expliquer et démontrer comment, avec ce qui est « *en dehors* » d'une bonne Acoustique, on a parfaitement réussi. La recette pour réussir deviendrait alors infaillible. Prenez tout ce que vous savez être discrédité, ou tout ce qui n'est pas accrédité, en fait de « *données* » acoustiques, et vous obtenez la meilleure des Salles possible. C'est là un moyen qui n'est pas à dédaigner, mais qui, paraît-il, réussit non pas comme un autre, mais mieux qu'un autre, puisqu'il réussit *ipso facto!* La fin justifie les moyens!

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE VI

L'ACOUSTIQUE ATTEINTE D'UNE CERTAINE INCERTITUDE DANS LE CHAPITRE CONCERNANT LA FORME DE LA SALLE DU NOUVEL OPÉRA DE PARIS.

M. Ch. Garnier ne se montre sans pitié pour l'Acoustique théâtrale que dans le chapitre spécial qu'il consacre à cette science et que nous examinerons ultérieurement. Dans le chapitre où il traite de la FORME des Salles de spectacle, il est beaucoup moins l'adversaire déclaré de cette science. Il en raisonne théoriquement, sans parti pris contre elle, avec une certaine bienveillance qu'on est heureux de rencontrer. Parfois il se trompe, en exposant des théories qui lui sont personnelles, mais enfin il n'y repousse pas d'une manière absolue toute autre théorie qui se rattache à l'émission et à la propagation du son. Nous allons le suivre dans « LA SALLE ET LES PLACES », titre du chapitre où il s'occupe de la « FORME » des Salles de spectacle.

« La forme des Salles de spectacle (je parle de la » forme en plan) est peut-être, dans un théâtre, ce qui » doit avant tout préoccuper l'architecte; car c'est de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

» la composition de ce vaisseau que doit dépendre, pour » la grande part, le bien-être des spectateurs. » (P. 145.)

Cela est vrai, certain, sans qu'on doive ajouter un : « *peut-être* » ; mais ce bien-être résultera moins de la forme en elle-même, de la forme pour la forme, que de celle qui aura permis de satisfaire, le mieux possible, aux exigences des Lois de l'Optique et de l'Acoustique, lois dont les indications bien ou mal appliquées peuvent être utiles ou nuisibles au bien-être dont il est ici question. Si le bien-être consiste en ceci : bien voir et bien entendre, il est clair qu'on ne peut atteindre ce double but que par les judicieuses dispositions du vaisseau, relatives à la fois à l'Audition et à la Visibilité générale.

La forme des Salles de spectacle ne résulte pas seulement de la forme *en plan ;* le plan est pour beaucoup dans la forme, mais il ne donne que deux dimensions au vaisseau, *longeur* et *largeur ;* il ne faut pas perdre de vue que tout espace est constitué par les trois dimensions qui lui appartiennent, et que la *hauteur* entre comme élément essentiel dans la forme des Salles de spectacle, comme dans celle de toute autre Salle ; qu'il est indispensable d'en tenir compte dans le bien-être recherché pour les Spectateurs, et surtout sous le rapport de l'Acoustique et de l'Optique, deux sciences qui se prêtent un mutuel appui dans leurs applications aux dispositions théâtrales, ce qu'il ne faut jamais perdre de vue.

Il est bon de remarquer en outre que la « *composition* » du vaisseau d'une Salle de théâtre ne résulte pas uniquement de sa forme, mais que les matériaux qui la constituent, et qui participent nécessairement à cette forme, jouent un rôle important qu'il ne faut pas négliger, sous peine de déception, quand la Salle se

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

trouve achevée, si l'on n'a pas su apprécier d'avance les conséquences naturelles de leur espèce et de leur emploi. C'est sans doute dans ce but utile que l'Architecte du Nouvel-Opéra, obéissant à l'instinct acoustique qu'il possède, à l'état latent, a pris note du genre de construction, voire même de l'âge des bâtiments qu'il a explorés dans ses voyages à travers toute l'Europe, ayant pour but de rechercher les conditions matérielles qui contribuent à rendre les Salles de théâtre existantes bonnes ou mauvaises.

N'oublions pas que les Physiciens de Profession, soit dans leur cours, soit dans leurs livres sur l'Acoustique, ont prouvé depuis longtemps qu'ils entendaient généralement peu de chose à nos formes architecturales conventionnelles; ils ne peuvent avoir que des idées très-vagues au sujet des règles, du goût et des fantaisies qui constituent ou qui accompagnent le génie architectural d'une époque ou d'une autre; qu'ils ne peuvent nous donner aucun conseil sur ces objets; que c'est donc à nous de nous assimiler leur science pour en tenir compte dans nos constructions, et non à eux d'étudier l'Architecture pour y faire admettre les lois de l'Acoustique et de l'Optique.

« Mais si cette préoccupation » (celle de la composition du vaisseau), « doit être grande lorsqu'il s'agit » d'un Théâtre destiné seulement à la représentation de » scènes parlées ou mimées, elle s'agrandit encore lors- » qu'elle se rapporte à un Théâtre qui doit réunir la » musique au drame et l'orchestration à la mise en » scène. » (P. 145.)

La préoccupation de l'Architecte doit être identiquement la même dans l'un et l'autre cas, qu'il s'agisse, d'une part, des scènes parlées ou mimées, et, d'autre part, du drame musical chanté et orchestré. Cependant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les résultats acoustiques sont différents, puisque dans un cas il faut éviter la sonorité, et qu'il faut la rechercher dans l'autre cas : sonorité dans une bonne mesure pour le chant et la musique : absence de sonorité pour la voix parlée.

« En effet, il est bien rare qu'une Salle, quelle que » soit sa forme, ait une Acoustique assez mauvaise pour » que les paroles, nettement prononcées sur la scène, » toutes seules, et sans aucune confusion possible, ne » soient pas nettement entendues. »

Il n'est pas si rare que le pense l'Architecte du Nouvel-Opéra de Paris qu'une Salle soit mauvaise pour les sons simplement parlés [1] ; une salle est mauvaise lorsqu'elle est trop grande pour l'intensité particulière de la parole qui s'y fait entendre ; et l'on sait d'ailleurs que les organes vocaux sont de puissances diverses : les voix sont fortes ou faibles, à part leur timbre spécial; d'où il suit qu'une Salle, bonne pour la parole de l'un, ne l'est pas pour la parole de l'autre. Quant aux scènes simplement *mimées*, qu'elles aient lieu dans des Salles sonores ou non, peu importe, pourvu qu'on y voie bien et commodément ; il ne faut pas les confondre toutefois avec les scènes chorégraphiques, qui exigent une Salle sonore, parce que ces scènes ne se passent pas d'orchestration.

« Il y a certainement des Salles où la voix humaine » n'a pas le même degré d'intensité et de finesse ; le son » peut être augmenté dans celle-ci, diminué dans celle-

1. Qu'on se rappelle combien est détestable l'Hémicycle du Palais des Beaux-Arts ; combien il est pénible pour les Orateurs d'y parler, et combien l'Auditoire est torturé par la résonnance de cette enceinte qui réunit tous les défauts imaginables de l'Acoustique : forme, volume et parois limitantes, sont là ce qu'il y a de mieux inventé pour en faire une Salle dont la cacophonie est égale à sa splendide décoration murale.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

» là ; mais, je le répète, comme il n'y a pas de confusion » possible, que deux acteurs ne parlent pas à la fois, et » que les accompagnements plus ou moins bruyants » ne rompent pas la phrase qui se prononce, on peut » affirmer qu'en réalité toutes les Salles sont assez » bonnes pour permettre à la voix de l'acteur de venir » librement aux oreilles des Spectateurs. »

L'intensité plus ou moins accompagnée de ce que M. Ch. Garnier appelle la *finesse* (?) de la voix, se perd nécessairement dans des espaces trop grands, de même que dans les espaces qui résonnent. Le son de la parole, dans les Salles diverses, n'est pas augmenté dans l'une ; il est accompagné des sons de la résonnance locale ; il n'y a pas alors augmentation d'intensité de la voix, il n'y a que la création d'un *bruit* développé dans l'air ambiant par la voix, et qui s'y ajoute *bruyamment*. Le son n'est pas *diminué* dans l'autre ; il se perd dans un trop grand espace, ce qui répond à une diminution d'intensité qui est toujours, comme l'on sait, inversement proportionnelle au carré des distances parcourues par les ondes sonores. Pour qu'une voix porte à une grande distance, il faut qu'elle ait l'*intensité* nécessaire à cette portée ; sinon, on ne l'entend pas ; c'est comme l'éclat d'une lumière qui ne permet de lire que jusqu'à une certaine distance, laquelle une fois dépassée ne permet plus de lecture [1].

Il est de toute évidence que deux acteurs qui n'ont qu'à se donner la réplique sur une scène, ne parlent pas simultanément, puisqu'ils débitent toujours l'un après

1. La Salle du Trocadéro offre un exemple frappant des inconvénients d'une trop grande Salle et de ce qu'y deviennent les *intensités* de la voix parlée et des sons musicaux. M. Ch. Garnier a dû y reconnaître tout ce qu'il avait remarqué si judicieusement dans la Salle de la Scala.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'autre, avec un rhythme et des intonations étudiés, ce qu'ils ont à dire; leurs paroles ne peuvent donc pas se superposer et produire un mélange de sons qui deviendraient insaisissables dans leur signification parlée; ce cas ne se présente pas. Mais ce qui se présente souvent dans une Salle quelconque, c'est une sonorité plus ou moins grande qui se développe dans la masse d'air, ou dans certaines parties de la Salle, sous l'influence des ondes sonores de la parole agissant sur des volumes d'air parfois *cantonnés* et disposés pour entrer facilement en vibration sonore. Alors ce ne sont pas deux voix d'acteurs qui se superposent, ce sont des sons vagues et indéfinis, plus ou moins intenses, plus ou moins nombreux, qui viennent accompagner intempestivement, et plus ou moins bruyamment la parole humaine, qui a besoin d'être entendue seule, pour être claire, nette et précise. Des cas se présentent dans quelques Salles où la résonnance devient un écho plus ou moins distinct; c'est alors, qu'en certains endroits de convergence des ondes réfléchies par des surfaces concaves, les places sont insupportables aux Auditeurs qui les occupent (voy. les fig. 1 et 2, p. 165 et 167).

« Il n'y a donc, dans cette occurrence » (dans le cas où les acteurs se donnent la réplique), « qu'une seule » préoccupation qui doive dominer dans l'esprit de » l'Architecte : celle de donner à la Salle la forme la » plus convenable pour que tout le monde, qui entend » suffisamment, puisse aussi voir la scène le mieux pos- » sible. »

Quand on entend bien dans une Salle, ce n'est pas une raison pour que l'on voie parfaitement; on peut voir très-mal et entendre parfaitement. Mais quand on a pris toutes les dispositions nécessaires pour que tous les Spectateurs voient convenablement, ce qui est toujours

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

acile à réaliser, puisqu'il ne s'agit là que du tracé de quelques épures très-élémentaires de géométrie descriptive, on a fait alors un pas utile vers la solution d'un autre problème moins aisé à résoudre, et qui a pour but de faire que tous les Auditeurs entendent clairement et facilement. En général, ce qui favorise la Visibilité est un acheminement certain vers ce qui est nécessaire à l'Auditibilité.

« Mais lorsque la diction est remplacée par les sono-
» rités musicales, il n'en est plus tout à fait de même ; car
» les sons ne se produisant plus isolément, tendraient à
» devenir confus, s'ils n'étaient perçus avec autant de force
» et de précision qu'ils sont exécutés par les artistes du
» Théâtre et ceux de l'Orchestre. Il ne s'agit donc plus là
» de rechercher seulement une forme de Salle qui per-
» mette une vue libre et étendue, si cela est possible ; il
» faut, de plus, que cette forme soit combinée de façon à
» faciliter le développement des sons produits et à leur
» donner une qualité harmonieuse (p. 146). »

Je ne comprends pas comment les sons pourraient se produire « *isolément* » dans un orchestre ; comment ils deviendraient « *confus* », s'ils n'étaient perçus avec autant de force et de précision qu'ils sont exécutés, et comment il faut faire pour « *percevoir avec force et pré-*
» *cision* », afin d'« *éviter la confusion* ». Mais ce que je comprends parfaitement, c'est que « *la forme de la Salle*
» (d'un Théâtre Lyrique) *soit combinée de façon à faci-*
» *liter le développement des sons produits et à leur don-*
» *ner une qualité harmonieuse* » ; tout est là en effet. Pour faciliter le développement des sons produits, il ne faudra pas d'obstacles créés à plaisir ou inconsidérément ; et pour leur donner une qualité harmonieuse, ou plutôt pour ajouter à cette qualité que les sons doivent posséder d'eux-mêmes en vertu de leur bonne orches-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tration, il faudra rendre facile la création de résonnances appropriées au diapason de la Salle : on la rend sonore au degré qu'elle comporte et suivant le besoin qu'elle a d'être sonore. Lorsqu'une Salle n'est pas par trop défectueuse, on peut quelquefois remédier à ses défectuosités par certaines dispositions d'orchestration qu'il faut savoir comprendre et savoir réaliser. Une Salle neuve est presque toujours soumise à ces opérations orchestrales qui leur procurent plus ou moins parfaitement les qualités dont elles ont besoin, ce dont l'Architecte de la Salle ne se doute souvent pas, et ce qui, indubitablement, a dû avoir lieu pour la Salle du Nouvel-Opéra de Paris.

Quand on voit ici l'Architecte du Nouvel-Opéra de Paris s'occuper sérieusement de combiner la forme de la Salle de façon à faciliter le développement des sons et à leur donner une qualité harmonieuse, ce qui dépend essentiellement de l'Acoustique, comment pourrait-on croire qu'il va montrer, un peu plus loin, contre cette science, un mépris si profond, si varié dans ses manifestations, en la poursuivant, très-spirituellement d'ailleurs, de ses sarcasmes ? Voici en effet comment il continue, sur un ton qui n'est pas encore aussi sarcastique qu'il le deviendra plus tard, et qui n'exprime encore qu'une sorte de commisération :

« Certes, si l'Acoustique, appliqué aux Salles de spec-
» tacle, était une science rigoureusement exacte, si on
» possédait des formules mathématiques indiquant d'une
» façon inflexible la forme définitive à affecter aux vais-
» seaux pour leur donner leur maximum de sonorité,
» comme l'Optique est, elle, une science parfaite, en ce
» sens que l'on sait fort bien si de tel point on verra, ou
» on ne verra pas, on pourrait tenter avec plus de
» chances de réussite la combinaison des deux lois,
» garder ce qui peut convenir à toutes deux, et choisir

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

» à coup sûr dans les solutions opposées ce qui devrait » être conservé au détriment de ce qui pourrait être » supprimé. Le problème serait, sans nul doute, encore » difficile à résoudre ; mais au moins on ne ferait pas » les concessions réellement utiles, sans craindre, comme » cela se présente en l'état actuel des connaissances » acoustiques, de faire des concessions du côté de la » Vue, ne servant à rien du côté de l'Audition (p. 146). »

Pourquoi l'Architecte du Nouvel-Opéra de Paris veut-il que l'Acoustique ne soit pas « *une science rigoureusement exacte* » quand est venu le moment d'en appliquer les lois à la construction architecturale des Salles de spectacle?... Certaine, positive, en tout et pour tout, l'Acoustique deviendrait d'elle-même mensongère quand il s'agirait de l'appliquer aux localités où elle doit rendre les plus grands services ! Les lois de l'Acoustique sont basées sur des expériences aussi évidentes que celles qui résultent par exemple des observations faites sur la pesanteur appliquées à l'équilibre des constructions et des voûtes principalement ; elles sont simples, exactes, toujours invariables ; mais il est nécessaire d'être familiarisé avec elles pour en faire aisément des applications pratiques. Qu'y a-t-il de plus aisé que de jouer du violon..., quand on l'a appris et qu'on y est apte?...

Qu'appelle-t-on formule mathématique « *à façons inflexibles* » ? Pourquoi, là, des mathématiques et de l'inflexibilité dans les façons de formules? Qu'est-ce que la « *la forme définitive* » qu'on puisse déduire de l'Acoustique, et qu'on affecterait aux vaisseaux « *pour leur donner leur maximum de sonorité* » ? Le définitif est le dernier pas du perfectionnement, et le dernier pas ne peut se faire sans être précédé de quelques autres pas qu'il faudrait avoir faits.

Y a-t-il une formule mathématique, à façons flexibles

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ou non, pour construire un violon ? non ; on est parvenu, de très-ancienne date, à donner à cet instrument toutes les qualités qu'il possède, en faisant à son égard de l'Acoustique pratique, bien avant que cette science soit constituée et complète comme elle l'est aujourd'hui, bien avant même que son nom soit trouvé et tiré du grec, comme tous les noms dont la science a besoin journellement. Pour le violon, comme nous l'avons déjà dit, on s'est machinalement ou plutôt intelligemment rendu compte du volume intérieur le plus convenable à l'instrument ; de l'épaisseur à donner aux tables, aux éclisses ; de la nature et des propriétés inhérentes aux divers bois à employer dans la confection de l'instrument, lesquels varient, comme on sait, pour le dessus, le dessous et les côtés ; ces bois sont le sapin et l'érable, et encore que de variétés et d'essences spéciales parmi lesquelles il faut savoir choisir ! On a trouvé les découpures les plus convenables au chevalet qui supporte les cordes ; le point où doit être placé le petit pilier intérieur appelé l'âme du violon, etc. Tout cela est résulté de la pratique expérimentale, et ce n'est que des siècles après que F. Savart a donné la *théorie* acoustique du violon (il y a de cela plus de quarante ans), théorie qui a été vérifiée expérimentalement en public, dans un cours spécial du Collége de France, et trouvée d'une exactitude parfaite ; de sorte qu'aujourd'hui on se trouve en possession de cette forme définitive qui est le *desideratum* de ce que l'on voudrait avoir pour les Salles de spectacle, avant de l'avoir cherché avec tact et intelligence. Je sais bien qu'il serait plus commode d'avoir une recette toute faite et qu'il n'y aurait qu'à suivre, en arrivant après ceux qui l'auraient trouvée ; mais qui pourra jamais chercher, trouver et écrire cette fameuse recette, si ce n'est l'un de ceux qui auront été à même de faire les EXPÉ-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

RIENCES nécessaires pour arriver à ce résultat? Et si, quand on s'est trouvé pendant des années dans cette position exceptionnelle, on n'a rien su voir, rien su vérifier et *expérimenter*, est-ce une raison pour venir déclarer solennellement que l'Acoustique n'est pas une science rigoureusement exacte?...

Pourquoi ne pas faire pour les Salles de spectacle ce qu'on a fait pour le violon et pour tous les instruments de musique? pourquoi ne pas procéder synthétiquement? Est-ce qu'on a établi la théorie acoustique du piano avant qu'il eût été porté par les Érard d'abord au degré de perfection qu'il possède aujourd'hui? Est-ce que Sax a été guidé par la théorie lorsqu'il a si remarquablement amélioré les instruments de cuivre, il y a plus de trente ans? Toutes ces améliorations, tous ces perfectionnements acquis s'expliquent aujourd'hui théoriquement; et la théorie venue après l'expérience est la meilleure des théories, la seule véritable. Pourquoi ne pas suivre la même marche pour tout ce qui concerne les améliorations si nécessaires dans les Salles de spectacle, de concert et de cours publics, voire même dans les Salles destinées aux Débats parlementaires, où il serait si nécessaire, par parenthèse, de pouvoir parler et entendre sans une fatigue excessive pour les Orateurs et les Auditeurs? Et puisqu'on n'a jamais su *acoustiquer* l'Architecture, pourquoi ne pas chercher à *architecturer* l'Acoustique?

M. Ch. Garnier trouve que l'Optique est une *science parfaite*, tandis que l'Acoustique n'est pour lui, Architecte du Nouvel-Opéra de Paris, qu'une « *science inexacte* », fausse conséquemment; son avis, je crois, est généralement peu partagé, et il serait bien à désirer qu'il ne groupât pas autour de lui un trop grand nombre de partisans sur ce sujet; cela retarderait indéfiniment la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

solution de problèmes très-importants pour l'intérêt public.

Si l'on compare les applications qui sont à faire dans les constructions architecturales de l'une et de l'autre science, il est facile de voir que les applications des faits expérimentaux acquis à la science de l'Acoustique sont nombreux et de la plus haute importance ; l'Acoustique pratique, expérimentale, tout entière, et dans ses plus minces particularités, devrait être bien connue pour en essayer toutes les applications possibles.

Quant à cette branche de la Physique générale désignée sous le nom d'Optique, on ne lui demande que bien peu de chose, comparativement, dans ses applications à l'Art architectural des Théâtres et des Salles diverses de réunions publiques. On ne s'occupe de la lumière qu'en tant qu'elle éclaire la Salle et les objets qui s'y trouvent, ou qu'il est nécessaire de voir de la Salle. Pour que ces objets éclairés soient vus, il ne faut pas créer des foyers de lumière, et les absorber ensuite à plaisir, ou en éblouir les Spectateurs ; il ne faut pas d'écran importun, d'aucune sorte, interposé entre ce qui est à voir et l'œil des Spectateurs, qu'il suffit de placer d'une manière convenable, comme je l'ai indiqué il y a trente ans, sur une courbe audito-visuelle, décrite dans un chapitre ci-dessus de la première partie de ce travail (p. 165). L'objet à voir de la Salle sur le Théâtre doit être éclairé convenablement, je le répète, et le rayon visuel destiné à l'apercevoir doit pouvoir se diriger facilement vers lui. Enfin, dans la répartition judicieuse de la lumière, il faut avoir soin que cette répartition ne nuise en rien, chez le Spectateur, aux effets calculés qu'on doit produire sur son organe : à cela se borne toute l'Optique architecturale ; les effets lumineux sur la scène et sur les décors sont moins du domaine de l'Ar-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

chitecte que de celui du décorateur et du machiniste.

Tout le reste de l'Optique, branche de Physique expérimentale très-étendue, est étranger à l'Art des constructions spéciales des Salles de théâtres et autres. On n'a pas en effet à s'occuper de la réflexion spéculaire, de la réfraction, de la décomposition, de la dispersion de la lumière, de l'achromatisme, des instruments d'optique (pas même des lorgnettes de spectacle), de la microscopie, de la mégascopie, des interférences, de la diffraction, ni même de la vitesse de la lumière, découverte des temps modernes; tandis qu'en fait de vitesse il est bon de connaître celle du Son, pour se rendre compte des interférences, des résonnances et des échos. On voit le peu de part relative qu'on est dans le cas de demander à l'ensemble de l'Optique générale dans ses applications à la construction des Salles de théâtre et autres.

Les distinctions de M. Ch. Garnier entre ce qu'il faudrait choisir dans les lois de l'Acoustique et celles de l'Optique pour qu'elles ne soient pas en désaccord entre elles, tombent d'elles-mêmes devant un examen attentif de la question. Tout le monde reconnaîtra en effet, sans grand effort d'intelligence, que rien de ce qui est favorable ou indispensable à l'Acoustique d'une Salle de Théâtre ne peut nuire à son Optique; et que, réciproquement, tout ce qui est bon pour l'Optique l'est également pour les exigences de l'Acoustique, qui sont de beaucoup les plus nombreuses qu'on doive appliquer dans les Salles de spectacle.

« Cependant, malgré les hésitations de la science de » l'Acoustique, il est une loi, un indice plutôt, qui se » dégage avec de légères probabilités du chaos dans » lequel on est encore sur ce point : c'est que les sons

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

» vibrent et se propagent beaucoup mieux dans les » Salles plus longues que larges, en supposant néanmoins » que le Son provienne de la partie la plus étroite ; la » Salle fait ainsi l'office d'un long tuyau qui concentre » les forces de l'émission. Ce principe est assez généra- » lement reconnu, bien qu'il ne soit pas infaillible, et » dans les études que j'ai faites à ce sujet dans un grand » nombre de Salles existantes, j'ai constaté qu'en effet » il se présentait certains cas où l'on pouvait supposer » qu'il n'était pas erroné. C'est là, du moins à mon avis, » le seul point qui puisse avoir quelque probabilité ; et, » bien que j'aie vu des Salles larges plus sonores que des » Salles longues, je crois que l'Architecte doit se ratta- » cher, se raccrocher plutôt à ce principe de Salles pro- » fondes et étranglées au point d'émission des Sons. » S'il ne réussit pas, ce qui est possible, il aura au » moins la consolation d'avoir fait tout ce qu'il pouvait, » en se servant de l'unique donnée que l'on croit pos- » séder (p. 147). »

La science de l'Acoustique n'hésite jamais ; elle ouvre à qui veut s'en servir son répertoire complet où sont consignées toutes les vérités acquises par l'expérience ; jamais elle n'avance un fait sans qu'il ait été démontré expérimentalement, et plutôt dix fois qu'une. On procède même toujours en Acoustique par l'expérience, et c'est l'expérience qui s'expose et ensuite s'explique d'elle-même. Quand nous éprouvons des hésitations, elles ne peuvent donc nous venir que de ce que nous n'avons pas bien lu, bien vu, ou bien compris.

Une « *loi* » est plus qu'un « *indice* », mais ni indice ni loi ne sauraient émaner du « *chaos* », voire même avec de légères probabilités (?) d'être ou de n'être pas. « *Les sons vibrent et se propagent beaucoup mieux dans*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

» *les Salles plus longues que larges..., bien que j'aie* » *vu des Salles larges plus sonores que des Salles lon-* » *gues...* » Tel est le principe que l'on dit généralement reconnu ; « *bien qu'il ne soit pas infaillible, l'Architecte doit s'y raccrocher !...* »

Les sons vibrent et « *se propagent* » de la même manière dans toute espèce de Salles ; mais ils n'y sont pas « *répercutés* » de la même façon dans leur marche régulière ; ils le sont plus ou moins hâtivement, suivant les positions relatives des parois qui réfléchissent, et toujours ils *convergent* lorsque les parois répercutantes sont *concaves*, même avec des surfaces paraboliques, lorsque le centre d'émission ne se trouve pas au foyer du paraboloïde, ce qui est souvent matériellement impossible.

Quelle que soit la forme d'une Salle, du moment qu'elle constitue un *espace clos*, elle retient et concentre nécessairement les ondes sonores qui s'y répercutent d'une façon dont il faut savoir se servir et savoir tirer parti, que l'on soit le *facteur* de la Salle, celui qui l'a créée, ou l'instrumentiste, celui qui s'en sert. Il est bien entendu que je ne parle ici que des Salles sonores ; dans celles dont les parois seraient *capitonnées*, il n'y aurait aucune répercussion, conséquemment pas de sonorité quelles qu'en soient les formes.

La répercussion joue un rôle capital dans les espaces clos ; elle dépend tout d'abord du volume de la Salle et de la forme de ce volume ; de la nature des parois qui limitent et constituent la forme ; des résonnances locales qui se créent ou non, et qui s'ajoutent ou non à la masse des ondes directes et répercutées, etc.

Il n'y a aucune analogie entre la forme d'une Salle de Théâtre, quelque longue qu'elle soit, avec un *tuyau*, surtout avec un *long* tuyau ! Une Salle de Théâtre res-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

semble plutôt (pour la comparer à quelque chose) à une grande boîte qu'à un tuyau; et le tuyau de M. Ch. Garnier est réellement une boîte, ou une grande caisse, si l'on veut, puisqu'il est limité et formé par six côtés.

La longueur d'un tuyau est relative à sa dimension transversale; et quand cette dimension n'est contenue qu'une fois et une très-petite fraction dans la longueur, peut-on donner à cela le nom de tuyau, de *long* tuyau? Et il est à remarquer qu'il y a des Salles tellement hautes, relativement à leur diamètre, que si on les comparait à un tuyau, ce serait un tuyau vertical, mais jamais très-long. Comment un tuyau long peut-il d'ailleurs « *concentrer l'émission* » des sons qui émanent généralement, dans un Théâtre, de l'étendue de l'orchestre, ou du dessus de la scène qui ont, l'un et l'autre, une certaine atmosphère limitée au-dessus de la tête des exécutants? Et n'y a-t-il pas, du côté opposé à la Salle proprement dite, un espace très-considérable, constitué par la vaste capacité du Théâtre, où une grande partie des sons parvient en pure perte? Tout cela ne ressemble guère à un long tuyau, dans lequel néanmoins on a la chance de rencontrer le « *principe* » qui doit consoler de ne pas réussir, « *ce qui est possible,* » quand on s'est servi de « *l'unique donnée que l'on croit posséder* »!

Les tuyaux acoustiques transmettent les sons à de grandes distances, parce que les ondes qui s'y propagent, étant contenues par la paroi des tuyaux, ne peuvent s'y élargir, et conséquemment s'amoindrir en raison du carré des distances parcourues; elles arrivent donc très-loin sans trop perdre de leur intensité. C'est là une propriété spéciale dont on se sert tous les jours, mais pas encore dans les Théâtres au profit des Auditeurs. Les tuyaux, lorsqu'ils sont instruments musicaux, ne transmettent ni ne concentrent les sons; ils sont destinés à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les faire naître dans leur intérieur; ce sont eux qui constituent tous les instruments dits *à vent*; les sons qu'ils rendent donnent naissance aux ondes sonores qui se propagent dans l'air ambiant. On ne se loge pas dans un tuyau pour entendre les sons qu'il produit; fût-il assez grand, on y serait fort mal à l'aise.

En somme, le *principe d'Acoustique*, légèrement probable, ou probablement léger, est extrait du *chaos* de l'Acoustique par l'Architecte du Nouvel-Opéra de Paris, au moyen « *des études qu'il a faites à ce sujet dans un grand nombre de Salles existantes* »; principe « *reconnu* » quoique non « *infaillible* », mais auquel il faut se « RACCROCHER », non comme à une corde roidie horizontalement, mais comme à une corde pendante; principe dont finalement voici la formule imagée : « *Je* » *me suis accroché à la grande corde du* BALLON L'IN- » CERTAIN *qui gambadait devant moi, et, fermant les* » *yeux, je me suis laissé entraîner, en me demandant* » *si j'arriverai au bout du chemin, ou si je tomberai* » *dans une fondrière.*

» *Eh! bien, je suis arrivé!* » εὑρηκα.

L'aéronaute a réussi, grâce sans doute à un bout de corde de *suspendu* qu'il aura gardé dans sa poche; il est arrivé à la Nouvelle Salle d'Opéra, qui est aussi bonne que celle de la rue Le Peletier qui lui a servi de type, après avoir été copiée elle-même sur celle de la rue Richelieu, qui avait aussi les mêmes qualités de bonne sonorité. *Et nunc erudimini, gentes!*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE VII

LES ANTÉCÉDENTS D'UNE INCERTITUDE CERTAINE DANS LE CHAPITRE ACOUSTIQUE DE LA SALLE DU NOUVEL OPÉRA DE PARIS [1].

On se demande à quoi sert de parler de ce qu'on prétend ne pas connaître quand rien n'y oblige? Quel est le but d'un livre qui, dans un chapitre spécial, non-seulement ne peut rien apprendre d'utile au lecteur, mais qui peut lui donner des idées fausses sur des principes rigoureux, dont les applications seraient indéfiniment ajournées, si l'on prenait au sérieux tout ce qui s'y trouve exposé d'une façon parfois trop plaisante, parmi quelques faits vrais et incontestables?... Il m'a semblé nécessaire de rectifier des assertions contraires à tous les faits reconnus expérimentalement exacts, assertions que nous allons rencontrer dans quelques passages du nouveau livre de M. Ch. Garnier. Il commence ainsi qu'il suit son nouveau chapitre spécial sur l'Acoustique, lequel n'est qu'une large amplification du Chapitre négatif publié en 1871.

1. *Le nouvel Opéra de Paris*, grand in-8°, Ducher et C^ie^, 1876.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« Je vais faire comme font la plupart des gens : je » vais parler de ce que je ne connais pas. Ce n'est cepen- » dant pas de ma faute si l'Acoustique et moi n'avons pu » nous entendre. Autant que cela m'a été possible, j'ai » fait une cour assidue à cette science bizarre, parente » du chien de Jean de Nivelle ; mais, malgré mes assi- » duités, je ne suis, au bout de quinze ans, guère plus » avancé qu'au premier jour (p. 181). »

On ne fait pas un Architecte en quelques mois, ni même en quelques années ; il faut de bien longues études pour arriver au talent que possède et qu'a déployé l'Architecte du Nouvel-Opéra de Paris ; et même n'y arrive-t-on jamais quand on ne possède pas l'aptitude nécessaire, et qui ne s'acquiert pas, parce qu'elle est innée. On ne devient ni artiste, ni poëte, ni musicien ; ce sont là toutes facultés qu'on ne doit qu'à la nature et que développent l'étude et un travail persévérant. Eh ! bien, il en est de même pour ce qui est d'être *Acousticien*. Pour la posséder, il faut être né avec cette qualité qui ne se développe également que par un travail long et patient. M'est avis que si M. Ch. Garnier avait étudié l'Architecture comme il a étudié l'Acoustique, « *autant que cela lui eût été possible* » ; s'il n'avait fait à l'art architectural que « *cette cour assidue* » qu'il a faite à la « *science bizarre* », il lui eût été plus que difficile d'être le Lauréat du grand concours qui l'a fait devenir l'Architecte du Nouvel Opéra de Paris et Membre de l'Institut de France. Que de gens, érudits d'ailleurs, qui se disent Architectes, et pour qui l'art est « *rebelle* », et se comporte envers eux, — sans avoir le mérite d'en convenir — comme la science « *bizarre* » le faisait avec l'auteur du Nouvel-Opéra de Paris ; que de gens pour qui l'Art se sauve quand on l'appelle, et qui se sauvera toujours ; et qui enfin, « *malgré leurs assiduités,* » ne sont guère plus

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

avancés « *au bout de quinze ans qu'au premier jour!* »

« J'avais pourtant appris jadis, dans quelques livres » et dans quelques cours de Physique, que les sons se » propageaient de telle et telle manière, et que les » cordes vibraient de telle et telle façon. » (P. 181).

L'Architecte du Nouvel Opéra de Paris me semble avoir appris bien légèrement jadis, « *dans quelques livres et dans quelques cours de Physique* », la science dont il parle avec si peu d'estime : « *Les sons se propagent de telle et telle manière, et les cordes vibrent de telle et telle façon.* » Voilà comme il établit tout ce qu'il dit avoir acquis en Acoustique, sans se douter le moins du monde des causes nombreuses qui accidentent les lois de cette science sans les modifier, et paraissent être des anomalies aux yeux qui n'aperçoivent pas les causes accidentelles et modificatrices. Il ne se rappelle sans doute plus que le Son n'a pas trente-six manières de se propager, et qu'avant sa propagation, modifiable dans sa marche par des causes connues des uns et inconnues des autres, il est bon de ne pas perdre de vue que le son a d'abord son origine et sa cause première qui ne sont pas toujours indifférentes à constater; qu'il y a aussi l'intensité, la hauteur musicale et le timbre, toutes choses qu'il ne faut pas laisser de côté quand on fait des études d'Acoustique en vue des applications aux constructions architecturales qui les comportent. Il devrait, en outre, se rappeler qu'en suite de sa propagation normale se trouve la répercussion du Son et ses complications qu'il faut savoir suivre dans leurs évolutions pour en être maître et jamais incommodé.

Les Cordes ne vibrent pas plus de diverses façons que les sons ne se propagent de diverses manières; et elles ont aussi leurs anomalies apparentes qu'il est indispensable de connaître et de savoir expliquer pour n'être

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pas pris au dépourvu quand on a un rôle important à remplir dans les applications ou les explications des phénomènes acoustiques. A moins qu'en parlant des diverses façons dont vibrent les Cordes, on ne fasse allusion aux vibrations longitudinales, qui appartiennent aussi bien aux cordes qu'aux verges métalliques et autres?...

« J'avais vu, sur des plaques de métal touchées avec » un archet, de petits grains de sable qui s'arrangeaient » suivant des figures déterminées, et je savais que l'air » est le véhicule ordinaire des sons. » (P. 181.)

Il y a là deux ordres de faits; l'un qui concerne la vibration des corps et qui engendre le son; l'autre qui se rattache au mode de propagation le plus ordinaire : l'un est la cause, l'autre la conséquence qui a pour effet définitif le Son, que perçoit notre organe auditif.

Les figures dessinées par les grains de sable restent facilement dans la mémoire de ceux qui les ont aperçues; mais il est bon de ne pas se contenter de les avoir vues à l'état de simple curiosité amusante, quand on veut faire de l'Acoustique pratique; il est éminemment utile de savoir faire naître soi-même, à volonté, même sans archet, toutes ces figures en les annonçant et les expliquant à l'avance, avec la nature des causes qui leur donnent naissance; il est en outre bon de savoir qu'il n'y a pas que les plaques de métal qui ont la propriété de déterminer des figures à leur surface sous l'action des vibrations du métal; et que les plaques et les lames de bois, de verre, etc., en font tout autant; que les membranes tendues jouissent des mêmes propriétés; qu'on les met en évidence, non-seulement quand on les touche avec un archet ou autrement, mais encore quand on les expose à des ondulations aériennes, ou qu'on les met en contact avec d'autres corps vibrants; elles fonc-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tionnent alors comme si on les attaquait directement. En effet, ces membranes tendues et les figures qui s'y manifestent ne sont-elles pas le moyen connu de déterminer les nœuds et les ventres des ondulations sonores qui agitent l'air invisiblement, et le traversent sans locomotion des molécules aériennes; et de se rendre compte du mode de vibration de certains corps, des instruments, du violon, par exemple, des concoméra-tions des tuyaux d'orgues, etc.? Et l'influence si remarquable de la nature intime, de l'état moléculaire de la plaque vibrante sur son mode de vibration et de division, se souvient-on de l'avoir étudié et constaté dans ses causes et ses résultats? On sait qu'il n'y a pas d'effet sans cause, et que les effets ne varient qu'avec les causes et leurs modifications : de là des anomalies renversantes pour qui n'a pas su apprendre à observer et à voir, dans le but de faire des applications utiles quand l'occasion s'en présente.

L'Auteur du Nouvel Opéra de Paris savait que « *l'air est le véhicule ordinaire du son ;* » il savait sans doute aussi que de *véhicule* l'air passe très-souvent à l'état de *cause* indirecte des sons? ce qu'il est important de ne pas perdre de vue dans les constructions architecturales, pour pouvoir, suivant les cas, soit se servir, soit se préserver de l'effet de certaines masses d'air *cantonnées*, qui vibrent de leurs vibrations propres sous l'influence de causes diverses. C'est avec tout cela qu'un « *Bachelier* » en Acoustique peut se rendre compte des qualités et des défauts d'une Salle; et il est utile, comme on dit vulgairement, qu'il ait mis un peu la main à la pâte, pour faire ensuite de l'Acoustique pratique quand l'occasion se présente à lui de faire des applications utiles de cette science, ou des recherches instructives sur ce qui existe dans le domaine si étendu de l'Acoustique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« Je connaissais même la différence qu'il y a entre les » instruments à cordes et les instruments à vent; bref, » j'étais de la force de presque tous les bacheliers ès » sciences et, comme les étudiants forts en X, je m'ima- » ginais que tous les phénomènes de la nature étaient » expliqués par une formule. » (P. 181.)

Ceci n'est pas flatteur pour — « *les Bacheliers ès sciences* ». — L'Architecte du Nouvel Opéra de Paris est donc fort en X, qu'il semble avoir tant de prédilection pour la *formule?* Il distinguait la différence entre le son d'une flûte et celui d'un violon; il est regrettable qu'il n'ait pas dit ce qu'il entendait par cette *différence*, car à part le *timbre*, et à part le mode d'ébranlement sonore de l'instrument, il n'y a guère de différence de l'un à l'autre, sous le rapport acoustique et musical : la vibration se détermine, l'onde se propage et le son se perçoit, toujours de la même manière, quels que soient son timbre et son intensité; la propagation est toujours la même, par exemple pour le son d'une corde, que celle-ci soit ébranlée par un pincement, comme dans la harpe et la guitare; par un choc de marteau, comme dans le piano; par un frottement d'archet, comme dans le violon, la basse; ou d'un ruban sans fin, comme dans le piano quatuor; par le bord d'un disque tournant, comme dans la vielle, ou enfin par un courant d'air, comme dans la harpe éolienne. Je laisse de côté tous les modes d'ébranlement sonore des instruments où l'air joue le rôle principal, les orgues, la flûte, etc.

« Lors donc qu'il s'agit pour moi de mettre en pra- » tique les données pédagogiques (?) que je possédais sur » l'Acoustique, cela me parut de la plus grande sim- » plicité, et je ne doutais pas que, les formules aidant,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

» je n'arrivasse bien vite à trouver par A + B la meil-
» leure forme à donner aux Salles pour les rendre so-
» nores. » (P. 181.)

Observons d'abord que « *les données pédagogiques* » sont plutôt du domaine du maître qui enseigne que de celui qui apprend, surtout dans le cas d'un élève qui n'a acquis de la science rien moins que ce qu'il en faut pour se croire autorisé à la déclarer nulle et impuissante.

Ainsi, pour avoir lu jadis dans quelques livres de Science; pour avoir suivi quelques cours de Physique; pour avoir acquis un certain degré de connaissances, à savoir : « *que le son se propage de telle et telle* » *manière que les Cordes vibrent de telle et telle* » *façon;* » pour avoir « *vu de petits grains de sable* » *s'arranger suivant certaines figures sur des plaques* » *de métal touchées avec un archet* »; pour s'être laissé dire « *que l'air est le véhicule ordinaire des sons* », (sans avoir étudié ce phénomène à fond); pour être arrivé jusqu'à distinguer le son d'un mirliton de celui d'une cloche; pour être enfin parvenu à ce degré de science expérimentale, l'Architecte du Nouvel Opéra de Paris s'était imaginé, et ne « *doutait pas que, la for-* » *mule aidant, il n'arrivât bien vite à trouver par* » A + B *la meilleure forme à donner aux Salles pour* » *les rendre sonores.* » Mais tous les Architectes jusqu'à ce jour en savaient autant, et aucun ne s'était avisé de vouloir chercher cette fameuse « *formule* », impossible à déterminer en tant que formule, même avec un bagage scientifique beaucoup plus considérable.

« *Les formules aidant!* » Mais où donc voudrait-on prendre des formules algébriques ou simplement géométriques, dans cette partie de la science essentiellement expérimentale de l'Acoustique? où il n'y a jamais

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que des faits, de simples faits, palpables, visibles, perceptibles au toucher, à l'œil et à l'ouïe, mais avec lesquels il faut savoir raisonner quand on veut, *à priori*, s'occuper sérieusement de l'Acoustique des Salles de Théâtre et autres.

Faut-il une formule et des A + B pour construire un violon ou pour en jouer? Il n'est pas même indispensable de connaître de nom l'Acoustique pour être luthier, facteur ou instrumentiste quelconque, bien qu'il y en ait parmi eux de très-instruits et de pas mal expérimentés en Acoustique; et l'on voudrait trouver par A + B la meilleure forme à donner aux Salles pour les rendre architectoniquement sonores; on parle science acoustique, et l'on ne désire qu'un *patron formulé* qui rende la Salle sonore, en vertu de sa forme, sans qu'il soit nécessaire de se rendre compte d'aucun des phénomènes qui devront s'y passer : cela serait peut-être praticable s'il s'agissait d'un type de Salle toujours identique à lui-même; une fois trouvée bonne par *tâtonnement*, comme on a trouvé bons divers instruments, on ferait des patrons de Salles, comme on fait des patrons de violons, sans qu'on se soit rendu compte pendant des siècles de la cause de leurs qualités. C'est, au surplus, ce qu'on a fait jusqu'à ce jour, même pour la Salle du Nouvel Opéra, qui se trouve être, pour le moins, la deuxième répétition de celle qui occupait jadis la place Louvois actuelle. C'était un patron recommandé par tout le monde, mais resté inexpliqué jusqu'à ce jour, pour cette unique raison que personne n'a cherché avec compétence (si ce n'est cependant A. Sax, mais inutilement jusqu'à ce jour) la solution du problème dont l'inconnue restera longtemps encore à dégager. Le patron ne sera plus introuvable lorsque l'Acoustique appliquée sera parvenue au degré d'études sérieuses et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'avancement qu'on ne fait rien pour atteindre, dans le temps où nous vivons. L'avenir sera-t-il meilleur sous ce rapport? Et quand on aura des patrons de Salles, encore faudra-t-il ne pas prendre le patron de la Salle *pochette*, ni celui de la Salle *alto*, pour celui de la Salle *violon*, etc.; mais nous n'en sommes pas encore à connaître le *Ton* d'une Salle et à savoir nous en servir. J'entends par ton le degré de l'échelle musicale dans lequel il faut y produire les sons pour pouvoir se servir d'une Salle quelconque avec les avantages qu'elle comporte.

« Cependant j'eus beau chercher dans mes cahiers, » j'eus beau feuilleter dans tous les livres, j'eus beau » m'entretenir avec les Savants, je ne trouvais nulle » part la règle positive qui devait me guider; tout au » contraire, je ne rencontrais que des données contra- » dictoires. Je sais bien que l'exception confirme la » règle; mais dans ce cas il y avait tant d'exceptions » que la règle n'existait plus et qu'on la cherchait en » vain au milieu des *si*, des *mais* et des *car*. Je voyais » bien que les livres absolument scientifiques laissaient » la question pratique à peu près de côté; je voyais bien » que les ouvrages dits spéciaux étaient, comme les » politiques, divisés en groupes opposés; je voyais bien » enfin que les Allemands voulaient ceci, que les Ita- » liens voulaient cela, que les Français demandaient » autre chose, et qu'en somme tout le monde avait sa » théorie particulière avec preuves censées à l'appui, » sauf peut-être sur le seul point dont j'ai parlé déjà, » des Salles longues et étranglées, et encore que de di- » vergences d'opinion! » (P. 182.)

Notes en cahiers, livres feuilletés, colloques de savants, — dans tout cela, rien, pas une seule *règle posi-*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tive! Une règle en guise de formule, ce serait la chose réduite à sa plus simple expression! A quoi servent donc : notes manuscrites, feuillets de livres et savants requis pour des entretiens, à l'Architecte qui attend d'eux tous la solution du problème dont il est implicitement chargé? Notes, livres, savants, rien n'était d'accord : toutes ces lumières de l'esprit s'éteignaient les unes les autres à leur simple rapprochement! Singulier phénomène, plus difficile à expliquer que ceux de l'Acoustique et de l'Optique; que celui, par exemple, qui consiste à faire de l'obscurité en ajoutant de la lumière à la lumière : cela se voit cependant en physique, comme on voit deux sons identiques se détruire au lieu de s'ajouter l'un à l'autre en augmentant d'intensité. Ces deux derniers phénomènes s'expliquent, mais l'explication des si, des mais et des car est plus difficile à trouver. Des *si* dans les cahiers, des *mais* dans les livres et des *car* dans les causeries! pas de règles ni de formules; partout des exceptions; l'exception confirme la règle, mais celle-ci ne se déduit pas de celle-là. Néanmoins voici une découverte finale et consolante : Le livre de science pure ne fait pas de science appliquée; et les ouvrages spéciaux sont divisés comme on l'est en politique! Les nations allemande, italienne, française, n'ont pas les mêmes idées, bien qu'on « S'ACCORDE » — « AVEC DES DIVERGENCES D'OPINION » — sur les « *Salles longues et étranglées!* »

« J'ai étudié tout cela avec conscience pendant de » longs mois; j'ai lu les ouvrages dans les langues que » je savais; je me suis fait traduire ceux publiés dans » les langues que je ne connais pas; j'ai causé avec ce- » lui-ci, discuté avec celui-là, et je suis arrivé, après » toutes ces études, à découvrir ceci : c'est qu'une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

» Salle, pour être sonore et avoir un timbre agréable, » devait être longue ou large, haute ou basse; être » en bois ou en pierre, ronde ou carrée; avoir des pa- » rois rigides ou capitonnées, passer sur un cours » d'eau ou être bâtie en plein sol; avoir des saillies ou » être complétement nue, être chaude ou glaciale, vide » ou remplie de monde, sombre ou éclairée. J'ai ap- » pris que quelques-uns voulaient que l'on y plantât » des arbres; que d'autres voulaient qu'on la fît tout » en cristal; que d'autres encore prétendaient que la » neige était le meilleur conducteur des sons et qu'il » fallait garnir les parois de neige factice (?); et que » d'autres enfin, revenant au principe de Vitruve, de- » mandaient que l'on plaçât quelques casseroles au- » dessous des banquettes! » (P. 182.)

Pour étudier « *avec conscience* » ces mélanges scientifiques « *pendant de longs mois* », il faut plus que de la patience; il faut un dévouement au bien public à toute épreuve!.. Lire soi-même dans les langues que l'on sait; écouter la traduction de celles qu'on ne sait pas; causerie simple avec l'un, mais discussion plus avancée avec l'autre; et après cet immense et « *consciencieux* » travail de « *longs mois* », aboutir enfin à cette précieuse découverte que voici : Pour qu'une Salle soit bonne, sonore et agréable, il faut qu'elle soit une *olla podrida* de toutes les étrangetés imaginables; et avec quelques « CASSEROLES » au-dessous des banquettes! — Et cependant la Salle du Nouvel Opéra de Paris, taillée sur un patron connu, est passablement bonne, bien qu'on n'ait pas suivi la recette sortie des longues études détaillées ci-dessus.

Examinons néanmoins ce passage burlesque, tâchons de débrouiller ce chaos de choses comiquement sé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rieuses, ainsi amalgamées pour les rendre plaisantes. Une Salle *longue* ou *large* peut très-bien être sonore et d'un timbre agréable; on en a des exemples qui s'accordent avec les conditions théoriques. Sa longueur et sa largeur, heureusement combinées avec sa hauteur, peuvent donner de bons résultats. *Haute* ou *basse* : cela peut rentrer dans la catégorie de bonnes salles, si la hauteur quelconque est en rapport avec les autres dimensions. *Bois* ou *pierre* peuvent donner de bons résultats dans des circonstances données qu'il ne faut pas confondre. *Ronde* ou *carrée?*... Il s'agit ici de ne pas faire de confusion : le rond peut être détestable et le carré beaucoup meilleur; il suffit de se rappeler à ce sujet comment se comportent les ondes sonores réfléchies par les parois concaves (fig. 1 et 2, pages 65 et 67), pour savoir à quoi s'en tenir. Les parois *rigides* sont indispensables suivant leurs positions relatives, si l'on veut de la sonorité; les parois *capitonnées*, si l'on veut éviter les répercussions intempestives. Le *cours d'eau* et le *plein sol* sont ici des billevesées qui ne manquent pas d'originalité; les *saillies* et la *nudité* ne sont pas négligeables selon les différents cas où elles peuvent être utiles, indifférentes ou nuisibles. La *température* d'une Salle importe peu au côté sérieux de la sonorité, bien qu'il ne soit pas indifférent aux Auditeurs d'avoir trop chaud ou trop froid. *Vide* ou *remplie de monde* sont deux cas moins plaisants, ou plus sérieux. Laissons de côté l'effet *moral* d'une Salle bien ou mal garnie de monde; les Salles sont parfois plus sonores à vide que remplies de monde; mais la différence n'est réellement appréciable que dans les Salles de cours ou de Débats parlementaires, consacrées à la parole simple et non accompagnée, telle que celle des Orateurs, Professeurs, etc. *Sombre* ou *éclairée* est en-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

core une plaisanterie ajoutée aux autres; car ne sait-on pas que les exigences des effets scéniques font passer les Salles de l'état sombre à l'état éclairé et réciproquement, sans que le genre de sonorité qui appartient à une Salle soit en rien influencé ou compromis? Les *arbres plantés* renchérissent sur les frivolités, bien que l'on sache qu'en plein air les arbres feuillus réfléchissent le son et créent parfois des échos. Le *cristal* s'ajoute à la liste des conditions plaisantes. Quant à la *neige* et à la *neige factice*, c'est autre chose : bizarre dans une Salle de spectacle, où elle ne tombe guère, et où elle ne pourrait « *garnir les parois* » dans aucun cas, la neige dans les rues enlève tout bruit résultant des ondes répercutées par le sol; elle fait que la voix est plus claire, plus nette alors en *plein air*. La *neige factice?* cela peut être, par exemple, de la paille étendue dans la rue pour remplir le même rôle qu'une couche de neige réelle, et l'on s'en sert parfois, mais généralement pas dans les Salles de spectacle. — Je me souviens cependant d'en avoir fait usage dans une Salle de cours public, pour remplacer l'Auditoire absent, et me rendre compte de l'influence exercée sur sa sonorité; la présence de la paille placée sur les banquettes donnait le même résultat acoustique que l'Auditoire en place; elle rendait la Salle moins sonore; si j'avais pu employer la neige dans cette expérience, j'en eusse sans doute obtenu le même résultat.

Pourquoi en vouloir tant aux « CASSEROLES » de Vitruve quand on ignore en quoi elles consistaient. L'Architecte romain n'en parlait que par ouï-dire; il ne les avait ni vues ni entendues; mais de nos jours, maintenant que nous connaissons les phénomènes de l'Acoustique et leurs explications, ne savons-nous pas que les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vases renforçants, au moyen de l'air contenu dans leur capacité, entrent en vibration sonore sous l'influence d'autres vibrations? Ce n'est pas ici le lieu d'en faire la théorie ou d'en indiquer la pratique dans toutes ses variétés; mais, pour en donner une idée, voyez ce qui se passe dans la caisse d'un instrument à corde; tendez celle-ci par deux crochets sur une muraille en pierre, et faites-la vibrer; vous n'entendez aucun son sortir de la corde vibrante, à moins de vous en tenir assez près; mais approchez d'elle une caisse, ou plutôt de l'*air encaissé*, et aussitôt cet air vibre et rend un son soit à l'unisson de la corde, soit l'un de ses harmoniques ou concomitants, d'une intensité qu'on peut faire varier, de même que sa hauteur ou sa gravité. Rappelons-nous en outre la caisse du monocorde des cabinets de Physique, dont la fonction est de renforcer les sons de la corde, qu'on n'entendrait pas sans la caisse qui lui prête un concours si utile.

« Tout cela me donnait assez à penser, et je voyais » que vraiment j'aurais bien de la peine à en sortir. Je » pris alors bravement mon parti, et je me dis que, » puisque les livres me laissaient dans l'incertitude, ce » que j'avais de mieux à faire était de chercher moi-» même ces lois introuvables, et, ne pouvant découvrir » le moyen infaillible de passer de la théorie à la pra-» tique, il fallait que je passasse de la pratique à la » théorie. » (P. 162.)

Puisque la montagne ne voulait pas venir à moi, je me décidai à marcher vers la montagne! Pourvu maintenant qu'il n'en sorte pas ce que souvent il en sort quand la montagne accouche : nous allons en faire l'expérience.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Mais que parle-t-on de *lois introuvables* quand il est constant qu'on a connaissance du mode de vibration des corps (au moins des cordes, nous l'avons vu ci-dessus), et qu'on sait comment se propagent, dans leur véhicule ordinaire, les ondes produites par les vibrations des corps? C'est là le fond même de l'Acoustique, au moyen duquel rien n'est introuvable, si l'on veut chercher dans la bonne voie et sans faire l'école buissonnière.

Quand on ne trouve pas ce qu'on cherche avec l'aide de la théorie, il est tout naturel de s'adresser à la pratique, qui vaut souvent mieux, et d'y découvrir des faits qui, se répétant et s'expliquant les uns par les autres, finissent par constituer des lois, ce qui vaut incontestablement mieux que de la théorie pure sans expérimentation. Voyons ce qu'a trouvé l'Architecte du Nouvel Opéra de Paris, en s'engageant dans ce chemin nouveau qui sera long et difficile à parcourir, mais qui promet une abondante moisson de résultats éminemment utiles. Nous allons donc le voir prendre le taureau par les cornes et le terrasser!..

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE VIII

L'INCERTITUDE CERTAINE RÉSULTANT DES VOYAGES D'EXPLORATIONS SCIENTIFIQUES.

« Me voilà donc suivant cette idée, parcourant toute » l'Europe en compagnie de Louvet, mon inspecteur et » mon ami, entrant dans toutes les Salles de spectacle, » écoutant si elles étaient sourdes ou sonores. Nous » allions en haut, nous allions en bas, nous allions au » milieu, demandant souvent l'opinion de quelques ar- » tistes ou de quelques directeurs; puis nous relevions » le plan de la Salle lorsque nous ne le possédions pas, » nous notions le genre de construction, l'âge du bâti- » ment et enfin les petits détails qui pouvaient avoir » une importance quelconque. Tout cela fait, mis en » notes, les échos reconnus, les sonorités entendues, les » Salles mesurées, nous passions à d'autres, faisant le » même travail; de sorte que, tant et si bien, nous » sommes arrivés à ausculter ainsi un certain nombre » de Salles et des plus connues, en Italie, en Allemagne, » en France, en Espagne, en Angleterre, en Écosse, en » Belgique, en Scandinavie, etc., etc.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

» Nous avions donc là une statistique exacte, et il était » permis d'espérer que quelques lois se dégageraient » de cette foule d'observations; mais point. Tout cela » mis en ordre, étudié, comparé, arriva à nous donner » comme résultat une incertitude certaine. Cette Salle » de telle forme était sonore; cette autre de forme iden- » tique était sourde; ici, c'était le bois qui paraissait » être le meilleur; là, c'était la maçonnerie. Deux Salles » absolument semblables et construites de même façon » étaient absolument différentes comme résonnance. » Écho par-ci, silence par-là, timbre vibrant d'un côté, » timbre étouffé de l'autre! et tout cela sans ordre, » sans principe, sans continuité! Le hasard paraissait » avoir seul participé à ces cabrioles acoustiques, et je » me trouvais aussi dépourvu de guide qu'un homme » qui met un quine à la loterie. Et encore, en cherchant » un quine, on se souvient qu'on a rêvé chat ou rêvé » chien, et on espère un peu dans quelques fétiches; » tandis que moi j'avais beau rêver, je ne voyais que le » cauchemar de toutes ces Salles qui vibraient à mes » oreilles en formant un affreux charivari. » (P. 183.) Ailleurs c'était « UN INTERMINABLE GACHIS, UN LABYRINTHE INEXTRICABLE, ET UN TOHU-BOHU. » (P. 213.)

On voit que les études d'Acoustique pratique de nos voyageurs en explorations scientifiques consistaient en ceci : entrer dans une Salle pour « *entendre* » si elle était ou n'était pas sonore; ainsi on faisait de l'Acoustique pratique du moment qu'on entrait quelque part pour entendre; on ne peut pas nier que ce soit un moyen; et, ne s'en rapportant pas uniquement à leur propre sensation auditive, ils demandaient à quelques artistes ou directeurs s'ils entendaient comme eux. On constatait alors que les *Acoustiques* des voyageurs et des artistes ou directeurs étaient d'accord entre elles,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ce qui devait être d'un grand poids pour la démonstration des véritables Lois de l'Acoustique, à la découverte desquelles ces voyages étaient entrepris. Entrer, aller en haut, en bas, au milieu, pour entendre, telles sont les principales expériences d'Acoustique de nos explorateurs. Les autres exploits expérimentaux consistaient à se procurer les plans et des notes sur l'âge des constructions, la nature des matériaux, et autres petits détails « *d'importance quelconque* » plus ou moins utiles au but des explorations.

Comment la Loi à la poursuite de laquelle on s'était mis en campagne aurait-elle pu se dégager d'observations de ce genre qui n'ont rien de commun avec de véritables expériences d'Acoustique d'où seules peuvent sortir des Lois physiques; et comment est-il possible qu'on ait pu se complaire à un tel étalage de négations outrées? Et cette question me revient continuellement à l'esprit : dans quel but exposer tout cela dans un livre sérieux?

L'Architecte du Nouvel Opéra de Paris s'est donné à remplir la mission la plus importante et la plus éminemment utile qu'il soit possible de concevoir, dans le but d'obtenir une solution pratique et rationnelle de la question spéciale qui intéresse le plus vivement l'Architecture théâtrale : cette question, c'était l'étude attentive des fonctions vitales, pour ainsi dire, de ce genre de construction; elle était à faire sur des sujets bénévolement soumis à son zèle louable pour l'intérêt public. Le voyant parti pour cette mission d'une si haute utilité, on pouvait se dire : nous allons enfin posséder, grâce à ce dévouement scientifique et à cette analyse matérielle de toutes les Salles, un véritable cours d'Acoustique théâtrale; nous allons pouvoir passer des posi-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tions incertaines à un état de choses mieux élucidé.

M. Ch. Garnier, grâce à la haute position qu'il occupe à si juste titre, a eu la chance inouïe de se faire ouvrir toutes les Salles de spectacle, non-seulement de la France, mais de l'Europe entière ; il y a pu faire des voyages de long cours, consacrer un temps considérable à toutes ces pérégrinations et une prodigieuse quantité d'observations matérielles et expérimentales ; il a entre les mains les plans et coupes de tous les Théâtres existants, et particulièrement de tous ceux visités et explorés par lui ; il a pu se transporter librement à toutes les places d'une même Salle, les quitter, y revenir ; avant pendant et après les représentations théâtrales, afin de vérifier, contrôler et comparer les résultats de ses observations multiples ; il a pu apprécier, sur place, les volumes d'ensemble et de détails, préalablement connus de lui par les plans, c'est-à-dire les volumes et les éléments partiels de ces volumes ; il a noté et apprécié les matériaux de construction, leur mode d'emploi ; la forme, la distance et la nature des parois ; il a même pris « *l'âge des bâtiments* », pour s'assurer de l'effet qui est, dit-il, produit par le temps sur les qualités des Salles [1] ; il a pu se rendre compte dans chaque vaisseau de l'étendue réelle des ondes sonores directes, et principalement des réflexions multiples ou localisées ; il a pu voir où il y avait écho ; et par cette multiplicité d'observations, il a reconnu les causes naturelles de ces échos et leur importance relative ; il lui a été facile de voir qu'ils étaient tous les effets variés des mêmes causes.

Il a pu apprécier les différents genres de voix, leur

1. « Je sais bien que les Salles se *font* à la longue comme le » vin en bouteilles (p. 212). » Cette observation eût été plus juste s'il avait pris le violon pour terme de comparaison, sans être toutefois d'une exactitude suffisante.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

portée et leur intensité comparatives dans une Salle et dans une autre; il s'est rendu compte des effets des instruments, de leur nombre, de leur espèce, de leurs qualités et des influences que ces instruments, plus ou moins nombreux, exerçaient les uns sur les autres dans les *orchestres* où ils sont confinés, et la place que chacun y occupe avec plus ou moins d'aisance. Pour faciliter ces dernières expériences, il s'était sans doute préalablement rendu compte du diapason, c'est-à-dire de la gravité et de l'acuïté nécessaires à chaque Salle, et il a pu faire entrer cette observation comme élément d'appréciation dans ses études variées d'Acoustique expérimentale.

Il a fait avec le plus grand soin, avec la plus scrupuleuse exactitude, ce travail utile et intéressant dans chaque Salle, bien souvent fort éloignée l'une de l'autre : il a dressé un état général et comparatif de toutes ces notes, de toutes ces expériences d'Acoustique pour en dégager les Lois qu'il cherchait, car on ne peut pas supposer qu'il se soit livré à ce grand travail d'*auscultation*, comme il l'appelle lui-même avec une certaine importance d'expression, sans vouloir et savoir apprécier à leur juste valeur les causes directes, bien que souvent cachées, des effets qu'il constatait méthodiquement. L'art de l'auscultation médicale, qu'il a cru devoir prendre pour terme de comparaison, n'a pas d'autre but que celui de constater et d'expliquer les causes directes et invisibles de ce qui est entendu à l'intérieur du corps humain, comme il avait l'intention de l'entendre et de l'expliquer dans cet être complexe, la Salle de Théâtre, qui aurait eu, pour lui, une sorte d'organes tantôt sains, tantôt malades, et fonctionnant à l'instar des nôtres, avec cette différence que l'on se promène facilement

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans l'intérieur des Salles, et qu'on n'en peut faire autant dans nos organes, où l'oreille est parvenue, par une sagacité admirable, à *voir* ce qui s'y passe quand elle est devenue suffisamment experte. — Ici l'auscultation se borne sans doute à vouloir dire : essayer ce qui est sonore ou ce qui ne l'est pas, comme on cogne sur la surface d'un mur pour savoir s'il est en bois ou en pierre, ou sur un tonneau pour voir s'il est vide ou plein.

Un travail d'ensemble, si méthodique et si complet, dont on peut à peine se faire une idée quand on n'a pas eu le bonheur et la chance de le concevoir et de l'exécuter, a dû le conduire immanquablement à un résultat de la plus haute importance pour l'Art architectural du Théâtre ; il n'était pas seul, il était donc dans une condition essentielle pour mener à bien des expériences aussi sérieuses que multiples et délicates, et dans lesquelles il est plus facile de réussir quand on est aidé dans leur exécution par un ami dévoué.

Quel est le résultat définitif de ce qu'il appelle « LA STATISTIQUE EXACTE DE CETTE FOULE D'OBSERVATIONS » devenues *foule* sans doute parce qu'elles ont été innombrables, mais qu'il a néanmoins « MISES EN ORDRE, ÉTUDIÉES, COMPARÉES » ?... L'inconnue qui s'est dégagée de ce gigantesque travail est d'une étrangeté prodigieuse, incroyable, incompréhensible ; la voici :

L'Architecte du Nouvel-Opéra de Paris, malgré la sagacité de ses persévérantes recherches, si expertement coordonnées, n'a récolté qu'une « INCERTITUDE CERTAINE » ! Ce n'est pas même quelques doutes sur un petit nombre d'expériences incomplètes qui, dans une localité ou une autre, eussent laissé à désirer plus de précision et d'exactitude ; non, il n'a jamais conçu aucun

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

doute quelconque sur quoi que ce soit : il a recueilli partout la « **certitude certaine** » de n'avoir rien vu, rien trouvé que des effets toujours sans cause ! ! !

Et comment s'est établie cette *statistique exacte?*.. Au lieu d'un résultat d'observations expérimentales, explicatives des faits, on s'est borné à donner une très-courte liste de particularités sans importance. On a souvent demandé en passant « *l'opinion de quelques artistes et de quelques directeurs* » ! Comme si les artistes et les directeurs entendaient, en général, quoi que ce soit à la construction d'une Salle de spectacle et aux causes qui la rendent bonne ou mauvaise ; ils n'entendent rien, même à la construction de leur gosier ou de leur instrument ! On leur demande sérieusement leur opinion ! Un artiste ou un directeur peut très-bien avoir une opinion sur la Sonorité d'une Salle, mais ce n'est pas là ce qui était à chercher, c'était la cause de la sonorité ou de l'absence de celle-ci qui était le but rationnel de ces recherches et de ces grands voyages d'exploration à travers toute l'Europe.

De cette « **foule d'observations**, *mises en ordre, étudiées et comparées* », a-t-on dit, pas une seule n'a été communiquée au Public qui veut s'instruire, et que M. Ch. Garnier sait cependant avide de lire tout ce qui vient de sa plume ; il n'a donc pas voulu que personne en profitât ; on pouvait espérer cependant qu'il se dégagerait de tous les éléments de ce travail quelques indications utiles, quelque rares qu'elles fussent.

Comment ! on a palpé, on a « *ausculté* » toutes les Salles, mais pourquoi ? N'est-ce pas pour dégager la Loi acoustique, généralement connue, ou pour la forcer à se découvrir là où elle semble se cacher aux yeux des profanes, tout en produisant ses effets naturels ? Le mé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

decin n'ausculte que parce qu'il connaît les phénomènes de la circulation du sang, l'anatomie du cœur et des poumons, ainsi que les lois qui président à leurs fonctions. Si l'on a ausculté tant de Salles diverses, c'est qu'on a voulu apprécier ce qu'il y avait de normal ou d'anormal dans leurs fonctions acoustiques!

Mettez un praticien en présence de quelques violons, les uns bons, les autres mauvais; s'il est Musicien, son oreille suffira pour lui faire désigner les bons, les mauvais et les médiocres; s'il est Acousticien il *auscultera* si l'on veut les instruments, comme M. Ch. Garnier dit avoir ausculté les Salles de spectacle; mais il vous dira pour quelles raisons ceux-ci sont bons et ceux-là mauvais; il ne vous répondra pas qu'il n'a qu'une « INCERTITUDE CERTAINE » sur les raisons de leurs qualités. La Loi physique qui préside à la qualité de l'instrument préexiste; on y trouve son application naturelle; mais cette loi ne se dégage pas de l'instrument, n'y prend pas naissance, pas plus que les Lois acoustiques, qui sont les mêmes dans tous les temps et dans tous les lieux, ne se dégagent des Salles de théâtre, bien qu'elles en régissent les qualités, bonnes ou mauvaises, d'une manière absolue; les Lois s'y trouvent, mais n'y viennent pas au monde; il ne s'agit pas d'y constater leur existence, mais bien les conséquences bonnes ou mauvaises de leur action dans des circonstances données.

« *Cette Salle de telle façon était sonore.* » Eh bien! les notes prises, les observations faites, les palpations et les auscultations pratiquées, ont mis l'expérimentateur et son aide dans la voie des raisons qui la rendent sonore; « *cette autre, de forme identique, était sourde.* » Eh bien! les mêmes notes, observations, palpations et auscultations ont dû expliquer l'absence de sonorité. « *Ici c'était le bois qui paraissait devoir être meilleur;*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

» *là c'était la maçonnerie.* » Mais les expériences, observations, etc., ont dû dire positivement : c'est cela, ou ce n'est pas cela. Il n'est pas possible de faire des expériences nombreuses, avec méthode et notes à l'appui, mises en ordre, classées, étudiées et comparées, comme assure l'avoir fait l'Architecte du Nouvel-Opéra de Paris avec le concours de son inspecteur, d'avoir fait tout cela sans but d'abord, et sans résultat ensuite. Le but existait évidemment; les opérations, nous ne les avons pas vues, mais le résultat a quelque chose de phénoménal et de prodigieusement étonnant!

« *Deux salles absolument semblables et construites* » *de même façon étaient absolument différentes comme* » *résonnance.* » C'est toujours l'histoire de deux violons identiques d'aspect, dont l'un est mauvais, l'autre bon; on sait pourquoi. « *Écho par-ci, silence par-là.* » Il n'y a pas d'effet sans cause; cherchez et trouvez les causes de l'effet; ne vous êtes-vous pas mis en campagne pour atteindre ce but, pour palper et ausculter? Puisque l'effet existe, vous devez être persuadé que la cause ne manque pas; c'est au chercheur en mission à mettre la main sur la cause, au moyen de l'auscultation qui le guide. « *Timbre vibrant d'un côté, timbre étouffé de* » *l'autre.* » Le timbre constitue la qualité du son et non pas le son proprement dit; quand le timbre est étouffé ou vibrant, c'est le son qui éprouve ces effets ; le timbre n'influe en rien sur la hauteur musicale du son, ni sur son intensité; le timbre est comme qui dirait la *coloration* du son ; si le timbre, pris évidemment ici pour le son, vibre d'un côté et qu'il s'étouffe de l'autre, c'est là un phénomène rare et curieux qui ne dépend que du milieu ambiant; mais jusqu'à ce jour le son n'était étouffé que lorsque le corps vibrant était placé dans le vide. On a peut-être voulu dire que les ondes sonores

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans un cas se réfléchissaient, et dans l'autre cas ne se réfléchissaient pas; sonorité d'un côté ou absence de sonorité de l'autre; et alors la cause de l'effet était bien facile à palper dans l'un comme dans l'autre cas; mais on s'était retranché, avec une énergie toujours croissante, dans un blockhaus inexpugnable, et où la résolution était fortement arrêtée, on ne sait dans quel but, de ne vouloir rien voir, ni rien entendre, que des « CABRIOLES ACOUSTIQUES » !

« *Le hasard paraissait avoir seul participé à ces ca-* » *brioles acoustiques.* » De ce que nous ne savons pas expliquer les effets dont les causes nous sont inconnues, s'ensuit-il que le hasard seul soit la cause des effets? Dans ce cas le hasard est une Loi qui nous est inconnue, mais elle n'en existe pas moins.

En définitive, il est bien regrettable de voir que tant de voyages d'exploration, tant de Salles visitées, palpées et auscultées ; tant d'expériences faites, tant de notes prises, mises en ordre, étudiées et comparées, s'en soient allées si tristement en eau de boudin; c'est une perte sèche pour l'Art des constructions théâtrales; il est fâcheux de voir que cabrioles peut rimer ici avec fariboles, mais si la rime s'y trouve, la raison n'y est guère !... on était en droit d'attendre de l'Architecte du Nouvel-Opéra de Paris tout autre chose que l'impression d'un « AFFREUX » CHARIVARI ! »

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE IX

INCAPACITÉ FLAGRANTE ET SIGNALÉE CHEZ TOUS LES ACOUSTICIENS, PROFESSEURS ET AUTRES.

« Voilà où j'en étais et voilà, hélas ! où j'en suis encore ! » Je ne demandais pas mieux que d'apprendre quelque » chose ; mais j'ai eu tant de Professeurs différents que » je n'ai jamais pu parvenir à les mettre d'accord ; et j'ai » lu tant de grammaires diverses que je ne sais même pas » encore le genre des noms. Cela ne prouve pas, il est » vrai, que toutes ces grammaires ne soient pas excel- » lentes, et que tous ces Professeurs ne soient pas très- » savants ; mais çà prouve au moins que lorsqu'on veut » enseigner une langue à quelqu'un, il ne faut pas lui » parler en même temps turc, chinois, arabe, indien, » grec et polonais. »

Bien que M. Ch. Garnier parle ici grammaire et genre des noms, ce n'est pas d'une langue quelconque qu'il s'agit, mais uniquement d'Acoustique. Nous avons vu ci-dessus qu'il sait lire « *dans les langues qu'il connaît* » ; et comprendre celles « *qu'il ne connaît pas, en se les faisant traduire* » ; et quand il prétend qu'il n'a jamais pu mettre d'accord les Professeurs qui

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'ont enseigné, ni les Grammaires diverses (lisez Traités de Physique) qu'il a lus, ou qu'il s'est fait traduire, est-ce bien aux Professeurs et aux Traités qu'il faut s'en prendre de ce prétendu défaut d'accord?...

Je connais bien des gens qui ont rencontré dans la Musique qu'ils « *ne demandaient pas mieux que d'ap-* « *prendre* », des difficultés plus fortes que leur bonne volonté ; ils ne pouvaient pas faire deux sons consécutifs appartenant au même ton ; quelquefois même ils ne pouvaient pas tenir un seul son, pendant quelques secondes, identique à lui-même ; quant à la *mesure*, ils n'avaient aucune conscience de la durée du temps ; ils étaient ainsi toujours hors du ton et hors de la mesure, sans pouvoir suivre ni l'un ni l'autre. S'agissait-il d'apprendre la lecture musicale, ils ne pouvaient pas s'habituer aux changements de nom et de valeur des notes indiquées par les clefs sur les portées. Ces gens-là seraient-ils bien venus à dire qu'ils n'ont jamais pu mettre leurs Professeurs d'accord, ainsi que leurs Traités? que les Méthodes sont si mauvaises qu'ils ne sont pas même parvenus à savoir nommer les notes soit à l'audition, soit sur la portée?...

Il n'y a pas de comparaison possible à faire entre une science exacte, positive, expérimentale, telle que l'Acoustique, et les différents idiomes dont le genre humain se sert, généralement à l'exclusion les uns des autres. Toutes les langues diffèrent plus ou moins entre elles ; il faut les apprendre chacune en particulier, et l'on y parvient facilement quand on a la mémoire des mots. Il n'en est pas de même de la science : les faits de la physique ne changent pas d'un lieu à un autre ; ils sont partout les mêmes sur toute la surface du globe. Tous les savants, demi-savants, ou pseudo-savants (dénominations qui établissent une certaine hiérarchie entre eux),

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de quelque pays qu'ils soient, et quelle que soit la langue qu'ils parlent, s'entendent parfaitement sur les faits scientifiques incontestablement acquis. L'Acoustique des Turcs, des Chinois, des Indiens, des Grecs, et des Polonais, à quelque degré scientifique qu'on l'envisage, ne saurait être autre chose que celle des Anglais, des Allemands et des Français; et dans quelque langue qu'il vous ait été loisible d'apprendre la Musique et l'Acoustique, on doit reconnaître que ces deux sciences sont partout et toujours les mêmes : partout les sons naissent, se propagent, se répercutent et sont perçus de la même manière; partout les rapports numériques simples et absolus qui constituent les séries musicales sont les mêmes, ainsi que les organes qui les apprécient; il en a toujours été et il en sera toujours ainsi.

La langue d'un même pays change et se modifie avec le temps, ainsi que le goût dans les Arts; mais les phénomènes acoustiques et musicaux ne changent pas, bien qu'il puisse y avoir changement dans les mots exprimant les idées qui se rapportent à ces phénomènes immuables. Pour apprendre une langue et s'en servir, c'est de la mémoire, principalement, qu'il faut avant tout, nous venons de le dire; et une vaste intelligence n'est pas indispensable. Mais pour les sciences expérimentales, il faut surtout l'aptitude naturelle, que toutes les intelligences ne possèdent pas à un degré convenable, ce qui est fort différent.

L'Architecte du Nouvel-Opéra de Paris concède d'une manière plus générale qu'absolue l'excellence des traités, et la haute science des Professeurs qu'il dit avoir eus, mais il leur reproche malgré cela de ne savoir pas très-bien exposer ce qu'ils enseignent, et de le faire avec le langage usité lors de la construction de la Tour de Babel, inconvénient majeur qui seul l'a empêché de rien com-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

prendre à cette science « *bizarre* » de l'Acoustique, déclarée par lui proche parente du chien de Jean de Nivelle.

M. Ch. Garnier termine son chapitre spécial sur l'Acoustique de la Salle du Nouvel-Opéra de Paris par le petit discours suivant, inspiré de Molière :

« Voici donc toutes les raisons qui m'ont réellement » conduit dans la construction de ma Salle. Écoutez-les » et vous en saurez ensuite autant que moi. » (On aura beau avoir écouté et avoir entendu, on n'en sera pas pour cela, ni plus ignorant, ni plus instruit : et alors à quoi bon ?)

« ... Or, ces vibrations dont je vous parle venant à » passer du côté gauche, où sont les numéros pairs, au » côté droit, où sont les numéros impairs, il se trouve » que le parterre, que nous appelons en latin *armyann*, » ayant communication avec le paradis, que nous » nommons en grec *nasmus*, par le moyen du trou du » lustre, que nous appelons en hébreu *cubile*, rencontre en son chemin lesdites vibrations qui remplissent » les cavités des premières loges ; et parce que lesdites » vibrations... comprenez bien le raisonnement, je vous » prie ; parce que lesdites vibrations ont une certaine » malignité qui est causée par la variété des ornements, » engendrés dans la concavité de la voussure, il arrive » que ces vapeurs, *acoustica acousticum patarinum* » *quipsa milus*... et voilà justement ce qui fait que la » Salle est sonore ! »

Pour en savoir autant que celui qui se met ainsi dans la robe de Sganarelle, affublé d'un chapeau des plus pointus, — car les paroles ne vont pas sans le costume, — il faut supposer que ses lecteurs sont tous de la force

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de Géronte, de Valère, de Jacqueline et de Lucas qui disait : « Palsanguenne ! vl'à un Acousticien qui me plait; » je pense qu'il réussira, car il est bouffon. » (Acte I, scène VI.) Et où est l'utilité de la supposition d'un pareil auditoire?... Mais s'il n'en est pas ainsi, si ses lecteurs sont gens sérieux qui veulent s'instruire, et ils le sont tous, car on apprend à tout âge, pourquoi M. Ch. Garnier s'est-il donné la peine de terminer tout ce qu'il a écrit sur l'Acoustique par l'étrange discours que nous venons d'entendre et qui achève drôlatiquement une œuvre qui aurait pu être autrement utile?...

L'Architecte du Nouvel-Opéra de Paris se pose comme ayant été Acousticien malgré lui, comme Sganarelle était médecin, sauf les coups de bâton, car je ne sache pas que cette particularité du rôle de l'habile faiseur de fagots ait été employé à l'égard de son imitateur non contraint et forcé. Mais Sganarelle exposait à Martine sa femme qu'il « avait servi six ans un fameux médecin, et qu'il » avait su dans son jeune âge son rudiment par cœur », ce qui lui permit de « lantiponner » et d'ébouriffer Géronte et tous ses auditeurs, en leur parlant latin et médecine, au moyen de quelques mots mal entendus, à peu près retenus et burlesquement débités. Le Médecin malgré lui a causé en somme plus de plaisir à tous les admirateurs de Molière, qu'il n'a fait de mal à la Médecine, dont on aura pu longtemps plaisanter sans lui faire tort, tant qu'on ne la considérait toutefois que comme un art reposant sur des systèmes essentiellement variables suivant les temps, les coutumes et les lieux; mais il n'en est plus de même aujourd'hui pour ceux qui savent que la Médecine est devenue une des grandes sciences positives de la physique moderne. L'Architecte du Nouvel-Opéra de Paris, dans sa position élevée, avec le crédit de son talent et l'esprit qu'il sait développer en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

toutes choses, fera certainement rire ses auditeurs et ses lecteurs, quelques-uns du moins; mais est-il prouvé qu'il ne nuit pas, dans une certaine mesure, au progrès utile de la science? D'abord il est positif qu'on ne l'a pas forcé à être Acousticien malgré lui, pas plus qu'aucun Architecte de Théâtre de l'univers, présents et passés, qui ont fait, ou qui font tous de l'Acoustique, bonne ou mauvaise sans le savoir pertinemment, et ne s'en inquiètent pas plus que de raison ; personne ne peut leur en chercher noise, puisque ce n'est pas leur faute s'ils n'en savent pas plus qu'on ne leur en a appris sur ce sujet ; bien qu'il ne soit pas défendu d'apprendre soi-même ce qu'on ne vous enseigne pas officiellement. Qui le forçait à ne pas se contenter d'avoir su dans son jeune âge son rudiment par cœur, et d'avoir causé maintes fois avec les Physiciens qu'il a rencontrés plus tard? S'il n'avait rien dit de l'Acoustique sans la connaître un peu mieux, qui aurait pu lui en faire le reproche ; et si, ne trouvant rien d'applicable dans ce qu'il ne savait que trop superficiellement, il n'avait pas voulu faire des expériences d'*auscultation* sur une grande échelle, afin de découvrir les procédés d'une Acoustique pratique, que pourrait-on lui reprocher? Mais il déclare gratuitement l'Acoustique une science enfantine, radoteuse, bizarre, rebelle, inapplicable, et il cherche ensuite à confirmer la fausseté de la science condamnée par lui, au moyen d'une « *foule* » d'expériences qu'il mentionne, mais sur lesquelles il ne donne aucun détail précis qui aurait pu servir à d'autres, moins imbus d'incrédulité que lui, pour faire avancer la question de quelques pas.

Nous allons voir, dans le chapitre suivant, que les voyages d'exploration de M. Ch. Garnier avaient plutôt pour but le relevé comparatif des dispositions intérieures des Salles, à un point de vue purement décoratif, et leur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mode d'exploitation industrielle, que des recherches scientifiques qui pouvaient avoir lieu conjointement avec d'autres recherches beaucoup moins importantes. Dans le livre intitulé : *le Théâtre*, il donne un résumé de ses investigations qui portent sur le nombre de places, le produit des recettes, le nombre d'acteurs, etc., la couleur des loges, la largeur de la scène, celle de la salle et sa profondeur (sans jamais s'inquiéter de sa hauteur). L'espace des banquettes, l'éclairage et enfin la *sonorité* qui n'est indiquée qu'à titre de qualité ou de défaut, sans aucune idée d'enquête scientifique et expérimentale au sujet des causes qui déterminent cette dernière qualité ou son absence.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE X

L'ACCESSOIRE SUBSTITUÉ AU PRINCIPAL DANS LES VOYAGES D'EXPLORATION.

Si l'on se reporte à ce qu'avait écrit M. Ch. Garnier, dans son livre, intitulé : *le Théâtre*, on doit trouver qu'il a eu un certain tort de rapporter et d'appliquer à l'Acoustique des Théâtres, le but et les résultats de ses voyages d'exploration à travers l'Europe, et de donner à penser, comme il le fait dans le chapitre spécial sur l'Acoustique de son ouvrage, intitulé : *le Nouvel Opéra de Paris*, que toutes les notes prises par lui, classées, étudiées, etc., avaient pour seul objectif la découverte des moyens de faire de la bonne Acoustique pratique dans la position où il se trouvait placé. Il est évident que c'était là pour lui un but très-secondaire, et en parler quelque peu n'aurait dû être qu'une sorte d'acquit de conscience. Les renseignements qu'il cherchait et qu'il collectionnait avec soin sont de toute autre nature que de véritables « *auscultations* » acoustiques, dont l'idée ne peut lui être venue qu'après coup, ou qui sont restées à l'état d'*intention*. Ces notes et recherches, très-utiles à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

connaître, dont il a fait part à ses lecteurs et qu'il n'a pas gardées par-devers lui, comme toutes celles sur l'Acoustique, dont il n'a rien dit, consistent en remarques comparatives sur les formes de Salles généralement usitées dans chaque contrée principale, France, Allemagne, Italie, Angleterre, etc., sur la diversité, l'uniformité, la richesse ou la pauvreté des décorations de ces Salles; sur les cloisons de séparation des loges, diversement découpées et obliquées avec ou sans brisure; sur les dimensions larges ou exiguës des places; les couloirs d'accès et de circulation; les gradins étagés, plus ou moins nécessaires aux siéges des différentes galeries, lesquelles galeries sont horizontales, inclinées, ou à redans successifs et apparents dans leur continuité, etc. En fait d'Acoustique, les notes et remarques aboutissent à conclure en faveur des Salles qui sont en forme de fer-à-cheval, avec les extrémités légèrement rentrantes ou sortantes, mais toujours plus fermées que le diamètre transversal de la Salle. Ce rétrécissement quelconque a frappé l'esprit de l'Architecte du Nouvel-Opéra de Paris; il a remarqué judicieusement que les sons de l'orchestre sont alors plus intenses que dans le cas où la Salle n'est pas rétrécie vers la scène; il en a conclu la nécessité, ou du moins l'utilité de ce rétrécissement; et c'est à ce fait, érigé en principe, qu'il désire voir ses confrères en théâtres se « **raccrocher** », bien qu'il ait trouvé des Salles non rétrécies tout aussi sonores, ce qui rend le *raccrochement* moins indispensable. Il est à remarquer que jamais il ne s'est préoccupé d'un rétrécissement sur la hauteur qui aurait pour le moins autant d'importance que celui sur la largeur, car s'il y a des raisons pour l'un, il n'en manque pas pour l'autre.

« Je ne veux qu'indiquer un principe, le seul peut-être

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

» qui soit à peu près généralement reconnu. C'est l'in-
» fluence qu'exercent sur la bonne propagation des sons,
» les Salles beaucoup plus longues que larges, en sup-
» posant toutefois que le son soit émis de la partie la
» plus étroite ; cette Salle fait ainsi l'office d'une espèce
» de grand tuyau qui resserre les ondes sonores et con-
» centre toutes les forces de l'émission. »

« Le rétrécissement, l'étranglement du point de départ
» du son, contribue aussi à sa puissance, en empêchant
» la déperdition des ondes latérales. » (*Le Théâtre*, p. 166).

Le *grand* tuyau d'il y a sept ans est devenu le *long* tuyau d'aujourd'hui ; les ondes sonores ne se resserrent pas plus que ne se concentrent les forces émissives. Le rétrécissement et l'étranglement de la Salle vers l'orchestre ne font pas grand effet sur la *déperdition* qui n'a jamais lieu latéralement, que la Salle soit rétrécie, étranglée, ou ne le soit pas ; nous le verrons ci-après par un seul exemple.

Le passage ci-dessus, rapproché de celui cité plus haut et qui est d'une date plus récente (*le Nouvel Opéra de Paris*, p. 147), démontre qu'en 1871, le type des bonnes Salles était comme aujourd'hui, pour M. Ch. Garnier, la Salle étranglée vers l'orchestre ; depuis, ou en même temps peut-être, il a vu que les Salles non rétrécies pouvaient être tout aussi bonnes : de là ses hésitations, son Labyrinthe sans fil conducteur et enfin le Charivari qu'il s'est donné bénévolement et dont il a, de propos délibéré, gratifié ses lecteurs.

Ce que c'est cependant, que de voir clair ou de ne rien voir dans une expérience d'Acoustique, que chacun peut répéter tous les jours, sans qu'il en coûte la plus petite dépense et la moindre peine !...

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En principe, le son dont les ondes se répercutent plus ou moins vite, en raison de la proximité plus ou moins grande des surfaces réfléchissantes, paraît nécessairement plus intense lorsque les réflexions sont plus rapprochées; elles deviennent multiples de celles qui s'éloignent davantage; elles sont alors d'autant plus intenses, surtout à proximité du centre d'émission où l'effet s'en fait mieux sentir, au détriment comparatif de l'effet produit un peu plus loin. M. Ch. Garnier aurait pu constater que pour deux formes identiques de Salles, celle dont le plafond est le plus bas, paraît plus sonore; l'intensité des sons est plus grande que dans celle dont le plafond est plus élevé, à étranglement égal sur les côtés; mais jamais dans aucune circonstance, il ne tient compte de la *hauteur* des Salles. Dans les quarante Théâtres dont il cite les diverses dimensions d'ensemble et de détails, jamais il n'est question de la hauteur des Salles, de sorte qu'on ne peut les comparer qu'*en plan* et nullement en *élévation*. Cet élément, — la hauteur, — joue cependant un rôle assez important, aussi bien sous le rapport acoustique que sous celui d'ensemble et d'aspect du vaisseau des Salles de spectacle.

Voici l'expérience que chacun peut faire à ce sujet et qui démontre parfaitement ce qui se passe dans les circonstances remarquées et citées par M. Ch. Garnier. En suivant une Musique de régiment en marche et jouant dans la rue, faites attention à l'intensité des sons qu'elle produit. Lorsque la Musique quitte la rue pour traverser une place ou un boulevard, aussitôt l'intensité générale des sons diminue graduellement, si c'est un boulevard qui est traversé, et d'une façon plus ou moins remarquable suivant sa largeur plus ou moins grande, si c'est une place. Lorsque la Musique quitte le boulevard ou la place pour reprendre la rue qui fait suite, l'intensité des sons

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

augmente et reprend sa première force si la rue est de la même dimension que la précédente. Il ne faut pas être placé trop près des instrumentistes, ni parmi eux, pour mieux sentir ces différences qui s'apprécient toujours fort bien à distance.

Est-il besoin de signaler ici l'effet des surfaces des maisons qui répercutent les ondes sonores plus ou moins vite, et un nombre de fois plus ou moins grand, quand les maisons sont plus proches, que lorsqu'elles sont plus éloignées de la masse des instruments d'où partent les sons, et dont les ondes sont d'ailleurs toujours perdues vers le ciel; on les entend pourtant très-bien en ballon, — ce ballon s'appelâ-il même l'*Incertain*, celui dont la corde qui gambadait à sa vue et à sa portée a rendu tant de services en temps et lieu, à l'Architecte du Nouvel Opéra de Paris, — on les entend en ballon à des hauteurs considérables; elles seraient répercutées au profit de ceux qui n'ont pas quitté la terre, si une surface répercutante se trouvait au-dessus des ondes produites par les sons de la Musique que nous venons de prendre pour exemple de notre démonstration; des Tambours battant en marche produisent le même effet et se présentent plus fréquemment aux expérimentateurs qui désirent vérifier le fait en se promenant, et sans entreprendre de grands voyages; les clairons qui remplacent les tambours n'offrent pas une démonstration aussi complète, parce que les sons qu'ils produisent se trouvent envoyés dans l'air avec plus de vigueur dans le sens de la marche que dans toute autre direction; les répercussions latérales sont alors beaucoup moins sensibles que dans les autres cas de sonorités. Il suffit sans doute de signaler ces faits pour que tous ceux qui n'y ont pas prêté leur attention, en fassent la remarque à la première occasion qui s'en présentera, ce qui leur fera comprendre le genre de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sonorité cité par l'Architecte du Nouvel Opéra de Paris, lorsqu'il recommande les Salles étranglées vers l'orchestre, avec une incertitude plus ou moins certaine.

J'ai cherché, autant que possible, à remédier aux graves inconvénients qui m'ont paru résulter de cette sorte d'exposition de principes scientifiques appartenant à l'Architecte du Nouvel Opéra de Paris ; mais ne pouvant lutter à armes égales avec un esprit distingué, fécond, spirituel, je crains que mes efforts ne restent inutiles ; néanmoins je me suis consolé d'avance en me disant : Fais ce que dois, advienne que pourra !

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE FINAL

DIFFICULTÉS A VAINCRE POUR ATTEINDRE LE BUT INCONTESTABLEMENT UTILE DE L'AMÉLIORATION DES SALLES DE RÉUNIONS AU POINT DE VUE DE L'ACOUSTIQUE ET DE L'OPTIQUE.

« Il y a des choses qu'il faut sans cesse répéter sous toutes les formes, si l'on veut que le public se les mette dans la tête et finisse par s'y intéresser. »

FR. SARCEY.

J'ai exposé succinctement, dans la première partie de ce livre, les principaux éléments de l'Acoustique et de l'Optique dont les applications raisonnées sont généralement reconnues indispensables dans la construction des Salles de réunions. J'y ai joint de nombreuses observations et des remarques faciles à faire et à comprendre, sur les avantages dont on peut jouir, et sur les inconvénients auxquels on est exposé, par suite des applications d'une part, ou des inobservations d'autre part, des principes exposés; de telle sorte qu'il sera loisible à chacun, quand on le jugera à propos, de tirer parti de ces principes trop longtemps négligés, bien que connus de très-ancienne date.

Pour toute espèce de Salles, j'ai appelé l'attention

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sur le rôle important que jouent les parois qui délimitent et constituent la forme des enceintes, ces parois devant être utilement orientées, tantôt réfléchissantes, tantôt absorbantes des ondes sonores, suivant les cas nombreux et variés qui se présentent dans la pratique. J'ai fait remarquer l'importance des volumes d'air renfermés dans les enceintes, volumes souvent trop considérables et surtout mal répartis pour l'avantage et l'utilité des personnes qui parlent ou qui écoutent ; j'ai indiqué les moyens qu'on pourrait employer pour obvier à d'aussi sérieux inconvénients. J'ai signalé ceux du demi-cercle depuis si longtemps consacré à la forme des enceintes destinées à certains auditoires ; demi-cercle qui entraîne comme conséquence la forme demi-cylindrique de l'espace limité et surmonté ensuite d'une clôture supérieure sphéroïdale, ce qui complète les causes des vices organiques de ces sortes d'enceintes destinées à la Parole ; et en même temps j'ai signalé l'indispensable nécessité de supprimer les places latérales où l'on voit et où l'on entend mal, ainsi que les volumes d'air très-nuisibles qui se trouvent à droite, à gauche et au-dessus de la tête des Orateurs ou Professeurs. Cette suppression peut s'obtenir par la disposition de plans obliques et verticaux et de plans inclinés dans un double but : 1° de supprimer les cubes d'air inutiles et nuisibles ; 2° de réfléchir, d'une manière opportune, les ondes sonores. J'ai démontré les inconvénients de l'établissement des gradins et des banquettes d'un Auditoire suivant une inclinaison quelconque *droite* et continue, et j'ai prouvé géométriquement l'avantage des gradins disposés suivant une courbe spéciale, à la fois favorable à l'Audition et à la Vision, courbe nommée à cause de l'utilité et des résultats de sa double fonction : AUDITO-VISUELLE.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ces principes ont été admis comme exacts ; ces indications et observations ont paru rationnelles à bien des personnes compétentes. La nécessité de la courbe à substituer à la ligne droite comme génératrice de la forme à donner aux surfaces consacrées aux Auditoires, n'a pas soulevé la moindre objection ; M. Léonce REYNAUD l'a déclarée indispensable ; il la donne toute tracée, pour un cas particulier, dans son grand *Traité d'Architecture*. Il a indiqué en outre dans ce Traité, si savant et si complet, les formes que doivent affecter *en plan* les enceintes destinées à la Parole des Orateurs et des Professeurs ; ces tracés d'enceintes sont superposés les uns sur les autres pour faire comprendre les modifications qui s'imposent par l'augmentation du nombre des Auditeurs. Malgré l'autorité d'une aussi haute valeur, on n'a vu nulle part la courbe des gradins entrer dans la pratique habituelle des Salles de réunions, en se conformant à ses données essentielles, résultant du Point de vue particulier qui l'abaisse, selon que le Point de vue s'éloigne ou s'élève ; ou qui l'élève selon que le Point de vue se rapproche ou s'abaisse lui-même. D'où vient cette apathie, cette résistance aveugle à des améliorations si utiles pour le Public, les Professeurs et les Orateurs dans la disposition des enceintes qui sont construites pour leur usage particulier ? Il est indubitable que l'apathie et la résistance ont leur raison d'être dans l'absence absolue de résolution et de volonté dans l'enseignement officiel en ce qui concerne ce sujet. Depuis trente ans que ces améliorations, pour les Amphithéâtres surtout, ont été signalées, décrites, publiées et approuvées de tant de personnes intéressées et compétentes, l'École nationale des Beaux-Arts n'a donné aucun programme d'exercices ayant pour but l'étude des réformes à effectuer dans la disposition des enceintes, pour l'uti-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lité réelle et l'avantage incontestable des Professeurs, des Orateurs, et pour l'utilité et l'avantage non moins important du Public, ou des réunions privées composant les Auditoires. Chaque fois qu'un programme de l'École des Beaux-Arts a fourni l'occasion de disposer, dans un plan d'ensemble, des Salles destinées à des cours, à des conférences, ou enfin à des réunions plus ou moins nombreuses de personnes devant voir et entendre le mieux possible, les élèves des différents Maîtres de l'École n'ont jamais manqué d'arrondir complaisamment leurs Salles en *demi-cercles*, cette forme antique, classique, académique et de prédilection qui s'arrange si bien, il faut le reconnaître, dans un plan général où les formes courbes jettent de la variété, et introduisent avec avantage des éléments utiles aux effets d'aspect et d'ensemble, parmi tant d'autres formes à angles droits obligatoires; on n'a pas d'autre objet en vue, dans ces circonstances, que l'avantageuse opposition des formes circulaires avec les formes carrées, leurs raccords et leurs combinaisons faciles; c'est une sorte de jeu de patience plus ou moins séduisant. On se garde bien d'attirer la plus légère attention du *Dessinateur d'ajustements* sur les inconvénients pratiques de ces dispositions classiques; et les initiés aux recettes de l'enseignement officiel persistent dans ces errements jusqu'à la fin de leurs jours, persuadés qu'on les a mis doctoralement dans une excellente voie qu'ils ne doivent jamais quitter!

Plusieurs grands Architectes, parfois Membres de l'Institut, que j'ai eus un peu pour Maîtres dans ma jeunesse, me disaient, l'un pour la courbe *audito-visuelle*, que c'était une disposition qui devait être sans valeur [1],

1. Il n'était pas de l'avis du Questeur Bureaux de Pusy, qui prétendait que cette courbe était vieille comme les rues!

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

parce que les anciens (les Romains) l'eussent inventée et pratiquée, si elle avait été utile, et que, du moment qu'on n'en trouvait par trace dans les ruines antiques, il n'y avait aucune raison pour s'en occuper. Consulté sur les chemins de fer avant leur établissement, cet Architecte distingué sous d'autres rapports eût été d'avis de rejeter tout essai de voie ferrée pour cette raison que les Romains, ses seuls maîtres, ne les avaient pas pratiqués. Quant à un Amphithéâtre qui n'aurait pas eu la forme d'un hémicycle entier, additionnée ou non sur son diamètre d'un parallélogramme quelconque, c'était pour un autre grand Maître en Architecture, bien plus absurde d'oser faire une pareille proposition, attendu que tous les Théâtres antiques sans exception se retrouvent parfaitement établis sur un demi-cercle complet, et non pas *tronqué*, comme je le proposais, avec l'assentiment de quelques personnes instruites et dépourvues de préjugés antiques.

Dans l'origine de mes travaux, vers 1835, lorsque j'ai proposé ma courbe à F. Savart, — alors Professeur de Physique expérimentale au Collége de France, — pour l'Amphithéâtre qui lui était destiné, la difficulté, qu'on rencontre encore aujourd'hui, pour mettre cette courbe en pratique, s'était manifestée tout d'abord d'une façon sérieuse, difficulté qu'on aurait pu croire alors devoir être la première et la dernière. C'était une innovation étrange, fort mal accueillie, et dont l'Architecte en chef (Letarouilly) ne voulait pas entendre parler, bien qu'il m'eût témoigné assez d'estime particulière pour me demander, sur mon consentement, au Ministre, comme son Inspecteur privilégié, de préférence à tous les autres concurrents, parmi lesquels je ne songeais pas à prendre rang. Il m'avait vu à l'œuvre à l'Observatoire, où il n'était lui-même que simple Inspecteur, bien que dési-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

gné comme Architecte des grands travaux à exécuter au Collége de France dans l'année suivante. Il m'avait vu conduire, presque seul, les travaux des cabinets d'observations astronomiques, où de nombreuses difficultés d'exécution avaient été menées à bonne fin, faisant fonction de Conducteur, d'Inspecteur et d'Architecte en chef, celui-ci (Biet, membre du Conseil des Bâtiments civils) ayant été malade pendant presque toute la durée de ces importants travaux. Tous ces bons résultats avaient été obtenus à l'entière satisfaction des Membres du Bureau des longitudes (de Proni, Arago, Bouvard, Mathieu, Savary, Gambey...). Aussitôt que F. Savart apprit qu'on ne pouvait pas procéder à l'exécution de cette Courbe à laquelle il avait donné son assentiment, il s'en plaignit au Baron Thénard, Administrateur du Collége de France, lui disant qu'il irait trouver le Ministre s'il était nécessaire. Le Baron Thénard se chargea de la requête, et le lendemain il transmit lui-même à l'Architecte en chef l'ordre ministériel d'avoir à exécuter, sans plus tarder, tout ce que demanderait F. Savart, son collègue à la fois de l'Institut et du Collége de France. J'étais présent à la transmission de l'ordre verbal, et aussitôt mon excellent chef, qui n'avait qu'une crainte au monde, celle de se compromettre dans des innovations qui lui étaient tout à fait étrangères, me pria de mettre ma courbe à exécution, et me donna son blanc-seing pour tous les essais que je jugerais utiles et à propos de faire préalablement.

Ainsi, sans deux membres de l'Institut, F. Savart et Thénard, qui ont manifesté leur volonté d'abord, et sans un ordre ministériel à la suite, ordre qui couvrait la responsabilité de l'Architecte en chef, craintif et timoré, rien n'eût été tenté, ni exécuté à cette époque, et la courbe audito-visuelle, prétendue « *vieille comme les rues* »,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

serait restée dans les limbes. Depuis quarante et des années, aucun ordre de même genre n'est intervenu à la suite d'aucune autre espèce de demande, et rien ne s'est continué dans cette direction d'idées d'amélioration des Salles de réunions publiques ou privées. Il y a plus, la voie des expériences et des essais utiles a toujours été officiellement et rigoureusement fermée par les actes mêmes des Ministres successifs qui ont toujours été du côté des opposants aux réformes et aux perfectionnements utiles, à toutes les tentatives d'améliorations, et cela pour avoir toujours négligé de s'en rendre compte par eux-mêmes, absorbés qu'ils sont par d'autres occupations très-multiples.

Je peux donc conclure de ce que je viens de rapporter qu'on ne sortira pas de l'impasse où l'on se trouve acculé depuis si longtemps tant que les Professeurs et les Orateurs, intéressés pour eux-mêmes et pour leurs Auditeurs, ne feront pas entendre leur parole autorisée à des Ministres qui voudront bien les écouter et s'intéresser eux-mêmes à des demandes parfaitement fondées. Alors, sans doute, et alors seulement, la barrière fermée aux améliorations, depuis si longtemps réclamées, s'ouvrira ; les essais proposés de si ancienne date, mais restés impratiqués jusqu'à ce jour, pourront être *sagement conduits*, arriver à bonne fin, comme il en a été de la Courbe audito-visuelle, et les résultats, en tout ce qu'ils auront de bon et d'utile, pourront servir à l'éducation des jeunes générations appelées à remplacer celles qui s'en iront emportant avec elles leurs préjugés et leur routine.

Quant à la question des Salles de spectacle, M. Ch. Garnier avait eu une idée — bonne et excellente — celle de l'étude *directe* de leurs qualités et de leurs défauts au point de vue acoustique et optique, en les soumettant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à des investigations locales, individuelles, à la fois analytiques et synthétiques, ayant pour but de découvrir et déterminer les *causes* si nombreuses qu'elles soient et si variées, qui les rendent bonnes ou mauvaises. Toutes les causes acoustiques sont connues dans leurs résultats, bons ou mauvais, et de ceux-ci, comme effets, on peut facilement remonter aux causes : le tout peut être résumé dans un état comparatif qui viendra corroborer les déductions les unes par les autres. Qu'on recommence donc la campagne héroïque entreprise par l'Architecte du Nouvel Opéra de Paris, mais cette fois avec la ferme volonté de chercher et de découvrir — sans se laisser ahurir et détourner par aucune influence « *charivarique* ». Qu'une commission quelconque fasse pour les Salles de spectacle ce qu'on a fait pour la Salle des Députés de 1830; qu'elle charge un Acousticien, — en manquera-t-il ?... Il sera peut-être difficile d'en trouver, mais la chose n'est pas impossible; — Qu'elle charge un Acousticien d'une mission semblable à celle qui m'avait été donnée il y a trente ans par le général Leydet, au nom de la réunion parlementaire qu'il présidait en 1848, et nul doute que celui qui l'acceptera, — s'il n'y a pas trop de déboires à craindre, — ne vienne à bout de donner des explications satisfaisantes sur une foule de points inexplicables, ou du moins inexpliqués jusqu'à ce jour, mais dont la solution doit être facilitée par les progrès qu'auront dû faire, depuis cette époque, les sciences expérimentales de l'Acoustique et de l'Optique, bien qu'elles aient été fort peu encouragées par les autorités supérieures !

Mais, en attendant les améliorations relatives aux Salles de spectacle, le plus urgent et le plus indispensable est sans contredit tout ce qui concerne les modifications à apporter à la disposition des Salles de cours,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de conférences, et par-dessus tout aux SALLES NÉCESSAIRES A LA REPRÉSENTATION NATIONALE, toujours si mal réussies, malgré les millions qu'on y a consacrés depuis près d'un siècle !

Janvier 1879.

FIN

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLE ANALYTIQUE

DES MATIÈRES

PRÉFACE DE LA PREMIÈRE ÉDITION (1848). — COMPLÉMENT A LA PRÉFACE ORIGINAIRE (1879) : — L'Acoustique et l'Optique dans l'Architecture sont d'un intérêt public et général; — ces sciences y restent à l'état stérile, sans applications. — Courbe audito-visuelle; — applications; — digression sur l'Acoustique au Nouvel Opéra de Paris.

PREMIÈRE PARTIE

PRINCIPES, OBSERVATIONS ET DOCUMENTS UTILES POUR LA DISPOSITION, LA CONSTRUCTION ET LA FRÉQUENTATION DES SALLES DE RÉUNIONS, THÉÂTRES, AMPHITHÉÂTRES, SPECTACLES, CONCERTS, ETC.

Pages.

CHAPITRE PREMIER. — CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES; DÉFINITIONS DES SALLES. — Théâtres et Amphithéâtres chez les anciens et dans les temps modernes; besoins qui leur ont donné lieu; différences qui les caractérisent..... 1

CHAPITRE II. — LOIS D'ACOUSTIQUE ET CONSIDÉRATIONS PARTICULIÈRES SUR QUELQUES PHÉNOMÈNES QUI S'Y RAPPORTENT. — L'Acoustique et la Musique. — Acceptions, sensation et origine du son. — Propagation; répercussion; intensité et hauteur du son; vitesse, timbre, bruit et son; réflexions; intensité directrice. — L'air, véhicule du son et corps sonore..... 9

CHAPITRE III. — PHONIQUE MUSICALE. — ORIGINE ET CONSTITUTION DES GAMMES. — Rapports numériques. — Les tons et demi-tons. — Les intervalles musicaux..... 37

CHAPITRE IV. — PRINCIPES D'OPTIQUE; LUMIÈRE ET DISTANCE; DIORAMAS ACOUSTIQUES OU ACOUORAMAS. — Illusions visuelles et auditives..... 53

CHAPITRE V. — § 1. THÉÂTRES ET AMPHITHÉÂTRES CHEZ LES ANCIENS. — Destination; dispositions acoustiques; vases renforçants; *velarium*. — § 2. THÉÂTRES ET AMPHITHÉÂTRES CHEZ LES MODERNES. — Destinations diverses; différences d'avec les anciens..... 59

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pages.

CHAPITRE VI. — DÉFAUTS DES SALLES, THÉÂTRES ET AMPHITHÉÂTRES, ETC., RÉSULTANT DE L'INOBSERVANCE DES LOIS DE L'ACOUSTIQUE. — Les ondes sonores directes et réfléchies; leurs marches figurées; échos; étouffement des sons ou leur intensité détruite. — Rôle des voûtes et des surfaces courbes; plafonds inclinés; hémicycles, caissons. — Effets des gradins en planches, des tapis et des tentures. — Masses d'air nuisibles dans les Amphithéâtres et dans la Salle provisoire de 1848; concerts et festivals dans l'ancienne galerie du Louvre; dans le bâtiment d'exposition de l'Industrie; à l'Hippodrome de l'arc de l'Étoile, et au Palais de l'Industrie. — Les Chaires à prêcher; les ouïes ou Abat-sons des clochers..... 64

CHAPITRE VII. — DÉFAUTS RÉSULTANT DE L'INOBSERVANCE DES MEILLEURES DISPOSITIONS D'OPTIQUE. — Lumière mal distribuée et blessant la vue; absorbée par les parois de couleurs foncées. — Les lustres, les rampes et les herses mal disposées et mal gouvernées; mauvais effets de la lumière venant du midi. — Tribunal de commerce à Paris..... 92

CHAPITRE VIII. — DÉFAUTS RÉSULTANT DE LA VICIEUSE POSITION RELATIVE DES SPECTATEURS ET DES OBJETS A VOIR. — Les spectateurs mal placés pour voir, et se faisant *écran* les uns aux autres; mauvaises dispositions du grand Amphithéâtre du Jardin des Plantes; élargissement outré, au suprême degré de l'Auditoire dans la Salle des séances solennelles à la Sorbonne; mauvaise disposition de l'Auditoire au grand Amphithéâtre de l'École de Médecine..... 99

CHAPITRE IX. — CONDITIONS D'ACOUSTIQUE FAVORABLES AUX THÉÂTRES ET AMPHITHÉÂTRES SELON LEUR DESTINATION. — La parole et le chant; conditions de leur propagation sonore. — Le ton et le rhythme convenable à chaque enceinte. — Amphithéâtres triangulaires et paraboliques. Inclinaison particulière des gradins suivant une COURBE AUDITO-VISUELLE; cette courbe adoptée en principe par M. Léonce Reynaud dans son Traité d'architecture; soumise au calcul intégral par le professeur Guiraudet, de la Faculté de Lille. Les conques sonores; les vibrations nuisibles des gradins; modifications désirables dans les salles de spectacle. — Chaires à prêcher; ouïes ou abat-sons des clochers..... 106

CHAPITRE X. — CONDITIONS D'OPTIQUE. — LUMIÈRE ET DISTANCE. — Distribution de la lumière; Salles à effets scéniques et Salles à effets d'ensemble intérieur; les plafonds lumineux; Théâtre historique; Chambre des Députés du Palais Bourbon. 130

CHAPITRE XI. — RECHERCHE DE LA FORME CONVENABLE AUX AMPHITHÉÂTRES. — Le cercle, le demi-cercle; secteur ou quart de cercle. Point de Vue ou lieu de scène; enceintes proportionnées au nombre d'auditeurs; spécialités nécessaires pour les Amphithéâtres; élévation ou abaissement relatifs de l'Auditoire et des objets à voir..... 137

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pages.

CHAPITRE XII. — DIVISION DES AMPHITHEÂTRES ET SALLES DE RÉUNIONS EN CINQ CATÉGORIES : 1° Objets ou spectacles à voir; 2° Musique ou chants à entendre; 3° Parole seule à entendre; 4° Spectacle et Musique à voir et à entendre simultanément; 5° Démonstrations et expériences à entendre et à voir..... 150

CHAPITRE XIII. — QUELQUES OBSERVATIONS SUR L'INCLINAISON DES GRADINS EN USAGE DANS LES SALLES ET LES AMPHITHÉÂTRES EXISTANTS. — Espace mal utilisé; inclinaisons arbitraires des gradins. — Rayons visuels *parallèles*, au lieu de rayons visuels *convergents* vers un point de vue..... 159

CHAPITRE XIV. — RECHERCHE ET DÉTERMINATION DE LA COURBE AUDITO-VISUELLE SUIVANT LAQUELLE ON DOIT PLACER LES BANQUETTES, OU LE SOL DES SALLES DE RÉUNIONS, AMPHITHÉÂTRES ET AUTRES. — Point de Vue ou Proscenium; taille moyenne des auditeurs; abscisses et ordonnées des gradins; largeur et hauteur des siéges; distances verticales *variables* entre les rangées successives d'Auditeurs; cours oraux; cours à expériences. Théâtre historique et sa forme rationnelle..... 162

CHAPITRE XV. — CONCLUSION. TABLEAU COMPARATIF DE DIVERS AMPHITHÉÂTRES EXISTANT A PARIS; MODIFICATIONS A Y APPORTER. EXPLICATION DES FIGURES; RÉSUMÉ..... 191

CHAPITRE XVI. — APPROBATION GÉNÉRALE; RÉSULTATS NÉGATIFS. — Lettre de l'architecte HUVÉ, membre de l'Institut; compte rendu à la Société centrale des architectes, comprenant un *desideratum* toujours attendu; appréciation du professeur GUIRAUDET, ancien élève de l'École normale (1862)..... 220

DEUXIÈME PARTIE

UN ESSAI D'APPLICATION : RÉCIT DE SES ENTRAVES.

CHAPITRE PREMIER. — SALLE DE DÉBATS PARLEMENTAIRES; PROJET DE SALLE POUR 900 MEMBRES, PROPOSÉE EN 1848. § 1. Le caprice et la fantaisie des formes diverses adoptées pour les Salles; absence complète de données scientifiques; avis de l'Institut non suivis. § 2. Critique de la Salle provisoire de 1848; autre critique faite à la Tribune de l'Assemblée Nationale. § 3. Conditions d'Acoustique et d'Optique nécessaires pour une Salle de ce genre. § 4. Description du plan proposé et avantages qui en résultent..... 235

CHAPITRE II. — L'ART ET LA SCIENCE N'OBTENANT QUE DES RÉSULTATS NÉGATIFS, BIEN QUE DANS UN ACCORD TOUJOURS UNANIME. — État précaire de la question acoustique et optique avant 1848; commissions d'architectes; commissions de savants; commissions parlementaires. Description de la Salle des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pages.

Députés par son auteur, à un point de vue peu scientifique; le temple de JUPITER STATOR; les marbres de diverses natures et de différentes couleurs; banquettes en acajou avec garnitures en drap amaranthe!..... 255

CHAPITRE III. — LA QUESTION D'ACOUSTIQUE TRAITÉE EN 1849 A LA TRIBUNE DE L'ASSEMBLÉE NATIONALE, A L'OCCASION DE L'ÉTABLISSEMENT D'UNE SALLE DÉFINITIVE POUR LES ASSEMBLÉES DÉLIBÉRANTES. — DOCUMENTS MINISTÉRIELS DE 1849. — Commissions d'architectes; l'Académie des sciences; projet de mutilation de la Salle des Députés, chef-d'œuvre de 1830, par son auteur lui-même..... 274

CHAPITRE IV. — COMMISSION PARLEMENTAIRE. — Relations officielles et officieuses; appel de l'auteur au sein d'une commission parlementaire; consultation sur un premier projet officiel unanimement accepté; rapport demandé sous forme de NOTE écrite; développement de cette *note* : avis de l'académicien Foucault en 1849..... 290

CHAPITRE V. — UNE SALLE DÉFINITIVE ET SA COMMISSION PARLEMENTAIRE; 1re PARTIE; un pignon concave et les banquettes développées sur un grand rayon; analyse du rapport; résumé des corrections partielles empruntées à l'auteur..... 308

CHAPITRE VI. — LA MÊME SALLE DÉFINITIVE ET SA COMMISSION PARLEMENTAIRE; 2e PARTIE : Abat-voix phénoménal; prétendues expériences des Savants de l'Académie; résultats aussi curieux que négatifs..... 333

CHAPITRE VII. — ENCORE LA SALLE DÉFINITIVE ET SA COMMISSION PARLEMENTAIRE; 3e PARTIE : les sonorités défectueuses; expériences officiellement renouvelées après 30 ans d'enseignement expérimental toujours incompris..... 340

CHAPITRE VIII. — RÉSUMÉ DES TROIS CHAPITRES PRÉCÉDENTS. — Attaque et défense d'un projet de Salle pour 900 représentants. Expérience d'un Abat-voix; les avis des commissions scientifiques; singuliers abus qu'on en fait; ventilation de la Salle des Députés très-défectueuse; prétendue incapacité théorique et pratique de l'auteur..... 348

CHAPITRE IX. — TROISIÈME ET DERNIER PROJET OFFICIEL. Nouvelle exposition des vices radicaux de la Salle provisoire de 1848; accord unanime destiné à démontrer la nécessité de faire entrer, bon gré, mal gré, l'Assemblée Législative dans l'ancienne Salle des Députés, bien que d'une contenance insuffisante; nécessité non acceptée. LA QUESTION restée sans solution pratique jusqu'à ce qu'elle soit devenue oiseuse par l'avénement du second empire qui paralyse tous débats parlementaires..... 382

CHAPITRE X. — LA NOUVELLE SALLE DES DÉPUTÉS A VERSAILLES (1875). Pompeux étalage scientifique en présence d'un congrès des architectes français Desiderata permanents et sans solu-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pages.

tion pratique; négligence absolue et absence complète de toutes données scientifiques. Les débats anciens demeurés sans utilité pratique et complétement oubliés, grace à la durée du second empire; question à reprendre quand les esprits y seront disposés..... 400

TROISIÈME PARTIE

RÉSULTATS SINGULIERS ET CURIEUX DE L'ACOUSTIQUE AU NOUVEL OPÉRA DE PARIS.

CHAPITRE PREMIER. — Quelques réflexions relatives à l'Acoustique fantaisiste, correspondant à la perspective instinctuelle.. 415

CHAPITRE II. — Le Rideau d'avant-scène et les Vases renforçants des Théâtres antiques..... 422

CHAPITRE III. — L'Acoustique instinctuelle et de sentiment dans le livre intitulé : LE THÉÂTRE (1871)..... 429

CHAPITRE IV. — Les plafonds lumineux au point de vue de l'Optique et de l'Acoustique des Salles de spectacle..... 437

CHAPITRE V. — Classification physiologique des Salles de spectacle..... 443

CHAPITRE VI. — L'Acoustique atteinte d'une *certaine incertitude* dans le chapitre concernant la Forme de la Salle du Nouvel-Opéra de Paris..... 446

CHAPITRE VII. — Les antécédents de l'*incertitude certaine* dans le chapitre Acoustique de la salle du Nouvel Opéra..... 463

CHAPITRE VIII. — L'*incertitude certaine* résultant des voyages d'explorations scientifiques..... 478

CHAPITRE IX. — Incapacité démontrée de tous les Acousticiens, Professeurs et autres; avis Sganarellesque..... 488

CHAPITRE X. — L'accessoire substitué au principal dans les voyages d'explorations scientifiques..... 495

CHAPITRE FINAL. — Difficultés à vaincre pour atteindre le but incontestablement utile de l'amélioration des Salles de réunions au point de vue de l'Acoustique et de l'Optique..... 501

FIN DE LA TABLE ANALYTIQUE.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ERRATA

pages	*lignes*	*au lieu de*	*lisez*
VI	1	vd oe la desix	de la voix
4	11 en remontant	d	de
»	9 en remontant	variés plaisirs	variés de plaisirs
28	11	encontrent	rencontrent
40	18	instrument	instruments
47	4 en remontant	fa	*fa*
49	7 en remontant	sans	sous
50	3	si ut	si, ut
»	11	contre	entre
51	2 en remontant	la, si ♭	la ♭, si
52	8	montant	montent
54	12	spectateurs des	spectateurs ou des
»	13 en remontant	de salles des spectacle	des salles de spectacle
74	6 en remontant	élève , de	élèves de
75	9 en remontant	L'ajustement	l'ajustement
»	1 en remontant	3.000	2.000
76	17	2.500	1.500
77	16	deux mètres	1m20
»	12 en remontant	trois mille	deux mille
89	7 en remontant	chaire de la	de la chaire
143	4 en remontant	fig. 19 et 21	fig. 19, 21 et 22
238	10	fer à cheval	fer-à-cheval
240	16	—	—
»	4 en remontant	—	—
241	11	—	—
249	12	dreite	droite
»	12	s'étend	s'entend
298	6	audra	faudra

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pages	*lignes*	*au lieu de*	*lisez*
317	15 en remontant	fer à cheval	fer-à-cheval
328	1 en remontant	—	—
315	1 en remontant	—	—
»	8 en remontent	—	—
343	3 en remontant	des *cinq cents*,	des *cinq cents;*
366	18	» absolu	absolu
419	1 en remontant	manc	manque
422	5	nouvel-opera	nouvel opera
424	1 en remontant	tota	total
»	2 en remontant	cœtera	cætera
452	1	acile	facile
467	8	concomération	concamération

FIN DE L'ERRATA.

PARIS. — IMPRIMERIE E. MARTINET, RUE MIGNON, 2.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires