

L'Insonorisation des locaux de la nouvelle Gare de BRUXELLES-MIDI

par
J. GRUNENWALDT
Ingénieur-Conseil A.I.Br.
et
P. KIPFER
Licencié en Sciences Physiques E.P.Z.
Chargé de Cours
à l'Université Libre de Bruxelles

I. — Introduction

LA réalisation d'une gare située sous voies dans sa presque totalité pose d'une façon aiguë le problème de l'insonorisation des locaux.

Il suffit pour s'en convaincre de séjourner dans un couloir souterrain de gare lors du passage d'un train; l'expérience peut être tentée par exemple à Louvain et à Bruges, gares pour lesquelles des relevés de niveaux de bruit ont été effectués au début de la guerre déjà, dans le but de connaître les hypothèses à adopter pour les études d'insonorisation.

Il n'est pas sans intérêt de noter ici quelques résultats de mesure et d'exprimer quelques conclusions qui ont pu être formulées à cette occasion.

À Louvain, la voûte du passage souterrain est en briques et son épaisseur est d'environ 1 mètre.

À Bruges, le plafond du passage est constitué par des poutrelles enrobées et son épaisseur atteint 50 centimètres. Vers le haut, ce plafond est séparé du ballast par une couche de terre de 1 mètre d'épaisseur.

Dans les deux cas, le ballast proprement dit a l'épaisseur normale d'environ 30 centimètres.

Les mesures ont été faites aussi bien pour des trains passant à très faible vitesse de l'ordre de 20 à 30 km./h. que pour des trains directs roulant à 100 km./h.; les niveaux de bruit relevés étaient tous compris entre 85 décibels dans le cas le plus favorable et 115 décibels au maximum.

Pour fixer les idées comparons ces niveaux de bruit à d'autres mieux connus ou plus suggestifs; un moteur d'avion à quelques mètres de distance se situe autour de 110 décibels et le tonnerre atteint aisément 120 décibels, ce qui constitue d'ailleurs la limite dite de sensation douloureuse. Dans notre cas, cette limite était presque obtenue lors des maxima.

D'autre part l'intensité de 85 décibels correspond à celle d'un croisement de rues très bruyant ou encore à celle d'un atelier d'importance plus que moyenne.

Si des niveaux de bruit de cette importance peuvent être aisément tolérés pour des couloirs sous-voies dans lesquels personne ne séjourne et au-dessus desquels aussi les trains ne passent que peu fréquemment, il n'en est évidemment pas de même pour des locaux d'une station de l'importance de Bruxelles-Midi.

Dans ce dernier cas, il est non seulement prévu une cadence de passage des trains extrêmement forte (en moyenne un train chaque minute) mais le public et surtout le personnel seront appelés à séjourner dans les locaux.

Ces constatations ont incité les Administrations de la S. N. C. B. et de l'O.N.J. à nous confier l'ensemble des études d'insonorisation des locaux de la nouvelle gare de Bruxelles-Midi, y compris les locaux situés aux abords.

II. — Situation générale

La figure 1 montre la disposition d'ensemble des bâtiments. Elle indique les locaux pour lesquels les travaux d'insonorisation sont achevés et les locaux pour lesquels les études sont en cours.

Ces derniers locaux comprennent essentiellement :

- a) **Dans la Gare proprement dite :** la Salle des Bagages, la Galerie de Circulation qui lui est contiguë, les Petits Locaux l'entourant, la partie du Couloir Transversal lui faisant face, le Hall et les locaux de service de la Douane.
- b) **Aux abords immédiats de la Gare :** Le Bâtiment des Postes ainsi que le Bâtiment des Télégraphes et Téléphones, tous deux à front de l'avenue Fonsny; Les locaux du Commissariat de Police, constituant la façade du Grand Quadrilatère du côté de la Rue Couverte; La Salle des Guichets de la Gare pour Auto-bus ainsi que les locaux l'entourant immédiatement.

Dans le présent texte nous avons l'intention de développer les solutions qui ont été adoptées pour les locaux dont l'insonorisation est terminée. Ces locaux sont :

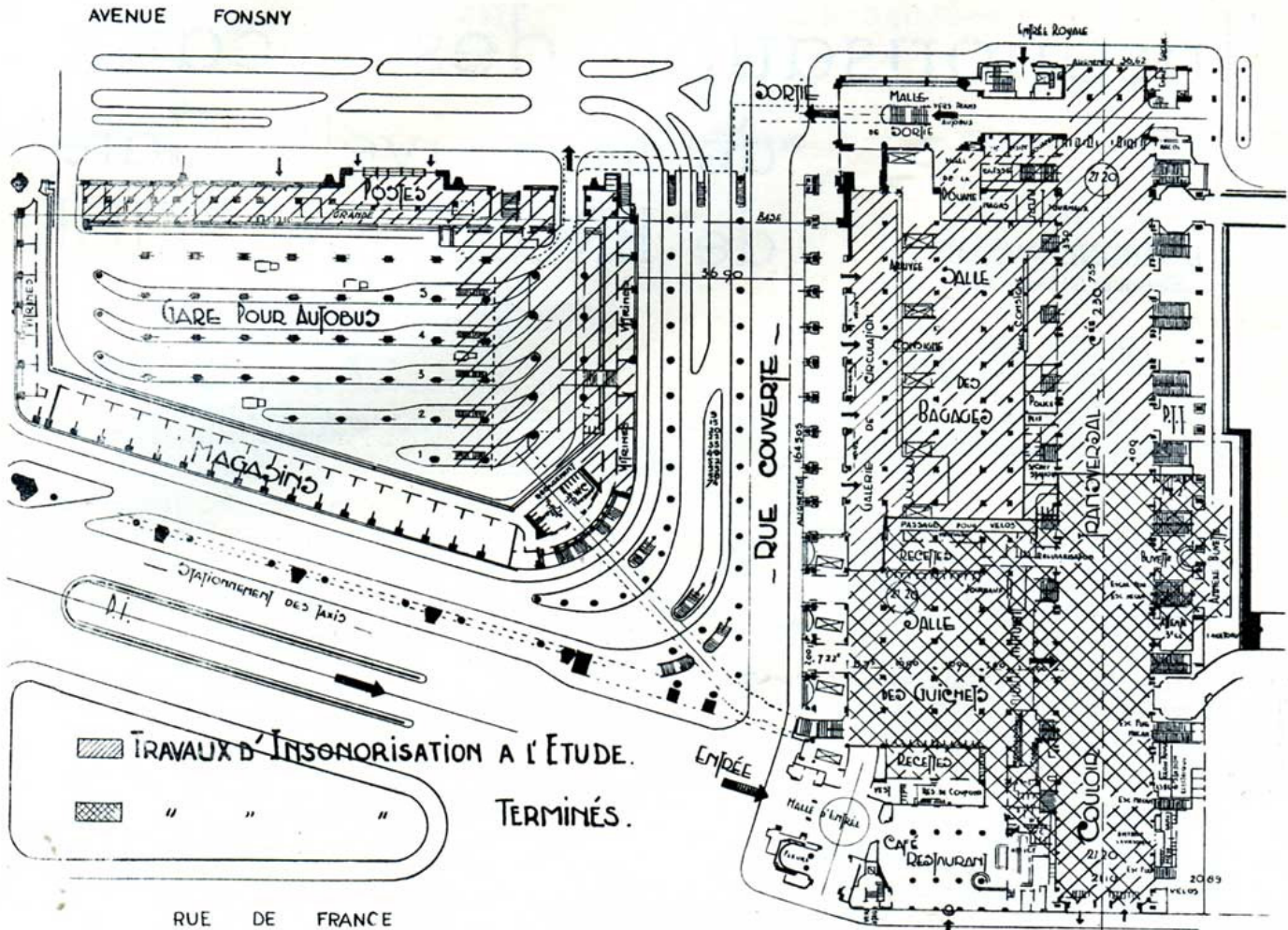


Fig. 1. — Ensemble des installations aux abords de Bruxelles-Midi.

- a) Les Salles d'Attente, la Buvette et son Annexe, donnant sur le Couloir Transversal;
- b) Le Couloir Transversal lui-même, dans sa partie vers la rue de France;
- c) La Salle des Guichets, les Salles des Recettes y attenant et l'ensemble des locaux situés entre cette salle et le Couloir Transversal.

Nous les examinerons successivement dans l'ordre dans lequel nous venons de les énumérer.

III. — Insonorisation des locaux Attente et Buvette

Cet ensemble comprend trois locaux ayant directement accès au couloir transversal et situés entre les cages d'escaliers fixe et mobile conduisant aux quais; ces locaux abritent les salles d'attente de 1^{re} et 3^{me} classes ainsi que la buvette.

En arrière de la buvette se trouve l'annexe à cette dernière, constituant un quatrième local insonorisé.

La surface totale couverte par ces locaux est d'environ 600 mètres carrés.

Compte tenu d'une part des hypothèses exposées dans l'introduction et d'autre part des conditions de tranquillité que l'Administration sou-

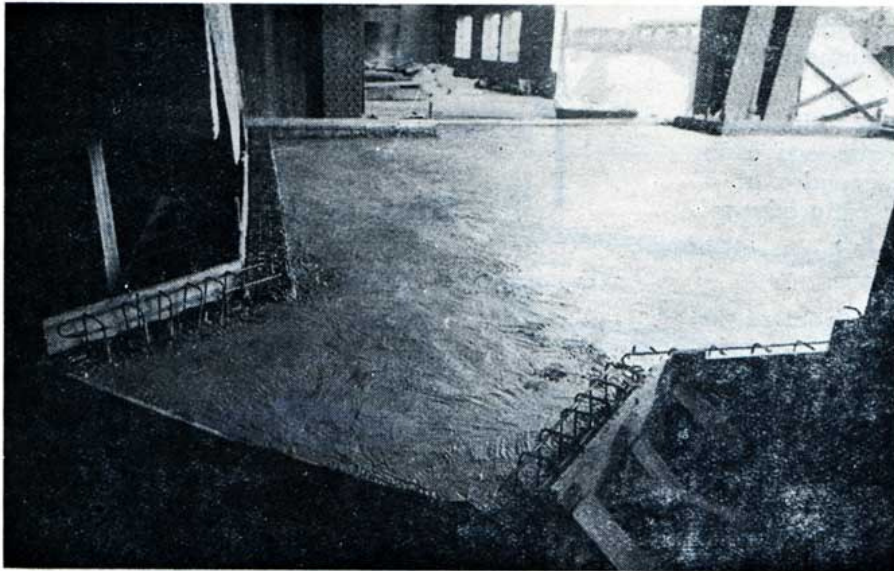
haitait obtenir, l'étude théorique du problème montra que l'atténuation désirée du niveau de bruit ne pouvait être assurée que par la réalisation d'enceintes totalement indépendantes de l'ossature générale de la gare.

Dans cette méthode, on réalise pour chaque local à l'intérieur des colonnes et murs soutenant les quais et voies et constituant l'ossature générale, une enceinte complètement fermée et ne touchant à l'ossature que par l'intermédiaire d'un matelas élastique adéquat.

La figure 2 est une coupe verticale transversale dans l'annexe de la buvette; on y distingue l'ossature générale dite « portante » reposant sur pieux et comprenant notamment le mur de culée et la cage d'escalier.



Fig. 2. — Coupe verticale dans un local d'attente



Locaux d'attente et buvette

Une dalle flottante vient d'être coulée. On voit en périphérie l'armature de la future poutre renversée, répartissant la charge des murs et plafond sur les appuis isolés (plomb-amiante).

A l'intérieur de ces limites se situe l'enceinte isolée, constituant un système « flottant » qui repose sur la dalle portante par l'intermédiaire d'appuis élastiques.

Le mécanisme d'isolation est alors le suivant : au passage d'un train les trépidations se transmettent dans tout le système portant et notamment dans la dalle portante. Le rôle des appuis élastiques sera analogue à celui des ressorts d'une voiture automobile ou d'un wagon de chemin de fer : il consiste à arrêter la propagation des trépidations de telle sorte qu'en fin de compte l'enceinte isolée soit soustraite à leur influence.

Il apparaît immédiatement à l'esprit que le matelas élastique ne peut pas être quelconque; il doit être d'autant plus souple que l'isolation à obtenir doit être plus poussée.

Remarquons en passant que cette élasticité doit exister sous charge; il est même inutile que le matériau soit élastique à vide. En fait tous les matériaux perdent finalement toute propriété d'isolation lorsque la charge supportée dépasse

une certaine valeur caractéristique du matériau.

Comme la figure 2 permet de s'en rendre compte aisément, nous pouvons distinguer sous la dalle flottante deux zones pour lesquelles les charges sont d'un ordre de grandeur nettement différent.

La première zone est la partie centrale pour laquelle la charge se limite à celle de la dalle flottante plus la charge mobile : elle est ainsi voisine de 600 kgr./m² ou encore 60 gr./cm².

Cette charge est reprise par un matelas élastique continu constitué de plusieurs couches de nattes de soie de verre.

La seconde zone est la partie périphérique sur laquelle reposent les murs du local et par l'intermédiaire de ceux-ci le plafond.

Cette charge est relativement forte et dans le but de se situer au point de fonctionnement optimum des matériaux élastiques possibles tout en assurant l'insonorisation souhaitée, on fut conduit à l'emploi d'appuis élastiques localisés constitués par des couches alternées de plomb-

Locaux d'attente et buvette

Toute la maçonnerie visible est établie sur la dalle flottante.

On voit qu'elle contourne les colonnes sans les toucher.

On distingue dans le bas la poutre périphérique et sous celle-ci les nattes de soie de verre entre les appuis isolés.



amiante dont il avait déjà été fait usage notamment sous certaines colonnes du tunnel de la Jonction.

Les épaisseurs et le nombre des différentes couches sont à adapter dans chaque cas à la charge que ces appuis doivent reprendre et à l'élasticité qu'ils doivent avoir sous cette charge.

La figure 3 est une vue en plan d'une dalle flottante indiquant les appuis localisés.

Cette conception entraîne obligatoirement la réalisation d'une poutre périphérique renversée en béton armé destinée à répartir la charge des murs et du plafond sur les appuis élastiques.

En résumé, le local flottant repose donc essentiellement sur un nombre limité d'appuis en plomb-amiante entre lesquels des nattes de soie de verre supportent la dalle de plancher.

Si la hauteur n'avait pas fait défaut, on eût pu concevoir une augmentation d'épaisseur de la dalle flottante telle qu'il n'aurait plus été nécessaire d'envisager l'emploi d'un matelas continu; la dalle flottante se serait alors appuyée uniquement sur les appuis isolés dont les dimensions auraient dû de ce fait être légèrement modifiées.

Le calcul de la dalle flottante en béton armé posa un problème nouveau que nous voudrions exposer brièvement.

De par leur nature, les matelas élastiques subissent des affaissements considérables; dans notre cas, la hauteur initiale à vide était voisine de 90 millimètres tant pour le matelas continu que pour les appuis localisés et descendait à 50 millimètres à l'état final. Or, l'exécution de tout le local ne pouvant être assuré simultanément, il est clair qu'après la phase d'exécution de la dalle flottante, le matelas élastique continu a presque subi son affaissement total tandis que les appuis localisés qui attendent la charge des murs et du plafond ne se sont pratiquement pas affaissés.

A ce moment, la dalle flottante est fortement concave : elle forme une cuvette.

Par la suite, après établissement des murs et du plafond, les appuis isolés prendront leur hauteur finale inférieure à celle de la partie centrale et de ce fait, la dalle sera légèrement convexe.

Cette dalle ne tendra vers l'horizontalité qu'après pose du revêtement de plancher et sous l'influence de la valeur moyenne de la charge mobile.

En service, la dalle sera plus ou moins convexe ou concave suivant la valeur de la charge mobile.

Il s'agissait de déterminer la valeur des moments fléchissants dans la dalle pendant les différentes phases de sa construction et de sa vie.

Il suffit pour cela de connaître la déformée de cette dalle sur appuis élastiques.

C'est un problème qui ressemble à celui de la semelle de fondation sur sol élastique.

Mais la différence fondamentale réside dans le fait que dans le cas de la semelle de fondation,

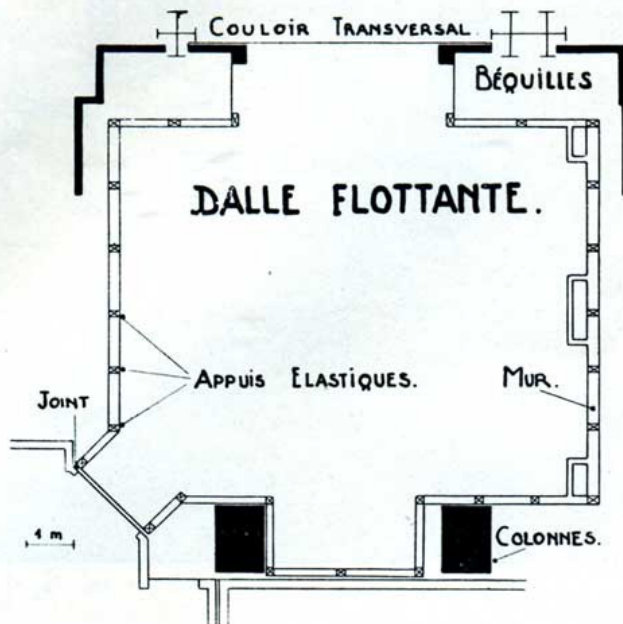


Fig. 3. — Disposition en plan des appuis élastiques d'un local « flottant ».

la raideur du sol est considérée comme constante, hypothèse qui permet de résoudre les équations tandis qu'au contraire dans le cas présent, l'affaissement est à considérer comme constant, le local devant être horizontal en fin d'exécution.

Par conséquent, la raideur varie d'un endroit à un autre.

La présence de cette variable supplémentaire rend le problème insoluble par la méthode de calcul connue des semelles de fondation.

Nous avons été ainsi amenés à mettre au point une nouvelle méthode de calcul de la déformée qu'il ne peut être question de développer dans le cadre du présent exposé.

Nous tenons toutefois à exprimer nos remerciements à M. P. GERMAIN, Assistant à l'Université de Bruxelles, pour l'aide précieuse qu'il nous a apportée dans la résolution de cette question.

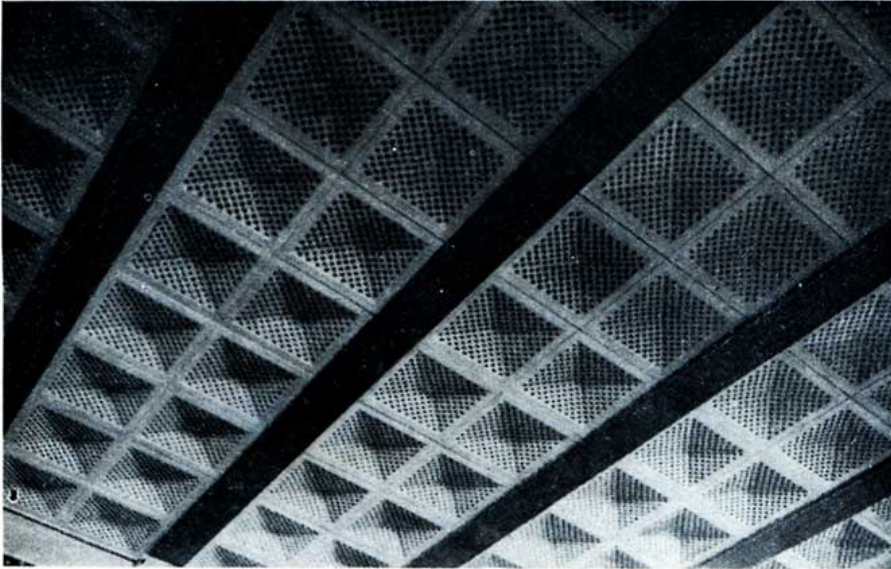
La réalisation d'enceintes indépendantes pose un certain nombre de problèmes accessoires dont le plus important est celui des joints.

Lorsqu'il s'agit d'un joint entre local flottant et local non insonorisé, comme c'est par exemple le cas entre les salles d'attente et le couloir transversal, il faut veiller attentivement à ce que le couvre-joint n'établisse pas une liaison rigide parasite entre l'ossature et l'enceinte indépendante, une telle liaison « court-circuiterait » en quelque sorte les appuis élastiques.

IV. — Insonorisation du couloir transversal

Il ne s'agissait plus tant ici de réduire le niveau de bruit dû aux passages des trains que de rendre compréhensibles, dans ce couloir, les annonces faites par haut-parleurs.

La largeur du couloir est voisine de 20 mètres; sa longueur atteint presque 200 mètres et sa hauteur moyenne est supérieure à 4 mètres.



Couloir transversal

Vue de détails du plafond du couloir transversal montrant les cadres traités par projection d'amiante sur la face postérieure.

Un local dont le volume est si considérable et dont la forme est si allongée ne présente pas à priori des conditions acoustiques intérieures favorables.

En outre, l'emploi imposé de matériaux à surface apparente dure constituait un réel danger au point de vue phonique comme expliqué ci-dessous.

Le problème de la compréhension de la parole est en effet intimement lié à celui de la résonance.

Si les parois du local sont réfléchissantes, elles n'absorbent que peu l'énergie sonore, dont le niveau va en décroissant lentement avec, comme conséquence pratique, le mélange des différentes syllabes émises successivement.

La première syllabe n'est pas encore éteinte qu'une ou plusieurs des syllabes suivantes sont déjà énoncées.

Le résultat est une cacophonie caractéristique des salles de pas perdus, des églises, des bassins de natation, etc.

On remédie à ce défaut en constituant certaines parois à l'aide de matériaux absorbants : on augmente en somme les fuites acoustiques de

telle sorte que l'énergie sonore décroisse plus rapidement.

Le calcul permet de déterminer l'absorption totale qu'il est nécessaire de prévoir pour assurer l'intelligibilité d'un discours.

Nous nous sommes imposés de trouver une solution qui présente simultanément l'avantage de réduire autant que possible le niveau des bruits parasites et qui soit en outre non apparente.

La seule surface pratiquement mise à notre disposition était le plafond.

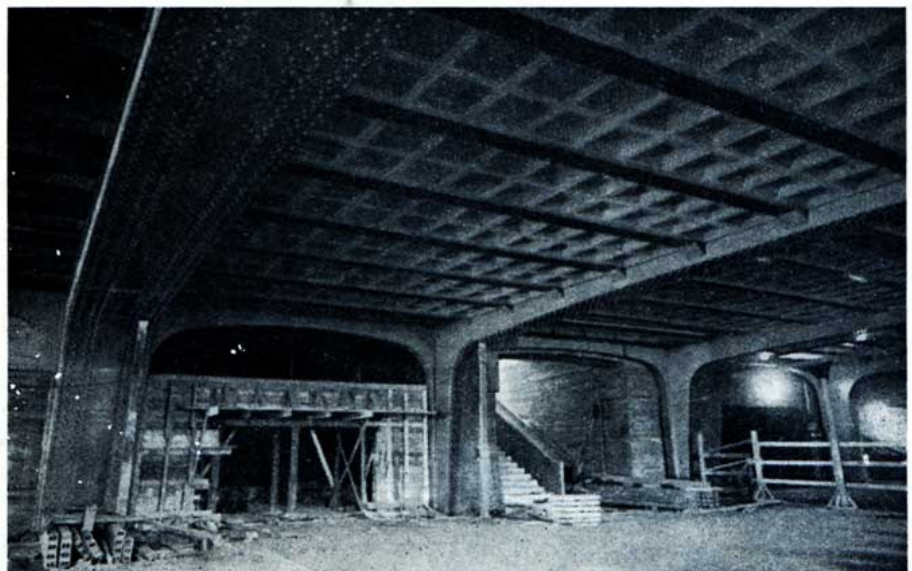
Ce dernier avait été prévu par les architectes sous forme de cadres en asbeste-ciment reposant sur un poutrellage et affectant la forme de coins de diamant.

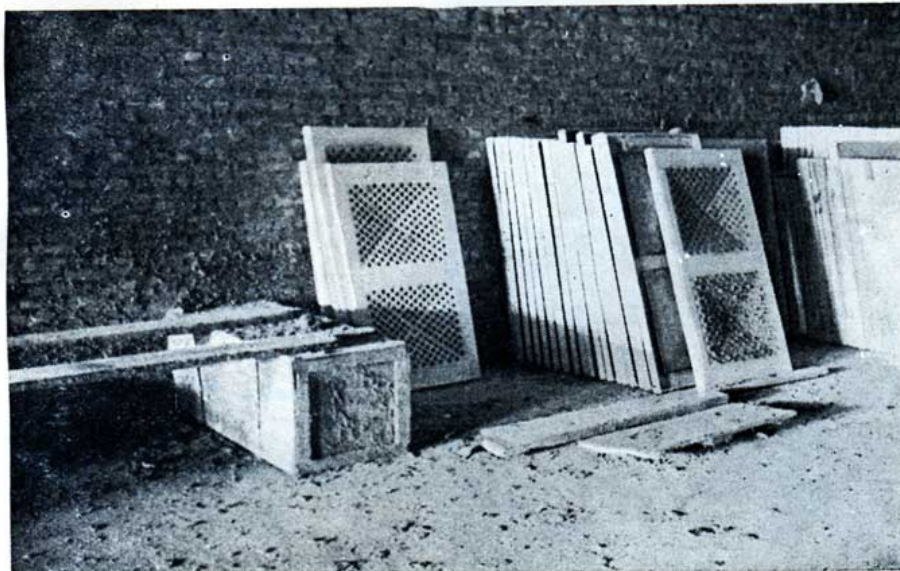
L'encombrement de chacun de ces cadres est approximativement 50 centimètres sur 100 centimètres et leur surface apparente inférieure est munie de nombreuses perforations.

Il fut finalement décidé que la matière absorbante destinée à corriger l'acoustique intérieure du couloir transversal serait logée dans les cadres, derrière la face apparente dont les perforations seraient dimensionnées en vue du but à atteindre.

Couloir transversal

Vue du plafond du couloir transversal. On voit entre deux béquilles un local d'attente insonorisé.





Couloir transversal

Les cadres du plafond avant leur mise en place. Les cadres de l'empilage de gauche sont terminés. Le premier cadre de l'empilage du milieu a reçu son revêtement d'amiante, mais la face avant n'est pas encore nettoyée. Le deuxième cadre de cet empilage laisse voir le revêtement absorbant.

Il est clair en effet que si les perforations sont trop petites, le matériau absorbant situé derrière elle n'interviendra pas efficacement; d'autre part, si les perforations sont trop grandes, ce matériau n'est plus camouflé.

L'étude approfondie du problème conduisit à l'emploi de l'amiante projeté au pistolet.

Ce travail se fit au sol avant mise en place pour chaque cadre individuellement dont le côté supérieur de la face visible fut ainsi recouvert d'une couche d'amiante de 20 mm. d'épaisseur (Voir photographies).

V. — Insonorisation de la Salle des Guichets et Locaux Annexes

Le problème à résoudre est en principe le même que celui des locaux Attente et Buvette.

Les différences résident :

- 1°) Dans les dimensions qui sont nettement supérieures;
- 2°) Dans le fait que ce complexe phoniquement isolé est continu, ce qui se traduit par l'absence de joints.

La Salle des Guichets et les Locaux Annexes constituent une seule enceinte flottante, ayant environ 55 mètres sur 45 mètres, représentant environ 2.500 mètres carrés de plancher.

Cette enceinte est traversée par plus de 25 colonnes en béton armé supportant les quais et les voies.

Ces colonnes ne pouvant évidemment apparaître dans le système insonorisé puisqu'elles appartiennent au système portant, l'enceinte flottante doit les contourner.

Cette conséquence est concrétisée par la réalisation de fourreaux en béton armé entourant les colonnes sans contact avec celles-ci; ces fourreaux reposent sur la dalle flottante et supportent le plafond du local.

Au point de vue phonique, il n'y avait aucun inconvénient à solidariser la dalle portante et les colonnes sous le niveau des appuis élastiques.

Mais l'absorption des efforts de freinage des trains nécessite une certaine flexibilité des colonnes; la flexibilité nécessaire ne put leur être donnée qu'en augmentant leur longueur.

Ces colonnes vont ainsi prendre appui en sous-sol sur le radier général sur lequel des colonnes auxiliaires supportent la dalle portante.

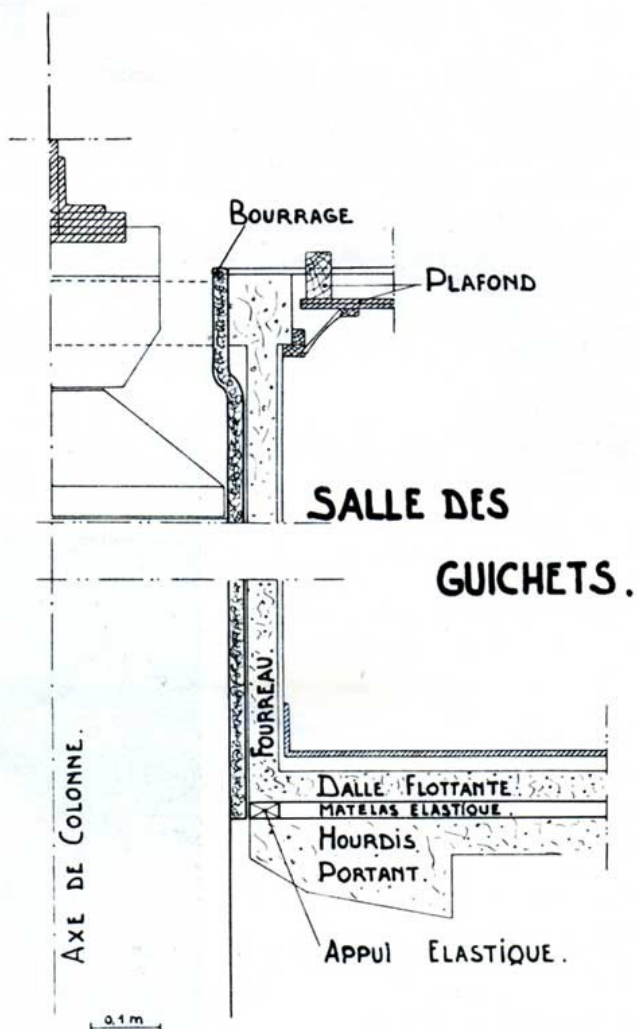


Fig. 4. — Coupe verticale d'un fourreau d'une colonne de la salle des guichets.

Tout comme pour les locaux Attente et Buvette, les appuis élastiques adoptés finalement sont des appuis plomb-amiante dont les fig. 4 et 5 montrent à titre d'exemple, la disposition sous un fourreau; de son côté, la dalle flottante repose également sur nattes de soie de verre.

Un phénomène nouveau fut la présence dans le système portant d'un joint de dilatation qui aurait dû traverser la Salle des Guichets dans toute sa largeur si on avait adopté la solution facile et classique consistant à diviser l'enceinte flottante en deux parties suivant une ligne de séparation coïncidant avec le joint de dilatation.

Dans cette méthode, chacune des parties de l'enceinte flottante prend appui sur son système portant et peut suivre les déformations de ce dernier.

Aucun problème particulier ne se pose mais on n'évite pas la présence d'un couvre-joint régnant tant sur le plancher flottant que sur les murs et le plafond du local insonorisé.

A la demande des architectes, cette solution devait être évitée presque à tout prix.

Un examen approfondi de la question permit de conclure que les déplacements relatifs des deux systèmes portants situés de part et d'autre du joint de dilatation pouvaient être négligés dans le sens vertical.

Les déplacements relatifs possibles des supports dans le plan horizontal pouvaient être ramenés à une valeur compatible avec les possibilités de déformation latérale des appuis élastiques.

Dans ces conditions, l'enceinte flottante fut réalisée unique, sans joint autre que le joint périphérique, et prenant évidemment appui par l'intermédiaire des appuis élastiques, sur deux systèmes portants différents.

Le public n'étant pas appelé à séjourner aussi longtemps dans la Salle des Guichets que dans les locaux Attente et Buvette, l'Administration décida à juste titre de ne pas réaliser ici des conditions d'insonorisation aussi poussées que celles prévues pour les premiers locaux.

Les caractéristiques des appuis plomb-amiante et des nattes de soie de verre furent ainsi adaptées à ces nouvelles exigences, ce qui permit dans l'ensemble de réaliser une économie très notable.

Tout comme les propriétés mécaniques d'un élément sont celles de sa section la moins résistante, les qualités d'isolation d'un dispositif sont celles de l'endroit phoniquement le plus faible.

Or, si la Salle des Guichets proprement dite est destinée au public, les Locaux Annexes seront occupés en permanence par le personnel.

Il devenait donc nécessaire pour ces derniers locaux de compenser la diminution d'insonorisation admise, diminution qui règne partout puisque tous les locaux constituent une seule enceinte flottante.

Cette compensation fut obtenue à l'aide d'un revêtement absorbant en plafond à l'aide de

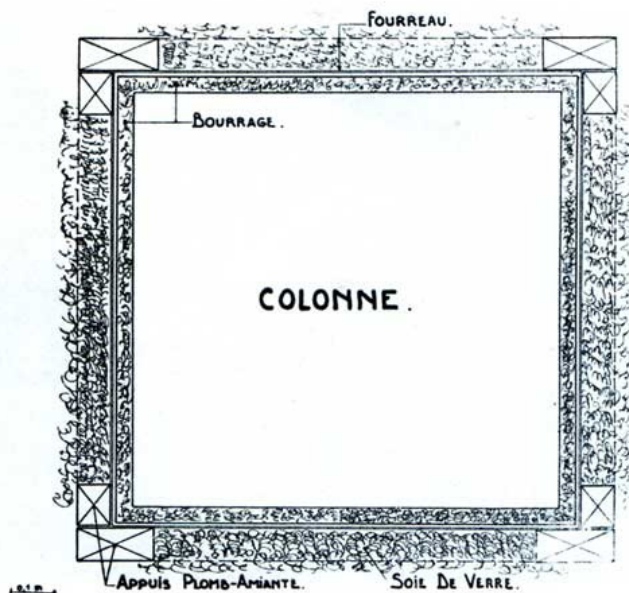


Fig. 5. — Disposition en plan des appuis élastiques d'un fourreau de colonne.

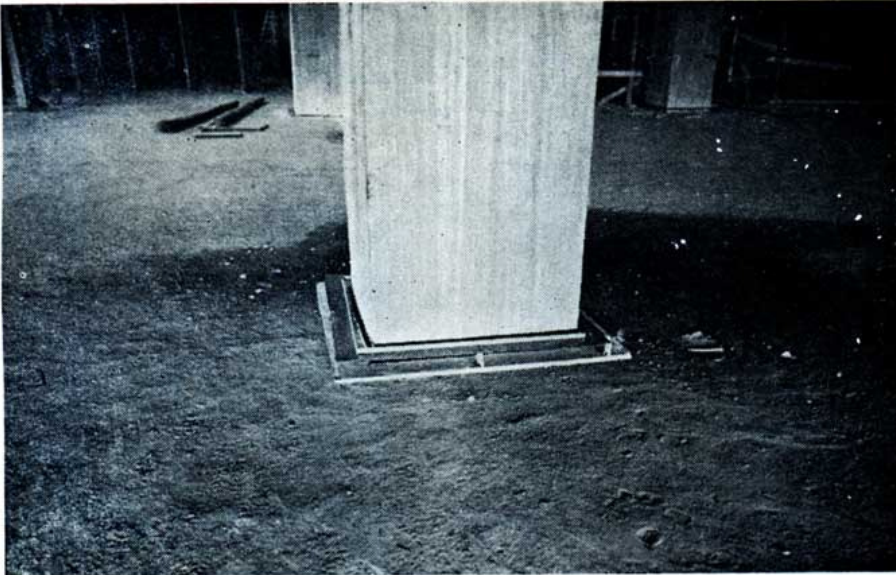


Salle des guichets

Les fourreaux de colonne en bordure de la salle des guichets ne les entourent pas complètement. On peut ainsi voir, débordant dans la partie supérieure, le bourrage entre une colonne et le fourreau

Salle des guichets

Pied d'une colonne portante.
On voit le cadre métallique
définissant la position du futur
fourreau.



plaques perforées, en fibres de bois comprimées, à haut coefficient d'absorption, placées sur lattis.

Ce procédé est similaire à celui appliqué dans le Couloir Transversal il réduit le niveau des bruits qui ont pu pénétrer dans le local tandis que la conception d'enceinte flottante arrête ces bruits avant leur entrée dans le local, plus ou moins selon les caractéristiques adoptées.

Le revêtement absorbant est notamment visible dans les bureaux de recettes pour lesquels l'insonorisation est donc obtenue par l'action conjuguée des principes de l'enceinte flottante et du revêtement absorbant.

Ce dernier présente en outre l'avantage de corriger les conditions acoustiques intérieures de ces bureaux, rendant ainsi les conditions de travail plus agréables et augmentant le rendement du personnel comme cela a été démontré maintes fois.

Les portes et fenêtres d'un local flottant doivent être prévues sur la dalle flottante de façon à fermer complètement le local insonorisé.

C'est ainsi qu'aux accès à la Salle des Guichets aussi bien d'ailleurs qu'à ceux des locaux Attente et Buvette, on peut voir le couvre-joint juste devant les portes, du côté extérieur au local.

Il existe toutefois un endroit où pour diverses raisons techniques, il ne fut pas possible de situer les portes sur la dalle flottante; il s'agit de la batterie de portes donnant accès de la Salle des Guichets au Couloir Transversal.

Ces nombreuses portes reposent sur le sol non isolé du couloir; au point de vue bruit transmis par l'ossature leur efficacité est donc nulle.

En outre, de par leur situation, elles sont destinées à être plus souvent ouvertes que fermées; leur efficacité est donc aussi très faible en ce qui regarde les bruits transmis par voie aérienne et engendrés dans le Couloir Transversal.

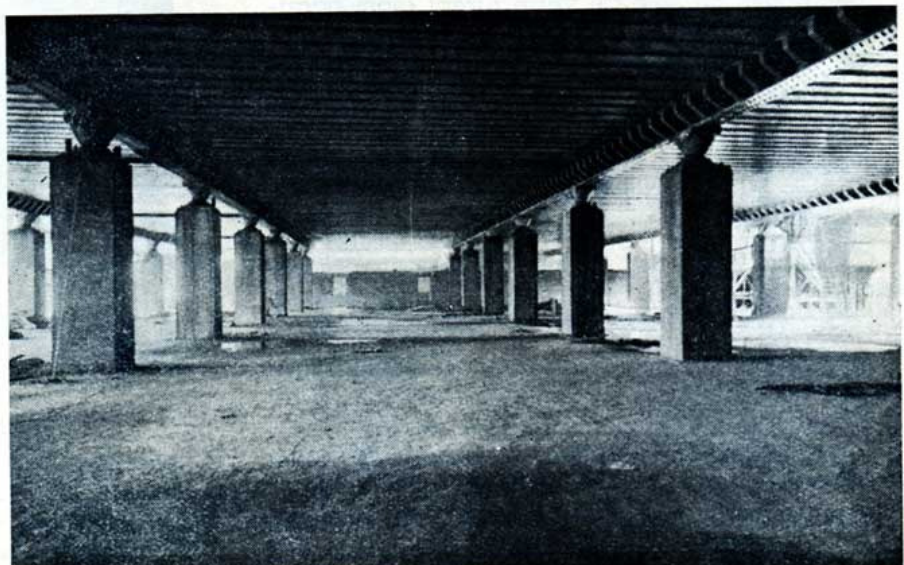
On s'est donc trouvé là devant une ouverture de dimensions considérables pratiquée dans une des parois de l'enceinte flottante.

Cet inconvénient fut éliminé par la réalisation d'une sorte de « Silencieux » dans l'espace compris entre les portes et la Salle des Guichets proprement dite.

Cet espace est heureusement suffisamment long et de plafond suffisamment bas pour permettre d'atteindre un résultat tout à fait efficace, en constituant le plafond à l'aide de panneaux absorbants à perforations, analogues à ceux des bureaux de recettes.

Salle des guichets

Vue d'ensemble de l'ossature
portante à l'intérieur de laquelle
est construite la salle des guichets
« flottante ».



Ces panneaux doivent absorber l'énergie sonore venant de l'extérieur avant qu'elle n'atteigne la partie centrale du local à plafond élevé; l'étude théorique du problème détermina l'absorption minimum à exiger du revêtement absorbant et en pratique on ne peut deviner dans la Salle des Guichets même, si les portes en question sont ouvertes ou fermées.

Le revêtement absorbant ne devait toutefois pas uniquement satisfaire à des conditions phoniques; il devait également posséder une résistance mécanique appréciable au choc.

La hauteur sous-plafond de cet endroit n'est en effet que de 2 m. 25 et il se trouve sur le chemin suivi par les porteurs de bagages.

Il faut donc s'attendre à ce que ce revêtement absorbant soit heurté par des valises de grandes dimensions portées sur l'épaule ou encore par d'autres objets tels que des skis, cannes à pêche, etc.

L'examen comparatif des matériaux mis à notre disposition conduisit à l'emploi des panneaux « Perfo-cel » Extra, à surface apparente excessivement dure ayant environ 40 cm. x 40 cm.

En tout état de cause si par hasard un coup exceptionnellement violent devait endommager un panneau, il suffirait de dévisser le panneau détérioré et de le remplacer par un nouveau.

À ce point de vue aussi le revêtement discontinu en plafond est plus intéressant qu'un revêtement par enduit dans lequel un accroc ne peut s'éliminer que par un travail de grande surface.

Cette partie de la Salle des Guichets à plafond surbaissé présentait d'ailleurs une autre difficulté importante à vaincre.

Cet abaissement du plafond provient en effet du fait qu'en cet endroit règne une galerie de

circulation à niveau intermédiaire entre celui du Couloir Transversal et celui des quais.

Pour des raisons constructives, cette galerie devait appartenir au système portant; faute de hauteur, il était d'autre part impossible d'élever son niveau et tout aussi impossible de prévoir sous elle un plafond reposant sur des fourreaux.

La seule possibilité de réaliser un faux plafond fermant l'enceinte flottante et ayant le minimum d'encombrement en hauteur, était de concevoir ce plafond comme suspendu élastiquement à l'ossature de la galerie intermédiaire.

On fut ainsi amené à réaliser la disposition suivante : les panneaux perforés dont question ci-dessus sont fixés à un lattis lui-même attaché à des amortisseurs solidaires du hourdis de la galerie intermédiaire.

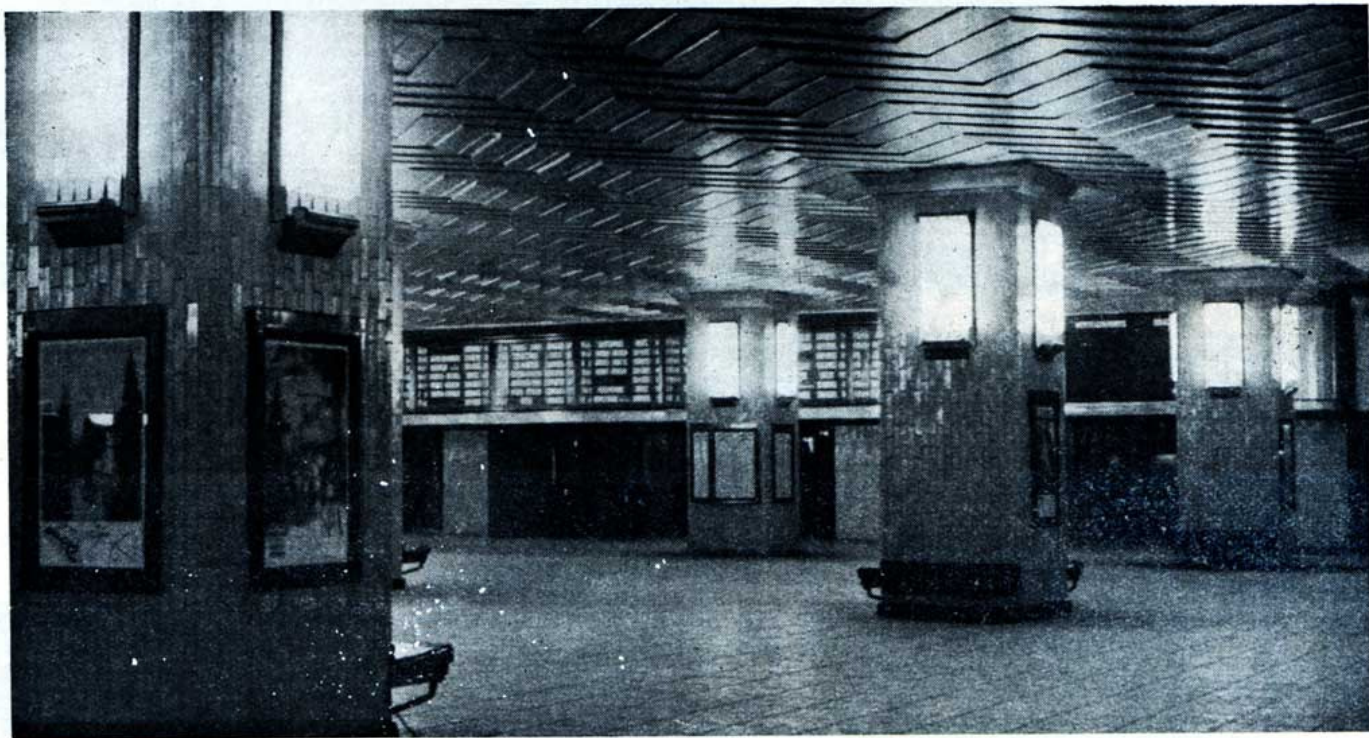
Ces amortisseurs comprennent des ressorts métalliques à boudins dont les caractéristiques sont telles que les propriétés d'isolation phonique de ce faux plafond sont équivalentes à celles des appuis plomb-amiante.

On peut aisément se rendre compte du montage élastique de ce plafond en poussant dessus; Il suffit de la pression de la main pour le faire remonter légèrement.

Il fut possible d'arriver à une conception d'exécution facile ne prenant en hauteur pas plus de 6 centimètres pour les amortisseurs, le lattis et les panneaux de revêtement absorbant.

Nous espérons ces notes suffisantes pour donner une idée d'ensemble des problèmes très divers qui se sont posés et des difficultés particulières qu'il a fallu vaincre.

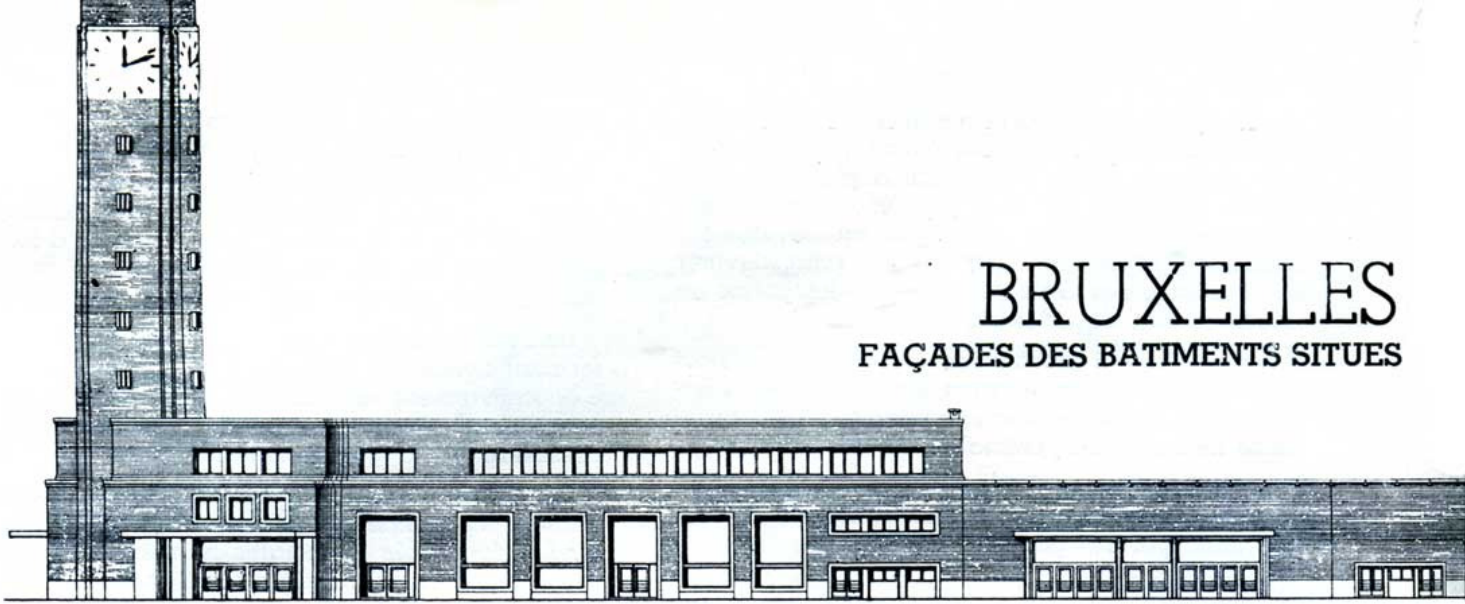
Nous espérons aussi pouvoir un jour compléter ces informations par l'analyse des travaux d'insonorisation plus importants non encore exécutés.



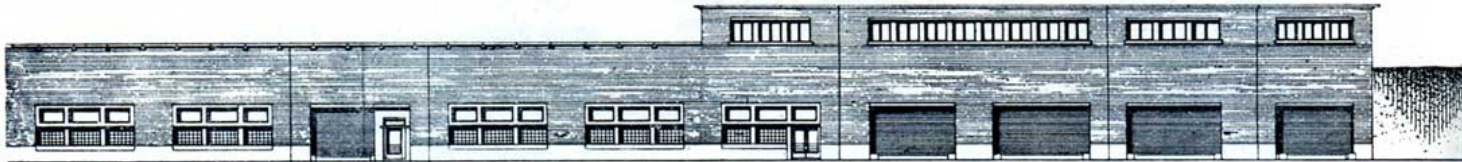
La salle des guichets parachevée

BRUXELLES

FAÇADES DES BATIMENTS SITUES

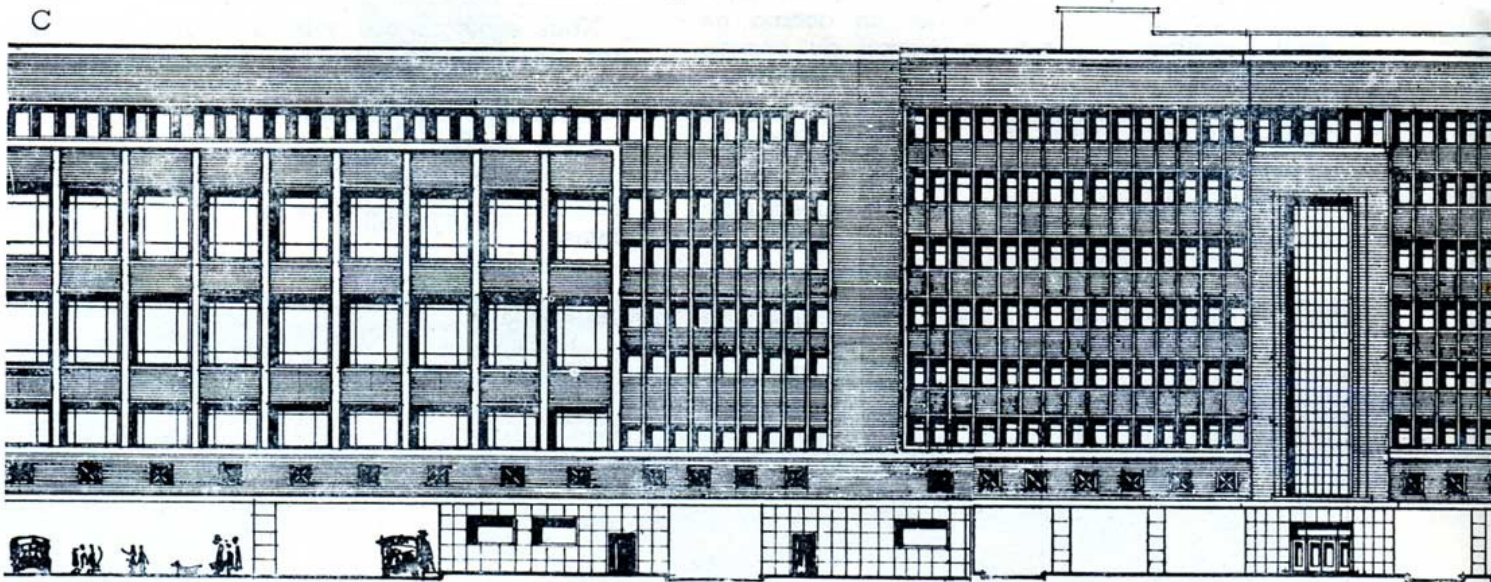


A



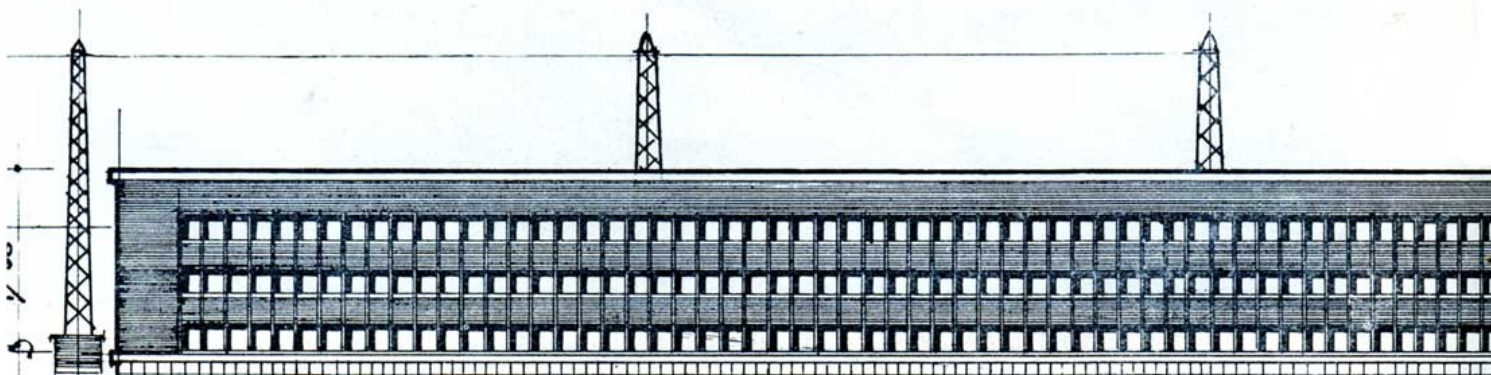
B

C



D

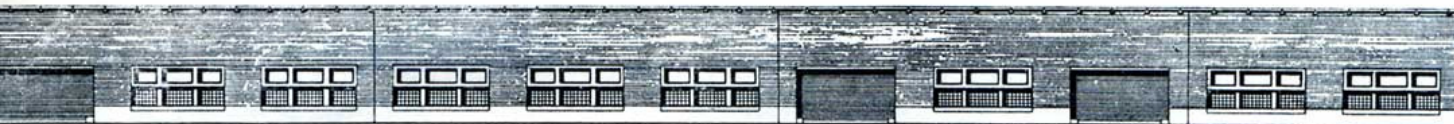
FAÇADES DES BATIMENTS SITUES LE LONG DE L'AVENUE FONSNY



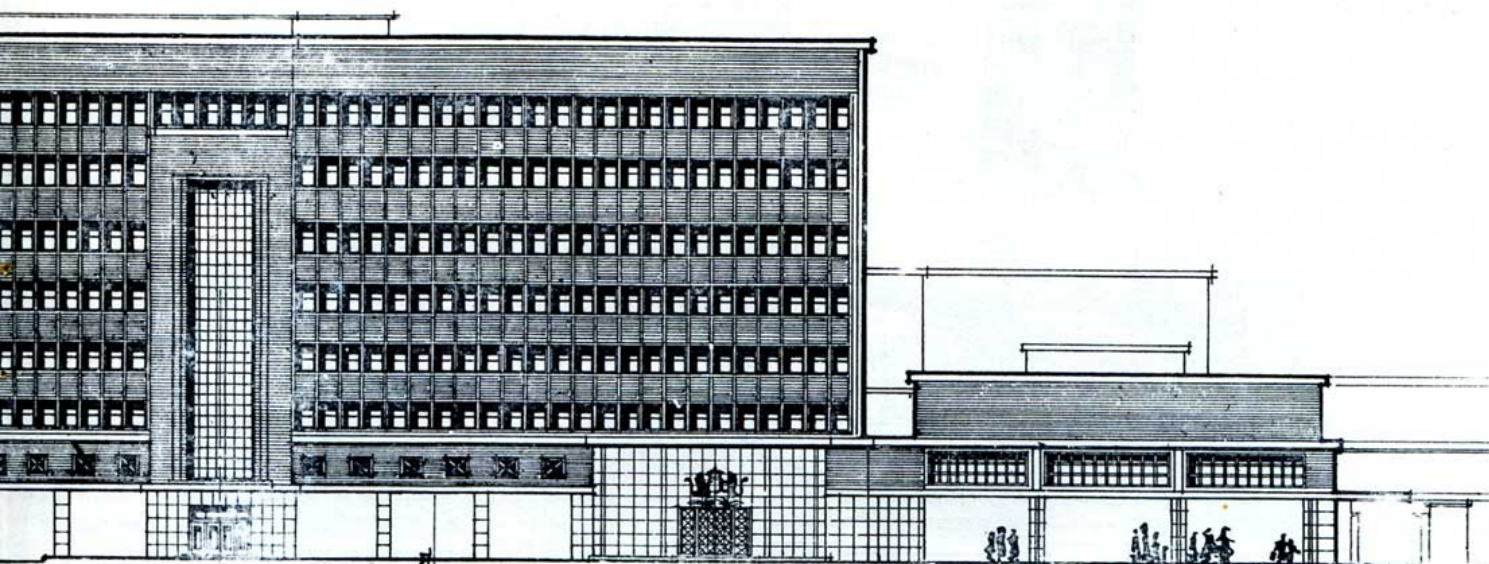
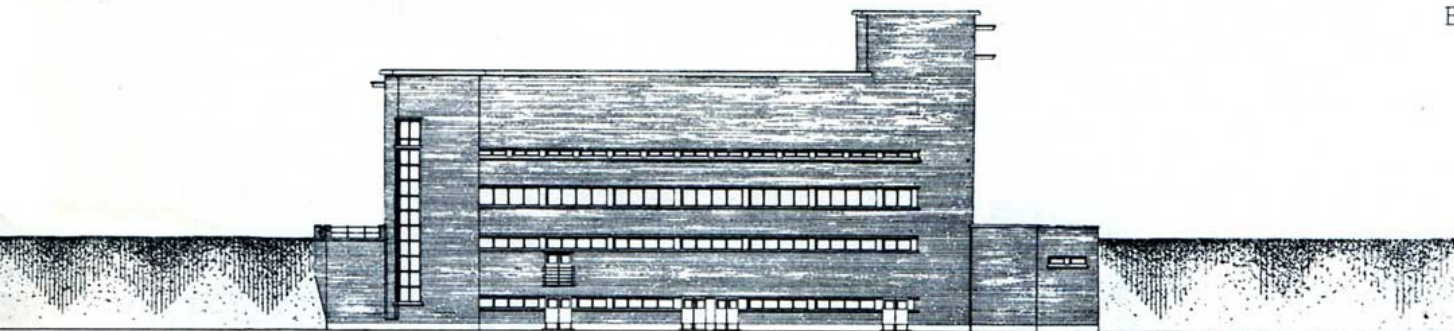
- MIDI

LE LONG DE LA RUE DE FRANCE

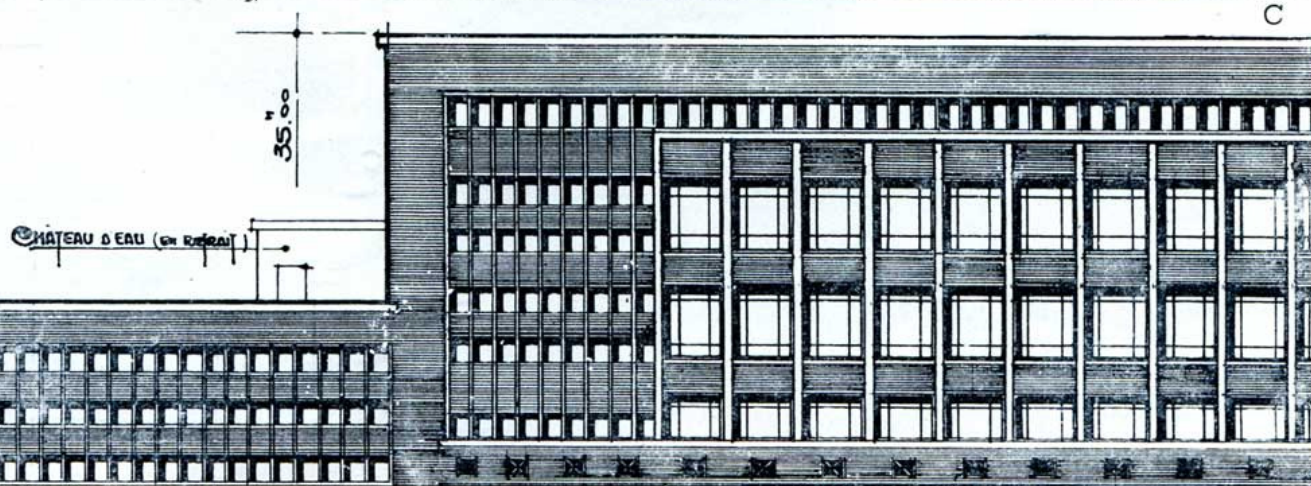
A



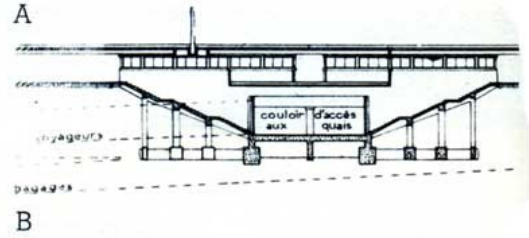
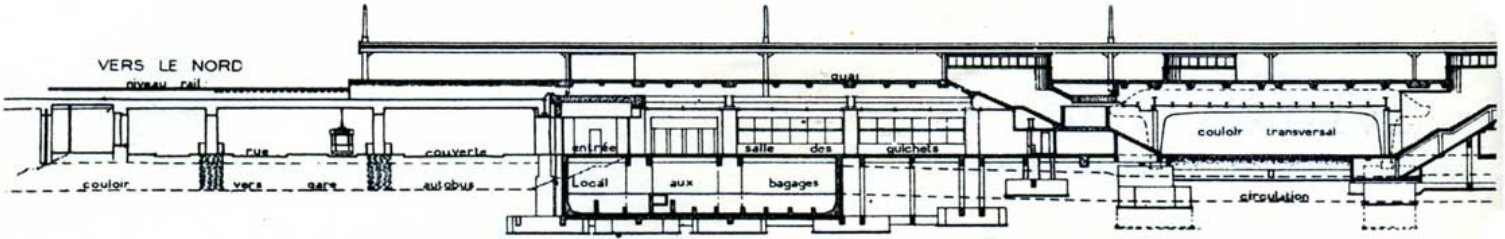
B



C

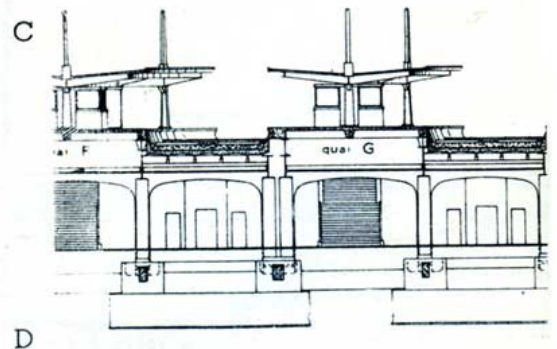
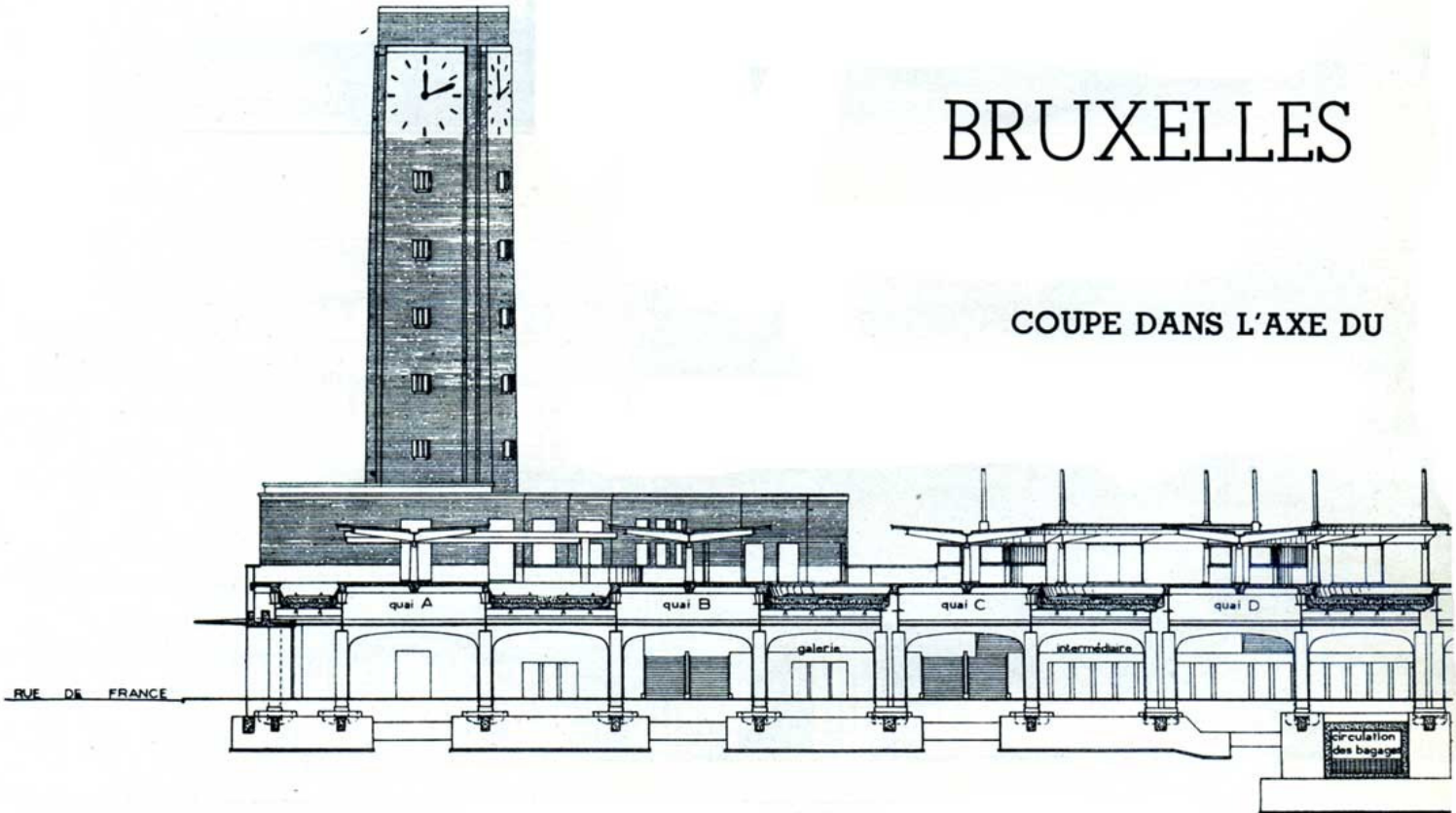


COUPE LONGITUDINALE SUIVANT



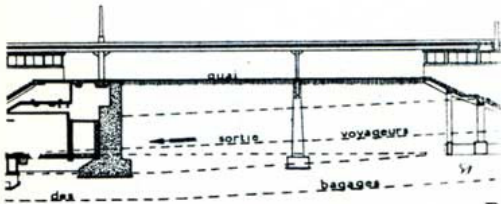
BRUXELLES

COUPE DANS L'AXE DU

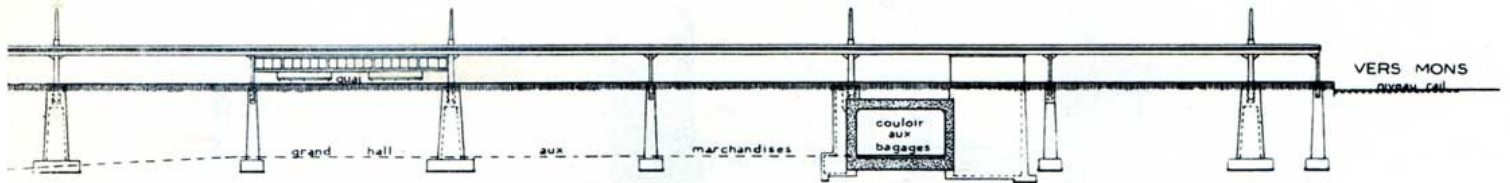


L'AXE DU QUAI SURELEVE E

A



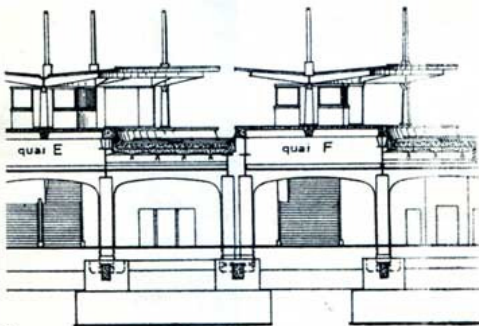
B



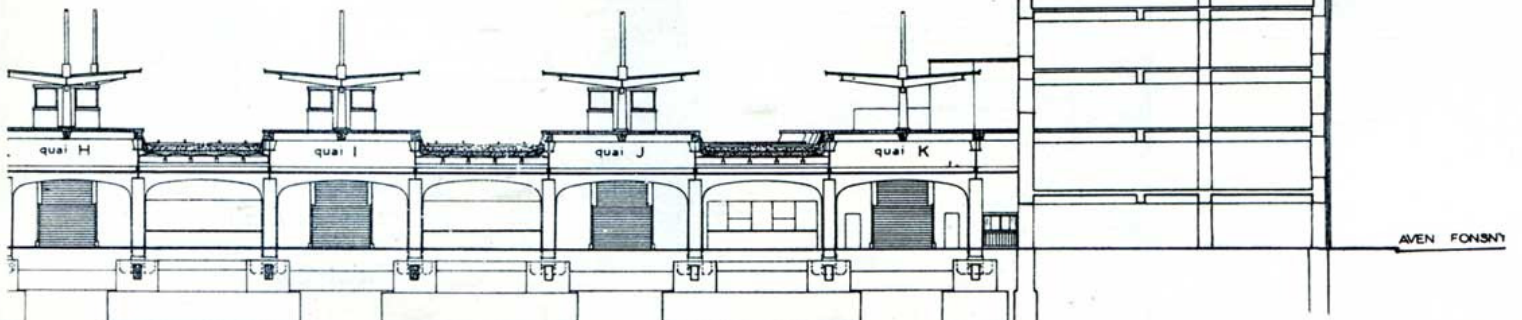
- MIDI

COULOIR TRANSVERSAL

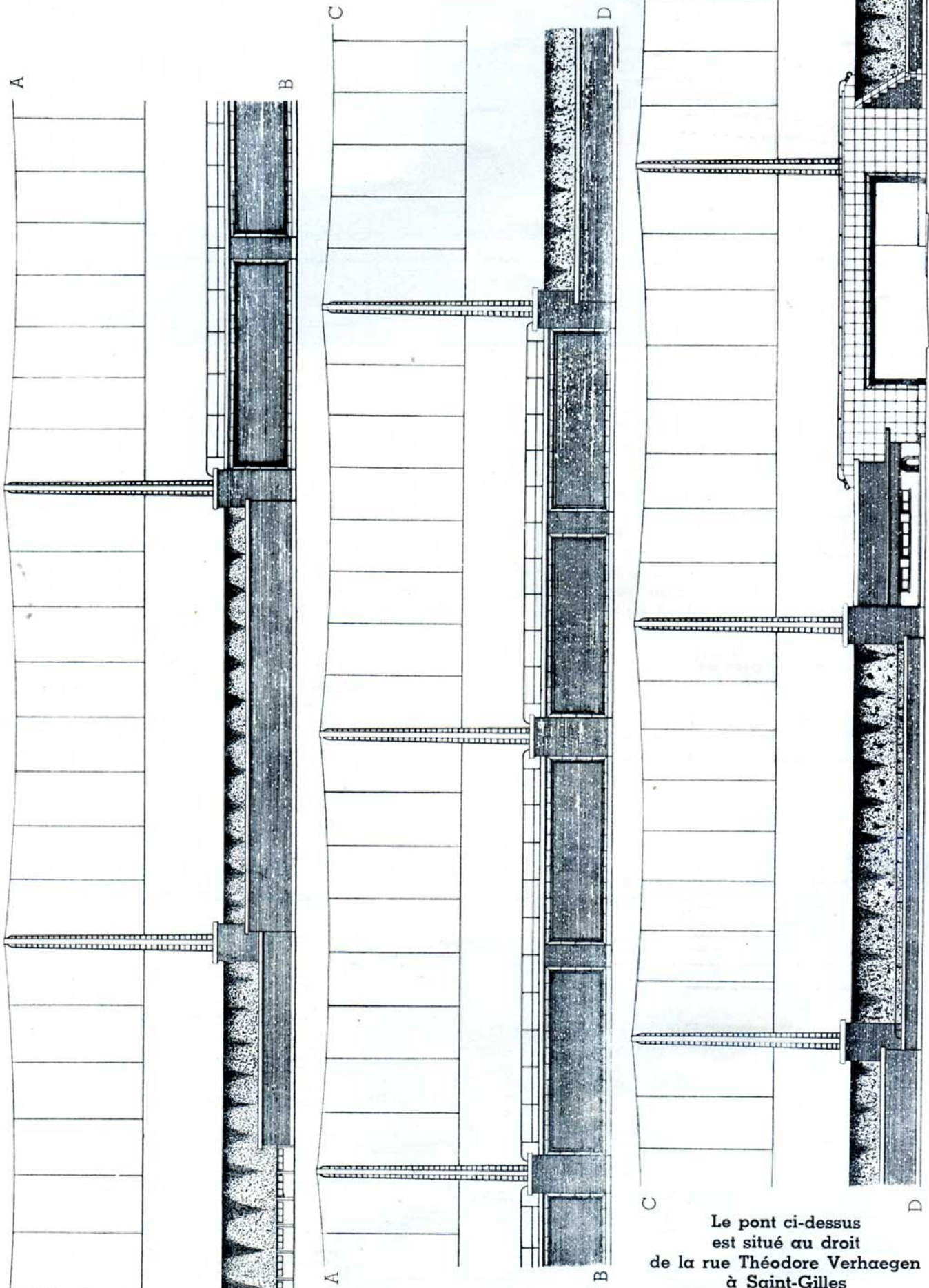
C



D



Passage inférieur de la rue Théodore Verhaegen et murs de soutènement le long de l'avenue Fonsny.



Le pont ci-dessus est situé au droit de la rue Théodore Verhaegen à Saint-Gilles