

B

Nr 3786.

Polltechnika Warszawska

Le Bâtiment de l'Amirauté à Varsovie

PAR

Stefan Bryła et Rudolf Swierczyński

Professeurs à l'École Polytechnique de Varsovie

Extrait du n° 9 - Septembre 1936 de

L'OSSATURE METALLIQUE

Revue Mensuelle des Applications de l'Acier

éditée par le

Centre Belgo-Luxembourgeois d'Information de l'Acier

54, rue des Colonies

BRUXELLES

BIBLIOTEKA
POLITECHNIKI WARSZAWSKIEJ
Warszawa, Pl. Jedności Robotniczej 1

B-3786

624.013

1955 ros.

BZ06PK/012-09



Fig. 546. Vue extérieure du bâtiment de l'Amirauté à Varsovie.

Le bâtiment de l'Amirauté à Varsovie

par **Stefan Bryła** et **Rudolf Swierczyński**

Professeurs à l'École Polytechnique de Varsovie

Le bâtiment de l'Amirauté est situé au commencement de l'Allée Zwirko i Wigura, nouvelle artère dont les différentes habitations seront isolées les unes des autres et entourées de jardins.

Les quatre ailes de ce bâtiment, destinées aux bureaux, forment en projection horizontale une croix au centre de laquelle se trouve une cage d'escalier, éclairée par en haut. Extérieurement, le bâtiment a été revêtu de plaques de grès, de couleur vert-jaune.

Le hall d'entrée possède des murs en dolomie, de teinte dorée avec bandes parallèles couleur sépia. Le plafond, de même teinte que les murs, présente des rampes pour éclairage indirect et les poutres apparentes sont revêtues de marbre

poli, de teinte brune. Les colonnes sont du même ton que le marbre.

Les murs de la cage d'escalier et des couloirs sont peints. Les colonnes sont de teintes claires émeraude-turquoise. Les plafonds sont blancs et les parties métalliques sont en cuivre patiné. Le vitrage du lanterneau de la cage d'escalier présente un dessin géométrique composé de plusieurs variétés de verre opaque non coloré.

Dans la salle de réunion, les murs sont de teinte brun clair et les colonnes sont recouvertes de stuc. Les portes possèdent des panneaux en frêne.

Le bureau de l'Amiral en Chef est embelli par des boiseries et armoires en citronnier et en frêne.

Le bureau de son adjoint possède des murs recouverts de flexwood en noyer.

L'entrée principale du bâtiment se trouve du côté est. Les angles rentrant aux endroits des jonctions des ailes du bâtiment présentent des arrondis de 1^m50 de rayon.

Le bâtiment comporte un rez-de-chaussée, quatre étages, un sous-sol, dont le plancher est à faible profondeur, des caves dans les ailes ouest et sud et des mansardes dans les ailes est et ouest. Dans les ailes nord et sud, des mansardes basses servent uniquement à l'isolation. La hauteur libre d'un étage est de 3^m10 : à l'exception du quatrième étage des ailes est et ouest, qui a une hauteur de 4^m30, la hauteur totale d'un étage est de 3^m40. La hauteur totale du bâtiment, depuis le sol jusqu'au sommet des murs, est de 20^m65 pour les ailes nord et sud et de 22^m65 pour les ailes est et ouest.

Dans l'aile sud sont installés deux appartements pour la direction. Dans les sous-sols se trouvent les chaudières du chauffage central, un entrepôt pour les combustibles et un transformateur ; dans l'aile sud, on trouve les caves des habitants du bâtiment.

Pour la communication verticale entre les différents étages, on a construit, au milieu du bâti-

ment, une cage d'escalier unissant le rez-de-chaussée avec le quatrième étage. Le sous-sol communique avec le rez-de-chaussée au moyen d'un escalier spécial se trouvant dans l'aile nord. La partie habitée du bâtiment possède deux escaliers : un au sud, unissant les caves au deuxième étage, l'autre, à l'ouest, relie les caves au premier étage. De plus, d'autres escaliers établissent une communication entre la chaufferie et la cour.

Quant à la méthode de construction, on a adopté une solution mixte : des murs extérieurs portants en briques et une ossature métallique intérieure. Tous les murs de séparation, y compris les murs des cages d'escalier, sont faits en briques.

Il était nécessaire d'obtenir le maximum de place disponible à l'intérieur du bâtiment.

A cause de la hauteur relativement peu importante du bâtiment, la construction mixte s'est montrée comme étant plus économique que la construction entièrement à ossature.

La disposition des locaux est symétrique : un couloir central dans chaque aile et des bureaux ou éventuellement locaux d'habitation de chaque côté de ce couloir.

Les colonnes sont disposées en deux rangées, sur les deux côtés des couloirs. Les axes de ces

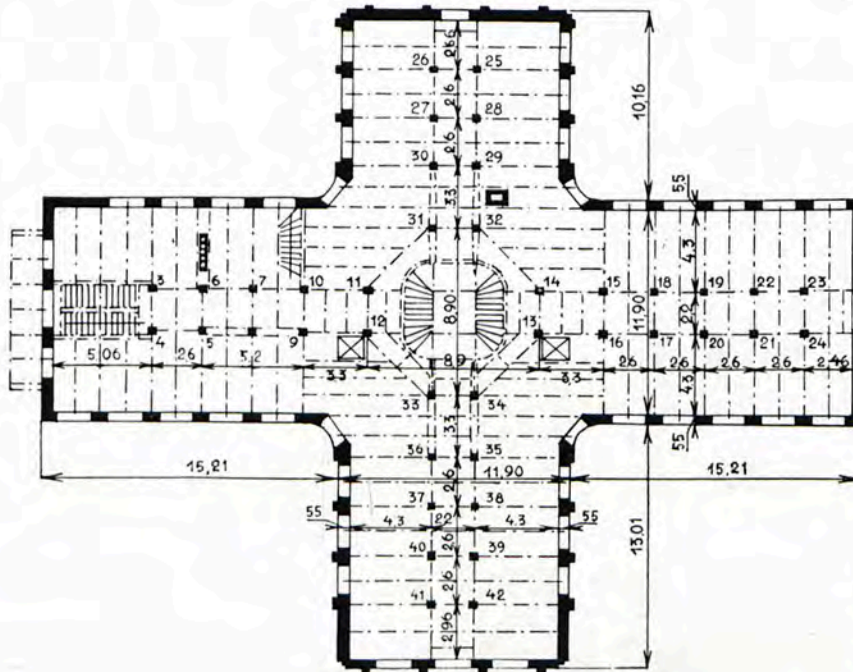


Fig. 547. Plan du bâtiment et disposition des colonnes, poutres longitudinales et solives de l'ossature métallique.



colonnes sont distants de 2^m20 . Dans le sens longitudinal, elles sont espacées de 2^m60 et, dans la partie centrale, de 3^m30 . Cette disposition, adoptée pour des raisons architecturales, s'est révélée en même temps très économique. Ce n'est que pour certains étages, où l'aménagement de grandes salles était nécessaire, que l'espacement des colonnes a été porté à 5^m20 , en supprimant une colonne sur deux. L'étage immédiatement supérieur à ces salles possède à nouveau l'espacement normal de 2^m60 , avec une colonne sur deux reposant sur les poutrelles horizontales. Les colonnes sont reliées, dans les plans des planchers, par des poutres longitudinales.

Dans la partie centrale du bâtiment, l'intérieur de l'octogone, dont le diamètre du cercle inscrit est de 8^m90 , ne possède pas de colonnes, et les poutres horizontales sont en porte-à-faux jusqu'à la cage de l'escalier. Les colonnes se trouvant aux sommets de l'octogone sont reliées entre elles par des poutres horizontales obliques (fig. 549).

Les solives, espacées de 1^m30 , sont disposées perpendiculairement aux poutrelles horizontales longitudinales, de façon à ce qu'une solive sur deux se trouve dans les axes des colonnes. Dans les rangées où les colonnes sont espacées de 3^m30 , les solives sont disposées à 1^m10 de distance. A



Fig. 549. Vue de l'ossature métallique, montrant les poutres obliques horizontales des galeries entourant la cage de l'escalier.

Fig. 548. Montage des colonnes.

l'endroit où se trouve la cheminée des cuisines de la partie habitée, les solives sont doubles.

Dans le plan des planchers se trouvent dans les murs des poutrelles composées de deux fers U, assemblés par des éléments de liaison de même profil. Ces poutrelles constituent le chaînage de la maçonnerie des murs. Les extrémités des solives sont assemblées à ces poutrelles horizontales, ce qui a pour effet de renforcer considérablement la rigidité transversale du bâtiment et, en même temps, de fixer les solives au mur. Grâce à cette fixation, le poids de la poutraison du plancher, y compris les poutrelles se trouvant dans les murs, est moindre que celui de la poutraison sans les poutrelles dans les murs. Ces dernières poutrelles jouent également le rôle de linteaux.

Les surcharges admises dans les calculs étaient de 300 kg/m^2 et la tension dans l'acier de 1.200 kg/cm^2 . Les poutres horizontales longitudinales, passant au travers des colonnes, sont calculées comme poutres continues, les poutres assemblées aux colonnes comme partiellement encastées. Les solives, reposant par un bout sur une poutre horizontale et par l'autre bout sur un mur, sont calculées comme partiellement encastées à une extrémité.

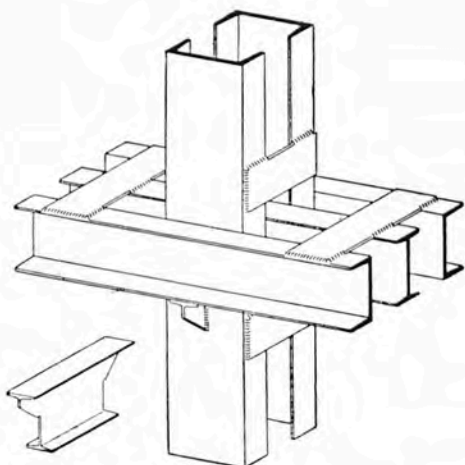


Fig. 550. Assemblage d'une poutre longitudinale à une colonne.

Les fondations des colonnes sont des blocs isolés de béton fretté. Certaines paires de colonnes, plus fortement sollicitées, possèdent des fondations communes.

Toutes les colonnes sont construites au moyen de deux profils en U, placés comme le montre la figure 550, assemblés par des plaques de liaison (fig. 548 et 550). Les étages inférieurs possèdent des profils de 18 à 22 cm ; pour les étages supérieurs, on a utilisé des profils plus petits, allant jusqu'au profil de 10 cm. La distance des deux profils U est invariable pour une colonne déterminée et varie de 220 à 260 mm d'une colonne à l'autre. Les plaques de liaison sont espacées de 400 à 600 mm.

Les colonnes fortement sollicitées, dont l'enrobage en briques devait être cylindrique pour des raisons architecturales, sont en caisson, formé par deux fers U et de deux tôles continues de liaison.

L'orientation des colonnes est telle que les poutrelles horizontales longitudinales peuvent les traverser sans les percer et constituer ainsi des poutres continues. Les tronçons de colonnes sont assemblés tous les deux étages (exceptionnellement trois) ; il y a un assemblage pour le sous-sol et le rez-de-chaussée, le premier et le deuxième étage, et les troisième et quatrième étages. Les joints sont du type indiqué sur la figure 551 ; un autre type, faisant emploi de fourrures, a été également employé. Dans le premier cas, on a pratiqué une ouverture triangulaire dans l'âme du profil inférieur, et les deux parties de l'extrémité ainsi découpée ont été repliées sur elles-mêmes. Les deux profils ont été ensuite soudés

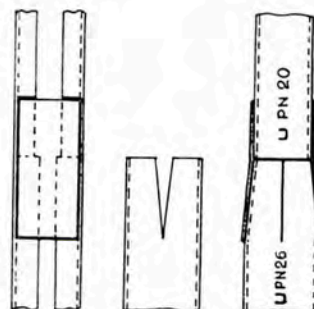


Fig. 551. Joint dans une colonne.

bout à bout. Comme la base du triangle découpé était égale à la différence des deux hauteurs, les deux profils assemblés avaient même hauteur. Des plaques convenablement dimensionnées servent de couvre-joints. Elles ont été soudées aux colonnes inférieures à l'atelier et aux colonnes supérieures sur place.

Les joints se trouvent à 300 mm au-dessus des planchers.

Les plaques de base des colonnes sont exécutées en tôles épaisses (épaisseur de 25 à 40 mm) sans nervures. Une couche de liant de 2 à 4 cm d'épaisseur se trouve entre les plaques et les fondations. Les plaques sont assemblées aux fondations au moyen d'ancrages en barres de 19 mm de diamètre, recourbées en forme de crochets.

Dans les plans des planchers, on a soudé sur les colonnes des consoles de montage en cornières, servant à l'appui des poutrelles horizontales. Les poutrelles continues, passant par les colonnes, s'appuient sur des éléments d'appui exécutés en profil I, et placés axialement à l'intérieur des poutres. Pour les colonnes, sur lesquelles s'appuient des poutres longitudinales extérieures à ces colonnes, on a employé un élément d'appui découpé dans un I, comme le montre la figure 550. Les parties saillantes de ces appuis traversent la colonne par des ouvertures pratiquées dans les profils en U.

La majorité des poutres longitudinales sont exécutées en poutrelles I, calculées comme poutres continues, passant au travers des colonnes. La section a été choisie en tenant compte des moments d'appui.

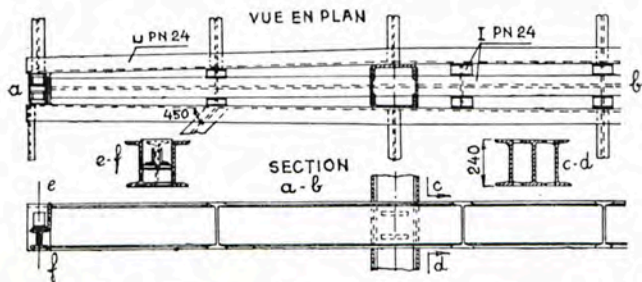


Fig. 552. Poutre longitudinale composée de profils laminés.

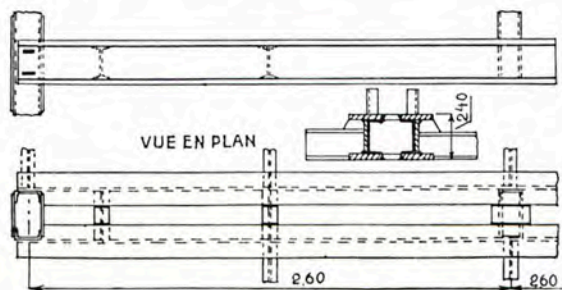


Fig. 553. Poutre longitudinale en caisson.

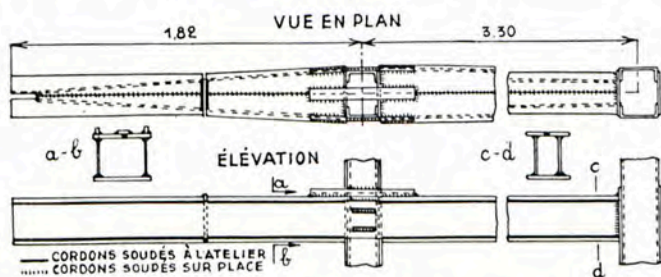


Fig. 554. Poutre en forme de bateau supportant l'escalier.

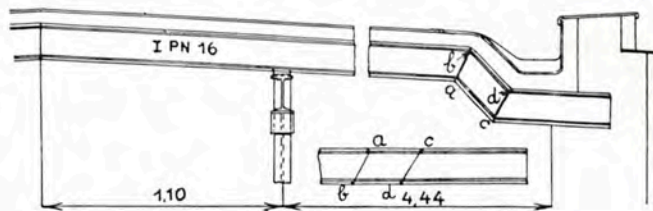


Fig. 555. Ferme construite au moyen d'une poutrelle IPN 16, sans aucun déchet de matière.

Les joints bout à bout, sans couvre-joints, sont exécutés au droit des moments nuls. Comme ces poutres longitudinales devaient être placées dans l'épaisseur du plancher, leur hauteur était limitée à 24 cm. Là où le profil PN 24 ne suffisait pas, on a employé soit des poutrelles laminées avec semelles, soit des poutres composées de deux ou trois profils laminés (fig. 552), soit enfin des poutres caisson composées de tôles (fig. 553).

Les poutres unissant les colonnes 30 et 31, ainsi que celles unissant les colonnes 29 et 32, et qui supportent l'escalier, ont une forme spéciale ressemblant à celle d'un bateau (fig. 554). Il était nécessaire d'avoir, au droit des moments fléchissants maxima (atteignant 12 tm), une section de résistance suffisante, pour une hauteur admissible minimale. La poutrelle composée était exécutée à l'atelier en deux parties, une de section en Γ présentant une partie verticale et une partie horizontale, l'autre de section en U à branches inégales. On a soudé sur place les joints de ces deux profils. Au droit de la colonne 31 (32), les éléments horizontaux sont interrompus. Aux endroits de liaison des tôles avec les colonnes, des joints très résistants ont été exécutés.

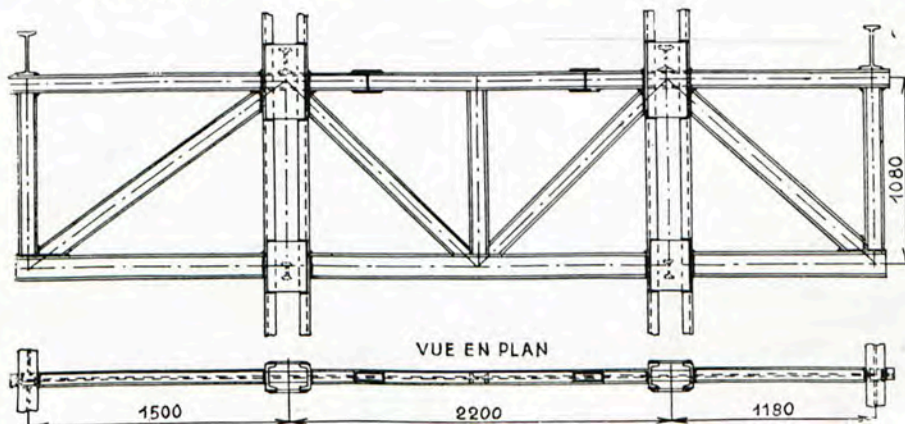


Fig. 556. Poutre en treillis léger séparant les ailes nord et sud des ailes est et ouest.

Les poutres prenant appui sur les colonnes 33 et 36, et 34 et 35 se composent de profils laminés : deux profils en U de 24 cm, extérieurs à la colonne, et un profil I au milieu, de même hauteur.

Le plafond du quatrième étage est situé dans deux plans horizontaux différents, distants de 1^m20 l'un de l'autre. Dans les ailes est et ouest, la hauteur des locaux est plus grande que dans les ailes nord et sud.

Les poutres se trouvant à la limite de la partie haute et de la partie basse sont en treillis léger de 1^m20 de hauteur (fig. 556 et 558).

Le toit est à double versant et présente une pente de 5 %. Il est construit au moyen d'une dalle en béton armé, reposant sur des fermes et colonnes métalliques. Les colonnes sont exécutées en profils I 16, terminées en haut et en bas par des plaques en tôle de 15 mm. Elles reposent sur les sommets des colonnes du quatrième étage. Les fermes sont espacées de 2^m60 et s'appuient généralement directement sur les colonnes.

Ce n'est qu'en certains points, où l'espace entre les colonnes est double, que les charges se transmettent sur les colonnes, par l'intermédiaire de poutres longitudinales. Les fermes sont exécutées en poutrelles laminées P N 16 ; elles présentent des pentes de 5 % correspondant à la pente du toit. Au faite, des joints bout à bout sont effectués.

Près des murs, les fermes présentent une forme brisée, pour permettre la construction d'une gouttière. La ligne brisée a été obtenue en découpant convenablement la poutrelle en deux endroits *ab* et *cd*, en retournant la partie *a b c d* comme le montre la figure 555, puis en soudant les joints. Cette méthode élimine tout gaspillage de la matière. Sur les colonnes, on a intercalé des coins présentant une pente de 5 % pour permettre un assemblage convenable.

La cage de l'escalier se trouvant au milieu du bâtiment a été recouverte par un lanterneau. Le lanterneau est double ; il se compose d'un plafond et d'un plancher vitrés. Le toit du lanterneau, en forme de pyramide à base octogonale, dont les côtés sont inégaux (alternativement 4^m60 et 3^m04), est construit en fers T et en fers U (fig. 557 et 559). La sablière à la base de l'octogone est en P N 16.

La partie portante du plafond du lanterneau se compose de deux paires croisées de poutres composées en tôle, en I de 220 mm de hauteur. On a employé des poutres composées, au lieu de profils laminés, pour des considérations architecturales limitant la largeur des ailes. Près des murs, on a exécuté, dans la poutre, des ouver-



Fig. 557. Lanterneau de la cage de l'escalier et fermes.

tures carrées pour laisser passer des conduites tubulaires ; de ce fait, la section se trouvait affaiblie en ces endroits, et l'on a porté à 300 mm la hauteur de la poutre. Aux endroits de croisement, les poutres d'une paire sont continues ; les poutres de l'autre paire sont interrompues et assemblées aux poutres de la première paire (fig. 559).

La cage d'escalier principale a une section horizontale carrée avec coins arrondis par des arcs de cercle de 1^m50 de rayon (fig. 560).



Fig. 558. Vue des poutres en treillis léger.

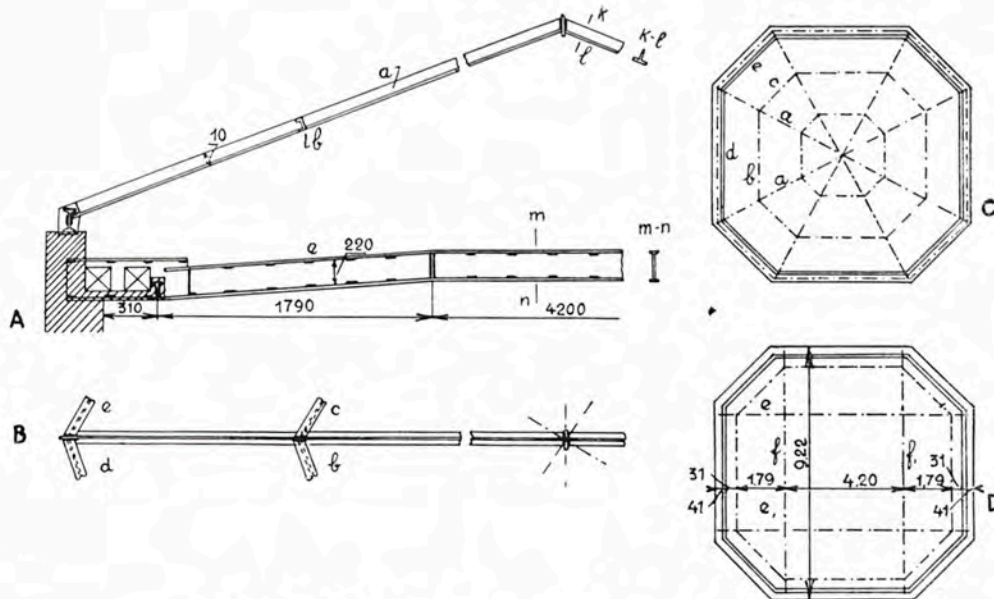


Fig. 559. Détails de construction du lanterneau.

Au centre de la cage de l'escalier, on trouve un espace libre de $2^m20 \times 2^m20$ servant à l'éclairage. La largeur utile des marches est de 1^m40 et la section de 14×30 cm. La cage de l'escalier est ouverte de tous les côtés, la balustrade, ajourée, est en acier. A chaque étage, une galerie ouverte permet une communication aisée entre les couloirs des différentes ailes et entre ces couloirs et la cage de l'escalier.

Lors de l'étude de l'escalier, on devait observer les conditions architecturales suivantes :

- 1° Absence des colonnes dans la cage de l'escalier ;
- 2° Aspect le plus léger possible de l'escalier ;
- 3° Absence de nervures au plafond de l'escalier.

L'observation de ces conditions contradictoires mettait le constructeur devant un problème difficile.

L'absence des colonnes soutenant les limons extérieurs courbes, exigeait l'emploi de poutrelles puissantes de grande résistance à la torsion, alors que des considérations esthétiques exigeaient une section rectangulaire d'une largeur ne dépassant pas 5 cm.

Les limons intérieurs, prolongements des poutres de plancher, devaient avoir une section variable : étroits et relativement hauts dans les volées, et bas, pour pouvoir se loger dans l'épaisseur du plancher, dans les paliers. La grande

difficulté a été la réalisation du passage d'une section à l'autre ; à ces endroits agissent les moments fléchissants maxima.

Les limons intérieurs sont les éléments principaux de la partie portante de l'escalier. Ces limons supportent, en plus de la partie de la sollicitation de l'escalier qui leur correspond, la charge des paliers et, indirectement, la charge des limons extérieurs. Ils s'appuient, d'un côté, sur les dernières colonnes de l'aile occidentale (colonnes n°s 33 et 34) (fig. 547) et, d'un autre côté (palier à mi-étage), ils sont suspendus au moyen de tirants en acier aux poutres en porte-à-faux de l'aile ouest.

La portée d'un limon intérieur, depuis la colonne jusqu'au tirant, est de 7^m15 . Le calcul de ce limon, considéré comme travée extrême de la poutre continue de l'aile orientale, avec une extrémité librement appuyée (suspendue), a donné comme moment maximum environ dix tonnes-mètres.

Pour un tel moment, la section nécessaire avait des dimensions inadmissibles. On a diminué notablement les moments en employant des rotules et en appuyant les limons extérieurs sur les poutres horizontales obliques des galeries.

Les rotules sont disposées sur les extrémités en porte-à-faux des poutres horizontales de l'aile orientale, à une distance de 1^m85 des colonnes,

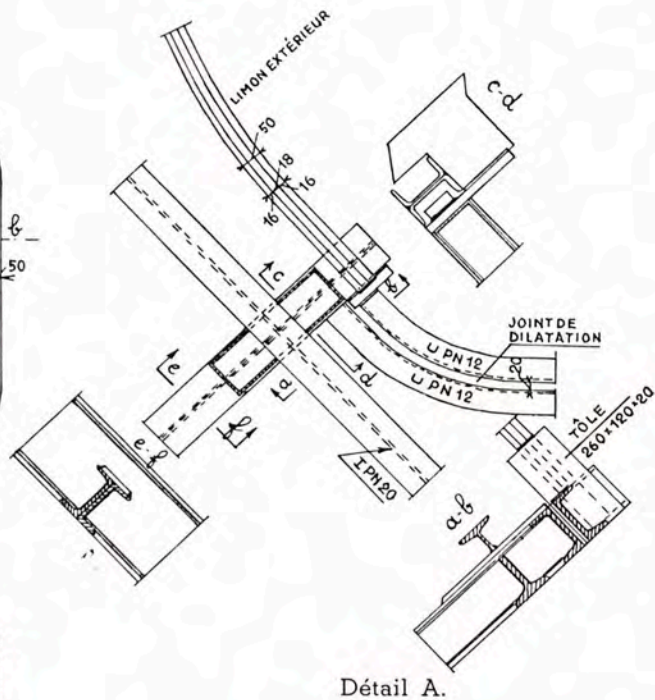
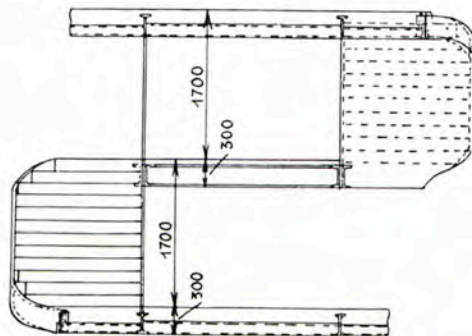
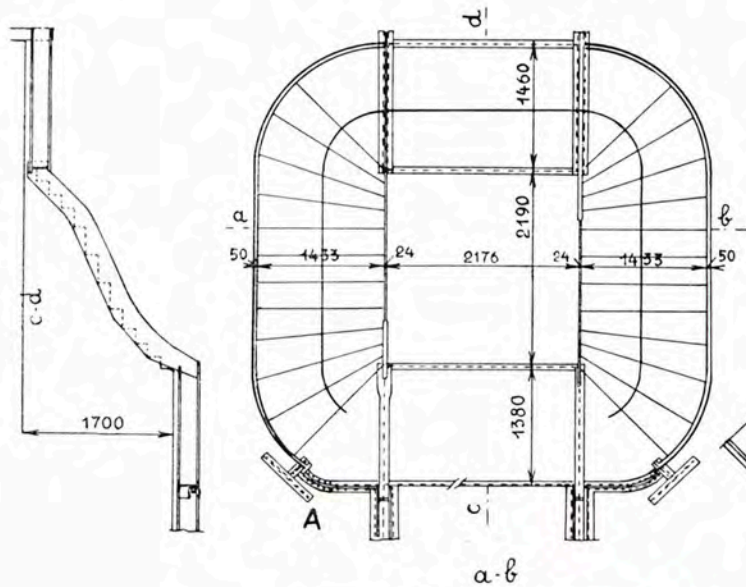


Fig. 560. Construction de l'escalier principal. Le limon extérieur repose sur un élément d'appui solidaire de la poutre horizontale oblique de plancher.
Fig. 561. Limon extérieur de l'escalier principal.

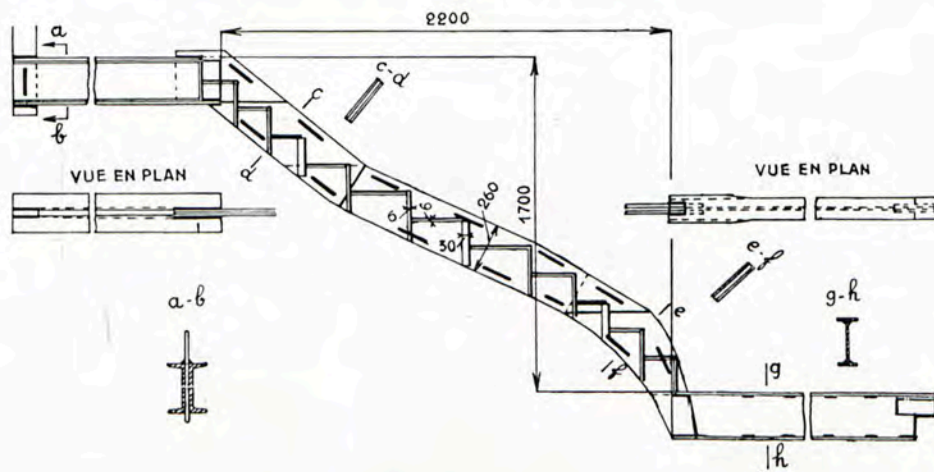




Fig. 562. Montage de l'escalier à l'atelier. On aperçoit bien le limon extérieur.

sur la ligne, qui sépare le palier proprement dit de la galerie, environnant la cage de l'escalier.

La poutre du limon intérieur se divise, au point de vue section, en trois parties : 1° dans la région du palier à hauteur de l'étage : poutre composée en I de 24 cm de hauteur ; 2° dans la région de la volée : section rectangulaire de 300×24 mm composée de 3 tôles d'épaisseurs respectives de 7, 10 et 7 mm soudées ; et 3° dans la région du palier à mi-hauteur de l'étage : deux profils en U de 24 cm, tournés vers l'extérieur, et se trouvant à une distance, l'un de l'autre, égale à l'épaisseur de la tôle de la volée, qui vient se placer entre les deux fers U.

Aux endroits de la jonction des paliers avec les volées montantes, l'épaisseur de la section de la poutre est portée de 24 à 50 mm, en augmentant l'épaisseur des tôles extérieures de 7 à 20 mm.

Le limon extérieur (fig. 561), courbe en projection horizontale, a une section de 300×50 mm, également composée de trois tôles de 16, 18 et 16 mm d'épaisseur, assemblées par soudure.

L'exécution de cette poutre dont la forme rappelle une surface hélicoïdale, a été particulièrement difficile.

Les différentes parties devaient être découpées au chalumeau dans des tôles, en s'aidant de gaba-

rits aux contours géométriques irréguliers, ce qui a donné évidemment lieu à une grande quantité de matière perdue.

Les joints des tôles, à cause de la courbure très abondants, étaient alternés dans la tôle intérieure et dans les tôles extérieures. Les marches et les contre-marches ont été exécutées en tôles pleines de 6 mm d'épaisseur, assemblées entre elles et avec les limons au moyen de joints interrompus. Une telle construction des marches est plus légère que celle en briques ou en béton. Il aurait été possible, à vrai dire, de diminuer encore ce poids, en employant de la tôle ajourée mais, dans le cas présent, il s'agissait d'assembler d'une façon rigide le limon extérieur, soumis à torsion, avec le limon intérieur. Afin d'assurer une rigidité encore plus grande, on a exécuté certaines contre-marches en tôle de 30 mm.

Les rotules des limons intérieurs ont été exécutées de la façon suivante : à l'extrémité de la poutre du plancher de section [I], de 24 cm de hauteur, on a aménagé un logement, au moyen de deux fers U de 12 cm, placés entre les deux profils U de la poutre du plancher, dans



Fig. 563. Montage de l'escalier à l'atelier. Vue montrant l'exécution délicate de cet escalier.



4000000012551



Fig. 564. Escalier pendant son montage à l'atelier.

la partie inférieure (fig. 552). La poutre intérieure en forme de T est découpée convenablement pour s'assembler avec un des profils en U de l'appui. L'extrémité de limon intérieur est découpée de façon à permettre à la partie supérieure du profil en T, renforcée par des plats, de venir s'appuyer librement sur les ailes supérieures des profils en U de l'appui.

Le limon extérieur repose par articulation également, sur un élément d'appui solidaire de la poutre horizontale oblique de plancher (fig. 560 A).

La partie se trouvant entre les deux articulations possède un joint de dilatation, séparant les deux poutres parallèles en U, distantes de 20 mm, et dont l'une est solidaire des poutres du plancher et l'autre des poutres de l'escalier. Les parquets et les plafonds sont cependant exécutés sans joint, car on a compté sur le fait que le bois aussi bien que l'enduit sur treillis, recouvrant le joint, seront suffisamment élastiques pour supporter les mouvements peu importants des parties articulées. Ces prévisions se sont réalisées car, quelques mois après la mise en service de l'immeuble, aucune fissure ou craquelure ne s'est fait remarquer.

Les tirants supportant l'escalier du côté du palier, à mi-étage, ont été exécutés en fers plats de 120×25 mm. Ces tirants se placent, dans leur partie supérieure, entre les éléments verticaux de la poutre en forme de bateau et, dans leur partie inférieure, entre les profils en U des limons, auxquels ils sont soudés.

Les poutres des paliers sont réalisées en poutrelles IPN 24, bien que les calculs aient montré qu'on pouvait employer des profils moindres. Ce renforcement s'est cependant montré nécessaire, au cours de l'exécution de la cage de l'escalier à l'atelier, pour raidir l'ensemble de la construction.

Les escaliers extérieurs de la partie habitée sont des escaliers usuels. Par suite de l'absence des murs portants et des colonnes, la construction entière devait être appuyée sur les limons extérieurs, de forme brisée, composés de trois parties soudées : deux horizontales dans les régions des paliers et une inclinée dans la région de la volée. Aux endroits de brisure, les joints sont bout à bout et ne possèdent pas de couvre-joints. Sur les limons, prennent appui les poutrelles des paliers intérieurs. Les cloisons, qui renferment la cage de l'escalier, reposent sur les poutrelles horizontales, adjacentes à la cage.

*
**

Le projet architectural a été réalisé par le professeur Rudolf Swierczyński ; celui de l'ossature métallique par le professeur Stefan Bryła. Le projet de chauffage et ventilation par l'ingénieur Zdzisław Gromulski ; celui des canalisations par l'ingénieur Tadeusz Gosztowt, et celui de l'installation électrique par l'ingénieur Zemejtis. La construction métallique a été exécutée par les ateliers de construction Zakłady Ostrowieckie.

S. B. et R. S.