

**Zeitschrift:** Bulletin technique de la Suisse romande  
**Band:** 52 (1926)  
**Heft:** 25

**Artikel:** Calcul des systèmes articulés de l'espace par la méthode dulistique de M. Benjamin Mayor  
**Autor:** Paschoud, Maurice  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-40329>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 17.02.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# BULLETIN TECHNIQUE

Réd. : D<sup>r</sup> H. DEMIERRE, ing.

DE LA SUISSE ROMANDE

Paraissant tous les 15 jours

ORGANE DE PUBLICATION DE LA COMMISSION CENTRALE POUR LA NAVIGATION DU RHIN  
 ORGANE DE L'ASSOCIATION SUISSE D'HYGIÈNE ET DE TECHNIQUE URBAINES  
 ORGANE EN LANGUE FRANÇAISE DE LA SOCIÉTÉ SUISSE DES INGÉNIEURS ET DES ARCHITECTES

SOMMAIRE : *Calcul des systèmes articulés de l'espace par la méthode dualistique de M. Benjamin Mayor.* — Immeuble à loyers à bon marché de la ville de Paris. — Les nouvelles turbines de l'usine de Hauterive des Entreprises Electriques Fribourgeoises. — Deuxième congrès international de Mécanique appliquée. — Turbine hydraulique à jet giratoire « Wirbelstrahlurbine ». — Théorie et application des turbines à vapeur. — Compagnie Sud-Américaine d'Electricité, Zurich. — Exposition d'architecture suisse moderne, à Berne. — BIBLIOGRAPHIE. — SOCIÉTÉS : Société suisse des ingénieurs et des Architectes. — Service de placement.

Ce numéro contient 16 pages de texte.

## Calcul des systèmes articulés de l'espace par la méthode dualistique de M. Benjamin Mayor.

Un grand nombre d'auteurs, Föppl, Mohr, Müller-Breslau, pour ne citer que les plus connus, se sont occupés du calcul des systèmes articulés de l'espace. Mais, malgré l'ingéniosité des procédés qu'ils utilisent, ils n'ont pas réussi à étendre à l'espace les méthodes générales de la statique graphique. Leur insuccès est dû, semble-t-il, au fait que dans tous les problèmes où des considérations mécaniques entrent en jeu, les méthodes classiques de la géométrie descriptive doivent être rejetées, car elles ne conviennent pas à la nature des éléments géométriques associés aux systèmes de forces de l'espace, éléments qui dérivent tous de la ligne droite et partagent avec elle le caractère dualistique des conceptions de la géométrie réglée.

M. Benjamin Mayor, professeur à l'Université de Lausanne, partant de l'idée qu'un mode de représentation plane de l'espace respectant ce caractère dualistique serait, mieux que tout autre, approprié à l'extension des méthodes graphiques, a montré dans une série de notes aux « Comptes rendus de l'Académie des sciences » (1902 et 1903), puis dans son volume sur la *Statique graphique des Systèmes de l'espace* (Rouge et Gauthier-Villars, 1910) qu'on pouvait déterminer *a priori* le plus simple de tous les procédés satisfaisant à cette condition et que le procédé ainsi obtenu permettait de résoudre avec une grande facilité les problèmes fondamentaux de la statique graphique des systèmes à trois dimensions.

Cependant, les notes de M. Mayor et son livre, où l'auteur s'est placé à un point de vue très général, s'adressent surtout à des mathématiciens et leur lecture exige des connaissances de géométrie qui dépassent celles de la plupart des ingénieurs.

Aussi faut-il se réjouir que M. Mayor se soit décidé à publier sous le titre *Introduction à la Statique graphique des Systèmes de l'espace*<sup>1</sup> les leçons qu'il a faites sur ce

sujet, pendant plusieurs années, à l'Ecole d'ingénieurs de l'Université de Lausanne.

Le nouvel ouvrage de M. Mayor ne sert pas uniquement d'introduction au premier, ainsi que son titre pourrait le faire croire. Il a été rédigé essentiellement pour permettre aux ingénieurs de se mettre au courant, en très peu de temps et avec un minimum d'efforts, de méthodes de calcul qui leur rendront les plus grands services. Il contient d'ailleurs d'importants compléments que M. Mayor a apportés à ses théories, depuis 1910.

Voici, en un résumé très bref et qui a simplement pour but d'attirer l'attention du lecteur sur le nouveau livre de M. Mayor, le principe de sa méthode :

Etant donné un système articulé gauche  $S$ , on lui fait correspondre par des règles dont l'application pratique est très aisée comme le montrera plus loin un exemple, un autre système articulé  $S'$ , entièrement situé dans le plan de l'épure. Il suffit alors de calculer les tensions et les déformations de ce système plan pour obtenir, par là même, les tensions et les déformations du système de l'espace.

Le système plan qui correspond au système de l'espace est d'un type un peu plus général que celui des systèmes que l'on calcule généralement en statique graphique plane ; mais, et c'est là un fait essentiel, on peut le calculer par les méthodes courantes de cette science, par exemple par la méthode des figures réciproques, par celle des moments ou par celle de l'échange des barres pour la détermination des tensions et par celle de Williot pour le calcul des déformations.

Un exemple élémentaire que nous empruntons à l'ouvrage récent de M. Mayor montre bien toute la simplicité de la méthode.

Considérons le système articulé  $S$  de l'espace qui est représenté dans la figure 1, à la manière habituelle, par ses projections horizontale et verticale. A ce système gauche, M. Mayor fait correspondre le système plan  $S'$  qui est représenté sur la figure 2. En examinant ces deux figures, il est facile de se rendre compte de la façon dont s'établit la correspondance entre  $S$  et  $S'$ .

Au nœud  $I$  de  $S$  correspond dans  $S'$  une plaque portant le numéro  $I$ , plaque rigide, infiniment mince et

<sup>1</sup> Payot & C<sup>ie</sup>, Lausanne, 1926, 78 pages et 27 figures dans le texte.

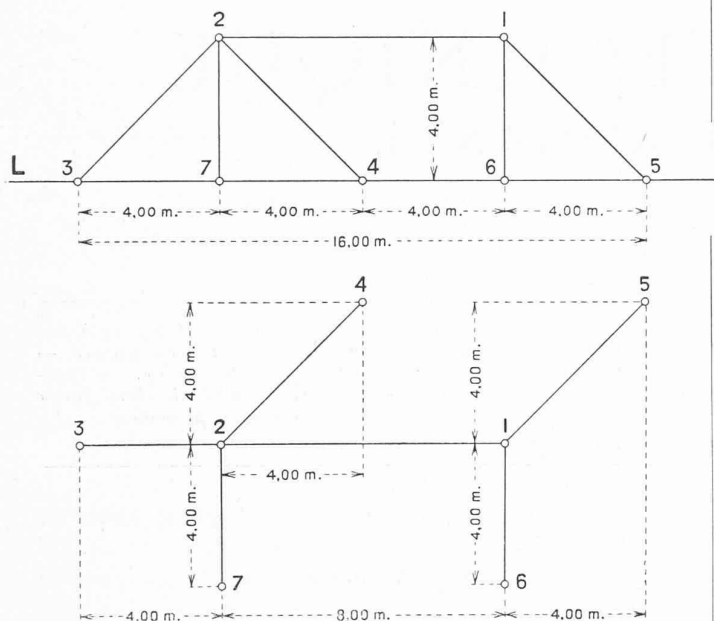


Fig. 1.

dont la forme est arbitraire. Aux barres 1-2, 1-5 et 1-6 qui aboutissent au nœud 1 de *S* correspondent les barres 1-2, 1-5 et 1-6 qui viennent s'attacher par des articulations à la plaque 1. De la même manière, au nœud 2 de *S* correspond la plaque 2 de *S'* et aux barres 2-1, 2-3, 2-4 et 2-7 qui sont issues du nœud 2 correspondent les

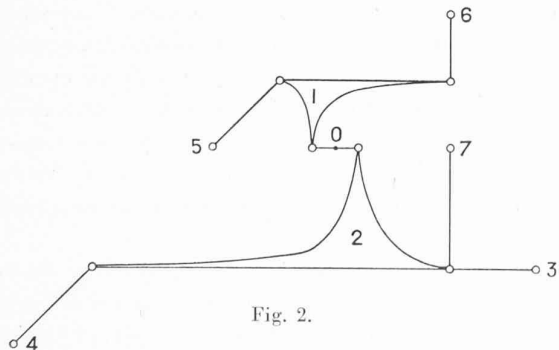


Fig. 2.

barres 2-1, 2-3, 2-4 et 2-7 qui s'attachent par des articulations à la plaque 2. Les extrémités 3, 4, 5, 6 et 7 des barres de *S'* sont articulées au plan de l'épure comme les extrémités 3, 4, 5, 6, et 7 des barres de *S* le sont au plan horizontal.

Les axes des barres du système plan *S'* sont parallèles aux projections horizontales des axes des barres correspondantes de *S* et la distance *d* de l'un de ces axes au point *O* de la figure 2 se calcule par la relation

$$d = a \operatorname{tg} \theta$$

$\theta$  étant l'angle formé par la droite correspondante de *S* avec le plan horizontal. Par exemple, la barre 1-2 de *S* est horizontale, l'angle  $\theta$  correspondant est nul et par suite la distance *d* correspondante est nulle également de sorte que l'axe de la barre 1-2 de *S'* passe par le point *O*. Dans la relation précédente, la quantité *a* représente

une longueur que l'on peut choisir arbitrairement, mais qui a une valeur bien déterminée dans chaque cas. La position du point *O*, elle aussi est arbitraire, mais on la choisit une fois pour toutes dans chaque épure. Il suffit d'ajouter à ce qui précède une règle très simple, sur laquelle nous ne nous étendrons pas, et qui indique de quel côté du point *O* on doit tracer les axes des barres de *S'* pour que la position de ces axes soit parfaitement déterminée dans le plan de l'épure.

Les longueurs des barres de *S'* sont arbitraires, mais il faut que si l'on parcourt une de ces barres de son extré-

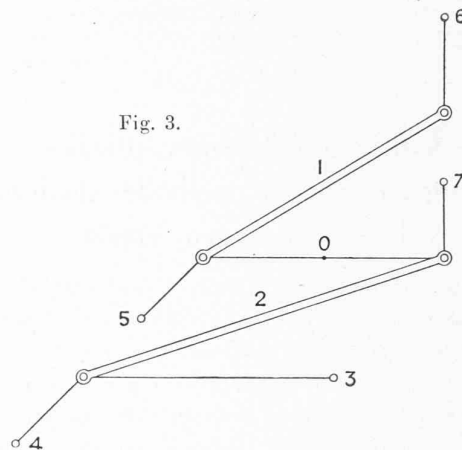


Fig. 3.

mité *i* à son extrémité *k*, le sens ainsi déterminé soit le sens contraire de celui que l'on obtient en parcourant, dans la projection horizontale de *S*, la barre correspondante de *i* vers *k*. Par exemple, si dans la figure 2 on parcourt la barre 6-1 dans le sens de 6 vers 1, le sens obtenu est contraire de celui qui va de 6 vers 1 dans la projection horizontale de la figure 1.

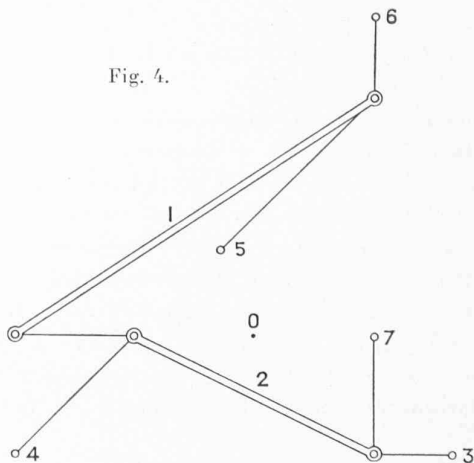


Fig. 4.

D'après les règles ci-dessus, les positions des points d'attache des barres de *S'* aux plaques de ce système sont arbitraires dans une large mesure. Il en résulte qu'un système donné *S* de l'espace peut être représenté par une infinité de systèmes plans *S'* différents. Les figures 3 et 4 représentent des systèmes plans *S'* que l'on peut faire correspondre, aussi bien que le système de la figure 2, au système *S* donné dans la figure 1.

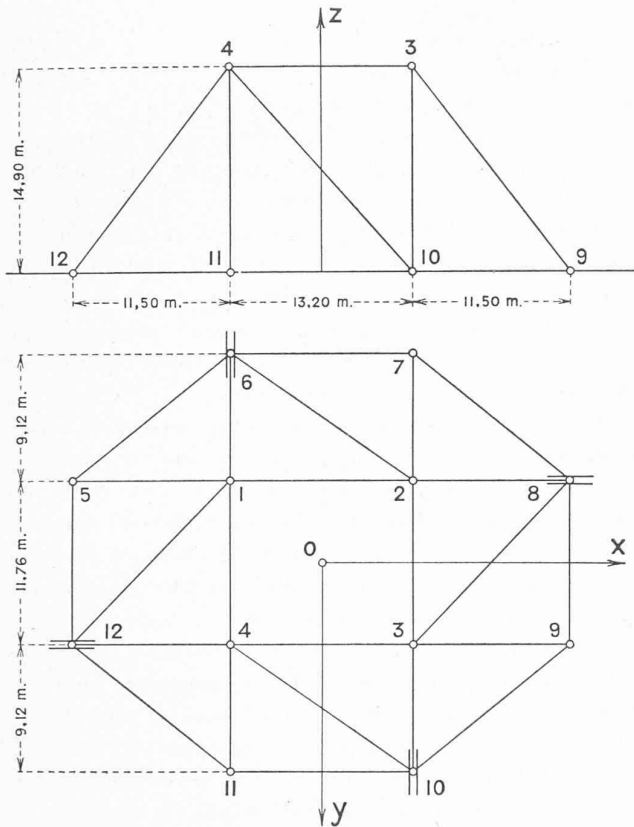


Fig. 5.

Quel que soit d'ailleurs celui de ces systèmes plans  $S'$  que l'on utilise, son calcul entraîne le calcul immédiat du système  $S$  de l'espace, de sorte que si l'on se place au point de vue de la Résistance des Matériaux, la représentation de  $S$  par l'un quelconque des systèmes  $S'$  est parfaite.

Il est nécessaire de dire, toutefois, que si le système  $S$  était hyperstatique au lieu d'être isostatique comme l'est celui de la figure 1, il faudrait compléter les règles indiquées plus haut pour définir complètement l'un des systèmes  $S'$  correspondants. Il en serait de même si l'on voulait étudier les déformations de  $S$ . Pour ne pas allonger, nous laisserons de côté ce point qui ne présente pas de difficultés et qui, d'ailleurs, est complètement traité dans le livre de M. Mayor.

Dans les applications on choisira parmi tous les systèmes  $S'$  qui correspondent à un système donné, celui dont le calcul sera le plus facile. Ce système pourra être déterminé une fois pour toutes, pour un type de construction donné, et il sera entièrement indépendant des forces qui peuvent être appliquées aux nœuds de  $S$ .

Ces forces étant données dans un cas concret, on leur fera correspondre par des règles absolument semblables à celles qui nous ont servi plus haut, des forces qui sont appliquées aux plaques de  $S'$ . A une force appliquée au nœud  $n$  de  $S$  correspondra une force sollicitant la plaque  $n$  de  $S'$ .

Ce qui précède suffit pour donner une idée de la méthode si originale et si simple qui a été imaginée par

M. Mayor. Bien entendu, il faudra se reporter à son livre pour y trouver la justification de ces procédés, pour les voir appliqués à des exemples numériques et pour comprendre par quelle suite de considérations le savant professeur à l'Ecole d'ingénieurs y a été conduit.

Bornons-nous, pour terminer, à reproduire ici deux figures de l'ouvrage de M. Mayor. Il s'agit d'un exemple plus compliqué que le précédent, celui de la coupole imaginée par Zimmermann pour supporter la couverture de la salle des séances du Reichstag à Berlin. La figure 5 donne les deux projections de la coupole qui constitue le système  $S$ . La figure 6 représente le système  $S'$  correspondant, système que M. Mayor a utilisé pour faire le calcul complet de cette coupole.

*Mise au point.* — Dans une note de la *Zeitschrift für angewandte Mathematik und Mechanik*, numéro d'octobre 1926, publiée au début d'un article de M. Prager sur les systèmes articulés de l'espace, M. von Mises, professeur à l'Université de Berlin, s'élève contre la préface que j'ai rédigée pour le livre récent de M. Mayor. A la fin de cette préface, je signale en effet que dans un mémoire paru en 1917, M. von Mises paraît s'attribuer la propriété des méthodes de M. Mayor. Dans sa réponse, l'argument essentiel de M. von Mises consiste à affirmer que sans son article de 1917, les résultats de M. Mayor auraient passé complètement inaperçus.

Cet argument n'est pas très reluisant et il ne saurait en aucune façon justifier une tentative de main-mise sur les travaux de M. Mayor. Mais de plus, il est faux. Les méthodes de M. Mayor ont été exposées en Italie par M. G. Lazzeri, dans le *Periodico di Matematica*, en 1912 déjà, et, en France, M. Maurice d'Ocagne leur a consacré une note de 14 pages dans le Tome 2 de son *Cours de Géométrie de l'Ecole polytechnique*, que M. von Mises connaît sûrement.

Ce qui est exact, c'est qu'en tête de son article de 1917, M. von Mises cite M. Mayor. Mais il le fait d'une façon telle qu'il est impossible au lecteur non prévenu de reconnaître ce qui, dans les résultats indiqués, est de M. Mayor et ce qui appartient à M. von Mises. Cela est si vrai qu'en 1924, un auteur de langue allemande, M. Kruppa, n'hésite pas à attribuer à M. von Mises la découverte du mode de représentation

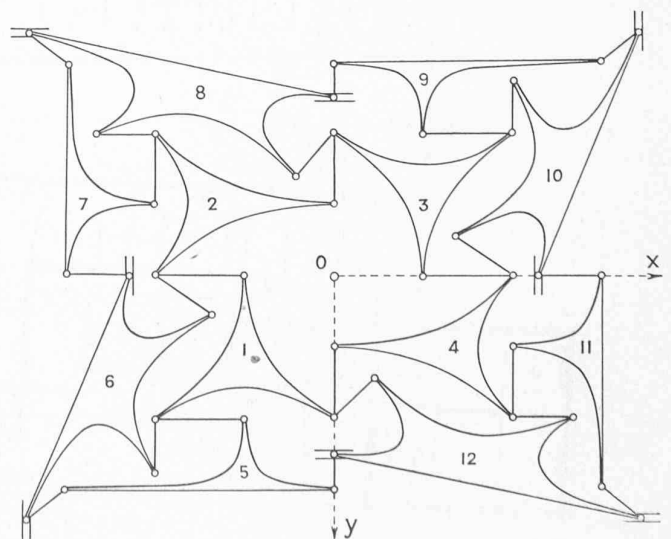


Fig. 6.

plane de l'espace qui constitue le résultat essentiel, obtenu il y a plus de vingt ans, par M. Mayor et M. von Mises, qui, cela est certain, a lu M. Kruppa, ne s'est jamais élevé contre cette attribution.

D'ailleurs, malgré les protestations de M. von Mises, la préface qu'il incrimine a déjà produit son effet. M. Prager ne dit plus comme autrefois M. Kruppa, « *mode de représentation de M. von Mises* », mais bien « *mode de représentation de Mayor-von Mises*. M. Prager marche dans la bonne voie. Et quand la « *Zeitschrift für angewandte Mathematik und Mechanik* » dira « *mode de représentation de Mayor* », tout simplement, je serai prêt à remercier son rédacteur en chef, M. von Mises, du soin qu'il a pris à répandre les méthodes du distingué professeur à l'Ecole d'Ingénieurs de l'Université de Lausanne.

MAURICE PASCHOUD,  
Professeur à l'Université de Lausanne.

## Immeuble à loyers à bon marché de la ville de Paris.

Nous empruntons la description de cet intéressant édifice au Génie Civil qui a obligeamment mis ses clichés à notre disposition. (Réd.)

Parmi les immeubles que l'Office municipal d'Habitations à bon marché de la Ville de Paris a fait édifier, dans ces dernières années, il en est un qui attire particulière-

ment l'attention, de l'extérieur, par le caractère original de ses façades : c'est celui qui vient d'être achevé, au milieu du 18<sup>e</sup> Arrondissement, dans le quartier de Clignancourt, en bordure de la rue des Amiraux et de la rue Hermann-Lachapelle. Il se distingue, en effet, au premier abord, par la disposition en gradins de ses façades, et par leur revêtement en petits carreaux blancs émaillés, du type employé dans les stations du Métropolitain. L'examen des plans montre, en outre, que l'architecte y a introduit divers aménagements inusités jusqu'ici, par exemple l'installation des caves à mi-hauteur de l'immeuble, aux troisième et quatrième étages.

M. Henri Sauvage, architecte à Paris, préconise depuis longtemps, en effet, les immeubles de rapport construits avec façades en gradins, ménageant à chaque étage une abondante arrivée d'air et de lumière, grâce à l'élargissement progressif de la rue, depuis la chaussée jusqu'au niveau des combles des immeubles riverains. L'efficacité de cette disposition atteindrait, naturellement, son maximum si les deux côtés de la rue étaient bordés d'immeubles à gradins, cas qui ne s'est pas encore présenté ; peut-être dans quelques années, une occasion favorable permettra-t-elle à l'architecte d'appliquer sa conception à l'ensemble d'une rue nouvellement percée, et de donner ainsi toute sa force à la démonstration de sa théorie favorite.

La disposition en gradins suggère naturellement l'aménagement de ces gradins en terrasses, donnant à chaque

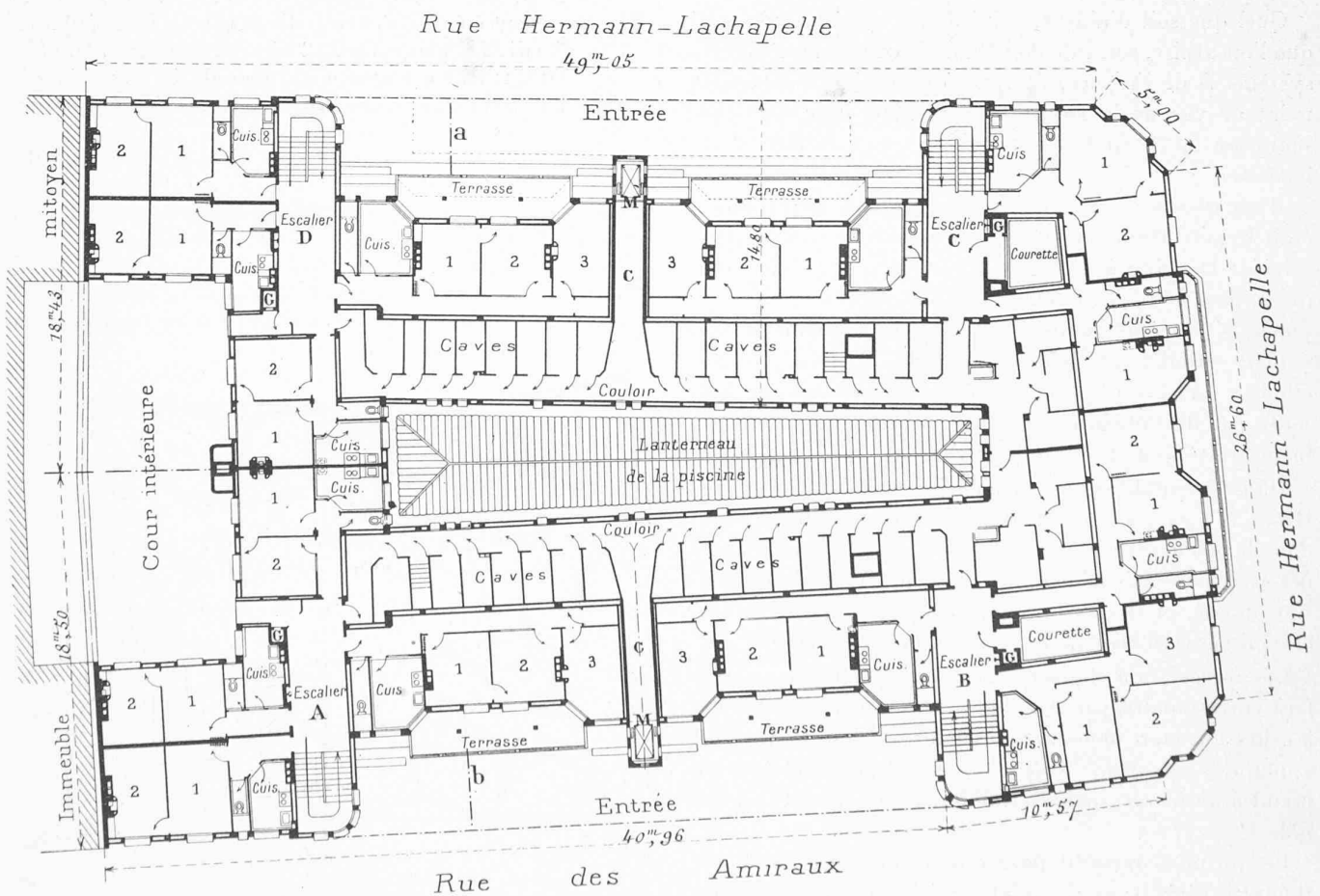


Fig. 2. — Plan du III<sup>e</sup> étage de l'immeuble.