

**Zeitschrift:** Bulletin technique de la Suisse romande  
**Band:** 56 (1930)  
**Heft:** 22

**Artikel:** Structures-formes  
**Autor:** Laverrière, A.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-43536>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 14.07.2025

**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 :** *Structures-Formes*, par A. LAVERRIÈRE, architecte, chargé de cours à l'Ecole Polytechnique fédérale. — *Considérations sur quelques particularités importantes de la construction et du service des turbines hydrauliques à grande vitesse de rotation*, par M. le D<sup>r</sup> R. THOMANN, professeur à l'Ecole polytechnique de Graz (Autriche). — *Le soudage électrique, procédé moderne pour la construction des machines électriques*, par M. G. L. MEYFARTH, directeur général de la S. A. des Ateliers de Sécheron. — **DIVERS :** III<sup>e</sup> Congrès international d'architecture moderne. — SOCIÉTÉS : Société suisse des ingénieurs et des architectes. — Société vaudoise des ingénieurs et des architectes (section S. I. A.) et A<sup>2</sup>. E<sup>2</sup>. I. L. — BIBLIOGRAPHIE.

## Structures-Formes<sup>1</sup>

par A. LAVERRIÈRE, architecte, chargé de cours  
à l'Ecole Polytechnique fédérale.

En plaçant ce modeste entretien sous le titre peut-être un peu emphatique de « Structures-Formes », j'avais dans l'esprit qu'il s'agissait spécialement de formes expressives, et de l'aspect des choses.

Je tiens à dire que ce qui va suivre ne sortira pas des limites de quelques considérations d'un domaine étendu et c'est dans ce sens que je vous prierai de considérer cet exposé.

Mon but tendra à dégager, s'il est en mon pouvoir, les rôles respectifs des structures, des formes, puis les actions et les réactions réciproques de ces deux choses et ce qui peut en résulter.

Je pense qu'on peut considérer que c'est une question qui ne relève pas particulièrement d'une époque plutôt que d'une autre, et sans vouloir la situer absolument dans le temps présent il sera peut-être de quelque intérêt de voir de près, ou d'aussi près que possible, les conséquences des rapports que j'ai cités plus haut, surtout quand on pense aux nombreuses alternatives en face desquelles les architectes se trouvent si souvent placés aujourd'hui. Rarement dans le cours de l'histoire du développement de la construction les possibilités nouvelles et de toutes sortes ne furent si nombreuses ; aussi il en résultera naturellement que des directions nouvelles s'offriront en grand nombre, d'où hésitations, malentendus, confusions, ce qui est du reste fort compréhensible.

Vouloir parler ici de tout le mouvement auquel nous assistons depuis un siècle ne rentrerait pas dans le cadre limité de cet entretien, aussi nous aborderons le sujet sans autre, j'espère pouvoir le faire dans un sens aussi général que possible et surtout en fonction de l'architecture.

S'il n'y a pas de réel antagonisme à l'origine des rapports entre les structures et les formes, les débuts de ces rapports sont laborieux et bien difficiles parfois. Cela se conçoit puisque l'évolution de l'une ne va pas forcé-

ment en même temps que l'évolution de l'autre ; une structure peut naître en dehors de toute considération de forme, une forme peut provoquer l'invention d'une structure ; malgré cette quasi indépendance du début, entre les structures et les formes, peu à peu les rapports finissent par s'établir avec plus ou moins d'aisance et souvent ce sont des rapports parfaitement harmonieux qui en résultent et c'est là du reste, à ce moment, que résident les seules possibilités permettant à l'Architecture d'affirmer pleinement sa raison d'être.

Si c'est presque toujours en partant d'une structure que l'expression d'une forme architecturale prend son essor, ce sera toujours par la volonté de l'architecte que du désordre, du chaos des matériaux épars, nombreux, disparates même l'ordre finit par s'établir.

Je crois que l'on peut être autorisé d'admettre que le point de départ de l'architecture est situé dans le domaine de l'utilité, je veux dire de l'utilité pratique et positive. Quoique il y ait cependant une architecture monumentale qui échappe au domaine de l'utilité positive. Cette architecture n'a pas à tenir compte de l'utilité proprement dite, son but est exclusivement dans les aspects, dans les formes, elle est souvent empreinte de symbolisme et par conséquent ne vise qu'à l'émotion esthétique. Mais du reste, dans cette architecture également, comme dans le premier cas, les moyens techniques sont indispensables, ils ne peuvent être ignorés car méconnaître les possibilités structurales ne serait-ce pas s'interdire toute conception plastique, architecturale et il ne viendrait certainement pas à l'esprit d'un architecte de composer tel objet sans avoir à sa disposition en imagination et simultanément, les aspects et les moyens constructifs.

Pour faciliter ma tâche, je crois préférable de laisser les ouvrages de cette dernière catégorie de côté et ne prendre surtout en considération que les ouvrages à buts pratiques, puisque de par leur nombre, de par leur destination, ils nous touchent de plus près, ils nous sont plus familiers.

A l'origine de l'architecture, nous trouvons généralement le constructeur placé en face d'un problème d'ordre pratique, utilitaire, problème qui sera résolu par une

<sup>1</sup> Conférence faite devant l'assemblée générale de la Société suisse des ingénieurs et des architectes, à St-Gall, le 27 septembre 1930.

structure, une construction. Très élémentaire, très simple, cette construction évoluera et nous verrons au cours de l'histoire naître peu à peu une éducation spéciale puis, toujours peu à peu nous sentirons pénétrer dans l'esprit du constructeur une sensibilité que nous appellerons sensibilité artistique, sensibilité qui un jour s'imposera et d'où jaillira le sens des formes, des formes expressives, de ces formes qui parlent (un langage dont on a besoin) et qui transmutent en quelque sorte le constructeur technique en constructeur sensible à la forme, forme qui lui permettra de s'exprimer. Ce constructeur évolué sera l'architecte.

S'il a été jugé utile de relever ce processus qui n'offre rien de nouveau convenons-en, c'est en raison de l'insistance avec laquelle il paraît nécessaire de marquer ici ce phénomène qui se manifeste par un débordement du spirituel sur le matériel, en matière de construction. Et s'il a semblé légitime d'insister, c'est en raison de la situation dans laquelle les architectes sont placés aujourd'hui, journellement assaillis de considérations d'économie, de rationalisme, qu'il est nécessaire de marquer un temps d'arrêt, pour voir, pour scruter une situation qui peut offrir, à côté d'un vif intérêt, bien des dangers.

Certaines théories ne prétendent-elles pas à la suppression de toute personnalité, de toute sensibilité dans la production. En fait : théorie inhumaine que ce refuge dans l'anonymat et dans l'abstraction, mais il y a lieu d'ajouter que pour d'autres, ces théories, font l'effet comme d'un aveu de lassitude, d'impuissance.

Voyons maintenant la structure. A propos de son origine, Cardellach, dans son ouvrage « Philosophie des structures », dit que « la conception mécanique d'une structure est un phénomène d'ordre intuitif analogue à celui de la conception d'une œuvre artistique ».

Cette définition, fort belle à mon sens, appelle néanmoins quelques remarques, si l'on veut éviter les malentendus.

S'il y a analogie et je crois que c'est indiscutable puisque les deux conceptions sont du ressort de l'imagination, il n'en est pas moins vrai que dans la conception d'une structure et dans celle d'une œuvre artistique, ce sont d'autres préoccupations qui entrent en jeu.

Pour la structure, il importe de résoudre un problème essentiellement mécanique tandis que pour l'œuvre artistique les préoccupations sont d'un autre ordre, elles relèvent de l'ordre esthétique.

Si les ouvrages de l'ordre purement constructif, les résolutions mécaniques d'un édifice quelconque, par exemple, dépendent aussi d'une mystérieuse sensibilité, celle-ci relève cependant de la mécanique ; quant aux manifestations du domaine de l'art, elles sont le fruit plus ou moins spontané d'un degré de spiritualité spécial et d'un besoin d'expression par la « Forme ».

Dans la première catégorie de ces ouvrages, l'utilité pratique seule est en jeu, et l'on n'en sort pas, tandis que pour ceux de la deuxième catégorie l'utilité est alors

débordée, des rapports entre les choses naissent, des ordonnances s'établissent, des choix sont faits, nous sommes émus, nous entrons dans l'architecture.

Sans doute, du train où vont les choses aujourd'hui l'on peut se demander si cette dernière activité, celle de l'architecte, est vraiment nécessaire, ceci dans l'intérêt des hommes. On se posera la question suivante : pourquoi n'en pas rester tout simplement à l'ordre purement constructif sans autre ? Pourquoi compliquer les affaires si l'on ne pense qu'économie, normalisation, mécanisation, série, production en masse, etc. Partant alors d'un rationalisme intégral, toute la question « construire » pourrait à première vue ne relever que de la pratique. Tout serait ramené à l'utilité seule, utilité dictée exclusivement par les besoins matériels ; la structure resterait seule en présence du problème à résoudre, à l'exclusion de toutes choses touchant aux formes expressives, à tout besoin d'émouvoir et à tout besoin d'être ému.

Cette simplification du problème présente tout au moins le grand avantage de dépouiller, d'épurer l'ouvrage, de laisser au magasin d'accessoires tout un fatras inutile, voire même malsain et c'est bien du reste, pour n'avoir pas voulu ou su comprendre le rôle des structures dans l'architecture, ni d'en avoir suivi les progrès que, depuis un siècle, l'architecture a pu perdre, bien souvent, le sens exact de sa mission.

Mais à côté de cet avantage qui serait de simplifier, de supprimer, on risque fort de ne laisser qu'un grand vide ou bien de se trouver face à face avec un formalisme non moins stérile que tous les formalismes. Alors, cette utilité toute nue que représente-t-elle en définitive, est-elle vraiment en mesure de remplir une mission, et quelle serait cette mission ?

Cette utilité, contient-elle la substance élémentaire pour répondre non seulement aux besoins matériels des hommes, mais à tous les besoins des hommes ? Car si les besoins matériels sont pourvus, il n'en restera pas moins à pourvoir aux besoins de l'esprit et pour ceux-ci également, ce sera à l'architecture d'y répondre ; c'est du reste un privilège qu'elle ne cessera de conserver tout au long du cours de son évolution. C'est par elle seulement que l'on pourra donner satisfaction, en plus des besoins matériels au plaisir de voir, au plaisir du toucher et sans eux ne serait-ce pas tomber dans un monde nouveau, atmosphère nouvelle, qui serait je crois difficilement respirable pour des êtres normaux, sains et voulant vivre pleinement de toutes leurs facultés matérielles, intellectuelles et sensorielles.

Il vient d'être déclaré, dans un milieu « avancé » que construire est un processus biologique et non esthétique.

Cette théorie fait froid dans le dos quand on songe à ses conséquences ; ce serait, en somme, placer la construction comme en un vase clos pour l'isoler de tout ce qui pourrait susciter de la satisfaction, du plaisir, et procurer l'occasion aux hommes d'être parfois un peu émus, sous l'action du jeu des formes expressives. Si je ne m'en explique pas encore la raison, je suis cependant

dans l'obligation de constater que nous sommes là en présence d'une sorte d'antipathie, de répulsion même pour toute hiérarchie dans les valeurs, pour toute recherche de l'ordre et du choix en dehors desquelles, si l'on en croit un philosophe allemand célèbre, « il n'y aurait qu'indigence et vulgarité ».

Mais en revenant à l'architecture, voyons quels sont encore les points essentiels à dégager quant aux relations des structures, de l'utilité, des formes.

P. Budry<sup>1</sup> prétend que « l'architecture prend l'œuvre du maçon au point où, toutes les utilités étant satisfaites, il s'agit encore de les dépasser, pour la gloire », et j'aime ce pour la gloire, puis il continue : « c'est alors qu'il faut chercher cette excitation mesurée, mais indispensable qui crée l'émotion. La stricte utilité sans le plaisir qui éveille l'appétit est incapable d'intéresser, à fond, le besoin même pour lequel elle a été conçue ».

J'avoue trouver cette déclaration bien à propos pour insister sur la signification que peut prendre une structure, lorsque la forme expressive s'en accapare, qu'elle la spiritualise, c'est bien le cas de dire alors que l'architecture lui fait dire plus, davantage, pour le plaisir, parce qu'elle la rend plus intelligible.

Dès lors, puisque l'utilité ne se confine plus au schéma, les formes auront à accomplir leur mission, l'objet rentrera dans la vie réelle de tous. L'économie, l'hygiène, les préoccupations sociologiques ou politiques, les dures exigences des « minimums » et Dieu sait si nous en sommes farcis, s'effacent pour faire place, ne serait-ce qu'un instant, mais un instant précieux, à l'émotion vivifiante des belles apparences.

Pour être plus explicite, qu'il me soit permis de prendre dans les réalisations courantes un exemple concret : le point d'appui vertical.

Le point d'appui vertical est sans aucun doute une des structures les plus primaires qui soient et il est probable, j'en appelle à de plus compétents que moi, que son invention doit être une des premières manifestations constructives à l'origine des formes structurales.

Je pense donc qu'il sera très à propos et d'un légitime intérêt de suivre les grandes lignes de son développement et de voir, de constater qu'il est devenu dans le nombre des éléments de structure un des plus évolués, quant à sa forme d'expression.

Ce simple poteau, ce simple pilier, grâce à ce besoin de spiritualiser, les hommes l'ont si bien parfait et avec une telle sensibilité qu'il est aujourd'hui cet élément idéal qui représente le mieux, peut-on dire, la lutte entre la force et le poids, lutte qui cherche sa solution et qui la trouve dans l'équilibre.

Aussi, dans les belles colonnes ne trouve-t-on pas la belle affirmation de l'évolution de cette structure, évolution possible par ce besoin des belles formes ; certes, de longs tâtonnements furent nécessaires et pendant lesquels il a fallu procéder à de nombreux *dépassements de*

*l'utilité*. Les formes sont nées parce qu'il était nécessaire de trouver cet élément de plaisir, *qui explique la structure*.

Dans les exemples les plus réussis, ce point d'appui semble vivre ayant en lui capté le sentiment qui a présidé à sa conception, à sa création. Les passages des verticales aux horizontales font naître les moulurations, en expliquant l'intersection des plans. Les moulurations et leur modénature ne sont pas plus *inutiles* que les cannelures qui répandues autour d'un fût, l'animent par répétitions, par ondulations et l'enveloppent d'une vie qui explique, là encore, l'idée intelligente de la conception de la colonne ; celle-ci va parfois jusqu'à donner l'illusion d'être libérée de l'effort matériel auquel elle est soumise.

Quant à l'emploi du point d'appui vertical comme élément d'un système de structure, force est bien d'admettre qu'il y a en dehors de la stricte disposition mécanique, d'autres dispositions. Ce sont celles qui grâce aux proportions, grâce au choix, grâce à l'ordre et aux répétitions, permettent encore d'aboutir à « l'Ordonnance ».

Avant de terminer, permettez-moi encore de poser un problème, entre tous banal, et qui sera celui de *relier deux niveaux* ; la solution est connue, c'est la rampe ou l'escalier. Il s'agit bien là d'un élément utilitaire dont la réalisation va se présenter, sous les formes d'une structure logique, bien appropriée au programme, disposition rationnelle, réalisée sans autres préoccupations que celles de la technique. Et notons que cette solution répondra parfaitement aux besoins les plus directs de ceux qui désireront se rendre du niveau inférieur au niveau supérieur et réciproquement.

Il reste maintenant à poser la question suivante : l'usage à *plein rendement* si l'on veut, est-il satisfait ? Je ne le pense pas. Cet escalier sera-t-il parcouru par ses usagers dans les mêmes conditions que s'il avait été conçu avec quelque souci des formes expressives et des proportions ? Eh bien ! Messieurs, je crois que la réponse sera facilitée si l'on examine un exemple pris dans les réalités et si vous le voulez bien nous pourrions nous occuper un instant d'un exemple remarquable, entre bien d'autres du reste : le Capitole de Rome, avec son escalier. Que serait-il cet escalier, comment serait-il gravi et dans quelles conditions sans les formes, sans les proportions, sans l'architecture contenues dans cet ouvrage magnifique ?

Sans l'émotion qui s'empare de celui qui monte, sans la présence de ces *appas* qui transforment en plaisir ou intérêt ce qui ne serait que fatigue, corvée, sans cette excitation, citée plus haut, qui éveille l'appétit pour intéresser à fond, le besoin même pour lequel cet escalier a été conçu, que serait-il ?

Alors peut-on insister encore sur l'inutilité des proportions, de la forme des emmarchements heureusement rythmés, des moulurations savoureuses, du fin et brillant martellement des balustres, toutes choses qui tiennent en haleine l'esprit.

<sup>1</sup> « Aujourd'hui », 10 avril 1930.

L'effort de l'ascension ne serait-il pas plus dur, ennuyeux sans l'élément presque charnel contenu dans certains « hors-d'échelle » tels que les Trophées, Castor et Pollux et pour finir à l'émouvant Marc-Aurèle de bronze, centre idéal plastique de la composition, magnifique palier d'arrivée où l'accueil reçu est plein de noblesse et de grandeur.

Eh bien ! je crois que voilà le *plein rendement*, par le plaisir ressenti, par l'ennoblissement de la structure qui s'y prête et que les circonstances autorisent.

Mais cet ennoblissement ne fut possible que parce que le frisson d'enthousiasme avait passé, parce que les volumes sommaires furent humanisés par une plastique appropriée et que l'architecture a su trouver le moment du passage qui lui permit de rejoindre, quand il le fallait la sculpture.

Est-il encore possible de refuser aux formes d'expression leur utilité et par conséquent à l'architecture, sa raison d'être ?

Il a été dit que l'architecture représente esthétiquement l'Idée des qualités les plus spéciales de la matière, densité, résistance, cohésion.

Et si nous pensons au moment où nous sommes, moment de mécanisation générale, ne semblerait-il pas indispensable d'affirmer avec franchise, avec véhémence même la nécessité du débordement de l'esprit sur la matière ?

### Considérations sur quelques particularités importantes de la construction et du service des turbines hydrauliques à grande vitesse de rotation

par M. le Dr R. THOMANN, professeur à l'Ecole polytechnique de Graz (Autriche).

*M. le professeur R. Thomann nous a obligeamment communiqué les notes d'une conférence qu'il a faite, récemment, à Vienne et que nous traduisons librement ci-après.*  
Réd.

#### Introduction.

Pour des raisons d'ordre économique et technique, on donne aujourd'hui la préférence aux machines à grande puissance et à grande vitesse. Les turbines hydrauliques qui, en règle générale, commandent des génératrices électriques, ne font pas exception à cette règle. En vérité, pour cette catégorie de machines, considérées du point de vue des caractéristiques de construction et de service, ce n'est pas la valeur absolue de la vitesse angulaire qui est déterminante, mais bien une fonction de cette vitesse, dite *nombre de tours spécifique* ( $n_s$ ), exprimée par la relation suivante

$$n_s = \frac{n}{H} \sqrt{\frac{N}{H}}$$

Il résulte immédiatement de cette équation que, à vitesse angulaire  $n$  constante, le nombre de tours spéci-

ques  $n_s$  croît quand la hauteur de chute  $H$  diminue et que la puissance  $N$  augmente. De sorte que les valeurs élevées de  $n_s$  correspondent, en général, aux basses chutes et aux grandes puissances. Aujourd'hui, les turbines Pelton, c'est-à-dire le système de turbines à *action* presque exclusivement utilisé, convient au domaine de  $n_s$  s'étendant jusqu'à 60 environ, les turbines à *réaction* sont susceptibles de faire face à des  $n_s$  variant de 70 à 1000 et, parmi ces dernières, les turbines à *hélice* (à pales fixes ou orientables) sont spécialisées dans un intervalle de  $n_s$  s'étendant de 400 à 1000. L'auteur n'envisage que les types « rapides » des deux systèmes (action et réaction) c'est-à-dire ceux qui sont dotés d'un grand  $n_s$ .

Supposant connus les principes de ces deux types de turbines, M. Thomann passe en revue certains points importants pour la construction et l'exploitation de ces machines, analysant les particularités et les difficultés qu'ils impliquent et les moyens mis en œuvre pour y faire face.

#### Turbines à réaction.

*Construction.* Dans le domaine des turbines à *réaction*, des machines de  $n_s$  différents ne se différencient guère que par la forme de la roue motrice, et, dans un certain sens, par celle du tuyau d'aspiration. Pour analyser cette dépendance, il suffit de transformer l'expression ci-dessus de  $n_s$ , de façon à substituer aux caractéristiques fondamentales (chute, puissance et vitesse angulaire) les caractéristiques constructives qui déterminent le  $n_s$ . On obtient alors la relation suivante :

$$n_s = 576 u_1 \frac{D_s}{D_1} \sqrt{\varphi c_s \eta}$$

$$\text{où } u_1 = \frac{U_1}{\sqrt{2gH}}$$

( $U_1$ , vitesse circulaire, en m/s) est la *vitesse spécifique périphérique* à l'entrée de la roue motrice,  $D_1$ , le diamètre de la roue en cet endroit ;  $c_s$ , la *vitesse spécifique moyenne* de l'eau dans la première section du diffuseur ;  $D_s$ , le diamètre de cette section,  $\varphi$  le « facteur d'encombrement » de la même section et  $\eta$ , le rendement de la turbine, l'unité de longueur étant le mètre. Il découle immédiatement de cette équation qu'une augmentation notable de  $n_s$  est subordonnée à l'accroissement du produit

$$u_1 \frac{D_s}{D_1} \sqrt{c_s}$$

et de ses facteurs car  $\varphi$  et  $\eta$  ne peuvent varier qu'entre d'étroites limites. Si on se rappelle que, dans l'hypothèse où l'eau, à la sortie de la roue est animée d'une vitesse normale à la direction de la vitesse circulaire, donc dépourvue de composante tangentielle, l'équation fondamentale des turbines affecte la forme simplifiée

$$\frac{\eta_h}{2} = u_1 \cdot c_{v_0}$$

$\eta_h$  rendement « hydraulique »,