Zeitschrift: Tracés : bulletin technique de la Suisse romande
Herausgeber: Société suisse des ingénieurs et des architectes
Band: 137 (2011)
Heft: 02: Représentation

Artikel: Montrer la statistique
Autor: Perret, Jacques
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-131283

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

Jacques Perret

Montrer la statique

DESSIN

Si la conception des ouvrages a subi des modifications fondamentales avec le développement de l'informatique, les méthodes de calcul des structures et surtout les modes de représentations des résultats ont aussi été révolutionnés.

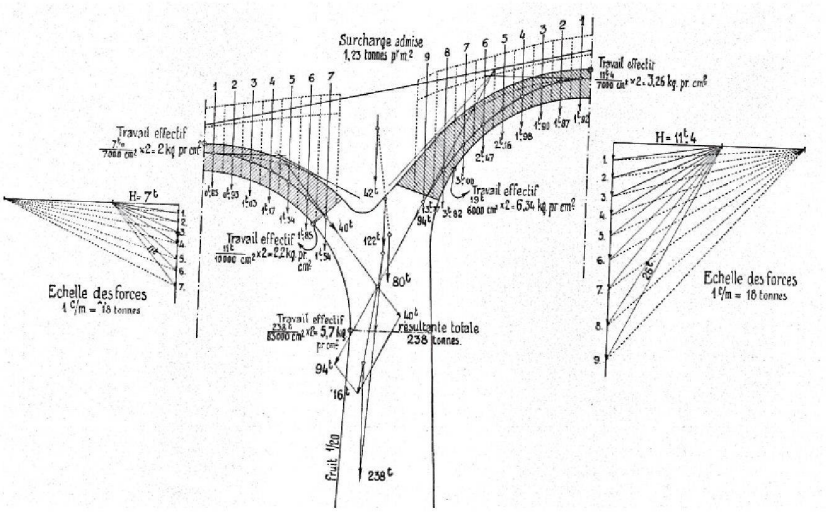
Un regard rétrospectif sur les méthodes de calcul montre que ces dernières s'articulent autour du dialogue entre une description géométrique de la réalité et sa transcription en valeur numérique. Alors que la première s'appuie essentiellement sur le dessin, la seconde requiert un niveau d'abstraction plus élevé, à partir duquel il est nécessaire d'effectuer ensuite un retour vers la réalité que les équations algébriques ont partiellement dissimulée.

Solutions graphique ou analytique

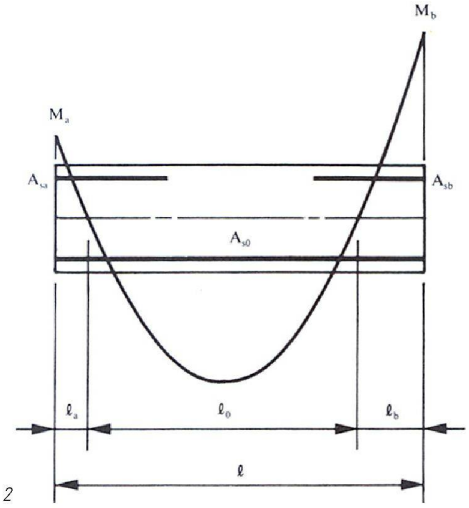
L'ingénierie s'est longtemps appuyée sur l'efficacité de méthodes graphiques de résolution basée sur la géométrie. La représentation sous forme vectorielle des forces agissant sur un corps permet en effet de dessiner leur résultante et par suite, de déterminer l'effort qui doit être appliqué pour assurer l'équilibre (fig. 2). Le vecteur obtenu renseigne à la fois sur la direction et l'intensité de l'effort. Lorsqu'on recourt à l'algèbre pour résoudre un problème similaire, une représentation sous forme de dessin est généralement aussi indispensable, mais son exactitude n'est plus aussi essentielle : avec le passage à la description algébrique, l'intensité et l'angle des forces sont considérés comme de simples grandeurs qu'il convient de déterminer.

Cette démarche de substitution d'un élément graphique par sa valeur numérique implique un niveau supplémentaire d'abstraction qui nous éloigne encore de la réalité physique : à supposer qu'on se soit trompé sur la direction prévue d'une réaction d'appui, la résolution algébrique se chargera de nous corriger par l'attribution d'une valeur négative ou en précisant l'angle de sa direction. Mais la réduction de la précision de la schématisation se traduit aussi par une détérioration de la qualité de la représentation du résultat, qui n'est plus immédiatement perceptible.

Néanmoins, ces deux méthodes de résolution impose de dessiner à la main la problématique traitée et donc en quelque sorte de la toucher. A cet égard, l'informatique nous éloigne encore plus de la réalité, en nous imposant un intermédiaire supplémentaire.



1



2

Fig. 1 : Efforts agissant sur une voûte, tiré de l'article «Amélioration et prolongement du chemin de fer électrique Aigle-Leysin», par A. Michaud, BTSR n°14, 1917)

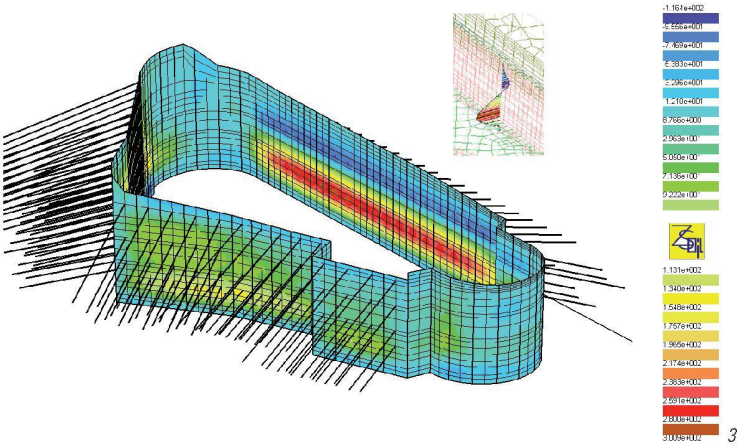
Fig. 2 : Lien entre la disposition des armatures et la représentation des efforts de flexion (Traité de génie civil, vol. 8, Dimensionnement des structures en béton)

Fig. 3 : Modélisation tridimensionnelle d'une fouille ancrée : carte couleur des efforts de flexion « pliant l'axe vertical » avec coupe (Document GeoMod SA)

Fig. 4 : Efforts de flexion : la position du graphique (au-dessus ou au-dessous) désigne la fibre tendue (Traité de génie civil, vol. 8, Dimensionnement des structures en béton).

Saisie informatique

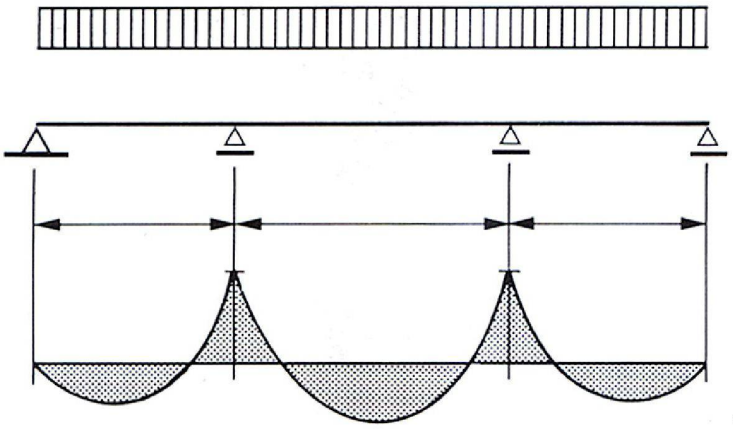
Et cet intermédiaire est partiellement automatisé. En effet, si l'utilisateur d'un logiciel introduit lui-même des coordonnées, des intensités, des directions, ce n'est en revanche pas lui qui fait le lien entre ces abstractions, mais une machine. En poursuivant notre réflexion, on constate que cette modification dans notre façon de saisir n'est pas aussi bénigne qu'il y paraît. Avec l'informatique, chaque élément matériel est d'abord défini par ses extrémités, à savoir des points qui marquent la fin de la matière, plutôt que par les lignes chargées d'incarner cette dernière. A l'inverse, lors de l'établissement d'un croquis, on dessine justement des traits qui symbolisent la réalité matérielle et qui s'assemble à leur point d'intersection. Ainsi, la procédure informatisée ne stimule en rien la réflexion autour du lien existant entre les éléments de construction. Ceci bien que l'établissement des détails d'assemblage réfléchis constitue un passage obligé vers une exécution de qualité.



3

Représentation des résultats

La représentation des résultats des calculs d'ingénierie a également été bouleversée par l'informatique. En effet, l'avènement des programmes d'éléments finis s'est notamment caractérisé par la généralisation des calculs en trois dimensions, dont il est inutile de souligner ici les bénéfices. En revanche, cette intégration de la troisième dimension a imposé de définir une nouvelle façon de présenter les résultats des calculs. Cette définition n'a probablement pas été proposée par des ingénieurs civils, mais par des informaticiens, peu conscients des enjeux réels. Ce changement peut être illustré par l'intermédiaire de la représentation de la distribution des efforts de flexion au sein d'une structure.



4

Pour les problèmes bi-dimensionnels, tous les ingénieurs civils apprennent à dessiner les courbes des efforts de flexion en les plaçant du côté de la fibre tendue (fig. 4). Plus qu'une simple convention, cette façon de procéder permet une représentation très intuitive et efficace : des moments de même intensité mais de sens contraire y sont dessinés avec la même amplitude, mais sont situés de part et d'autre des traits qui figurent la structure. La position du diagramme définit alors les zones de tension, pour les structures en béton armé, on a par exemple une vision immédiate du positionnement des armatures (fig. 2). Il est ainsi aisé de comprendre ou d'expliquer le fonctionnement statique d'une structure, même à un béotien.

A l'instar des prodigieuses possibilités qu'ils offrent pour le calcul des structures, les logiciels de calcul par éléments finis ont aussi multiplié les types de visualisation des résultats disponibles (moments de flexion, efforts de torsion, distribution de contraintes, déplacements, déformations, etc). Ils ont aussi introduit une nouvelle façon de représenter l'intensité de ces efforts par le biais de couleurs. Cette solution n'offre cependant pas une lisibilité aussi immédiate que celle décrite plus haut, puisqu'elle impose d'avoir par exemple à comparer du rouge avec du bleu (fig. 3). Ceci en sachant que ce seul paramètre coloré sert à la fois à caractériser l'intensité et le sens des efforts représentés, rendant moins intuitive la lecture des résultats. Et par la suite, leur interprétation concernant le fonctionnement et le dimensionnement des structures.

Jacques Perret