

Logiciel d'analyse et de calcul des structures planes

Autor(en): **Greim, Olivier**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Ingénieurs et architectes suisses**

Band (Jahr): **123 (1997)**

Heft 9

PDF erstellt am: **06.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-79113>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Logiciel d'analyse et de calcul de structures planes

Par Olivier Greim
Calcom SA
Parc scientifique
PSE-EPFL
1015 Lausanne
Tél. 021/693 29 18

Introduction

Dans le domaine de la construction, le recours à l'informatique s'est généralisé durant ces dernières années et la simulation sur ordinateur a permis d'aborder des problèmes réels en évitant des simplifications excessives qui se traduiraient par une perte de précision. Ainsi, par exemple, le calcul des facteurs de sécurité, basé uniquement sur des techniques analytiques conventionnelles, entraîne une augmentation du coût de l'ouvrage. Cela étant, l'emploi de programmes commerciaux dans ce domaine a créé le besoin de former des ingénieurs afin de leur permettre d'analyser de manière critique les différentes étapes d'un calcul. Ce besoin de mettre sur pied de nouvelles méthodes d'enseignement s'est traduit, au niveau européen, par le développement de nouveaux programmes de recherche (programmes COMETT et DELTA de l'Union européenne). Le logiciel *ED-Poutres et Portiques* illustre un résultat concret de plusieurs années de travail, coordonné par le Centre international de méthodes numériques en ingénierie. Ce logiciel dédié à l'enseignement assisté par ordinateur de l'analyse de structures planes, s'adresse aussi bien à l'étudiant qui désire perfectionner et tester ses connaissances, qu'au professionnel qui doit analyser efficacement une structure réelle et obtenir rapidement des résultats (fig. 1).

Grâce à l'effort consenti par la Communauté européenne, le logiciel *ED-Poutres et Portiques* est offert à des conditions qui le rendent effectivement accessible aux étudiants: exploitable sur un PC standard, il ne coûte que 195 francs.

Le calcul matriciel, une méthode pour l'analyse de structures

De nos jours, la méthode de calcul de structures la plus répandue est le calcul matriciel. L'emploi de la notation matricielle présente deux avantages principaux dans le calcul de structures:

- du point de vue théorique, cette notation permet d'utiliser des méthodes de calcul sous une forme plus compacte, précise et à la fois très générale: les principes fondamentaux ne sont pas influencés par les opérations de calcul ou les différences géométriques dans les typologies de structures analysées;
- du point de vue de la pratique, cette notation offre un système approprié d'analyse et détermine les bases idéales pour le développement de programmes d'ordinateur.

La méthode d'analyse matricielle est basée sur les principes et hypothèses établis par la théorie classique de la résistance des matériaux:

- la théorie des petites déflexions est appliquée;
- on suppose un comportement linéaire dans les typologies de structures considérées;
- le principe de superposition est valable: les efforts et mouvements produits par un système de charges qui agissent simultanément sur la structure peuvent être obtenus par l'addition des

efforts produits par chaque charge agissant isolément;

- le principe d'équilibre est appliqué et établit que la structure dans sa globalité, ainsi que ses éléments constitutifs sont en équilibre sous l'action des forces qui agissent sur eux;
- on suppose que la déformation est continue et a une valeur unique.

Dans le calcul matriciel, une structure quelconque est divisée en éléments de poutre et chaque extrémité de poutre est considérée comme un nœud. Cette méthode systématique de faire référence aux nœuds et aux éléments de poutre d'une structure, simplifie ainsi la définition de cette dernière à une séquence d'éléments de poutres et de nœuds. En isolant un élément de poutre quelconque d'une structure, on peut établir les relations entre les forces qui agissent sur ses extrémités et les déplacements qui se produisent sur celles-ci. Ces relations s'expriment par les équations élastiques de l'élément poutre considéré. On traduit ces relations sous forme équivalente en équations matricielles. Les matrices qui correspon-

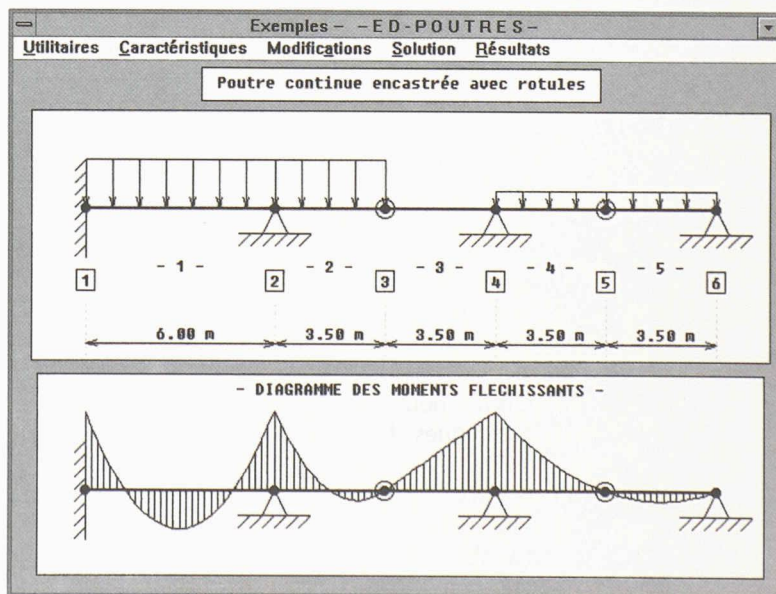


Fig. 1. - *ED-Poutres et Portiques* profite au maximum des capacités graphiques et interactives de l'environnement Windows pour faciliter la mise en données des problèmes et la visualisation des résultats comme le diagramme des moments fléchissants.

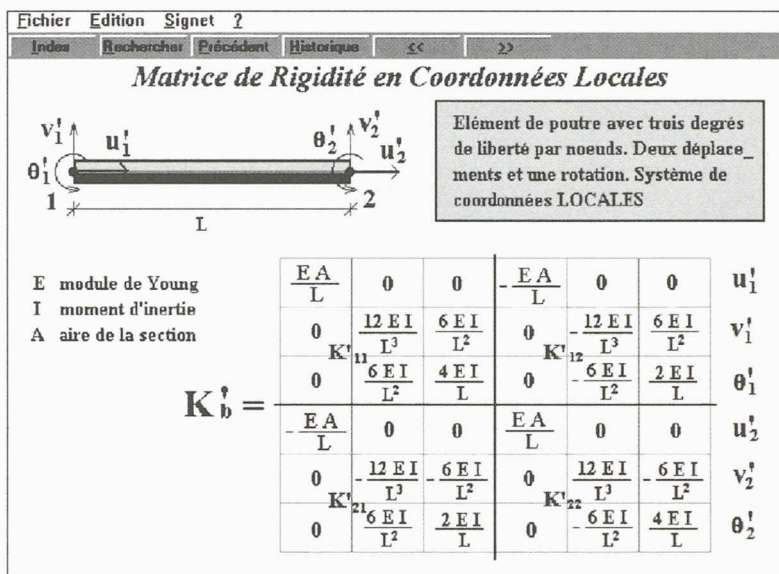


Fig. 2. – Les concepts tels que les matrices de rigidité sont clairement expliqués.

dent à chaque élément poutre sont ensuite assemblées. Cet assemblage matriciel tient compte de la géométrie de la structure considérée. L'équation matricielle finale, après l'application des conditions de bords peut être exprimée par un système algébrique de m équations ayant m inconnues. Ce système d'équations est alors résolu à l'aide d'une méthode numérique courante (Gauss par exemple).

Le logiciel ED-Poutres et Portiques

L'apprentissage conventionnel du calcul matriciel est difficile, vu la grande quantité d'opérations qu'il implique; quant aux techniques traditionnelles d'enseignement, elles ne facilitent guère l'appréhension de concepts tels que matrices locales ou globales, assemblages de matrices, etc. L'ordinateur est mieux à même de servir d'outil pour l'apprentissage des techniques faisant appel à ces concepts (fig. 2) et, dans ce sens, le logiciel ED-Poutres et Portiques représente une aide idéale pour l'analyse de structures planes par la méthode des matrices. Il profite au maximum des capacités graphiques et interactives de l'environnement Windows (Windows

3.11 ou Windows 95 indispensable) pour faciliter la mise en données des problèmes et la visualisation des résultats tels que le diagramme de la déformée, le diagramme des efforts tranchants, des moments de fléchissement, etc. Le logiciel permet ensuite de comparer, par superposition, les résultats obtenus pour la même structure lorsque des options différentes ont été choisies (fig. 3).

Le logiciel ED-Poutres et Portiques est divisé en trois parties: théorie, exemples et exercices. Le futur ingénieur peut suivre la résolution d'un calcul de structure de manière passive ou active: soit le programme guide l'utilisateur durant la résolution du problème considéré et lui montre chaque étape du calcul, comme la numérotation des nœuds, la construction des matrices de rigidité, l'assemblage de ces matrices et des vecteurs de charges notamment, soit c'est l'utilisateur lui-même qui effectue ces opérations et le programme devient alors tuteur. A tout moment un rappel théorique peut être demandé.

Le logiciel contient une bibliothèque d'exemples et d'exercices, mais l'utilisateur peut bien entendu créer sa propre structure et donc résoudre un problème nouveau. Ce programme est donc également utile à l'ingénieur ou à l'architecte professionnel qui désire obtenir rapidement des résultats. D'un point de vue pédagogique, ED Poutres et Portiques est une excellente introduction à la méthode des éléments finis, de plus en plus souvent utilisée par les ingénieurs et les architectes.

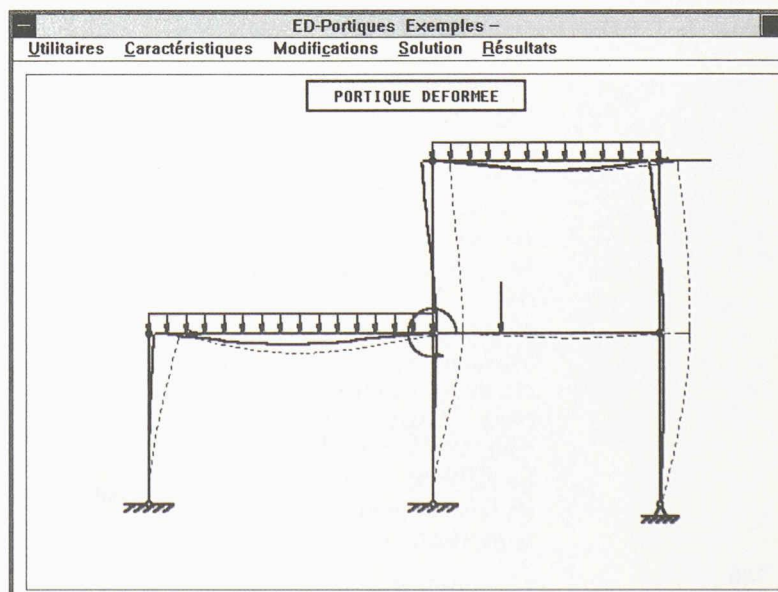


Fig. 3. – ED-Poutres et Portiques permet de comparer différentes solutions et d'interpréter les résultats avec une grande facilité.