

# Pourquoi pas un "ICES" en Suisse

Autor(en): **Dysli, Michel**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin technique de la Suisse romande**

Band (Jahr): **97 (1971)**

Heft 18: **52e Comptoir Suisse, Lausanne, 11-25 septembre 1971**

PDF erstellt am: **26.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-71245>

## **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.

## Conclusions

L'article décrit brièvement le principe de la méthode du moiré. Il s'agit d'un outil simple et efficace de la statique expérimentale, particulièrement adapté à l'étude des divers problèmes bidimensionnels. L'intérêt pratique de la méthode réside dans sa possibilité de fournir une image d'ensemble du mode de déformation d'un élément sollicité. L'examen visuel des lignes moirées permet déjà l'interprétation du degré de sollicitation des différentes sections du modèle. La préparation et l'exécution des essais étant relativement rapides et peu onéreuses, on peut employer la méthode du moiré également comme moyen d'étude préliminaire.

## Remarque

Nous remercions MM. J.-M. Yokoyama et L. Lakatos, ingénieurs, pour leur permission de publier les résultats de l'essai mentionné dans l'article.

## BIBLIOGRAPHIE

- [1] LIGTENBERG, F. K.: *The moiré method, a New Experimental method for determination of moments*. Proc. SESA, vol. XII, No. 2, 1955.
- [2] RABINOVICI, A.: *Anwendung der Moire-Methode beim Studium der Wechselwirkung zwischen Platte und Unterzug*. Schw. Bauzeitung, H. 28, 1967.

Adresse de l'auteur :

D<sup>r</sup> A. Rabinovici,  
47, route de Vevey, 1009 Pully.

## Pourquoi pas un « ICES » en Suisse

par MICHEL DYSLI, ingénieur EPFL-SIA<sup>1</sup>

### 1. Qu'est-ce-que l'« ICES »

ICES sont les initiales de « Integrated Civil Engineering System », soit en français : système intégré du génie civil. L'ICES a été créé en 1964 aux USA, par le laboratoire d'informatique du département de génie civil du Massachusetts Institute of Technology (MIT), puis développé par ce laboratoire et des communautés professionnelles comme :

- Ford Foundation
- Massachusetts Bay Transportation Authority
- US Department of Transportation
- National Foundation
- Portland Cement Association
- IBM Corporation
- etc.

C'est un ensemble de programmes de système et d'application à l'usage de la profession et de l'enseignement du génie civil, établis selon des critères et une philosophie standards et utilisant comme moyen de communication avec l'ingénieur son propre vocabulaire technique. Un programme bien connu, le STRESS, est un exemple parmi les nombreux programmes d'application de l'ICES.

Le développement de l'ICES est le fait de quelques 80 chercheurs dirigés par le professeur Daniel Roos qui poursuivent deux buts parallèles, soit la recherche avancée dans le domaine de l'informatique appliquée au génie civil et l'établissement de programmes de calcul mis à la disposition de la collectivité. Ces deux types de recherches ne sont pas par définition orientés vers un modèle précis d'ordinateur, cependant pour le moment, la plupart des programmes de l'ICES sont distribués par IBM pour des ordinateurs des séries/360 et/370 opérant avec le système d'exploitation OS (Configuration minimum : IBM/360-40 128 K-bytes, 2 unités de disque 2311, une imprimante rapide, un lecteur et un perforateur de carte).

L'ICES est constitué de deux entités bien distinctes :

- le système ICES
- l'ensemble des sous-systèmes ICES

Les sous-systèmes, qui sont des programmes d'application comme le STRESS, sont exploités, sur l'ordinateur, sous le contrôle du système ICES.

<sup>1</sup> Ancien chef du service EDP de la Société générale pour l'industrie, actuellement chef de section I au Laboratoire de géotechnique de l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne.

Le développement de ce dernier est le propre de spécialistes de l'informatique, celui des sous-systèmes d'application le propre d'ingénieurs spécialistes d'une branche du génie civil et connaissant l'ICETRAN qui est le langage FORTRAN de l'ICES. Ces sous-systèmes peuvent être utilisés par n'importe quel ingénieur ou technicien.

Le système ICES permet à l'ingénieur élaborant un programme de le faire au moyen d'un langage le plus adapté possible à sa technique. Le système ICES comprend entre autres :

- Un moyen de définir le vocabulaire propre à une technique, par exemple pour le programme STRESS des termes comme MEMBER, JOINT, LOAD, FORCE, MOMENT, etc. C'est le CDL (Command Definition Language).
- Un langage de programmation pour l'ingénieur ; c'est l'ICETRAN qui est le langage FORTRAN complété par certaines instructions permettant d'utiliser plus facilement les possibilités des ordinateurs de la troisième génération et simplifiant l'appel des sous-programmes. L'ICETRAN peut être considéré comme un FORTRAN spécialement adapté aux besoins de l'ingénieur.
- Une organisation interne pour le stockage des informations en mémoire conçue pour les problèmes techniques.

De plus le système ICES est pourvu de routines permettant l'exécution des programmes des sous-systèmes comme : un interpréteur des instructions de données (MEMBER, JOINT, FORCE du programme STRESS) et des routines d'organisation des fichiers.

Les sous-systèmes ICES sont donc les programmes que l'ingénieur utilise et dont le déroulement est régi par le système ICES décrit plus haut. Nous allons, ci-dessous, rapidement faire l'inventaire des programmes aujourd'hui disponibles, aux USA aussi bien qu'en Suisse.

### COGO I

C'est un programme permettant la résolution de tous les calculs topographiques simples.

### STRUDL II

Ce programme est une extension du programme STRESS ; il permet l'analyse de la plupart des structures à 2 ou 3 dimensions, constituées de barres, de plaques

ou de coques, ces deux dernières par la méthode des éléments finis. De plus, les problèmes de déformation géométrique non linéaire et les problèmes dynamiques des structures peuvent être résolus par ce programme.

#### TABLE I

TABLE I permet une manipulation aisée des tableaux de données ou de résultats.

#### SEPOL I

Le calcul des contraintes et des déformations dans un sol est le but de ce programme, qui permet en particulier l'estimation des tassements en fonction du temps relativement à la consolidation du sol et à une variation des charges

#### ROADS I

Ce programme résout tous les problèmes courants de construction routière (tracé, mouvement des terres, coût) et est basé sur la représentation digitale du terrain.

#### TRANSET I

C'est un programme d'affectation de trafic sur un réseau.

#### BRIDGE I

BRIDGE I est un outil pour la construction de ponts ; il facilite la disposition des éléments, le calcul du tablier en béton et permet un dimensionnement approximatif des membrures.

#### PROJECT I

C'est un programme d'ordonnancement basé sur la méthode du chemin critique.

#### TRAVOL I

TRAVOL I analyse, conserve et applique des volumes de trafic lors d'établissement de prévision de transport dans un contexte urbain, régional ou national.

#### OPTECH I

Ce programme permet de résoudre toute une variété de problèmes d'optimisation qui peuvent apparaître dans des études de génie civil.

#### LEASE I

Ce dernier programme concerne la mécanique des sols ; il analyse d'une façon détaillée les conditions de stabilité des pentes.

Toutes les données nécessaires à l'utilisation des programmes qui viennent d'être décrits très succinctement sont donc formulées de façon semblable au STRESS, c'est-à-dire au moyen d'expressions propres à la technique concernée et, pour les nombres, sans considération de format.

Si l'ICES a été développé dans le cadre du génie civil, son champ d'application peut très bien s'étendre à d'autres branches de la technique.

## 2. Situation en Suisse de l'informatique appliquée au génie civil

Relativement aux domaines commerciaux et administratifs et à certains domaines techniques, l'emploi de l'ordi-

nateur n'est pas encore général dans celui du génie civil, tant s'en faut ; ceci malgré la formation de l'ingénieur qui devrait lui faciliter l'usage des techniques propres à cet instrument.

Il est difficile de juger objectivement si cela est un mal ; nous allons cependant l'admettre pour la suite et tenter d'en établir le diagnostic. Ce dernier sera certainement un peu trop général et ne tiendra pas assez compte de multiples cas particuliers, car cet article n'a pas la prétention d'effectuer une analyse détaillée de l'informatique appliquée au génie civil ; son but est plutôt d'énoncer les quelques observations faites et les idées venues à l'auteur lorsqu'il était à la tête du service EDP d'un grand bureau d'ingénieurs suisse.

La cause de cette faible utilisation de l'ordinateur est probablement d'abord d'ordre économique ; en effet, par rapport aux domaines commerciaux et administratifs, la grande diversité et la complexité des problèmes qu'a à résoudre l'ingénieur exigent des efforts d'analyse et de programmation très onéreux pour un emploi peu fréquent des programmes et seules de grandes organisations peuvent supporter cet effort.

La deuxième raison est une conséquence de la première. L'ingénieur ne pouvant en général pas préparer lui-même les programmes dont il aurait besoin, se voit dans l'obligation d'en utiliser qui ont été élaborés par des tiers qui sont soit les constructeurs d'ordinateurs qui doivent favoriser la vente de leur matériel, soit des organisations spécialisées à but lucratif. Il doit donc employer des modèles mathématiques qu'il ne connaît pas et dont il ne peut juger des performances ; et c'est ainsi souvent avec beaucoup d'appréhensions qu'il se résout à confier une grande partie de ses responsabilités à ces programmes.

La fragmentation des responsabilités dans la construction d'un ouvrage est certainement aussi une des causes importantes de la difficulté de l'introduction de l'ordinateur dans ce processus. En effet, il est encore très fréquent en Suisse de confier la réalisation d'un ouvrage à un bureau d'architecte, un bureau d'ingénieur, un organisme de direction des travaux et à plusieurs entreprises. Le processus de l'évaluation des quantités et des coûts puis de l'établissement des marchés et enfin des décomptes, se voit découper en plusieurs phases réalisées par des hommes et des moyens différents ; l'introduction d'un système intégré unique se heurte ainsi à de nombreuses difficultés inhérentes à ce découpage.

Un autre facteur intéressant à signaler est la difficulté que l'ingénieur civil a à utiliser les méthodes de calculs numériques modernes qui s'appliquent particulièrement bien à l'ordinateur. A une époque où le délai entre une découverte et son application pratique tend à diminuer, le génie civil semble se comporter de manière opposée. En Suisse, ce phénomène pourrait peut-être s'expliquer par les activités commerciales et administratives d'un grand nombre d'ingénieurs civils propriétaires de bureaux d'étude qui ne leur laissent que fort peu de temps pour assimiler et appliquer de nouvelles méthodes de calcul ou de gestion, d'autant plus qu'il leur faut encore faire un choix, pour un même but, parmi plusieurs d'entre elles.

L'accès relativement difficile aux ordinateurs ne favorise pas non plus leur emploi dans un domaine qui requiert un large inventaire de programmes. Si les langages de programmation et de contrôle sont toujours plus simples dans leur essence, leur vocabulaire croît avec les possibilités toujours plus grandes des ordinateurs et ces langages sont encore aujourd'hui bien nombreux. Il en est de même pour les procédés de formulation des données.

La dernière raison que nous allons évoquer concerne essentiellement une partie de la corporation du génie civil : l'ingénieur mandataire rémunéré sur la base d'honoraires calculés au prorata du coût des travaux. Les instruments (ordinateur et programmes) qu'a aujourd'hui à sa disposition cet ingénieur n'ont plus rien de commun avec les méthodes traditionnelles de calcul ; ils procurent aux résultats une beaucoup plus grande précision et diminuent notablement les temps d'études. Cela est bien entendu positif pour le maître de l'ouvrage, ou l'entrepreneur livrant « clés en main » une construction, mais l'ingénieur mandataire ne reçoit aucune rémunération supplémentaire pour les économies et le gain de temps que permet l'usage d'un ordinateur. Il se voit même souvent pénalisé car le coût d'un dimensionnement d'ouvrage au moyen de programmes de calcul sophistiqués peut atteindre celui d'une étude entreprise par une méthode « manuelle », alors que le coût de l'ouvrage sera vraisemblablement diminué. Ceci explique le peu d'enthousiasme de certains ingénieurs propriétaires de bureau d'étude, à user de l'ordinateur.

Comme un programme sur ordinateur est en fait une méthode de calcul, il est intéressant d'analyser, quant à l'informatique, le rôle du traditionnel inventeur et promoteur des méthodes de calcul, soit l'université et les grandes écoles techniques.

L'université a été en Suisse comme à l'étranger l'une des premières organisations à posséder des ordinateurs et elle a accompli très rapidement un important effort pour le développement des techniques de calcul et des langages de programmation propres à ces calculateurs ; mais dans notre pays, et dans le domaine du génie civil son apport à la résolution de problèmes pratiques au moyen de ces techniques est assez faible. Ses structures conventionnelles ne lui ont pas permis de rivaliser à armes égales, en ce qui concerne ce software ou cette « mentaille » pour reprendre le néologisme français de Louis Armand, avec les gigantesques groupes économiques maîtres actuels de l'informatique à travers le monde. Elle est aujourd'hui consciente de ce demi-échec et est en train de s'organiser en conséquence.

D'aucuns peuvent prétendre que ce n'est pas le rôle des universités et des grandes écoles techniques de développer des programmes à l'usage de la pratique et qu'elles devraient uniquement enseigner l'informatique. Nous ne sommes pas de cet avis et nous allons en expliquer la raison dans le troisième triptyque de cet article.

Enfin pour conclure ce diagnostic sur une note un peu moins pessimiste, nous nous devons de signaler les importantes bibliothèques de programmes afférents au génie civil développées par quelques grandes communautés privées d'ingénieurs et des sociétés spécialisées en software. Une de ces dernières a introduit récemment un système de calcul des structures de très grande valeur qui n'a presque rien de comparable avec, par exemple, les programmes du génie civil, proposés par nos écoles polytechniques.

### 3. Pourquoi pas un « ICES » en Suisse

S'il fallait rechercher un responsable à cet assez mauvais emploi de l'ordinateur dans le domaine du génie civil, on s'apercevrait rapidement que la faute est imputable à l'ensemble des ingénieurs et des écoles qui les forment. En effet, nous n'avons pas su nous organiser pour répartir les frais d'analyse et de programmation et pour choisir des programmes standards, simples à utiliser et dont les

performances auraient été garanties — au sens général du terme et non au sens juridique — par nos maîtres, ceci malgré les nombreuses organisations qui nous groupent.

L'ordinateur et l'informatique sont aujourd'hui un fait acquis et si quelques uns peuvent encore les refuser, ce ne sera vraisemblablement bientôt plus le cas. Les maîtres d'ouvrages qui utilisent l'ordinateur pour la gestion de leurs affaires vont de plus en plus exiger son application au calcul des ouvrages qu'ils financent et à la gestion de leur construction. Comme le coût de l'élaboration des programmes devient toujours plus onéreux de par le raffinement toujours plus grand des méthodes de calcul, résultant lui-même de l'augmentation rapide et régulière de la puissance des ordinateurs — des techniques d'optimisation comme la programmation linéaire ne sont-elles pas déjà introduites dans des programmes de calcul du génie civil — seul la mise sur pied d'un organisme réunissant la plupart des intéressés et financé par ces derniers et la collectivité permettra un usage rationnel et généralisé de l'ordinateur dans la profession du génie civil.

Et alors, pourquoi ne pas créer une organisation et un système semblable à celui décrit en tête de cet article, système basé sur un seul langage de programmation adapté à la technique, sur une formulation des données au moyen du vocabulaire de l'ingénieur et, de plus, élaboré par une haute école technique qui est l'origine traditionnelle des méthodes de calcul ?

Cette association pourrait comprendre un organe de patronage et de conseil et un organe exécutif réalisant et distribuant les programmes de calcul et se consacrant à la recherche en matière d'informatique appliquée au génie civil.

Le premier de ces organes devrait réunir des représentants des grandes organisations d'ingénieurs comme la Société suisse des ingénieurs et architectes, l'Union suisse des professionnels de la route, le Centre de rationalisation du bâtiment, l'Union technique suisse, la Société suisse des entrepreneurs, le Comité national des grands barrages, la Société de mécanique des sols et de travaux de fondation, et, éventuellement, l'Association suisse pour l'automatique qui pourrait faire le lien avec d'autres organisations du même type que celle proposée, des représentants des principaux maîtres d'ouvrages comme les PTT, les CFF, les Constructions fédérales, le Service des routes et des digues ; et enfin des délégués de certains grands bureaux d'ingénieurs, qui permettraient par leurs conseils de tenir compte des études et des travaux que la Suisse réalise à l'étranger. Cet organe nommerait des commissions techniques pour chaque spécialité de génie civil, commissions qui assureraient la liaison avec l'organe exécutif.

Ce dernier pourrait avoir la forme d'un institut d'informatique intégré aux départements de génie civil de nos deux écoles polytechniques fédérales qui en supporteraient la charge. Il serait dirigé par un professeur et comprendrait un noyau de purs informaticiens et des spécialistes de diverses branches du génie civil délégués par leurs instituts, unités ou chaires ; son organisation serait donc du type matriciel. A cet institut serait adjoind un service d'adaptation du système à divers ordinateurs et de distribution des programmes, constitué par les constructeurs d'ordinateurs qui voudront bien se joindre à cette association.

L'effort financier le plus important serait à supporter par nos écoles polytechniques fédérales, car si l'on veut obtenir un résultat rapide et durable, c'est quelque cinquante ingénieurs et mathématiciens, répartis entre l'école de Zürich et celle de Lausanne, qui devront œuvrer au



développement de ce système et de ses sous-systèmes si l'on reprend la terminologie de l'ICES. Des chercheurs d'autres universités ou écoles pourraient aussi se joindre à cette entreprise, ce qui diminuerait d'autant la charge des écoles polytechniques. Chacun des autres organes de cette association devrait assurer leur propre financement et pourrait aussi dans la mesure de leurs moyens contribuer à celui de l'institut d'informatique ; nous pensons en particulier aux constructeurs d'ordinateurs qui auraient tout intérêt à voir se développer un pareil système.

La première tâche de cette association pourrait être, par exemple, d'adapter à nos habitudes et à nos langages techniques l'ensemble ou éventuellement certains programmes distribués par l'ICES.

Une telle organisation éliminerait probablement petit à petit la plupart des causes du médiocre emploi de l'ordinateur dans le domaine du génie civil. Elle donnerait, cela est important, une chance égale dans l'application de l'informatique à tous les bureaux d'ingénieurs et entreprises du génie civil. Et, enfin, elle permettrait aux écoles polytechniques de consolider leur rôle de leader technique qu'elles sont aujourd'hui un peu en train de perdre dans ce domaine.

Il faut plutôt considérer les propositions énoncées ci-dessus avant comme des idées, car elles ne sont pas étayées par des études approfondies. Cependant, six ans de pratique dans l'informatique appliquée au génie civil ont montré à l'auteur, qu'en Suisse, une meilleure organisation des moyens que cette science met à notre disposition ne pourrait être que bénéfique à l'ensemble de la profession.

#### BIBLIOGRAPHIE

*General ICES Information*, Civil Engineering Systems Laboratory, Department of Civil Engineering, MIT, Cambridge, Massachusetts 02139

*ICES : Programmers Reference Manual*, Department of Civil Engineering, MIT, Cambridge, Massachusetts 02139.

*Shapers of the modern World*, Computing Report, January 1969, IBM.

*Scenario for a third Computer Revolution in Structural Engineering*, by STEVEN J. FENVER, ASCE Journal of the structural Division ST 1, 1971.

Adresse de l'auteur :

Michel Dysli, ingénieur EPFL SIA,  
1, ch. des Grand-Portes,  
1213 Onex

## Le projet de la nouvelle Station de recherches d'économie d'entreprise et de génie rural à Tänikon

### Résultats du concours et des mandats d'avant-projets

par CLAUDE GROSGURIN, architecte, directeur-adjoint des Constructions fédérales

Lors de l'étude de la Station fédérale de Tänikon, il a fallu prendre en considération le fait que le domaine récemment acquis comprend un groupe de bâtiments anciens, qui ont survécu à la destruction d'un couvent cistercien de femmes et qui sont protégés comme monuments historiques. Ces bâtiments conventuels pouvaient être restaurés et complétés pour devenir le siège de la direction et de l'administration de la station de recherches, à condition que la partie technique agricole de cette dernière, sans être éloignée du noyau historique, en soit suffisamment séparée visuellement. Etant donné le caractère nettement différent des deux parties (noyau historique d'une part et centre de technique agricole d'autre part), deux compétitions diffé-

rentes ont été ouvertes pour résoudre ce problème architectural. La reconstitution du centre historique a donné lieu à un appel d'avant-projets adressé à cinq architectes, alors que la création du centre de technique agricole a été l'objet d'un concours public de projets ouvert aux architectes de la région nord-est de la Suisse. Ces deux compétitions ont été ouvertes par la Direction des constructions fédérales avec la collaboration de la Division de l'agriculture.

#### 1. L'aménagement du noyau historique

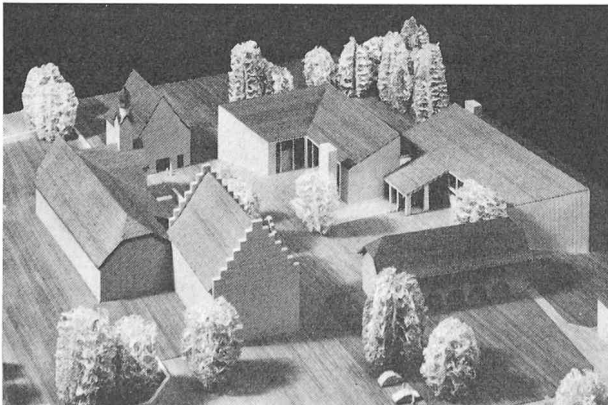
Le problème consistait à intégrer les bâtiments existants, à savoir :

- la maison des abbesses,
- la maison du confesseur,
- l'ancien réfectoire,

dans un tout comprenant des constructions nouvelles et abritant dans l'ensemble :

- des bureaux,
- un centre de documentation,
- des chambres pour les collaborateurs scientifiques temporaires,
- une cantine et des logements pour le personnel.

Les experts, au nombre desquels il faut mentionner M. A. Knoepfli, archéologue cantonal, ont désigné, en vue de la suite des études, le projet élaboré par les architectes *Antoniol et Huber*, à Frauenfeld, qui s'est imposé par l'heureux groupement des volumes et par l'harmonie d'expression réalisée entre les anciens et les nouveaux bâtiments.



Le noyau historique : en haut à droite, les nouveaux bâtiments.