

Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 96 (1970)
Heft: 22

Artikel: Données pour un modèle de l'organisation, en Suisse, de la recherche en matière de construction
Autor: Füeg, Franz
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-70876>

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: 22.02.2026

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

Données pour un modèle de l'organisation, en Suisse, de la recherche en matière de construction¹

par FRANZ FÜEG, architecte, Soleure, professeur à l'EPF Lausanne

Dans le présent travail, l'auteur formule les réflexions qui lui sont venues à l'esprit à propos d'une étude entreprise sur l'avenir proche et lointain du *Centre suisse d'études pour la rationalisation du bâtiment (CRB)*. Au cours de cette étude, il est apparu rapidement que toute institution qui s'occupe de recherche en matière de construction, ou de problèmes apparentés, ne peut définir ses tâches immédiates ou trouver sa place véritable que dans la mesure où elle s'intègre dans un contexte général de recherche sur le plan national. C'est ce qui résulte aussi des discussions auxquelles a donné lieu le programme d'une aide future des pouvoirs publics à la construction de logements, question qui se pose à des organismes tels que la *Commission de recherche pour la construction de logements (CRL)*.

Il existe toutefois beaucoup d'autres raisons qui justifient cette conception.

On reproche depuis quelque temps aux architectes et aux ingénieurs d'appuyer certaines de leurs décisions sur des considérations relevant de l'écologie, de la physiologie et de la psychologie, domaines qui ne sont pas de leur ressort. Si ce reproche est fondé, il faut reconnaître aussi que les instances qualifiées pour prendre de telles décisions font encore défaut.

Divers organismes auxiliaires de décision en matière de planification de la construction ont été créés ces dernières années à l'étranger. Cependant, ils ne pourront fonctionner avec succès que lorsque leur mission aura été mieux définie, et qu'un pouvoir efficace leur aura été attribué. La modification et l'extension rapides de l'environnement artificiel posent maintenant un problème de première importance, qui ne peut pas être résolu par les seuls moyens de l'aménagement du territoire : sa solution dépend des résultats de la recherche aussi bien en architecture qu'en urbanisme. Il est compréhensible qu'un tel effort de recherche ne puisse plus être supporté par le secteur économique de la construction à lui seul. Je tenterai néanmoins d'aborder le sujet en partant de ce secteur, bien qu'une autre approche puisse permettre un cheminement plus rapide. Mais le détour par l'économie permettra vraisemblablement de mieux mettre en évidence l'aspect véritable des problèmes et la complexité d'une recherche intégrale en matière de construction à l'échelon national.

Il est question de « recherche intégrale », étant donné qu'il s'agit d'une recherche dont l'objet n'est pas seulement la technique constructive, l'économie et le droit, mais aussi le contexte formé par tout l'environnement artificiel de l'homme ; il s'agit de problèmes toujours posés sur un plan interdisciplinaire.

En construction, la recherche devrait être comprise dans un sens différent de celui que l'on donne, en sciences, au terme de recherche fondamentale ; elle devrait au contraire s'étendre au domaine pratique en comprenant par exemple la normalisation, dans la mesure du moins où celle-ci requiert une recherche préalable.

Avant tout je tiens à remercier M. le professeur J. W. Huber, qui écrit ce qui suit :

L'importance, pour le secteur de la construction, de la recherche, considérée du point de vue de l'économie publique

« L'insuffisance de la recherche a, dans le domaine de la construction, les mêmes effets néfastes que dans d'autres domaines. Etant donné la modification rapide de l'environnement et du cadre économique et social, l'absence ou l'insuffisance de la recherche en matière de construction a des conséquences irréparables pour la structure, la productivité et le coût de la construction dans son ensemble.

» L'importance de la recherche en matière de construction est généralement sous-estimée quant à ses effets sur l'ensemble de l'évolution économique, ce qui dénote une appréciation erronée des choses étant donné la part très importante du bâtiment dans le produit social et aussi l'accroissement de productivité et de qualité pouvant résulter d'une recherche systématique. Les investissements dans la construction ont atteint en 1968 environ 12,5 milliards de francs, c'est-à-dire 17,06 % du produit social brut. Le nombre de personnes dont l'occupation dépend directement ou indirectement de l'économie du bâtiment s'élève à plus de 300 000 ; ce chiffre correspond à environ 12,6 % de toutes les personnes actives. Il importe donc de susciter l'intérêt général des milieux économiques et politiques pour la promotion de la recherche en matière de construction. »

Coopération dans l'économie suisse du bâtiment

Trois raisons au moins justifient la coopération dans le secteur économique du bâtiment :

1. L'industrie du bâtiment, comme tout autre groupe économique, tend à mettre en œuvre des moyens toujours plus efficaces dans le domaine de la formation et du développement techniques, ainsi que dans les investissements.
2. L'industrie du bâtiment produit des immeubles, des quartiers, des agglomérations ; elle crée dans notre pays l'environnement artificiel et exerce de la sorte son influence sur la vie de ses habitants.
3. On est très loin d'être suffisamment conscient des rapports d'interdépendance qui existent entre les divers secteurs de la construction.

Ces trois raisons ont entre elles quelque chose de commun. Bien que chacune ait sa valeur propre, la première à elle seule, c'est-à-dire l'économie, est considérée généralement comme essentielle et suffisante.

Cela se comprend, puisque les situations économiques peuvent s'exprimer par des chiffres. Il faut donc se demander pourquoi le secteur du bâtiment est en moyenne moins productif que les autres industries. La réponse à cette question se trouve dans des faits nombreux et évidents :

¹ La version allemande originale a paru dans la *Schweizerische Bauzeitung*, n° 26, du 25 juin 1970.

- Le développement inégal des diverses branches du bâtiment.
- Les dimensions très différentes des entreprises et des bureaux techniques, allant de l'artisan isolé à des industries employant un personnel d'effectif moyen, d'où des habitudes de travail inégales suivant la branche et suivant l'entreprise.
- Les prix garantis dans plusieurs secteurs.
- L'obligation d'appliquer un nombre incalculable de règlements différents suivant le lieu considéré.
- Le fait que dans le bâtiment le marché doit répondre à des désirs individuels.
- De plus, l'économie suisse du bâtiment n'est suisse dans le meilleur cas qu'en ce qui concerne la production de matériaux et d'éléments de construction ; en revanche, l'exécution des ouvrages est soumise aux conditions régionales.

Tout cela est connu. Il y a pourtant trois aspects de la question dont, à ma connaissance, il n'a pour ainsi dire pas été parlé :

1. Beaucoup de faits très simples sont ignorés dans le monde du bâtiment.
Exemple : les techniques du bâtiment, à l'exception des installations et des matières plastiques, n'ont guère évolué depuis 160 ans.
2. On peut prévoir dès à présent que des industries extérieures à la construction (sociétés pétrolières, trusts de l'industrie chimique) vont introduire dans le bâtiment des méthodes révolutionnaires, y opérer des investissements et absorber une part de ce marché.
3. Pour rester concurrentielle (même en ce qui concerne les salaires), toute branche de l'économie doit recourir non seulement au capital et au travail — les deux facteurs classiques de productivité — mais aussi à la recherche, en particulier à une recherche qui ne s'accomplisse pas au jour le jour, mais qui soit prospective.

Coopération dans la recherche

Dans le domaine du bâtiment, la recherche a toujours existé, mais avec un but limité : vendre des matériaux de construction et des produits semi-finis. Cette recherche s'effectue sans coordination, et les résultats n'en sont que rarement comparables entre eux.

Techniquement, la construction s'est développée de telle manière que les divers éléments de construction dépendent toujours plus les uns des autres ; toutefois toutes les conséquences de cette interdépendance ne sont pas encore connues.

Exemple :

Le mur de briques est tout à la fois élément porteur ; fermeture ; protection mécanique, thermique et acoustique. Par contre dans l'ossature avec remplissage en panneau sandwich, les fonctions sont dissociées : l'ossature fait fonction de porteur, les plaques extérieures du sandwich forment la fermeture et la protection acoustique, la tranche intérieure fait fonction de protection thermique.

Les fabricants, qui jusqu'ici ont été à peu près les seuls à s'occuper de recherche, ne s'intéressent que très peu à

ces interdépendances. Dans la plupart des cas, ils ne seraient d'ailleurs pas en mesure de prendre un système de construction entier comme base de recherche pour un seul produit. D'autres problèmes, même simples, tels l'intégration d'un système d'installations dans un système porteur, leur échappent complètement.

Qui donc devrait avoir à supporter la charge d'une telle recherche, appliquée à des systèmes entiers ? La réponse est dictée par l'intérêt immédiat, par la répartition des moyens financiers et par la nécessité de faire passer les résultats de la recherche dans le domaine pratique : c'est l'ensemble du secteur économique de la construction.

Economie du bâtiment et collectivité

L'économie du bâtiment se distingue cependant d'autres branches de l'économie par deux caractéristiques essentielles :

1. Pour les architectes et les ingénieurs, l'art de la composition, de même d'ailleurs que la théorie de la composition, sont relativement indépendants de la réalisation ; par le choix des matériaux, des éléments de construction et des types de structure, ils ont sur l'évolution des méthodes de réalisation une influence plus grande qu'on ne le pense généralement dans le monde du bâtiment.
2. Les produits finis (immeubles, voies de circulation, ponts) de l'économie de la construction (producteurs et bureaux d'étude) résultent bien de mandats attribués par les maîtres d'ouvrages, qui sont regroupés avec l'économie de la construction sous le terme commun de « Construction » (voir fig. 1 et 2) ; mais ces produits constituent une part importante de l'environnement artificiel, l'environnement construit avec lequel chacun est en contact, et qui concerne chacun.

Il y a beaucoup de raisons pour admettre que l'environnement artificiel exerce son influence sur les individus, la société et la collectivité.

L'architecture porte ainsi une appréciable part de responsabilité dans la formation du milieu dans lequel l'homme vit et, à ce titre, exerce une grande influence sur la collectivité. Ainsi la collectivité ne se contente pas de tirer parti des produits de l'industrie de la construction, elle est concernée par eux en dehors de l'utilisation qu'elle en fait. Elle n'a pas un rôle passif seulement ; au contraire, les pouvoirs publics qui la représentent exercent en tant que législateur et que maître de l'ouvrage une action décisive sur le secteur économique de la construction.

Il s'ensuit que celles des branches de l'économie de la construction qui sont disposées à financer la recherche ont intérêt à ce que les pouvoirs publics y participent ; les raisons en sont les suivantes :

1. Les pouvoirs publics représentent un maître de l'ouvrage de première importance.
2. Une recherche s'orientant non pas vers les matériaux de construction, mais vers l'environnement bâti, prend sur le plan de l'économie publique, de la collectivité et de la politique de l'Etat une valeur toujours plus grande.

La recherche en matière de construction intéresse l'économie du bâtiment pour des raisons relevant de l'économie, de la technique et de l'organisation.

L'économie du bâtiment n'a pas encore pris ses responsabilités à l'égard de l'importance qu'elle a du fait de l'influence que ses produits exercent sur l'environnement et des mutations qu'ils lui font subir.

Les besoins de la société et l'activité qu'ils suscitent dans le secteur du bâtiment sont tels que l'environnement évolue rapidement. Il y a longtemps qu'un accroissement « organique » n'est plus concevable. Le secteur économique du bâtiment n'a pas mesuré les conséquences réelles de modifications si rapides. C'est ce qui explique qu'il n'ait pas encore pris conscience de l'étendue de sa responsabilité, laquelle dépasse le contexte technique et économique.

Une politique de recherche qui serait orientée vers les seuls intérêts techniques et économiques serait insuffisante, voire dangereuse, car elle conduirait à des erreurs : « Celui qui ne connaît que la chimie n'entend rien à la chimie. »

Le partenaire de l'économie du bâtiment, c'est-à-dire le maître de l'ouvrage, a intérêt lui aussi à ce que la recherche en matière de construction ne se limite pas aux préoccupations de rendement économique. C'est également l'intérêt de l'individu et celui de la collectivité sociale et politique.

Il n'est pas possible de faire supporter au secteur du bâtiment et au maître de l'ouvrage toute la charge d'une recherche qui, dès lors qu'elle dépasse le domaine technique et économique, dépasse aussi du même coup leur capacité financière et leur mission.

D'exemples pris à l'étranger, il se dégage cette expérience que les pouvoirs publics ne mettent des moyens à disposition de la recherche en construction que lorsque la mutation de l'environnement a atteint un point critique. Je crois qu'une évolution va se produire chez nous dans la même direction. Un premier pas a été fait avec l'aménagement du territoire. Mais la tendance de l'Etat est centralisatrice. C'est lui qui supporte la charge financière de l'aménagement ; c'est donc lui qui détermine ce qui doit être réalisé et qui ne doit pas l'être.

Un jour viendra où l'Etat constatera, ou sera amené à penser, que le secteur du bâtiment, par défaut de sens des responsabilités, par manque de coordination, par l'absence d'une normalisation réellement appliquée, ou encore en raison de l'attachement excessif d'associations ou de personnes à leur propre prestige, n'est pas en mesure de résoudre les problèmes urgents qui se posent à lui. L'Etat interviendra alors dans ce domaine avec d'autant plus de facilité qu'il sera seul à disposer des moyens financiers nécessaires.

Dès lors que la recherche en construction est comprise comme « recherche intégrale », étendue à un large éventail de domaines d'activité, elle est à l'opposé de la conception centralisée de la recherche ; elle est même incompatible avec elle. En effet, les expériences faites à l'étranger, qu'elles soient positives ou négatives, montrent que la recherche en construction ne se limite pas à un problème de recherche proprement dite, mais doit faire appel à la coopération de l'économie, de la collectivité, et de tous les secteurs de recherche. Ce n'est qu'à cette condition que le succès de ses résultats pratiques peut être garanti, et qu'elle pourra à *long terme* en faire bénéficier l'économie et la collectivité.

La recherche et le savoir représentent une valeur. Il ne s'agit donc pas de supprimer les organismes de recherche existants, mais au contraire de les soutenir et de les élargir. Quant aux institutions dont l'activité principale s'exerce déjà dans le domaine de la normalisation, elles devraient être englobées dans l'organisation de la recherche, étant donné que la normalisation présuppose une recherche.

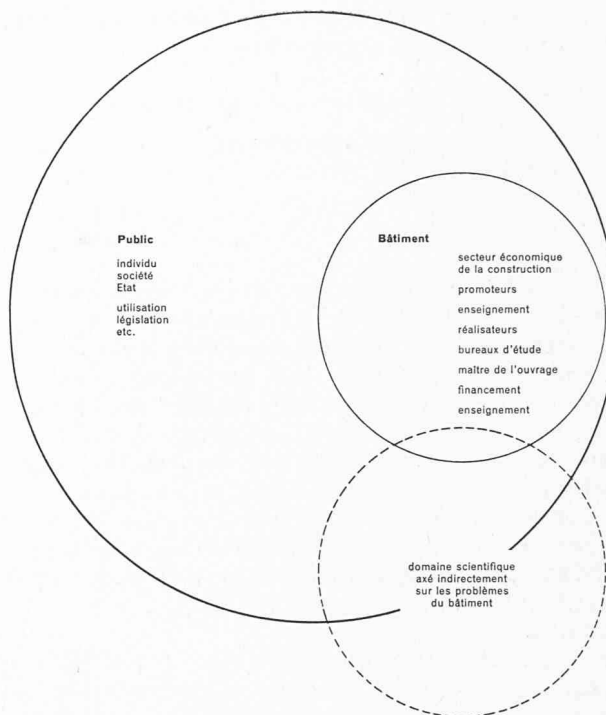
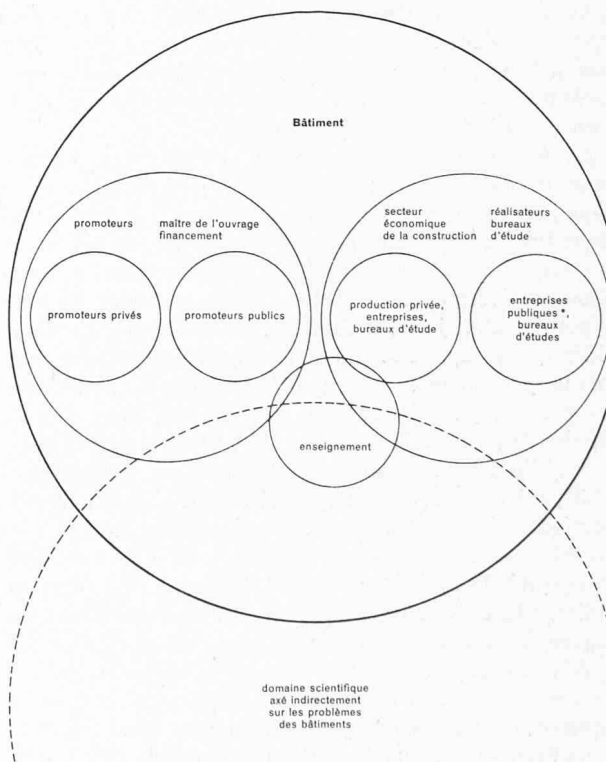


Fig. 1. — *Public-bâtiment* : Les missions et les responsabilités de l'économie du bâtiment sont étroitement liées aux exigences de la collectivité et de l'individu. Toute recherche en construction qui se limiterait aux problèmes du bâtiment conduirait de ce fait à des résultats de plus en plus erronés.



* Par exemple, les Services de l'Electricité

Fig. 2. — *Bâtiment* : Economie du bâtiment — promoteurs — enseignement — « domaine scientifique ». L'économie du bâtiment (production, bureaux d'étude) et les promoteurs (maîtres de l'ouvrage, financement) sont réunis, avec l'enseignement, sous la notion collective d'« économie du bâtiment ». Le domaine scientifique, orienté indirectement vers les problèmes du bâtiment, y occupe une position particulière. (La dimension des cercles ne correspond pas à l'importance relative des indications qu'ils contiennent.)

Les bases d'un modèle de l'organisation, en Suisse, de la recherche en construction

Ce modèle devrait donner des informations sur

- les rapports d'interdépendance,
- les tâches,
- l'organisation et
- le financement.

Il faut faire une distinction entre la recherche dans le domaine du projet et de la réalisation des ouvrages, et la recherche dans celui de l'aménagement du territoire.

Les données qui suivent sont incomplètes et ne sont indiquées que sous forme de mots clés, dont chacun nécessite, pour être compris, un commentaire explicatif. Un mot clé en effet ne trouve son sens que dans les relations qui le lient avec un autre ou avec plusieurs autres.

Toutefois il est probable qu'on ne connaît qu'une petite partie de ces relations et de leurs propriétés. Leur description exhaustive ne peut être le fait que d'un groupe disposant d'une méthode d'appréciation efficace, et non d'un individu.

En prenant l'exemple des mots clés « technologie » et « économie » dans la construction, les réflexions qui suivent veulent montrer à quel point les interdépendances sont complexes.

La technologie est la branche qui traite de la transformation des matières premières en produits finis, ainsi que des procédés de fabrication ; d'autre part l'économie est la science de la rentabilité de la production. Faire de la réunion de ces deux disciplines l'objet de l'art de construire, voilà une idée qui depuis quelques années, et pour la première fois dans l'histoire de la construction, exerce une fascination sur les esprits, fascination objectivement explicable par la conjugaison des domaines scientifiques s'étendant aux diverses activités humaines.

La technologie et l'économie du bâtiment cernent ensemble trois notions : les possibilités offertes par la technique, les besoins, le coût. Être fasciné ne signifie pas seulement se laisser charmer, mais aussi être aveuglé. Il y a aveuglement lorsqu'on admet que la technique et l'économie sont indépendantes de tout autre domaine. Si cette hypothèse était juste, il faudrait, en économie, partir de l'idée que chaque construction pourrait être plus économique qu'elle n'est. Cependant l'économie et la technique ne trouvent pas leur sens en elles-mêmes, mais dans la mission que les ouvrages (immeubles, routes, ponts) ont à accomplir. Par conséquent l'économie d'un ouvrage construit pose un problème d'optimalisation. L'optimum économique ne doit pas être recherché uniquement dans les domaines de la technique et du coût, mais aussi dans ceux de l'exploitation, de l'utilité et de l'efficacité. Exploitation, utilité, efficacité ne dépendent pas des seuls facteurs techniques, mais aussi du caractère et des besoins de l'homme et de la société. L'économie n'est par conséquent pas seulement un problème technique, de production, de coût, de bénéfice, mais elle est toujours étroitement liée à l'humain.

La technique résulte de déductions qui sont tirées à partir de l'humain et à partir de l'économie, mais elle résulte aussi de déductions qui peuvent être tirées à partir de la technique elle-même et de la technologie ; car la technique et la technologie dépendent d'inventions qui sont fonction elles-mêmes dans une large mesure des conceptions relatives à l'individu et à la société, à la promotion de la formation, et à la structure économique. Ces conceptions à leur tour sont influencées par les structures et les décisions politiques. Il s'ensuit que la technologie et l'économie du

bâtiment sont en définitive fonction aussi bien des conceptions relatives à l'homme et à la Société, que du libre jeu des idées, et de la constitution politique.

Tout cela semble passablement confus, et le « praticien » dira qu'il s'agit là de visions idéales très éloignées du terrain des réalités. Mais nous savons par expérience qu'il est parfaitement possible de s'élever au niveau de telles visions sans quitter ne serait-ce qu'une seconde le terrain des réalités. Le « praticien » a tendance à ne considérer la réalité que du point de vue limité de sa propre expérience. De la sorte, non seulement il se prive de la possibilité d'embrasser la réalité dans toute sa dimension, mais encore il a toujours plus de peine, dans son champ de vision restreint, à dominer ses propres problèmes, car la réalité se transforme rapidement.

C'est pourquoi, par la force des choses, la recherche en construction ne conduirait qu'à des résultats fragmentaires et erronés si elle renonçait à embrasser la réalité dans son ensemble, et si elle s'effectuait dans l'optique restreinte du praticien.

Objectifs de la recherche

La recherche devrait s'effectuer en faveur

- de la composition des projets et de la préparation de la construction ;
- de la production des matériaux de construction, éléments de construction, ouvrages et aménagements (immeubles, voies de circulation, agglomérations...) = environnement bâti ;
- des usagers des ouvrages et aménagements ;
- de l'enseignement et
- de la législation.

Les buts de la recherche orientée vers l'amélioration de la qualité sont au sens le plus large

- l'approfondissement de la connaissance des rapports d'interdépendance ;
- l'élévation du standard des matériaux de construction, éléments de construction, ouvrages et aménagements ;
- l'amélioration et l'augmentation du nombre des références et des instruments de décision en faveur de critères techniques, économiques, humains et politiques ;
- l'accroissement de la productivité.

Distinctions à établir dans la recherche

En construction, la recherche ne saurait se comparer à la recherche fondamentale telle qu'elle est pratiquée dans le domaine scientifique, mais peut se soumettre à la classification suivante :

- recherche libre et recherche dirigée ;
- recherche dégagée d'obligations particulières et recherche soumise à des obligations particulières ;
- en d'autres termes, recherche tendant à une application indirecte des résultats et recherche tendant à une application directe des résultats.

Organismes de recherche, disciplines de recherche

Pour déterminer qui s'occupe en Suisse de recherche en construction, il convient d'établir d'abord une distinction sommaire entre disciplines de recherche et organismes de recherche. Les institutions de recherche existantes doivent

être classées en institutions privées, institutions publiques, et établissements d'enseignement.

Institutions privées :

- a) industrie
- b) associations
- c) sociétés
- d) personnes

Institutions d'enseignement :

- e) universités
- f) EPF
- g) EST

Institutions publiques :

- h) LFEM
- i) CNA
- k) groupement des établissements cantonaux d'assurance-incendie, etc.

En complément, il y a lieu de citer les instances de promotion de la recherche, telles que le délégué du Conseil fédéral au logement, et la Commission de recherche pour la construction de logement.

Disciplines de recherche dans le domaine de l'environnement construit (délimitation sommaire)	Institutions se limitant à une activité de recherche, ou à des activités comparables	Travaux accomplis
Technologie	a b c d f	
Technique	a b c d f g h i k	
Droit	b e i k	
Economie	b e	minimes
Ecologie		font défaut
Sciences sociales	e f	minimes
Médecine	e f	minimes
Géographie économique	e	minimes
Recherches climatologiques etc.	e	
Sciences de la recherche		font défaut
Méthodologie de la composition		font défaut
de la production	a b c d	négligeables
de l'exécution	a b c d	négligeables
de la communication et de l'enseignement		font défaut
de la recherche		font défaut
Information, savoir		font défaut
Etude des rapports d'interdépendance		font défaut

Théories de la recherche

Le but de la recherche intégrale, en construction, est de faire apparaître et de dominer tous les éléments intervenant dans la réalisation des ouvrages construits, en corrélation avec l'emploi qui en est fait par leurs utilisateurs. Diverses théories de la recherche apportent des moyens d'investigation efficaces et doivent être considérées comme des instruments de travail. En voici quelques-unes :

Théorie de la connaissance

La théorie de la connaissance est la théorie de l'action et de la décision. La question principale qu'elle pose est celle-ci : comment la connaissance et la science sont-elles possibles ?

Théorie des systèmes

Dans cette théorie, on donne au terme de système le sens d'ensemble d'éléments associés les uns aux

autres. La théorie des systèmes met en évidence les moyens d'étudier les éléments et leur mode d'association. La détermination de la complexité des systèmes forme l'un de ses principaux domaines. Pour être complet un système de la recherche en construction doit comporter les composantes que constituent l'intervention et les besoins de la société humaine.

Théorie des ensembles

C'est une théorie qui traite des propriétés mathématiques des ensembles en les considérant comme classe, comme groupe, comme moyen propre à éviter les axiomes contradictoires.

Morphologie

Dans la conception de Zwicky, la morphologie a pour objet le développement de méthodes analytiques et synthétiques permettant de faire apparaître par déduction la totalité des solutions possibles. Elle indique le cheminement conduisant à la réalisation de solutions choisies parmi l'ensemble de toutes les solutions.

Méthodologie

La méthodologie traite de la voie choisie, du procédé de recherche, de la méthode d'enquête (procédé de l'induction, de la réduction, de l'analyse, etc.) et du dialogue.

Heuristique

L'heuristique peut être définie comme la théorie de la découverte ; elle traite de l'étude de la création scientifique et artistique.

Praxéologie

La praxéologie traite de l'efficacité optimale de l'action grâce à une description exacte et conforme de la réalité.

Justification, mission et organisation d'un organe de direction

La recherche intégrale en construction présente des aspects si divers et si complexes qu'aucun Etat européen ne serait en mesure d'en assumer à lui seul la charge, à moins de s'en tenir à quelques points importants. Mais comment les désigner, avec leur ordre de priorité ?

Pour une part, ce sera l'évolution antérieure qui permettra de le faire ; pour une autre part, certains travaux de recherche ont déjà été entrepris à ce jour avant tout par l'industrie dans le domaine des matériaux et des éléments de construction, et par les écoles d'ingénieurs dans celui de la résistance des matériaux. En Suisse, tout le reste n'est traité que sporadiquement, ou ne l'est pas du tout. De plus, entre le secteur de la construction et la collectivité, et à l'intérieur même du secteur de la construction, les intérêts divergent à tel point que le soin de déterminer les points à traiter en priorité ne saurait être confié aux organismes de recherche eux-mêmes, mais doit l'être à un organe supérieur de coordination et de direction. Il s'ajoute à cela d'autres missions, que les organes de recherche ne peuvent pas accomplir eux-mêmes, si l'on veut que la recherche soit couronnée de succès et que ses résultats passent réellement dans le domaine de l'application pratique. Ces missions-là, elles aussi, requièrent la création d'un organe particulier.

Par conséquent, pour être généralisées et pour être efficaces, les activités de recherche ont besoin d'être dirigées par un organisme de direction, dont la tâche serait :

- d'avoir une vue d'ensemble sur les buts et les activités de la recherche ;
- d'assurer, en faveur des chercheurs, des contacts aussi bien dans le pays qu'avec l'étranger ;
- de proposer, de stimuler, de coordonner et de contrôler ;
- de provoquer des vocations de chercheur et de mettre en œuvre de nouvelles méthodes de recherche ;
- de réunir et de répartir les moyens financiers nécessaires (fig. 3).

Un tel organe de direction de la recherche ne sera efficace que s'il dispose de ces trois moyens d'action :

- du savoir, de l'expérience, des « cerveaux » ;
- des moyens financiers ;
- de l'esprit de dévouement et de collaboration (goodwill).

La direction de la recherche sera responsable de la coordination et du caractère prospectif de la recherche en Suisse. Ses missions sont désignées dans le chapitre « Cahier des charges de la Direction de la recherche ».

La Direction de la recherche n'entreprend pas elle-même de travaux de recherche.

La Direction de la recherche se compose de représentants

- du secteur économique privé de la construction ;
- du secteur économique public de la construction ;
- de la collectivité ;
- des écoles ;

de domaines scientifiques orientés indirectement vers les problèmes de l'économie de la construction.

Les organes de la Direction de la recherche sont les suivants (fig. 4) :

1. Le Conseil suisse de la recherche (CSR).
2. La Direction du CSR.
3. Le Centre suisse d'étude de la construction (fonctionnant comme bureau technique et administratif).
4. L'organe scientifique de contrôle.

Le Conseil suisse de la recherche

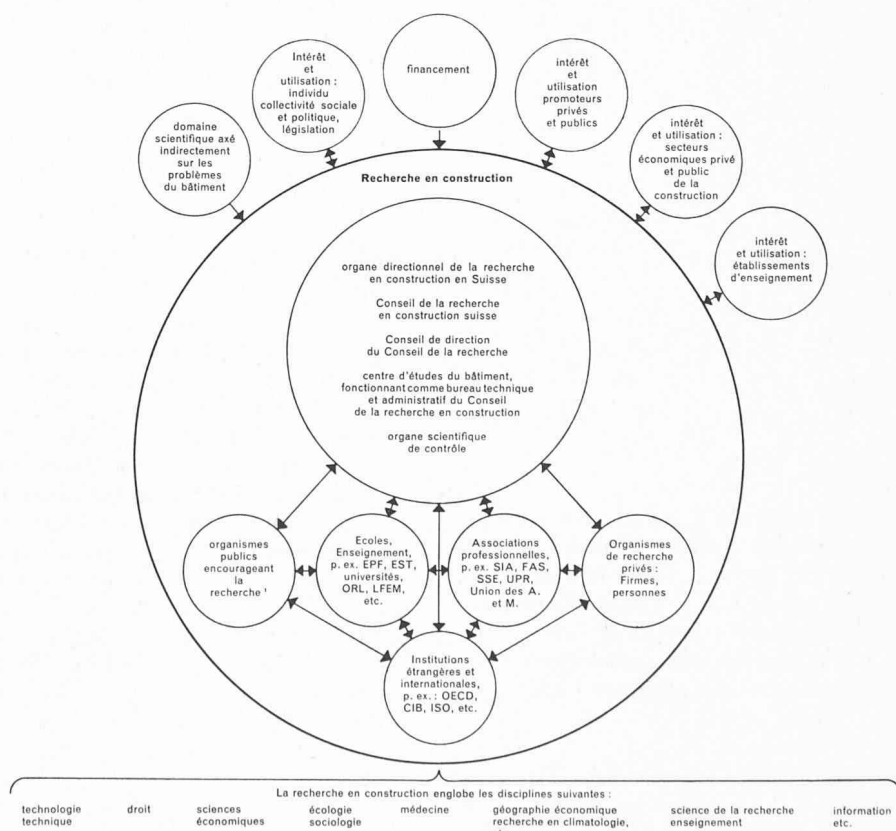
Le CSR se compose de représentants des divers groupes qui manifestent de l'intérêt à l'égard de la recherche intégrale et qui en attendent un bénéfice. Il s'agit

des secteurs privé et public de la construction, des maîtres de l'ouvrage privés et publics, de la collectivité sociale et politique, ainsi que des établissements d'enseignement.

Le Conseil de la recherche en construction se composera de 19 à 21 membres qui en principe, par leurs activités, leurs dons, leurs affinités, devront être familiarisés avec les tâches du Conseil de la recherche.

Ses membres seront désignés par les milieux de la production (fabrication, entreprises), par les associations d'architectes et d'ingénieurs,

- par la Confédération et ses régies ;
- par la Conférence des directeurs cantonaux des travaux publics ;
- par l'Association des villes suisses ;



¹ Délégué à la construction de logements, Commission de recherches pour l'accroissement de la productivité dans la construction de logements, Conférence des directeurs cantonaux de travaux publics, Union des villes suisses, etc.

Fig. 3. — *Recherche en construction* : Les domaines pour lesquels la recherche en construction présente de l'intérêt — organe directionnel — institutions — disciplines.

- par l'Association des communes ;
- par le Conseil des écoles polytechniques fédérales ;
- enfin certains de ses membres seront des chercheurs scientifiques, des juristes, des économistes, des médecins, des écologues, etc.

Comité de direction du Conseil de la recherche

Le Comité de direction comprendra 7 membres. Le président du Conseil de la recherche sera président du Comité de direction. Le Conseil désignera les six autres membres du Comité de direction :

- deux vice-présidents,
- quatre assesseurs.

Les sept membres du Comité de direction seront les suivants :

- 3 représentants du secteur privé de la construction,
- 2 représentants des pouvoirs publics,
- 1 représentant des EPF,
- 1 représentant des autres membres du Conseil de la recherche en construction.

Centre suisse d'étude du bâtiment

Le Conseil de la recherche créera et entretiendra un bureau administratif et technique.

Au nombre des tâches incombant au Comité de direction de la recherche, il faut mettre en évidence un point parti-

culièrement important, parce qu'il met en cause l'existence de certaines institutions : c'est en partie par des normes que les résultats de la recherche se transmettent à d'autres disciplines de recherche, aux praticiens et aux établissements d'enseignement. Toute norme présuppose une recherche, terme pris dans son acception la plus large.

Les institutions qui jusqu'ici ont publié des normes valables sur le plan national doivent être soutenues dans leur activité ; il s'agit de la SIA, du LFEM, du CRB. Mais en ce qui concerne l'élaboration des normes relatives à des sujets qui restent à traiter ou à développer, il faut soit soutenir et animer les organismes actuels s'ils sont qualifiés, soit mettre en œuvre le Centre d'étude du bâtiment lui-même.

Le Centre d'étude, de concert avec les institutions productrices de normes, sera responsable de la diffusion et du succès des normes, ainsi que du contrôle de leur efficacité et de leur validité.

Organe de contrôle scientifique

Le Conseil de la recherche créera et entretiendra un organe chargé de contrôles opérés sur son travail selon les méthodes de la science de la recherche (contrôle de l'entendement correct, du caractère approprié des opérations, etc.). Ces contrôles seront effectués par des chercheurs scientifiques et par des personnes pouvant avoir une vue d'ensemble suffisante sur tout l'éventail des interdépendances.

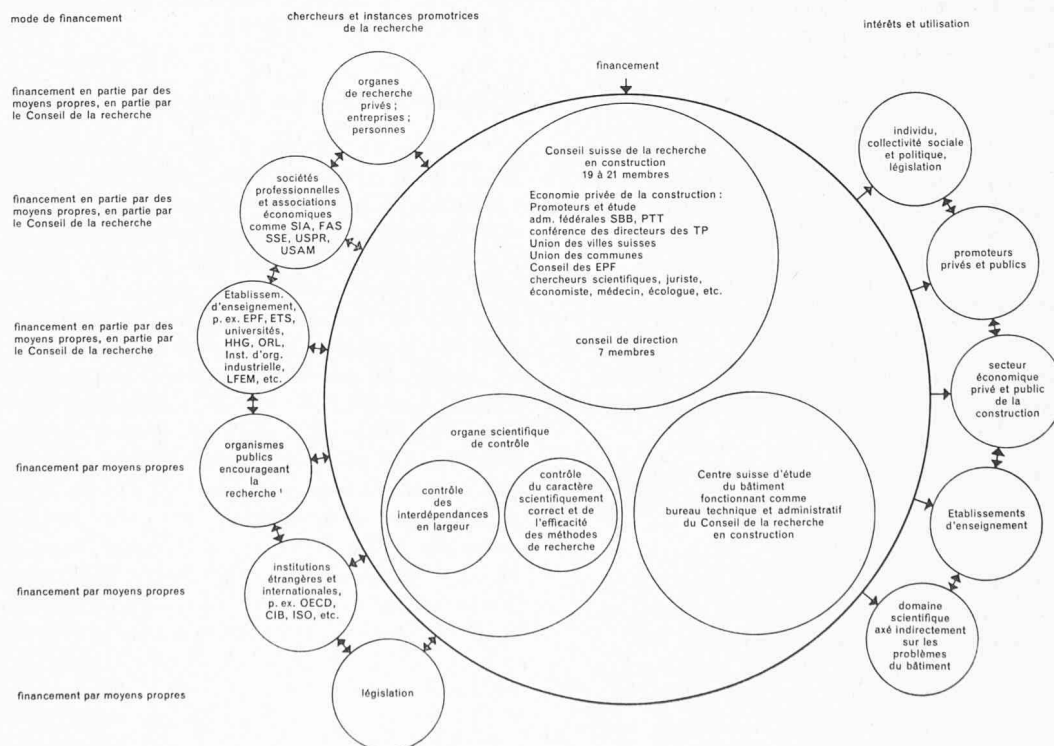


Fig. 4. — Organisation de la direction de la recherche et ses relations avec les instances entreprenant ou encourageant la recherche (à gauche), ainsi qu'avec les domaines pour lesquels la recherche présente un intérêt, et qui en attendent un profit (à droite). Le schéma donne une situation centralisée à la direction de la recherche ; en réalité, il existe des relations directes entre chaque domaine et chacun des autres.

Cahier des charges du Comité de direction de la recherche

Direction politique et scientifique de la recherche en construction :

Définir l'objectif, en le mettant en équilibre avec les moyens financiers disponibles, avec les « cerveaux », avec les idées et les réalités.

Déterminer les possibilités, les impossibilités et les risques que comportent les projets de recherche.

Créer un état d'esprit réaliste, capable d'apprécier, en matière de recherche en construction, les limites de ce qui peut être envisagé, de ce qui est possible ou impossible, de ce qu'on peut en attendre, enfin de ce qui peut être efficace.

Créer le climat le plus favorable à la coopération.

Définir, dans les limites de ce qui est considéré comme possible, les priorités, les centres de gravité.

Faire passer les résultats de la recherche dans les autres disciplines de recherche, dans la pratique, dans l'enseignement.

Innover en matière

- d'objectifs,
- de moyens financiers,
- d'objets de recherche, de projets de recherche,
- de chercheurs, de talents suscités,
- de méthodes, de méthodologies,
- de définition des problèmes interdisciplinaires,
- de coordination,
- d'information,
- de contacts avec les directions de la recherche et les organismes de recherche à l'étranger,
- de réalisations,
- de goodwill.

Financement de la recherche en construction

Pour le secteur économique du bâtiment, il y a intérêt à promouvoir une coopération financière avec les maîtres d'ouvrages, et avec les pouvoirs publics légiférant en matière de construction.

- De cette manière, l'influence de l'Etat, dans ce qu'elle a d'extérieur au domaine économique de la construction, se trouvera être à la fois mise en action et limitée ;
- le pouvoir du secteur économique du bâtiment sera accru ;
- les intérêts du secteur du bâtiment, ceux des maîtres d'ouvrages de la collectivité seront mis en état d'équilibre contrôlable ;
- les meilleures chances seront données à la recherche de voir ses résultats passer dans le domaine pratique et s'y imposer.

L'augmentation du nombre des intéressés risque d'accroître les conflits d'intérêts. C'est pourquoi les intérêts des plus divers partenaires doivent être représentés au sein du Comité de direction de la recherche, à qui il incombera de les équilibrer de façon judicieuse. Cependant la direction devra rester indépendante d'intérêts économiques trop restreints.

Cette indépendance présuppose que les moyens financiers soient procurés par des voies « neutres ».

Le fait que les résultats de la recherche doivent être mis

à la disposition de tout le monde permet d'envisager plusieurs manières de résoudre le problème du financement.

Proposition n° 1

En accordant une autorisation de construire, l'autorité compétente fait payer au maître de l'ouvrage une taxe calculée d'après l'évaluation du coût de la construction ou d'après un autre paramètre (par exemple l'estimation cadastrale), et la verse à une caisse spéciale gérée par la Confédération.

Proposition n° 2

Le secteur économique du bâtiment verse à cette caisse un pourcentage des salaires payés ; un arrangement permettrait à la CN ou à l'AVS d'en assurer le contrôle comptable.

Proposition n° 3

La recherche en matière de construction est financée par la Confédération, selon la procédure appliquée au Fonds national.

Proposition n° 4

Le financement serait assuré sur une base mixte, c'est-à-dire à la fois par les maîtres de l'ouvrage, par le secteur économique du bâtiment, par la Confédération, les cantons et les communes.

Le problème se pose de savoir à quelles recherches les moyens financiers réunis de cette manière doivent être appliqués. Cette question dépend de la réponse à une autre question : quels sont les domaines de recherche qui ne sont pas du ressort de la Direction. C'est ainsi que l'industrie continuera de financer elle-même la recherche relative aux matériaux et aux éléments ; de même les recherches assumées par les écoles continueront d'être soutenues par d'autres moyens.

Recherches dans les écoles

Même si les travaux de recherche entrepris dans les écoles ne devaient pas être financés par le Conseil de la recherche, ce dernier devrait néanmoins prendre en main la coordination des activités réparties entre les écoles et les autres organes de recherche. Il semble qu'actuellement dans les écoles beaucoup de thèmes de recherche soient proposés de façon assez arbitraire. Pour être vraiment judicieux et efficaces, les thèmes de recherche traités dans les écoles doivent s'inscrire dans un programme d'ensemble. Une fois que l'on aura considéré l'ensemble des problèmes futurs de la recherche comme un tout, on verra sans doute se poser certains problèmes auxquels on n'aurait pas osé songer jusque-là. Mais pour le moment les *professionnels de la construction pourvus des qualifications scientifiques font pour ainsi dire complètement défaut !* On manque également de chercheurs appartenant à des domaines autres que la construction mais à même de traiter les problèmes de l'environnement artificiel. Je pense que c'est là que réside actuellement la principale mission des Ecoles dans le domaine de la recherche.

Aide de l'Etat à la promotion de la recherche

Jusqu'à présent l'intervention de l'Etat dans le domaine des constructions se limite à des mesures de protection et

de conservation : défense de l'individu contre l'injustice ; prescriptions en matière de loi sur les constructions, sauvegarde de l'environnement naturel, en particulier protection des eaux, maintien de la forêt, et la sauvegarde des monuments et des sites dignes d'être conservés. Cette attitude défensive s'explique par la thèse traditionnelle selon laquelle la Constitution sert principalement à mettre un frein au pouvoir de l'Etat. La construction des routes fait exception à ce principe : bien avant la construction des routes nationales, elle était très largement privilégiée. L'aménagement national ne repose sur des bases légales que depuis l'année dernière. Toutefois l'aménagement du territoire ne permet pas de résoudre correctement certains problèmes fondamentaux mieux que l'architecture, car aucune instance de planification n'est en mesure de connaître les effets produits par l'environnement artificiel et par sa transformation rapide.

P. Saladin¹ a défini dans une étude de droit constitutionnel les objectifs politiques d'une aide à la promotion de la recherche ; ils peuvent s'appliquer également à notre cas : « Les grands principes de notre Constitution comprennent l'obligation pour l'Etat et finalement pour tous ses administrés d'orienter son action vers la protection de la dignité individuelle et vers la promotion de la responsabilité individuelle. » Telle est l'idée directrice sur laquelle s'appuient les droits élémentaires. Tel est cependant aussi le principe qui inspire un nombre croissant de dispositions répondant à des revendications sociales, à la promotion de la santé de l'homme et à la sauvegarde d'un environnement naturel sain. Un grand nombre de dispositions constitutionnelles sont axées directement sur le respect de la personne humaine. Dans l'intention toujours plus affirmée du législateur, la personne humaine est placée au centre de notre organisation de l'Etat, à l'opposé de ce qui se passait au XIX^e siècle, où l'on considérait que l'individu autoritaire et orgueilleux pouvait et devait se perfectionner par lui-même, se réaliser lui-même. Au contraire, l'aptitude de l'homme du XX^e siècle à organiser lui-même sa vie paraît aussi menacée que son intégrité physique, psychique et intellectuelle. Il s'agit donc de mettre au centre des préoccupations de l'Etat non pas l'homme en tant qu'ego, mais bien l'homme en tant que « prochain ».

Accepter de voir les choses de cette manière, c'est nécessairement attribuer la priorité à toute forme de promotion de la recherche orientée vers la protection de la personnalité humaine. C'est là une notion qui englobe non seulement la recherche dans le domaine des sciences médicales de base et dans celui de la médecine clinique, préventive et sociale, mais aussi dans celui de l'environnement, dont le but est d'améliorer nos conditions de vie et de les maintenir dans leur cadre naturel. Cette notion comprend aussi l'étude des formes multiples de la cohabitation humaine, et avant tout cette recherche qui s'est donné pour but d'organiser l'avenir de la cohabitation dans le sens de la conservation de la dignité humaine. Elle comprend enfin les préoccupations scientifiques relatives à l'élévation du niveau d'éducation et aux moyens d'y parvenir, c'est-à-dire aux institutions et aux méthodes permettant à la jeunesse de donner un sens pleinement communautaire à son existence. Si de tels domaines de recherche étaient négligés, c'est le sens même de toute l'activité scientifique qui pourrait être mis en doute.

Comment parvenir à un schéma général d'organisation suisse de la recherche en construction ?

En un mot, ce n'est que par une convention entre les partenaires les plus importants ! Il est toutefois probable que les intérêts de ces partenaires vont diverger en bien des points. Pour parvenir à un accord entre eux, il faudra de nombreuses discussions, et pour apprécier la valeur des solutions qui sortiront de ces discussions, il sera nécessaire d'exprimer en chiffres les critères de jugement et leur pondération relative. Cependant la plupart des critères ne sont pas à proprement parler mesurables, mais peuvent tout au plus faire l'objet d'appréciations influencées par les intérêts, par les affinités, par les points de vue ; il faut donc créer un instrument permettant d'évaluer aussi bien les critères mesurables que les critères non mesurables et d'aboutir par approches successives au consentement de la plupart des partenaires ; permettant également d'intégrer les critères en un ensemble cohérent dépourvu de toute espèce de contradiction.

Le schéma d'organisation de la recherche sera quelque chose de très complexe ; tout examen isolé, tout jugement en vase clos porté sur certaines parties du schéma seraient donc hors de propos.

La mise au point de l'instrument d'appréciation, et les évaluations elles-mêmes devraient être confiées à des chercheurs scientifiques ayant déjà accompli avec succès des tâches similaires, et ayant été familiarisés avec les problèmes de l'architecture.

Autres remarques

Les réflexions qui suivent doivent être considérées surtout comme une critique formulée à l'égard d'opinions et de tendances trop répandues.

1. La recherche en construction ne peut plus être l'affaire des seuls producteurs de matériaux et de produits semi-finis, étant donné la rapidité de l'évolution et la complexité des interdépendances.
2. La recherche en construction ne relève pas des seuls intérêts du secteur économique du bâtiment, mais aussi de ceux de la collectivité.
3. La mise en œuvre d'une recherche intégrale ne saurait s'effectuer que par étapes successives.
4. La recherche intégrale en construction doit se concentrer sur les problèmes essentiels, car l'effectif des « cerveaux », le temps disponible, et les moyens financiers sont limités. D'autre part il ne faut pas vouloir tout réinventer soi-même ; il est aussi important de recueillir et d'exploiter les résultats obtenus par d'autres que de procéder soi-même à des recherches.
5. Le propre de la recherche est que les résultats n'en sont pas connus d'avance. Les voyants ne sont habituellement pas des chercheurs.
6. La recherche demande beaucoup de temps. Seuls les génies vont rapidement au but.
7. La recherche nécessite des instruments. en particulier des théories, ayant fait leurs preuves. Il faut les dominer pour travailler de manière efficace ; les repousser serait un non-sens. Je le dis parce que de très larges milieux de l'économie du bâtiment se défient de la « théorie » et ne jurent que par la « pratique », comme si l'une pouvait être séparée de l'autre.

¹ PETER SALADIN, docteur en droit, privat-docent, secrétaire du Conseil de la science : « Ziele der staatlichen Forschungsförderung ». *Neue Zürcher Zeitung*, n° 665/1969.

8. La recherche est soumise à des règles scientifiques, et les spécialistes du bâtiment ont encore à découvrir, dans une large mesure, ce qu'est la science.
9. Il est fréquent que les questions que l'on croit pouvoir approfondir aisément se prêtent au contraire mal à la recherche ; tel est le cas de la « rentabilité » ; en effet, lorsque la solution est trouvée, elle a en général cessé d'être valable, ou elle ne l'est que dans certains cas particuliers.
10. On applique souvent sans discernement certains moyens, bien qu'ils soient extrêmement imprécis (par exemple : les « normes relatives au coût ». La raison en apparaît à partir du moment où l'on sait comment les prix se forment et de quoi ils sont faits).
11. Les tâches de recherche complexes, si elles sont entreprises avec un personnel trop réduit, aboutissent le plus souvent à des résultats inutilisables ; or presque toutes les tâches sont complexes !
12. Aucun homme n'est en mesure d'assumer seul un travail de recherche dans un domaine complexe et interdisciplinaire. Des qualités exceptionnelles suffisent peut-être pour permettre la collaboration, même lorsque ces qualités correspondent à une attitude antipathique, telle qu'une certaine pédanterie, ou une tendance à jouer des coudes.
13. Les intérêts personnels ne s'opposent pas obligatoirement à des résultats excellents ; ils en sont même parfois la condition.
14. Des personnes dont le savoir et l'expérience dépassent de loin la moyenne sont volontiers considérées comme des « farfelus », parce qu'elles n'ont pas encore été comprises. C'est peut-être une des raisons pour lesquelles des tâches inédites sont trop fréquemment confiées à des éléments de deuxième ou troisième ordre.
15. Un « know-how » qui a cessé d'être valable est plus dangereux que l'ignorance.
16. Un bon climat psychologique est, pour le travail de recherche, une condition essentielle de succès. Il existe chez nous, en raison de l'étroitesse du milieu et des vices, un défaut aussi répandu que certaines maladies allergiques : c'est la tendance à ne pas avoir d'estime pour ceux qui sont différents de nous, qui pensent et agissent différemment. Il nous faudra apprendre à ne pas laisser les discussions sur les faits dégénérer en différends entre personnes.
17. Il est probable que les résultats de la recherche en construction produiront des changements dans la mentalité, qui se répercuteront à leur tour sur les conceptions.
18. La recherche et la science ont leurs limites. Il ne sera jamais possible à la science de saisir l'ensemble de l'environnement artificiel.
19. A elles seules, la recherche et la science ne créeront pas un environnement meilleur ; mais elles pourront donner l'échelle des réalisations, et créer une conscience mieux ouverte à la nature des tâches à accomplir. Elles pourront peut-être remettre en question certaines notions bien établies, comme celle de « dépersonnalisation » ou d'« humanité », et d'en introduire d'autres pour les remplacer.
20. La science abuserait de sa mission si elle tentait d'affecter son pouvoir à une justification de l'existence de la collectivité humaine.

(Traduction Claude Grosgrain)

Le problème relatif à la coupure éventuelle de barres surabondantes lors de calculs hyperstatiques spatiaux ¹

par A. ANSERMET, ing.-professeur

Rappel de notions usuelles

Le nombre de publications récentes relatives à ce problème est assez élevé ; cela tient à l'évolution presque spectaculaire qui s'est manifestée dans ce domaine. Deux staticiens de classe internationale y ont contribué ainsi qu'il en est fait mention dans le *Bulletin technique* du 16 mai 1970 [5] ² ; l'un, qui enseigna à Zurich, développe dans ses publications plutôt la solution avec coupures bien que connaissant à fond les deux solutions (voir [3]). La priorité pour le mode de calcul sans coupures, sans formation de dérivées de l'énergie revient au professeur Mayor de Lausanne qui présenta un Mémoire à l'Académie des sciences ; celle-ci n'aurait pas pris en considération la solution avec coupures laquelle était déjà trop connue. Il y a concordance entre le nombre des inconnues et celui des équations. La Chaire de statique de Lausanne faisait varier les coordonnées des nœuds, mode de faire dont les avantages ne sont plus discutés. C'est ce que l'auteur de la publication n° 104 de l'EPUL [2] a très bien montré en traitant le problème planimétriquement. Le calcul des déformations y fut peu développé par contre ; les lignes qui suivent apportent une modeste contribution à cet aspect

du problème ; en outre c'est spatialement que les équations furent développées.

Outre-Rhin de grands progrès furent ainsi réalisés ; le calcul des ellipsoïdes de déformation des nœuds est devenu courant. C'est un élément assez nouveau qui doit devenir familier aux praticiens. Comme on le verra ci-après ce calcul peut être effectué avant de connaître les forces extérieures, c'est-à-dire les termes absolus des équations aux déformations ; mais l'échelle de ces surfaces n'est alors pas connue, c'est-à-dire l'ellipsoïde dit moyen. Pour le praticien ce n'est pas l'essentiel ; c'est immédiatement après avoir formé la matrice de rigidité que le staticien constate la forme très défavorable d'un ellipsoïde. Il apporte alors des modifications à la structure et aux poids des barres. Si l'on fait des coupures, les termes absolus sont fournis par le système dit fondamental (Grundsystem) ; on fera volontiers un calcul semi-graphique. B. Mayor obtenait des termes absolus à partir d'équations

¹ Texte rédigé en hommage à la Chaire de statique de Lausanne (professeur Mayor) et patronné par l'Institut de statique de l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne.

² Les chiffres entre crochets renvoient à la bibliographie en fin d'article.