Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande

Band: 98 (1972)

Heft: 25

Artikel: Problèmes de la préparation et de l'échange d'informations dans le bâtiment

Autor: Glauser, Ernst C.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-71572

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: 13.12.2025

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

Problèmes de la préparation et de l'échange d'informations dans le bâtiment[1]

par ERNST C. GLAUSER

Au cours de la dernière décennie, le bâtiment en Suisse passa par une phase de développement particulièrement désordonnée. Auparavant, il était possible de recueillir de nombreux renseignements sur les performances des constructions par des mesures de rationalisation à l'intérieur même des entreprises concernées. Mais plus ces mesures s'approchèrent des limites techniquement et économiquement représentables, plus grand devint le besoin en domaines d'action toujours plus larges des efforts de rationalisation. La plupart des travaux effectués jusqu'à ce jour apparaissent par conséquent sur les plans nationaux, voire dans certains cas isolés sur le plan international. Les problèmes de la préparation et de l'échange d'informations sont par conséquent examinés, parce que déjà très tôt il fut discerné qu'une forte rationalisation du processus était possible, particulièrement dans ce domaine avec les moyens techniques disponibles aujourd'hui. Cela nécessite des études générales et efficaces afin de jeter les bases qui rendent possible la mise en œuvre des moyens techniques modernes.

En rapport avec cela, trois travaux de développement actuellement effectués en Suisse sont pris comme motifs, afin d'attirer l'attention sur les problèmes d'échange d'informations dans le processus de construction.

1. Informations dans le processus de construction

1.1 *Construire, en tant que problème d'information*

Depuis toujours, quand de manière générale deux personnes ou plus travaillent ensemble pour atteindre un même but, des informations doivent être élaborées et échangées. Il est malheureusement incontestable que lors de tout travail en commun des difficultés prennent naissance, ceci indépendamment de la grandeur de la communauté ; ces difficultés sont les conséquences d'une mauvaise formulation, d'une fausse interprétation ou de la perte d'informations. De par la tendance actuelle à accomplir en communauté des ouvrages toujours plus grands et plus complexes, il est certain que de telles difficultés peuvent avoir une issue fatale.

Dans le bâtiment, la tendance à concevoir des projets de constructions toujours plus grands et plus complexes, nous a conduit en fait dans un état de sous-développement dans le domaine de l'information. Les manières inéconomiques de travailler y relatives, les dépassements de délais et de coûts ont finalement fait du bâtiment un souffre-douleur de l'économie. Il manque un système pour l'exploitation étendue des expériences dans le domaine de la construction, sous la forme d'une banque de données. Il manque un système unifié et global pour l'établissement et le contrôle des échéances et des coûts. Il manque une procédure unifiée et acceptée unanimement pour l'accomplissement de projets de construction. En résumé, il manque un système d'information, de conventions unanimement acceptées, d'un langage commun, qui constitue l'une des conditions pour une rationalisation plus étendue du processus de construction.

Il ne manque pourtant pas en efforts qui tendent à supprimer cet état de fait non satisfaisant. Uniformisation des systèmes unitaires, technique des réseaux réticulaires, catalogues des articles normalisés et codes des frais de construction devinrent en peu de temps, il est vrai, d'importants moyens ou aides de planification.

Ce ne sont pourtant, pour la plupart, que des solutions isolées qui ne reposent pas sur un concept d'application

[1] Cet article fait suite à la conférence donnée par M. Ernst C. Glauser le 2 février 1972 à l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne. Il est publié avec l'appui de l'Institut de la Construction métallique (ICOM), dirigé par le professeur J.-C. Badoux.

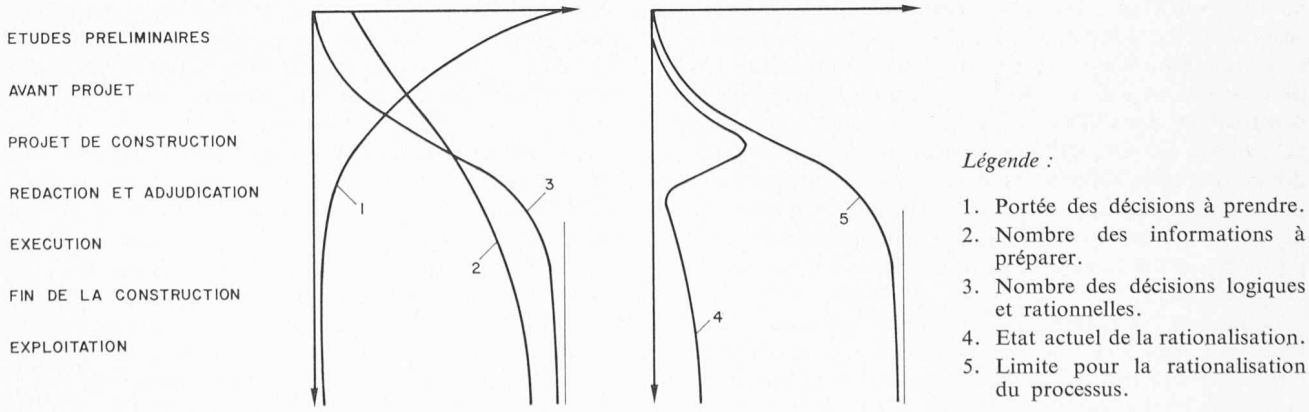

Fig. 1.1. — Développement qualitatif de l'accroissement des informations, du genre et de l'importance des décisions pendant le déroulement de la construction, en tant que bases pour juger du potentiel effectif de rationalisation.

homogène et ordonné et qui ne suivent en elles-mêmes aucune systématique homogène. Actuellement par conséquent on s'efforce, de manière très intensive, de faire en sorte que ces solutions isolées deviennent des solutions particulières ou partielles de systèmes globaux.

1.2 *Composition des informations concernant un projet*

Il est à mentionner qu'actuellement des efforts intensifs ont été entrepris afin de supprimer cet état de sous-développement de l'information dans le bâtiment. La signification de ces efforts isolés peut être évaluée correctement si l'on réussit à situer les problèmes traités dans le cadre de la problématique d'ensemble. L'essai suivant (tableau 1.1) d'une structuration approximative des diverses et abondantes informations concernant un projet devrait permettre une telle localisation et délimitation des résultats isolés.

TABLEAU 1.1

Structuration grossière des informations concernant un projet dans le but de localiser et délimiter les tentatives de rationalisation de domaine partiels

Forme / Contenu	Image	Texte
	Représentation visuelle	Description verbale
Conception Construction (Technique)	— Esquisses — Plans d'exécution Etc.	— Description technique — Calculs techniques — Mémoire technique — Liste des pièces — Liste des fers Etc.
Résultats (Economique)	— Plans de soumission — Plans d'échéances — Programme des travaux Etc.	— Devis approximatifs — Devis détaillés — Listes de prestations — Offres — Décomptes — Chiffres significatifs (indices) Etc.

Dans le tableau 1.1, l'ensemble des informations concernant un projet est subdivisé en quatre groupes, d'une part selon un critère formel (informations visuelles ou verbales) et d'autre part selon le contenu (informations techniques ou économiques). Bien que dans la pratique actuelle de la construction des frontières entre les différents domaines ne puissent pas être définies de manière précise, de telles divisions pour la délimitation et la définition de problèmes partiels sont toutefois certainement efficaces. Ce n'est que de cette manière qu'il est assuré que la résolution de problèmes isolés conduit à des résultats qui ont un sens vu de l'ensemble.

Le tableau 1.1 montre en particulier le cadre des efforts isolés qui vont être discutés ci-après. L'établissement de représentation visuelle de la conception et construction de projets et des résultats produits, la représentation sur plans, jouent un rôle toujours plus important dans la forme actuelle de l'échange d'informations concernant les constructions. Les descriptions verbales des résultats économiques ou des séries de prix constituent la substance du concept suisse d'Informatique dans la construction. Le système pour la préparation de listes de fers rationalise finalement un problème particulier du domaine de la description verbale de la conception et de la construction.

Déjà seul, cet essai de subdivision des informations concernant un projet montre de manière significative qu'en réalité l'échange d'informations devrait être étudié de manière globale, dans le cadre de tout le processus de construction, ceci afin de procurer des conditions limites strictes pour l'étude de problèmes particuliers. Mais malheureusement les faits sont sur ce plan, suite aux traditions, à la politique ou toute autre raison, si confus et si embrouillés, qu'aujourd'hui encore de tels efforts restent toujours sans succès. Les efforts que l'on peut observer actuellement se restreignent par conséquent aux problèmes isolés, à la rationalisation de problèmes partiels. De cette manière existe naturellement le danger que des conditions limites soient prises qui, à cause d'une connaissance ultérieure plus exacte des faits, devront ensuite être révisées. Cependant, de procéder ainsi est encore mieux que d'attendre inutilement qu'apparaissent des conditions plus favorables pour l'adoption de mesures de rationalisation.

1.3 *Possibilités et limites de la rationalisation*

Aujourd'hui malheureusement le terme « rationalisation » est devenu un mot à la mode très usité, un « cliché », qui peut signifier beaucoup, très peu, ou ne rien signifier du tout ! Les concepts suivants relatifs à l'échange d'informations dans le processus de construction doivent être compris. Ils simplifient, clarifient, rendent plus fidèles et plus efficace la mise en œuvre ainsi que la surveillance de projets de constructions. En rapport avec eux, quelques réflexions simples sont émises en vue de fixer les domaines où des mesures de rationalisation peuvent s'avérer les plus efficaces.

Excepté les décisions logiques (que l'on peut déduire rationnellement et logiquement), une grande banque de données ainsi qu'un nombre toujours plus élevé de participants à la construction constituent les conditions essentielles pour une mise en œuvre efficace des moyens modernes de préparation d'informations. A la figure 1.1, on a tenté de fixer qualitativement le développement de ces conditions lors du déroulement de la construction. Le point de départ est fourni par le fait que le nombre des décisions logiques (courbe 3), ainsi que le nombre total des décisions à prendre (courbe 2) croissent fortement, alors que l'importance et la portée des décisions (courbe 1) diminuent. Comme la préparation d'informations peut se développer à partir de décisions logiques et rationnelles, tout au moins théoriquement de manière automatique, le potentiel de la rationalisation possible (courbe 5) devrait croître à peu près proportionnellement au nombre de telles décisions.

A l'aide de la courbe 4, on a finalement montré dans quelle mesure, jusqu'à aujourd'hui, il fut fait usage de ces possibilités de rationalisation. Il apparaît que les possibilités effectives très restreintes ont été déjà largement exploitées dans les premières phases de l'étude d'un projet. Une pointe évidente apparaît dans la phase de l'étude de projets de détails car, particulièrement dans celle-ci, les activités d'analyse de systèmes porteurs furent rationalisées jusqu'aux ultimes limites encore sensées. Dans toutes les phases suivantes du déroulement de la construction cela n'a pourtant, de loin, pas encore été atteint, ce qui serait possible avec les moyens techniques déjà actuellement disponibles.

Il doit encore être fait remarqué avec insistance que les courbes tracées à la figure 1.1 ne représentent aucune valeur rigoureusement et quantitativement saisissable. Toutes celles-ci proviennent d'estimations qui sont le fruit d'une connaissance de la pratique actuelle de la construction. Cependant, de telles estimations suffisent amplement pour faire ressortir de manière évidente ceux des domaines de l'étude et de la surveillance de projets de constructions, où des efforts de rationalisation promettent d'être particulièrement efficaces.

1.4 *Signification économique et sociale des mesures de rationalisation*

Chaque rationalisation, quel que soit le domaine, exige des investissements en travaux de recherche et de développement, en équipements et machines, qui doivent être confrontés aux possibilités engendrées.

Le volume de la construction en Suisse s'éleva à environ seize milliards de francs en 1970. Celui-ci contribue pour à peu près 20 % du produit social brut. Selon l'expérience, les activités d'étude et de surveillance de projets ne contribuent qu'à environ 10 % du coût global des constructions, soit 1,6 milliard de francs. Une subdivision plus fine de cette dernière somme selon les différents travaux, par exemple dans le sens de la Norme SIA 102, conduit aux montants indiqués au tableau 1.2.

TABLEAU 1.2

Répartition des coûts annuels pour l'exécution et la surveillance de projets d'un montant global de 1,6 Mrd. de francs, selon les subdivisions de la Norme SIA 102.

Travaux partiels selon la Norme SIA 102	Part %	Part Fr.
Avant-projet Projet d'exécution Projet de détails	env. 30 %	480 Mio.
Devis	env. 5 %	80 Mio.
Plans d'exécution Rédaction	env. 25 %	400 Mio.
Direction des travaux Comptabilité	env. 15 %	240 Mio.
Surveillance de chantiers	env. 25 %	400 Mio.

Ceci étant fait, une base est créée pour établir la comparaison entre les dépenses pour des travaux de recherche et de développement pour une planification rationnelle dans la construction, et les gains à espérer. Si par exemple un système de classification et de mémorisation des coûts de construction était capable de réduire au maximum d'un modeste pourcent le travail à effectuer pour l'établissement d'un devis, cela signifierait un gain social annuel de 800 000 francs. Il n'est donc pas absolument indispensable d'obtenir des gains spectaculaires lors de mesures de rationalisation, pour justifier des investissements considérables en vue de travaux de recherche et de développement.

2. Eléments d'informatique de la construction

Il est impossible de parler d'informatique de la construction, sans relier celle-ci à la science du contrôle de systèmes organisés, la cybernétique (réf. 1). Un des apports à notre image du monde, dû à la cybernétique, est une nouvelle conception des éléments constituant notre monde. A la conception classique du monde, composé de matière et d'énergie, succéda une représentation selon laquelle il se compose de trois éléments fondamentaux : la matière, l'énergie et l'information. Cette connaissance, déduite de manière absolument rigoureuse, « l'Information est de l'Information — elle n'est ni matière, ni énergie », revient au mathématicien américain Norbert Wiener (1894-1964). Il reconnut que les informations constituent la condition pour l'existence d'organismes vivants plus complexes, ainsi que pour celle de systèmes organiques plus complexes créés par l'homme. Malgré les nombreuses insuffisances qui lui sont propres, j'aimerais tout de même considérer d'industrie de la construction comme un système organisé, ce qui justifie cette brève digression avec la cybernétique élémentaire.

2.1 *Informations*

Afin que l'industrie du bâtiment puisse accomplir les devoirs que lui destine la société, des informations doivent être élaborées, transmises et échangées. Dans ce but résultent de nombreux documents, comme :

— Contrats.
— Etudes de conception.
— Calculs techniques.
— Descriptions techniques.
— Plans.
— Rassemblement des coûts (devis approximatifs, devis détaillés, offres, etc.).
— Plans d'échéance.
— Etc.

Toutes les *informations* contenues dans ceux-ci sont caractérisées par des marques distinctes, à l'aide desquelles on peut les reconnaître et les identifier :

— Les informations peuvent provenir d'un seul ou de plusieurs expéditeurs et être envoyées à tort ou à raison.
— Les informations peuvent être adressées à un ou plusieurs destinataires, déterminés ou non.
— Afin de pouvoir la transmettre, chaque information a pour base certaines conventions pour le codage, et plus tard pour le décodage, en support d'informations transportable.
— Le noyau d'une information est son contenu qui, de manière générale, est formulé par l'expéditeur avec l'intention qu'il puisse être compris par le destinataire selon une procédure déterminée (d'un point de vue sémantique), ou afin qu'il déclenche chez lui une réaction en rapport avec l'intention de l'expéditeur (d'un point de vue pragmatique).

Des groupes ou ensembles quelconques d'informations se laissent édifier à partir des informations isolées au moyen des opérations suivantes :

— combiner,
— ajouter, supprimer, substituer,
— réduire, interrompre, réactiver (affirmations sur la validité).

Afin de pouvoir les transmettre, les informations sont portées par des *supports d'informations*. Elles peuvent être fixées par des supports d'informations tels que leur relation au contenu même des informations soit reconnaissable sans avoir recours à un quelconque moyen. D'autres doivent d'abord être transformées au moyen d'installations techniques particulières. En sorte que l'on peut grouper les supports d'informations de la manière suivante :

— Signes immédiatement compréhensibles (lettre, nombre, symbole, ligne, couleur, etc.).
— Signes codés (combinaison de trous, changement de la magnétisation, vibrations, etc.).
— Combinaison de signes immédiatement compréhensibles (mots, phrases, textes, figures, etc.).
— Combinaison de signes codés (code).

Les *supports de données* sont des milieux physiques qui sont utilisés pour recevoir et transporter des supports d'informations. Selon que ces données sont permanentes ou temporaires, on distingue :

— des supports de données permanents (papier, cartes perforées, bandes magnétiques, microfilms, etc.) ;
— des supports de données non permanents (signal lumineux, champ électromagnétique, etc.).

2.2 *Systèmes d'information*

Toutes les informations qui, dans le cadre d'un but déterminé, naissent et sont à préparer et à transporter, sont englobées par un système d'information qui inclut tous les intéressés à l'information.

Par le terme « système », on entend de manière générale un ensemble d'éléments qui, dans le cadre d'un but déterminé, ont certaines relations entre eux. Les éléments sont pris en temps qu'unité « black box », sans égard au fait que ceux-ci peuvent être par la suite assemblés ou non.

Pour la définition des éléments constituant un système d'information, on peut mettre à profit les connaissances dues à la cybernétique. Cette dernière est basée sur une « cellule » qui est constituée des éléments suivants :

— expéditeur d'information (émetteur) ;
— canal d'information ;
— destinataire d'information (récepteur) ;
— unité de réaction, qui transforme les signaux d'ordre reçus en activités ;
— unité de comparaison, qui compare le résultat de l'action avec la mission ;
— ligne de transmission des résultats, qui transmet le résultat de cette comparaison à l'expéditeur ;
— unité d'interprétation, qui interprète les résultats et les transforme en nouveaux signaux d'ordre.

Ces éléments peuvent être assemblés, relativement à leur signification, afin de constituer une « cellule » du système d'information de la manière suivante (fig. 2.1) :

Dans les processus de commande et de contrôle qui se présentent dans la construction, chaque expéditeur (émetteur) est également destinataire (récepteur) et inversement. Entre ces deux partenaires, qui dans ce qui suit sont appelés *pôles d'information*, doit exister au moins un canal d'information. Ce qui permet la représentation simplifiée suivante de la « cellule » ou élément cybernétique (fig. 2.2) :

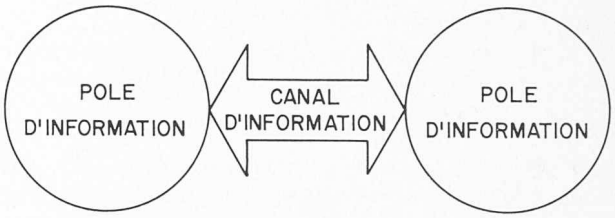

Fig. 2.2. — Représentation simplifiée du modèle cybernétique.

Les « cellules », élaborées dans le cadre d'un but déterminé d'ordre supérieur, ou certaines d'entre elles peuvent être assemblées pour former des systèmes. On distingue des *systèmes fermés* et des *systèmes ouverts*. Les systèmes fermés ne comprennent que les « cellules » remplissant un certain devoir et ils ne présentent par conséquent aucune relation avec l'environnement, soit avec ce qu'il peut y avoir hors du système. Il est vrai que l'on peut toujours faire en sorte qu'il en soit ainsi par un choix suffisamment large et étendu des frontières du système. Mais en général les systèmes sont plutôt ouverts, c'est-à-dire qu'ils présentent un grand nombre de relations essentielles avec l'environnement.

Au gré des besoins, un système peut être subdivisé en sous-systèmes qui peuvent, soit être considérés comme éléments, comme « cellules », soit, à leur tour, être subdivisés plus finement (fig. 2.3).

Une condition initiale pour le succès des efforts globaux de rationalisation est que le système considéré doit être clairement délimité et structuré et que ses relations avec l'environnement doivent être précisées. Ce n'est qu'ainsi que l'on peut trouver des solutions qui ont encore un sens dans le cadre de systèmes d'ordre supérieur, c'est-à-dire de systèmes plus généraux englobant le système considéré.

L'ensemble de ce qui se passe dans le domaine de la construction représente en soi-même un gigantesque système d'information dont la structure complexe et confuse et les relations peu claires avec l'environnement sont responsables de cet état de sous-développement qui règne

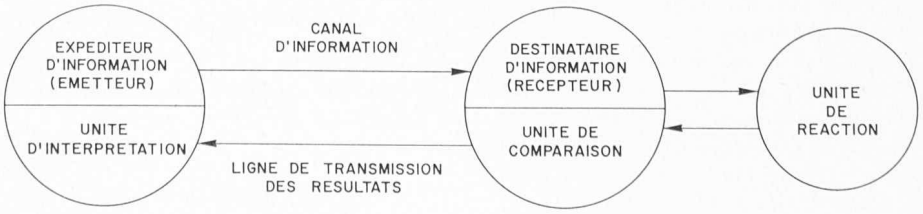

Fig. 2.1. — Modèle cybernétique des processus de commande et de contrôle.

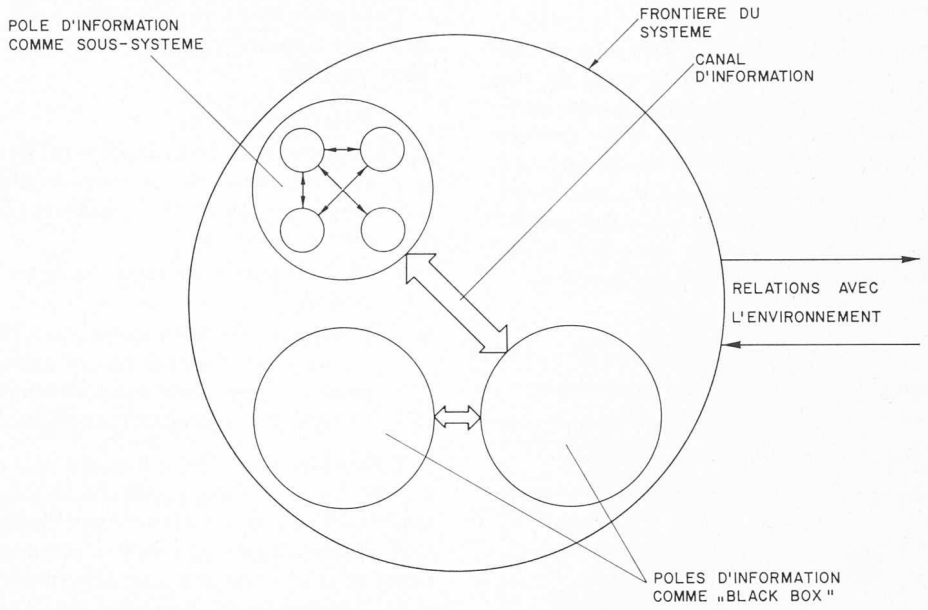

Fig. 2.3. — Structure d'un système d'information.

dans le domaine de l'information. Des améliorations devraient par conséquent pouvoir être apportées, à la condition que de grandes parties du système global puissent être traitées comme « black boxes ».

2.3 *Décisions*

Les systèmes d'information définissent les relations des pôles d'information entre eux et les relations avec l'environnement. Mais pour que soit constituée la base pour la réalisation de projets, il est nécessaire que des décisions soient activement prises. Les processus généraux de planification et de surveillance du déroulement de la construction peuvent effectivement être utilisés comme outils pour la préparation de décisions, respectivement pour le contrôle de leur exécution. Pour ces raisons, de gros efforts furent entrepris, il y a quelque temps, afin d'analyser le processus de décision et de donner des critères pour son déroulement optimal. Les références 2 et 3 cernent ce problème du point de vue de l'ingénieur. Sur la figure 2.4, on a tenté de représenter, sous une forme aussi condensée que possible, les idées de base les plus importantes de la théorie de la décision.

La décision s'oriente grâce à un but et à un certain nombre de conditions limites qui doivent être spécifiés exactement au cours du premier pas du processus de décision. Cette analyse du problème étant effectuée, on peut déterminer dans quelle mesure on est encore libre de disposer dans le cadre du but et des conditions limites fixés. Finalement, une fonction de but et des critères de valorisation, avec lesquels l'on puisse juger de la qualité des solutions envisagées, doivent être définis.

Au pas suivant, on doit fixer une ou plusieurs combinaisons des variables de décision. Celles-ci sont à optimaliser dans la phase de valorisation et de choix au moyen de la fonction de but ε. L'aboutissement de ce processus est une décision, c'est-à-dire l'attribution de valeurs fixes aux variables de décision.

A la fin de ce processus de décision, on doit définir le point de départ en vue de la décision suivante. Pour ce faire, on doit fixer un nouveau but et de nouvelles conditions limites. En ce qui concerne ces dernières, toutes les décisions prises deviennent des conditions limites pour les décisions ultérieures.

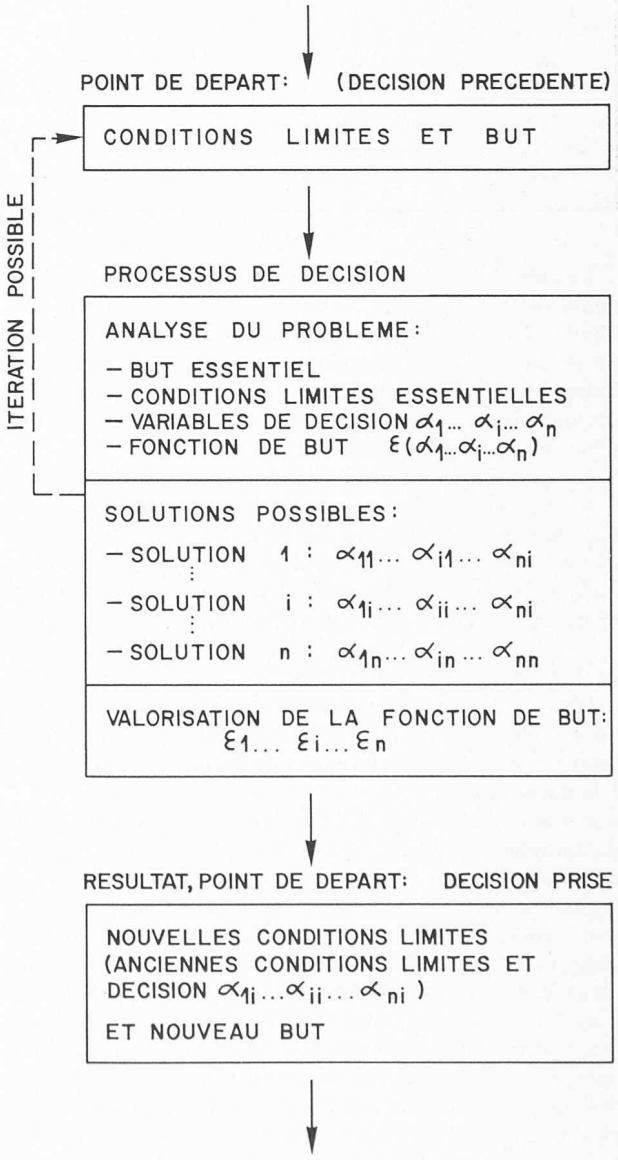

Fig. 2.4. — Structure du processus de décision.

2.4 *Eléments d'information*

Dans tout système, l'élément qui doit y être élaboré doit préalablement être exactement défini. D'un point de vue économique, cet élément d'information est à prendre aussi grand que le permette l'accomplissement de la mission conférée au système. En ce qui concerne le déroulement d'une construction, on sait que l'on doit définir exactement chaque détail ou opération du projet de construction. Dans ce contexte, chaque information peut être saisie comme la réponse à une question précise (tableau 2.1).

TABLEAU 2.1

Informations isolées dans le processus de construction

Informations sur	Réponse à la question
— cause	— quoi ?
— quantité	— combien ?
— fonction	— pourquoi ?
— qualité	— lesquelles requises ?
— instigateur, promoteur	— pour qui ? de qui ?
— exécutant	— par qui ?
— coûts	— à quel prix ?
— moyens	— avec quoi ?
— lieu	— où ?
— temps	— quand ?
— limitations territoriales	— jusqu'où ?
— limitations temporelles	— jusqu'à quand ?
— limitations fonctionnelles	— en rapport avec quoi ?
— genre et limitation de l'exécution	— comment ?
— conditions extérieures etc.	— influencé par quoi ?

Le tableau 2.1 montre qu'en dehors d'un cadre bien défini des informations isolées n'ont aucune valeur. Une réponse à la question « à quel prix ? » n'a, par conséquent, un sens que si cette affirmation est complétée de données indiquant pour quoi ce prix est à payer. On a par conséquent toujours besoin d'une quantité d'éléments d'information pour faire une affirmation valable.

L'expérience montre que la définition exacte de l'élément d'information représente une tâche importante et difficile. Cet élément doit être fixé en sorte que d'un côté il permette une préparation économique des informations et que malgré tout, d'un autre côté, il puisse être encore utilisé de manière sensée par chaque participant à la construction.

2.5 *Préparation des informations*

Lors du développement de la construction, des informations courantes sont à préparer conformément aux différents besoins, variables au cours du temps, des participants à la construction.

A l'aide du concept d'« élément d'information » vu au paragraphe précédent, toutes les activités qui lui sont rattachées peuvent être décrites au moyen des concepts de la théorie des ensembles. La théorie des ensembles, qui, il y a encore peu d'années, était considérée comme un chapitre très spécialisé des mathématiques alors qu'aujourd'hui elle est enseignée dans les garderies d'enfants déjà, sous forme de jeux, offre les concepts nécessaires à une description claire et précise des processus. Comme il est naturellement impossible de donner dans ce cadre une description aussi brève soit-elle de la théorie des ensembles, on s'est contenté d'illustrer dans ce qui suit le fait que, lors de la préparation d'informations, interviennent des ensembles, des sous-ensembles et des intersections d'ensembles.

En premier lieu, lors de la préparation, on doit définir un *ensemble d'éléments d'information*. On peut le faire de deux manières :

— Par énumération.

  Pratiquement cette définition s'avère difficile mais doit cependant être effectuée en général au moins une fois (par exemple par l'établissement d'un inventaire des prestations).

— Par la donnée d'une ou de plusieurs propriétés caractéristiques.

  Ainsi peut être fixé le cadre d'une préparation d'informations déjà lorsque encore aucun élément de l'ensemble n'existe (par exemple tous les résultats constructifs de la construction « en Schützenmatte »).

A l'intérieur d'un ensemble des *sous-ensembles* peuvent être définis, à nouveau par l'énumération ou par la donnée supplémentaire des caractéristiques propres des éléments (par exemple tous les résultats constructifs du bâtiment ouest de la construction « en Schützenmatte »).

Des éléments qui appartiennent à la fois à deux ou plusieurs ensembles (respectivement sous-ensembles) constituent *l'intersection de ces ensembles* (par exemple, l'ensemble des travaux de revêtement de sol dans le bâtiment ouest, représente l'intersection de l'ensemble des travaux de revêtement de sol de toute la construction et de l'ensemble de tous les travaux dans le bâtiment ouest).

Il est d'usage de représenter ces trois concepts fondamentaux de la théorie des ensembles sous la forme visuelle représentée à la figure 2.5.

3. Préparation des plans

3.1 *Signification*

Le tableau 1.1 montre que les informations lors du processus de construction peuvent être formulées sous forme de représentations visuelles ou sous forme de descriptions verbales. Celles-ci sont en général transmises au moyen des supports d'informations suivants :

— Mémoire descriptif.
— Liste des prestations.
— Liste des fers, liste des pièces.
— Plan.
— Correspondance.
— Norme.
— Littérature.
— Etc.

Alors que dans le courant des prochaines années, grâce aux techniques modernes de préparation des données, une quantité de nouveaux supports d'informations vont apparaître, le plan devrait cependant conserver très longtemps encore une signification capitale dans la représentation de considérations géométriques. Cette tendance marquée de développement, d'une part, et les insuffisances imprévisibles de la pratique actuelle d'élaboration des plans, d'autre part, ont incité la Société suisse des ingénieurs et architectes (SIA) à se préoccuper de ce problème du support de l'information. Actuellement au sein de la SIA un petit groupe est chargé d'une étude pilote, qui devrait fournir un but aux travaux de recherche ainsi que des bases organiques et financières. Comme il n'existe encore actuellement aucun résultat concret de cette étude, on s'est con-

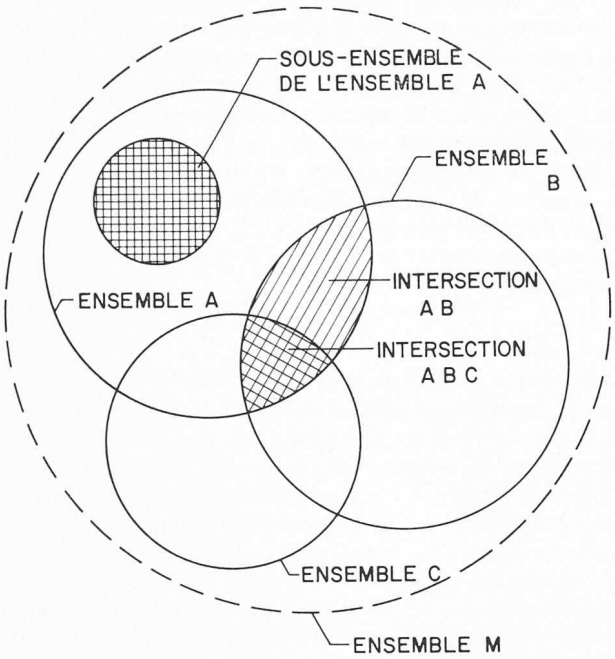

Fig. 2.5. — Relations entre ensembles, sous-ensembles et intersections d'ensembles.

tenté dans ce qui suit de rassembler les défauts de la pratique actuelle d'élaboration des plans, qui devront autant que possible être supprimés. Finalement, quelques bases ayant été testées sont proposées, afin de guider les efforts en vue d'améliorations.

3.2 *Imperfections dans la pratique actuelle d'élaboration des plans*

Les difficultés énormes que l'on rencontre aujourd'hui lors de l'élaboration de plans sont dues au fait que les méthodes ont à peine progressé et sont restées pratiquement les mêmes pendant des décennies, alors que les constructions elles-mêmes ont progressé de manière gigantesque. Les méthodes de construction aujourd'hui à disposition permettent de réaliser en peu d'années les constructions dont plusieurs générations avaient à s'occuper il y a quelques décennies.

Nos projets actuels se distinguent par leur temps de réalisation extrêmement court, par un nombre élevé de participants et par un très haut degré de difficulté technique. Les difficultés qui en résultent sont suffisamment connues ; elles peuvent être caractérisées brièvement comme suit :

— *L'individualité*

Les plans établis dans les différents bureaux d'études selon leurs propres méthodes sont incompatibles et ne peuvent par conséquent pas être utilisés tels quels par d'autres bureaux. La conséquence en est que chaque bureau refait entièrement les plans qui lui sont nécessaires.

— *La discontinuité*

A la suite d'erreurs de planification dans l'élaboration de plans, les plans établis dans une phase du projet (par exemple la soumission) ne sont plus utilisables dans les phases ultérieures. La conséquence en est que pour chaque phase du projet le principe des plans doit être repris à zéro.

— *La surabondance*

A cause d'une mauvaise méthodique de la représentation, les mêmes informations sont représentées plusieurs fois. Ceci n'occasionne pas seulement une dépense supplémentaire de travail pour l'établissement des plans, mais accroît aussi les dépenses pour leur contrôle et rend plus difficile l'exécution de toute modification.

— *Les modifications*

La manière courante de représentation des plans rend plus difficilement supportable la dynamique actuelle du déroulement d'un projet. Au regard de petites modifications apportées au projet, une grande proportion des plans établis devient inutilisable. Comme notre technique de représentation tient rarement compte de cette éventualité, il est nécessaire de refaire complètement les plans devenus caduques.

— *Format des plans et échelles*

L'individualité dans le choix du format des plans et des échelles rend impossible une mise en œuvre efficace des moyens de reproduction actuellement à disposition.

— *Plan en tant qu'œuvre d'art*

Guidé par une éthique professionnelle démodée, les dessinateurs font souvent de leurs plans de véritables œuvres d'art faites à la main, dont le contenu en informations est sans aucun rapport avec la dépense de travail investie.

3.3 *Commencement de mesures de rationalisation*

Jusqu'à ce jour aucune étude ne fut conduite qui prenne en considération le problème de l'élaboration de plans sur un large front. Les propositions faites ci-après, tendant à remédier aux défauts majeurs, ne sont par conséquent pas fondées sur une prise en compte globale du problème. Elles sont issues du point de vue certainement étroit d'un seul des partenaires de la construction, dans le cas particulier de l'ingénieur civil, et ne peuvent par conséquent pas forcément être généralisées. Elles trouvèrent cependant une confirmation, car pour tous les projets auxquels les méthodes de travail décrites ci-après purent être appliquées, de grandes économies furent réalisées lors de l'élaboration même des plans (50 à 60 % de plans en moins), lors de l'étude du projet d'ensemble et lors de l'exécution (livraison des plans plus tôt, meilleure coordination du travail, moins de fautes).

— *Inventaire des plans*

L'inventaire des plans, à faire au début de leur élaboration, constitue l'instrument le plus important et le plus efficace pour la rationalisation du travail. Du fait qu'il fixe préalablement les plans à faire tout au long du projet quant à leur forme et à leur contenu, il contraint à une intense analyse intellectuelle de la mission, de la tâche. Comme l'inventaire reflète les principes de base de la conduite du projet et de tout son déroulement, il doit être dressé en étroite collaboration avec la direction du projet.

— *Dynamique de l'élaboration de plans*

La dynamique actuellement courante du déroulement d'un projet ne peut apparaître que grâce à une dynamique correspondante lors de l'élaboration des plans.

Le déroulement du projet se distingue par le fait que les informations naissent dans une structure fondamentale fixée à l'avance définitivement. En sorte que la préparation de plans doit déjà très tôt s'unifier sur une structure s'étendant à toute la construction, qui — ce qui est important — comprend des places réservées, des cases, pour accueillir les informations croissant au cours du déroulement du projet. Cela contraint le dessinateur à une nouvelle méthode de travail, par laquelle il a déjà fixé à l'avance le volume de tout le paquet de plans. L'élaboration proprement dite des plans ne consiste alors qu'à remplir d'informations les plans, déjà fixés quant au contenu et à la forme structurelle, au fur et à mesure de l'avancement de l'étude du projet. La méthode de travail, employée jusqu'à maintenant, selon laquelle les plans « mûrissent » jusqu'au bout, chacun l'un après l'autre, est incompatible avec la nature actuelle du déroulement d'un projet et est par conséquent inéconomique.

— *Représentation unique d'une information*

Dans l'intérêt d'une économie de travail, d'une diminution de la sensibilité aux erreurs et d'une économie dans l'exécution de corrections, une même information ne doit en principe être représentée qu'une seule fois. Afin de réaliser cette condition, un système de référence garantissant l'accès à cette information de plusieurs côtés souhaitables à la fois doit être élaboré.

— *Format unifié des plans et peu d'échelles*

Quoique ces conditions purement formelles puissent apparaître secondaires au premier abord, elles constituent néanmoins toujours le motif de vaines et abondantes discussions. Afin de pouvoir échanger facilement des plans ou parties de plans, et dans l'intérêt d'un emploi des moyens efficaces de reproduction actuellement à disposition, cette condition doit être implantée avec la plus grande insistance.

4. Concept suisse d'Informatique dans la construction

Le 8 avril 1970 naquit une organisation qui se donna pour but de créer un concept suisse de l'informatique dans la construction (IDC). La structure, les buts et le programme de travail de cette organisation ont déjà été décrits à maintes reprises (réf. 4 et 5 par exemple). Au cours des deux années écoulées, un travail intensif fut accompli au sein de commissions et de groupes de travail de cette organisation. Dans une première phase on élabora une conception du système découlant d'une vaste analyse des besoins, conception qui doit constituer une base solide pour la mise en place des divers instruments de travail, tels que code des frais de construction, catalogue des articles normalisés, etc. Ensuite, ce concept et sa signification doivent être esquissés dans le cadre du problème de l'échange d'informations au cours du processus de construction.

4.1 *Domaine d'action*

Le concept suisse d'informatique dans la construction a restreint a priori son champ d'activité au traitement d'informations économiques de la construction. Rapporté à la structure grossière des informations concernant un projet, esquissée au tableau 1.1, il se restreint au traitement de descriptions verbales de prestations comme devis approximatifs, devis détaillés, listes de prestations, offres, décomptes, etc. Cette limitation est due avant tout aux besoins de la pratique qui, à la suite des multiples solutions isolées et incohérentes des divers partenaires à la construction, font apparaître un état particulièrement confus dans ce domaine. Cependant, elle apparaît également sensée au regard des moyens techniques actuellement à disposition, qui permettent de traiter rapidement et économiquement des informations alphanumériques.

4.2 *Buts*

En dehors des moyens de travail non coordonnés, par conséquent incompatibles, existant actuellement, tels que catalogue des articles normalisés, code des frais de construction, livres de comptes, normes, indices, etc., il fut ressenti le besoin impératif d'un système pour le traitement des informations concernant la construction qui soit uniformément appliqué à toute la Suisse et qui s'étende sur toutes les phases du déroulement du projet de construction. En d'autres termes, il fut ressenti le besoin d'un concept suisse d'informatique dans la construction. De ces besoins résultent les buts imputés à ce système, qui sont caractérisés de la manière suivante :

— Organisation optimale des études, de la détermination des coûts, de la surveillance et de la gestion dans la construction.

— Obtention de données statistiques parfaitement définies relatives à des ouvrages projetés, en cours d'exécution ou achevés.

— Garantie de l'accès à l'information de toutes les parties intéressées à la construction dans la forme la plus appropriée à la résolution de leurs tâches respectives.

— Utilisation totale des possibilités des techniques modernes de traitement de l'information.

4.3 *Conception de l'IDC*

Au paragraphe précédent, les buts requis du système apparaissent comme très sommaires et aller de soi. Cependant, de nombreuses tentatives montrent que leur accomplissement peut se heurter à des difficultés insurmontables, qui tendent à faire rester sans succès ces buts très ambitieux.

Ce nouvel essai avec l'IDC ne devrait pas conduire à un résultat aussi décourageant ; il devrait en résulter une idée fondamentale simple, presque triviale, qui serve de base au catalogue des besoins apparemment sans limite. En fait, la conception de l'IDC peut être esquissée en peu de mots à l'aide des bases exposées au chapitre 2 :

> Des propriétés caractéristiques, des concepts de classification, correspondant aux différents besoins de préparation, sont attribués à l'élément d'information commun à tous les participants à la construction, c'est-à-dire à l'article. La donnée des propriétés caractéristiques permet une représentation sous forme d'intersections d'ensembles de celui-ci selon les principes fondamentaux de la théorie des ensembles.

Cette idée fondamentale de l'IDC nécessite naturellement quelques éclaircissements.

— *Elément d'information*

La description de prestation orientée vers l'exécution, l'article, qui correspond à la manière actuellement usuelle de rédaction en vue de travaux de construction

en Suisse, est prise comme élément d'information de l'IDC. Une définition de la structure interne des articles jette les bases pour une organisation unifiée de ceux-ci. Finalement, afin de permettre de cataloguer des descriptions de prestations définies et normées (articles normalisés), on prend la classification par genre de travail (AGL) comme système de classification. Cela étant, il existe maintenant une base pour l'élaboration d'un catalogue unifié, qui doit éloigner les inconvénients majeurs des catalogues fragmentaires établis jusqu'à ce jour.

— *Concepts de classification*

Ils définissent les propriétés caractéristiques des éléments d'information qui doivent être prises en considération pour la représentation sous forme d'ensembles selon les besoins des différents participants à la construction. En rapport avec l'utilisation, on peut distinguer des *concepts principaux de classification* et *d'autres concepts de classification :*

Concepts principaux de classification :

— classification selon l'objet (OGL),
— classification par fonction (FGL),
— classification par genre de travail (AGL).

Autres concepts de classification :

— classification par lot,
— classification des partenaires,
— classification par variante,
— classification par chapitre,
— classification par opération,
— classification par compte,
— etc.

Les concepts principaux de classification assument une double tâche. D'un côté ils associent à l'élément d'information des propriétés caractéristiques qui, seules, permettent déjà de satisfaire beaucoup de besoins de la préparation. D'un autre côté, ils peuvent être conçus comme moyen d'identification des éléments d'information ; ils permettent ainsi l'attribution supplémentaire d'autres concepts de classification.

La dépendance d'un élément d'information des trois concepts principaux de classification, classification selon l'objet, classification par fonction et classification par genre de travail, peut être conçue comme la définition dans un système de coordonnées tridimensionnel. Ceci justifie, sous la forme visuelle représentée à la figure 4.1, que l'attribution à d'autres concepts de classification doit se rapporter à ces coordonnées.

Les concepts principaux de classification furent définis dans le but de satisfaire les demandes les plus importantes en préparation d'informations. Vu que d'autres attributions ne sont prises que dans certains cas exceptionnels, seuls les trois concepts fondamentaux de classification sont brièvement caractérisés ci-après :

La *classification selon l'objet* sert à la subdivision spatiale du projet de construction et vise une localisation précise des prestations.

La *classification par fonction* rassemble les prestations au sein d'un même objet en définissant les buts ou fonctions des différentes parties constituantes (par exemple : partie d'ouvrage portante, de cloisonnement, de liaison). Comme elle ne considère que les buts remplis par les différentes parties de construction, indépendamment de leurs caractéristiques techniques et constructives, elle constitue le critère adéquat pour une classification unifiée des coûts.

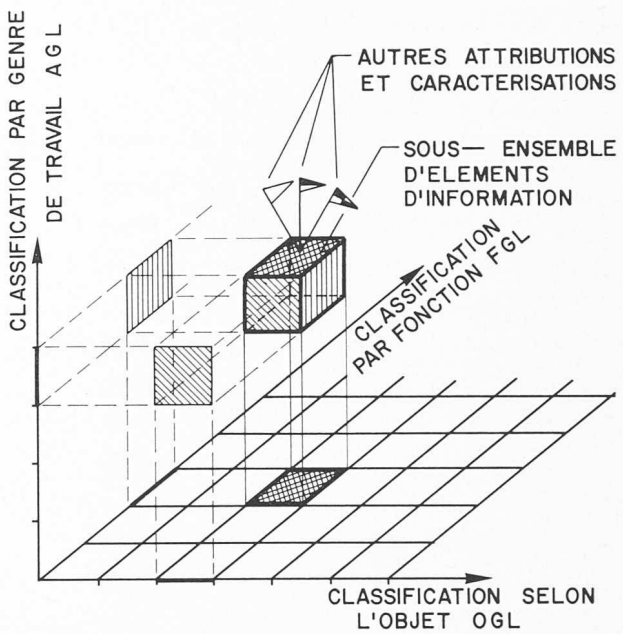

Fig. 4.1. — Concepts principaux de classification en tant que coordonnées des éléments d'information.

La *classification par genre de travail* rassemble les prestations selon différents points de vue techniques et constructifs prédominants (par exemple : exécution de la fouille, travaux de coffrage, de bétonnage, etc.). Elle permet ainsi une classification significative des coûts pour tous les domaines d'emploi de l'IDC.

4.4 *Utilisation pratique*

Jusqu'à ce que soit élaboré le langage commun pour la préparation de données technico-économiques auquel aspire l'IDC, encore beaucoup de travail devra être investi pour créer les instruments de travail définis dans la conception de base de l'IDC.

Mentionnons parmi ceux-ci :

— Elaboration de directives pour l'établissement de listes unifiées de prestations.
— Etablissement d'une classification par genre de travail normalisée, d'une part pour la classification de descriptions de prestations, et d'autre part, en tant que concept principal de classification de l'IDC.
— Etablissement d'une classification par fonction, comme critère de classification des frais de construction.
— Adaptation de catalogues existants à la conception de l'IDC.
— Etc.

Il est absolument faux de croire que l'IDC ne peut être utilisé dans la pratique qu'une fois les travaux achevés. A l'encontre de cet avis erroné, mentionnons que déjà les décisions importantes relatives à la conception se laissent exploiter pratiquement avec un grand succès. Pour cela, il est seulement important que les éléments d'information soient définis de manière claire et distincte et que leur caractérisation soit entreprise avec l'aide des concepts de classification prévus dans ce but. Que ces concepts de classification soient normalisés ou non est sans impor-

FERNWAERMEVERSORGUNG DES SPITAL- 3
UND HOCHSCHULQUARTIERS II. ETAPPE

DETAILLIERTER KOSTENVORANSCHLAG

OBJEKTGRUPPE 01 HEIZKRAFTWERK

BAUOBJEKT 01.01 HAUPTGEBAEUDE

BKP	KOSTENART	FRANKEN	FRANKEN
243	HEIZUNGSANLAGEN	210,000	
244	LUEFTUNGSANLAGEN	390,000	
245	KLIMAANLAGEN	100,000	
25	SANITAERANLAGEN		1,494,000
251	APPARATE 1	24,000	
2511	WASCHTISCHE UND ZUBEHOER	10,000	
2512	KLOSETTS UND ZUBEHOER	14,000	
252	APPARATE 2	178,000	
2523	WARMWASSER-AUFBEREITUNGSANLAGEN	10,000	
2524	PUMPENANLAGEN	115,000	
2525	FEUERLOESCHEINRICHTUNGEN	53,000	
253	LEITUNGEN	1,092,000	
2530	KALTWASSER	480,000	
2531	WARMWASSER	52,000	
2532	ABWASSER	560,000	
254	ISOLIERUNGEN	166,000	
2540	KALTWASSERLEITUNGEN	62,000	
2541	WARMWASSERLEITUNGEN	16,000	
2542	ABWASSERLEITUNGEN	88,000	
256	ELEKTRO-UND PNEUMATIKTAFELN	34,000	
26	TRANSPORTANLAGEN		240,000
261	AUFZUEGE	80,000	
263	FASSADENREINIGUNGSANLAGEN	160,000	
27	AUSBAU 1		751,000
272	SCHLOSSERARBEITEN	268,000	

TABLEAU 4.1

Extrait d'un devis détaillé.
Classification des frais de construction selon l'objet (OGL) et selon le code des frais de construction (BKP).
Le code des frais de construction du CRB remplace la classification unifiée par fonction (FGL) qui n'existe pas encore

FERNWAERMEVERSORGUNG DES SPITAL- 17
UND HOCHSCHULQUARTIERS II. ETAPPE

LEISTUNGSVERZEICHNIS

OGL 030121 FERNHEIZNETZ
HEIZKANAL
BAULOS 6 (KVA-GLATT)

FGL 401 UMGEHUNG
ERDARBEITEN
ERDBEWGUNGEN

AGL	HP	UP	TEXT		MG	MENGE	EINH PREIS	BETRAG
		0011	ELEKTR. HAUPUMPE	D 50 MM	ST	54	.....	.....
		0012	ELEKTR. HAUPUMPE	D 100 MM	ST	55	.....	.....
	020		PUMPENMIETE					
			MIETE VON PUMPEN DER POS. 010 INKL. 20 M ROHR- UND SCHLAUCHLEITUNGEN. DIESE POS. WERDEN BEZAHLT, SOLANGE DIE PUMPEN AUF WEISUNG DER BAULEITUNG IN BETRIEBSBEREITEM ZUSTAND BEI DER PUMPSTELLE INSTALLIERT SIND. FUER ANGEBROCHENE WOCHEN WERDEN PRO TAG 1/5, FUER ANGEBROCHENE MONATE 1/20 DES OFFERTPREISES ENTSCHAEDIGT.					
		0011	ELEKTR. HAUPUMPE	D 50 MM	WO	56	.....	.....
		0012	ELEKTR. HAUPUMPE	D 100 MM	WO	57	.....	.....
	030		PUMPENBETRIEB					
			BETRIEB, UNTERHALT UND REPARATUREN, INBEGRIFFEN WARTUNG INNERHALB DER ORDENTLICHEN ARBEITSZEIT. BETRIEBSSTOFF ODER ELEKTR. ENERGIE UND ALLE UEBRIGEN AUFWENDUNGEN. FUER DAS AUSMASS SIND DIE EFFEKTIVEN BETRIEBSTUNDEN MASSGEBEND.					
		0011	ELEKTR. HAUPUMPE	D 50 MM	H	58	.....	.....

TABLEAU 4.2

Extrait d'une formule d'offre.
Classification des descriptions des prestations (HP-UP) d'après les classifications selon l'objet (OGL), par fonction (FGL) et par genre de travail (AGL)

tance au point de vue du concept lui-même. Lors de l'utilisation, un succès considérable peut déjà être obtenu si tous les participants à un projet de construction se rallient à des concepts unifiés de classification.

Cette manière de faire doit cependant expressément être désignée comme une solution de première nécessité, qui ne peut être tolérée qu'en attendant que l'IDC ait élaboré et imposé ses propres concepts unifiés de classification. En attendant cet instant — pas trop éloigné espérons-le — chaque emploi de concepts individuels de classification agit à l'encontre de l'intérêt de l'ensemble de l'économie de la construction et doit par conséquent être désapprouvé.

Les extraits d'un devis détaillé et d'un formulaire d'offre donnés dans les tableaux 4.1 et 4.2 laissent apparaître que le concept de l'IDC peut être pris sans difficultés pour base d'un système électronique de traitement d'informations pour la gestion des constructions. Au lieu d'une classification unifiée par fonction on a utilisé provisoirement celle du code des frais de construction (BKP) du CRB (réf. 6). Une solution transitoire analogue fut trouvée pour la classification par genre de travail.

5. Système pour la préparation des listes de fers

Les efforts de recherche entrepris dans le domaine de la préparation des plans et de l'informatique dans la construction aspirent à une rationalisation de domaines encore plus vastes de l'ensemble de l'information concernant la construction. Le tableau 1.1, établi dans le but de permettre une certaine localisation, montre de ce fait que le domaine des « descriptions verbales techniques concernant la conception et la construction » reste en dehors de ces efforts. Pour celui-ci se pose en premier lieu la question de savoir si un problème isolé de ce domaine peut être englobé dans le processus général d'information, vu l'état actuel des connaissances, ou si pour l'instant il doit être traité comme problème particulier. Pour un des problèmes partiels de ce domaine, celui de la liste de fers, un traitement séparé apparaît admissible et sensé car les relations avec les autres domaines sont claires et peu importantes.

Au début de l'année passée, la commission SIA 165 a commencé son travail et s'est fixé pour but d'analyser sous un angle très large la signification de la liste de fers pour la définition des aciers d'armature et de proposer une solution de développement rationnel de tous les travaux y relatifs. A la fin 1972, le résultat de ces travaux sera publié sous la forme de recommandation SIA, qui décrira un système de préparation des plus modernes pour la plus grande part.

5.1 *Point de départ*

Des centaines de bureaux d'ingénieurs établissent quotidiennement en Suisse des listes de fers afin de transmettre certaines informations à d'autres intéressés. Ces informations sont la source de nombreux processus de travail,

comme par exemple le façonnage, la pose et le décompte d'aciers d'armature. Quoique les divers participants à cet échange d'informations émettent diverses conditions pour la représentation de ces informations, l'élaboration de la liste de fers incombe jusqu'à maintenant au bureau d'ingénieurs, qui se guide en premier lieu selon ses propres besoins. La conséquence directe de ceci est que les informations doivent être à nouveau constituées et organisées par le destinataire en fonction de ses besoins propres.

Ces inconvénients sont caractéristiques de tout échange d'informations entre divers intéressés. Avec la liste de fers cependant, le problème peut être formulé si simplement que le petit nombre de partenaires, l'ingénieur, le marchand de fers et l'entrepreneur seulement, permet l'introduction et le développement rapides d'un nouveau système.

5.2 *Conception du système de préparation*

La définition claire d'un certain nombre de fers d'armature semblables constitue l'élément d'information du système de préparation. Le système offre la possibilité de représenter l'élément d'information sous la forme désirée par les participants au moyen des concepts de classification, qui peuvent, soit être quelque peu modifiés dans leur définition, soit être élargis par l'attribution de concepts supplémentaires. Pour cela, on doit faire en sorte que le travail puisse être exécuté aussi bien manuellement qu'automatiquement, à l'aide d'une machine.

Les parties les plus importantes du concept de préparation sont un catalogue des formes de fers, en nombre intentionnellement restreint, (fig. 5.1) et la liste standard des fers, qui comprend une page d'en-tête (fig. 5.2) et des pages normales (fig. 5.3). Ces importants instruments de travail devront être à l'avenir utilisés sans modification par l'ensemble des intéressés afin d'obtenir un effet maximal des mesures de rationalisation.

Il est inutile d'entrer plus dans les détails dans ce contexte, vu que la recommandation SIA 165, à paraître sous peu (réf. 7), décrira en détail le système de préparation. Toutefois, il paraît nécessaire d'apporter ici encore quelques remarques générales afin de faire toutes les lumières sur la conception.

Le système de préparation de listes de fers tente d'introduire de manière générale des conventions cohérentes, dans un domaine restreint du secteur de la construction, en vue de l'échange d'informations entre l'ingénieur, le marchand de fers et l'entrepreneur. Le catalogue des formes de fers et la liste standard des fers constituent, avec les prescriptions concernant la préparation, les éléments les plus importants du langage commun entre les partenaires de la construction. Ainsi sont réalisées les conditions pour une rationalisation plus poussée qui ne pouvait apparaître jusqu'à aujourd'hui, en vertu de l'individualité très prononcée. Pour faciliter l'échange et le traitement d'informations, des moyens techniques modernes pourront être introduits (consoles, computer). Les ingénieurs devront introduire sous peu le computer pour le détail automatique de parties standardisées de construction (colonnes, fondations, éléments de dalle, murs de soutènement, etc.). Les plieuses automatiques, sous la conduite d'un programme, vont se multiplier pour le façonnage des fers. Sur le chantier, la pose des fers va se dérouler plus rapidement et plus exactement grâce à une livraison conforme aux désirs des ferrailleurs.

Une difficulté de poids pour le développement de ce système de préparation est due au fait que l'état présent, dû

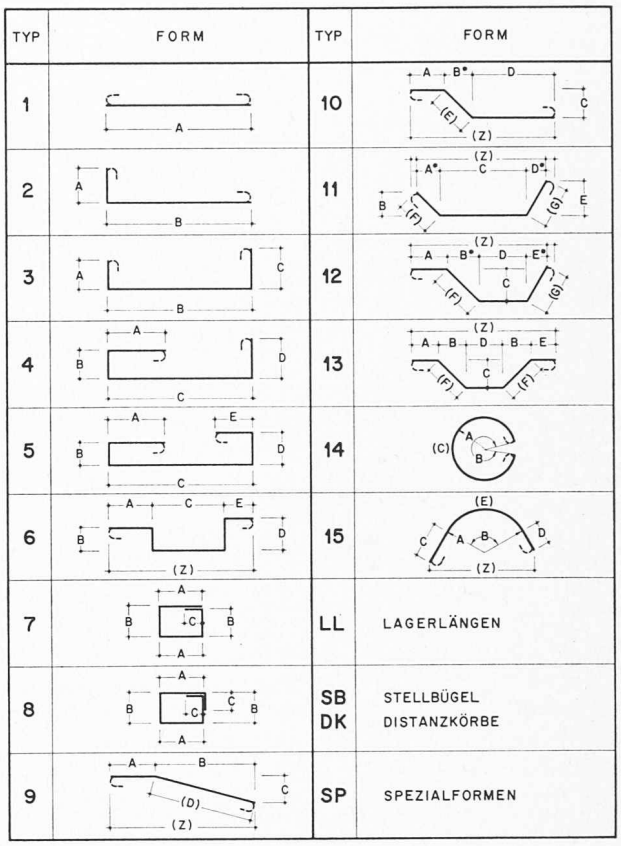

Fig. 5.1. — Catalogue des formes de fers selon la recommandation SIA 165.
Sert de convention pour l'échange d'informations entre l'ingénieur, le façonneur de fers, l'entrepreneur.

à toutes sortes de circonstances techniques, traditionnelles et politiques doit se transformer en un état « en devenir ». A cela s'ajoute encore la condition essentielle que le système doit apporter des économies aussi bien lors d'un traitement purement manuel que lors d'un traitement automatique. Lors du traitement manuel des économies sont réalisées à cause seulement des conventions et de leur utilisation.

La SIA est fermement convaincue d'avoir élaboré un système moderne, convenant à la pratique et plein de possibilités de développement. La mise en opposition des besoins et des dépenses apparaît très prometteuse. Cependant, avant d'avoir été confirmée par son utilisation pratique, elle n'est que pure spéculation.

6. Résumé

Le bâtiment passa par une phase de développement particulièrement désordonnée ces dix dernières années. De par la tendance à accomplir des projets de construction toujours plus grands et plus complexes, l'absence d'un système d'information efficace pour l'étude et la surveillance de projets de constructions devint toujours plus sensible. D'un autre côté, une analyse du problème fait apparaître que des possiblités absolument considérabiles de rationalisation existent dans le secteur des informations concernant la construction. On peut démontrer que, au regard du volume de la construction, même les plus petites améliorations des insuffisances actuelles sont avantageuses de manière significative au point de vue économique.

STANDARDEISENLISTE NR. 1208-16/2

KORREKTUREN
1: NEU
2: ÄNDERN
3: LÖSCHEN

	KA MC		
BAUOBJEKT	11	BEZEICHNUNG: SCHULHAUS HASENKOPF KLASSENTRAKT	TELEFON: 01 NR: 179023
	12	STRASSE: BAHNHOFSTRASSE 26	PLZ: 8666 ORT: ERMENDINGEN
	13	VERWENDUNGSORT: DECKE UEBER 2. OG 1. ETAPPE	
BAUINGENIEUR	21	NAME: MEIER UND HARTMANN	TELEFON: 01 NR: 471207
	22	STRASSE: RESIRAIN 5	PLZ: 8008 ORT: ZUERICH
	23	STANDARDEISENLISTE NR: 1208-16/2 HIEZU PLAN NR: 1208-16	GEZEICHNET: 20.02.72 WE REVIDIERT: GEPRÜFT: 21.02.72 UP
	24	BEMERKUNGEN:	STAHLFABRIKAT: AMAX-R. LISTENGEWICHT: 2284
BAUUNTERNEHMER	31	NAME: ADOLF HAUSERS ERBEN	TELEFON: 01 NR: 180018
	32	STRASSE: SCHLOSSBERGWEG 19	PLZ: 8671 ORT: BUENZWIL
EISENHÄNDLER	41	NAME: JAECKLI + CO AG EISENHANDLUNG	TELEFON: 01 NR: 181111
	42	STRASSE:	PLZ: 8658 ORT: BOSINGEN
	43	KUNDE NR: BELEG NR: LIEFERTERMIN: 27.03.72	SPEDITION: AUTO FRANKO MAX. TRANSPORTBUNDGEWICHT IN KG: 1200
EDV	51	SPRACHE: D: DEUTSCH F: FRANZ. I: ITALIEN.	KONTROLL FORMULAR: 1 ANZAHL FORMULARE; FIGUREN ZU KONTROLLF.: DARGESTELLT AB TYP NR.; VERLEGELISTE: 1 ANZAHL FORMULARE; SCHNITTLISTE: 2 ANZAHL FORMULARE; BIEGELISTE: 2 ANZAHL FORMULARE; FIGUREN ZU BIEGELISTE: 2 DARGESTELLT AB TYP NR.; LIEFERSCHEIN: 5 ANZAHL FORMULARE; ETIKETTEN: LEER / NEIN / JA

Fig. 5.2. — Page d'en-tête de la liste standard des fers selon la recommandation SIA 165. Contient toutes les informations nécessaires à la définition de l'armature.

STANDARDEISENLISTE NR. 1208-16/2

KORREKTUREN:
1: NEU
2: ÄNDERN
3: LÖSCHEN

KARTENART: 61 STAHL: 3 (1: GRUPPE I; 3: GRUPPE III; 3A: GRUPPE IIIA; 3B: GRUPPE IIIB)

BLATT NR. 1

MC	POS GR	POS	STÜCK ZAHL	d mm	FORM X HAKEN	TYP	HAKEN B DK	=	A	B	C	D	E	F	G	Z	HAKEN cm	SCHNITT LÄNGE m cm	TOTAL LÄNGE m cm	TEILUNG	LAGE	BEMERKUNGEN
		1	34	10		6	B		15	45	17	45	15			47		1 37		20		UNTERZUG
		2	32	2		3			40	720	40							8 00				UNTERZUG
		3	22	2	X	1	X		600								27	6 54				UNTERZUG
		4	41	2		1			700									7 00				UNTERZUG
		5	34	12		1			590									5 90		20	1	
		6	80	12		1			490									4 90		20	1	
		7	114	10		12	B		15	46	46	14	0	65	46	74		1 40		20	1	RANDTRAEGER
		8	8	16		1			720									7 20		10		2x4
		9	8	16		1			950									9 50		10		2x4
		10	8	16		1			710									7 10		10		2x4
		11	27	10		1			720									7 20		20	2	
		12	22	10		1			940									9 40		20	2	
		13	22	10		1			710									7 10		20	2	
		14	77	12		5			17	18	320	18	17					3 90		20	3	
		15	114	10		2	X		30	150							10	1 90		20	4	
		16	34	14		5			17	18	340	18	17					4 10		20	4	
		17	45	12		3	X		17	18	270						12	3 17		20	4	
		18		10		LL			250											30		MONTAGEEISEN
			70			SB			ORTEX			20										

MC | POS GR | POS | STÜCK ZAHL | d | LL | SB DK | LÄNGE m | PRODUKTBEZEICHNUNG | HÖHE cm | LÄNGE cm | TOTAL LÄNGE

Fig. 5.3. — Page normale de la liste standard des fers selon la recommandation SIA 165, remplie pour une préparation conventionnelle.
Contient les définitions précises des aciers d'armature.

L'état actuel est décrit à travers un grand nombre de solutions isolées qui, soit ne traitent qu'une partie restreinte de la problématique d'ensemble, soit ne résultent que d'un seul des partenaires à la construction. Cependant des mesures efficaces de rationalisation doivent considérer le problème de l'information dans le bâtiment dans son ensemble, si l'on désire que les solutions isolées obtenues aient un sens pour l'ensemble. Ceci exige de considérer les choses d'une manière très fondamentale telle que la théorie de l'information, la cybernétique, la théorie de la décision et la théorie des ensembles puissent être pleinement utilisées. De telles considérations permettent avant tout d'abandonner les voies tracées par la tradition et la politique.

En Suisse se dessinent les effets de trois tentatives parmi d'autres, qui se préoccupent de la rationalisation de grands domaines partiels en envisageant les problèmes de manière très fondamentale. La SIA s'occupe actuellement de créer les bases organiques et financières ainsi que de fixer les buts en vue d'une vaste étude sur la préparation des plans. Les travaux pour l'élaboration d'un concept suisse d'informatique dans la construction (IDC) sont poursuivis depuis déjà plus de deux ans, sur les bases les plus larges. La com-

mission SIA 165 arrive au bout de ses peines avec le système unifié pour la préparation des listes de fers qu'elle a développé, qui doit être publié prochainement dans la recommandation SIA 165. Ces travaux seuls devraient éliminer une grande part des insuffisances qui ont, jusqu'ici, empêché le bâtiment d'utiliser pleinement toutes ses possiblités.

7. Remerciements

Le présent article expose un sujet dont les éléments furent réunis à l'occasion d'une conférence présentée le 2 février 1972 à l'Institut de la Construction Métallique (ICOM). Cette conférence a pu être donnée grâce à l'invitation de Monsieur le professeur J.-C. Badoux, chef du Département de génie civil à l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne. A cette occasion furent montrés et commentés des résultats qui furent préparés au sein de commissions et de groupe de travail et qui permirent à l'auteur d'exposer le problème de l'échange et de la préparation d'informations, sous un angle de vue très large. L'auteur remercie également vivement Monsieur Jean-Paul Jaccoud de la traduction du texte original allemand.

LITTÉRATURE

1. LERNER, A. JA. : *Grundzüge der Kybernetik*. VEB Verlag Technik Berlin.
2. MAUCH, S. P. : *Die Ingenieurtätigkeit als Entscheidungsprozess)Ein Gedankenmodell vom Standpunkt des Systems Engineering*. Industrielle Organisation, Nr. 9, 1968.
3. HOFMANN, E., MAUCH, S. P. : *Methodik für die Projektierung komplexer Bauaufgaben*. Schweizerische Bauzeitung, Heft 20, 1970.
4. VON BENTHEIM, G. : *Schaffung einer integrierten Baudatensystematik*. Schweizerische Bauzeitung, Heft 34, 1970.
5. VON BENTHEIM, G. : *Die schweizerische Baudatensystematik kommt*. Hoch + Tiefbau, Spezialnummer 2, 71. Jahrgang, 1972.
6. Schweizerische Zentralstelle für Baurationalisierung : *BKP, Baukostenplan Hochbau*. SNV 506 500, 1969.
7. Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein (SIA) : *SIA-Empfehlung 165, Ausgabe 1972, Anwendung von Standardformen und -listen für die Verarbeitung von Armierungsstählen*.

Adresse de l'auteur :

Ernst C. Glauser, Dr Ing.
Bureau Basler & Hofmann
Forchstr. 395
8008 Zurich

Applications techniques des hyperfréquences

par Dr M. S. RAMACHANDRAIAH, premier assistant EPFL, et Dr F. E. GARDIOL, professeur EPFL

1. Introduction

Le terme « hyperfréquences » ou « micro-ondes » (de l'anglais Microwaves) désigne généralement la bande de fréquences s'étendant de 300 MHz à 300 GHz, c'est-à-dire les signaux comportant de 300 millions à 300 milliards de cycles par seconde (3×10^8 à 3×10^{11} Hz, fig. 1). La période de ces signaux se situe donc entre $3\,^1/_3$ picosecondes et $3\,^1/_3$ nanosecondes et, pour une onde électromagnétique se propageant à la vitesse de la lumière, la longueur d'onde dans le vide varie de 1mm à 1 m. Elle est donc du même ordre de grandeur que les éléments utilisés pour la génération ou la transmission de telles ondes. Les limites données ci-dessus sont fixées de façon plus ou moins arbitraire et servent à situer le domaine des hyperfréquences entre celui des ondes radio (fréquences plus basses) et celui des ondes infrarouges et lumineuses (fréquences plus élevées). Ce domaine possède des propriétés remarquables, en particulier par suite des interactions entre les ondes électromagnétiques et la matière apparaissant à ces fréquences.

Les hyperfréquences furent tout d'abord considérées pour les télécommunications. Leur développement connut ensuite un essor considérable à la suite de leur application au radar (1930-1950) et, plus récemment, aux télécommunications spatiales — rappelons ici que seules les hyperfréquences peuvent assurer des transmissions par satellites. Les radars et les télécommunications sont à l'heure actuelle les deux domaines « traditionnels » d'application des hyperfréquences. Ces domaines sont bien connus et bon nombre de livres et d'articles ont été publiés à leur sujet ; il n'est donc pas nécessaire de les décrire ici.

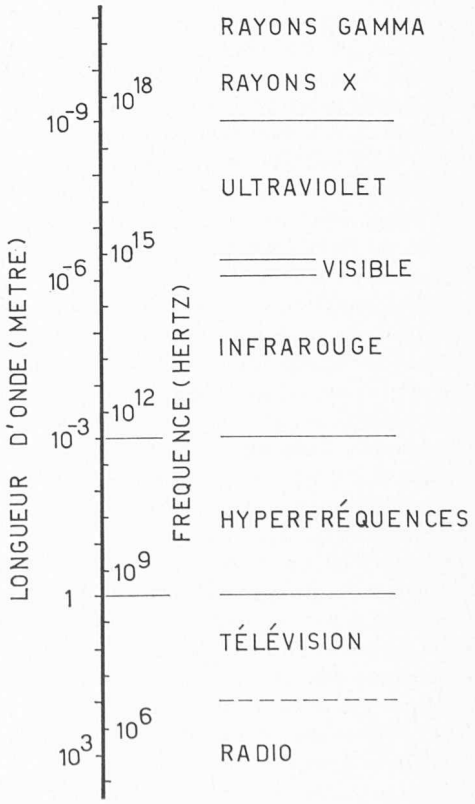

Fig. 1. — Subdivisions du spectre électromagnétique.