

**Zeitschrift:** Bulletin technique de la Suisse romande  
**Band:** 88 (1962)  
**Heft:** 26

## **Vereinsnachrichten**

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 04.05.2025

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

Seite / page

fehlt /  
manque /  
missing

Seite / page

leer / vide /  
blank

## Avant-propos

*Afin de marquer le 125<sup>e</sup> anniversaire de notre Société, le présent Bulletin est tout entier consacré à cet événement.*

*Alors que le volume publié à l'occasion du 100<sup>e</sup> anniversaire de la S.I.A., en 1937, retraçait en détail l'histoire de la Société depuis sa fondation en 1837, les pages qui suivent donnent un bref aperçu de l'évolution de ces vingt-cinq dernières années, sans tenter d'exposer systématiquement le développement de chacune des professions représentées à la S.I.A., mais en s'efforçant plutôt d'illustrer par quelques exemples caractéristiques les grandes phases de ce développement et, en même temps, de jeter un regard vers l'avenir.*

*M. le Conseiller fédéral Tschudi nous a fait l'honneur d'exprimer dans le préambule ses vœux à la S.I.A. Nous nous réjouissons de l'intérêt que les autorités supérieures du pays marquent à l'égard de notre Société et particulièrement du fait que nos directives et nos normes sont reconnues par elles.*

*Les articles qui suivent reflètent essentiellement les opinions personnelles des auteurs et nous avons sciemment évité d'exposer des problèmes particuliers qui ne peuvent être compris que par des spécialistes. Si nous parvenons ainsi à donner aux ingénieurs et architectes, sous une forme résumée, un aperçu de l'activité de leurs collègues dans les différentes branches de la technique et de l'architecture, le but de ce numéro spécial sera atteint.*

La commission de rédaction.

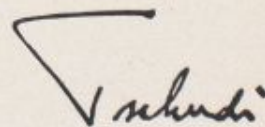
## Vœux de Monsieur le Conseiller fédéral Hanspeter Tschudi

En ma qualité de « Ministre fédéral de la construction », je suis heureux de pouvoir exprimer par ces lignes mes vœux et félicitations à la S.I.A. à l'occasion de son 125<sup>e</sup> anniversaire. Notre peuple, qui est économe, ne s'est pas donné un département spécial de la construction ou un ministère des travaux publics. Le nombre des Conseillers fédéraux étant limité à sept par la Constitution fédérale, le secteur de la construction a été attribué au Département de l'intérieur. Au cours des premières décennies de notre Etat fédératif, la charge due aux constructions était plutôt modeste ; aujourd'hui, en revanche, la Confédération est le plus important maître d'ouvrage du pays. En effet, la Direction des constructions fédérales entreprend chaque année pour plus de 100 millions de francs de travaux civils ou militaires dans le bâtiment ou le génie civil. Le Service fédéral des routes et des digues, pour sa part, ne s'occupait à l'origine que de la correction des rivières et torrents, et de la surveillance des barrages ; aujourd'hui, il lui incombe d'établir le réseau des routes nationales, en collaboration avec les cantons. Il s'agit là du plus gros ouvrage jamais entrepris par la Confédération et qui ne peut être comparé qu'à la construction des chemins de fer au XIX<sup>e</sup> siècle.

Pour mener à bien des travaux aussi importants, la Confédération doit pouvoir compter sur le concours de la S.I.A. A ce propos, je suis heureux de constater qu'il existe entre votre organisation et les services de la construction de mon Département une collaboration qui peut être citée en exemple. Votre Société a le mérite de veiller à maintenir les ingénieurs et les architectes au courant de l'évolution de la science et de la technique, ce dont bénéficie l'Etat, particulièrement lors de la réalisation de constructions publiques complexes.

Les diverses normes — en particulier celles qui concernent le calcul statique ou l'organisation des concours — établies par la S.I.A. à la suite d'études approfondies, servent journellement de base de travail.

Je saisis avec plaisir l'occasion de son 125<sup>e</sup> anniversaire pour féliciter et remercier la S.I.A. des services qu'elle rend au pays, en formant des vœux chaleureux pour que son réjouissant essor se poursuive. Dans les circonstances présentes, la responsabilité de la S.I.A. et de ses membres est particulièrement importante. Etant donné l'activité intense qui règne dans le domaine de la construction, ingénieurs et architectes façonnent dans une large mesure le visage de la patrie. Ils donnent leur forme aux maisons et aux habitations et conditionnent ainsi le bien-être des familles. Ce sont eux qui décident si nos villes et nos villages vont conserver leur caractère hospitalier ou si le sol de la patrie sera surexploité ou même profané, bref si nos descendants pourront, eux aussi, vivre dans un pays sain, harmonieux, dont le développement par la technique s'effectue dans une mesure qui reste suisse. Dans votre activité créatrice, il ne suffit donc pas que vous répondiez aux exigences techniques et esthétiques ; vous devez encore tenir compte des contingences sociales et politiques. La responsabilité très lourde qui incombe aux ingénieurs et aux architectes donne à leur association professionnelle, qui se préoccupe du perfectionnement de ses membres et maintient élevée la conception morale des professions qu'elle représente, une éminente importance. Puisse donc la S.I.A. compter à l'avenir aussi sur l'entier appui de chacun de ses membres et continuer à exercer une influence positive sur le travail des ingénieurs et des architectes suisses.



(Traduit du texte original allemand)



## 25 ans dans la vie de notre Société, 1937-1962

Pierre Soutter, ingénieur S.I.A., Zurich

A l'occasion de son 100<sup>e</sup> anniversaire, en 1937, la S.I.A. a édité une publication donnant un aperçu du développement technique dans notre pays et retraçant l'activité de notre Société depuis sa fondation.

Depuis lors, vingt-cinq ans se sont écoulés. C'est là une heureuse occasion d'enchaîner et de faire le point de l'activité de la Société durant ces vingt-cinq dernières années.

Lors de la fondation de la S.I.A., le 24 janvier 1837 à Aarau, 57 collègues étaient présents. La quatrième assemblée, en 1840 à Zurich, a réuni 100 personnes, y compris les promoteurs. Le nombre des membres augmenta à 2400 jusqu'à la célébration du 100<sup>e</sup> anniversaire en 1937 à Berne. A fin 1962, la S.I.A. compte environ 5500 membres.



Fig. 1 - René Neeser, Dr h. c.,  
ing. él. dipl.  
Président de la S.I.A.  
de 1937 à 1943



Fig. 2 - Max Kopp,  
arch. dipl.  
Président de la S.I.A.  
de 1943 à 1949



Fig. 3 - Eric Choisy, Dr h. c.,  
ing. él. dipl.  
Président de la S.I.A.  
de 1949 à 1957



Fig. 4 - Georg Gruner,  
ing. civil dipl.  
Président de la S.I.A.  
de 1957 à 1961

Cette période de vingt-cinq ans a été marquée par deux événements principaux qui ont eu une répercussion profonde sur l'activité de la Société : La deuxième guerre mondiale, de septembre 1939 à mai 1945, et le développement prodigieux, depuis la fin de la guerre — dû en partie d'ailleurs à cet événement tragique — de la révolution industrielle, caractérisée par l'énergie nucléaire, l'automatisation, l'électronique, la vitesse supersonique des moyens de transports, etc. Ces facteurs ont dicté dans une large mesure l'expansion de la vie économique et sociale.

A la deuxième guerre mondiale correspondit une période de stagnation de l'économie suisse, surtout en ce qui concerne les professions représentées à la S.I.A. Durant ce temps, l'activité principale de la Société a consisté à étudier les questions ayant trait aux possibilités de travail sous le régime de l'économie de guerre et à créer un minimum d'occasions de travail pour les professions représentées à la S.I.A. En collaboration étroite avec les autorités fédérales et cantonales, la S.I.A. a pris une part active et intense à la réalisation des mesures imposées par l'économie de guerre. Elle s'est surtout efforcée d'obtenir une centralisation des mesures d'économie dans le secteur de la construction au sein de l'Office de guerre de l'industrie

et du travail. Dans le cadre de cet office, un bureau de construction fut créé sous la direction de M. von Sinner, architecte S.I.A. (Berne) et chargé d'assurer une utilisation rationnelle des matériaux de construction. L'organisation d'un office de contrôle des aciers de construction fut confiée à la S.I.A. et placée sous la direction de R. Eichenberger, ingénieur S.I.A. (Berne), qui organisa le rationnement pour tout le pays et installa des filiales à Zurich et à Lausanne. En collaboration étroite avec le Délégué aux possibilités de travail, la Société des entrepreneurs et le bureau pour l'économie dans la construction attaché à l'Office de guerre de l'industrie et du travail, la S.I.A. fut appelée à traiter toutes les questions relatives au rationnement et à l'utilisation rationnelle des matériaux de construction. En par-

ticulier, il s'avéra nécessaire, par suite des restrictions sévères dans la fabrication du ciment, dues au manque de combustible, d'en rationner radicalement l'utilisation. A la suite de longues délibérations, auxquelles de nombreux collègues remplissant des fonctions importantes dans les organisations de guerre pour l'utilisation des matériaux de construction prirent part, il fut possible d'assurer un minimum d'activité dans la construction, ce qui a été d'un intérêt vital pour beaucoup de nos membres.

Avec la collaboration de spécialistes de la S.I.A., le Délégué aux possibilités de travail édita une série de publications sur le bois, les liants, la maçonnerie, la construction de routes, les installations sanitaires, le chauffage et la climatisation, les installations électriques, la construction d'habitations, etc., dans le but de montrer les possibilités de conserver un minimum d'activité dans la construction en période de crise. De longues et délicates négociations avec l'Office du contrôle des prix créé pendant la guerre aboutirent à un accord sur l'introduction d'un facteur de réduction à appliquer au coût de construction pour le calcul des honoraires, afin de tenir compte de l'augmentation considérable du prix de la construction par rapport au niveau des salaires et au coût de la vie. A cet effet, la S.I.A. avait



entrepris des enquêtes détaillées auprès des bureaux d'architectes et d'ingénieurs, pour déterminer la structure des frais de bureau et des honoraires. Les résultats de cette enquête, reconnus par l'Office fédéral du contrôle des prix, restent valables aujourd'hui encore.

La S.I.A. a eu à s'occuper également de la création des caisses de compensation pour perte de salaire et de gain. Elle s'est employée en faveur de l'application d'une réglementation équivalente pour les employés et pour les professions indépendantes. Dans le cadre des diverses mesures pour la création de possibilités de travail proposées par la S.I.A., on peut citer l'action en faveur de l'hôtellerie, placée sous la direction de M. A. Meili, Dr h. c., arch., qui avait pour but d'une part de publier des directives pour le développement futur de l'hôtellerie suisse, d'autre part de créer des possibilités de travail pour les architectes. Une enquête a été entreprise en accord avec le chef du Génie de l'armée pour établir si les membres de la S.I.A. et de

la FAS remplissaient, dans leur incorporation militaire, une fonction correspondant à leur formation professionnelle. Les résultats de cette enquête furent communiqués à l'armée.

La fin de la guerre a vu la reprise, lente il est vrai, des activités jusqu'alors paralysées, dans tous les domaines de l'économie publique. La suppression des entraves du temps de guerre a provoqué un élan vers une liberté d'action plus grande et un élargissement des perspectives. Les questions sociales, surtout celles relatives aux personnes exerçant des professions universitaires comme



Fig. 5. - André Rivoire,  
arch. dipl.  
Président de la S.I.A.  
dès 1961

me employés, connurent un regain d'actualité. En entrant résolument dans ce domaine, la S.I.A. a tenu compte de son caractère d'organisation paritaire groupant employeurs et employés. C'est ainsi qu'elle s'est fait le porte-parole des ingénieurs employés auprès de l'Union des associations patronales, ce qui conduisit à un accord réglant les conditions de base de l'emploi des ingénieurs dans l'industrie. Une commission des questions sociales créée au sein de la Société déploya une activité très appréciée en vue de renforcer la situation de l'ingénieur dans la société. Un des sujets principaux étudiés par cette commission a été le rôle de l'ingénieur dans l'industrie. Une série de journées d'étude a permis d'aborder ces problèmes, dans l'intérêt surtout des jeunes ingénieurs employés dans l'industrie. Par la suite, la commission a été remplacée par le groupe S.I.A. des ingénieurs de l'industrie.

Ce groupe se propose de représenter au sein de la S.I.A. les intérêts des ingénieurs mécaniciens et électriciens — ainsi que ceux des physiciens, chimistes, mathématiciens ou autres spécialistes travaillant dans des entreprises industrielles — et d'encourager le développement de ces professions par l'organisation de cours postsecondaires, par des publications, etc. La volonté générale marquée par les

membres S.I.A. d'amener particulièrement les ingénieurs mécaniciens et électriciens à s'intéresser davantage à la Société et à participer à son activité a été une des caractéristiques de cette période. Cette tendance s'est traduite par une augmentation appréciable de l'effectif des membres et par une amélioration certaine des rapports entre cette catégorie d'ingénieurs et les autres spécialités représentées à la S.I.A.

L'essor de la deuxième révolution industrielle, l'accélération du progrès technique et le bouleversement des critères ont fait naître auprès des ingénieurs et des architectes, en Europe surtout, une tendance à intensifier les relations sur le plan international, et à augmenter les échanges d'idées par-delà les frontières. Les architectes sont allés le plus loin dans cette voie en fondant l'UIA (Union internationale des architectes), qui embrasse le monde entier, y compris l'URSS et les pays de l'Est. Les ingénieurs, eux, se sont groupés dans deux organisations parallèles : l'EUSEC (Europe United States Engineering Conference), une conférence réunissant tous les deux ans les présidents et les secrétaires des principales organisations d'ingénieurs des Etats-Unis et de l'Europe, et la FIANI, devenue plus tard la FEANI (Fédération internationale (puis européenne) d'associations nationales d'ingénieurs), organisation fédérative des associations d'ingénieurs du continent européen, qui constituent dans chaque pays des comités nationaux. Cette fédération s'efforce, dans l'esprit de l'intégration de l'Europe qui est en train de se faire, de grouper tous les ingénieurs européens. La FEANI a organisé entre autres trois congrès, à Rome, à Zurich et à Bruxelles, pour étudier la situation de l'ingénieur dans la société et en Europe.

Ce bref rappel de l'activité de la S.I.A. durant les vingt-cinq dernières années met en évidence à quel point elle a été influencée par l'accélération du progrès technique.

Devant l'augmentation toujours croissante des tâches incombant à la S.I.A., le système de la direction du secrétariat à temps partiel, qui n'a pu fonctionner que grâce à la collaboration et aux sacrifices personnels d'un grand nombre de membres travaillant à titre honorifique dans les différents organes et commissions, est devenu avec le temps insuffisant. La réorganisation nécessaire a été effectuée en 1960, par la nomination d'un secrétaire général employé à plein temps.

Soulignons pour terminer que les organes dirigeants de notre Société ont toujours considéré comme leur premier devoir de maintenir élevé le prestige des professions techniques universitaires et de faire passer les principes de morale professionnelle avant les intérêts matériels des membres. En face des dangers de la montée d'une civilisation matérialiste, il est plus que jamais nécessaire de défendre les valeurs permanentes d'une conception de la vie basée sur l'humanisme.

#### Liste chronologique de quelques événements, décisions et manifestations importants

- 1938 Cours sur l'acoustique dans l'architecture (EPF, Zurich)
- 1939 Participation à la section aménagement et construction de l'Exposition nationale



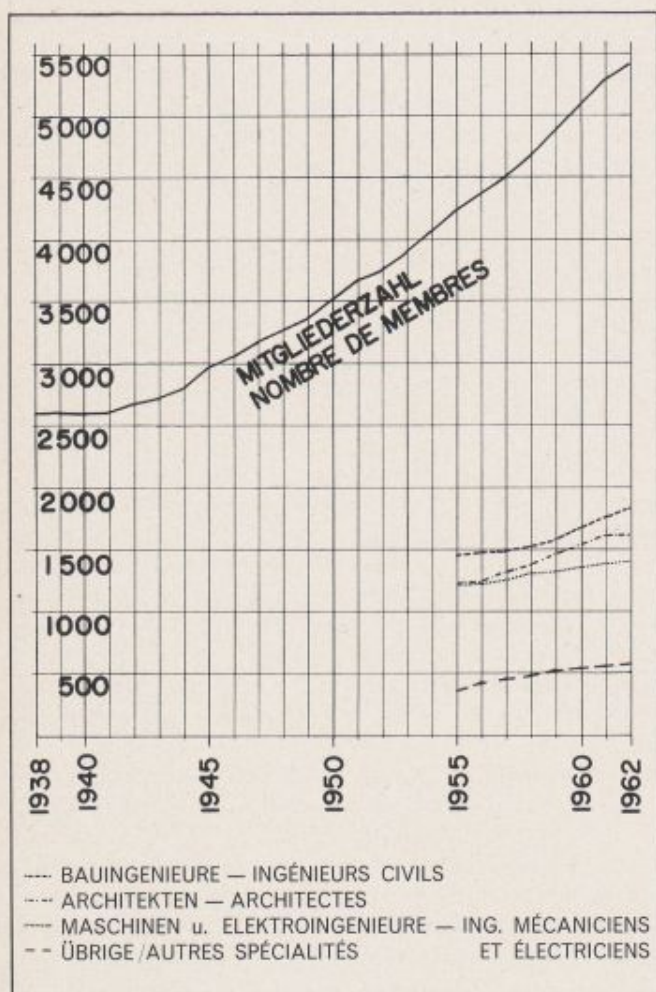


Fig. 6

Question de la construction d'une maison des ingénieurs et des architectes

Création du groupe professionnel des architectes pour les relations internationales

Publication des normes concernant les monte-pentes pour skieurs

Création de la commission pour l'aménagement national, en commun avec la FAS

Mobilisation générale

1940 Création de l'office de contrôle S.I.A. des aciers de construction, dans le cadre de l'Office de guerre de l'industrie et du travail, avec filiales à Zurich et à Lausanne

1941 Création d'une commission S.I.A. pour les possibilités de travail

Pourparlers avec l'Office fédéral du contrôle des prix sur le facteur de réduction pour le calcul des honoraires

Revision des principes pour les concours d'architecture

Début des discussions S.I.A./FAS/ASIC avec l'Union technique suisse sur la question de la protection des titres. Essai d'une réglementation légale sur la base de la loi sur la formation professionnelle. Avis du Conseil fédéral : d'abord oui, puis non

1942 Cours sur les constructions légères et métaux légers (EPF, Zurich)

1943 Sur invitation du VDI, voyage d'étude en Allemagne, portant sur l'organisation de l'économie de guerre allemande

Etablissement d'un abonnement aux directives et prescriptions relatives à la construction, éditées par les offices de l'économie de guerre

1944 Publication des conditions spéciales pour la fabrication du béton

Création d'un bureau S.I.A. pour la reconstruction dans les pays dévastés par la guerre ; récolte, en quelques semaines, de Fr. 65 000.— pour son financement. But de ce bureau : obtenir des mandats pour les bureaux d'ingénieurs et d'architectes

1945 Publication d'instructions provisoires pour le calcul des honoraires relatifs aux plans d'aménagement de régions, de localités et de quartiers, et aux plans de situation

Publications de recommandations en vue d'adapter la situation des employés au coût de la vie

1946 Publication de nouvelles normes et ouvrages normaux de canalisation

1948 Rejet, par l'assemblée des délégués, du projet du Comité central pour la création, sur une base libre, d'une Chambre professionnelle suisse pour la technique et l'architecture. Mandat au Comité central de chercher une autre solution

Création d'une commission pour les questions sociales  
 Fondation de la section de Baden

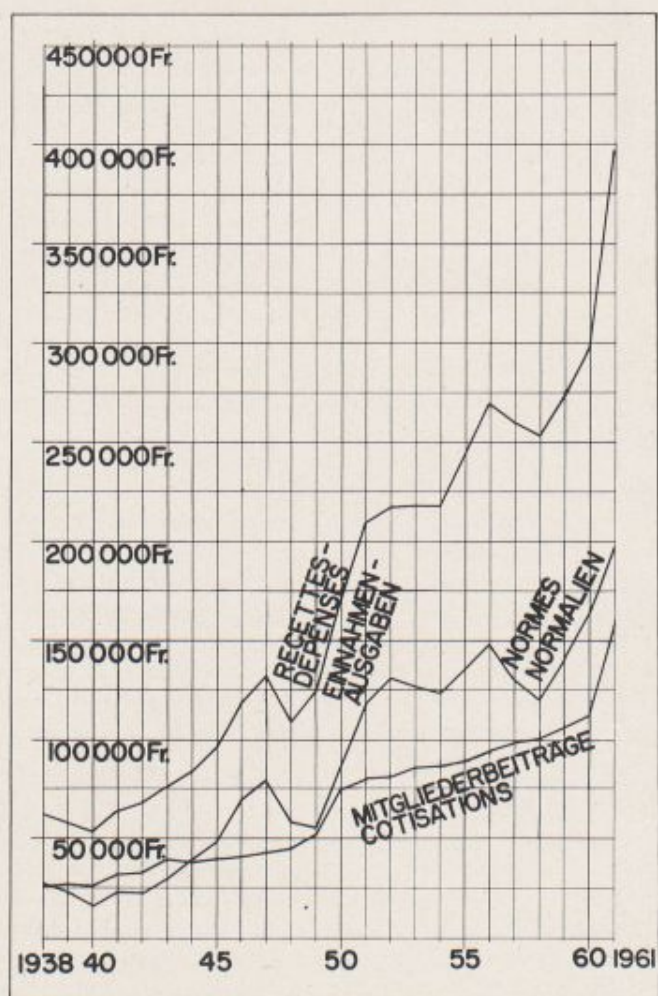


Fig. 7



- Congrès international des architectes à Lausanne et fondation de l'UIA (Union internationale des architectes)  
Création de la commission de recherche pour la rationalisation dans le bâtiment
- 1949 Exposition S.I.A. sur l'architecture suisse, à Bâle  
Introduction des contributions de bureaux en plus de la cotisation annuelle
- 1950 Signature, avec l'Union centrale des associations patronales suisses, d'une convention sur les conditions d'engagement des ingénieurs  
Inscription de la S.I.A. au Registre du commerce  
Adhésion de la S.I.A. à l'EUSEC (Europe United States Engineering Conference)
- 1951 Signature de la convention entre la S.I.A., la FAS, l'ASIC et l'UTS pour la tenue d'un Registre suisse des ingénieurs, des architectes et des techniciens  
Approbation d'une révision du tarif d'honoraires des ingénieurs civils  
Fondation de la FIANI (Fédération internationale d'associations nationales d'ingénieurs) à Luxembourg, avec participation de la S.I.A.  
Création d'une commission permanente pour les honoraires des ingénieurs civils  
Création d'une commission pour le rôle social de l'ingénieur dans l'industrie  
Approbation des nouvelles normes pour l'installation et l'exploitation des ascenseurs et monte-charge
- 1952 Création du Bulletin S.I.A. comme organe d'information pour les membres  
Création d'une commission pour la formation des architectes  
Approbation des directives concernant le report sur plan, la disposition et la signalisation de conduites souterraines  
Voyage d'étude aux Etats-Unis, à l'occasion du centenaire de l'« American Society of Mechanical Engineers »
- 1953 Fondation du groupe S.I.A. des ingénieurs de l'industrie
- 1954 Création d'une commission pour les questions relatives à la publicité  
Création d'une commission pour l'étude de la procédure concernant l'obtention des subventions officielles pour les abris antiaériens  
Approbation d'une révision du tarif d'honoraires des ingénieurs mécaniciens et électriciens  
Publication des directives concernant la publicité  
Publication du rapport de la commission S.I.A. sur les questions relatives à la formation des architectes.  
Pourparlers avec les autorités des hautes écoles
- 1955 Création d'une commission permanente pour les honoraires des architectes  
Approbation d'une révision des normes nos 23, 126, 128, 131 et 132
- 1956 Journées d'études sur l'énergie nucléaire (Neuchâtel)  
Journées européennes d'étude de la FEANI sur le thème « L'ingénieur et l'Europe », à Zurich  
Création d'une commission pour la formation des ingénieurs dans le cadre de l'EUSEC
- Accord avec le « Bund schweiz. Gartengestalter » sur les honoraires pour les projets d'aménagement des jardins  
Approbation d'une révision du tarif B des tarifs d'honoraires nos 102, 103 et 108  
Requête au Conseil fédéral concernant une réduction de la contribution à l'AVS des personnes exerçant une profession indépendante (4 % du revenu)  
Etablissement de recommandations concernant les traitements de début pour les ingénieurs et les architectes
- 1957 Cours sur les études de projets de routes (EPUL, Lausanne)  
Etude de la question du manque aigu d'ingénieurs et de techniciens ; établissement d'un programme de mesures immédiates, de mesures à long terme et de mesures générales  
Création du groupe professionnel S.I.A. des ingénieurs forestiers  
Voyage d'étude à Berlin pour la visite de l'« Interbau »  
Enquête relative au stage pratique des étudiants ingénieurs civils
- 1958 Journées d'études sur des problèmes actuels du béton (Locarno)  
Voyage d'étude aux Etats-Unis  
Voyage à Bruxelles pour la visite de l'Exposition universelle  
Journées d'études sur le thème « Der Ingenieur als Mensch vor dem Problem Technik » (Zurich)  
Fondation de l'Association suisse pour l'énergie atomique, sur l'initiative de la S.I.A.  
Création du Catalogue suisse du génie civil
- 1959 Journées d'études sur les problèmes actuels du béton précontraint (Neuchâtel)  
Journées d'études sur le thème « L'ingénieur et l'Europe » (Mont-Pèlerin)  
Manifestations pour commémorer le 100<sup>e</sup> anniversaire du professeur Stodola, à Zurich, et le 125<sup>e</sup> anniversaire de Grubenmann, à Saint-Gall et Teufen  
Approbation d'une révision des normes nos 122, 126, 130, 131 et 134  
Approbation d'une révision partielle des statuts (art. 4, 5 et 34)  
Congrès de la FEANI à Bruxelles sur le thème « L'ingénieur et l'aménagement de l'Europe unie »
- 1960 Voyage d'étude de la S.I.A. en Amérique du Sud (Brasilia), en Amérique centrale et en Amérique du Nord  
A la demande du Département fédéral des postes et chemins de fer, création d'une commission pour l'établissement de normes techniques pour la construction des pipelines  
Journées d'études sur l'énergie nucléaire (EPF, Zurich)  
Journées d'études sur les nouvelles méthodes de la statique appliquée (EPF, Zurich)  
Journées d'études sur le thème « L'automatique et l'homme » (Mont-Pèlerin)  
Fondation de la Caisse suisse de prévoyance pour les professions techniques, en commun avec la FAS et l'UTS



Publication de la première édition du Catalogue suisse du génie civil

Publication de la brochure du professeur Imhof sur la profession d'ingénieur

- 1961 Fondation du groupe professionnel S.I.A. des ingénieurs du génie rural  
Journées d'études sur le thème « Interdépendance de l'économie et de la technique » (Mont-Pèlerin)  
Journées d'études sur des problèmes relatifs au béton précontraint et sur les essais effectués au pont d'Opfikon (EPF, Zurich)  
Fondation du Centre d'études FAS/S.I.A. pour la rationalisation du bâtiment
- 1962 Voyage d'étude en Allemagne et aux Pays-Bas, organisé par le groupe professionnel S.I.A. des ingénieurs du génie rural  
Voyage d'étude au Japon/Extrême-Orient  
Journées d'études sur le thème « L'ingénieur et l'économiste dans l'entreprise : leur collaboration et leur formation » (Mont-Pèlerin)  
Journées d'études sur des problèmes d'ingénieur relatifs à la préfabrication dans la construction (EPF, Zurich)  
Centenaire de la section de Neuchâtel  
Approbation d'une révision partielle des statuts et d'une révision totale du code d'honneur  
Approbation d'une révision du tarif B des tarifs d'honoraires nos 102, 103, 104 et 108, avec entrée en vigueur le 1<sup>er</sup> janvier 1963

#### Membres honoraires de la S.I.A. depuis 1937

Année et lieu  
de la nomination

- |            |                                                        |
|------------|--------------------------------------------------------|
| 1937 Berne | Paul Vischer, arch., Bâle<br>Carl Jegher, ing., Zurich |
|------------|--------------------------------------------------------|

Adrien Paris, ing., Lausanne  
Eduard Rybi, arch., Berne  
Max Schucan, arch., Zurich

- |                  |                                                                                                                                                                   |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1942 Schaffhouse | Karl Kobelt, Dr ès sc., ing., Berne<br>Alfred Hässig, arch., Zurich                                                                                               |
| 1943 Genève      | René Neeser, Dr h.c., ing., Genève                                                                                                                                |
| 1949 Bâle        | Max Kopp, arch., Zurich                                                                                                                                           |
| 1953 Locarno     | Othmar Ammann, Dr h.c., ing., New-Jersey<br>Alfred Stucky, prof., ing., Lausanne                                                                                  |
| 1955 Saint-Gall  | Hans Pallmann, Dr ès sc., prof., Zurich<br>Jakob Ackeret, Dr ès sc., prof., Zurich<br>Eugen Meyer-Peter, Dr h.c., prof., Zurich<br>Rudolf Christ, arch., Bâle     |
| 1957 Lucerne     | Eric Choisy, Dr h.c., ing., Genève                                                                                                                                |
| 1961 Winterthour | Max Angst, ing., Schaffhouse<br>Hans-Conrad Egloff, ing., Winterthour<br>Georg Gruner, ing., Bâle<br>Alfred Mürset, arch., Zurich<br>Pierre Soutter, ing., Zurich |

#### Assemblées générales

1937 (55<sup>e</sup>) Berne, 1940 (56<sup>e</sup>) Berne, 1942 (57<sup>e</sup>) Schaffhouse, 1943 (58<sup>e</sup>) Genève, 1945 (59<sup>e</sup>) Zurich, 1947 (60<sup>e</sup>) Davos, 1949 (61<sup>e</sup>) Bâle, 1951 (62<sup>e</sup>) Lausanne, 1953 (63<sup>e</sup>) Locarno, 1955 (64<sup>e</sup>) Saint-Gall, 1957 (65<sup>e</sup>) Lucerne, 1959 (66<sup>e</sup>) Sion, 1961 (67<sup>e</sup>) Winterthour, 1962 (assemblée générale extraordinaire) Neuchâtel.

(Traduit du texte original allemand)

## Perspectives d'avenir

André Rivoire, président de la S.I.A., Genève

Sans avoir la prétention de passer pour un prophète, il est possible de discerner aujourd'hui déjà ce que les années à venir sont susceptibles de nous réserver à nous, Société nationale d'ingénieurs et d'architectes, dans la perspective de l'évolution actuelle.

La cadence de cette évolution s'est accélérée de manière extraordinaire ces dernières décennies. Une plus nette orientation des grandes alliances économiques internationales, avec lesquelles notre pays prend de plus en plus conscience de devoir compter, contribuera encore à cette accélération.

Cette évolution, qui est perpétuelle, exige toute notre attention. Cela d'autant plus que la conjoncture favorable actuelle entraîne le danger que l'on se satisfasse des situations acquises, alors que les confrontations permanentes avec ce qui est entrepris au-dehors de notre pays sont plus indispensables à ce dernier que jamais encore.

Les hommes se sont vu ces dernières années ouvrir un monde nouveau dont les dimensions leur sont encore à peine perceptibles. Les possibilités d'application des techniques les plus diverses se sont considérablement élargies. Il en résulte déjà et il en résultera toujours davantage de très importantes mutations des données et des conceptions qui jusqu'alors paraissaient régir les activités humaines.

Parmi celles-ci, il en est de particulièrement intenses, celles précisément des ingénieurs et des architectes.

Quels seront leurs problèmes et quelle devra être leur attitude dans ce monde nouveau qui se forme ?

Ils ne pourront plus se cantonner dans le strict exercice du métier qu'ils ont appris. Cela n'est manifestement plus suffisant et le sera à l'avenir de moins en moins.

Leur participation accrue aux activités politiques — dans le sens large du terme — sociales et économiques doit être



acquise à la société moderne. Ils n'auront certes pas la prétention de vouloir résoudre à eux seuls tous les problèmes que posent ces activités, entraînés qu'ils pourraient être par leur goût inné de l'indépendance. Ils chercheront au contraire à s'entourer des avis autorisés de personnes compétentes dans ces domaines.

*Sur le plan politique*, les ingénieurs et les architectes se devront de participer davantage que maintenant aux débats des conseils du pays, qu'ils soient nationaux, cantonaux ou communaux. Car ceux-ci légifèrent abondamment et les décisions qu'ils prennent auront de plus en plus d'incidence non seulement sur l'exercice des professions techniques, mais encore sur le développement et les applications mêmes de la technique. Il n'est guère admissible que des lois soient votées en l'absence des principaux intéressés. C'est malheureusement ce qui se passe trop fréquemment aujourd'hui, les compétences étant laissées à des citoyens certes dévoués mais ne possédant pas, le plus souvent, les connaissances et la formation requises. L'ère du « gros-bon-sens » est révolue et n'est plus apte à faire face aux problèmes éminemment spécialisés de notre époque.

Sans doute, il est fréquemment fait appel à des experts. Mais ceux-ci, ne participant pas aux décisions finales, ont peut-être tendance à ne pas assumer totalement la responsabilité de leurs travaux sur le plan politique. Les ingénieurs et les architectes, en tant qu'individus, et les groupements qui les représentent sur le plan professionnel devront donc à l'avenir apporter toujours davantage leur concours et leur collaboration aux autorités et aux services publics. Tout comme ils devront assumer pleinement leurs responsabilités vis-à-vis de la société. Ce sera également le meilleur moyen pour eux de se faire entendre par elle.

*Du point de vue social*, on ne saurait reprocher aux ingénieurs et aux architectes de ne pas se préoccuper de cette question. Elle est en fait de deux sortes.

La première concerne ceux-là mêmes qui pratiquent la profession. Leur situation sociale est-elle celle à laquelle ils aspirent ? Il n'y a pas si longtemps que la société réservait encore une meilleure place aux sciences morales et à la médecine. L'évolution de la technique et ses répercussions majeures sur toutes les activités humaines tendent de plus en plus à placer les sciences exactes sur le même pied que les sciences morales. On constate toutefois encore que le facteur commercial, lequel revêt indiscutablement une grande importance, a souvent tendance à supplanter le facteur technique, dans la gestion d'une entreprise notamment. Il est superflu de rappeler ici l'importance déterminante de la recherche scientifique pour notre pays. Mais la prépondérance du commercial sur la technique entraîne le danger certain de voir une grande partie de la jeunesse se détourner de cette dernière pour s'orienter vers le premier, lequel peut lui offrir une situation plus favorable. C'est dire qu'une attention toute particulière doit être portée à la condition sociale de l'ingénieur, dans l'industrie notamment.

La deuxième a trait aux conséquences sur le plan social de l'exercice des professions d'ingénieur et d'architecte. Leurs recherches et leurs réalisations influenceront toujours plus le mode de vie des hommes. Leur responsabilité s'en trou-

vera accrue. Il est indispensable qu'ils prennent conscience des répercussions de leurs activités, non seulement à courte mais surtout à longue échéance. Les organisations professionnelles qui les groupent et plus particulièrement la S.I.A., peuvent contribuer à cette prise de conscience en créant des contacts avec les associations représentant d'autres professions.

*Les questions d'ordre économique* ne sauraient laisser ingénieurs et architectes indifférents. Non seulement elles déterminent dans une large mesure les limites de leurs activités, mais encore elles sont dépendantes de ces dernières.

Il peut être considéré comme certain que les grands accords économiques internationaux auront des répercussions directes et profondes sur les professions techniques. Nos industries en sont généralement conscientes. Mais les bureaux d'architectes et d'ingénieurs civils le sont-ils eux aussi ? Il est permis de se poser la question. De toute évidence, certaines méthodes traditionnelles de travail devront être revues. La manière d'aborder les problèmes doit être reconsidérée. Le travail individuel gardera toute sa valeur, mais il devra faire une large place au travail en équipes. Equipes groupant, sous la direction de l'architecte ou de l'ingénieur, tous les spécialistes appelés à contribuer à la réalisation d'une œuvre technique. L'époque de l'improvisation au cours de l'exécution est révolue. Les impératifs économiques ne peuvent plus l'admettre. Or, nul mieux qu'une association telle que la S.I.A. n'est capable de créer cet esprit d'équipe, puisqu'elle réunit déjà en son sein des spécialistes appartenant à plusieurs branches de la technique. Les normes qu'elle établit et qui ont une incidence très directe sur l'économie devront tenir compte de cette évolution. C'est là peut-être une de ses tâches les plus concrètes et les plus urgentes aussi.

Le rappel de ces trois domaines, politique, social et économique, ne doit évidemment pas faire perdre de vue les préoccupations en rapport direct avec les professions d'ingénieur et d'architecte, telles que formation professionnelle et post-universitaire, protection des titres et de l'exercice des professions, relations avec l'extérieur, etc. Ce sont là des tâches sur lesquelles la S.I.A. devra toujours davantage porter ses efforts.

Mais ces trois grands domaines doivent retenir l'attention toute particulière de la S.I.A. Ce sont eux, en effet, qui revêtiront une importance déterminante pour son avenir et pour celui de ses membres. Ils révèlent en outre l'interdépendance toujours plus grande entre les différents secteurs des activités des hommes et l'impérieuse nécessité d'une solidarité active et constante entre eux.

En cette année du 125<sup>e</sup> anniversaire de sa fondation, la Société suisse des ingénieurs et des architectes doit prendre conscience, face à l'évolution extraordinairement rapide et profonde de notre époque, de ses devoirs et de ses responsabilités accrues vis-à-vis de la collectivité et du pays.

La situation qu'elle s'est acquise en Suisse et à l'étranger, sa tradition déjà longue, les expériences accumulées au cours de plus d'un siècle et enfin la faculté qu'elle possède de suivre la marche du temps, lui permettent de regarder l'avenir avec confiance.



## 25 ans d'architecture — Une tentative de faire le point

Peter Suter, architecte S.I.A., Bâle



Fig. 8. — L'église de Wies, construite de 1745 à 1754 par Dominikus Zimmermann

Dominikus Zimmermann, l'architecte de l'église bavaroise « In der Wies », entre Lech et Ammer, s'était retiré, une fois son œuvre achevée, dans une modeste demeure sise sur les contreforts du pèlerinage, pour y passer le soir de sa vie. C'était en 1755. Et le Livre des Morts de Steingaden rapporte que l'artiste, décédé en 1766, avait « quitté notre monde pour sa demeure éternelle en conservant sous les yeux la meilleure de ses œuvres ».

Dominikus Zimmermann, l'un des architectes les plus éminents de l'époque baroque en Bavière, savait que la construction de l'église de Wies marquerait l'apogée de sa carrière et que ce serait une œuvre qu'il ne lui serait pas donné de dépasser. N'est-ce pas admirable et émouvant qu'un architecte ait bien voulu, en toute modestie, reconnaître les limites de son art et se soit décidé à consacrer les dernières années de son existence à un ex-voto familial qui ornerait la plus belle de ses églises ?

Quel est donc, aujourd'hui, l'architecte qui, parvenu au terme de sa carrière, serait en mesure de désigner avec tant de certitude et de simplicité le chef-d'œuvre de sa vie ? Et si c'était le cas, se trouverait-il, dans deux cents ans, quelqu'un pour admirer cette œuvre et pour ressentir la même émotion de ferveur et de bonheur que celle qui s'empare de ceux qui franchissent le seuil de l'église de Wies aujourd'hui ?

Existe-t-il d'ailleurs parmi nous un architecte auquel nous pourrions demander d'esquisser, ne fût-ce qu'à grands traits, l'évolution de l'art architectural dans son pays au cours de ce dernier quart de siècle, et qui soit à même de déceler ce que la postérité acceptera ou rejettera ? Un tel aperçu ne saurait échapper au défaut de renfermer des considérations subjectives en étroite relation avec le champ limité de l'activité créatrice personnelle ; il ne peut prétendre à être autre chose qu'une simple tentative de faire le point.

A l'encontre des autres disciplines artistiques — poésie, peinture, sculpture, musique — le domaine de l'architecte, dont l'activité relève jusqu'à un certain point des beaux-

arts, est celui où les réalisations doivent tenir compte de besoins pratiques nettement définis. Il s'ensuit que l'architecture, plus que toute autre discipline artistique, reflète dans une très large mesure l'évolution d'une époque, ses tendances culturelles, sociales, techniques et économiques. Nous pouvons donc songer à étudier les rapports qui se tissent entre les grands courants de pensée et à découvrir le mode d'expression qu'ils ont emprunté pour se manifester dans l'œuvre architecturale de ces vingt-cinq dernières années ; notre intention est moins de porter un jugement de valeur que de fournir une explication. En général, le travail de l'architecte consiste à donner corps à un programme dont il n'est pas l'auteur. Les moyens lui en sont plus ou moins imposés ; il se voit contraint de respecter certaines données économiques et sociales. C'est un point très controversé que celui de savoir dans quelle mesure il s'en tient à l'étroitesse des limites qui lui sont fixées, à la nécessité de donner la primauté aux considérations de nature pratique. L'architecte n'accorde-t-il au contraire, à ces contingences, qu'une importance secondaire et parvient-il, nonobstant les exigences pratiques et techniques, à faire triompher sa conception architectonique, tel est le problème fondamental sur lequel l'accord ne se fait pas. Relevons tout d'abord que le maître de l'ouvrage — particulier ou communauté d'intérêts de quelque nature que ce soit — ne s'attend pas avant tout, lors de la construction d'un bâtiment, à une démonstration des aptitudes artistiques de l'architecte, mais demande à celui-ci de créer un local ou un édifice qui donnent, à tous égards, le maximum de satisfaction pour l'exercice d'une fonction déterminée. Et par « fonction » il faut entendre la totalité des activités et manifestations humaines, dans le sens le plus large : habitation, travail, détente, méditation. Il en va de même des conditions primordiales destinées à assurer le confort psychique et physique, le déroulement de toutes les occupations humaines, fût-ce le processus hautement rationnel d'une phase de fabrication. A elles seules, ces quelques remarques suffiraient à évoquer toute l'étendue du domaine architectural et la difficulté que l'on rencontre à vouloir y déceler une unité de pensée.

Nous parlons de notre temps comme du siècle de la technique. En ce qui concerne les répercussions que cet état de choses exerce sur l'architecture, nous relèverons tout d'abord qu'une évolution de la forme s'est produite au cours des années séparant les deux guerres mondiales. Le mouvement s'amorce par quelques initiatives personnelles pour prendre, peu à peu, une ampleur considérable : de grands architectes se préoccupent de traduire par la forme — en recourant à l'usage de matériaux nouveaux — la clarté et les exigences fonctionnelles qui caractérisent, sous tous ses aspects, le développement de la technique.

Au lendemain de la deuxième guerre mondiale, il s'est produit dans toute l'Europe un fait unique et inattendu : en un temps record, toutes les connaissances et acquisitions techniques nées des nécessités de la guerre et obtenues au mépris de toute considération de rendement commercial ont largement pénétré dans le secteur de la vie civile pour trouver leur application dans les domaines les plus variés



et les plus infimes de notre civilisation. Alors que, jusqu'à cette époque, le développement de la technique et de la science reposait sur l'existence ou la prévision de besoins économiques ou culturels, l'essor fulgurant de la technique a conduit à cette situation paradoxale : le monde disposait de connaissances et de réalisations techniques dont la pratique n'avait que faire, et pour lesquelles il fallait tout d'abord créer, plus ou moins artificiellement, des besoins dans les grandes masses sociales. L'application de ce savoir technique à la fabrication d'une multiplicité alarmante de produits mis au service de toutes les classes de la population devait entraîner l'extension rapide, inconnue jusqu'à ce jour, des installations de fabrication rationnelle d'articles de tous genres. Ce processus, il va de soi, s'est accompagné d'un besoin croissant de main-d'œuvre, phénomène qui devait aboutir au renchérissement du travail et à la pénurie générale du personnel. S'il est une conséquence directe de cette évolution, c'est bien celle qui se manifeste par la modification de la structure sociale, dans notre pays également, où l'on assiste depuis une vingtaine d'années aux progrès constants de la socialisation et du nivellement des classes. Parlant au nom des masses populaires, au sens le plus large du terme, les pouvoirs publics en viennent à limiter de plus en plus l'initiative et la responsabilité personnelles et, dépassant les tâches qui leur incombent naturellement, les autorités cherchent à justifier leur existence par la réalisation des exigences sociales progressives qui ne tiennent souvent pas compte des réalités. Cette évolution a pour contrepartie, dans le commerce et l'industrie, la création de groupes économiques importants, aux capacités industrielles et financières considérables, espérant ainsi faire face aux exigences de cette évolution sociale.

Cette esquisse, quelque peu simplifiée, de la structure sociale de notre temps permet d'entrevoir un premier facteur d'influence dans le domaine de l'architecture contemporaine ; deux catégories de maîtres de l'ouvrage occupent une situation prédominante : l'industrie et le commerce d'une part, les pouvoirs publics et les communautés sociales d'autre part. Il serait superflu de vouloir prouver à quel point les travaux d'architecture d'une époque reflètent la classe et la mentalité du maître de l'ouvrage. Les princes, les grandes familles proches du pouvoir monarchique et l'Eglise, dont l'autorité dépassait de loin la simple sphère des questions religieuses, autrefois maîtres de l'ouvrage et inspirateurs des œuvres admirables laissées par les siècles qui nous ont précédés, ont disparu ou n'occupent plus le rang qu'ils détenaient ; d'autres groupements sociaux se sont substitués à eux. Le mécène d'autrefois, épris d'art et cultivé, peu soucieux de l'économie de ses constructions, désireux surtout de marquer son époque et de perpétuer son souvenir, a été remplacé par des groupes de commettants anonymes, qui souvent tiennent malheureusement trop peu compte des facteurs artistiques.

Un autre élément qui place l'architecte de notre temps devant des problèmes entièrement nouveaux, c'est le fait que la technique s'est emparée de toute notre existence quotidienne ; nous y avons déjà fait allusion. Ce que nous ne faisons qu'entrevoir, il y a vingt-cinq ans encore, dans le domaine de l'équipement technique — qu'il s'agisse d'électrotechnique, de transmission, de transport, de chauffage ou de ventilation, etc. — tout cela fait aujourd'hui partie intégrante des bâtiments ; dans de nombreux cas,

les lignes et l'équilibre architectonique en sont influencés d'une façon décisive. Ces auxiliaires techniques ont été adoptés avec une telle rapidité que rien ne pourrait se faire sans eux à l'heure actuelle.

Si l'on songe à ce qu'il en était au début du siècle, c'est aux progrès accomplis par la science et par la technique que nous sommes redevables de l'apport de matériaux de construction entièrement nouveaux, de méthodes modernes qui se modifient et se perfectionnent sans cesse ; tenu d'envisager l'ensemble des possibilités qui se présentent et de veiller à l'application des principes relevant de l'économie, l'architecte ne saurait les ignorer. Cela suppose une collaboration infiniment plus étroite entre l'architecte et l'ingénieur, collaboration d'autant plus nécessaire que l'expérience fait souvent défaut et que l'application de méthodes et de matériaux nouveaux requiert, quant à leur efficacité, des examens beaucoup plus poussés qu'autrefois. Si cet état de choses ouvre à l'architecte des perspectives insoupçonnées, pour ainsi dire illimitées, n'oublions pas, d'autre



Fig. 9. — Le maître de l'œuvre au temps de la féodalité. Palais Czernin, Prague, commencé en 1667, par Francesco Caratti

part, que le constructeur risque de tomber dans les excès, de se perdre dans un jeu futile de la forme et des matériaux. Si nous examinons, à la lumière de ces considérations, les tâches qui incombent à l'architecte du XX<sup>e</sup> siècle, nous nous expliquons alors les jugements positifs ou négatifs que porte le profane d'une manière spontanée sur l'architecture de notre temps. La tendance actuelle prend en majeure partie ses sources dans l'école des années 20, « Neues Bauen », qui représente en quelque sorte la réaction suscitée par le néo-classicisme issu du « Jugendstil ». A l'époque de la deuxième guerre mondiale, on voit surgir, en opposition au nouvel art de caractère international, le « Heimatstil ». Cependant, cette tendance, qui s'expliquait par le besoin de retrouver, au sein d'un mouvement politique, les traditions ancestrales, ne dépassa pas le stade de l'expression purement extérieure.

Nous ne saurions nous étonner qu'à notre époque matérialiste et technique le problème de la forme ait trouvé sa solution dans la construction industrielle tout d'abord, construction qui proposait à l'architecte une tâche simple et claire : celle de concilier, dans un tout aux proportions



équilibrées, à l'aide des moyens les plus simples et les plus efficaces, les besoins de la *fonction*, de la *construction* et de la *forme*. Il serait tout à fait erroné de déduire de ces exigences purement rationnelles que ce nouveau style ignore les besoins de l'homme, principe moteur de toute activité. En se pliant aux impératifs de la technique, tels qu'ils se rencontrent dans la construction de bâtiments industriels édifiés en vue de processus de fabrication définis, l'architecte crée en somme, à l'intention de l'homme, les conditions de travail les plus favorables. Or, ces conditions supérieures de travail ne se bornent pas à l'endroit même où l'homme exécute son ouvrage, endroit qui, du point de vue lumière, alentours, climat et confort, doit permettre un travail maximum dans des conditions agréables, mais s'étendent encore à l'aménagement parfait des installations sanitaires et des vestiaires, des réfectoires, des salles de repos et de loisirs. Au confort interne correspond l'aménagement approprié des alentours de l'usine, sortie de verdure. Les constructions industrielles modernes tiennent largement compte du fait que c'est l'homme en fin de compte qui est l'âme des installations, qui les commande et en assure le fonctionnement irréprochable. Dans son livre « Schweizerische Stilkunde », Peter Meyer consacre un chapitre au « Style de la technique » et s'exprime de la façon suivante :

« Nous revendiquons pour les objets techniques hautement spécialisés des formes rationnelles, c'est-à-dire particulières, dépouillées, non que les autres ne soient pas assez belles, mais parce qu'elles sont trop belles, trop chargées de motifs secondaires qui ne répondent pas à la notion d'utilité. Il en va de même des bâtiments industriels, dont

les lignes doivent être conformes à la fonction envisagée, rationnelles, toutes d'objectivité intemporelle ; les formes monumentales sont trop pleines, trop riches, trop grandioses, et leur beauté capte l'attention dans une trop grande mesure. Nous ne voulons pas dire non plus que les formes techniques doivent être « laides » ; elles ne doivent pas servir la beauté en tout premier lieu, de même qu'un vêtement de travail ou de sport ne doit pas être « beau » avant tout. » (Traduction.)

Or, à notre époque rationnelle et technique, le souci de l'architecte de servir la fonction a eu des répercussions beaucoup plus profondes que Peter Meyer ne le prévoyait dans l'ouvrage qu'il a achevé en 1942. La nécessité de combiner étroitement la fonction et la forme, nécessité qui s'impose très tôt à l'industrie, n'apparaît que plus tard, quelques exceptions mises à part, dans l'architecture des bâtiments administratifs. A l'encontre des bâtiments industriels, dont l'architecture extérieure obéit aux conditions internes, se plie aux impératifs utilitaires, les constructions réservées aux bureaux, et cela jusqu'à notre époque, prétendent être des manifestations architectoniques et recourent à des formes architecturales derrière lesquelles les bureaux, sacrifiés au souci de l'apparence extérieure, se voient aménagés tant bien que mal : pas question de créer un lien entre les nécessités internes et la forme extérieure. Si l'architecture des bâtiments commerciaux et administratifs s'inspire aujourd'hui de la fonction qui leur est dévolue, c'est de nouveau à l'évolution qui s'est produite dans le secteur industriel qu'il faut l'attribuer en majeure partie : la disposition et l'ordonnance des bureaux ne préoccupaient guère commettant et architecte autrefois. La rationalisation du processus de travail dans les usines et la mécanisation progressive des installations, qui aident à économiser le nombre de la main-d'œuvre, entraînent une extension considérable des opérations de planning et des travaux préparatoires précédant la production elle-même ; cela suppose un personnel qualifié et l'étroite collaboration de véritables équipes de travail. Cette besogne ne pouvant s'effectuer rationnellement que dans des locaux appropriés, le problème de l'organisation des bureaux et les incidences qu'il peut avoir sur la disposition des bâtiments n'en revêtent que plus d'importance. On en arrive donc à se convaincre que les lois et les principes à respecter lors de la construction industrielle demandent aussi à être appliqués lorsqu'il s'agit de l'aménagement de bureaux, car il importe, ici également, que certains travaux — qu'il soit question d'écritures, de calculs, d'esquisses, de dessins, de pourparlers, etc. — se déroulent d'une façon judicieuse et rationnelle. Mais il faut, à l'instar de ce qui se passe dans l'industrie, des locaux adaptés à la fonction. Du point de vue proportions physiques uniquement, l'homme auquel est confié le matériel d'écriture ou de dessin revêt dans le cas particulier une importance considérable. Les dimensions de base seront à sa taille. Afin de porter au maximum les possibilités d'adaptation, on choisira donc un module établi en fonction de la place de travail et cela de telle façon qu'elle se prête, lors de la formation de groupes de travail, à de multiples combinaisons. L'étude de cette unité de base, qui relève des questions d'organisation, marque le début des projets méthodiques qui s'élaborent dans le domaine de la disposition et de l'agencement des bureaux ; ils concernent l'axe des fenêtres, la hauteur et la profondeur des pièces, données sur lesquelles repose la conception générale du bâtiment. Ainsi l'édifice destiné à recevoir les



Fig. 10. — Bâtiment administratif non fonctionnel dans le « Jugendstil ». Immeuble de la Chambre de commerce à Chemnitz



bureaux, dans une entreprise industrielle ou commerciale, s'ébauche-t-il sur le fondement de considérations purement rationnelles. Cette prédominance de la fonction a, bien entendu, pour corollaire, la monotonie qu'engendre la succession d'alvéoles identiques, mises bout à bout. Il appartient alors à l'architecte, ainsi qu'il en est des bâtiments industriels, de trouver une véritable synthèse de la fonction et de la forme, en veillant à la clarté des lignes architectoniques et à la sobriété de la construction, et cela sans préjudice pour les impératifs utilitaires. Procéder d'une autre manière, c'est aller contre l'esprit de l'époque, ce qui ne saurait se faire pardonner en vertu de principes artistiques.

La construction de *maisons d'habitation*, celle de *blocs locatifs* en particulier, est aussi régie par de telles lois, dont les éléments sont bien entendu d'autre nature. Dans ce domaine également se pose le problème de construire, selon un programme défini et des principes rationnels, des immeubles destinés à certaines catégories de personnes. Il faut que se concilient le besoin de créer des logements attrayants, hygiéniques à tous égards et pratiques, et la nécessité de donner à ces bâtiments une orientation, une disposition et une ligne architecturale satisfaisantes. Or, deux facteurs s'opposent toujours dans la construction actuelle de maisons locatives : alors que l'architecte a sa conception personnelle des conditions d'habitation, le locataire, qui appartient à la vaste classe moyenne de la population, adopte un mode de vie éventuellement différent. Des nécessités éminemment pratiques, telles qu'elles résultent de la vie commune, en famille, ne sauraient être sacrifiées à une conception architecturale qui ne tiendrait pas compte des réalités. Il y a, au fond du problème, une incompatibilité absolue : l'habitant recherche des conditions de vie répondant à son idéal du « chez soi », le propriétaire se préoccupe tout d'abord des facteurs économiques.

L'importance croissante des tâches sociales confiées à l'Etat, leur nombre de plus en plus grand, a des répercussions considérables dans le domaine de la construction. Jamais les pouvoirs publics n'ont été amenés à édifier des écoles, des hôpitaux et des places de sport, par exemple, avec la hardiesse et la générosité que nous leur connaissons à l'heure actuelle. Il ne nous appartient pas de rechercher dans quelle mesure programmes et réalisations répondent aux besoins réels — et ne dépassent pas parfois, pour des raisons politiques, ce que l'on pourrait estimer judicieux et suffisant — mais bien de relever que les jeunes architectes, en particulier, n'ont jamais eu de pareilles occasions de prouver leurs mérites dans des ouvrages d'une telle envergure, faisant l'objet de concours publics. Il nous paraît inévitable qu'à côté de constructions remarquables, réalisées par des moyens très restreints, certains édifices « discutables » aient vu le jour. A l'heure actuelle, aucun autre secteur de la construction ne présente, à ce point, le caractère de champ expérimental que celui des grands travaux publics. Ce qui aujourd'hui donne l'impression d'avant-garde est déjà dépassé demain. Qu'en restera-t-il ? La génération suivante en décidera. Nous regrettons simplement que, dans nombre de cas, la recherche de l'originalité à tout prix ait engagé certains constructeurs à abandonner le principe de la ligne sobre et claire qui, au terme de longues luttes, avait fini par s'imposer. Il y a incertitude, manque de décision en faveur de la construction objective et fonctionnelle,

ce qui se traduit par de frivoles combinaisons de formes et de matériaux, mouvement rétrograde que l'on pourrait baptiser de nouveau « moderniserter Jugendstil ».

L'architecte de notre temps est certes en mesure de donner aux constructions utilitaires, qui répondent à une fonction préalablement définie, une forme appropriée et conforme au sens moderne de la structure. Il suffit de suivre les tendances de notre époque, de traduire en lignes l'esprit de notre temps. Mais c'est lorsque l'architecture actuelle se trouve en présence de valeurs transcendantes à intégrer dans l'espace, éléments spirituels étrangers à la notion de fonction, que se posent pour elles des problèmes ardu, dans le domaine des *édifices religieux* par exemple. Il va sans dire que la construction d'une église s'inspire elle aussi de certaines conditions bien définies sur lesquelles doit se baser la réalisation pratique. Ces conditions relèvent tout d'abord des exigences inhérentes au caractère liturgique du culte. Mais au-delà de ce problème pratique se situe celui de la foi, sentiment dont le fidèle, entré dans le sanctuaire, doit se sentir pénétré ; il faut que l'œuvre de l'architecte incite à la méditation et au recueillement, prépare l'auditoire à entendre le message chrétien. Si nous parlons de problème, en l'occurrence, cela ne tient pas uniquement aux dispositions particulières à chaque individu à recevoir ce message ou non, à la recherche des moyens les plus propres à l'amener au recueillement ou encore au fait que nous appartenons à une époque de réalisme technique



Fig. 11. — Bâtiment administratif purement fonctionnel. L'échelle est déterminée par le nombre des unités de travail. Immeuble administratif de la LONZA à Bâle, 1960/61



— d'où la difficulté accrue pour nous de passer du monde de la raison, de celui des réalités fondées et prouvées à celui des actes de foi — mais bien du fait que l'architecte auquel il incombe de traduire un phénomène transcendantal est aussi un homme de ce siècle. Pour pouvoir transcrire ces valeurs spirituelles en langage architectonique, il faut un architecte porté par la foi — et qui peut y prétendre ? Voilà ce qui explique la construction d'églises qui, abstraction faite de celles qui le sont vraiment, ne sont pas autre chose que des auditoires, des locaux qui ne parlent pas à l'âme et dont la conception n'a pas dépassé le stade des normes fonctionnelles.

Une tâche que doit tenir à cœur l'architecte de notre temps, c'est celle des plans d'aménagement régionaux et nationaux et de l'élaboration de règlements de construction modernes et rationnels. Ce siècle de la technique, dont nous avons déjà mentionné les principaux caractères, est aussi celui de profondes modifications dans la structure sociale. Les populations se voient aspirées par les centres industriels et les régions avoisinantes. Nous assistons à la création incessante de nouvelles agglomérations industrielles qui se fondent partout où l'on peut espérer trouver encore une certaine réserve de main-d'œuvre. Dans bien des cas, on ne peut que raccommoder ce qui s'est fait il y a nombre d'années déjà faute de plan d'aménagement. Ainsi le caractère de régions entières s'est-il perdu rapidement en l'absence de règlements de construction fixant des normes de construction à longue échéance. Les grandes villes débordent sur la campagne, englobent village après village, s'étendent de commune en commune et ne laissent subsister que de pauvres vestiges des pittoresques agglomérations du passé. Un facteur important intervient encore dans cette expansion : celui de la circulation, problème qui réclame des mesures de grande envergure dont les particuliers peuvent avoir à souffrir. Les questions qui relèvent de l'aménagement général exigent de la compréhension de la part de l'architecte, même si les intérêts du maître de l'ouvrage en sont ici et là touchés. Seule la mise en action de tous les moyens et la collaboration de tous ceux qui savent répondre à l'appel du bon sens permettront de sauver ce qui peut encore l'être. L'une des tâches les plus éminentes de l'architecte contemporain consiste à diriger l'essor actuel de la construction et le développement du pays dans une voie saine et raisonnable.

Entourés de tous ces problèmes, dont notre tentative de faire le point n'a fait que tracer les grandes lignes, nous nous demandons quelle sera la route qui nous assurera la reconnaissance de ceux qui viendront après nous. Saurons-nous la trouver et saurons-nous déceler, à notre époque de pure technique, les moyens d'expression clairs et nets capables de rendre compte de la prodigieuse évolution dont nous sommes les témoins, évolution aux ressources infinies que l'architecte actuel se doit d'utiliser et de dominer ?

Ce siècle aux tendances multiples, si riche en ferments de toute nature dans les domaines de l'esprit, de la technique et de la vie sociale, ne se prête guère à la recherche de la simplicité. Plus que jamais, dans le domaine des beaux-arts, la témérité et l'opportunisme côtoient les honnêtes tentatives d'innover, et ce dans le simple dessein de recueillir l'approbation des milieux snobs qui prêchent le moderne à tout prix.

Si ces regrettables dispositions se rencontrent dans toutes les disciplines des beaux-arts, du moins ne laisseront-elles que des traces passagères, à l'exception de ce qui se fait en architecture. Les tableaux et les sculptures ne plairont plus seront mis de côté ; la musique de même nature ne se jouera plus, les poèmes ne se liront plus. Les œuvres d'architecture, en revanche, étant donné leur destination et les sommes engagées, demeurent. Nos descendants se trouveront quotidiennement, à chaque instant, en face des édifices et des monuments que nous leur léguons ; ils en discuteront le beau ou le laid, ils auront à les payer. Voilà ce que ne doit pas oublier l'architecte contemporain, dont le travail s'effectue en pleine période de révolution, d'incertitude morale. Il fera bien de se souvenir de la valeur relative de toutes les normes humaines ; il aura avantage, au cours de son activité créatrice, à se rappeler que la vie des formes obéit à des lois fondamentales et permanentes. De nos jours, l'architecte court précisément le risque de ne plus se satisfaire de la seule simplicité, de s'en défendre même. La conséquence en est la renaissance d'un éclectisme que l'on croyait désormais écarté. Pour nous, que nous le voulions ou non, il n'y a plus de retour à la vie simple ; en revanche, il nous est donné de sauvegarder cette simplicité en architecture — il suffit que nous nous rendions compte qu'elle seule peut assurer l'avenir.

*(Traduit du texte original allemand)*



# Le développement du génie civil de 1937 à 1962

Georg Gruner, ingénieur S.I.A., Bâle

## 1. Historique

Dans le livre publié à l'occasion du centenaire de la S.I.A., le professeur E. Thomann a présenté de manière très intéressante l'état de la technique de l'ingénieur civil en l'année anniversaire 1937 et retracé son développement pendant les cent premières années d'existence de la S.I.A., en s'appuyant sur certains faits saillants. L'anniversaire de la S.I.A. tombait au moment où la grande crise économique des années trente en était à son point culminant. Et déjà apparaissaient à l'horizon les sombres nuages de la seconde guerre mondiale.

Le réarmement et les grands travaux de fortification de la Suisse donnèrent, peu après cet anniversaire, une nouvelle impulsion à la construction. La guerre qui venait d'éclater suscita les grands travaux militaires de fortification, la construction de nouvelles routes et l'extension des installations de production d'énergie.

Dans le domaine de la construction, il régna pendant les années de guerre une pénurie de tous les matériaux essentiels, ce qui contraignit les ingénieurs à utiliser toutes sortes de matériaux de remplacement pour accomplir les tâches qui leur étaient confiées. On employa à nouveau des matériaux de construction qu'on avait considérés dans les années trente comme en grande partie dépassés. Les murs en pierres de taille, les bâtiments en briques apparentes et les constructions en bois revinrent à l'honneur et aidèrent à économiser le ciment et l'acier. Les conduites sous pression pour les barrages et l'alimentation en eau furent fabriquées en fonte et des déchets de tous genres furent transformés en matériaux de construction.

Pendant les premières années de l'après-guerre, on craignait un grand chômage, qui, heureusement, ne se produisit pas. Bien au contraire, le besoin pressant de combler les lacunes résultant de la période de guerre conduisit à une haute conjoncture qui s'est développée jusqu'à nos jours dans des proportions que l'on doit qualifier d'excessives. Les derniers événements de la bourse semblent toutefois indiquer que cette situation a atteint son point culminant.

Il y a vingt-cinq ans, on s'efforçait d'employer des méthodes de construction qui nécessitaient le plus grand nombre possible d'ouvriers, ce qui permettait de donner du travail aux milliers de chômeurs. Les autorités prescrivaient en général que les travaux de fondation devaient se faire à la main, sans l'aide de pelles mécaniques, pour les bâtiments publics. Les jeunes ingénieurs étaient heureux quand ils trouvaient une occupation comme volontaire à 100 fr. par mois et pouvaient peu à peu se faire une situation convenable.

Aujourd'hui, au contraire, nous sommes obligés d'appliquer des méthodes aussi rationnelles que possible quant à la main-d'œuvre, pour pouvoir exécuter l'énorme volume de construction avec un personnel trop peu nombreux dans les bureaux d'étude et pas assez d'ouvriers. Le maître d'œuvre peut s'estimer satisfait s'il trouve un entrepreneur qui dispose des ouvriers et des machines nécessaires pour lui permettre d'exécuter les travaux dans les délais utiles. Les bureaux d'étude et les entreprises souffrent d'un

manque de cadres qualifiés et cherchent à engager les étudiants des écoles polytechniques et des techniciens pendant les derniers semestres d'études déjà. L'étroitesse d'esprit se retourne contre les administrations publiques qui n'ont pas voulu adapter les salaires de leurs employés supérieurs au renchérissement de la vie.

## 2. Développement de la recherche, des calculs et des études de projets

Le président du Conseil de l'Ecole polytechnique fédérale, le professeur A. Rohn, avait attiré l'attention, lors du 75<sup>e</sup> anniversaire de l'EPEF, sur le fait que cette école devait, dans les années à venir, perfectionner ses instituts et créer des laboratoires modernes. Dans le domaine de l'ingénieur civil, la création du laboratoire de recherches hydrauliques et de mécanique des terres, l'extension de l'EMPA, la création de l'institut de photogrammétrie et de l'institut de construction des routes constituaient des points particulièrement importants de ce programme. L'installation de ces laboratoires joua un rôle essentiel pour le développement de la technique de ces vingt-cinq dernières années et inaugura une ère nouvelle pour la recherche dans le domaine des sciences techniques. Il en résulta un nouveau programme de développement des instituts attachés aux écoles polytechniques, tenant compte de l'essor énorme dans tous les secteurs de la technique.

Alors que, par exemple, il y a vingt-cinq ans, on travaillait dans le domaine de la mécanique des sols avec les mêmes méthodes empiriques que du temps de la construction des voies ferrées de la seconde moitié du siècle dernier, la mécanique des sols est devenue ces vingt-cinq dernières années une vaste science, sans laquelle les grands travaux de fondation de l'époque actuelle seraient impensables.

Ce développement scientifique a pour conséquence d'importants changements dans les bureaux d'études et d'exécution. Aux environs de 1930, un ingénieur capable pouvait encore dominer toutes les branches de son art. L'avance énorme réalisée depuis lors dans tous les secteurs a conduit à une spécialisation qui oblige les bureaux d'ingénieurs à engager des spécialistes de différents domaines pour l'étude et la réalisation des grands projets. Alors qu'en Suisse, on considérait, il y a vingt-cinq ans, un bureau de dix à quinze employés comme grand, des équipes d'ingénieurs importantes sont aujourd'hui nécessaires pour accomplir dans les délais et avec la compétence voulue les grands travaux de construction. Nous constatons ici le même fait que dans l'industrie, où le petit artisan ne peut plus exécuter que des travaux simples ou doit se spécialiser, tandis que les grands travaux doivent être confiés aux entreprises importantes.

Une évolution analogue s'est produite du côté de l'exécution, c'est-à-dire de l'entrepreneur. L'entrepreneur artisanal a été supplanté par les grandes entreprises. Alors qu'autrefois, même un outillage restreint suffisait à l'exécution d'imposantes constructions, les entreprises actuelles sont devenues de véritables industries, qui nécessitent



pour l'entretien de leurs machines de vastes ateliers de mécanique, dont les installations n'ont rien à envier à celles de fabriques de machines. Pour exécuter les constructions compliquées selon les règles de l'art, la plupart des grandes entreprises disposent aujourd'hui de leurs propres laboratoires dans lesquels des hommes de science qualifiés contrôlent sans cesse les matériaux de construction et étudient de nouvelles méthodes pour satisfaire aux exigences sans cesse accrues des maîtres d'œuvre. Nous constatons donc que la recherche et les travaux de laboratoire ne sont plus aujourd'hui l'apanage des seules écoles polytechniques, mais qu'ils ont pris une importance telle que les bureaux d'études et les entreprises importantes doivent avoir leurs propres cadres scientifiques pour pouvoir faire face à leurs tâches.

On peut donc s'attendre à ce que les recherches d'utilité immédiate et les travaux routiniers de laboratoire soient avec le temps assumés en partie par les laboratoires privés, tandis que les écoles polytechniques se concentreront jusqu'à un certain point sur des recherches plus complexes et sur les études des principes de base.

On peut constater aussi de grands progrès du côté des matériaux de construction. Le ciment et l'acier ont été perfectionnés à tel point que les exigences admissibles ont pu être considérablement augmentées. Quant au béton armé, la pervibration permet d'augmenter la résistance et la technique de la précontrainte de surmonter le manque de résistance à la traction du béton. Dans la construction métallique, la soudure a complété et en partie remplacé le boulonnage et le rivetage. Les matériaux synthétiques ouvrent des perspectives nouvelles dont l'ampleur ne peut encore être estimée.

La précision toujours plus grande que l'on exige dans les calculs a augmenté le travail des bureaux d'étude à tel point qu'il est devenu impossible d'exécuter les calculs des constructions difficiles et compliquées sans aide mécanique. Les machines à calculer électroniques permettent de résoudre numériquement dans un bref délai les problèmes techniques les plus compliqués, de calculer des variantes multiples avec charges diverses, de fixer avec exactitude les données topographiques et les points de triangulation et de tirer des conclusions statistiques d'une remarquable précision. Ce que l'on appelle la deuxième révolution technique a donc aussi influencé, d'une manière qui était imprévisible il y a vingt-cinq ans, l'art de l'ingénieur civil.

### 3. Les constructions du génie civil

Les vingt-cinq dernières années ont vu dans la plupart des domaines d'activité de l'ingénieur, et surtout dans celui de l'ingénieur civil, une évolution se produire de l'étude de projets isolés à celle de grands complexes.

A l'époque du centenaire de la S.I.A., les projets se limitaient encore à des constructions isolées. Des projets sur une grande échelle ne se faisaient que dans des cas exceptionnels et étaient souvent considérés comme des utopies irréalisables. Par exemple, chaque ligne de chemin de fer reliant deux localités était traitée au siècle dernier comme un ouvrage isolé, ce qui a fatalement conduit à des investissements erronés, comme par exemple la « Schweiz. Nationalbahn ». L'histoire de la ligne du Saint-Gothard

montre peut-être pour la première fois en Suisse les luttes qui furent nécessaires pour réaliser un vaste projet d'ensemble.

Les barrages de cette époque-là se limitaient encore pour la plupart à l'exploitation des différences de niveau les plus favorables. L'exécution des usines hydroélectriques sur le Haut-Rhin, échelonnées entre le lac de Constance et Bâle, et celle des usines de l'Oberhasli constituèrent une première tentative de projets d'ensemble. Nos grandes industries, elles aussi, se contentaient le plus souvent de compléter leurs installations par l'adjonction de nouveaux bâtiments pour satisfaire aux besoins immédiats en locaux. A la fin des années trente l'étude et l'exécution des fortifications nationales ouvrent la première perspective d'avenir en ce qui concerne les grandes conceptions d'ensemble.

La période de l'après-guerre est caractérisée, certainement pour l'ingénieur aussi, par le passage de l'étude limitée à un seul objet aux projets d'ensemble. Il n'y a guère de domaines de travail de l'ingénieur civil où ce développement ne se retrouve. Dans l'industrie, les grandes planifications sont à l'ordre du jour. Dans le domaine des routes, nous avons commencé la réalisation du réseau des autoroutes. Les plans d'ensemble pour les autres moyens de transport, tels que les chemins de fer, la navigation et l'aviation ne le cèdent en rien à ceux des autoroutes. Le problème de l'approvisionnement en eau et de l'épuration des eaux usées doit de plus en plus être résolu pour des contrées entières. L'utilisation totale des ressources hydrauliques, qui ne tardera pas, oblige à considérer comme un tout le système fluvial restant, et à renoncer à ne développer que les étapes les plus intéressantes économiquement. L'urbanisme, pour sa part, s'étend à l'aménagement régional et national.

En ce jour où la S.I.A. fête son 125<sup>e</sup> anniversaire, nous pouvons, pour les différents domaines qui sont du ressort de l'ingénieur civil, faire le point de la manière suivante :

#### 3.1 Circulation

D'importantes statistiques sont faites pour déterminer les besoins de la circulation entre certaines régions du pays ou entre les différents quartiers d'une même ville. Les ingénieurs spécialisés dans les problèmes du trafic routier en ont déduit que les besoins de la circulation répondent à certaines lois et ont essayé de définir ces dernières par des formules mathématiques. Ces données permettent de calculer la densité de la circulation sur les différentes voies, les nœuds routiers et les bifurcations et de tracer et dimensionner les voies de circulation nécessaires.

Les routes principales, qui relevaient jusqu'ici de la compétence des autorités communales et cantonales, sont devenues des routes nationales dont le vaste réseau assurera la liaison entre les principales régions du pays.

Des études approfondies sur l'émanation des gaz d'échappement toxiques et l'installation de stations de ventilation adéquates rendent possible aujourd'hui la construction de longs tunnels routiers à travers les chaînes des Alpes.

L'étude de l'infrastructure des routes se base sur la connaissance de la mécanique des sols. Les revêtements sont le résultat de recherches de laboratoire poussées. Outre les





Fig. 12. — Galerie d'autoroute de Schweizerhalle, à six voies, pour la route nationale N2

revêtements classiques en béton, en asphalte ou en dérivés d'huiles minérales, la stabilisation du sol ouvre de nouvelles perspectives pour certaines catégories de routes.

L'éclairage, les signaux lumineux et installations annexes sont autant de facteurs qui complètent le tableau de la construction routière actuelle.

La navigation fluviale sur le Rhin jusqu'à Bâle constitue l'élément vital de l'importation suisse. Les études pour l'extension des voies fluviales jusqu'au lac de Constance et au centre industriel de Zurich, ainsi que la traversée de la Suisse par une voie navigable allant du Rhin au Rhône par l'Aar, les lacs jurassiens et le lac Léman ont été mis au point de telle sorte que l'on pourrait commencer les travaux immédiatement ou tout au moins réserver dès maintenant les terrains nécessaires à une exécution future.

Dans le domaine des chemins de fer, on pensait avoir atteint un certain sommet il y a vingt-cinq ans. L'augmentation imprévue du volume des transports a nécessité dans ce domaine aussi de vastes études et a entraîné la création de centres pour la surveillance du trafic et de gares de triage. L'amélioration des superstructures et le perfectionnement de la signalisation permettent une meilleure exploitation des installations actuelles, pour l'extension desquelles un vaste programme a en outre été établi, prévoyant la construction de nouvelles voies doubles et l'agrandissement de certaines gares.

Le trafic aérien se concentre sur les trois grands aéroports de Zurich, Genève et Bâle ; l'aménagement des deux premiers est en grande partie terminé, tandis que celui de Bâle est encore à compléter.

### 3.2 Approvisionnement en eau et épuration des eaux usées

La consommation d'eau, dont la quantité par habitant croît sans cesse, et les besoins massifs de l'industrie moderne ont augmenté à tel point que la situation actuelle pose de graves problèmes, alourdis encore par l'important volume des eaux usées.

Il y a vingt-cinq ans, on trouvait normal de rejeter sans épuration les eaux usées dans les cours d'eau naturels. La pollution des eaux qui en est résultée menace de rendre impossible une distribution d'eau hygiénique. La pollution

des eaux superficielles a atteint presque partout un tel degré qu'aujourd'hui déjà on doit, pour des raisons d'hygiène, interdire les baignades dans beaucoup de rivières et de lacs. L'infiltration jusqu'à la nappe phréatique menace aussi nos cours d'eau souterrains, qui constituaient jusqu'ici les sources principales de nos eaux potables. L'assainissement des eaux est donc actuellement un de nos problèmes vitaux. Et nous ne réussirons à le résoudre qu'au moment où nous construirons de vastes stations pour l'épuration des eaux par des moyens mécaniques, chimiques et biologiques. Il résulte de cette évolution que le problème de l'approvisionnement en eau et celui de l'assainissement des eaux ne peuvent plus être résolus qu'à l'échelle régionale, par-delà les frontières cantonales.

On a commencé de même, sur le plan régional, à éliminer les déchets ménagers et industriels par la combustion et la formation de compost.

### 3.3 Energie hydraulique

La construction d'usines hydrauliques a atteint en Suisse son point culminant et s'approche à grands pas des limites possibles. La construction des barrages est caractérisée par la création de lacs artificiels de plus en plus grands et de plus en plus efficaces, qui permettent l'accumulation des eaux en été pour la couverture des besoins en hiver.

La construction des barrages, basée sur les expériences faites avec les premiers grands ouvrages de ce genre qui ont été exécutés entre 1920 et 1930, est devenue une science qui a permis de construire en Suisse la Grande Dixence, actuellement le plus haut barrage du monde. Par ailleurs, on a perfectionné la technique des barrages-voûtes et particulièrement celle des barrages-digues.

Il y a vingt-cinq ans, les ingénieurs discutaient avec véhémence de l'opportunité de construire des barrages-digues, à propos de la réalisation du petit barrage de la Bannalp. Des propositions bien intentionnées d'éminents experts montrèrent qu'on n'avait pas encore bien compris les caractéristiques de la mécanique des sols. Seules les expériences fondamentales des trente dernières années ont abouti aux connaissances qui ont rendu possible la réali-

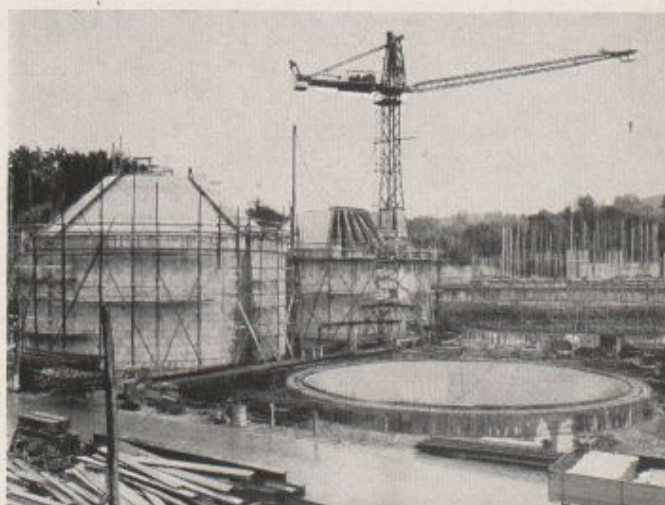


Fig. 13. — Station d'épuration des eaux du Werdhölzli à Zurich. Digesters



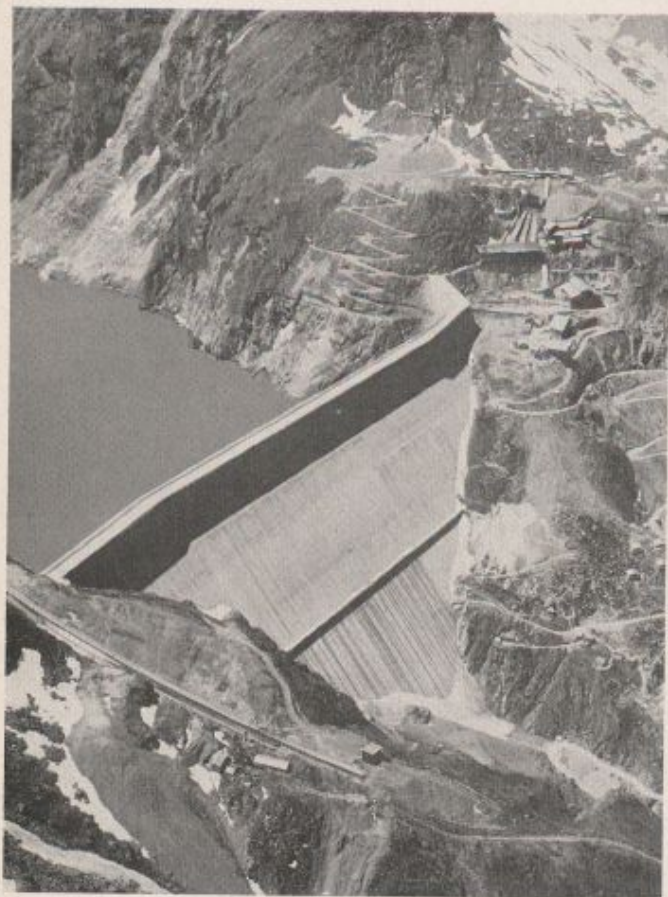


Fig. 14. — Barrage de la Grande Dixence

sation audacieuse des barrages-digues de la Göscheneralp et de Mattmark.

De très grands progrès ont été faits dans la construction des galeries. La mécanisation, basée sur des travaux de recherche suédois et américains, a permis de doubler la rapidité de construction des galeries. Les machines modernes à creuser les galeries rendent possibles des réalisations impensables autrefois.

La construction moderne des galeries permet de rassembler au même niveau les eaux de toute une région et de les exploiter rationnellement. Pour le revêtement des galeries, les méthodes modernes de bétonnage au moyen de la pompe à béton et du béton projeté conduisent à la constance de la qualité. Les conduites sous pression ont aussi atteint un maximum de perfection. Les centrales sont souvent placées dans des cavernes souterraines, à l'abri du rude climat des Alpes et des agressions militaires éventuelles.

Le perfectionnement des installations électromécaniques a permis dans certains cas, même dans notre climat, de renoncer à la construction d'un bâtiment pour les machines, fort onéreux. Sans empiéter sur le domaine des ingénieurs mécaniciens et électriciens, relevons brièvement que la turbine Kaplan a été développée en turbine-bulbe et que les turbines Kaplan aussi bien que les turbines Francis peuvent être utilisées pour des chutes de plus en plus grandes, de telle sorte que la turbine Pelton n'est plus nécessaire que pour les différences de niveau les plus importantes. Il y a 25 ans, la réalisation des grandes usines hydroélectriques était limitée aux régions accessibles.

1. *Perré de protection*
2. *Couche de drainage (amont)*
3. *Filtre*
4. *Noyau*
5. *Couche de drainage (aval)*
6. *Corps de la digue*
7. *Protection du talus*
8. *Blocage du couronnement*
9. *Coupure étanche*
10. *Galerie de drainage*
11. *Tapis de drainage*
12. *Axe de la digue*

- a) *Rocher*
- b) *Alluvions pré-wurmiennes*
- c) *Moraine de fond wurmienne*
- d) *Moraine remaniée*
- e) *Alluvions fluvio-glaciaires*
- f) *Sédiments lacustres*
- g) *Alluvions récentes*
- h) *Moraines récentes*

L'utilisation d'hélicoptères permet aujourd'hui d'entreprendre les travaux préliminaires à la construction de barrages dans des régions isolées, comme par exemple celle de la Limmern, jusqu'au moment où sont aménagées les voies d'accès aux différents chantiers ou que les communications peuvent être assurées par un téléphérique.

### 3.4 Correction des cours d'eau

Les études faites dans les laboratoires de recherches hydrauliques des écoles polytechniques ont permis de traiter les problèmes compliqués de la construction des digues et du charriage des graviers. On a pu ainsi améliorer la correction du Rhin dans le canton de Saint-Gall et entreprendre la deuxième étape de la correction des eaux du Jura.

Les cours d'eau sont des organismes vivants qui, malgré toutes les ressources de la science, ne se laissent dominer que jusqu'à un certain point. Ceci est valable en particulier aussi pour les torrents, qui posent toujours de nouveaux problèmes à l'ingénieur.

Enfin, on peut évoquer dans le même ordre d'idées les recherches sur les avalanches. La création de l'Institut fédéral pour l'étude de la neige et des avalanches, au Weissfluhjoch, a fourni les bases qui ont conduit aux constructions modernes de protection contre les avalanches.

### 3.5 Statique et bâtiment

L'évolution de l'art de l'ingénieur civil a trouvé une expression particulièrement frappante dans le domaine de la statique. Le passage du béton armé au béton précontraint a permis la construction de ponts et de halles de portées telles qu'elles n'auraient pas pu être réalisées avec des armatures plus faibles. Aux constructions en béton armé conçues jadis comme voûtes, piliers, poutres et dalles succédèrent les coques, enveloppes prismatiques et systèmes suspendus. La préfabrication permet d'exécuter en série les éléments des ouvrages en béton armé et réduit souvent le travail sur le chantier à un processus de montage. Pour les ponts,



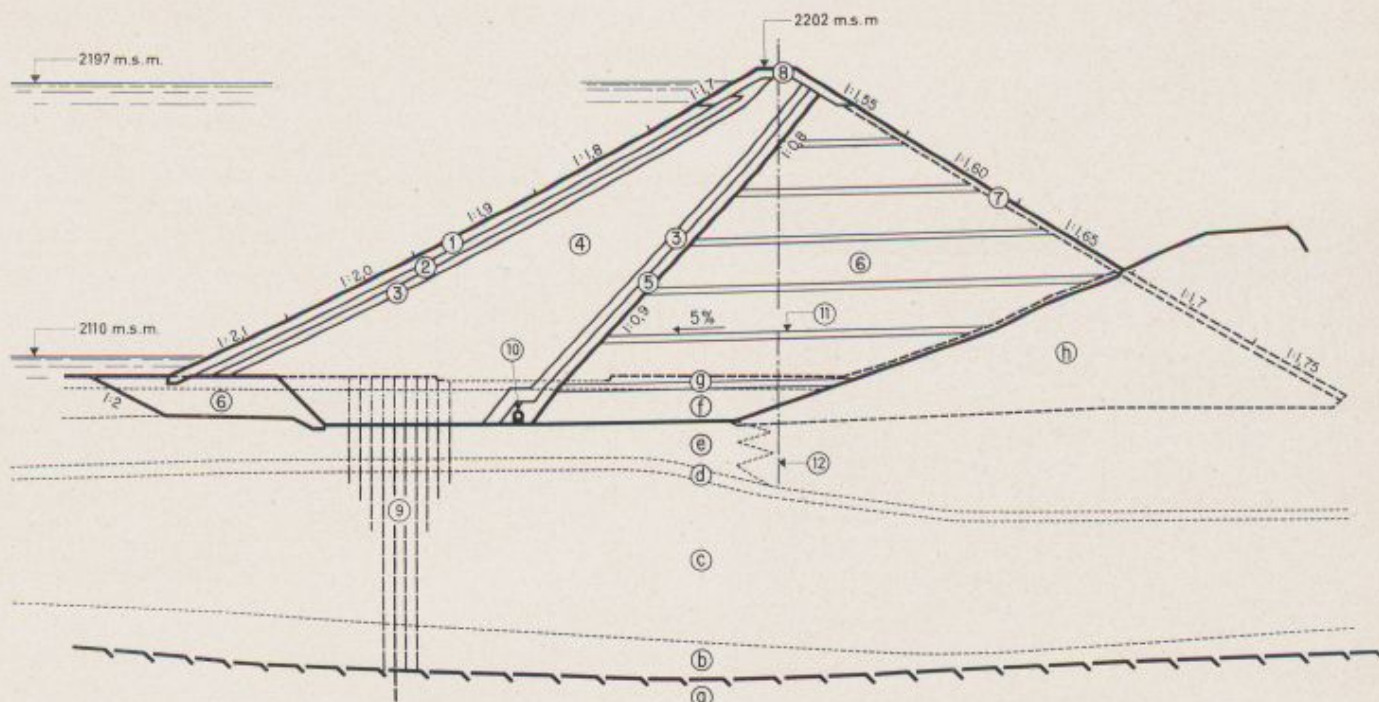


Fig. 15. — Digue de Mattmark avec nouveau procédé d'imperméabilisation du sous-sol par injections

l'évolution de la technique du béton armé a conduit à la construction en porte-à-faux, qui n'était possible jusqu'alors que dans la construction métallique.

De nombreux ciments spéciaux et adjuvants du béton permettent aujourd'hui d'influencer de toutes sortes de manières les caractéristiques du béton, telles que la plasticité, le temps de prise, la sensibilité au gel, la résistance aux influences chimiques, etc.

La construction métallique a, elle aussi, fait de grands progrès. La soudure électrique, étudiée scientifiquement, a atteint une qualité excellente. Une série de nouveaux profilés de laminage et les qualités différenciées des aciers permettent aujourd'hui la réalisation de constructions métalliques élégantes. A côté des profilés de laminage et des tôles classiques, les constructions tubulaires sont aujourd'hui aussi à l'ordre du jour. Les constructions en voile et les ossatures dans l'espace complètent les possibi-

lités offertes à l'ingénieur pour l'édification de bâtiments et de ponts. D'immenses ponts suspendus enjambent des bras de mer entiers à une hauteur telle qu'ils ne font pas obstacle à la navigation.

### 3.6 Constructions du génie civil

On a fait ces dernières années des progrès considérables, particulièrement dans la technique des fondations et des constructions souterraines. Par l'injection de toutes sortes de produits chimiques et de matériaux, le sol peut être considérablement renforcé. Les méthodes d'imperméabilisation des graviers, de pétrification artificielle, de gélification du sol et autres sont les auxiliaires de l'ingénieur dans la technique des fondations. Les palplanches dont la pose occasionnait beaucoup de bruit ont été remplacées par des parois système Bentonit, dont l'exécution dans le sol est plus silencieuse. Dans la lutte contre les eaux souterraines



Fig. 16. — Construction d'une halle de transbordement dans le port d'Au près de Bâle. Procédé de montage par encorbellement



Fig. 17. — Halle de fabrication de la S.A. Brown Boveri & Cie à Birrfeld. Coques de shed préfabriquées sur construction métallique



nous avons à disposition, outre les matériaux classiques d'isolation, des produits synthétiques pour isoler les sous-sols des grands immeubles commerciaux de plus en plus profonds dans les centres des villes.

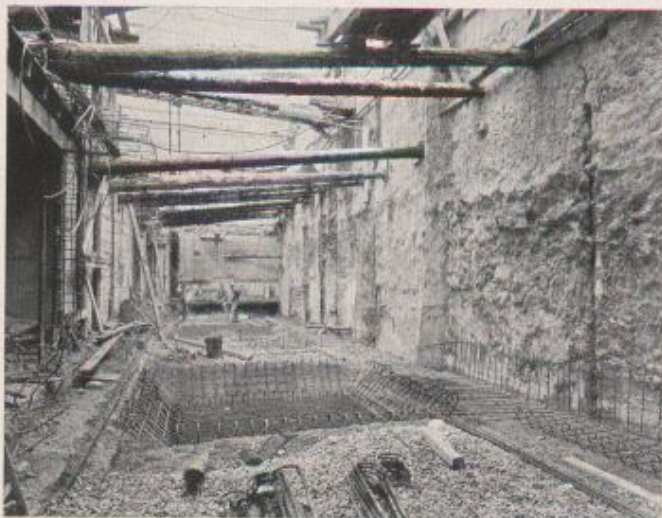


Fig. 18. — Fermeture de fouille au moyen d'une paroi continue moulée dans le sol, système Rodio-Marconi

Pour éviter la pénétration des eaux souterraines, on a mis au point, à partir du procédé par puits isolés, un système général de surbaissement de la nappe phréatique, comme le permet par exemple la méthode Wellpoint. On a pu aussi influencer les caractéristiques des sols imbibés d'eau en changeant leurs constantes électriques.

Le manque de place dans nos villes nous oblige à exploiter notre sous-sol dans des buts variés. Les voies de circulation souterraines ne sont pas seulement réservées au métro et à des croisements sur deux niveaux dans les métropoles ; mais on discute la création dans des villes de grandeur

moyenne de longues routes express au-dessous du niveau du sol et le déplacement des moyens de transport publics sur un deuxième niveau inférieur.

Des constructions souterraines de toute sorte, garages, dépôts, centrales téléphoniques et autres nous aident aujourd'hui à pallier le manque de place dans nos villes. Des immeubles commerciaux à plusieurs sous-sols sont fréquents.

L'évolution de la politique internationale nous oblige malheureusement à aménager des abris antiaériens pour la protection des populations civiles ; ces abris ne remplissent leur but avec sécurité que s'ils sont souterrains. On essaie de les utiliser en temps de paix comme parkings à voitures.

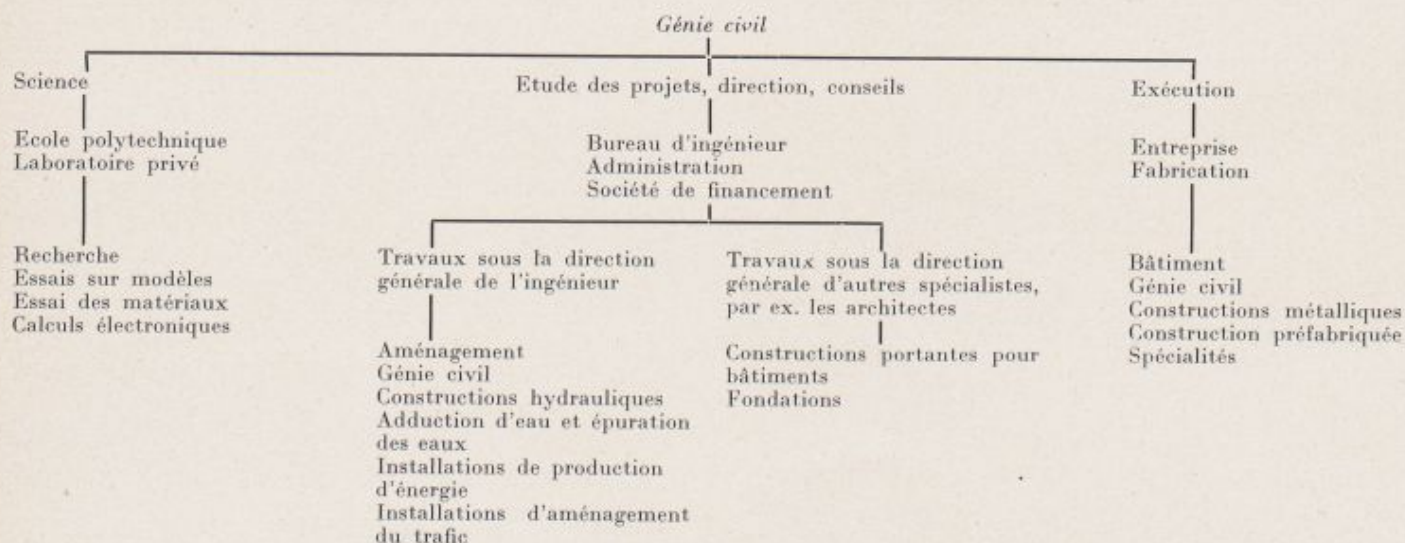
#### 4. Résumé

L'ampleur du progrès technique dans tous les domaines a également apporté dans le génie civil un grand nombre de nouvelles connaissances, de nouveaux moyens et des méthodes de travail plus efficaces. Les nouvelles bases scientifiques et théoriques et les résultats de recherches de laboratoire approfondies permettent aujourd'hui de résoudre beaucoup de problèmes avec une précision mathématique, alors qu'il y a vingt-cinq ans, leur solution reposait sur des connaissances insuffisantes.

L'accroissement constant de la population et des habitations avec les besoins multiples qu'il entraîne dans les domaines de l'enseignement, du travail et des loisirs, ainsi que les exigences débordantes du trafic, contraignent les ingénieurs à étudier des projets de plus en plus vastes mais qui doivent cependant rester économiques.

La réalisation des projets vastes et audacieux qu'entraînent les besoins de la technique moderne a été fortement favorisée par la mise en valeur des recherches de laboratoire et l'utilisation des machines à calculer électroniques, si bien que l'art de l'ingénieur civil se trouve aujourd'hui dans une phase importante de son développement.

#### Essai de classification des différents domaines du génie civil



(Traduit du texte original allemand)



# Quelques aspects de l'évolution de l'électronique au cours des 25 dernières années

Léo Jeanneret, ingénieur EPF, Genève

## Introduction

Née à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, l'électrotechnique occupe aujourd'hui une place importante dans l'économie, tout spécialement en Suisse. Cette branche, qui fut assez longtemps limitée à l'activité industrielle, pénètre de plus en plus dans tous les domaines de la vie ; qu'il suffise de penser aux nombreux articles électro-ménagers dont on dispose maintenant, ou au rôle que joue l'électricité dans le secteur des divertissements...

Au cours des vingt-cinq dernières années, les applications de l'électricité n'ont cessé de s'étendre et, par conséquent, la consommation s'est considérablement accrue. On admet généralement que, dans les pays industriels, la consommation électrique double tous les dix ans ; cela montre l'ampleur des problèmes qui se posent et la nécessité d'une production rationnelle.

Les progrès réalisés, que nous examinerons brièvement, ont eu pour but principal de réduire le coût de la production et de l'utilisation de l'énergie électrique. Il nous semble permis de dire que ce but a été atteint puisque, en Suisse par exemple, cette énergie est actuellement vendue à un prix resté pratiquement le même depuis la veille de la guerre 1939-45. Les progrès de l'électrotechnique ont, en outre, contribué à la rationalisation de nombreuses autres branches, tout particulièrement en permettant la réduction de la main-d'œuvre.

Plutôt que de passer en revue les progrès réalisés dans les différents secteurs de la construction électrique, nous nous efforcerons de mettre en évidence les *tendances* qui ont marqué l'évolution au cours de la période considérée, tout en les illustrant par quelques exemples. Nous nous limiterons, d'autre part, à la technique du courant fort.

## CARACTÈRES GÉNÉRAUX DE L'ÉVOLUTION

### Augmentation des puissances unitaires

Il est avantageux, du point de vue économique, de concentrer la production sur de grandes unités ayant un excellent rendement. C'est pourquoi la puissance des alternateurs a été continuellement augmentée, tout comme celle des machines, turbines le plus souvent, qui les entraînent.

La centrale de Chandoline de la Dixence S.A., dont les cinq groupes principaux furent mis en service entre 1934 et 1940, est équipée d'alternateurs de 37,5 MVA tournant à 500 tours par minute ; leur rendement à pleine charge est de 97,3 %. La centrale de Nendaz de la Grande Dixence S.A., récemment construite, comprendra, une fois complètement équipée, six alternateurs de 80 MVA, tournant également à 500 tours ; leur rendement est de 98 %. Cette comparaison permet de mesurer le chemin parcouru dans l'équipement de centrales hydro-électriques comparables.

Dans les centrales thermiques équipées de turbo-alternateurs tournant à 3000 tours par minute (ou 3600 tours si la fréquence est de 60 Hz), les puissances sont encore bien

plus élevées. On réalise maintenant des groupes turbo-alternateurs de 500 MW, en ayant recours, il est vrai, au refroidissement à l'hydrogène pour réduire les pertes, combiné avec le refroidissement par circulation d'huile dans les conducteurs du stator. Au début de la période considérée, les plus grandes machines de ce type ne dépassaient pas 100 MW.

Précisons que l'avantage des groupes de production de grande puissance relève surtout des économies réalisées sur les travaux de génie civil ; l'investissement dans ces travaux est, en effet, beaucoup plus important que celui correspondant à l'équipement électromécanique. Une centrale équipée d'un nombre réduit de groupes puissants est aussi plus simple et demande moins d'entretien. Une étude entreprise aux Etats-Unis d'Amérique sur les centrales thermiques révèle que, comparativement à quatre groupes de 100 MW chacun, une unité de 400 MW entraîne une réduction de 19 % des frais d'installation et de 18 % des frais d'exploitation.

Les transformateurs ont, bien entendu, subi une évolution analogue. Ces appareils ne pouvant que partiellement être assemblés sur place, ce sont surtout les impératifs de transport à pied d'œuvre qui limitent leur puissance. On transporte actuellement par rail, sans dispositifs spéciaux, des transformateurs triphasés de 400 MVA, alors qu'il y a vingt-cinq ans, le même gabarit semblait limiter la puissance unitaire autour de 100 MVA.

Aujourd'hui, des transformateurs monophasés de 200 MVA et triphasés de 500 MVA n'ont plus rien d'exceptionnel. Un groupe triphasé de 1000 MVA, composé de trois transformateurs monophasés, a même été installé en Suède.

### Elévation des tensions

L'énergie électrique d'origine hydraulique est souvent produite dans des régions éloignées des centres de consommation. Son transport est, lorsque la puissance et la distance croissent, d'autant plus économique que la tension est plus haute. L'augmentation des puissances a rendu nécessaire le recours à des tensions de plus en plus élevées. Il y a vingt-cinq ans, les lignes à très haute tension étaient généralement à 220 kV ; aujourd'hui, elles sont à 400 kV, et il existe déjà, en Russie, une ligne à 500 kV, ainsi que des lignes à 600 et 800 kV, ces dernières à courant continu.

Dans les réseaux de distribution, la tension a également été augmentée pour permettre une meilleure utilisation des lignes. La plupart des réseaux ont adopté la tension normalisée de 380/220 V ou celle de 500 V.

### Interconnexion des réseaux

L'électricité revêt aujourd'hui une telle importance que l'interruption accidentelle de sa fourniture entraîne des conséquences fort ennuyeuses et même graves. C'est une des raisons pour lesquelles l'interconnexion des réseaux s'est beaucoup développée. Elle présente aussi de gros avantages économiques : elle permet des échanges d'énergie



et une meilleure utilisation des possibilités de production. L'énergie électrique ne pouvant pas être stockée (si ce n'est sous la forme de réserve hydraulique ; relevons à ce sujet l'apparition de la technique du *pompage* dans l'exploitation de certaines centrales, qui permet de constituer des réserves lorsque la consommation est faible), l'interconnexion joue un rôle économique considérable.

### Exploitation industrielle de techniques nouvelles

Le progrès technique a permis l'utilisation pratique de procédés nouveaux.

Citons le développement des *redresseurs à vapeur de mercure*, qui, quoique inventés au début du XX<sup>e</sup> siècle, en étaient encore au stade de l'enfance il y a vingt-cinq ans. On dispose maintenant de toute une gamme de redresseurs, sans ou avec pompe à vide, en exécution mono, bi ou hexa-anodique.

Le premier redresseur à vapeur de mercure à gaz rare, scellé et refroidi à l'air, était exposé à l'Exposition nationale suisse de Zurich en 1939 ; il était prévu pour 300 A courant continu sous 600 V. Ce type d'appareil est maintenant construit, en exécution hexa-anodique, pour des courants allant jusqu'à 2000 A sous 850 V et il est utilisable jusqu'à 4000 V moyennant une réduction du courant de service.

Munis de grilles de commande, les redresseurs à vapeur de mercure peuvent donner une tension de sortie variable et, aussi, être utilisés en onduleurs. Ces propriétés leur ont permis de supplanter les convertisseurs rotatifs dans bien des applications.

Il y a quelques années que sont apparus les *redresseurs secs au silicium*. Leur élément essentiel est constitué par des diodes au silicium dont le courant nominal est généralement de 100 à 200 A et la tension inverse de l'ordre de 1000 V. Il est possible, en groupant plusieurs de ces diodes en parallèle, de constituer des redresseurs pour des courants très élevés.

Un nouveau progrès important est la mise au point récente des redresseurs au silicium à électrode de commande, dont la tension de sortie peut être réglée sans devoir agir sur la tension d'alimentation. Cet élément représente pour la technique du courant fort ce que le transistor — apparu vers 1950 — est au domaine de la haute fréquence et des courants faibles.

Les *transducteurs*, appareils de réglage statiques utilisant les phénomènes de saturation qui se produisent dans un noyau ferro-magnétique, sont devenus d'un usage courant depuis la dernière guerre. Leur principe était connu depuis longtemps, mais le développement de ces appareils a été conditionné par les progrès récents dans les tôles magnétiques et dans les redresseurs secs, avec lesquels ils sont utilisés.

La période considérée a vu la naissance de la production d'énergie électrique d'origine *nucléaire*. Mais il convient de relever que l'équipement électrique de puissance des centrales nucléaires est classique ; ces centrales posent, par contre, des problèmes aux services auxiliaires, qui doivent être conçus de manière à obtenir un degré de sécurité de fonctionnement beaucoup plus élevé que dans les installations conventionnelles.

Mentionnons également la mise au point des *groupes bulbe*. Il ne s'agit guère d'une nouveauté du point de vue électrique, mais de la combinaison judicieuse d'une turbine et d'un alternateur, souvent asynchrone. Ces groupes comblent une lacune en permettant l'exploitation économique — grâce surtout à la simplification des travaux de génie civil — des très faibles chutes et, en particulier, de la force marémotrice.

Dans un domaine plus familier à chacun, mentionnons le développement pris par l'éclairage au moyen de *tubes fluorescents* à basse tension. Avant la dernière guerre, seuls les tubes à gaz rares, tels que le néon, étaient courants ; comme ils nécessitent une alimentation à haute tension, leur emploi était limité et, en général, exclu pour l'éclairage intérieur.

### Interpénétration des courants « faibles » et « forts »

Ces deux domaines étaient, jadis, bien distincts. Le quart de siècle considéré a apporté une véritable révolution : si ces domaines conservent chacun leur technique propre, leurs champs d'application sont, par contre, de plus en plus étroitement mêlés. Une installation importante, qu'elle soit électrique ou mécanique, n'est actuellement plus concevable sans un équipement complémentaire à courant « faible », qui sert à sa commande, souvent automatique, à son réglage et assure en même temps la sécurité de sa marche.

L'électrotechnique a d'abord contribué à libérer l'homme du travail musculaire ; elle vise, maintenant, à l'affranchir des tâches de réglage et de surveillance, tout en améliorant la productivité et la qualité des produits fabriqués.

L'électrotechnique, en tant que productrice d'énergie, fut très tôt acquise aux méthodes relevant de l'automatisme ; elle utilise depuis longtemps des régulateurs et des dispositifs de protection ingénieux. Elle a ainsi joué un rôle de pionnier et ses procédés, enrichis de l'apport de l'électronique, s'appliquent désormais aux domaines les plus variés, en particulier à celui de la fabrication industrielle.

Citons le cas d'une fabrique suisse de machines-outils de précision, qui emploie actuellement une centaine de personnes dans son département électronique.

### Développement de la recherche

La branche électrotechnique a considérablement développé la recherche appliquée pendant la période étudiée. L'empirisme a cédé le pas à l'étude systématique des phénomènes touchant à la construction électrique. C'est grâce à cela que les performances du matériel ont pu être accrues et que des techniques nouvelles ont vu le jour.

L'attention la plus grande a été consacrée à la *haute tension* et aux isolants, car le progrès dans ces directions conditionne celui de l'électrotechnique.

Les recherches sur la haute tension ont une importance particulière pour les transformateurs, dont les enroulements sont soumis à des sollicitations brusques (ondes à front raide) lors des surtensions d'origine atmosphérique, ou de manœuvres de couplage. Les laboratoires modernes permettent de produire artificiellement des surtensions de même forme et de vérifier la tenue de l'objet essayé ; il s'agit de l'essai dit « au choc » des transformateurs, qui est devenu courant pour les grosses unités à très haute tension. Il y a vingt-cinq ans, seul l'essai ordinaire de surtension,



qui consiste à faire monter lentement la tension jusqu'à la valeur prescrite, était pratiqué ; il ne renseigne pas sur la tenue de l'objet aux ondes à front raide.

En ce qui concerne les isolants, les contraintes qu'ils peuvent supporter et le processus de leur vieillissement sont maintenant beaucoup mieux connus, ce qui permet leur utilisation judicieuse.

L'augmentation des puissances ainsi que l'interconnexion des réseaux ont nécessité des appareils de couplage pouvant résister à des sollicitations considérables. Afin de pouvoir étudier les problèmes posés par l'appareillage, des laboratoires à haute puissance ont été construits ; ils sont équipés d'alternateurs pouvant — pendant un temps très court — débiter des courants très intenses. On est ainsi à même de construire et d'essayer des disjoncteurs à air comprimé et à faible volume d'huile dont le pouvoir de coupure est très élevé.

Relevons enfin que les équipements électriques dans leur ensemble sont, aujourd'hui, déterminés avec beaucoup plus de soin qu'autrefois. On recherche systématiquement — du moins dans les pays dont l'économie est saine — la solution optimum parmi plusieurs possibilités et la solution la plus économique à la longue n'est pas forcément celle qui est la meilleure marché.

Ce choix tient compte de l'importance des pertes, du programme de la production d'énergie et des frais accessoires de tous genres.

Le recours aux calculatrices analogiques ou digitales rend de grands services en ce domaine et permet d'entreprendre rapidement des études qui auraient nécessité un temps très long avec les méthodes traditionnelles.

## PROGRÈS DE LA CONSTRUCTION

D'autres tendances, de nature plus essentiellement constructive, se sont manifestées. Elles ont souvent contribué au progrès d'une manière décisive.

### Matières améliorées ou nouvelles

Mentionnons l'amélioration des tôles magnétiques utilisées dans la fabrication des transformateurs. Il y a vingt-cinq ans, leurs pertes spécifiques à 10 000 Gauss et 50 Hz étaient d'environ 1,3 W/kg pour la qualité courante et encore légèrement supérieures à 1 W/kg pour les meilleures. On dispose, aujourd'hui, de tôles à cristaux orientés dont les pertes spécifiques se situent autour de 0,5 W/kg, ce qui a permis une sensible réduction des pertes.

Parmi les matières nouvelles, signalons les résines synthétiques, qui sont à la fois un excellent isolant et un matériau de construction ayant de bonnes qualités mécaniques. Elles ont trouvé d'innombrables applications, dans l'appareillage électrique surtout. Beaucoup de transformateurs de mesure ont leurs enroulements enrobés dans un corps en résine et même des pièces très sollicitées, comme les chambres de coupure de disjoncteurs, sont maintenant fabriquées en cette matière.

Les nouveaux isolants thermo-durcissables, dans la composition desquels entrent aussi des résines synthétiques, ont contribué à rendre possible la construction d'alternateurs de très grande puissance. Ils supportent notamment une

température plus élevée, ce qui autorise une augmentation de la charge spécifique des conducteurs.

### Elimination de l'huile dans certains appareils

L'huile est un excellent isolant et agent de refroidissement, mais elle implique le risque d'incendie. C'est pourquoi on s'est efforcé, pour certaines applications, de diminuer son volume (disjoncteurs à faible volume d'huile), de la remplacer par un liquide isolant incombustible (transformateurs) ou encore de l'éliminer par le recours à une isolation sèche (transformateurs de mesure isolés à la résine) ou gazeuse (disjoncteurs à air comprimé).

### Remplacement de certains organes mobiles par des dispositifs statiques

Les systèmes mécaniques étant sujets à l'usure et demandant de l'entretien, on s'est efforcé, dans certains cas, de les supprimer au profit de dispositifs statiques. Cette évolution a été beaucoup facilitée — on pourrait même dire provoquée — par les progrès réalisés dans le courant « faible » et les redresseurs secs, ainsi que par l'apport de l'électronique.

C'est particulièrement le cas pour les régulateurs de tous genres ; les appareils électro-mécaniques ont perdu du terrain en faveur de régulateurs statiques, comportant des éléments électroniques, des redresseurs secs, des transducteurs et des transistors. Les nouveaux régulateurs de cette catégorie ont, d'ailleurs, l'avantage de performances très supérieures à celles des anciens appareils ; cette supériorité justifie à elle seule le changement de système. On est même allé plus loin dans cette voie, en réalisant des régulateurs statiques agissant directement dans le circuit de la roue polaire des alternateurs, ce qui rend l'excitatrice superflue.

Signalons aussi la réalisation de dispositifs statiques de désexcitation rapide des alternateurs, permettant de supprimer le disjoncteur de désexcitation habituel.

Le remplacement fréquent des groupes convertisseurs rotatifs par des redresseurs peut aussi être considéré comme caractéristique de cette évolution.

### Simplifications constructives

Mentionnons les disjoncteurs débrochables pour montage en cellules, qui autorisent la suppression du sectionneur ; les relais avec boîtiers à broches, grâce auxquels un relais peut être instantanément enlevé pour contrôle, ou remplacé par un autre, sans qu'il soit nécessaire de démonter des connexions ; les cellules de distribution métalliques pour montage en plein air, qui rendent superflue la construction d'un bâtiment ; la généralisation du matériel blindé ou d'exécution entièrement fermée (appareillage et petits moteurs), insensible aux agents extérieurs, offrant l'avantage d'une durée de vie plus longue et demandant moins d'entretien ; les motopompes à huile sans presse-étoupe, dans lesquelles le rotor du moteur tourne dans l'huile.

Certaines grandes centrales électriques sont même maintenant équipées de groupes installés en plein air, cela afin de réduire au minimum les bâtiments à construire. C'est aussi le cas des compensateurs synchrones qui sont volontiers montés à l'extérieur des bâtiments d'une sous-station.



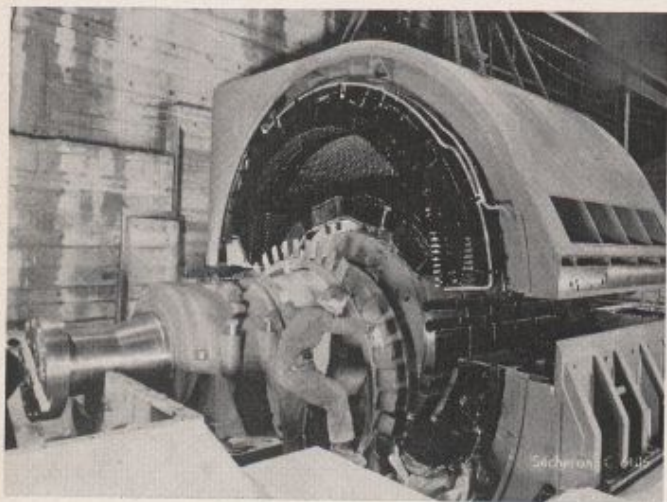


Fig. 19. — Un alternateur puissant à axe horizontal : montage de l'un des alternateurs de 80 MVA dans la centrale de Nendaz de la Grande Dixence

## EXEMPLES DE PROGRÈS RÉALISÉS

### Commande des laminoirs

Le cas des laminoirs est typique des progrès réalisés dans la fabrication industrielle grâce au développement de l'électrotechnique.

Les exigences toujours plus grandes relatives à la qualité, la productivité et la rentabilité ont conduit à des progrès spectaculaires dans les dispositifs d'alimentation, d'entraînement, de réglage et de commande de ces installations.

Un exemple en est donné par les laminoirs à fers marchands où, dans les anciens trains dits « ouverts », les différentes cages étaient entraînées par un seul moteur. La barre était guidée, au moyen de pinces, par des ouvriers (serpenteurs), ce qui limitait la vitesse de laminage à 8-10 m/s. La qualité du produit fini et la rentabilité étaient ainsi tributaires de l'habileté de l'homme. Dans les trains modernes dits « continus », les cages, munies chacune de son propre moteur à courant continu, sont disposées en série et permettent, en évitant l'intervention des ouvriers, d'atteindre des vitesses de laminage de 30 à 35 m/s. Les problèmes posés par de telles vitesses n'ont pu être résolus que par les progrès réalisés dans les moteurs à courant continu et les régulateurs.

Le développement des redresseurs à vapeur de mercure a également contribué à l'utilisation toujours plus généralisée de moteurs à courant continu. Dans la production américaine d'après-guerre, la puissance motrice des laminoirs est constituée par des moteurs à courant continu dans la proportion de 85 %.

Pour les laminoirs duo-réversibles dégrossisseurs, un progrès important a été obtenu en dotant chaque cylindre de son propre moteur, ce qui a permis d'atteindre des puissances totales par cage de l'ordre de 12 000 ch (deux moteurs de 3000 ch en tandem par cylindre) avec des temps d'inversion de l'ordre de 1 seconde. La conduite du train s'est également automatisée, pour aboutir dans certains cas, à la programmation par cartes perforées.

Dans les laminoirs continus à chaud destinés aux bandes de tôle, où la vitesse était limitée, il y a moins de trente ans, à

environ 1,5 m/s avec une production horaire de 1 à 1,35 t, il a été possible d'atteindre aujourd'hui des vitesses de 10 m/s, et même 15 m/s, avec des productions horaires de 200 à 250 t, la puissance installée pour un seul laminoir atteignant 70 000 à 100 000 ch.

Dans les laminoirs continus à froid pour tôles minces, où une vitesse de 2 m/s était considérée comme extraordinaire en 1928, on atteignait déjà 6 m/s en 1933 pour arriver à 30 et même 35 m/s aujourd'hui.

### Traction électrique

Les tendances que nous avons observées se sont, bien entendu, aussi manifestées dans le domaine de la traction.

Les locomotives récentes destinées à des services comparables sont, en général, plus puissantes que celles construites il y a vingt-cinq ans et, surtout, leur emploi est plus économique ; leur poids est, d'autre part, mieux utilisé grâce à la suppression des essieux porteurs. Il est actuellement possible, par exemple, de loger dans une automotrice une puissance motrice correspondant à celle d'une locomotive moyenne de conception plus ancienne, et cela aussi bien pour la voie étroite que pour la voie normale.

Mais le progrès le plus considérable consiste dans la mise au point de l'électrification en courant monophasé à fréquence industrielle 50 Hz. On sait que les réseaux européens, au début de l'électrification, avaient adopté des systèmes différents, dont les principaux sont le monophasé 15 kV à fréquence spéciale  $16\frac{2}{3}$  Hz, le courant continu 1500 V et le courant continu 3000 V. Ce choix reposait sur la difficulté qu'il y avait, à l'époque, à construire un moteur de traction pouvant être alimenté à la fréquence ordinaire de 50 Hz. Il fallait alors soit utiliser une fréquence réduite et construire un réseau de production et distribution spécial pour les chemins de fer, soit avoir recours au courant par conversion à partir du réseau général triphasé 50 Hz.

La France se vit dans la nécessité, après la dernière guerre, d'éliminer la traction à vapeur sur les lignes à fort trafic, où



Fig. 20. — Une locomotive de manœuvre « quadri-courant » des CFF, pouvant être alimentée, au choix, en courant monophasé 25 kV 50 Hz, ou 15 kV  $16\frac{2}{3}$  Hz, en courant continu 1500 V, ou 3000 V. Il a été possible, malgré la complexité de l'équipement électrique et les faibles dimensions de ce genre de véhicule, de construire un engin prévu pour la pleine puissance, quel que soit le système utilisé



elle est trop onéreuse. Fallait-il poursuivre l'électrification en 1500 V courant continu, comme sur les lignes françaises déjà électrifiées ? (système coûteux étant donné la tension relativement basse), ou essayer le système économiquement idéal de l'électrification en haute tension à 50 Hz, à partir du réseau général (problème qui n'avait pu être résolu auparavant, à l'exception d'essais en Hongrie et en Allemagne) ? La Société nationale des Chemins de fer français (SNCF) eut le courage de choisir la nouvelle solution et la satisfaction de la voir, plus tard, adoptée par bien d'autres pays (Indes, Russie, Japon, Grande-Bretagne, Portugal, Turquie, etc.).

Une ligne d'essai située en Savoie fut électrifiée en 20 kV, 50 Hz ; la tension fut, ultérieurement, portée à 25 kV, valeur qui permet une électrification très économique, et qui fut adoptée pour la plupart des nouvelles lignes à électrifier.

La construction des locomotives à 50 Hz s'est développée selon deux techniques différentes en ce qui concerne les moteurs :

- 1<sup>o</sup> moteurs dits « directs », c'est-à-dire alimentés en courant alternatif à 50 Hz ;
- 2<sup>o</sup> moteurs à courant continu, alimentés au moyen de redresseurs installés sur le véhicule.

Le progrès des redresseurs a facilité la deuxième solution, qui est actuellement la plus courante.

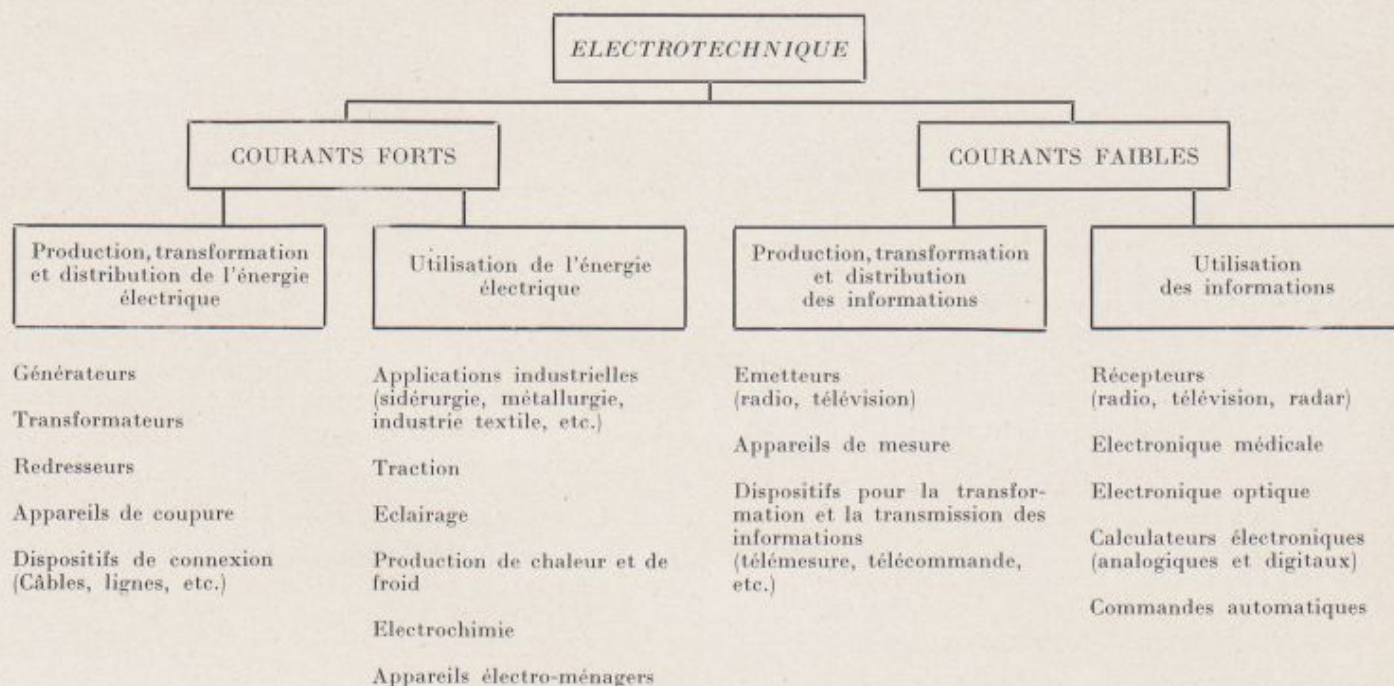
L'existence de plusieurs systèmes d'électrification est, bien entendu, une gêne pour l'exploitation, car il n'est pas rationnel de devoir changer de locomotive aux gares de jonction. C'est pourquoi des machines pouvant être alimentées au moyen de deux ou plusieurs systèmes ont été développées, ce qui constitue un très grand progrès à l'actif de la période considérée. Mesurons le chemin parcouru à

cet égard, par un exemple : l'une des locomotives prototypes 20 kV 50 Hz de la ligne d'essai de Savoie, mise en service en 1951, était déjà une machine « bi-courant » ; elle comportait des moteurs directs et un groupe convertisseur rotatif continu/monophasé, permettant aussi la circulation sur les lignes à courant continu 1500 V. Mais cette circulation n'était possible qu'à puissance réduite ; il s'agissait seulement de faciliter les manœuvres ou de pouvoir gagner un dépôt, et non de remorquer un train en service régulier. Cette possibilité était pourtant considérée comme une performance à l'époque. Dix ans plus tard, les remarquables trains Trans-Europ-Express électriques et les locomotives de manœuvre quadri-courant des CFF étaient mis en service. Ils permettent la circulation à pleine puissance avec n'importe lequel des quatre systèmes d'électrification usuels en Europe. La diversité de ces systèmes n'est, désormais, plus un obstacle au trafic international.

Le courant « faible », puis l'électronique ont pénétré dans le domaine ferroviaire également. Tout d'abord dans les postes de commande et les installations de sécurité, où les dispositifs mécaniques ont été remplacés par des signaux lumineux et par des verrouillages électriques. Sur une ligne équipée en « block automatique », qui est l'aboutissement de cette technique, les trains actionnent eux-mêmes les signaux et ces derniers n'indiquent « voie libre » que si l'itinéraire est effectivement libre de toute circulation et que les aiguilles se trouvent en position correcte ; toute anomalie a pour effet la fermeture du signal. La sécurité est ainsi bien plus grande qu'autrefois et ces méthodes permettent l'utilisation optimum des voies et, par conséquent, une circulation plus intense.

Le pas suivant a été la télécommande des installations d'une ligne et la surveillance de son trafic depuis un centre de régulation, ce qui améliore la régularité et réduit l'effectif du personnel.

#### Essai de classification des principales branches de l'électrotechnique





L'électronique a enfin fait son apparition sur les locomotives et autres véhicules électriques. Signalons la création récente de dispositifs permettant le contrôle automatique de l'accélération et celle de régulateurs de vitesse dits « à vitesse affichée ». Ce dernier appareil permet le démarrage et le freinage automatiques ainsi que la marche à vitesse constante, indépendamment de la charge du convoi et du profil de la ligne, pour autant que la puissance demandée ne dépasse pas la surcharge autorisée pour l'équipement moteur. Ce système est une étape vers la mise en service de trains télécommandés, sans personnel de conduite à bord.

## Considérations sur l'actuel développement des machines

Gustav Eichelberg, professeur, ingénieur S.I.A., Zurich

Un demi-siècle d'une existence vouée à la construction des machines — à vrai dire dans un cadre forcément restreint par la spécialisation — n'incite pas à traiter dans un court exposé un tel sujet dans toute son envergure. Rien que l'énumération des domaines d'application que notre technique a conquis au cours de la dernière génération et la description des machines et installations extraordinaires nouvellement conçues et mises au point dépasseraient les limites imposées. Il ne peut même pas être question de vouloir résumer quels ont été les développements en relation directe avec les machines qui existaient déjà il y a cinquante ans.

Il faudrait pour cela commenter d'abord les perfectionnements immenses apportés aux réalisations *mécaniques-dynamiques* dont la forme classique remonte fort loin dans le temps, par exemple, les machines textiles, les presses à imprimer, les machines-outils, les dispositifs de levage et d'acheminement, sans oublier les moyens de transport sur terre et sur mer. Ensuite viendrait le tour des réalisations *mécaniques-thermodynamiques* qui sont à la base de la puissance de la technique moderne, à savoir les machines thermiques productrices d'énergie et leur pendant, les machines frigorifiques, y compris les appareillages thermiques servant à des processus de séparation ou de synthèse physiques ou chimiques. Tous ces moyens techniques se sont développés sous nos yeux, en puissance et en efficacité, de manière absolument imprévisible.

Même lorsqu'aucune nouveauté essentielle n'est intervenue — de tels événements ont eu lieu par exemple en passant de l'énergie statique transformée par la machine à vapeur à piston, à l'énergie dynamique des écoulements utilisés par la turbine à vapeur, ou encore avec l'augmentation de puissance des moteurs à combustion par un compresseur d'alimentation — même lorsque l'augmentation de puissance recherchée n'a été obtenue « que » par l'agrandissement des éléments constructifs et par l'élévation du rythme et de l'intensité du flux d'énergie, le résultat acquis impliquait plus qu'une simple modification de l'échelle.

Il est certain qu'ici déjà, seuls le calcul mécanique-statique plus précis des conditions de résistance des matériaux et

### Conclusion

Nous avons essayé d'esquisser les grandes lignes de l'évolution de quelques aspects de l'électrotechnique au cours des vingt-cinq dernières années.

L'esprit progressiste qui anime cette branche a permis des réalisations remarquables, dont bénéficie l'ensemble de l'économie, et ses méthodes ont souvent fait école. Le développement de l'électrotechnique est, aujourd'hui, un critère de l'avancement d'une nation, tant cette branche participe au perfectionnement des autres techniques et à l'amélioration du niveau de vie de chacun.

avant tout la compréhension mécanique-dynamique plus raffinée des forces d'accélération déployées par l'accroissement des vitesses, sans oublier la maîtrise des vibrations et résonances issues des régimes rapides, ont permis d'élargir quelque peu le domaine des puissances.

Pourtant, parallèlement à ces perfectionnements de conception et de calcul, il a fallu acquérir des connaissances *technologiques* et des *moyens d'usinage* précédemment inconnus, et aussi une *précision de fabrication* jusque-là insoupçonnée, avant que puissent venir à bien les réalisations répondant aux exigences accrues de notre époque. Citons un seul exemple : nombre de nos machines, et parmi elles les moteurs à combustion viennent en bon rang, ne pourraient jamais supporter leurs conditions de service actuelles sans l'aide des lubrifiants modernes dont la qualité était inconnue, il y a quelque vingt ans.

Le concept technique débute par la vision créatrice de nouveaux horizons et cette vision est le plus souvent accompagnée d'images encore confuses de réalisations possibles, images dont la compréhension et la mise en valeur exigent un travail de chercheur.

Cette vision de l'inventeur, qui entrevoit le but et s'y agrippe, est la marque de la recherche et du développement notoirement personnalisés enracinés dans le sol européen et se distingue de la manière de plus en plus impersonnelle qui prend le pas dans la recherche, où l'on se lance quasi à l'aveugle, sans prémonition du but, dans le défrichage systématique de tous les terrains vierges par un travail d'équipe dont l'ampleur est trop souvent affligée de gigantisme, en l'absence d'une ligne directrice affirmée par une seule volonté. Face à une telle « industrialisation » de la recherche — même si elle permet d'atteindre quelquefois plus rapidement le but mais à un prix déraisonnable — face à une telle « recherche automatisée », il convient chez nous d'être sur nos gardes ; car elle ne mène que trop facilement à la recherche comme but en soi, pour ne pas dire à la création illimitée d'occasion de travail. Il peut arriver qu'elle serve moins à la connaissance qu'à l'embellissement de publications « scientifiques » et de prospectus — par exemple par la reproduction en couleurs de structures moléculaires compliquées.



Le travail véritablement créateur en construction de machines s'exprime toujours finalement par une *réalisation* technique dans l'œuvre modelée par le *constructeur*.

Le fait que cette œuvre doit être fondée et étayée par la recherche et le calcul ne change rien au fait qu'en dernier ressort, l'œuvre concrète n'est due qu'à la force animatrice du constructeur.

Car le calcul lui-même — pour autant qu'il ne fasse pas partie de la recherche préparatoire — autrement dit le calcul qui assure l'œuvre technique, ne peut intervenir qu'une fois donnée la forme constructive.

La conformation d'une machine ou d'une pièce de machine doit toujours faire droit à un grand nombre d'exigences souvent contradictoires. Et seule une partie de celles-ci — par exemple les impératifs dictés par la résistance des matériaux, les flux ou les tensions thermiques, ou les conditions d'écoulement des fluides — se laisse à la rigueur traiter par le calcul différentiel. D'autres conditions en revanche — par exemple les méthodes de fabrication et d'usinage ou la protection contre l'usure et la corrosion — échappent de par nature à toute formulation quantitative. Et pourtant elles doivent toutes être considérées par le constructeur, dans leur essence et leur évolution, elles doivent toutes lui rester constamment à l'esprit, s'il est admis qu'il doive réussir à trier parmi les images des formes possibles et impossibles qui défilent dans son imagination, celles qui sont utilisables pour ensuite les transposer avec courage sur sa feuille blanche où enfin et seulement un contrôle numérique est possible.

La connaissance de l'instrument mathématique, mais avant tout aussi des conditions extrêmes et marginales des lois naturelles, est indispensable à toute réussite technique ; elle est nécessaire bien que non suffisante, car avec sa seule aide, l'œuvre de l'ingénieur reste informe. Pour celle-ci, il n'y a en fait que la force créatrice qui suffise, cette force — émanant du caractère du constructeur — vivante, imaginative et courageuse, décidant des formes constructives et du déroulement des processus techniques en conformité avec les lois naturelles.

Car la même proximité des réalités, qui projette devant les yeux du constructeur les formes constructives possibles, fait reconnaître à l'ingénieur le déroulement des processus complexes qui se passent dans la machine et lui permet de raconter de façon vivante l'histoire de cet événement et, du même coup, de formuler l'équation différentielle du problème. Pour la résoudre, il suffit dès lors d'un talent ou d'une intelligence mathématique formels, ce qui est plus facile à trouver que la force vivante et intuitive propres aux natures créatrices.

En outre, depuis peu, dans le secteur mathématique, nous avons les machines à calculer électroniques qui nous semblent, à nous de l'ancienne génération, comme un cadeau de conte de fées par rapport aux calculs numériques de plusieurs semaines dont nous avons eu l'habitude.

Ces merveilles nous permettent aujourd'hui — même en tenant compte de finesses qui laissent hors d'espoir toute solution analytique complète — de programmer le calcul des problèmes les plus compliqués tandis que la machine effectue le travail dans un temps extrêmement court.

Il est certain que ce progrès assurément heureux cache quelques dangers non négligeables : ce qu'il était autrefois

indispensable d'évaluer, les influences négligeables à laisser de côté, le choix judicieux des seules variantes à calculer numériquement, apparaissent aujourd'hui comme sans importance, voire comme une perte de temps, en raison des innombrables variantes données par la machine en un temps record, ainsi que cela est possible dans le cadre d'un seul et même programme. L'esprit ne se fie que trop facilement au programme pour se perdre ensuite dans les innombrables résultats, au lieu de réfléchir d'abord à fond au problème posé. Car il s'agit ici aussi d'une question de caractère, à savoir d'utiliser judicieusement — comme cela devrait être le cas pour l'ensemble de la technique — les machines à calculer électroniques et de ne pas prétendre — à tort — les amortir par une mise à contribution continue et improductive qui se résume à une création de travail pour la machine et le personnel.

Si de tels dangers existent déjà dans le travail de problèmes physico-techniques bien définis, combien sont-ils plus menaçants là où l'électronique est lancée à l'assaut de problèmes moins clairs touchant à l'économie ou à l'organisation. Dans ces derniers, les sources d'erreur se glissent trop souvent déjà dans les prémisses, ce qui fait que le résultat d'un calcul exactement conduit n'en est pas moins absurde.

Enfin, il reste encore à considérer ce qui suit si nous voulons reconnaître ce qu'il y a de caractéristique dans la structure de notre industrie. Notre technique moderne des machines n'a déployé ses effets visibles depuis guère plus d'une génération. Elle est fondée sur la connaissance moderne des sciences physiques et naturelles qui, pour leur part, même si elles sont l'aboutissement d'une évolution remontant aux premiers âges, sont issues directement de la culture occidentale.

Au cœur de l'Europe — dont notre pays fait incontestablement partie — la prédominance de la pensée rationnelle et aussi le sens très aigu des réalités et des réalisations ont rendu possible l'établissement d'une industrie à partir de traditions régionales et artisanales séculaires. Sur ces bases bien particulières sont nées dans notre pays de nombreuses petites et moyennes entreprises industrielles spécialisées dans la production de haute qualité. Elles ne sont aucunement des organismes figés dans un stade intermédiaire de leur croissance, mais leur petitesse est le plus souvent le résultat conforme et voulu par leur fondateur dont la personnalité, les capacités, la clairvoyance et le cœur ont tracé de plus le champ d'activité.

L'importance industrielle de notre pays est ancrée très profondément dans ce qui a été l'œuvre d'hommes de savoir et de caractère.

C'est la fertilité du terrain ainsi préparé qui a servi à l'essor des grandes entreprises industrielles. L'histoire de chaque firme montre clairement qu'elles ont été bâties non pour la production en masse mais pour répondre à la demande. Naturellement, l'entreprise ne grandit pas sans qu'une certaine dépersonnalisation n'intervienne tandis que sa vue d'ensemble est rendue plus difficile. Pourtant, ces conséquences ne sont pas inéluctables et devraient pouvoir être maîtrisées par des mesures spéciales d'organisation interne et par une limitation judicieuse des domaines de recherche et de fabrication qui conviennent plus particulièrement aux grandes entreprises.



Le produit du travail technique qui, sous forme de machines ou d'installations, sort de telles industries — et qui dans sa finalité doit être « au service de l'humain » sous les deux rapports existentiel et culturel — doit sur le plan purement technique répondre en premier lieu aux besoins de l'emploi. Cette condition utilitaire peut être remplie le plus souvent par bon nombre de variantes constructives, si bien que le constructeur mettra tout son savoir et sa fierté professionnelle à parvenir à une réalisation technique simple et économique en matériel et main-d'œuvre : il construira en fonction des propriétés de la matière et des nécessités de l'usinage. (Dans le cadre de la « perfection technique », cette économie a quelquefois été stigmatisée comme un signe de pauvreté.)

De nombreuses possibilités se présentent alors aux yeux du constructeur. Tout d'abord un choix quasi inépuisable de matériaux, depuis les produits non métalliques de synthèse toujours plus nombreux, en passant par les métaux non ferreux légers et lourds jusqu'au fer et aux aciers. Et rien que dans ce dernier domaine, quelle variété d'alliages et d'états : de l'antique fonte grise en passant par tout un assortiment de fontes spéciales jusqu'à la fonte d'acier, et de l'acier doux jusqu'aux aciers spéciaux à haute résistance mécanique et thermique. De plus, ce choix doit être fait en tenant compte des anciennes et nouvelles méthodes de moulage, par exemple de la fonte en coquille, par centrifugation, sous pression ou à la cire perdue. Il faut en outre considérer aussi dans le choix des matériaux, les problèmes de soudabilité, de traitements thermiques ou thermo-chimiques, de travail à chaud. Chaque nouvelle décision — mais aussi chaque variation dans l'ordre de grandeur de la production — entraîne non seulement la révision des procédés de fabrication et d'usinage, mais exige aussi une nouvelle forme constructive. Enfin, il y a longtemps que, pour le constructeur expérimenté, il va de soi non seulement de surveiller que les exigences classiques de résistance soient satisfaites, mais encore de réagir spontanément et sensitivement à l'égard de toutes concentrations possibles de tension, par exemple dans les variations brusques d'épaisseur ou les entailles ; ces détails de la « solidité de la forme » l'incitent peut-être inconsciemment déjà, à se protéger contre la sensibilité à l'entaille qui affecte tout spécialement les aciers les plus durs.

Il est évident que le travail technique se manifeste d'abord dans la reconnaissance et la mise au net du but et des possibilités d'y parvenir, ensuite dans la recherche des formes et enfin dans leur réalisation constructive. Et cela sous-entend l'étude parallèle des procédés de fabrication, l'adaptation aux traitements des matériaux et des surfaces exécutables par les techniques d'atelier, en tenant compte toujours de l'importance des séries de production.

Chercher et donner la forme ont eu certainement une prédominance décisive dans notre technique européenne et cela par disposition naturelle. S'il est vrai pour nous également que la fabrication est importante, nous devons nous garder de ce que l'attrait trompeur de la fabrication en masse ne sape les fondements de notre technique, à savoir la réalisation constructive.

Dans ce développement technique — vu sous l'angle des possibilités techniques — aucun arrêt n'est en perspective, même si nous parvenons une fois à accorder la fièvre industrielle actuelle aux besoins et à la dignité de l'homme.

Car ce développement est fécondé continuellement par des possibilités inattendues sorties de l'ombre, que ce soit sous forme de nouveaux matériaux ou procédés, ou sous forme de nouvelles connaissances scientifiques récemment acquises.

Nous devons, pour terminer, nous contenter d'effleurer ici quelques-uns de ces développements.

Les termes « nouveaux matériaux et nouveaux procédés » nous font penser aux découvertes révolutionnaires de la physique des corps solides qui nous a livré, par exemple, des substances magnétiques d'une efficacité insoupçonnée jusqu'ici, ou bien aux couches de contact ou d'arrêt pour transistors qui ont donné lieu à une expansion extraordinaire du domaine de l'électronique. Il faudrait aussi mentionner ici le fait que les possibilités de la turbine à gaz déjà clairement établies il y a un demi-siècle n'ont trouvé leur réalisation sur le plan du rendement thermique, qu'après le développement métallurgique des aciers à haute résistance à chaud.

En ce qui concerne d'autre part les nouvelles connaissances d'acquisition récente, il faut indiquer le développement prometteur des « éléments comburants » permettant la transformation directe de l'énergie chimique en énergie électrique, en évitant le détour par la production de chaleur et les pertes thermodynamiques qui s'y rattachent. Bien des recherches sont en cours aussi en relation avec l'utilisation de la supra-conductivité des métaux refroidis jusque vers le zéro absolu. Et c'est dans une tout autre direction que sont dirigés les travaux qui ont pour but de parvenir à freiner par un champ magnétique l'énergie d'écoulement de gaz ionisé de haute température.

Ce dernier procédé implique encore l'utilisation d'un aubage de turbine à gaz — indésirable parce qu'il limite la température de service — et ainsi nos turbines à gaz sont encore et toujours un obstacle sur la voie des hauts rendements thermodynamiques. Elles sont à peine satisfaisantes et ce résultat n'a été obtenu au cours des dernières décennies que grâce à l'amélioration considérable des qualités aérodynamiques des aubages. Ce perfectionnement n'aurait pas été possible sans la théorie des couches limites des écoulements liquides à laquelle est lié le nom de Prandtl et sans les essais de surfaces portantes et les connaissances acquises par la recherche aéronautique.

Enfin, mentionnons encore un domaine de recherche très actuel de la construction de machines : les problèmes en rapport avec les écoulements non stationnaires. Non pas que nous nous heurtions aujourd'hui seulement à ces obstacles ou que leur méthode de calcul ait manqué d'une base théorique ou mathématique. Les travaux essentiels de Riemann, d'Hugoniot et d'autres encore datent bientôt de cent ans et plus. Mais ce sont les machines très poussées dans leur rythme et leur puissance spécifique — en particulier les moteurs à combustion périodique — qui nous ont obligés, à cause de leurs temps d'admission ou d'échappement accomplis en un dixième ou un centième de seconde, à approfondir l'étude des processus non stationnaires.

Nous avons appris à les connaître d'abord par leurs effets indésirables : bruits d'échappement et d'aspiration, défauts d'écoulement et de remplissage provoqués par les vibrations des colonnes de gaz ou les effets d'étranglement dans



les « organes respiratoires » des cylindres voisins d'un même moteur. Mais on a appris bien vite non seulement à lutter contre ces effets — par exemple par des trains d'ondes opposées dans les silencieux — mais encore à s'en servir de façon positive — effets de résonance des colonnes d'air améliorant le remplissage des cylindres.

Et maintenant, on est déjà aux prises depuis quelque temps, avec la tâche séduisante de continuer, à la suite de la machine à vapeur du passé et des turbines à vapeur et à gaz du présent — autrement dit, après la grossière utilisation de la pression statique de la vapeur sur des pistons à mouvement alternatif, suivie de l'élégante transformation de l'énergie des écoulements par les aubages tournants des turbines — vers de nouveaux cycles de travail. Dans ceux-ci, des colonnes de gaz vibrantes — se comprimant et se détendant — fourniront à elles seules le travail et leur commande n'exigera plus qu'un dispositif d'obturation à l'entrée et à la sortie.

Un de ces développements concerne la suralimentation des moteurs à combustion au moyen d'air précomprimé. Les

réalisations actuelles utilisant l'énergie encore contenue dans les gaz d'échappement, consistent en une turbine à gaz entraînant un compresseur, groupe autonome travaillant en équilibre de puissance et s'adaptant à tous les régimes de marche du moteur à combustion.

On tente maintenant de remplacer ce groupe par un dispositif d'ondes de pression dans les canaux duquel les gaz d'échappement qui se détendent par à-coups compriment directement devant eux l'air frais comburant.

De manière analogue, la technique s'est développée dans les décennies écoulées — souvent par-delà les prévisions simultanément dans cent domaines et mille spécialités. Elle le fera encore à l'avenir — toujours à nouveau éperonnée par les nouvelles connaissances — sans qu'on puisse l'arrêter. Et dans la mesure où nous saurons maintenir en de bonnes mains cette progression, l'œuvre technique peut servir aux besoins d'existence de l'homme et l'aider dans sa destinée d'homme, en restant une profession qui honore et satisfait celui qui la pratique.

*(Traduction du texte original allemand)*

## L'ingénieur et le calcul électronique

Pierre-André Bobillier, ingénieur S.I.A., Genève

### Introduction

Le développement extraordinaire de ces dernières années a conduit à la nécessité de construire des ouvrages et des machines toujours plus importants, plus compliqués et plus coûteux. D'autre part, la haute conjoncture dans laquelle nous évoluons, jointe à une concurrence toujours plus intense, impose au maître de l'œuvre des délais de plus en plus courts pour l'établissement des avant-projets (pour le calcul de devis, par exemple) comme des projets eux-mêmes. Si nous ajoutons à ce tableau la pénurie de personnel technique qualifié, on imagine la situation dans laquelle se trouvent les industriels et les bureaux d'ingénieurs, situation qui peut se résumer comme suit :

- L'ampleur des ouvrages ou machines à construire est telle qu'une expérimentation au moyen de modèles réduits n'est plus possible parce que trop coûteuse et trop lente. Il faut donc calculer le plus possible et d'une manière aussi exacte que possible, la précision des résultats obtenus pouvant avoir des incidences financières importantes.
- Les problèmes à résoudre sont de plus en plus nombreux et de plus en plus compliqués. Ils doivent être résolus dans des temps très courts.
- Le personnel capable de résoudre ces problèmes se fait de plus en plus rare et, lorsqu'il est disponible, doit bien souvent se consacrer simultanément à plusieurs tâches et peut difficilement se concentrer sur l'une d'elles pendant un temps suffisant pour obtenir des résultats utiles avec les moyens classiques.

Il est par conséquent assez logique qu'on ait eu recours aux machines électroniques pour leur confier la partie laborieuse de la résolution des problèmes.

### Bref aperçu historique

Le développement du calcul électronique en Suisse remonte à 1949 ; la première initiative a été prise alors par le professeur E. Stiefel, directeur de l'Institut de mathématiques appliquées de l'Ecole polytechnique fédérale, qui décida de s'équiper avec une machine à calculer à relais. Cette machine resta pendant quatre ans dans cet institut et fut ensuite remplacée par l'ERMETH (Elektronische Rechen-Maschine der ETH), machine à calculer électronique à programme enregistré et à tambour magnétique développée, construite et mise au point par l'Institut de mathématiques appliquées entre 1953 et 1955.

Il faut ensuite attendre 1958 pour voir s'installer en Suisse d'autres calculateurs électroniques à l'EPUL, à l'Université de Berne, au CERN, de même que dans des centres de calcul privés. Ces machines permirent aux entreprises et bureaux d'ingénieurs suisses d'avoir de plus en plus recours à leurs services et de faire des expériences qui conduisirent plusieurs d'entre elles à acquérir leur propre machine. C'est ainsi qu'en 1961 et 1962 de nombreuses entreprises, de même que deux instituts de l'EPF, l'Université de Genève et celle de Bâle, ont installé un calculateur électronique.

Actuellement, une trentaine de calculateurs électroniques utilisés pour le traitement de problèmes scientifiques et techniques sont installés en Suisse. (Ce chiffre ne comprend pas, bien entendu, les nombreux calculateurs utilisés à la résolution de problèmes du type commercial.)

### Exemples d'applications

Les problèmes de l'art de l'ingénieur où peuvent s'appliquer les ordinateurs électroniques sont multiples. Ils



peuvent être soit du type technique, soit du type technico-économique. En effet, on se préoccupe, maintenant qu'on dispose de machines puissantes pour résoudre les problèmes, non plus seulement de trouver une solution possible à un problème donné, mais de trouver la solution la meilleure possible. On désire par exemple, parmi tous les ouvrages satisfaisant à des conditions données, construire celui qui sera le plus économique. Cette notion d'optimisation est très importante de nos jours où l'importance des ouvrages augmente sans cesse.

Dans le domaine du génie civil, de nombreux problèmes ont déjà été résolus sur machines : calculs de barrages, chambres d'équilibres, courbes de remous, ponts, poutres continues, cadres, lignes de transport d'énergie, etc...

En mécanique, on peut citer les calculs de vitesses critiques d'arbres en rotation (flexion ou torsion), les calculs d'engrenage, ou encore l'étude du comportement d'une locomotive tout entière. Il faut également citer le domaine nouveau du contrôle numérique des machines-outils pour lequel les ordinateurs électroniques sont déjà mis à contribution.

En électrotechnique, on calcule les transformateurs, les machines tournantes, les régulateurs, etc. On peut calculer l'influence de certains phénomènes transitoires, sur des lignes par exemple, et leur déroulement dans le temps.

En électronique, de nombreux calculs de filtres, d'antennes ou de circuits de tous genres ont été exécutés. Les problèmes relatifs à la stabilité des circuits complexes sont aisément résolubles.

D'une manière générale, on a dans tous les domaines à traiter des données d'expériences. Ces expériences se compliquent de plus en plus et l'information à exploiter augmente sans cesse. La tendance se manifeste qui consiste à saisir l'information là où elle se trouve, par exemple en couplant un perforateur de bande ou de cartes aux appareils de mesures. Ce procédé évite évidemment la retranscription manuelle de l'information d'où un gain de temps et une diminution des erreurs.

Si l'on pousse cette notion un peu plus loin, on en arrive à vouloir traiter l'information, provenant des appareils de mesures connectés à un processus quelconque, immédiatement lorsqu'elle est disponible. C'est ce qu'on appelle le contrôle de processus en temps réel, notion qui commence à s'introduire chez nous. (Exemple des fabriques de ciment, de papier, industries chimiques.) Dans les cas où le processus et les appareils sont dispersés géographiquement, on a recours à la technique du « teleprocessing », c'est-à-dire à la transmission à distance des informations numériques nécessaires.

### Processus de résolution d'un problème

Voyons maintenant quelles sont les étapes dans la résolution d'un problème au moyen d'un ordinateur électronique.

On peut les diviser en six :

1. Formulation du problème et mise en équation.
2. Choix d'une méthode numérique de résolution.
3. Tracé de l'organigramme.
4. Programmation.
5. Essais et mise au point du programme.
6. Calculs proprement dits (production).

Les étapes 1 et 2 sont bien connues de l'ingénieur. Vient ensuite le tracé de l'organigramme. Il s'agit d'établir un schéma logique du calcul où l'on fait figurer les éléments importants de l'organisation du problème tels que : calculs, décisions logiques, entrée de données, sortie de résultats. Il s'agit simplement de mettre sur papier la suite de toutes les opérations que devra effectuer la machine lors de la résolution du problème. C'est un peu ce que nous faisons, lors d'un calcul manuel, lorsqu'on prépare les tableaux qui devront être remplis peu à peu.

Une fois l'organigramme terminé, on peut passer à la phase 4 : la programmation. La programmation consiste à transcrire l'organigramme en un langage acceptable par la machine. Cela peut être le langage machine lui-même, procédé actuellement abandonné parce que trop long et donnant lieu à de trop nombreuses erreurs, ou un autre langage plus proche du langage humain pour lequel un traducteur existe sur la machine donnée.

C'est seulement lorsque le programme sera terminé qu'on aura besoin de la machine pour l'essayer. Il aura été, au préalable, perforé dans une bande de papier ou des cartes. On fait alors le calcul sur un jeu d'essais dont on connaît les résultats et, si tout est en ordre, on passe aux calculs réels.

Les méthodes utilisées sont souvent les mêmes que celles employées lors du calcul manuel. Or, se limiter à ces méthodes c'est se priver d'une partie importante des services que peut nous rendre un ordinateur. Il faudra donc sortir des chemins battus et ne pas craindre d'appliquer des méthodes nouvelles, favorables aux machines, même si elles sont impraticables à la main. On peut citer, à titre d'exemples, le calcul matriciel et la méthode de Monte-Carlo qui fait intervenir des nombres aléatoires. Ces méthodes sont largement utilisées aujourd'hui.

### Une nouvelle profession : l'ingénieur mathématicien

La création des centres de calculs, soit dans les universités, soit au sein des entreprises qui se sont équipées d'une machine, soit dans les maisons où le centre de calcul est l'activité essentielle a naturellement donné naissance à une nouvelle profession qu'on peut appeler *ingénieur mathématicien*.

Dans les deux ou trois dernières années, de nombreux ingénieurs de nos écoles se sont spécialisés dans cette direction soit après avoir travaillé dans un institut de mathématiques appliquées, soit avec une formation habituelle d'ingénieur en génie civil, mécanique, électricité ou physique. Il est important de remarquer que ces ingénieurs doivent travailler intensément pour assimiler les méthodes propres au calcul électronique, mais qu'ils ont sur le mathématicien l'avantage de connaître mieux les problèmes pratiques des ingénieurs. Le mathématicien par contre a l'avantage, souvent extrêmement important, de ne pas s'engager a priori dans les méthodes couramment enseignées dans nos écoles, qui ont été développées en vue d'une résolution manuelle et qui ne sont pas toujours les plus efficaces, ainsi qu'il est mentionné plus haut.

Un aspect intéressant dans cette profession est le dialogue qui s'établit toujours entre le spécialiste du calcul automatique et l'ingénieur auquel se pose le problème.

C'est la plupart du temps cette collaboration qui produit le plus de fruits.



Afin de mettre de plus en plus les ordinateurs au service de l'ingénieur, des langages de programmation proches du langage mathématique ont été mis au point. L'ingénieur peut alors, après deux à trois jours d'étude, programmer lui-même ses problèmes et considérer alors l'ordinateur électronique comme un outil de travail courant.

Deux solutions s'offrent à lui :

1. Utiliser la machine se trouvant dans son entreprise, s'il y en a une.
2. Avoir recours à un centre de calcul, universitaire ou privé, où une bibliothèque de programmes, le plus souvent abondante, lui permet de résoudre les problèmes courants et où, en cas de problèmes spéciaux, il peut faire faire la programmation. Il existe actuellement des machines de puissances très variées auxquelles l'ingénieur pourra choisir d'avoir recours, suivant l'ampleur de ses problèmes. Notons en passant qu'il n'est pas indispensable pour l'usage d'un centre de calcul de se rendre auprès de la machine. Tout se fait bien souvent par correspondance, voire par téléphone, les travaux étant effectués par un opérateur d'après les instructions reçues. Cette procédure est d'ailleurs appliquée de plus en plus dans tous les grands centres de calculs équipés d'une machine puissante et où il est nécessaire d'avoir un « rendement » aussi élevé que possible (éviter les temps morts, supprimer les arrêts machines dus à des fautes de programmation, etc.).

Dans ces installations, les programmes sont donnés au service compétent sous forme de documents écrits manuellement. Le service fait perforer le programme et le fait passer en machine. L'utilisateur reçoit alors les résultats imprimés de son problème avec, le cas échéant, des remarques sur les conditions spéciales rencontrées en cours d'exécution.

#### Les avantages du calcul électronique

Nous citerons quelques-uns des avantages que le calcul électronique apporte à l'ingénieur.

- Tout d'abord, la certitude dans laquelle il se trouve de pouvoir résoudre des systèmes d'équations, même très compliqués, lui permet de poser les problèmes tels qu'ils doivent l'être, c'est-à-dire sans négliger dès l'abord certains facteurs importants.
- Ensuite, il peut résoudre mieux ses problèmes car, disposant du programme de calcul, il pourra faire varier les paramètres et étudier les répercussions de ces variations sur les résultats. Il sera sûr des résultats obtenus car la machine travaille avec une sécurité beaucoup plus grande que lui-même.
- Dans les processus itératifs, où l'on se rapproche de plus en plus de la grandeur cherchée, il pourra laisser

faire à la machine un grand nombre de calculs, ce qui conduira à un résultat plus précis que celui qui aurait pu être obtenu à la main.

- La constitution du programme, dans les cas où il n'existe pas en bibliothèque, se fait une seule fois et cet investissement unique permettra de résoudre ensuite tous les problèmes du même type qui se poseront sans qu'il soit nécessaire, chaque fois, de repenser le problème et d'en réétudier la résolution.

#### L'ingénieur face à ces nouvelles possibilités

L'ingénieur ne doit plus craindre les ordinateurs électroniques, ces machines qui ont été décrites, surtout à leurs débuts, comme des « monstres électroniques » accessibles seulement aux initiés, des « machines qui pensent », etc. Le calcul électronique doit devenir pour lui un outil de travail courant et familier auquel il aura de plus en plus recours. Peu à peu, il s'apercevra qu'il est possible de déléguer à la machine la partie de son travail qui ne nécessite pas son intervention, c'est-à-dire tous les calculs routiniers, et se consacrer plus à sa tâche d'ingénieur, à la partie créatrice dans laquelle il trouve vraiment une satisfaction et où il peut le mieux exercer ses facultés professionnelles. Le plus souvent d'ailleurs, le calcul électronique aidera l'ingénieur à préciser encore plus ses idées que par le passé. En effet, un bon programme de résolution sur machines doit prévoir toutes les circonstances qui peuvent être rencontrées dans le calcul et prévoir pour chacune d'elles ce que la machine devra faire.

#### Conclusion

Le calcul électronique va permettre l'élévation du niveau des préoccupations de l'ingénieur en le déchargeant de tout ce qu'il doit faire actuellement de routinier. C'est un outil extrêmement puissant et facile à utiliser qu'il ne doit plus, qu'il ne peut plus ignorer. Il est important qu'il ait, face aux possibilités presque illimitées du calcul électronique, l'esprit ouvert en étant persuadé que les ordinateurs lui apporteront des satisfactions profondes en lui permettant de laisser libre cours à son imagination et à son enthousiasme dans la recherche et l'application de solutions originales à des problèmes compliqués. Les machines lui apporteront très souvent les moyens, qui lui faisaient défaut il y a quelques années, de résoudre des problèmes jugés à l'époque trop complexes et qui avaient été, soit laissés dans un fond de tiroir avec l'espoir de pouvoir les ressortir un jour, soit simplifiés de manière à pouvoir être résolus ; on pouvait se demander alors dans quelle mesure la solution obtenue représentait encore le phénomène réel.

Dans la mesure où le calcul électronique rend possibles des solutions plus exactes à tous ces problèmes, il fait reprendre peu à peu aux mathématiques la place à laquelle elles ont droit dans l'art de l'ingénieur.



## L'ingénieur forestier

Ferdinand Roten, ingénieur S.I.A., Rudolfstetten

Il ne faut guère s'étonner qu'une profession telle que celle d'ingénieur forestier, qui n'est représentée en Suisse que par environ 300 individus, soit en général assez peu connue du grand public. Il est en revanche plus frappant de constater que le rôle et la vraie activité de l'ingénieur forestier sont parfois totalement ignorés dans le milieu des autres ingénieurs et des architectes, qui ont cependant, pour la plupart, accompli leurs études sous la même grande coupole de notre Ecole polytechnique fédérale. Alors qu'on peut se représenter assez facilement l'art du médecin, de l'architecte ou de l'avocat, on se fait volontiers du forestier l'image d'un promeneur solitaire, parcourant à journée faite des bois qui « poussent tout seuls », observant les curiosités de la nature et se bornant à prononcer çà et là des interdictions sur la base d'une loi qui apparaît souvent fort exclusive aux yeux du profane. Il faut avouer que les forestiers eux-mêmes ont peut-être par trop négligé une tâche en soi très importante, celle d'éclairer le public et de l'introduire dans le secret de leurs problèmes. Victimes d'un individualisme parfois trop poussé et se trouvant de par leur fonction assez dispersés dans les diverses régions du pays, ils ont tendance à se complaire dans un certain isolement, dont ils ne sortent que pour rencontrer à l'occasion des collègues de même profession. Des efforts très louables ont été entrepris au cours de ces dernières années par la Société forestière suisse et les diverses associations de propriétaires forestiers du pays pour tenter de combler cette lacune. Radio, télévision, cinéma et presse ont été mis à contribution pour éveiller l'intérêt de la population sur les questions forestières et lui apprendre ce qu'elle doit à la couverture boisée de notre pays. D'excellents ouvrages de vulgarisation ont été publiés tant sur la forêt que sur la profession de l'ingénieur forestier. La S.I.A., qui compte depuis longtemps dans ses rangs de nombreux ingénieurs forestiers et qui, récemment, a créé un groupement professionnel des ingénieurs forestiers, se doit aussi de coopérer à cette œuvre. Elle aidera ainsi à une meilleure diffusion des problèmes forestiers. Elle contribuera aussi, sur le plan général, à assurer cette harmonie qui doit régner entre les différentes catégories d'ingénieurs et qui ne peut découler que d'une meilleure connaissance mutuelle des tâches et des aspirations des uns et des autres.

C'est seulement vers la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle que l'on vit apparaître en Suisse les premiers forestiers jouissant d'une formation spéciale, qu'ils avaient acquise dans les hautes écoles de l'étranger. On ne connaissait auparavant que des « gardes forestiers » dont la fonction se bornait à veiller à l'exécution de règlements locaux dictés par la menace de la pénurie croissante de bois ou par celle de catastrophes naturelles, telles qu'avalanches, chutes de pierres, inondations. Dès la fondation de l'Ecole polytechnique fédérale en 1855, la Confédération institua une section des sciences forestières d'où sont sortis régulièrement depuis lors un nombre d'ingénieurs forestiers pouvant varier de 5 à 20 par année. On obtint ainsi les recrues nécessaires au développement des services forestiers restés jusque-là à un stade plutôt embryonnaire et on peut bien affirmer que l'épanouisse-

ment d'une sylviculture adaptée aux conditions de notre pays date du moment où les personnes chargées de la gérance des forêts purent recevoir chez nous une instruction scientifique appropriée.

C'est également pendant la deuxième moitié du XIX<sup>e</sup> siècle que la Confédération se donna une législation forestière qui constitue la base de l'organisation actuelle de notre économie forestière. Déjà lors des inondations catastrophiques de 1834 et de 1839, qui ravagèrent une partie des cantons groupés autour du massif du Saint-Gothard, des personnes avisées avaient attribué la gravité du désastre au déboisement des montagnes. Ce furent ces événements qui suscitérent sans doute l'introduction dans la Constitution de 1848 d'un principe nouveau, en vertu duquel le gouvernement central s'attribuait un droit de surveillance sur la police des forêts de haute montagne, tout en laissant aux cantons le soin de légiférer en la matière. Pour se rendre compte de la portée pratique de cette disposition constitutionnelle, le Conseil fédéral ordonna, en 1857, une expertise sur l'état des forêts de haute montagne. Cette expertise fut confiée aux professeurs Landolt, Culmann et Escher de la Linth, chacun devant traiter respectivement les aspects forestier, hydraulique et géologique de la question. Les trois illustres experts firent au gouvernement l'exposé objectif d'un état de fait qui devenait alarmant et leurs conclusions peuvent être résumées en ces termes : « Les dévastations causées par les eaux, les avalanches et les chutes de pierres sont devenues plus fréquentes et plus considérables. Ces désastres sont dus en général aux interventions néfastes de l'homme, qui a méconnu les lois de la nature en exploitant les forêts d'une manière désordonnée et en abusant avec une imprévoyance coupable. Les forêts d'une partie des Alpes marchent à une ruine totale, si on ne parvient pas à améliorer le traitement auquel elles sont soumises et si on ne limite pas les exploitations aux produits annuels qu'elles peuvent donner. »

Une nouvelle fois, en 1868, la nature vint donner une dure leçon au peuple suisse. D'énormes dégâts furent causés dans les cantons d'Uri, de Saint-Gall, des Grisons, du Tessin et du Valais par les hautes eaux du 5 octobre et furent estimés à l'époque à 14 millions de francs. Manifestement, les problèmes à résoudre pour parer à de nouvelles catastrophes dépassaient l'échelle cantonale et seule la Confédération pouvait agir avec l'efficacité requise. Les Chambres fédérales décidèrent en 1871 d'apporter une aide substantielle aux travaux prévus pour l'endiguement des torrents et les reboisements en montagne. De cette décision à l'introduction d'une loi fédérale sur les forêts, il n'y avait qu'un pas à franchir, ce qui fut fait en 1876. Quoique timide au début, puisque la nouvelle loi ne s'appliquait qu'aux forêts de montagne, elle permit cependant de créer les bases d'un service forestier et d'assurer une protection plus efficace des forêts suisses dans le bassin de réception des torrents et des avalanches. Le nouveau régime n'ayant eu que d'heureuses répercussions, on résolut, un quart de siècle plus tard, de l'étendre à l'ensemble du territoire et de placer désormais toutes les forêts sous la surveillance de la



Confédération. Une nouvelle loi révisée vit le jour en 1902, laquelle est encore en vigueur aujourd'hui et dont voici les dispositions les plus importantes :

- la surface boisée de la Suisse ne doit pas être diminuée ;
- les coupes rases sont interdites dans les forêts protectrices, même dans celles des particuliers ;
- les forêts publiques doivent être aménagées et administrées conformément au principe du rendement soutenu ;
- les cantons répartissent leur territoire en arrondissements forestiers et engagent un nombre suffisant d'ingénieurs forestiers porteurs du brevet fédéral d'éligibilité ;
- les bassins de réception des torrents dangereux doivent être reboisés ;
- les servitudes nuisibles à la forêt doivent être rachetées ;
- la Confédération subventionne les travaux de reconstitution et de reboisement dans la zone des forêts protectrices, les travaux de correction de torrents et ceux de défense contre les avalanches. Elle encourage également par des subsides la création de chemins forestiers et d'installations pour le transport des bois.

Cette loi fédérale sur les forêts est une loi-cadre. Elle énonce des principes et certaines dispositions générales, mais laisse aux cantons une large autonomie dans l'organisation de la gestion de leur domaine forestier. C'est ainsi que chaque canton a son inspecteur cantonal, secondé généralement par un ou plusieurs adjoints. Les cantons sont subdivisés en arrondissements forestiers à la tête desquels se trouve un inspecteur des forêts chargé d'assurer la gestion des forêts de son arrondissement, dont l'importance, tant sous le rapport de la surface boisée que sous celui de la possibilité totale des forêts, varie énormément. Pour l'ensemble des 133 arrondissements existant actuellement, la surface boisée atteint une moyenne de 6680 ha.

Déjà renseigné sur les principes de notre législation forestière, le lecteur se représentera mieux les attributions de l'ingénieur forestier responsable de l'administration d'un arrondissement. Sa mission pourrait être formulée comme suit :

- conserver la couverture boisée en raison de sa fonction bienfaisante sur le climat, le régime des eaux et la population ;
- ajuster les coupes de bois à l'accroissement réel des forêts et les répartir de façon à obtenir un rendement soutenu ;
- développer la production ligneuse en qualité et en quantité par des mesures culturales adéquates.

Dans la zone des Alpes et des Préalpes, où se trouvent la majorité des forêts essentiellement protectrices, les tâches techniques de l'ingénieur forestier l'emportent sur celles purement sylviculturales. Il doit doter des forêts encore insuffisamment desservies d'un réseau de chemins répondant aux exigences modernes du transport et de l'exploitation des bois. C'est également dans cette zone du pays que le service forestier est appelé à construire le plus de travaux de défense contre les avalanches. Depuis quelques années, le problème de la séparation de la forêt et du pâturage, lié à celui du reboisement de vastes étendues de pâturages de montagne taxés aujourd'hui d'improductifs et



Fig. 21. — Travaux de reboisement sur la ligne du Lötschberg  
En haut : Etat en 1926  
En bas : Etat en 1957

d'impropres au parcours du bétail, ont rapidement passé à l'avant-garde. Dans le Plateau et le Jura, l'inspecteur forestier est surtout absorbé par les tâches touchant à l'aménagement et à la sylviculture proprement dite. Matière essentiellement vivante, la forêt se cultive selon des règles qui ont leur fondement dans les lois de la nature. Les coupes successives qu'on y pratique ne sauraient viser uniquement à livrer du bois à la consommation. Judicieusement marquées, elles apportent la lumière aux groupes de recrû qui vont former le peuplement futur. Placées toujours sous le signe de la sélection, elles améliorent la qualité du matériel qui va continuer à pousser, en éliminant ce qui est mûr, gênant ou indésirable. Par une série d'interven-



Fig. 22. — Le résultat visible des travaux de l'ingénieur forestier n'apparaît souvent qu'après de longues années



tions culturelles qui suivent la croissance des peuplements, le sylviculteur les modèle, active la croissance des bois les meilleurs, tout en assurant la pérennité de la production. En rappelant ici que la forêt suisse fournit par année près de 4 millions de m<sup>3</sup> de bois, que 35 000 bûcherons abattent et façonnent chaque hiver, on entrevoit facilement les tâches de l'ingénieur forestier sur le plan de l'économie et de l'organisation du travail.

Alors que nos pères ont appris l'importance vitale des forêts dans les dures leçons des catastrophes du siècle passé, il a fallu deux guerres pour en saisir l'importance économique. Pendant la période de 1939 à 1946, les exploitations ont été

doublées pour ravitailler en bois le pays coupé de ses importations. Dans le rythme de notre vie moderne, spécialement à proximité des grands centres industriels, la couverture boisée acquiert une valeur protectrice nouvelle, celle de sauvegarder la santé de l'homme en lui offrant un refuge de repos et de liberté. A ce titre également, le principe de la conservation intacte de notre aire forestière, bien ancré dans notre législation, garde encore toute sa valeur. Appelé à participer à l'aménagement du territoire, le forestier devra plus que jamais faire entendre sa voix dans le forum des techniciens pour conserver au pays un patrimoine précieux, dont les richesses ne sauraient être inépuisables.

## L'ingénieur du génie rural

Eduard Strebel, ingénieur S.I.A., Liebfeld-Berne

Que signifient, pour une personne non initiée, les termes d'« ingénieur du génie rural » et d'« amélioration foncière » ? Ces notions sont à tel point ignorées du grand public que l'ingénieur du génie rural est souvent confondu avec l'ingénieur agronome et que l'on attribue aux améliorations foncières le rôle pur et simple d'améliorer le sol au moyen de drainages. L'ingénieur du génie rural doit son nom au but de sa profession, qui est de procurer à l'agriculture, par des mesures techniques de tous genres, des terres aptes à être cultivées. L'essence même de cette profession est donc le soin d'assurer une utilisation optimum du sol. Alors qu'autrefois, ce soin ne portait que sur le terrain nourricier, il porte aujourd'hui également sur l'utilisation judicieuse du sol pour le logement et la circulation. Autrement dit, l'activité de l'ingénieur du génie rural ne se limite plus aux travaux techniques destinés à améliorer les conditions de production de l'agriculture. Du fait qu'il se préoccupe intensément de tout ce qui a trait au sol et qu'il étudie les mesures auxquelles il est possible de le soumettre — mensuration, amélioration et remembrement —, l'ingénieur du génie rural est capable de collaborer très activement au plan d'aménagement visant à utiliser le plus rationnellement possible le sol devenu déficitaire. Rappelons à ce propos que, dans les pays civilisés, les tâches relevant de la mensuration et des mutations dans la propriété foncière sont, en règle générale, confiées à un spécialiste mandaté par l'Etat. Dans notre pays, ces fonctions sont attribuées à un géomètre du cadastre en possession d'un brevet. En général, l'ingénieur du génie rural acquiert, lui aussi, ce brevet, grâce à quoi son champ d'activité est considérablement élargi.

Le présent numéro du Bulletin S.I.A., publié à l'occasion du 125<sup>e</sup> anniversaire, de la Société, se propose de donner un aperçu de l'évolution qu'ont subie, ces 25 dernières années, les différentes branches des professions d'architecte et d'ingénieur. Pour l'ingénieur du génie rural, il s'agit précisément de la période caractérisée par l'éclatement du cadre professionnel primitif. Dans les années 30 de notre siècle, il n'était encore qu'un ingénieur civil exerçant sa profession à la campagne. Son activité principale se limitait alors, dans notre pays, aux améliorations foncières proprement dites : drainages, modestes travaux de correction de cours d'eau,

irrigation, défrichements. D'autres mesures s'étaient ajoutées à cette liste, notamment celles destinées à faciliter l'exploitation des terrains agricoles : remaniements parcellaires, routes et chemins, téléphériques, adductions d'eau, etc. La situation difficile pendant la deuxième guerre mondiale, devenant de plus en plus critique dans le domaine du ravitaillement en denrées alimentaires, engagea l'Etat à encourager les améliorations foncières par une aide financière extraordinaire très considérable. Le « Plan Wahlen », bien connu de tous, demandait à l'agriculture d'élargir énergiquement la culture des champs. Toutefois ce but ne put, en maints endroits, être atteint que grâce à d'importants travaux d'améliorations foncières.

Dès les années 40 et notamment après la fin de la guerre, le champ d'activité des ingénieurs du génie rural s'étendit nettement. Un nombre toujours plus considérable de grandes communes de caractère rural ou semi-rural éprouvèrent le besoin de confier à un spécialiste leurs problèmes complexes relevant du domaine du plan d'aménagement et du génie civil. Ainsi fut créée la fonction d'ingénieur communal exercée à plein temps ou à côté d'autres attributions. L'ingénieur du génie rural possédant le brevet de géomètre est prédestiné à cette tâche, puisque, grâce à sa formation professionnelle, il est versé dans les problèmes que posent le sol et l'eau, ainsi que dans les questions juridiques qui leur sont propres.

L'évolution est irrésistible, et elle accentue de plus en plus la carence du sol. Cette situation appelle l'application d'un plan d'aménagement se fondant sur les dispositions légales de l'Etat. Si l'établissement d'un tel plan revêtait une grande importance lors du remembrement des terrains agricoles déjà, il s'impose d'autant plus, maintenant qu'il englobe au surplus les zones industrialisées et les zones de construction. En face des multiples intérêts qui s'affrontent dans l'utilisation du sol disponible, dont l'extension n'est plus possible, l'ingénieur du génie rural se voit placé devant des tâches toujours plus complexes. Citons à titre d'exemple le plan des zones communales et le problème du remembrement soulevé par la construction des routes nationales.

L'évolution esquissée s'est, bien entendu, répercutée aussi sur la formation professionnelle au degré universitaire. Aux



disciplines qui mettaient l'accent sur l'agriculture s'en sont ajoutées d'autres, relevant du plan d'aménagement et du domaine juridique. Elles doivent permettre à l'ingénieur du génie rural de résoudre d'une manière aussi complète que possible les problèmes complexes que posent le sol et son exploitation.

L'allusion aux tâches relevant du plan d'aménagement constitue en même temps une réponse à la question soulevée à diverses occasions : celle de la délimitation des compétences entre le domaine du génie civil et celui du génie rural. En fonction de ses attributions professionnelles, l'ingénieur du génie rural ne peut pas s'adonner d'une manière approfondie à la statique et à la construction. Il appartiendra bien plutôt à l'ingénieur civil de se spécialiser dans ce domaine et d'exécuter les ouvrages particuliers qui en relèvent ; l'ingénieur du génie rural — les exceptions confirment la règle — se concentrera sur des constructions plus simples. En revanche, il déploiera son activité dans le domaine du plan d'aménagement et de la coordination.

Un rapport sur la profession de l'ingénieur du génie rural se doit de mettre l'accent également sur les problèmes actuels les plus brûlants. Il s'agit notamment du manque de personnel qui se manifeste ici comme ailleurs. On demande à l'agriculture, sous le signe de l'intégration européenne, une rationalisation technique qui appelle l'exécution plus

poussée des remaniements parcellaires. D'autre part, les régions de montagne doivent pouvoir disposer, pour leur agriculture, d'un meilleur équipement technique. Enfin, les routes nationales et les industries qui se développent exigent l'application d'un plan d'aménagement. Afin d'adapter aux besoins actuels l'effectif des spécialistes formés au degré universitaire, il était nécessaire d'augmenter sensiblement le nombre des étudiants à l'Ecole polytechnique fédérale dans la branche du génie rural. Ce but a été atteint grâce à une campagne de recrutement. Dans le secteur de la mensuration, un allègement est en vue, en ce sens qu'il est prévu de pousser la formation de techniciens.

Récemment encore, les ingénieurs du génie rural étaient organisés en une société indépendante. Après de longs pourparlers, cette société a été dissoute en 1961 pour se reformer sous le titre de Groupe professionnel S.I.A. Ce fait illustre la prise de conscience, chez ses membres, du besoin de collaborer avec les représentants d'autres professions, pour réaliser les tâches qui se posent aujourd'hui. L'ingénieur du génie rural devenant, de simple spécialiste en matière de constructions agricoles, un planificateur au sens large du terme, entrera, au sein de la S.I.A., en contact encore plus direct avec les autres branches de la technique.

*(Traduit du texte original allemand)*

## L'ingénieur topographe

**Karl Weissmann, ingénieur S.I.A., Zurich**

Toutes les planifications et les études de constructions du génie civil sont basées sur les résultats d'une mensuration. Il en est de même dans beaucoup d'autres domaines, par exemple pour l'administration publique et civile, ou pour les besoins de l'armée, etc.

En général, le résultat final des mensurations est publié sous forme de plans ou de cartes, dont l'exactitude et la beauté graphique sont reconnues et appréciées. Il est donc bien compréhensible que le profane ne puisse pas se rendre compte du travail de détail complexe de l'ingénieur topographe, travail qui précède l'édition des plans : recherches théoriques, organisations administratives et techniques, mesures sur le terrain, calculs et contrôles. De plus, il lui est très difficile de comprendre la signification propre qu'il faut attribuer aux résultats abstraits des calculs numériques. Le but de ces lignes est de donner un aperçu des activités de l'ingénieur topographe et de montrer les tendances du développement des instruments et méthodes qu'il utilise.

En Suisse, le domaine des mensurations est caractérisé depuis 1937 d'une part par la nécessité de dresser d'urgence les cartes militaires, d'autre part par les besoins civils croissants de dresser des plans à grande échelle : ces besoins ont été provoqués pendant la guerre par le plan Wahlen, puis par des constructions hydroélectriques importantes, par l'essor économique d'après-guerre et les pro-

blèmes démographiques qui nous forcent à planifier à long terme l'utilisation rationnelle de nos terres et notre réseau de communications.

Cette évolution se manifeste également à l'étranger. La reconstruction des villes et des régions dévastées par la guerre, l'amélioration nécessaire de la structure agricole des pays d'Europe et enfin le développement économique et technique des jeunes nations d'outre-mer exigent l'engagement de tous les moyens et de tous les cadres disponibles.

Les problèmes cités demandent surtout un relevé topographique précis de la surface de la terre au moyen de mensurations. Par ailleurs, n'oublions pas que les mesures de haute précision pour le piquetage et la détermination des déformations de grandes constructions ont gagné une importance croissante.

Personne ne sera donc étonné de constater que le développement des instruments, des méthodes et des organisations de mensuration se soit accéléré d'une façon prodigieuse durant les dernières années. Il semble encore prématuré de vouloir établir un catalogue des nouveautés, mais il pourrait être utile de relever quelques tendances, qui nous paraissent dignes d'intérêt.

Il y a toujours eu une corrélation étroite entre les instruments et les méthodes géodésiques. Nous ne mentionnons pas ici tous les détails du développement incessant



des instruments classiques de mensuration — c'est là un domaine traditionnel de l'industrie suisse. Il y a lieu de signaler cependant les progrès réalisés dans la qualité des fabrications en série d'instruments de précision et dans la recherche systématique de nouvelles combinaisons d'éléments optiques, qui assurent des performances extraordinaires aux appareils de restitution stéréophotogrammétriques et aux chambres photographiques automatiques modernes. C'est grâce à ces progrès que, par exemple, la photogrammétrie aérienne s'est révélée si rationnelle, aussi bien du point de vue du personnel que du temps nécessaire, qu'elle a remplacé presque entièrement, du moins en terrain ouvert, les levés à la planchette. Ceci s'applique même aux plans établis à grande échelle.

D'autre part, l'évolution de la technique électronique a littéralement bouleversé les moyens et les méthodes de mensuration. Il est extrêmement impressionnant de constater que les dispositifs électroniques permettant de mesurer avec précision des distances entre 1 et 400 km sont en quelques années devenus des moyens d'usage habituel dans les vastes régions d'outre-mer. Sans doute, ces méthodes remplaceront de plus en plus, même en Europe, la triangulation classique.

La précision de la navigation des avions de mensuration influence fortement le rendement de leurs vols, surtout s'il s'agit de relever par une méthode photogrammétrique, dite triangulation aérienne, des régions ne possédant pas encore de triangulation terrestre. C'est grâce aux développements incessants des éléments électroniques que l'efficacité de cette méthode s'est améliorée de plus en plus, profitant d'une détermination plus exacte de la position et des éléments d'orientation de la chambre photographique au moment des prises de vue.

Depuis la guerre, l'engagement des calculatrices électroniques a permis d'automatiser les calculs que l'ingénieur topographe doit effectuer. Là encore, il ne s'agit pas seulement d'une possibilité future, mais de réalisations pratiques utilisées aujourd'hui sur une grande échelle. Ces moyens de calculs électroniques influencent même fortement les tendances de développement des instruments et les méthodes de notre profession. Les arguments contre les méthodes numériques avec leurs formules compliquées et leur grand nombre de chiffres sont aujourd'hui dépassés. Le calcul électronique basé sur les résultats de mesures permet même de tenir compte de l'influence des erreurs systématiques des instruments de mensuration, ce qui a dès maintenant une influence notable sur les principes de leur construction.

L'application des techniques nouvelles aux instruments de mensuration permet d'enregistrer automatiquement les lectures de mesures sans l'intervention de l'observateur. De ce fait, elle a ouvert à la mensuration l'engagement systématique des procédés du calcul électronique. Les nouveaux appareils évitent les erreurs de lecture et de transcription et fournissent directement les valeurs mesurées, sous forme de cartes ou de bandes perforées, c'est-à-dire dans le langage même de la calculatrice électronique.

Dans les instruments stationnaires, par exemple l'appareil de restitution et le coordinatographe, ces possibilités sont déjà couramment utilisées dans la pratique, alors que les instruments de campagne correspondants ne sont encore

que des prototypes. Le report automatique des résultats du calcul électronique par des coordinatographes utilisant des données sur cartes ou bandes perforées vient d'être introduit dans la pratique.

Nous ne pouvons ici analyser plus en détail l'influence et l'importance de cette évolution. Il suffit de constater que l'ingénieur topographe, étant donné son instruction qui lui a appris à mesurer, à calculer, à analyser et à organiser, se voit dans une position favorable lui permettant de se servir sans difficultés de ces moyens modernes.

Face à l'évolution progressive et rapide de la technique du calcul électronique, il est permis de rechercher les caractéristiques futures de la mensuration dans les possibilités offertes par cette nouvelle voie. Pour l'instant toutefois, tout semble encore en mouvement et il ne nous paraît guère possible de définir d'une manière valable les limites de ces applications, même en ce qui concerne les quelques prochaines années. Deux remarques nous semblent néanmoins permises :

— Il est certain que l'efficacité et la rentabilité de ces moyens peuvent être considérablement améliorées par une coordination organisée de toutes les bonnes volontés.

— Les avantages d'une nouvelle méthode ne peuvent être jugés que sur la base d'expériences faites sur une vaste échelle dans la pratique quotidienne. Ces méthodes n'utiliseront donc jamais les dernières conquêtes et possibilités techniques ; ce sont elles cependant qui concrétisent réellement le progrès atteint.

C'est sur le fond de cette évolution que l'on doit voir l'apport futur du spécialiste de mensuration à la solution de quelques-uns des grands problèmes nationaux. En ce qui concerne la construction du réseau des autoroutes nationales, ces méthodes modernes, notamment les calculs électroniques, ont déjà prouvé leur efficacité. Pour accélérer les mensurations cadastrales qui se trouvent en retard dans bien des cantons, des méthodes expérimentées de la photogrammétrie numérique sont prêtes à être engagées. Au secteur des remaniements parcellaires, on a également élaboré des méthodes permettant d'automatiser de plus en plus les travaux de routine, si volumineux et si fastidieux.

D'autres problèmes se posent à l'étranger. On remarquera avec satisfaction que l'ingénieur topographe suisse peut aujourd'hui facilement trouver l'occasion d'élargir et de compléter ses connaissances professionnelles à l'étranger, et qu'il peut même le faire sans être obligé d'offrir ses services à des entreprises étrangères.

Cette analyse de l'évolution des activités de notre profession a quelque peu négligé la branche cartographique. Il en est de même pour la géodésie scientifique. Il est toutefois permis de faire remarquer qu'un grand nombre de problèmes de la géodésie mathématique et physique, considérés jusqu'à ce jour comme uniquement théoriques, ont acquis depuis peu une importance pratique. L'ingénieur topographe doit s'en préoccuper, par exemple en ce qui concerne le développement des régions d'outre-mer.

S'il est peut-être regrettable que la formation de l'ingénieur topographe ne se fasse plus dans le cadre de la section du génie civil de l'EPF, tradition d'autrefois qui tenait



compte des contacts étroits entre les deux professions, on doit cependant reconnaître qu'une spécialisation technique s'est révélée nécessaire. Mais nous sommes persuadés que la formation de la personnalité est beaucoup plus importante pour l'ingénieur de degré universitaire que l'acquisition de connaissances techniques spécialisées pro-

fondes. Les détails des plans d'études nous paraissent dès lors passer au deuxième plan ; nous aimerions même souligner que l'étudiant de la branche topographique peut s'estimer heureux de recevoir à l'EPF une formation qui correspond à un tel point à ses besoins.

(Traduit du texte original allemand)

## Nouveaux types d'ingénieurs

Alfred Imhof, professeur, ingénieur S.I.A., Zurich

Bien que, dans la pratique, l'activité de l'ingénieur ait eu très tôt tendance à se spécialiser, les écoles d'ingénieurs ne connurent en général, jusque vers la fin du siècle dernier, que les grandes divisions classiques telles qu'elles figuraient alors au programme d'enseignement de l'EPF ou de l'EPUL, comme à celui de nos techniciens. Cependant, tandis que les écoles faisaient ainsi preuve, avec raison, d'une certaine réserve et continuaient à donner à leurs étudiants un enseignement de base, les industriels manifestaient leur désir de voir introduire certaines spécialisations dans les plans d'études.

Avec le développement extrêmement rapide de la technique, aussi bien en surface qu'en profondeur, l'idée de former de nouvelles catégories d'ingénieurs, déjà à l'école, soit en ouvrant de nouvelles divisions, soit en prévoyant des cours spéciaux dans les semestres supérieurs ou, enfin, en augmentant la durée des études, finit par s'imposer. La possibilité de présenter un travail de diplôme dans des options particulières fut introduite. Les écoles polytechniques suisses, comme celles de l'étranger, organisèrent des cours et des exercices dans diverses spécialités. De même, les techniciens spécialisèrent, jusqu'à un certain point, leur enseignement. (Les programmes d'études de plusieurs écoles étrangères peuvent être consultés dans la salle de lecture de l'Ecole polytechnique fédérale.)

L'EPF est particulièrement riche en instituts spécialisés, consacrés chacun à un domaine particulier de la technique. Nous citerons, par exemple : Laboratoire fédéral d'essai des matériaux et de recherches pour l'industrie, la construction et les arts et métiers, l'Institut fédéral pour l'étude des réacteurs à Würenlingen, le Laboratoire de recherches hydrauliques et de mécanique des terres, l'Institut fédéral pour l'aménagement, l'épuration et la protection des eaux, la Centrale de chauffage et d'électricité, l'Institut d'organisation industrielle, la section des recherches industrielles de l'Institut de physique technique, etc. Les collections et instituts spécialisés servant à l'enseignement et à la recherche sont au nombre de soixante-dix environ.

La question de savoir si, dans de telles écoles, certaines spécialisations peuvent être introduites avec succès dépend dans une large mesure de la possibilité de trouver, pour chaque division, les professeurs nécessaires et prédestinés à un tel enseignement.

Par « nouveaux types d'ingénieurs », on doit entendre en réalité, et dans la plupart des cas, une spécialisation qui

s'effectue, d'une part, *sur le plan technique* et, d'autre part, en tenant compte de *la fonction à exercer*.

A. Par la *spécialisation sur le plan technique* on cherche à ramener, dans un secteur trop étendu de l'art de l'ingénieur, le cadre des connaissances nécessaires à des dimensions ne dépassant pas ce qui peut être exigé normalement d'un étudiant. A titre d'exemples nous mentionnerons :

La division, habituelle presque partout, de l'enseignement de l'électrotechnique en deux secteurs : technique des courants forts et technique des courants faibles, ces deux secteurs étant assez fortement influencés, à l'heure actuelle, l'un par l'autre. Aussi le nouveau programme de l'EPF supprime-t-il la division entre ces deux spécialités.

La construction des machines est divisée en deux secteurs principaux : les machines thermiques (thermo-dynamique, mécanique des fluides, etc.) et la technique des machines de production. Les spécialisations sont, entre autres : les constructions aéronautiques, la technique des vols dans l'espace et, dans une autre direction, l'ancienne technique des machines agricoles (cette dernière est citée, par exemple, dans le programme d'études de l'Ecole polytechnique Carolo-Wilhelmina, de Brunswick). On peut citer aussi : les appareils de levage, les installations de transport, les installations de fabrication, la technique des machines textiles, la technique du froid, etc.

Dans le *génie civil*, il faut distinguer deux secteurs : construction et travaux publics qui peuvent être subdivisés en constructions métalliques, béton armé, routes, chemins de fer, etc. C'est ici qu'intervient l'ingénieur des transports et des communications qui doit avoir cependant des connaissances dans d'autres domaines, en particulier dans celui de la construction des machines. L'aménagement du territoire, qui prend toujours davantage d'importance, tend, lui aussi, à constituer une nouvelle spécialisation dans le domaine de l'ingénieur.

L'exercice de la profession d'ingénieur peut conduire encore à une certaine *spécialisation en fonction de la grandeur des objets* pris en considération. Au début de leur activité, les objets techniques dont les ingénieurs avaient à s'occuper ne variaient pas beaucoup dans leurs dimensions. On connaissait, par exemple, les turbines hydrauliques dont la puissance allait de quelques kilowatts à quelques centaines ou à quelques milliers de kilowatts. Par contre, les machines de 100 000 kW, qui soulèvent des problèmes sensiblement différents, étaient encore inconnues.



Ces considérations doivent être, bien entendu, soumises à certaines restrictions. Cependant, avec le développement de la technique dans la direction des petites et très petites dimensions, d'une part, comme dans celle des très grandes dimensions, d'autre part, l'ingénieur a dû s'adapter aux problèmes particuliers qui en découlent. C'est ainsi que dans les techniques de production sont apparus, par exemple, l'ingénieur en fine mécanique et appareillage et celui spécialisé dans la construction des grandes machines. La technique de l'appareillage et de la fine mécanique (Feinwerktechnik) se préoccupe très peu des questions découlant de la résistance mécanique ou de la manutention par ponts roulants et la soudure n'y joue pas le même rôle que dans la construction des machines. En revanche, elle a développé la production en séries en faisant appel à des techniques de pressage et d'étampage, à la fonte injectée, etc. Dans d'autres secteurs il a fallu développer des méthodes nouvelles de montage, d'alimentation en courant électrique, de contacts, de soudage, etc. Les écoles polytechniques et les techniciens n'ont tenu compte jusqu'ici de ces développements que dans une mesure limitée et dans peu de domaines. C'est ainsi que la technique des courants forts, qui se sépare de celle des courants faibles dans les semestres supérieurs, ne se préoccupe que de quelques aspects de la technique de l'appareillage et de la fine mécanique. L'ingénieur horloger porte toute son attention sur ces problèmes.

Il existe cependant quelques écoles polytechniques et quelques techniciens qui consacrent des exercices particuliers à la création et à la construction d'instruments de fine mécanique et l'ingénieur qui, dans ses jeunes années, s'est tourné vers l'appareillage a bien des chances de rester fidèle à cette technique tout au long de sa carrière.

B. La *spécialisation en tenant compte de la fonction* vise à obtenir une division du travail dans une seule et même science de l'ingénieur en créant divers emplois. C'est ainsi qu'on connaît les secteurs : calcul, construction, fabrication, organisation industrielle, développement, essais, vente.

Dans les petites entreprises ce genre de spécialisation ne peut souvent pas être poussé très loin. Par contre, il est inévitable dans les entreprises de moyenne et de grande importance, mais, à l'heure actuelle encore, il ne se produit normalement que dans la pratique. Les écoles d'ingénieurs (et certains techniciens) se sont contentés de créer une option particulière dans les semestres supérieurs ou dans des semestres additionnels — pour l'étude de l'organisation industrielle qui n'englobe en général que les problèmes d'organisation et de production.

D'autres spécialisations professionnelles qui, depuis longtemps, ont pris une importance considérable, ne sont enseignées qu'en fonction du plan d'études général, et ceci depuis la création des écoles polytechniques, et il n'existe pas de certificats ou de diplômes particuliers. Du reste, il est pratiquement impossible, déjà durant les études, de se préparer à des fonctions très spécialisées comme la construction, le calcul, la métrométrie, etc. En principe, il serait cependant légitime de former des « ingénieurs de construction », « des ingénieurs de vente » et des « ingénieurs de recherche », tout aussi bien que des « ingénieurs en organisation industrielle », vu que le nombre de personnes

qui exercent ces fonctions est très élevé. Toutefois, l'école admet, probablement avec raison, que chaque ingénieur doit être capable de calculer, de construire, de mesurer, d'effectuer des recherches, etc., l'ingénieur complet devant posséder la maîtrise de toutes ces fonctions partielles.

La fonction très importante du constructeur paraît être prise davantage en considération dans les écoles polytechniques étrangères que chez nous. Les programmes d'enseignement de ces écoles ne prévoient pour ainsi dire jamais la formation des ingénieurs mécaniciens ou des ingénieurs électriciens sans qu'un nombre relativement élevé d'heures soit réservé à des exercices de construction.

La spécialisation mentionnée plus haut, selon la grandeur des objets considérés, s'étend aussi à celle qui tient compte de la fonction. L'ingénieur d'exploitation travaillant dans une fabrique de compteurs électriques doit posséder, dans plusieurs domaines, d'autres connaissances que son collègue chargé de la même fonction dans une fabrique de turbines à vapeur.

C. Nous avons jusqu'ici considéré la spécialisation seulement comme base de la formation de nouveaux types d'ingénieurs. Quelques nouveaux types d'ingénieurs résultent toutefois dans une très large mesure des *nouvelles acquisitions dans le domaine technique ou scientifique* ou de nouveaux besoins. Ils peuvent résulter aussi de l'*addition d'un certain nombre de domaines partiels* des diverses disciplines de l'ingénieur. Il se produit donc ici une spécialisation d'une part par séparation de certains secteurs de la fonction fondamentale de l'ingénieur et, d'autre part, par regroupement.

A titre d'exemples, nous citerons :

- l'ingénieur des transports et des communications ;
- l'ingénieur spécialiste en réacteurs ;
- l'ingénieur spécialisé dans l'étude des procédés de fabrication.

\* \* \*

Le *niveau de la fonction occupée dans la hiérarchie professionnelle* a également une grande importance sur la classification de l'ingénieur par spécialisations. Plus sa fonction est élevée, plus son activité est une *coordination et une addition de plusieurs fonctions partielles*. Il arrive fréquemment que les connaissances techniques vont en se perdant au profit de l'expérience administrative.

\* \* \*

Le problème soulevé par les nouveaux types d'ingénieurs en vertu de leur spécialisation technique, ou en tenant compte de leurs fonctions, par l'addition de secteurs séparés afin de former de nouveaux groupements, fait l'objet, dans les écoles, d'intéressantes discussions.

L'accumulation de connaissances nouvelles pousse de façon toujours plus catégorique à la spécialisation. Sans elle, les études pourraient conduire, dans certains cas, au dilettantisme ou mettre les étudiants en présence d'exigences auxquelles ils ne sauraient satisfaire. La solution contraire de ce problème conduit à *se limiter franchement aux connaissances de base essentielles*. C'est ainsi que, par exemple, la division VIII de l'EPF porte son attention avant tout sur les sciences *mathématiques, physiques, technologiques,*



chimiques et sur la connaissance des matériaux. A ceci viennent s'ajouter des données concernant les domaines d'application, les techniques de fabrication, la recherche, le calcul et la construction dirigés, ainsi que la métrométrie. Jusqu'à ce jour, l'Ecole polytechnique fédérale (et quelques techniciens) ont cherché, comme nous l'avons déjà indiqué plus haut, à tenir compte de ces spécialisations en prévoyant des cours appropriés, des exercices et des séminaires dans les semestres supérieurs ou des semestres supplémentaires, ce qui provoque une prolongation des études. Nous donnons, ci-dessous, les caractéristiques essentielles de quelques nouveaux types d'ingénieurs qui, en Suisse, sont formés déjà à l'école à l'aide de cours spéciaux. Les études sont consacrées par un diplôme faisant mention de la spécialisation.

Le premier exemple concerne la spécialisation en tenant compte de la fonction, tandis que les exemples suivants se rangent dans la spécialisation technique. Les exemples 2, 3 et 6 sont particulièrement typiques en ce qui concerne l'addition de divers secteurs séparés pour constituer une nouvelle formation professionnelle.

### 1. L'ingénieur en organisation industrielle

La conduite des travaux dans les ateliers de production et les grands chantiers de construction est devenue de plus en plus scientifique. Elle exige beaucoup de connaissances et de capacités, du caractère et une forte personnalité. Elle exerce une influence marquée sur la rentabilité de l'entreprise et suppose, par conséquent, de très grandes responsabilités. Elle s'étend à des problèmes d'organisation, de préparation du travail, de production, de contrôle, de délai et de conduite du personnel. Il peut arriver aussi que des travaux d'ordre technique ou constructif soient de son domaine. En conséquence, les ingénieurs auxquels ces tâches sont confiées, doivent posséder le talent de l'organisation, une décision forte, de la compréhension pour les problèmes psychologiques et une excellente santé.

L'Ecole polytechnique fédérale possède une division spéciale « Organisation industrielle et technique de production ». Les étudiants suivent le programme normal d'études jusqu'à la fin du sixième semestre. Au cours du septième semestre ils ont à fournir un travail détaillé dans le domaine de la technique de fabrication. Un stage dans les services d'organisation d'une entreprise industrielle a lieu au cours du huitième semestre. Les étudiants ayant terminé le cycle normal des études d'ingénieur ont la possibilité d'obtenir un certificat complémentaire, portant mention de leur formation en organisation industrielle et technique de production, en faisant deux à trois semestres d'études supplémentaires et en passant les examens correspondants.

Plus encore que dans les autres spécialisations, il est recommandable que l'ingénieur en organisation industrielle ait une bonne formation pratique allant au-delà du minimum exigé ordinairement.

Les ingénieurs en organisation industrielle, ou ingénieurs d'exploitation, sont aujourd'hui recherchés par les entreprises industrielles de grande ou moyenne importance.

### 2. L'ingénieur des transports et des communications

Il s'agit ici d'une spécialisation dont l'importance n'a cessé d'augmenter depuis quelques années. Le développement rapide des villes et, avant tout, des moyens de transport

de notre siècle : automobile et avion, place les autorités devant de très lourdes responsabilités, les problèmes à résoudre exigeant des décisions rapides et d'énormes investissements de capitaux.

L'ingénieur des transports et des communications doit s'occuper avant tout des problèmes de construction et d'entretien. En outre, ses activités relèvent de l'urbanisme et de l'aménagement du territoire. L'EPF offre aux étudiants de la division pour ingénieurs civils, au cours des 7<sup>e</sup> et 8<sup>e</sup> semestres, la possibilité de suivre des cours spéciaux sur la technique, la planification et l'économie des moyens de transport. Ils peuvent ensuite choisir s'ils veulent présenter un travail de diplôme dans une des anciennes disciplines telles que : constructions métalliques, béton armé, hydraulique, construction de routes, ou dans la nouvelle discipline : transports et communications. Ils reçoivent cependant, dans chaque cas, le diplôme habituel d'ingénieur civil.

La méthode utilisée est la même dans les écoles polytechniques de Scandinavie, de Hollande, de la République fédérale allemande et d'Autriche. De même, plusieurs écoles polytechniques d'Angleterre, de Belgique et d'Italie possèdent depuis un certain temps déjà des chaires correspondantes. Dans les Etats de l'Est, des écoles spéciales pour les transports et les communications ont été créées en dehors des écoles polytechniques proprement dites. Elles donnent aux ingénieurs civils, ingénieurs mécaniciens et économistes une formation complémentaire spécialisée dans ces disciplines.

Les ingénieurs ainsi formés sont aujourd'hui engagés par les communes et les cantons ainsi que par les services de construction, les transports en commun et la police des grandes villes. Ils sont aussi recherchés par les grandes entreprises de transport, les CFF, les chemins de fer privés, etc. De leur côté, un nombre toujours croissant de bureaux privés d'ingénieurs se consacrent à l'étude des problèmes soulevés par les transports et les communications.

### 3. L'ingénieur des procédés de fabrication

La technique des procédés de fabrication joue un rôle très important dans le génie chimique. Elle utilise des appareils mécaniques et des appareils de mesure tels que, par exemple, les autoclaves, les installations à haute pression, le vide, les appareils de distillation, les installations de chaleur et de réfrigération, les filtres, les machines d'émulsion, les machines à emballer, les mélangeurs, etc. Les programmes d'enseignement des écoles polytechniques comprennent aujourd'hui de nombreux cours spéciaux et exercices relatifs à ces questions. La technique des méthodes de fabrication fait, de même, partie du programme d'enseignement des ingénieurs mécaniciens.

Depuis un certain temps déjà, la technique des réglages et l'automatique sont de plus en plus inclus dans les plans d'enseignement des ingénieurs spécialisés dans la technique des méthodes de fabrication. Celle-ci est, dans son ensemble, si compliquée et si diverse qu'une spécialisation encore plus poussée doit être prévue.

Certaines écoles polytechniques étrangères ont créé une division indépendante pour la technique des méthodes de fabrication. L'« Achema » est aujourd'hui une institution



importante qui, en organisant périodiquement des journées d'études et des expositions, contribue fortement à son développement.

Les ingénieurs ainsi formés sont occupés avant tout dans les fabriques de produits chimiques de tous genres de même que dans les usines construisant des appareils et des installations pour l'industrie chimique, dans la fabrication des matières plastiques et dans certaines exploitations de l'industrie métallurgique.

#### 4. L'ingénieur de l'aéronautique

Les étudiants des divisions pour ingénieurs civils et ingénieurs mécaniciens de l'Ecole polytechnique fédérale, comme ceux de plusieurs écoles polytechniques étrangères, peuvent se spécialiser dans l'aéronautique, en suivant des cours appropriés, des séminaires et les exercices prévus à cet effet. Les matières enseignées dans cette spécialité sont, avant tout, la mécanique des fluides, l'aérodynamique, la statique aéronautique, les théories de l'élasticité, la météorologie, etc.

#### 5. L'ingénieur métallurgiste, le spécialiste en matières plastiques ou en technologie du bois

Les étudiants des divisions mécanique, électrotechnique, chimie, mathématiques, physique et sciences naturelles ont la possibilité, à l'Ecole polytechnique fédérale, d'étendre leurs connaissances en métallurgie en suivant les nombreux cours spéciaux et les exercices pratiques qui leur sont offerts. Ils peuvent également présenter un travail de doctorat dans cette spécialité. Il en est de même pour l'étude de la technique des matières plastiques et celle du bois. La technique des matières plastiques exige des connaissances étendues de la chimie organique. Pour l'ingénieur mécanicien et électricien, la technique des procédés est importante.

#### 6. L'ingénieur spécialiste en énergie atomique

Parmi les nouveaux domaines auxquels les ingénieurs peuvent se consacrer, il y a lieu de citer la technique et la physique des réacteurs, dont l'importance va en augmentant. Dans le courant du cinquième ou du septième semestre les étudiants des divisions pour ingénieurs mécaniciens et ingénieurs électriciens, ainsi que ceux des divisions de mathématique et de physique, ont la possibilité de suivre des cours spéciaux et de prendre part aux exercices correspondants dans le domaine des réacteurs. Les matières enseignées sont principalement : la théorie des réacteurs, les distributions, les matières premières servant à la construction des réacteurs, la chimie des matières fissiles, la thermodynamique, la construction des centrales atomiques, etc. L'installation de réacteurs de Wurenlingen est à la disposition des étudiants pour leurs exercices pratiques. Dans ce domaine, particulièrement, des études complémentaires à l'étranger sont recommandées (Angleterre, USA, France). Depuis peu, de nombreux ingénieurs et physiciens qui s'étaient rendus aux USA en reviennent, étant donné que la Suisse s'occupe elle aussi de plus en plus activement de la technique nucléaire.

#### 7. Aménagement régional et national

Dans ce domaine, de nombreux cours spéciaux existent également. Ils traitent, soit de la recherche fondamentale, soit de la planification proprement dite.

#### 8. L'ingénieur civil spécialisé dans l'épuration des eaux

L'augmentation rapide et la concentration de la population et des entreprises industrielles, qui laissent des déchets nuisibles, ont conduit à une dangereuse pollution des eaux. Partout, dans notre pays, des voix s'élèvent réclamant que des mesures soient prises pour parer à ce danger. Malgré les capitaux très importants nécessaires, notre tâche consistera au cours des années et des décennies qui viennent à construire des installations d'épuration adaptées aux nécessités de l'heure. Les problèmes ainsi posés ont conduit à la formation d'un nouveau type d'ingénieur civil spécialisé dans l'épuration des eaux. Le programme de l'Ecole polytechnique fédérale prévoit des cours spéciaux consacrés à ce domaine, bien qu'il lui fasse relativement peu de place. Un institut spécial pour l'épuration et la protection des eaux a été rattaché à cette école.

Les ingénieurs de cette spécialité travaillent généralement soit de manière indépendante, c'est-à-dire comme propriétaires de bureaux, soit au service des communes et des cantons.

#### 9. L'ingénieur horloger

Depuis longtemps déjà la mécanique de précision a pris une importance considérable dans l'industrie horlogère. D'autre part, il s'avère de plus en plus nécessaire d'étudier de façon approfondie les problèmes scientifiques en relation avec l'industrie horlogère si nous voulons que celle-ci puisse conserver, à l'avenir, les positions qu'elle a conquises. Depuis que l'électronique, les semi-conducteurs et la physique nucléaire ont commencé à jouer un rôle dans la mesure du temps, en y introduisant de nouveaux éléments, le besoin de la recherche scientifique s'est fait fortement sentir.

En 1940, le canton de Neuchâtel créa le grade professionnel : technicien horloger. Comme il s'avéra par la suite que la durée des études fixée à deux ans était insuffisante, le canton créa en 1946 le grade universitaire d'ingénieur horloger. Contrairement aux autres études universitaires d'ingénieur le point de départ n'est pas constitué par la maturité fédérale, mais par le diplôme de technicien horloger obtenu dans la division d'horlogerie d'un de nos technicums cantonaux. Les études universitaires s'étendent ensuite sur trois ans. Les matières enseignées sont, avant tout, les mathématiques, la physique, la chimie, l'essai des matériaux, la métallographie, etc. Les cours sont complétés par de nombreux exercices de laboratoire. Des examens de diplôme ont lieu chaque année. L'ingénieur horloger a la possibilité d'accéder au doctorat. Les études ne sont accessibles qu'aux seuls citoyens suisses ayant obtenu l'assentiment des organisations professionnelles de l'industrie horlogère.

Les ingénieurs horlogers se consacrent principalement à la recherche scientifique et industrielle. On les rencontre aussi dans le corps enseignant de nos technicums où ils contribuent à former la nouvelle génération.

Nous nous sommes, dans ce travail, référés souvent à l'Ecole polytechnique fédérale, la plus grande école suisse d'ingénieurs. Il est évident cependant que l'Ecole polytechnique de l'Université de Lausanne se consacre, elle



aussi, à l'étude des domaines nouveaux de l'art de l'ingénieur. L'importance accordée à chacun de ces domaines varie fortement d'une école à l'autre.

\* \* \*

L'enseignement des nouvelles spécialités entraîne les écoles polytechniques à de très grosses dépenses. Au cours de leurs premières décennies d'existence, leurs laboratoires jouirent de l'appui matériel de l'industrie qui les dota de petits appareils, de petites machines, de modèles, etc.

Par la suite, les dons devinrent plus importants. Ils consistèrent en appareils de grandes dimensions (par exemple cyclotrons). Aujourd'hui, cette aide ne suffit plus. Certains domaines particuliers de l'art de l'ingénieur, la construction des réacteurs par exemple, exigent des moyens finan-

ciers considérables (réacteur de Wurenlingen, Institut d'essai des matériaux à Dubendorf, etc.). Fort heureusement, ces installations peuvent, dans une large mesure, être utilisées également dans d'autres buts. Si tel n'était pas le cas, le travail d'un ingénieur sa vie durant ne lui permettrait pas de rembourser la valeur comptable de ses frais d'études. Nous arriverons bientôt à la limite de nos possibilités financières, ce qui aura pour effet de nous faire abandonner aux grandes nations industrielles la formation des ingénieurs dans les domaines nouveaux. C'est le cas par exemple de la *recherche spatiale* avec les installations et appareils qu'elle nécessite. Il existe toutefois toujours, pour la Suisse, la possibilité d'une collaboration sur le plan national et international dans les domaines en question et celle des échanges d'étudiants.

(Traduit du texte original allemand)

## Problemi professionali attuali della Sezione Ticino

Cesare Lucchini e Aldo Antonietti, Ingegneri S.I.A., Lugano

Si pongono effettivamente problemi professionali in un tempo di alta o supercongiuntura come quello attuale, che per di più dura da oltre un decennio? Quando negli uffici di ingegneri ed architetti fioccano gli incarichi per progettazioni e realizzazioni di grande mole, tanto da incontrare anche rifiuti per l'assoluta impossibilità di dar seguito nei termini prestabiliti al lavoro richiesto?

Ville, fabbricati di ogni genere, lavori idroelettrici, oleodotti, impianti per la depurazione delle acque residuali e la distruzione dei rifiuti, lavori ferroviari, strade nazionali ecc.: tutto urge e si accavalla negli uffici tecnici! A ciò si aggiunga la necessità di inquadrare questa vastissima attività in un piano organico di sistemazione nazionale, problema che occupa specialisti dell'arte e della tecnica, riuniti in apposite commissioni. Questo stato di cose si verifica sicuramente non solo nel nostro Cantone, bensì in tutta la Confederazione.

Problemi economici quindi sicuramente pochi e di facile risoluzione, come ad esempio l'adattamento delle tariffe d'onorario al cresciuto costo della vita.

Viceversa diventa più difficile la salvaguardia dell'onore e della dignità professionali in quest'epoca di intensissima attività, che non in tempi, diciamo così, normali. E ciò perché poco tempo resta per riflettere sui doveri morali della professione, all'infuori dell'intenso sforzo tecnico ed artistico richiesto giorno per giorno da una clientela sempre più frettolosa e purtuttavia esigente.

Sia subito detto che le norme basilari dello statuto e del codice d'onore della Società devono essere rispettate pienamente e a tutti i costi. È questo il dovere precipuo di ogni membro della S.I.A., dovere che dev'essere ricordato nelle pubblicazioni sociali ed in tutte le possibili occasioni.

Un problema assillante nel nostro Cantone, che occupa e preoccupa la Sezione Ticino — ma anche nelle altre

regioni della Svizzera la situazione non dev'essere molto diversa — è dato dalla concorrenza sleale che vien fatta alle nostre professioni e che diventa sempre più sfacciata. Disegnatori e peggio, autoqualificatisi architetti, compiono molti lavori che spettano invece a professionisti di formazione accademica. E purtroppo la Sezione non può far nulla, mancando la protezione legale del titolo.

È stato perfino segnalato il caso di un falegname germanico provvisto del suo bravo fine tirocinio, il quale, calato nel Ticino, dopo aver lavorato quale disegnatore per due o tre anni, cominciò a progettare e costruire villette nel Locarnese senza che nessuna autorità potesse impedirgli questa illecita attività. Un nostro intervento presso l'autorità cantonale ebbe come risultato una gentilissima risposta ma nulla più: la malafatta rimase e continuò.

Se questa concorrenza non è per ora di danno materiale ai nostri soci — pur causando un grave pregiudizio morale alle professioni interessate — ciò potrebbe avvenire in un prossimo avvenire con un rilassamento della congiuntura attuale.

Per questo costante nocimento morale in primo luogo, ma anche per i possibili inconvenienti materiali futuri, nella nostra Sezione, forse più che oltr'Alpe, si sente il bisogno di una protezione efficace del titolo: problema che dovrebbe essere risolto su piano federale nei prossimi anni. Accettando il RIAT — come approvato dalla S.I.A. — la Sezione Ticino riteneva il Registro un ottimo mezzo per frenare tale concorrenza sleale. Naturalmente lo stesso doveva essere sanzionato dalla Confederazione e dai singoli Cantoni.

Ora la situazione sembra peggiorare, anzi è peggiorata in alcuni Cantoni sotto la spinta delle scuole tecniche ivi esistenti. La Sezione Ticino appoggia fortemente la tesi del Comitato Centrale, secondo cui, se si avverasse che le scuole tecniche conferissero ai loro assolvendi il titolo di ingegnere, il RIAT perderebbe ogni ragion d'essere.



Un'altra questione preoccupa altamente la nostra Sezione. Perché l'ingegnere e l'architetto — che pure hanno compiuto studi universitari — non dovrebbero avere maggior voce in capitolo nella pubblica opinione, nei consessi comunali, cantonali e federali come invece largamente avviene per un'altra nota facoltà dello stesso grado universitario? Evidentemente perché, troppo assorbiti nelle loro preoccupazioni tecniche, non trovano il tempo di fare della politica nel senso migliore della parola. La Sezione ritiene perciò essere suo compito quello di incitare, convincere i suoi membri ad occuparsi anche di questioni politiche affinché col tempo essi possano arrivare a leve di comando nel Comune, nel Cantone e nella Confederazione.

E non solo questo! In tali consessi ingegneri ed architetti possono contribuire efficacemente a promuovere opere di interesse generale, appoggiandole con tutto il peso derivante dalla loro indiscutibile autorità in campo tecnico e scientifico. Pensiamo ad esempio agli impianti per la depurazione delle acque luride, nel nostro Cantone finora solo allo stato di programmazione; problema di vitale importanza per la generazione attuale e quelle a venire.

L'assunzione di nuovi soci e la propaganda per le professioni tecniche tra le nuove leve, costituiscono un altro compito importante della Sezione. Non tutti i professionisti diplomati sono iscritti alla S.I.A.; pur approfittando dell'enorme lavoro di regolamentazione svolto dalla stessa, essi non sentono il bisogno e l'obbligo morale di parteciparvi personalmente contribuendo così, anche se modestamente al rafforzamento della sua indiscussa autorità in campo nazionale. Tra i giovani ticinesi si nota d'altra parte un certo rilassamento nell'abbracciare i diversi rami dell'ingegneria, caratterizzati da studi difficili e costosi, in un periodo dove la richiesta di ingegneri aumenta vertiginosamente sia in Svizzera che all'estero, scegliendo invece sempre più numerosi, altre meno difficili facoltà. Combattere questa tendenza e fare opera di convincimento, ecco un nuovo compito della Sezione.

Anche la preparazione dei quadri inferiori (tecnici, disegnatori, operai specializzati ecc.) non dev'essere trascu-

rata, promuovendo nuove scuole o l'ammodernamento di quelle esistenti, realizzando nuovi programmi di studio e di apprendistato conformi alle svariate esigenze di una tecnica sempre più raffinata.

Le nostre stesse professioni necessitano beninteso anche di un continuo aggiornamento, per poter tenere il passo con il fulmineo progredire della scienza e della tecnica. Ciò che generalmente non può essere fatto dal singolo professionista, per cui si rende necessaria l'organizzazione di corsi, conferenze, viaggi di studio ecc., come la S.I.A. centrale lodevolmente cura.

Affinché si possa però dedicare a tali attività e manifestazioni il tempo occorrente, gli uffici pubblici e privati hanno il dovere di scaricare il personale di formazione accademica da ogni compito che non sia di sua stretta competenza. La qual cosa, del resto tutto a vantaggio degli uffici stessi, sicuramente non è ancora realizzata che in minima parte.

Altri grossi problemi — di carattere più prettamente tecnico — toccano da vicino la Sezione, senza che la stessa possa tuttavia dedicarvi il tempo ed i mezzi necessari. Abbiamo già ricordato in altro contesto quello dell'inquinamento delle acque; possiamo annoverare ancora quello del piano di sistemazione nazionale. Per poter seguire da vicino questi nuovi ed importanti compiti, occorre creare nella Sezione gruppi di studio, ciò che implica tutta una serie di problemi d'ordine organizzativo e finanziario di non facile soluzione ma che nondimeno devono essere affrontati.

Lo stesso vale per buona parte degli argomenti più sopra trattati, che sono sicuramente comuni a tutte le sezioni della S.I.A. e la cui risoluzione dev'essere affrontata su piano nazionale. Occorre però che tutti i membri della Società collaborino attivamente nell'ambito delle loro Sezioni e con la S.I.A. centrale, affinché l'opera meritevole fin qui svolta possa continuare a svilupparsi divenendo sempre più efficace nell'interesse nostro e dell'intera nazione.



## Voyage d'étude de la S.I.A. au Japon et en Extrême-Orient, mai/juin 1962

Gustav Wüstemann, secrétaire général de la S.I.A., Zurich

La S.I.A. a organisé ces dernières années plusieurs voyages à l'étranger, qui avaient pour but de donner aux participants un aperçu des réalisations architecturales et techniques ainsi que des caractéristiques culturelles des pays visités.

Cette année a eu lieu du 15 respectivement 18 mai au 8 juin un voyage d'étude en Extrême-Orient et particulièrement au Japon. Ce voyage avait été préparé sur place, en collaboration avec les sociétés japonaises d'ingénieurs et d'architectes. Nous avons en outre bénéficié de l'appui

à l'intérieur du pays, jusqu'à la frontière chinoise, permit aux participants d'admirer le très beau paysage de la Chine du Sud. Après quoi, le voyage se poursuivit jusqu'au Japon, but final de l'expédition.

A Tokyo, l'ambassadeur de Suisse offrit en l'honneur de la S.I.A. un cocktail, auquel étaient également invités des personnalités japonaises et des membres de la colonie suisse au Japon. Les routes des ingénieurs et des architectes se séparaient ici. Chacun de ces deux groupes put ainsi suivre l'itinéraire qui correspondait le mieux à son champ



Fig. 23. — Le 8 juin 1962, la famille S.I.A., revenant de son voyage de trois semaines et demie au Japon et en Extrême-Orient, a atterri en bonne forme à l'aéroport de Kloten

et des suggestions de l'Ambassade de Suisse au Japon, du consul honoraire de Suisse à Kobe, ainsi que de collègues suisses établis au Japon. Soixante-dix architectes et ingénieurs — dont certains accompagnés de membres de leur famille — ont pris part à ce voyage.

Un premier groupe a quitté Zurich le 15 mai dans un Coronado 990 de la Swissair. Le second partit le 18 mai. Après un vol magnifique qui dura dix-sept heures, une première escale eut lieu à Bangkok. Cette ville — que l'on appelle parfois la Venise de l'Orient — fait à l'arrivant, avec ses Klongs (canaux), ses temples, sa végétation tropicale et sa population affable, l'effet d'un conte. Deux jours plus tard, les participants s'envolèrent pour Hong-kong, colonie britannique en Chine. Ils séjournèrent deux à trois jours dans cette ville, fascinante par le mélange d'orient et d'occident. Beaucoup de réfugiés chinois vivent sur des jonques, qui forment des colonies entières. Après une visite de Chinatown et une excursion au Peak, un trajet

d'intérêts. Au cours d'une tournée de deux semaines, qui se déroula surtout dans la région située entre les villes de Tokyo et Osaka, les participants eurent une vue impressionnante du Japon historique et moderne. L'itinéraire passait par les villes de Tokyo, Yokohama, Nagoya, Osaka, Kobe, Kyoto et Nikko, les moyens de transport utilisés étant soit les chemins de fer modernes, très rapides, soit la JAL, compagnie nationale japonaise d'aviation. En cours de route, les participants purent jouir du paysage merveilleux, à la végétation riche, d'un vert intense. Parmi les excursions particulièrement plaisantes du point de vue de la nature, mentionnons celles à Nikko et Hakone. Partout, on rencontre des témoins du passé, des temples bouddhiques et shintoïstes, des palais datant de l'époque féodale, des jardins splendides et des maisons de bois pleines d'harmonie. Mais partout aussi, on peut constater le développement impétueux de l'industrie et une intense activité dans la construction. Tandis que les architectes avaient



l'occasion de se familiariser avec l'architecture moderne japonaise, les excursions et visites organisées pour les ingénieurs donnèrent à ceux-ci un aperçu de l'activité dans différents secteurs de l'industrie japonaise et de la construction. C'est ainsi qu'ils visitèrent : des autoroutes, un tunnel de chemin de fer, une zone en voie de création par nivellement d'une montagne et remblai de la mer, une centrale à vapeur, une aciérie, un chantier naval, une fabrique d'automobiles, une fabrique d'appareils photographiques et de radios, etc. En outre, ils purent visiter deux laboratoires de recherche, celui des tremblements de terre et l'institut de recherche des chemins de fer nationaux à Tokyo. Partout, les participants furent reçus avec l'hospitalité et l'amabilité de tradition au Japon, aussi bien dans les foyers privés que dans les entreprises. Le logement dans les hôtels était excellent. Ce voyage a donné aux participants une idée de la richesse culturelle du « pays du Soleil levant » et leur a procuré d'autre part un contact direct avec le Japon moderne, en plein essor, dont l'industrie prend une place de plus en plus importante dans la concurrence internationale et qui se trouve actuellement, dans plusieurs secteurs, dans les premiers rangs. Par ailleurs, des

relations personnelles ont été établies, des liens d'amitié noués, que nous espérons pouvoir resserrer si — comme nous le souhaitons vivement — nos collègues japonais nous rendent notre visite.

Le 7 juin, la famille S.I.A. a quitté Tokyo dans un avion de la Swissair affrété spécialement, pour atterrir, après un vol très agréable, le 8 juin tôt le matin à Kloten.

Nous remercions ici sincèrement les collègues et entreprises japonais, l'Ambassade de Suisse au Japon et le consul honoraire de Suisse à Kobe pour le précieux concours qu'ils nous ont apporté dans l'organisation et le déroulement du voyage et pour l'aimable accueil qu'ils nous ont réservé au Japon. Nos remerciements vont également à l'agence de voyages Kuoni S.A. qui était responsable des transports et du logement et qui, en collaboration avec le bureau Japan Travel, a parfaitement organisé le voyage. Enfin, nous adressons nos remerciements chaleureux à la Swissair pour avoir accepté d'effectuer le voyage avec un nombre réduit de participants et pour le service impeccable dont elle nous a fait bénéficier.

*(Traduit du texte original allemand)*

## Relations internationales

### A. FEANI (Fédération européenne d'associations nationales d'ingénieurs)

Le Comité de direction de la FEANI a tenu le 6 octobre à Athènes sa 32<sup>e</sup> séance. Il a pris connaissance d'un compte rendu sur la IV<sup>e</sup> conférence de l'EUSEC consacrée à la formation des ingénieurs (cf. B), à laquelle la FEANI était officiellement représentée, puis il s'est occupé en détail de la question de l'établissement d'un rapport demandé par l'OCDE sur la formation des techniciens et surtout sur les mesures qui pourraient être prises dans les différents pays pour favoriser la relève dans cette profession. Ce travail sera accompli par un comité commun FEANI/EUSEC et devrait être terminé à fin 1963.

Le Comité de direction a approuvé les règles pour l'organisation et la tenue du Registre européen des professions techniques supérieures, établies par le comité du Registre, présidé, on le sait, par M. P. Soutter, ingénieur à Zurich. Ce comité a reçu mandat de mettre au point aussi vite que possible les annexes au Registre, c'est-à-dire les listes des écoles dont le certificat peut être reconnu pour l'inscription à l'une des trois sections du Registre.

Le Comité national allemand fit rapport sur les travaux préparatoires du IV<sup>e</sup> Congrès international de la FEANI, qui aura lieu du 16 au 19 juin 1963 à Munich. Le Comité de direction examina ensuite les propositions du secrétaire général pour une modification ou plutôt une précision des articles 1 et 2 du règlement intérieur de la FEANI. Cette question sera étudiée plus à fond par une commission spéciale, en relation avec les propositions du Comité national suisse pour une extension de la FEANI.

A la fin de la séance, M. Ter Davtian, de l'OCDE, présenta au Comité un rapport sur l'activité de cette organisation et sur son programme de travail pour 1963, pour autant qu'il intéresse directement la FEANI.

La prochaine réunion du Comité de direction aura lieu le 11 janvier 1963 à Dusseldorf.

### B. EUSEC (Europe United States Engineering Conference)

IV<sup>e</sup> conférence sur la formation des ingénieurs, Londres, 25 au 30 juin 1962

L'EUSEC a été fondée en 1949 à Londres. Elle a pour but de donner aux associations d'ingénieurs de l'Europe occidentale et des Etats-Unis l'occasion d'échanger leurs vues et de se renseigner mutuellement sur leur activité. Tous les deux ans, les présidents et les secrétaires de ces associations se réunissent en une conférence plénière. En outre, il existe au sein de l'EUSEC une commission de travail sur la formation et la formation postscolaire des ingénieurs (Committee on engineering education and training). En 1961 a été publié un rapport général sur la formation des ingénieurs dans les vingt-cinq pays membres de l'EUSEC, établi par cette commission avec l'appui financier de l'OCDE et de la Fondation Ford. Le chapitre de ce rapport consacré à la Suisse a été élaboré par M. Ed. Meystre, ingénieur à Lausanne.

Du 25 au 30 juin 1962 s'est tenue à Londres la IV<sup>e</sup> conférence sur la formation et la formation postscolaire des ingénieurs, qui était consacrée à l'analyse des rapports nationaux et à la discussion des conclusions. Cent dix ingé-



nieurs, parmi lesquels des professeurs et des représentants des gouvernements et des associations professionnelles de trente pays du monde occidental, y participèrent. La S.I.A. était représentée par MM. Ed. Meystre, ingénieur, à Lausanne, et G. Wüstemann, secrétaire général.

Les conclusions de la conférence soulignent notamment la nécessité de procéder à une étude sur la formation des

techniciens dans les pays membres de l'EUSEC. A cet effet, il serait opportun de rechercher une collaboration avec les organisations qui poursuivent des buts similaires. Il est intéressant de relever que la FEANI (Fédération européenne d'associations nationales d'ingénieurs), en particulier, travaille dans la même direction et qu'une coopération FEANI/EUSEC est prévue dans ce domaine (cf. A).

## Communications du secrétariat général

### A. Comité central

Le Comité central a tenu — comme annoncé dans le Bulletin S.I.A. n° 32 — une séance du 7 au 9 novembre 1962 à Coire, afin de pouvoir examiner tranquillement les principaux problèmes qui préoccupent actuellement la Société. Il s'est penché, en particulier, sur les questions suivantes : normes, statuts de la S.I.A., protection des titres et de la profession, ingénieurs de l'industrie, publications de la S.I.A. A cette occasion, le C. C. a pris la décision de créer une *commission de coordination des normes*, qui, en une première étape, serait chargée des tâches suivantes :

- Classification des normes (normes à caractère juridique, normes de sécurité, normes concernant la qualité, l'exécution, les métrés, formules de contrats, etc.)
- Inventaire qui doit permettre de déterminer quelles normes doivent être révisées, quels sont les domaines qui ne sont encore touchés ni par la S.I.A. ni par d'autres organisations, et quels sont les besoins
- Etablissement, en accord avec le C. C., d'un règlement pour les commissions de travail, lequel devrait prévoir notamment une information régulière des membres sur les travaux des commissions.

Au sujet des *statuts*, le C. C. a décidé de poursuivre l'examen du problème de l'introduction à la S.I.A. d'une catégorie de membres étudiants, et de reprendre plus tard la question des membres collectifs.

En ce qui concerne la *question des titres*, le C. C. a confirmé son point de vue, suivant lequel il est d'accord avec l'introduction du titre « ingénieur-technicien » et « architecte-technicien » pour les personnes sortant des technicums. En revanche, il s'oppose comme jusqu'ici à la revendication de certains milieux des techniciens, qui exigent que les personnes sortant des technicums soient inscrites automatiquement, après deux ans d'attente, au Registre des ingénieurs ou à celui des architectes.

Le C. C. appuie les efforts du *groupe des ingénieurs de l'industrie*, tendant à s'occuper toujours plus de problèmes concrets intéressant directement les ingénieurs de l'industrie. Le C. C. a accordé au groupe, pour l'organisation de journées d'études, une contribution de Fr. 5000.— pour 1963, sous réserve, bien entendu, de l'accord de l'assemblée des délégués.

Le C. C. a pris connaissance avec intérêt de l'état actuel des démarches entreprises par le GII pour la création d'une

revue S.I.A. Il est prêt à examiner avec soin et sans préjugé les propositions concrètes du GII à ce sujet. Le C. C. prévoit également d'inviter à un entretien les représentants des organes actuels de la Société.

### B. Conférence des présidents

Une conférence des présidents a eu lieu à Berne, le 3 novembre 1962. Après les communications du président de la S.I.A. sur les affaires de la Société et en particulier sur les décisions précitées du C. C., M. G. Gruner, ingénieur, apporta des précisions sur l'acheminement des travaux préparatoires de l'*Exposition nationale suisse de 1964* et donna aux présidents des renseignements propres à leur faciliter une prise de position quant à l'opportunité d'une participation de la S.I.A. sur le plan intellectuel et matériel. La discussion fit ressortir qu'en principe, les présidents approuvent une participation de la S.I.A. à l'*Exposition nationale*. Sur les possibilités de financement, plusieurs propositions furent faites de la part du C. C. et des présidents ; cette question sera encore examinée plus à fond, avant d'être soumise à l'assemblée des délégués du 15 décembre 1962.

La *question des titres* a également suscité un débat animé, après que M. Wüstemann en eut fait l'historique sur la base d'un document détaillé remis préalablement aux présidents. La majorité des présidents confirmèrent la prise de position de l'assemblée générale extraordinaire du 28 avril à Neuchâtel, laquelle s'exprima positivement sur l'octroi du titre « ingénieur-technicien » et « architecte-technicien » prévu par le projet de loi fédérale sur la formation professionnelle. Les présidents ont été priés de soutenir dans la mesure de leurs moyens, sur le plan cantonal, la solution proposée, tandis que le C. C. en fera de même sur le plan fédéral.

La conférence s'occupa ensuite de la *préparation de l'assemblée des délégués* du 15 décembre 1962. M. Roten, ingénieur, trésorier de la Société, présenta le budget pour 1963, qui ne donna lieu à aucune remarque importante. Les documents relatifs aux autres points de l'ordre du jour de l'assemblée des délégués furent remis aux présidents, afin qu'ils puissent disposer de suffisamment de temps pour les étudier.

Au sujet de la *procédure d'admission de nouveaux membres*, M. Rivoire rappela que les parrains doivent être conscients



du fait qu'ils ne remplissent pas une simple formalité en signant une demande d'admission, mais qu'ils assument une réelle responsabilité vis-à-vis de la S.I.A. en recommandant expressément le candidat. Il recommanda en outre aux présidents de donner à leur section la possibilité de s'exprimer sur les candidatures des non-diplômés des hautes écoles; une simple étude des candidatures dans le cadre du comité de la section est souvent insuffisante. Le secrétariat général, de son côté, préparera une nouvelle formule de demande d'admission qui permettra d'exiger des candidats un curriculum vitae complet et des données sans lacune sur leur activité. M. Rivoire rappela enfin aux présidents que, dans les cas douteux, ils ont la faculté de demander un *préavis* au Comité central.

Sous la rubrique des « divers », M. Wüstemann releva la nécessité de réviser les principes pour les concours d'architecture, dont l'application sur certains points a occasionné ces derniers temps des difficultés. Les présidents, de leur côté, présentèrent des propositions demandant notamment que le droit d'utiliser le règlement et tarif d'honoraires des architectes soit si possible limité aux membres de la S.I.A. et de la FAS et qu'une intervention soit faite contre la tendance de certains départements des travaux publics de confier exclusivement à leurs propres services l'établissement des projets relatifs aux routes nationales et à leur exécution.

#### C. Groupe S.I.A. des ingénieurs de l'industrie

Le GII a tenu son assemblée générale le 27 octobre 1962 à Lausanne. Les principaux points de l'activité du groupe peuvent être résumés comme suit :

1. Campagne de propagande, qui doit être poursuivie.
2. Création d'un centre de coordination au secrétariat général.
3. Etude de la question de la création d'une revue S.I.A.; des résultats positifs ont pu être obtenus.
4. Préparation de journées d'études pour le printemps de 1963, sur le thème « Construire — une tâche d'ingénieur ? »

Une question importante, celle de la fusion avec le groupe des ingénieurs mécaniciens, a été traitée au cours de l'année.

#### D. Groupe S.I.A. des ingénieurs du génie rural

L'assemblée générale de ce groupe a eu lieu le 14 septembre 1962 à Stans.

La première année d'activité a été consacrée essentiellement à l'organisation du groupe au sein de la S.I.A. et à la poursuite des études entreprises sur les problèmes de la formation et de la relève. Le voyage d'étude en Allemagne et aux Pays-Bas s'est déroulé avec succès.

Le groupe s'est fixé pour l'avenir les importantes tâches suivantes :

1. Elaboration de directives ou de normes dans le domaine du génie rural
2. Organisation de cours de formation postscolaire.

#### E. Caisse suisse de prévoyance pour les professions techniques

Le conseil de fondation de la Caisse suisse de prévoyance pour les professions techniques s'est réuni le 15 novembre 1962 pour approuver le premier rapport annuel et les comptes.

Les résultats du premier exercice sont satisfaisants et répondent aux prévisions. L'année 1963 sera consacrée à la propagande, afin qu'un nombre toujours plus grand de bureaux adhèrent à l'institution de prévoyance. Le 1<sup>er</sup> août 1962, 64 bureaux et 227 assurés étaient affiliés, représentant un montant de salaires assurés de 3,6 millions de francs.

#### F. Effectif du personnel du secrétariat général

Le secrétariat général de la S.I.A. comprend actuellement le personnel suivant :

Gustav Wüstemann, ing. civil dipl. EPF, secrétaire général  
 Marius Beaud, lic. en droit, adjoint  
 Mlle Doris Haldimann, secrétaire  
 Ernst Biefer, comptable  
 Mlle Annemarie Imbach } secrétaires  
 Mlle Sonja Schenk }  
 Mlle Irma Wild }  
 Mlle Erika Hürlimann, aide-comptable  
 Mlle Maria Oberhofer (travaux d'emballage et d'expédition, multicopies)  
 Mme Bethli Strohm (envoi et vente des normes)  
 Mlle Paula Wild (liste des membres, contrôle des membres, téléphone)  
 Mme Martha Weibel, employée à mi-temps pour travaux d'écriture  
 Mlle Anny Oswald, apprentie (année du certificat)  
 Mlle Marianne Baldinger, apprentie  
 Mme Cécile Barandun, femme de ménage

#### G. 68<sup>e</sup> assemblée générale de la S.I.A.

La section genevoise a invité la S.I.A. à tenir à Genève sa prochaine assemblée générale, à l'occasion du centenaire de cette section. La 68<sup>e</sup> assemblée générale de la S.I.A. aura donc lieu les 17, 18 et 19 mai 1963 à Genève. Nous prions les membres de réserver d'ores et déjà ces dates.



# Mutations

du 1er juillet au 30 novembre 1962

## A. Admissions

|                      |                |                   |                   |
|----------------------|----------------|-------------------|-------------------|
| Scherwey, A.         | architecte     | Lenzbourg         | Argovie           |
| Beck, M.             | ing. civil     | Bâle              | Bâle              |
| Huguenin, M. R.      | ing. méc.      | Reinach           | Bâle              |
| Schneeberger, E.     | ing. méc.      | Rheinfelden       | Bâle              |
| Streit, P.           | ing. méc.      | Schweizerhalle    | Bâle              |
| Aebi, J. P.          | architecte     | Oberwangen        | Berne             |
| Beer, R.             | ing. civil     | Soleure           | Berne             |
| Benteli, S. T.       | ing. forestier | Berne             | Berne             |
| Berg, T. D.          | ing. civil     | Berne             | Berne             |
| Brüggemann, K.       | architecte     | Berne             | Berne             |
| Ensner, K.           | ing. civil     | Bollingen         | Berne             |
| Favre, J. P.         | ing. civil     | Berne             | Berne             |
| Gujer, R.            | ing. civil     | Berne             | Berne             |
| Hulliger, U.         | ing. civil     | Worb              | Berne             |
| Johnson, D. W.       | ing. civil     | Köniz             | Berne             |
| Kamm, K.             | architecte     | Huttwil           | Berne             |
| Kilchenmann, K.      | ing. élect.    | Wabern            | Berne             |
| Mäder, M.            | architecte     | Berne             | Berne             |
| Micol, H. L.         | ing. civil     | Berne             | Berne             |
| Noth, J. P.          | ing. civil     | Fribourg          | Berne             |
| Pallay, N.           | ing. civil     | Muri près Berne   | Berne             |
| Stähli, R.           | architecte     | Berne             | Berne             |
| Szerdahelyi, D.      | ing. civil     | Berne             | Berne             |
| v. Tschanner, N.     | ing. civil     | Berne             | Berne             |
| Vitale, W.           | ing. civil     | Hünibach          | Berne             |
|                      |                | près Thoun        | Berne             |
| Wenger, R. A.        | ing. civil     | Berne             | Berne             |
| Wildberger, H.       | ing. civil     | Berne             | Berne             |
| Wöhler, F.           | ing. civil     | Berne             | Berne             |
| Zimmermann, K.       | ing. civil     | Muri près Berne   | Berne             |
| Chevalier, M.        | ing. méc.      | La Chaux-de-Fonds | La Chaux-de-Fonds |
| Aeby, G.             | ing. rural     | Fribourg          | Fribourg          |
| Ankerl, G.           | ing. civil     | Fribourg          | Fribourg          |
| Kammermann, W.       | ing. forestier | Châtel-St-Denis   | Fribourg          |
| Aranicki, I.         | architecte     | Meyrin            | Genève            |
| Davaud, G.           | ing. civil     | Grand-Saconnex    | Genève            |
| Dysli, M.            | ing. civil     | Genève            | Genève            |
| Kettiger, J.         | ing. phys.     | Pully             | Genève            |
| Ory, J. M.           | ing. civil     | Genève            | Genève            |
| Tordjman, V.         | architecte     | Genève            | Genève            |
| Fröhlich, M.         | ing. forestier | Coire             | Grisons           |
| Minder, G.           | ing. méc.      | Heerbrugg         | Saint-Gall        |
| Ruh, H.              | ing. civil     | Schaffhouse       | Schaffhouse       |
| Suter, K.            | ing. civil     | Schaffhouse       | Schaffhouse       |
| Barizzi, F.          | ing. civil     | Tesserete         | Tessin            |
| Cassina, G.          | ing. méc.      | Locarno           | Tessin            |
| Rezzonico, A.        | ing. civil     | Chiasso           | Tessin            |
| Schudel, A.          | ing. topogr.   | Frauenfeld        | Thurgovie         |
| Mooser, M.           | ing. civil     | Sion              | Valais            |
| Zufferey, G.         | ing. civil     | Sierre            | Valais            |
| Bachofen, Ch. E.     | architecte     | Lausanne          | Vaud              |
| Bergmann, H.         | ing. civil     | La Tour-de-Peilz  | Vaud              |
| Berney, P.           | ing. civil     | Lausanne          | Vaud              |
| Boever, J.           | architecte     | Pully             | Vaud              |
| Duboux, J.           | architecte     | Paris             | Vaud              |
| Francioli, C.        | ing. civil     | Lausanne          | Vaud              |
| Guth, F.             | architecte     | Lausanne          | Vaud              |
| Jelenkiewicz, Ch. M. | architecte     | Pully             | Vaud              |
| Joho, J.             | ing. méc.      | Lausanne          | Vaud              |
| Kopitopoulos, S.     | ing. chim.     | Lausanne          | Vaud              |
| Krähenbühl, J.       | ing. civil     | Lausanne          | Vaud              |
| Lavanchy, G.         | ing. élect.    | Lausanne          | Vaud              |
| Maestre, O. M.       | ing. civil     | Lausanne          | Vaud              |
| Milosavljevic, L.    | architecte     | Lausanne          | Vaud              |
| Voutsinas, G.        | ing. méc.      | Winterthour       | Vaud              |
| Winterhalter, O.     | architecte     | Lausanne          | Vaud              |
| Baumann, P.          | ing. civil     | Cham              | Waldstätte        |
| Blättler, V.         | ing. rural     | Kriens            | Waldstätte        |
| Graf, F. Y.          | ing. civil     | Lucerne           | Waldstätte        |
| Nussbaumer, W.       | ing. rural     | Lucerne           | Waldstätte        |
| Gehrig, W. A.        | architecte     | Winterthour       | Winterthour       |
| Ernst, D. R.         | ing. civil     | Winterthour       | Winterthour       |

## Section

|                     |            |                    |              |
|---------------------|------------|--------------------|--------------|
| Leisinger, W.       | ing. rural | Winterthour        | Winterthour  |
| Sabathy, K.         | ing. civil | Winterthour        | Winterthour  |
| Aeschlimann, A.     | architecte | Zurich             | Zurich       |
| Balla, P.           | architecte | Zurich             | Zurich       |
| Bernoulli, P. D.    | architecte | Kilchberg          | Zurich       |
| Bosch, R.           | architecte | Zollikerberg       | Zurich       |
| Bosia, F.           | ing. méc.  | Triesenberg FL     | Zurich       |
| Brunner, J. C.      | architecte | Zurich             | Zurich       |
| Decoppet, M.        | architecte | Zurich             | Zurich       |
| Etter, M.           | ing. civil | Zurich             | Zurich       |
| Frick, G.           | ing. méc.  | Triesenberg FL     | Zurich       |
| Haas, P.            | ing. civil | Thalwil            | Zurich       |
| Habegger, K.        | architecte | Kloten             | Zurich       |
| Hajnos, M.          | architecte | Zurich             | Zurich       |
| Hannemann, B.       | ing. civil | Zurich             | Zurich       |
| Heidenreich, C.     | architecte | Zurich             | Zurich       |
| Knecht, H.          | architecte | Bülach             | Zurich       |
| Landolt, K.         | architecte | Zurich             | Zurich       |
| Maissen, A.         | ing. civil | Zurich             | Zurich       |
| Meier, W.           | ing. civil | Zurich             | Zurich       |
| Merkli, R.          | architecte | Zurich             | Zurich       |
| Müller, H. K.       | architecte | Bad Ragaz          | Zurich       |
| Neeser, K.          | architecte | Zurich             | Zurich       |
| Niederhauser, P. H. | ing. civil | Thalwil            | Zurich       |
| Pelloni, M.         | ing. civil | Zurich             | Zurich       |
| Peter, H.           | ing. méc.  | Zurich             | Zurich       |
| Schatt, P.          | architecte | Zurich             | Zurich       |
| Schmid, G.          | architecte | Zurich             | Zurich       |
| Singenberger, A.    | ing. civil | Zurich             | Zurich       |
| Soldini, M.         | ing. civil | Zurich             | Zurich       |
| Van Dalen, M.       | architecte | Zurich             | Zurich       |
| Wellmann, P. J.     | architecte | Zurich             | Zurich       |
| Wullimann, R.       | ing. civil | Zurich             | Zurich       |
| Auer, A.            | ing. rural | Moutier            | Membre isolé |
| Freuler, K.         | architecte | Tokyo              | Membre isolé |
| Jores, B. L.        | architecte | Berne              | Membre isolé |
| Kessler, F.         | architecte | Davos              | Membre isolé |
| Nydegger, A.        | architecte | Muri près Berne    | Membre isolé |
| Ogier, B.           | architecte | Lausanne           | Membre isolé |
| Protzen, J. P.      | architecte | Berne              | Membre isolé |
| Rüefli, W. H.       | Géologue   | Grüt près Wetzikon | Membre isolé |
| Sandoz, F.          | ing. civil | Lausanne           | Membre isolé |
| Schmid, P.          | ing. civil | Olten              | Membre isolé |
| Schmid, V.          | architecte | Bogotá             | Membre isolé |

## Section

## B. Décès

|                    |             |                    |             |
|--------------------|-------------|--------------------|-------------|
| Brüderlin, C.      | ing. méc.   | Aarau              | Argovie     |
| Zambetti, Th.      | ing. élect. | Baden              | Argovie     |
| Berli, F.          | ing. élect. | Riehen             | Bâle        |
| Montandon, Ch.     | ing. élect. | Bâle               | Bâle        |
| von Bonstetten, A. | ing. civil  | Berne              | Berne       |
| Christoffel, K.    | architecte  | Berne              | Berne       |
| Hörnlimann, F.     | ing. civil  | Spiegel près Berne | Berne       |
| Reber, A.          | ing. civil  | Berne              | Berne       |
| de Weck, M.        | ing. élect. | Fribourg           | Fribourg    |
| Bieler, A.         | ing. civil  | Lausanne           | Genève      |
| Lang, A.           | ing. chim.  | Genève             | Genève      |
| Mathey, R. M.      | architecte  | Genève             | Genève      |
| Mozier, Ch. A.     | architecte  | Uruguay            | Genève      |
| Maier-Leibnitz, H. | ing. civil  | Stuttgart-Ost      | Grisons     |
| Peterelli, H.      | ing. civil  | Savognin           | Grisons     |
| Zeindler, A.       | ing. élect. | Schaffhouse        | Schaffhouse |
| Cavadini, E.       | architecte  | Locarno            | Tessin      |
| Kräher, J.         | architecte  | Frauenfeld         | Thurgovie   |
| Gaulis, J.         | ing. civil  | Lausanne           | Vaud        |
| Enzmann, O.        | ing. civil  | Lucerne            | Waldstätte  |
| Locher, L.         | mathém.     | Winterthour        | Winterthour |
| Müller, A. W.      | architecte  | Winterthour        | Winterthour |
| Grässle, K. J.     | architecte  | Zurich             | Zurich      |
| Naef, H.           | architecte  | Zurich             | Zurich      |
| Witzig, K.         | ing. méc.   | Zurich             | Zurich      |



### Photographies

- Fig. 8. — Photo Hans Retzlaff, Tann (Rhön).  
Extrait de Nikolaus Pevsner, « Europäische Architektur ». Prestel-Verlag, Munich, 1957.
- Fig. 9. — Photo Helga Schmidt-Glassner, Stuttgart.  
Extrait de Nikolaus Pevsner, « Europäische Architektur ». Prestel-Verlag, Munich, 1957.
- Fig. 10. — Extrait de « Der Industriebau », année 1914.
- Fig. 11. — Photo H. von Kalckreuth.
- Fig. 12. — Photo Peter Hemann, Bâle.
- Fig. 13. — Photo von Roll.
- Fig. 14. — Photo H. Germond, Lausanne.
- Fig. 16. — Photo Peter Hemann, Bâle.
- Fig. 18. — Photo Höflinger, Bâle.
- Fig. 21  
et 22. — Photo Dir. BLS, Berne.