

**Zeitschrift:** Bulletin technique de la Suisse romande  
**Band:** 78 (1952)  
**Heft:** 13

**Artikel:** Vues sur la formation professionnelle des ingénieurs mécaniciens constructeurs  
**Autor:** Nicolau, P.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-58998>

### **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:** 02.02.2025

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

# BULLETIN TECHNIQUE DE LA SUISSE ROMANDE

Paraissant tous les quinze jours

Organe de la Société suisse des ingénieurs et des architectes, des Société vaudoise et genevoise des ingénieurs et des architectes, de l'Association des Anciens élèves de l'Ecole polytechnique de l'Université de Lausanne et des Groupes romands des anciens élèves de l'Ecole polytechnique fédérale.

Comité de patronage — Président: R. Neeser, ingénieur, à Genève; Vice-président: G. Epitiaux, architecte, à Lausanne; Secrétaire: J. Calame, ingénieur, à Genève — Membres, Fribourg: MM. P. Joye, professeur; E. Lateltin, architecte — Vaud: MM. F. Chenaux, ingénieur; E. d'Okolski, architecte; A. Paris, ingénieur; Ch. Thévenaz, architecte — Genève: MM. L. Archinard, ingénieur; Cl. Groscurin, architecte; E. Martin, architecte; V. Rochat, ingénieur — Neuchâtel: MM. J. Béguin, architecte; G. Furter, ingénieur; R. Guye, ingénieur — Valais: MM. J. Dubuis, ingénieur; D. Burgener, architecte.

Rédaction: D. Bonnard, ingénieur. Caste postale Chauderon 478, Lausanne.

Conseil d'administration de la Société anonyme du Bulletin Technique: A. Stucky, ingénieur, président; M. Bridel; G. Epitiaux, architecte; R. Neeser, ingénieur.

## Tarif des annonces

Le millimètre  
(larg. 47 mm) 24 cts

Réclames: 60 cts le mm  
(largeur 95 mm)

Rebais pour annonces  
répétées

Annonces Suisses S.A.



5 Rue Centrale, Tél. 22 33 26  
Lausanne et succursales

**Abonnements:**  
Suisse: 1 an, 24 francs  
Etranger: 28 francs  
Pour sociétaires:  
Suisse: 1 an, 20 francs  
Etranger: 25 francs  
Pour les abonnements  
s'adresser à:  
**Administration**  
du « Bulletin technique  
de la Suisse romande »  
Librairie Rouge & Cie  
S. A., Lausanne  
Compte de chèques pos-  
taux II. 5775, à Lausanne  
Prix du numéro: Fr. 1.40

**SOMMAIRE:** *Vues sur la formation professionnelle des ingénieurs mécaniciens constructeurs*, par l'ingénieur général P. NICOLAU, directeur de l'Institut supérieur des Matériaux et de la Construction mécanique, à Paris. — **LES CONGRÈS:** *Association suisse pour l'aménagement des eaux.* — **SERVICE DE PLACEMENT.** — **INFORMATIONS DIVERSES.**

## VUES SUR LA FORMATION PROFESSIONNELLE DES INGÉNIEURS MÉCANICIENS CONSTRUCTEURS

par l'ingénieur général P. NICOLAU

Directeur de l'Institut supérieur des Matériaux et de la Construction mécanique, à Paris<sup>1</sup>

Deux faits que je ne saurais dire nouveaux mais dont l'importance s'accroît chaque jour, appellent, en tous pays sans doute, d'urgentes réformes dans la formation des ingénieurs et particulièrement des ingénieurs mécaniciens:

En premier lieu, le prodigieux développement des techniques et de leurs bases scientifiques, que vient de précipiter l'intense effort de guerre des pays industriels du monde entier.

Un même homme ne saurait plus embrasser toutes ces techniques. Pour les dominer et les faire progresser utilement, l'ingénieur doit se spécialiser de plus en plus étroitement.

En deuxième lieu, les progrès désormais incessants de l'application des méthodes scientifiques — j'entends ici avant tout les sciences expérimentales — aux problèmes industriels.

Limitée tout d'abord aux problèmes qui relèvent de la fonction « créatrice » de l'ingénieur, l'imprégnation scientifique de l'industrie s'étend progressivement aux problèmes qui relèvent de sa fonction « réalisatrice ». Partout où elle s'opère, nos techniques, libérées des lenteurs de l'empirisme et des hasards de l'invention, progressent en flèche. La tech-

nologie de nos pères, presque exclusivement descriptive, a fait place, comme le réclamait Henry Le Chatelier, à une véritable science industrielle, dont les multiples aspects se marient pour composer un domaine propre à chaque profession.

Ainsi, d'une part, nécessité de l'accroissement en profondeur du savoir de chacun et, d'autre part, nécessité d'une qualité plus scientifique de ce savoir.

Telle est la rançon du progrès.

Avant de rechercher les moyens d'atteindre ce double objectif, il n'est pas inutile de s'entendre sur ce que doit être cet ingénieur sur lequel nous nous penchons et sur la véritable mission qui lui est dévolue.

On a donné beaucoup de définitions de l'ingénieur. En son temps, J.-B. Dumas voulait en faire le médecin des usines et des fabriques... A le voir à l'œuvre, on songe plutôt parfois aujourd'hui à quelque employé de bureau ou représentant de commerce auréolé de science perdue et teinté d'une technique livresque dont se réclame à peine 10 % de son activité. N'est-ce pas à ce pourcentage que Fayol<sup>1</sup>, prenant pour idéal la triste réalité, condamnait le chef d'entreprise à limiter lui aussi ses fonctions techniques? N'est-il pas trop vrai, enfin, que dans la plupart des petites et moyennes entre-

<sup>1</sup> Extraits d'une conférence donnée le 10 mai 1952, à l'Ecole polytechnique de l'Université de Lausanne, sous les auspices de l'Association suisse pour l'essai des matériaux. (Réd.)

<sup>1</sup> H. FAYOL, *Administration industrielle et générale.*

prises de construction mécanique, les ingénieurs abandonnant aux techniciens le soin de gouverner les techniques de fabrication, dont ils n'ont pas appris à connaître la noblesse, les difficultés et les défaillances, se réfugient dans des fonctions presque exclusivement administratives ? De tous ceux-là, nous ne nous occuperons pas ici.

L'ingénieur, nous disent les plus vieux dictionnaires français, est « celui qui conduit les travaux d'art à l'aide de l'application des sciences mathématiques et physiques ». Pour y parvenir, il met en œuvre des matériaux, de la force motrice, des machines, des méthodes... et des hommes. Guérisseur parfois sans doute, comme le voulait J.-B. Dumas, mais avant tout créateur, réalisateur. Un chef, par surcroît, cet officier de l'armée du travail, dont les fonctions sont lourdes de devoirs sociaux.

Il est clair que pour mener à bien une telle mission, une culture générale étendue lui est avant tout nécessaire.

L'ingénieur, antenne de l'entreprise, est un technicien cultivé, c'est-à-dire capable de penser par lui-même, capable d'apprendre quand il ne saura pas ou qu'il aura tout oublié, capable de guider sa pensée et de l'exprimer en toute clarté. L'ingénieur est un chef qui doit connaître cet élargissement du moi que procure une intense vie intérieure, vouée au culte du beau, du bien.

Cette culture générale, qui est le fondement essentiel le plus durable de la formation de toutes les élites, s'ébauche dans l'enseignement secondaire en même temps que s'acquièrent les rudiments des moyens d'expression de l'ingénieur (langues maternelle et étrangères, mathématiques élémentaires, dessin) ; elle doit être entretenue et développée jusqu'au bout de la scolarité et sans cesse poursuivie au-delà. Elle n'est jamais achevée.

Revenant à notre définition, il nous apparaît que, pourvu de ce bagage, le futur ingénieur doit acquérir d'abord une solide culture scientifique de base, puis apprendre à appliquer au métier choisi la science ainsi acquise. Il y a là deux stades distincts de sa formation, dont l'un prépare l'autre.

La culture scientifique de base est donnée actuellement après le baccalauréat dans les classes de mathématiques spéciales de nos lycées, où l'on prépare les concours des grandes écoles. Elle est encore développée en première et même en deuxième année de ces écoles, qui consacrent ensuite le reste de leurs programmes à la culture technique, à l'acquisition du métier, dans un domaine plus ou moins restreint.

Il faut toutefois faire exception pour notre Ecole polytechnique, qui a pour unique vocation d'élever la culture scientifique de base et avant tout son appareil mathématique, laissant aux écoles d'application, qui en sont le complément nécessaire, le soin de la formation technique spécialisée.

On s'est plaint, non sans raison, de ce que les classes de mathématiques spéciales, dans l'obligation où elles se trouvent de préparer les élèves à de difficiles concours, dispensent par voie de bachotage une science trop abstraite, dont la forte empreinte tend à les écarter plus tard des réalités industrielles plutôt qu'à les préparer à les gouverner. Ce n'est pas à sauter la barre au concours hippique que l'on fait les chevaux de labour, pourrait-on dire. En tout cas, à cet exercice qu'exige notre volonté de sélection préalable, nos jeunes gens s'attardent souvent exagérément.

L'idée simple qui viendrait à l'esprit dans un pays qui aurait le bonheur, suivant un mot fameux, « de n'avoir pas d'histoire », serait de dispenser la culture scientifique de base en une sorte de cycle universitaire où, comme les candidats aux études médicales, ils devraient acquérir quelque certificat

d'aptitude aux études techniques d'ingénieur. Il va de soi que cette culture scientifique, libre de toutes les servitudes qu'entraînent actuellement les compétitions scolaires, serait constamment orientée vers les applications, tant par les programmes que par les méthodes et l'esprit de l'enseignement, lequel ne saurait être en tout cas confondu avec celui qu'exige la préparation aux fonctions d'enseignement.

Sans quitter notre cadre traditionnel, c'est bien dans cette voie que, malgré l'hypothèque des concours et de leurs séquelles, s'oriente cette culture scientifique de base. Mais son élargissement s'impose au fur et à mesure que s'accroît le besoin de spécialisation, tant est grande l'interdépendance des techniques qui, à leur actuel degré d'évolution, ne progressent plus guère sans l'apport scientifique des domaines les plus variés et les plus lointains. A dispenser cette culture, sans laquelle il n'est pas d'ingénieurs, nos grandes écoles font éclater le cadre de leurs programmes. A donner des vues d'ensemble, comme le voulait justement J.-B. Dumas, le temps s'épuise aujourd'hui sur de si vastes horizons qu'il ne permet en aucun lieu d'en pénétrer le détail. Il n'y a plus place pour la spécialisation dans nos grandes écoles.

On doit s'en réjouir pour deux raisons :

1<sup>o</sup> Il serait imprudent, sinon coupable en notre pays, de fonder prématurément dans nos écoles où les élèves entrent sans vocation réelle, une spécialisation trop poussée, sur des goûts ou des aptitudes non éprouvés ou sur une orientation à priori, que les caprices du marché du travail, les hasards et les nécessités de l'existence ne manquent pas le plus souvent de dérouter.

2<sup>o</sup> Le chercheraient-elles, d'ailleurs, qu'elles seraient mal placées pour y parvenir. En l'état d'ignorance quasi totale des réalités industrielles où se trouvent nécessairement leurs élèves, un enseignement trop technique ne porterait pas. La véritable culture technique ne peut s'acquérir utilement qu'après avoir fait l'apprentissage du métier « sur le tas ».

La tâche d'enseigner les sciences à nos futurs ingénieurs en vue de l'application qu'ils en feront est déjà assez lourde et noble pour absorber l'activité de nos grandes écoles d'ingénieurs. Pour apprendre à appliquer ces sciences aux réalités industrielles, il faut avoir touché ces réalités bien plus qu'il n'est permis de le faire en quelques visites d'usines ou stages de vacances. C'est seulement après un apprentissage de longue durée, sous la direction des plus qualifiés de l'usine, que le jeune ingénieur est apte à passer, du royaume de la certitude où il a été élevé, dans le domaine de l'incertain qui lui est dévolu et à apprendre à y discerner le probable.

Certes, si sa culture générale et scientifique est suffisante, si son caractère est suffisamment trempé, il est capable d'opérer à la longue par ses propres moyens cette difficile transposition. Mais nous vivons sous le signe de la productivité ou du moins, en langage plus précis, sous le signe du rendement. De même que nous voudrions éviter tout traînage en mathématiques spéciales, il nous faut abrégier la période où les jeunes ingénieurs se rodent sur le réel. Plutôt que de faire les frais de leurs coûteux tâtonnements ou de leurs ruineux faux pas, plutôt que de prolonger une initiation sur le tas, où ils s'attarderaient sans profit à des postes sans responsabilité, sur des tâches ingrates dont ils ont vite épuisé la valeur éducative, nombre d'industries ont reconnu qu'il était « payant » d'accélérer leur formation technique dans des écoles professionnelles entretenues à frais communs, sortes de séminaires où, dans l'ambiance de la profession, ils sont appelés à « penser » le métier sous la conduite des meilleurs de ceux qui l'exercent.

La fonderie, le bois, le caoutchouc, l'électricité, le pétrole, la soudure autogène, l'optique, pour n'en point citer d'autres, ont ainsi de longue date créé pour leurs ingénieurs des enseignements post-scolaires de spécialisation. Plus récemment, en 1948, j'ai moi-même reçu mission du secrétaire d'Etat à l'Enseignement technique de créer, pour la formation des ingénieurs mécaniciens constructeurs, l'Institut supérieur des matériaux et de la construction mécanique, tandis que peu après la Chambre syndicale de la sidérurgie inaugurerait à Metz le Centre d'études supérieures de la sidérurgie, où elle entend parachever, sur les mêmes bases et dans le même esprit, la formation de ses ingénieurs sidérurgistes.

La mission de ces établissements n'est pas seulement d'enseigner aux jeunes ingénieurs la science industrielle de la profession mais encore de compléter, le cas échéant, sur certains points particuliers, les connaissances acquises à l'école; enfin et surtout, de corriger nos jeunes ingénieurs des défauts qui résultent de ce que, dans les conditions où la culture de base s'acquiert actuellement, ils nous arrivent imprégnés d'une science presque exclusivement livresque.

Je comparerais volontiers nos jeunes ingénieurs à ces oies blanches qui, parées de mille vertus, trébuchaient jadis au sortir du couvent sur les dures réalités d'un monde qui leur avait été soigneusement caché.

L'habileté que déploient nos élèves à effectuer des exercices scolaires alimentés de théorie plutôt que de faits n'est en effet qu'une vaine apparence de leurs aptitudes à se mouvoir dans le réel. Elle mesure leur capacité d'apprendre plus que l'instinct créateur.

Vrai soleil d'hiver, la science livresque, comme le disait Vauvenargues des conseils de la vieillesse, éclaire sans échauffer. Il faut dégeler tout cela, le vivifier au foyer de l'expérience et, aux lueurs de la pensée, lui donner une âme.

Savoir des règles, écrivait Foch, n'est pas synonyme de pouvoir. Pour pouvoir, il faut savoir transporter le savoir dans la vie réelle. L'enseignement technique devrait évidemment viser à résoudre des cas concrets, car c'est de cela qu'est faite la vie.

Il ne serait pas impossible, je pense, que dès ses premières origines, la formation de l'ingénieur, sans cesser de se fonder sur un humanisme bien entendu et sans cesser de s'attacher à développer dans l'abstrait la rectitude et la rigueur de l'esprit, s'imprègne constamment de concret. Nous voudrions que, dans cet ordre d'idées, on s'applique à développer :

#### 1° l'habileté manuelle.

Avec des méthodes convenables et sous une direction attentive et diligente, il faut à un jeune homme cultivé beaucoup moins de temps qu'on ne le croit communément pour apprendre un métier manuel. C'est ainsi qu'en cent vingt heures (moins de quatre heures par semaine durant une année scolaire), un polytechnicien peut être mis en état d'acquiescer le certificat d'aptitude professionnelle de tourneur. J'en ai fait l'expérience lorsque je dirigeais notre Ecole nationale supérieure de l'armement.

#### 2° l'esprit de recherche.

Pour « conduire des travaux d'art à l'aide de l'application des sciences mathématiques et physiques », l'ingénieur ne devra-t-il pas être avant tout un chercheur ?

Son domaine d'activité n'est-il pas précisément le no man's land qui sépare la réalité du fil conducteur de la théorie, c'est-à-dire avant tout le domaine des sciences expérimentales ?

Faute d'y avoir été initiés, dans l'actuelle misère de nos laboratoires d'enseignement, trop de jeunes gens, déformés par l'abus des spéculations théoriques, n'entendent plus

l'appel d'Henri Poincaré : « L'expérience est la source unique de la vérité ! » Combien parmi eux, échouant au sortir de l'école à des postes où personne ne s'offre à féconder leur pauvre bagage de science stérile et dérisoire, font bientôt figure de défroqués, reniant le Dieu des examens et des concours qui les a, semble-t-il, trahis !

\* \* \*

Pour illustrer ces quelques considérations d'ordre général, il vous intéressera sans doute de connaître les dispositions essentielles de l'Institut supérieur des matériaux et de la construction mécanique que nous avons reçu mission de créer pour parachever, sur le plan professionnel, la formation des ingénieurs mécaniciens constructeurs.

Il s'agit là de couler dans un même moule des ingénieurs de diverses origines, possédant au moins un an de pratique industrielle, en vue de les adapter plus sûrement et plus rapidement que ne le permet le libre exercice du métier, à l'ensemble des tâches que requiert la construction mécanique moderne, que ce soit au bureau d'études, au laboratoire d'usine, au bureau de fabrications ou à l'atelier. Notre enseignement vise ainsi une spécialité qui, trop souvent hélas, s'ignore elle-même et qui, dans un cadre un peu élargi, correspond au Production Engineering des Anglais. Son but profond — disons-le tout net — est de revaloriser la fonction « réalisatrice » de l'ingénieur mécanicien, quelque peu dédaignée chez nous, alors qu'en dépendent essentiellement — une fois résolus les problèmes humains — la qualité et le rendement de toute notre production, dans tous les domaines industriels. A travers la poussière des entreprises de petite et moyenne catégorie, essaimées sur l'ensemble du territoire, la mécanique est partout, son âme n'est nulle part. Les techniques y cheminent lentement, par voie publicitaire ou commerciale, au hasard de la documentation. La nécessité d'une « Centrale technique », où s'élaborent et se fixent les doctrines de la profession, est apparue de longue date à ceux qui ont la charge de la défense nationale. L'histoire étant un éternel recommencement, j'évoquerai seulement, pour illustrer ma pensée, la création par le Comité de salut public, le 14 Floréal de l'an 11 de la République, d'un Atelier de perfectionnement, chargé « non seulement de réaliser par une exécution soignée les vues des savants et artistes pour une fabrication uniforme et économique des armes à feu par le moyen des estampes et autres machines, mais encore de préparer une ressource précieuse et toujours à la disposition du Gouvernement pour avancer la perfection des instruments et la plupart des arts mécaniques. »

Cette création, hélas ! fut éphémère. Le danger passé, nos pères oublièrent les sages conseils de Vandermonde et Hassenfratz, pour revenir à leurs routines...

Plus près de nous, en 1938, comme en 1795, alors que les circonstances extérieures imposaient de nouveau à la France l'augmentation de son potentiel de guerre, la Commission nationale des marchés publics décida de demander la création d'urgence d'un « Centre d'études de mécanique industrielle » dans le double but de « faire progresser sur le territoire la construction de la machine-outil et son utilisation rationnelle ». Ce centre se préparait à ouvrir ses portes le 1<sup>er</sup> septembre 1939... Il n'était plus temps, alors que sonnait le tocsin, de songer à la formation des ingénieurs mécaniciens. Mais après un timide essai de reconstitution de ce Centre sous l'occupation allemande, grâce à la courageuse initiative

du Syndicat des constructeurs français de machines-outils, l'Institut supérieur des matériaux et de la construction mécanique est né en 1948, poursuivant toujours les mêmes buts.

Son nom souligne que la mécanique de notre temps, par-delà les spéculations théoriques qui la stylisent, se fonde sur les propriétés réelles des matériaux qu'elle met en œuvre.

Son enseignement ne saurait être défini par des programmes immuables. Bien au contraire, en constante évolution comme les techniques dont il est l'expression du moment, il s'efforce, en prenant pour départ le niveau moyen des ingénieurs de diverses origines, d'amener nos élèves à toucher les limites fluctuantes de nos connaissances et de nos besoins et de leur donner le goût et le moyen d'élargir ces limites.

L'accent est donné actuellement sur quelques techniques auxiliaires et données scientifiques dont l'enseignement est encore peu développé dans la plupart de nos écoles, notamment l'analyse statistique et ses applications au contrôle et à la recherche industriels, l'électronique industrielle, les problèmes d'asservissement, dont les applications à la construction mécanique, en ce siècle de production massive et d'automatisme, sont déjà en plein essor.

Mais la base essentielle de l'enseignement est la connaissance de la matière et particulièrement de la matière métallique, dont l'emploi est toujours prédominant en construction mécanique.

La construction mécanique — trop d'ingénieurs l'ignorent à leurs dépens — est avant tout un problème de matière première, que l'on ait en vue l'allègement des ouvrages, leur sécurité, leur adaptation fonctionnelle ou simplement l'économie de la fabrication.

D'où la justification, d'une part d'un cours magistral de physique de la matière que professe M. P. Le Rolland (par ailleurs directeur de la Recherche scientifique et technique à l'Institut), et d'autre part des prolongements de ce cours : étude du milieu cristallin — physico-chimie du métal — étude des formes, grâce aux acquisitions de la résistance des matériaux expérimentale — connaissance des propriétés des surfaces, de leurs maladies (usure, fatigue, corrosion) et de leur adaptation aux servitudes d'emploi (micro- et macro-géométrie, lubrification, traitements des surfaces) — essais des matériaux — monographie des matériaux usuels (matériaux métalliques, matériaux de synthèse, bois, caoutchouc, verre), étant entendu que l'étude des matériaux est faite aux trois points de vue de l'emploi pour la construction, de la fabrication des outils et de leur mise en œuvre par voie mécanique.

Sur cette base de connaissances, nos élèves sont préparés à exercer les quatre fonctions essentielles de direction qui incombent à l'ingénieur de production : bureau d'études, bureau de fabrication, atelier, laboratoire d'usine (recherche et contrôle).

Pour y parvenir, ils sont appelés en premier lieu à penser la mécanique sur des thèmes divers, à faire en quelque sorte le tour des bureaux d'étude des diverses industries mécaniques, dans l'esprit qui guidait jadis les Compagnons en leur tour de France : éléments de machines, machines-outils, construction métallique, pompes, turbines, turbo-machines, compresseurs, moteurs, machines automotrices, appareils de levage, etc.

Sur le film industriel qui ainsi se déroule devant eux, ils apprennent non seulement à appliquer les données et méthodes de la mécanique classique à des problèmes tirés de la réalité, à analyser les bases physiques des mécanismes et des éléments de construction, mais aussi à concevoir les ouvrages, à

en déterminer les formes et les matériaux, à en calculer les dimensions, en tenant compte d'une part des données génériques particulières à chacun d'eux et d'autre part des possibilités et mieux encore de l'économie de la fabrication.

Parallèlement, sur le fondement de la normalisation et des techniques d'interchangeabilité, ils sont exercés à résoudre, toujours avec le même égal souci de l'économie, du rendement et de la qualité, les problèmes que pose la préparation technique des fabrications et notamment le dimensionnement et l'établissement du plan de fabrication.

Enfin, ils apprennent à rechercher les bases scientifiques des méthodes et procédés de mise en œuvre de la matière pour mieux savoir les gouverner.

Il va de soi que dans ce « menu » fait de la vraie science des réalisateurs, un plat d'élection est la métrologie, forme actuelle de la conscience du mécanicien, inévitable corollaire de la normalisation et du machinisme et condition essentielle de l'application des méthodes expérimentales par quoi les techniques de production, enfin libérées de l'empirisme qui les entrave, entendent désormais, comme les autres, accélérer leurs progrès.

Et c'est pourquoi nos élèves sont astreints au cours de leur scolarité à payer tribut à la profession qui les accueille, en effectuant pour elle un travail de recherche expérimentale sur un sujet d'intérêt général. On ne saurait trop insister sur le bénéfice de cet apprentissage de la recherche pour la formation de l'ingénieur. Ce n'est qu'après ce contact direct avec la matière et ses réactions qu'il est à même d'apprécier la validité des hypothèses théoriques, le degré d'approximation des résultats. Il se trouve alors libéré du doute scientifique qui assaille les tenants d'une culture générale exclusivement théorique et du mépris de la matière, auquel conduit nécessairement l'absence de contact avec les réalités de la nature et de l'atelier. « On se persuade mieux, pour l'ordinaire, par les raisons qu'on a soi-même trouvées que par celles qui sont venues dans l'esprit des autres », écrivait Pascal. Sans doute prévoyait-il déjà les méfaits de la science livresque, dont Bouasse a pu dire « qu'elle ne vaut pas la peine qu'elle coûte » et de l'abus de la documentation qui, à force d'épargner le souci de penser, stérilise l'esprit au lieu de l'éveiller.

Je ne conçois pas pour ma part d'enseignement technique sans initiation à la recherche expérimentale. C'est ce mariage nécessaire de la recherche et de l'enseignement que M. Albert Portevin stigmatisait un jour dans cette phrase lapidaire : « Sans la recherche, l'enseignement est fossilisé, sans l'enseignement, la recherche est stérilisée. »

Le jour où, devant les difficultés quotidiennes, nos ingénieurs demanderont à l'expérience ce que les défaillances de la théorie ne leur permettent pas de prévoir avec une approximation suffisante et que les livres de recettes, les formulaires et les fichiers de bibliothèques ne sauraient contenir, nos industries mécaniques se trouveront revigorées. C'est à cela que tend notre enseignement.

Notre ambition est d'ennoblir la profession des réalisateurs en y attirant une élite de jeunes d'origines diverses mais de solide formation scientifique et par surcroît capables au besoin de se salir les mains, que nous aurons pu convaincre que la science s'applique non seulement à la fonction créatrice de l'ingénieur mais plus encore (parce qu'on a plus tardé à le comprendre) à sa fonction réalisatrice. « Tête haute... pieds au sol » est notre devise. C'est dire que nous ne craignons pas les spéculations les plus élevées, pourvu qu'elles ne fassent pas perdre le contact avec le réel et qu'elles contri-

buent à nous aider à produire mieux, moins cher, à moindre effort, et plus si c'est nécessaire.

Notre enseignement s'appuie sur une constante confrontation de la théorie et de la pratique ; il tend à développer l'esprit de recherche et le goût de l'expérience. Il s'efforce d'être l'expression de l'état actuel et des tendances des industries mécaniques les plus évoluées et, par suite, se fonde sur une documentation étendue, profonde, constamment à jour. Nous voulons donner à nos jeunes ingénieurs, avec la capacité d'apprendre et de comprendre les problèmes posés par le contact quotidien avec la matière et l'homme, la documentation de base qui les situe dans l'atmosphère du moment.

C'est dire que notre enseignement est nécessairement confié à un grand nombre de spécialistes dont chacun « vit » le sujet traité, à des maîtres dont chacun vient en quelques heures résumer ce que dans sa spécialité il a recueilli lui-même, parfois au cours de toute une vie penchée sur les réalités.

On a objecté que les qualités pédagogiques de tels maîtres pourraient ne pas être toujours à la mesure de leurs connaissances et de leur expérience. Qu'importe ! Si l'un d'eux venait à démentir que « ce que l'on conçoit bien s'énonce clairement », j'imagine que le rayonnement si intense que donne le vrai savoir porterait tout de même mieux sur les hommes faits que nous voulons instruire qu'une leçon ordonnée suivant toutes les règles de la pédagogie, mais apprise la veille dans un livre. Au reste, il ne s'agit plus chez nous de former les esprits mais de les adapter aux nécessités industrielles ; il ne s'agit pas davantage de les meubler des règles de l'art, mais de leur en faire discerner le support scientifique et, s'il existe, le fil conducteur capable de les guider au-delà. Il s'agit de répondre aux « pourquoi » de jeunes cartésiens qui, dans le monde industriel où leurs yeux viennent de s'ouvrir, s'étonnent souvent avec raison des traditions où nous leur paraissions sommeiller et aspirent, comme l'écrivait Descartes, « à ne recevoir aucune chose pour vraie qu'ils ne la connaissent évidemment être telle ». Mais il s'agit surtout de leur apprendre à *réaliser* (ce qui suppose un maître qui l'a fait lui-même) et, pour cela, de tempérer l'effet stérilisateur d'un excès d'esprit critique, de développer le goût du risque, l'esprit de décision.

Pas d'élèves passifs ; un colloque permanent avec les maîtres ; application constante, sous leur direction, des notions acquises à des cas vécus : école d'application — méthodes actives.

L'Institut supérieur des matériaux et de la construction mécanique est ouvert, dans la limite des places disponibles (une trentaine au maximum), aux ingénieurs des deux sexes, de nationalité française ou étrangère, dont les diplômes constituent une garantie suffisante de culture supérieure.

Ils y sont admis soit comme élèves réguliers, soit comme auditeurs libres ayant la faculté de suivre seulement les enseignements de leur choix.

Nous nous sommes bornés jusqu'ici à envisager la formation des ingénieurs dans sa forme la plus répandue, où l'enseignement des techniques est donné à des jeunes gens possédant préalablement une culture générale développée et une culture scientifique supérieure. Je ne saurais passer sous silence l'œuvre de promotion ouvrière consistant à élever progressivement aux fonctions d'ingénieurs les jeunes ouvriers de

nos entreprises, ayant été moi-même appelé à apporter une importante et concluante contribution à cette œuvre dont il est vain de souligner la haute portée sociale.

Dans nos établissements de fabrications d'armement, des jeunes apprentis, soigneusement sélectionnés en deuxième année d'apprentissage, sont spécialement suivis et poussés, puis astreints à une quatrième année d'apprentissage, au cours de laquelle ils sont initiés aux techniques de fabrication. Trois années de pratique du métier à l'atelier leur sont ensuite imposées, durant lesquelles ils ont la faculté de suivre, en dehors des heures de travail, des cours préparatoires portant seulement sur les moyens d'expression (langue maternelle, mathématiques et dessin). Après ce stage, ils sont admis sur concours aux écoles techniques normales, d'où ils sortent, au bout de deux années d'études, « techniciens ». Les meilleurs d'entre eux peuvent alors entrer, sur concours, à l'École technique supérieure, d'où, après deux années d'études, ils sont nommés ingénieurs des travaux d'armement. Ils possèdent alors le niveau culturel des ingénieurs de nos écoles d'arts et métiers. C'est en somme une course de fond, au cours de laquelle on s'efforce d'élever constamment leur culture générale et scientifique à partir de la solide formation primaire de base. La sélection se fait par élimination progressive, basée non seulement sur les facultés intellectuelles et les aptitudes professionnelles, mais mieux encore sur les facteurs moraux qu'attestent la persévérance et la volonté.

Les résultats obtenus sont tellement remarquables que l'on se prend à regretter que tant de préjugés sociaux nous empêchent de conduire par cette voie aux postes supérieurs, en abrégant éventuellement les étapes, les jeunes élites qu'absorbe l'enseignement secondaire.

« Est-il plus avantageux pour l'artiste de commencer son éducation ou ses études par la théorie ou par la pratique ? Je n'hésite pas à me prononcer pour la pratique », écrivait Chaptal en 1804, dans sa claire vision des choses de l'industrie.

Quelle que soit la voie adoptée pour conduire l'ingénieur au métier, le rôle des éducateurs ne s'éteint pas à l'arrivée. Dans la course éperdue de la technique vers le progrès, la stagnation est un recul. Après avoir atteint sa maturité, le technicien ne doit pas vieillir. Pour lutter contre la routine qui le guette, il faut la rajeunir constamment. Suivant le mot heureux de mon éminent collègue de la Société d'encouragement à l'Industrie nationale, M. Lacoïn, président de cette société, un siècle après Chaptal, il faut « renouveler le personnel par l'éducation ».

Quelques grandes firmes ont compris l'importance de ce continuel entretien de ce qu'en langage sportif on pourrait appeler la « forme » du personnel. On leur doit de magnifiques et fécondes réalisations qui pourraient être prises pour modèles d'une œuvre dont le bénéfice s'étendrait à l'ensemble de la profession.

Certes, dans le bouillonnement d'idées dont Paris est actuellement le siège, un faisceau d'initiatives, le plus souvent sous l'égide de nos sociétés savantes, dispense aux quatre vents les éléments d'information capables de tenir les ingénieurs en éveil.

Certes, des congrès nationaux et internationaux s'efforcent çà et là de faire le point sur les questions à l'ordre du jour. Mais dans le domaine de la mécanique industrielle, toujours quelque peu somnolente, il reste beaucoup à faire.

On rêve là d'un travail permanent d'équipe, travail en profondeur, comme déjà nous en donnent l'exemple les milieux purement scientifiques et les professions très scientifiquement évoluées, où tous les spécialistes d'une question pourraient confronter périodiquement leurs réalisations et préparer en commun la technique de demain, comme c'est le cas par exemple dans le domaine des essais des matériaux depuis plus d'un demi-siècle.

Travail d'équipe, ai-je dit. C'est bien là que réside la difficulté, dès que l'on quitte le domaine des laboratoires, tant survit dans nos industries mécaniques la croyance du secret de fabrication, dont nous savons bien pourtant qu'il n'est au demeurant qu'un secret de polichinelle.

En dépit de ce climat peu favorable, et parce que, suivant le Taciturne, « il n'est pas nécessaire d'espérer pour entreprendre », nous avons pensé que l'œuvre de notre Institut supérieur des matériaux et de la construction mécanique devait être prolongée au-delà de la scolarité. Nous avons ainsi appelé tous les ingénieurs mécaniciens constructeurs à prendre part, avec notre corps enseignant et nos anciens élèves, groupés dans une même association (G. A. M. I.), à des colloques hebdomadaires, sur les techniques de production et de construction, techniques que trop souvent domine encore l'empirisme.

Ce sont nos colloques du lundi, dont la réussite est déjà grande, où nous nous efforçons depuis bientôt deux ans d'informer constamment nos ingénieurs mécaniciens des progrès et des tendances de ces techniques et de les inciter à apporter leur concours à leur développement, au perfectionnement de leurs bases scientifiques.

Chaque trimestre, notre G. A. M. I. organise en outre une journée d'études où nous nous employons à faire le point sur l'évolution récente d'un problème industriel : méthodes de contrôle de l'interchangeabilité dimensionnelle, commandes hydromécaniques ont déjà fait l'objet de nos deux premières journées d'étude. Nous aborderons en juin la question de la lubrification.

Vous pouvez constater que nous nous efforçons d'œuvrer non seulement sur le domaine des techniques de construction, mais sur celui encore bien plus timidement défriché dans tous les pays des techniques de production.

Ce n'est pas pour nous la moindre difficulté, car il faut bien reconnaître qu'en l'an 1952, où l'on parle tant de productivité, il est encore peu d'entreprises industrielles, peu de groupements corporatifs, peu d'ingénieurs peut-être, qui pratiquent avec nous la religion de la science de la production.

Il est difficile d'analyser le complexe de raisons capables de motiver une telle attitude, un tel défi à l'évidence.

J'en vois cependant quelques-unes qui pourraient suffire à l'expliquer :

— Raisons d'ordre social tout d'abord. Car, en dépit de nos prétentions démocratiques, il faut reconnaître que tout ce qui touche la production, le travail manuel, reste frappé d'infériorité. En la personne de ses prêtres, la science s'en écarte, comme si elle craignait de se salir les mains et peut-être aussi parce que les savants reculent devant la difficulté d'adapter leur bagage théorique aux phénomènes si complexes que nos ateliers s'emploient à maîtriser.

— Raisons d'ordre économique, car l'analyse scientifique de ces phénomènes, impossible le plus souvent par voie mathématique, exige des recherches expérimentales extrêmement coûteuses.

— Raisons d'ordre psychologique. Il n'est pas douteux en effet que devant la condition inférieure où ils sont tenus

et devant la mauvaise volonté ou l'incapacité des théoriciens à leur venir en aide, les producteurs se sont raidis... De là à renier la science, il n'y avait qu'un pas : il a été franchi.

— Raisons d'ordre pédagogique. C'est tout le procès de la formation des cadres qui précisément se situe ici.

Mais, me direz-vous, que faites-vous du vaste mouvement d'idées qui, depuis Taylor — chez nous sous l'impulsion d'un authentique grand savant, Henry Le Chatelier — s'est développé durant une cinquantaine d'années sous le vocable d'« organisation scientifique du travail » ?

Nous arrivons là au cœur même du drame.

C'est qu'en effet, le plus souvent, le mot organisation a été pris dans son acception purement administrative, que lui donne l'homme de la rue. Reconnaissons qu'au nom de la science chacun s'est employé surtout à mettre de l'ordre dans sa maison. Loin de moi l'intention de minimiser cette louable et féconde occupation. Loin de moi la pensée de nier que l'esprit scientifique l'ait utilement guidée. Loin de moi l'erreur de méconnaître l'importance des résultats acquis dans cette voie comme aussi l'ampleur des développements qui s'y imposent encore.

Mais je pense que l'on a ainsi pris pour but ce qui n'était que l'un des moyens à mettre en œuvre pour l'atteindre et non pas l'essentiel.

L'arbre a caché la forêt.

Le véritable bénéfice que la production peut tirer de la science ne se situe pas dans l'ordre administratif, où elle est d'ailleurs un bien grand mot pour une petite chose, mais dans l'ordre technique, au sens usuel de ce mot, c'est-à-dire dans les techniques de construction proprement dites.

« Penser avant d'agir », cri d'alarme dans lequel Henry Le Chatelier résumait imprudemment toute l'organisation scientifique du travail, demeure sans doute le plus salutaire conseil à ceux dont l'action est la raison d'être. Mais cessons de croire que de simples règles administratives et comptables suffisent pour féconder utilement cette action. Que le phare qui éclaire la route ne prétende pas faire mouvoir la voiture, disait Deteuf. Réglementer, ce n'est que discipliner l'action. C'est sur la substance même de l'action qu'il faut œuvrer. C'est à cette œuvre qu'il faut apporter le concours de la science, c'est-à-dire de la mesure, autrement dit, en deux mots, je le répète, le concours de la recherche expérimentale.

Taylor ne s'y était pas trompé et sa gloire n'est pas tant faite d'organigrammes et de plannings que de découvertes acquises par des voies authentiquement scientifiques, et bien autrement productives, comme celle de l'acier rapide.

Je reconnais que cela est beaucoup plus difficile, que cela ne demande pas seulement un sens de l'ordre et de la méthode tout court, un effort de pensée, un grain de bon sens, une simple machine à écrire. Il y faut déployer d'autres qualités, d'autres connaissances et d'autres moyens matériels. C'est autrement laborieux et combien plus coûteux.

Mais si l'on a vraiment le souci du progrès industriel, le moment est venu de ne pas s'attarder plus longtemps à des questions, importantes sans doute mais accessoires, pour attaquer de front le problème essentiel. L'enjeu est de taille !

J'en appelle aux normalisateurs qui, à chaque pas qu'ils font pour élaguer la brousse, découvrent chaque jour le néant sur lequel se fondent nos routines.

C'est pourquoi, devant l'ampleur et la difficulté de la tâche qui s'impose aux producteurs, il est apparu qu'une collaboration internationale était nécessaire pour éviter la dispersion des efforts.

Telle est l'origine et la raison d'exister du Collège international pour l'étude scientifique des techniques de produc-

tion mécanique, créé en 1949, dont je m'honore d'être l'un des membres fondateurs et actuellement le secrétaire général.

Placé depuis 1951 sous la présidence de mon éminent compatriote M. Albert Portevin, membre de l'Institut, ce collège constitue une équipe internationale de travail, groupant les chercheurs qui, dans leurs pays respectifs, s'attachent à soustraire à l'empirisme les techniques de production mécanique et à leur donner une base scientifique.

Il a pour buts essentiels :

- 1° de promouvoir par la recherche scientifique l'étude du travail mécanique de tous les matériaux solides, y compris la vérification du rendement et de la qualité de ce travail ;
- 2° d'établir entre les chercheurs un contact permanent par la confrontation de leurs programmes de recherches, par l'échange de leurs résultats d'expériences ;
- 3° de provoquer la réunion des chercheurs en colloques, afin de faire la synthèse des résultats de recherches et d'en assurer la publication.

J'aurai tout dit de ses tendances et de son domaine d'action en vous citant une phrase du procès-verbal de sa dernière assemblée générale, adopté à l'unanimité :

Il est entendu que le domaine d'action du Collège n'est pas celui qui, par une regrettable déformation des idées de Taylor, s'est développé presque exclusivement sur le plan que l'on pourrait qualifier d'administratif sous le nom de « Scientific Management » en anglais et d'organisation scientifique du travail en français. Les membres du Collège sont unanimes à penser que, malgré son efficacité indiscutable, le mouvement d'idées qui s'est ainsi produit dans le monde industriel, a trop souvent masqué la tâche essentielle, à savoir le perfectionnement scientifique des techniques de production. C'est exclusivement à cette tâche que le Collège, conscient de la nécessité d'un redressement, se propose de consacrer son activité. Le moyen qui s'impose pour la remplir est le développement des recherches de caractère scientifique concernant les techniques de production mécanique.

Il s'agit bien du coup de barre dont je vous plaçais tout à l'heure l'impérieuse urgence. Il s'agit aussi de revaloriser la fonction technique des cadres de nos industries mécaniques en les appelant non seulement à « penser avant d'agir », comme le voulait Le Chatelier, mais à agir ensuite par la pensée autant que par les mains, ainsi qu'il l'entendait sans doute aussi, lorsqu'il écrivait ailleurs : « La pensée, pour moi, ne vaut que dans la mesure où elle tend vers l'action. »

Déjà nous groupons des savants et des chefs de laboratoire appartenant à sept pays d'Europe : Belgique, Hollande, Allemagne, France, Grande-Bretagne, Suisse, Suède. Nous comptons sans doute bientôt des représentants de l'Espagne, de l'Italie, de l'Australie et des Etats-Unis d'Amérique.

Ainsi se trouvent posées les bases d'un vaste mouvement d'idées et de recherches dont nous pensons qu'il orientera dans la voie la plus féconde, la plus « productive » pourrait-on dire, les efforts de tous ceux qui, sous la bannière de la « productivité », s'inquiètent d'augmenter le rendement et la qualité de la production mécanique, d'alléger et humaniser le travail.

\* \* \*

Si je suis parti de la formation des ingénieurs pour aboutir à cette productivité qui hante nos esprits, c'est parce que tout s'enchaîne, parce que les plus belles institutions ne valent que par les hommes qui les mettent en œuvre et que la formation de ceux à qui demain nous passerons le flambeau est sans nul doute le facteur essentiel de la productivité.

Cette formation génératrice de productivité doit elle-même être, en soi, productive. La preuve est faite qu'on y parvient par une amélioration de l'esprit et des méthodes plutôt que par une profonde modification, d'ailleurs psychologiquement impossible, de la structure de l'enseignement.

Mais, avant tout, la formation professionnelle des ingénieurs exige un intime concours des milieux industriels intéressés. Il ne viendrait à personne l'idée que les médecins pourraient laisser à d'autres et hors de l'amphithéâtre et de l'hôpital, le soin de former des médecins. Il appartient aussi aux ingénieurs de former les ingénieurs dans le cadre de la vie industrielle, parce que le métier d'ingénieur n'est pas contenu seulement dans quelques chapitres de sciences mathématiques et physiques. Il y faut ajouter tout ce que ces sciences ne savent encore expliquer ou prévoir et qui pourtant existe, fruit des leçons que les plus expérimentés ont su tirer eux-mêmes des faits. Il y faut introduire aussi partout ces trois variables qui déjouent souvent les plus logiques prévisions de la science : l'homme, l'argent, variables fluctuantes, le temps, inexorable censeur.

Il faut aussi faire naître ce que Claude Bernard appelait l'idée, parce qu'elle est plus que la froide hypothèse ; ce qui pour l'artilleur n'est que le flair, mais que pour l'ingénieur nous appellerons « art » ; l'art par quoi, suivant Bacon, « l'homme s'ajoute à la nature ».

Tout cela exige qu'il soit permis à ceux qui savent pour avoir appris dans le livre de la vie et non dans la poussière des bibliothèques, de payer avant de mourir leur dette à la communauté, en transmettant aux jeunes de la profession, hors de l'entreprise qui les emploie, les connaissances qu'ils ont acquises dans leur spécialité.

Cela suppose que l'apprentissage des jeunes ingénieurs sur le tas soit vraiment un apprentissage sous la direction des plus qualifiés de l'usine (comme aux armées le capitaine forme le lieutenant, à l'hôpital le « patron » forme l'interne) et non pas une de ces vaines grimaces d'apprentissage, imposées parfois pour des buts démagogiques sous le nom de stages, dans lesquels, sous prétexte de former mieux un ingénieur et comme s'il s'agissait de pénaliser son effort intellectuel, on l'attarde à exercer des fonctions de manœuvre ou les métiers d'ouvriers, que sa culture lui permettrait d'assimiler en quelques heures.

Cela suppose que les usines soient largement ouvertes aux élèves, comme jadis les ateliers de nos artisans aux Compagnons du tour de France, pour y puiser la sève du métier.

Cela suppose donc en définitive que la solution du problème de la formation des ingénieurs soit comme imprégnée des plus hauts sentiments de solidarité professionnelle.

Si je parlais dans mon pays, j'ajouterais de « solidarité nationale ». Vous me permettrez de dire ici de « solidarité internationale », car désormais tous les problèmes sont à l'échelle du monde. Dans ce pays où aux heures d'épreuve nous avons connu tant de sympathies, et où je compte personnellement tant d'amis sincères, au bord de ce lac qui est entre nous comme un trait d'union, je sais qu'il n'est pas vain de faire appel à l'union de ceux qu'anime un commun idéal, pour tout ce qui tend à améliorer la condition humaine.

Faut-il ajouter, en terminant, ce que savent bien tous ceux d'entre vous qui, par profession ou par devoir, exercent le haut sacerdoce qu'est l'enseignement : Ici, plus qu'en tout autre domaine, il est vrai qu'« on ne fait rien de grand que par le cœur ». Méthodes, pédagogie, expérience, connaissances, programmes, cela compte sans doute. On a pu dire justement : « Enseigner c'est intéresser... » ; mais plus encore, c'est aimer !