

L'ingénieur dans le monde actuel et l'Europe de demain

Autor(en): **Choisy, Eric**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **85 (1959)**

Heft 24

PDF erstellt am: **01.05.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-64148>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

BULLETIN TECHNIQUE DE LA SUISSE ROMANDE

paraissant tous les 15 jours

ORGANE OFFICIEL

de la Société suisse des ingénieurs et des architectes
de la Société vaudoise des ingénieurs et des architectes (S.V.I.A.)
de la Section genevoise de la S.I.A.
de l'Association des anciens élèves de l'EPUL (Ecole polytechnique
de l'Université de Lausanne)
et des Groupes romands des anciens élèves de l'E.P.F. (Ecole
polytechnique fédérale de Zurich)

COMITÉ DE PATRONAGE

Président: J. Calame, ing. à Genève
Vice-président: E. d'Okolski, arch. à Lausanne
Secrétaire: S. Rieben, ing. à Genève
Membres:
Fribourg: H. Gicot, ing. ; M. Waeber, arch.
Genève: G. Bovet, ing. ; Cl. Groscurin, arch. ; E. Martin, arch.
Neuchâtel: J. Béguin, arch. ; R. Guye, ing.
Valais: G. de Kalbermatten, ing. ; D. Burgener, arch.
Vaud: A. Chevalley, ing. ; A. Gardel, ing.
M. Renaud, ing. ; Ch. Thévenaz, arch.

CONSEIL D'ADMINISTRATION

de la Société anonyme du « Bulletin technique »
Président: A. Stucky, ing.
Membres: M. Bridel ; R. Neeser, ing. ; P. Waltenspühl, arch.
Adresse: Ch. de Roseneck 6, Lausanne

RÉDACTION

D. Bonnard, ing.
Rédaction et Editions de la S. A. du « Bulletin technique »
Tirés à part, renseignements
Adresse: Case Chauderon 475, Lausanne

ABONNEMENTS

1 an	Suisse Fr. 26.—	Etranger . . Fr. 30.—
Sociétaires	» » 22.—	» . . » 27.—
Prix du numéro	» » 1.60	

Chèques postaux: « Bulletin technique de la Suisse romande »,
N° II 57 75, Lausanne.
Adresser toutes communications concernant abonnement, changements
d'adresse, expédition, etc., à: Imprimerie La Concorde, Terreaux 29,
Lausanne

ANNONCES

Tarif des annonces:
1/1 page Fr. 275.—
1/2 » » 140.—
1/4 » » 70.—
1/8 » » 35.—

Adresse: Annonces Suisses S. A.
Place Bel-Air 2. Tél. (021) 22 33 26. Lausanne et succursales



L'ingénieur dans le monde actuel et l'Europe de demain, par M. Eric Choisy, Dr. h. c., ingénieur.

Un important problème suisse: le gaspillage du sol productif, par Bernard Liengme.

Divers. — Carnet des concours. — Documentation générale. — Documentation du bâtiment. — Informations diverses.

L'INGÉNIEUR DANS LE MONDE ACTUEL ET L'EUROPE DE DEMAIN

par M. Eric CHOISY, Dr. h. c., ingénieur,

président de la Fédération européenne d'associations nationales d'ingénieurs (FEANI)¹

1. Introduction

En proposant aux participants à votre congrès l'étude de la position de l'ingénieur dans le monde actuel et l'Europe de demain, vous avez marqué votre volonté de renoncer à l'examen des problèmes purement techniques qui sont notre lot journalier pour considérer avant tout l'ingénieur comme membre de cette communauté humaine qui aurait tant de raisons de rechercher ce qui unit alors que trop souvent on envisage seulement ce qui divise.

En vous adressant au président de la Fédération européenne d'associations nationales d'ingénieurs, je me permets de croire que vous avez voulu montrer que vous approuviez les efforts de ce groupement d'ingénieurs de bonne volonté qui, au cours de deux congrès tenus à Rome en 1953 et à Zurich en 1956 se sont occupés des

problèmes que posent sur le plan humain la vocation de l'ingénieur, sa formation, son rôle dans la société actuelle.

Si je rappelle ces deux congrès, qui durèrent, chacun, plusieurs jours, c'est pour vous faire mieux comprendre qu'au cours de mon exposé je ne pourrai envisager que certains aspects du thème très large que vous avez adopté. J'ajoute immédiatement que je me permettrai de reprendre quelques points de vue que j'avais exposés devant certains d'entre vous à Strasbourg même, lors du baptême de la promotion de 1957 de votre école.

* * *

Le monde actuel est plein de contradictions et d'inconséquences dont les plus étonnantes sont probablement celles dues au progrès technique dont nous sommes tous les artisans. Alors que les moyens de communication rapprochent toutes les régions de notre

¹ Exposé présenté en juillet 1959, à l'occasion du 25^e anniversaire de la création de la Société des anciens élèves de l'Ecole nationale d'ingénieurs de Strasbourg.

globe, permettent à tous les producteurs d'être les voisins de tous les consommateurs, créant ainsi les prémisses d'une véritable solidarité mondiale, alors que le développement du machinisme diminue la peine des hommes et augmente leurs loisirs, alors que des découvertes bouleversantes devraient permettre d'envisager avec un certain optimisme les conséquences de l'explosion démographique de notre temps, force est bien de constater qu'aussitôt né, tout progrès technique est utilisé en même temps aux fins que je viens de rappeler, mais aussi à diviser l'humanité et à détruire son patrimoine, si bien qu'on pourrait presque se demander si la technique n'a pas été frappée de quelque malédiction originelle et si le cerveau de l'homme d'une étonnante fertilité inventive n'est pas, en définitive, l'instrument de la perte de notre communauté.

Je n'ai pas besoin de vous rappeler qu'à cette question la plupart des penseurs de notre époque, même ceux que la rapidité du progrès matériel effraie, ont répondu que la technique n'est, par elle-même, ni bonne ni mauvaise, mais qu'elle permet d'atteindre des buts bons ou mauvais suivant la volonté de ceux qui l'utilisent.

Nous voilà donc ramenés à cet être singulier dont le sens moral paraît si modeste en face des moyens extrêmement puissants dont son intelligence l'a doté, et singulièrement aux artisans de ces moyens, les ingénieurs, qui trop souvent créent des outils sans se préoccuper de l'usage que d'autres en font.

Dans le tour d'horizon auquel nous allons procéder ensemble, nous nous arrêterons tout d'abord à quelques tâches de l'ingénieur. Nous pourrions alors préciser le type d'ingénieur dont le monde actuel a besoin en nombre toujours plus grand, ce qui nous conduira à nous préoccuper de la formation et du recrutement du personnel technique. Nous achèverons par quelques considérations sur le rôle de l'ingénieur dans la création de cette Europe unie dont nous avons tous la nostalgie.

2. Quelques tâches de l'ingénieur

Parmi les tâches de l'ingénieur, certaines sont spectaculaires. Pensez par exemple au développement de l'automation, à l'énergie électrique due à la fission de l'atome et que l'on trouve déjà sur le marché, à la construction des satellites artificiels qui certainement feront faire un bond à la connaissance du monde.

Mais d'autres chapitres de la technique attirent moins bruyamment l'attention bien qu'ils soient pour l'humanité d'une importance capitale. Ce sont entre autres les problèmes urgents que posent à l'architecte comme à l'ingénieur les conditions d'habitation et le développement des villes, la recherche de nouvelles sources d'énergie afin d'épargner les réserves naturelles, la modernisation de l'agriculture ainsi que la lutte contre l'érosion et contre les parasites pour arriver, enfin, à nourrir normalement l'humanité.

Examinons de plus près certaines de ces tâches, ce qui nous permettra ensuite, plus facilement, d'émettre quelques considérations sur la formation des ingénieurs.

L'automation fait appel à trois techniques différentes, que l'on peut combiner de diverses façons. Il s'agit tout d'abord de perfectionner les chaînes de production de façon à les rendre entièrement automatiques ou, tout

au moins, de leur conférer le rythme de production optimum au point de vue économique tout en assurant aux ouvriers qui les desservent les conditions de travail les meilleures. Ce problème qui semblait impossible à résoudre il y a une ou deux décennies ne l'est plus actuellement puisque les automatismes permettent de donner aux ouvriers une tâche de surveillance.

La seconde technique de l'automation est l'introduction de dispositifs de contrôle automatique dont les résultats agissent directement sur le processus de fabrication.

Enfin, grâce à l'emploi de calculateurs très rapides, on tire du maniement d'un grand nombre de données des conclusions qui permettent, tant dans le domaine technique que sur le plan financier, de prendre des décisions quasi immédiates mais parfaitement étayées.

Dans ce domaine l'ingénieur doit donc dominer plusieurs techniques, connaître les méthodes modernes de calcul et vouer un intérêt particulier aux problèmes humains.

Mais si l'on veut que l'automation porte ses fruits, il faut que le marché soit à la mesure de la puissance des moyens techniques, et voici l'ingénieur obligatoirement européen.

La conquête de l'énergie et sa mise à disposition en quantités toujours croissantes est la condition première du progrès technique. Actuellement, le charbon couvre 50 % des besoins mondiaux et les produits pétroliers 43 %. Si l'on extrapole prudemment, jusqu'en 1975, on peut admettre qu'à ce moment la part du charbon — en valeur relative — sera de 30 % tandis que celle des produits pétroliers et du gaz naturel sera de 58 %.

Actuellement, comme dans les prochaines décennies, ce sont donc les sources épuisables qui font face à l'essentiel du bilan énergétique, l'énergie hydraulique, si importante pour certains pays comme la Suède, l'Autriche et la Suisse, ne jouant pour l'ensemble des Etats qu'un rôle secondaire.

Si l'on cherche à extrapoler à plus lointaine échéance, tenant compte de l'explosion démographique de notre temps et de l'augmentation continue de la consommation d'énergie par habitant on constate que, même si la chaleur nécessaire au chauffage des bâtiments et de l'eau est produite de plus en plus par la fission de l'atome, même si la fabrication des carburants synthétiques se développe, l'épuisement des réserves naturelles de pétrole est l'affaire d'un ou deux siècles. Quant à l'uranium pourtant répandu dans de nombreuses régions du globe, il serait, dans les mêmes hypothèses, épuisé dans cinq à six siècles, période longue si on la rapproche de la durée de la vie humaine, mais qui ne restera que comme un moment très bref dans l'histoire de l'humanité.

Les ingénieurs de notre génération doivent donc bien se pénétrer de l'idée que tout le progrès technique qui est basé sur une consommation d'énergie très rapidement croissante, n'existe que par le pillage accéléré des richesses naturelles de notre planète. Il faut donc, en vertu même de la solidarité qui doit nous lier aux générations suivantes, que les chercheurs et les constructeurs de notre temps s'ingénient à mettre en œuvre d'autres sources d'énergie : le soleil, le vent, les marées, la fusion des atomes légers, la chaleur de la terre.

Mais les recherches atomiques, comme d'ailleurs l'astronautique, posent aussi un problème moral. Jusqu'à quel point l'homme a-t-il le droit de modifier le visage de l'univers ?

Pour répondre à cette question nous n'interrogerons certes pas les matérialistes dont la réponse, conforme à leur système, ne fait pas de doute ; mais il est intéressant de noter les déclarations qu'un écrivain, chrétien convaincu, Henri Quéffelec faisait récemment à ce sujet.

Après avoir constaté que le progrès technique est dans l'ordre naturel des choses, Quéffelec ajoute : « Je pense, comme chrétien, qu'il faut laisser aller les recherches atomiques. L'homme créé à l'image de Dieu a reçu de Dieu un certain droit sur le Cosmos. Il en fait partie mais a le droit d'agir sur lui. »

Comme son interlocuteur se demandait si la civilisation technique ne cherchait pas bien autre chose que le royaume de Dieu et ne prétendait pas donner à l'homme une puissance divine, le même penseur répondit en faisant remarquer qu'il était écrit : « Cherchez d'abord le royaume de Dieu et sa justice, c'est-à-dire une amélioration du sort des déshérités, ce qui n'est pas possible sans la technique. »

Mais quittons maintenant ces domaines particulièrement frappants pour nous arrêter un instant devant deux tâches essentielles, le logement et la nourriture, dont on parle moins car elles sont pour tout homme sensible une source de honte.

Il est certain que la partie la plus grande de l'humanité est mal logée ; sur ce point les pays sous-développés sont en bonne compagnie puisque dans de nombreuses localités européennes l'eau n'est pas distribuée à domicile, les installations sanitaires les plus rudimentaires font défaut et que bien souvent il existe même à la campagne des logements humides et sans soleil. Quant aux grandes villes il n'est pas nécessaire de rappeler qu'elles recèlent d'innombrables taudis.

Il serait beaucoup plus utile à l'humanité de construire des logements que des automobiles. Si je rapproche ces deux objets c'est pour montrer que les méthodes modernes de la technique ont permis de construire des véhicules à moteur de plus en plus perfectionnés, à des prix toujours décroissants malgré l'augmentation continue du coût de la main-d'œuvre. Or, rien n'empêche d'appliquer les mêmes méthodes à la construction des habitations. La collaboration de l'ingénieur et de l'architecte doit permettre l'abaissement du coût de construction par la rationalisation des éléments, leur préfabrication et par l'emploi de procédés et de matériaux qui ont fait leurs preuves dans d'autres branches de la technique.

Ce problème technique et financier à son origine, a des conséquences sociales immédiates car un logement malsain ou sans confort incite ses habitants à rechercher des moyens d'évasion, développe l'alcoolisme et, dans bien des cas, explique la destruction de la famille.

Quant à la lutte contre la faim, l'urgence et l'ampleur du problème montrent que, seuls des moyens techniques puissants peuvent en venir à bout. En attendant la mise en valeur systématique des superficies actuellement non cultivées, les déserts, les marais, voire les zones polaires et l'utilisation des matières nutritives contenues dans les océans, nous avons les moyens d'accroître le rendement de l'agriculture, tâche fondamentale des

ingénieurs agronomes, mais aussi des chimistes créateurs d'engrais et des mécaniciens constructeurs de machines agricoles.

L'effort déjà réalisé est considérable puisque, en France, au cours des vingt dernières années, le nombre des tracteurs agricoles a passé de 35 000 à 600 000, que la consommation des engrais a doublé et que, conséquence directe, le rendement en blé a augmenté de 50 %.

Dans ce cas également les conséquences du progrès technique dépassent largement le domaine matériel car l'agriculteur qui a pu moderniser ses méthodes de travail se libère de son sentiment d'infériorité à l'égard de l'industrie et de façon plus générale de la population des villes. Le pays tout entier n'a donc qu'à y gagner.

Sur ce rôle social du progrès technique, trop souvent sous-estimé, voire nié, il n'est pas inutile de rappeler que l'homme a cessé d'être une bête de somme grâce à l'invention de la roue et un animal de trait lorsque le harnais et le fer ont donné ce rôle au cheval.

Quant à la suppression des dernières régions esclavagistes, qui n'a guère plus d'un siècle, elle est certainement due pour une part importante, sinon essentielle, à la mise à disposition de l'homme, sous une forme pratique et économique, d'énergie en quantités toujours croissantes grâce aux machines à vapeur tout d'abord, suivies rapidement de toutes les autres machines que vous connaissez.

Plus récemment, c'est le progrès technique qui a permis la diminution de la durée du travail de 70 à 48 heures par semaine en trois quarts de siècle et qui, grâce à l'automation, est en train de rendre aux travailleurs le sentiment de la liberté en les affranchissant du rythme implacable de la machine.

Il n'est pas nécessaire de multiplier ces exemples pour montrer que la civilisation technique née et développée en Occident, grâce aux avantages qu'elle apporte, pourra unifier petit à petit cette humanité qui, dès le début et pendant de nombreux siècles, fut profondément divisée par des civilisations différentes.

Cependant, si l'ingénieur a des raisons de faire preuve d'un certain optimisme, ce serait de l'aveuglement de croire que les progrès que nous espérons se réaliseront automatiquement et sans risques. Bien au contraire, l'ingénieur ne sera un des artisans d'une vie meilleure que s'il fait preuve d'une vigilance constante quant à l'emploi des outils qu'il a forgés, ce qui implique obligatoirement l'élargissement de son horizon.

C'est pourquoi la formation de l'ingénieur est devenue actuellement une question d'intérêt général.

3. Formation de l'ingénieur

Une des caractéristiques les plus frappantes du développement de la technique est sa rapidité. Procédés et matériaux nouveaux naissent sans discontinuer, mais parfois meurent vite. Aujourd'hui la moitié des recettes du puissant groupe Dupont de Nemours proviennent de produits inconnus avant la guerre et, à la General Electric un ouvrier sur trois travaille à quelque chose qui n'existait pas il y a cinq ans.

Un autre phénomène nouveau est la liaison très directe qui conduit de la recherche fondamentale à l'économie par l'intermédiaire de l'ingénieur. La distinction célèbre entre le « faire » et le « savoir », héritage de la culture

grecque est actuellement périmée, de même que l'opprobre qui frappait les professions mécaniques.

Quant à l'étendue du domaine technique, elle est quasi illimitée, si bien que d'une part, nul ne peut échapper à son emprise même s'il le désire et que, d'autre part, l'ingénieur se voit maintenant assigner des tâches si vastes et si différentes qu'en moins d'un siècle celui qui pouvait dominer toute la technique est actuellement remplacé par une dizaine de spécialistes utilisant chacun des matériaux et un vocabulaire propres.

Devant ces faits, comment concevoir la formation de l'ingénieur, étant bien entendu qu'il s'agit exclusivement de l'ingénieur de niveau universitaire, c'est-à-dire ayant accompli le cycle complet des études secondaires couronnées par le baccalauréat ou un examen équivalent avant de devenir étudiant dans une école supérieure de l'Etat — ou reconnue par lui — pendant quatre ans au moins. Cette question, thème de congrès internationaux et d'innombrables publications, a reçu beaucoup de réponses que je me garderai bien de résumer ici, faute de temps d'une part et pour éviter que nos jeunes collègues qui viennent de commencer leur carrière n'en retirent l'impression inexacte que leur formation n'est peut-être pas bien adaptée aux besoins pratiques.

Or, si l'on approfondit un peu cette question, on en arrive à la conclusion qu'il existe, pour former les ingénieurs, plusieurs bonnes méthodes ayant fait leurs preuves et dépendant au premier chef du génie propre des divers pays d'Europe. Il n'y a aucune similitude, par exemple, entre les méthodes extrêmement souples des Anglo-Saxons et les procédés rigides des Italiens ; toutefois nous savons tous que l'Angleterre, comme l'Italie, produisent chaque année nombre d'ingénieurs de qualité.

Il est donc certain que lorsque l'Europe unie sera faite, une normalisation des produits de la technique devra intervenir, mais non une unification des méthodes de formation pour les carrières scientifiques, ce qui serait une perte de richesse de notre continent.

Cependant, il y a quelques principes généraux que l'on peut dégager de l'évolution actuelle, tenant compte du fait que, pour la formation scolaire d'un spécialiste quel qu'il soit, juriste, médecin ou ingénieur, on peut distinguer quatre phases :

Tout d'abord, le cycle d'acquisition des connaissances fondamentales (calcul, lecture, etc.).

Puis le cycle d'orientation, qui se situe de la 12^e à la 15^e année environ, d'importance primordiale, et auquel je reviendrai un peu plus tard.

L'enseignement secondaire se termine par le cycle de maturité, suivi des études supérieures, qui constituent la quatrième et dernière phase de la formation scolaire.

Dans la plupart des pays européens il n'existe que des liens fort ténus entre les écoles qui dispensent l'enseignement des deux derniers cycles et c'est très regrettable, au moment où l'on s'efforce de donner aux ingénieurs une formation aussi rationnelle et complète que possible tandis que le temps à disposition est si limité. Presque partout il existe à la fois des lacunes et des redites.

En ce qui concerne la quatrième phase, et quelle que soit la façon dont on envisage le problème, on se trouve

toujours ramené au dilemme suivant : l'école supérieure doit-elle former des spécialistes aptes à rendre immédiatement des services dans l'industrie — ce terme étant utilisé dans son sens le plus général — ou faut-il mettre l'accent avant tout sur l'enrichissement de la personnalité du jeune ingénieur face aux responsabilités qui lui incombent dans notre civilisation technique, ce qui implique que sa spécialisation dans un domaine particulier intervienne en même temps que le début de sa carrière pratique.

Or, si l'on tient compte des risques de notre type de civilisation, de l'étendue du domaine toujours croissant de la technique et de la rapidité de son évolution, c'est au second terme de cette alternative que nous devons nous arrêter, seule façon de maintenir un certain équilibre entre le progrès matériel et le progrès moral et d'éviter que la technique ne devienne cette « force autonome » que craignait Berdiaeff. Autrement dit, si nous avons encore foi dans la culture occidentale et son pouvoir de rayonnement à travers le monde, nous devons faire de l'ingénieur un scientifique certes mais aussi un homme cultivé et sensible.

Comment parvenir à ce résultat dans le délai habituel, qui est bien court et qu'il faut éviter d'accroître surtout dans une période où l'on cherche à susciter toujours plus de carrières scientifiques.

Dans cette optique et sachant que la formation de l'ingénieur doit avant tout lui permettre de comprendre le milieu dans lequel il vit, on peut concevoir les grandes lignes de cette formation comme suit, en admettant que, grâce à une bonne coordination des études secondaires et supérieures il est possible d'établir un programme continu portant sur une durée de sept à huit années.

Envisageons tout d'abord le côté scientifique et technique.

Ce sont certainement les mathématiques qu'il faut placer au centre de la formation des scientifiques.

D'abord parce que les mathématiques conduisent tout naturellement à la logique qui est une des branches de cet arbre toujours jeune qu'est la philosophie. Il y a donc dans ce complexe, à la fois l'acquisition de connaissances indispensables, un mode excellent de formation intellectuelle et une ouverture de l'esprit vers les plus hautes spéculations.

D'autre part, la technique devient de plus en plus une science exacte parce que l'ingénieur travaille dans un domaine très proche de la physique et parce que le progrès permet de serrer les phénomènes de beaucoup plus près. Paul Valéry — que les ingénieurs citent volontiers — chiffrait le progrès au nombre de décimales certaines que l'on peut affecter aux nombres. Les mathématiques, jusque dans leurs développements les plus récents, jouent donc pour les ingénieurs un rôle essentiel.

Au surplus les mathématiques font partie actuellement du bagage intellectuel indispensable à tout homme d'action pour permettre l'interprétation de données numériques et l'établissement et l'usage des statistiques. Quant à la notion de probabilité qui intervient dans la plupart des circonstances de la vie, mieux vaut pouvoir la calculer que la subir passivement.

La physique et la chimie, ces deux sciences sœurs qui depuis deux ou trois décennies ont une souche commune, la structure de la matière, sont également

indispensables à l'ingénieur. Il n'est en effet plus de branche de la science de l'ingénieur qui ne fasse appel à l'un ou l'autre chapitre de la physique et souvent à des développements déjà très avancés de cette science. Il n'est pas nécessaire d'ajouter qu'un enseignement bien compris de la physique et de la chimie non seulement augmente les connaissances utiles de l'étudiant mais contribue à sa formation intellectuelle, surtout si cette base scientifique du programme est complétée par l'étude de l'histoire des sciences.

C'est l'histoire des sciences qui donnera à l'étudiant le sentiment de la continuité dans le progrès, alors qu'il a trop souvent l'impression que tout vient de commencer. Il y apprendra aussi que les savants de notre temps, même les plus illustres, peuvent, dans le domaine de l'audace de la pensée, envier un Copernic ou un Thalès de Milet. En bref l'histoire des sciences est pour l'étudiant une source d'enrichissement certes, mais aussi de modestie et à ce titre, elle a sa place dans toute formation humaniste.

Les considérations qui précèdent s'appliquent aussi bien au futur physicien qu'au futur ingénieur car je suis persuadé que ces deux formes des carrières scientifiques ne cessent de se rapprocher.

Mais abordons maintenant le domaine propre de l'ingénieur qui est la construction en l'illustrant par un exemple que je choisis dans une technique toute récente.

Que demande-t-on aux ingénieurs du génie nucléaire chargés de construire des réacteurs ? Tout d'abord la connaissance des lois qui régissent le phénomène de la fission ; puis l'utilisation aisée des méthodes modernes de calcul ; enfin et surtout ces ingénieurs doivent connaître à fond les matériaux entrant en ligne de compte dans la construction, aussi bien les matériaux « nouveaux » Uranium, Beryllium, Zirconium, Niobium, que ceux que l'on peut considérer comme classiques : l'aluminium et ses alliages ou les aciers inoxydables. Arrêtons-nous un instant à l'aluminium : sa résistance mécanique et sa résistance à la corrosion d'une part, sa section efficace, c'est-à-dire son pouvoir d'absorption des neutrons, relativement faible d'autre part, en font un matériau de structure tout indiqué pour la construction des réacteurs. Mais, parmi les nombreux alliages d'aluminium il convient de choisir le meilleur pour le but que l'on se propose d'atteindre ; c'est dire que l'ingénieur devra connaître à fond ces divers alliages, leurs propriétés mécaniques à basse et à haute température, leur résistance au fluage, leur résistance au bombardement de neutrons, les risques de formation d'isotopes d'aluminium, le rôle des impuretés et leur teneur maximum admissible.

On demandera aussi à ces ingénieurs de savoir construire des éléments soumis à des contraintes inhabituelles ou des pièces nécessitant l'emploi de procédés de fabrication entièrement nouveaux.

Si j'ai insisté sur cet exemple c'est que je connais beaucoup d'ingénieurs, spécialement parmi les jeunes, qui sont toujours prêts à faire du calcul, de la recherche ou de la vente, mais qui s'estiment déshonorés si on leur demande de savoir contraindre la matière grâce à la connaissance de ses propriétés et des méthodes d'usinage. Un ingénieur devrait toujours, pendant une partie au moins de sa carrière, avoir pratiqué la planche à dessin.

Il résulte de cet exemple dont il existe des homologues dans toutes les branches de la technique que les deux disciplines essentielles de l'art de l'ingénieur, après la base scientifique fondamentale, sont la connaissance des matériaux et celle des méthodes de leur mise en œuvre.

De tout temps les écoles techniques ont inclus dans leur programme des cours de technologie et d'éléments de machines mais actuellement il faut certainement augmenter le temps consacré à ces branches.

Ce n'est pas dans le domaine de la métallurgie seulement que la connaissance approfondie des matériaux conduit à des solutions intéressantes et évite des erreurs onéreuses. Prenons le cas du béton par exemple, ce matériau-type du génie civil.

Il y a une trentaine d'années que l'on étudie systématiquement le béton et que l'on a remplacé les estimations par un dosage rationnel de ses composants. Malheureusement, faute d'un esprit de recherche scientifique suffisamment développé, on a commis ultérieurement de graves erreurs tant dans les procédés de mise en place, générateurs de ségrégation, que dans l'emploi de matériaux dangereux, comme cette poudre de pierre qui existe dans le béton de certains ouvrages et les rend particulièrement sensibles à l'action du gel. Plus récemment, l'étude scientifique du béton qui s'est largement développée a conduit à des résultats que l'on aurait pu connaître plus tôt si l'on avait consacré le temps nécessaire à l'étude de ce matériau. C'est ainsi qu'on s'est rendu compte du rôle essentiel que jouent les éléments fins. Dans le barrage que nous achevons actuellement dans le Valais et qui aura 285 m de haut, nous éliminons les poussières de moins de 0,1 mm et trions les éléments de 0,1 mm à 3 mm en cinq composantes que nous mélangeons après coup. Le surcroît de dépenses occasionné par ce travail, effectué d'ailleurs par des machines automatiques, est largement compensé par le fait que le dosage du ciment dans le béton de masse est normalement de 140 kg de ciment Portland par m³ seulement. Ce béton est maniable, résistant et d'une qualité très constante. Mais cela n'est possible que si à côté des tours à béton débitant jusqu'à 10.000 m³ par jour il existe un laboratoire bien équipé en matériel et desservi par des ingénieurs à l'esprit scientifique connaissant bien les matériaux, la physique et la chimie.

Continuant notre tour d'horizon, il va sans dire qu'après les bases scientifiques, après la connaissance des matériaux et de leur mise en œuvre figure l'étude des diverses branches de l'art de l'ingénieur qui, souvent, ont lieu dans des écoles séparées ou tout au moins dans des sections différentes d'une même école, ce qui implique un choix de la part de l'étudiant. Mais à ce stade également il faut autant que possible généraliser les études, étant donné l'interpénétration des diverses techniques, aussi bien dans les domaines classiques que dans ceux dont le développement est récent. Toujours dans l'idée que l'école doit donner à l'ingénieur avant tout ce qui est assuré d'une certaine pérennité, mieux vaut, par exemple, que le jeune diplômé connaisse à fond les lois de l'hydraulique ou de l'électricité que les derniers raffinements de la forme des aubages ou de la construction des enroulements des turbo-alternateurs.

En bref, il me semble que les écoles techniques supérieures doivent viser plus à un certain niveau de l'ingénieur qu'au volume de ses connaissances.

Il est à peine besoin d'ajouter qu'à ces disciplines scientifiques et techniques il faut adjoindre une connaissance suffisante des entreprises sur le plan économique car le développement de la technique exige des investissements d'une ampleur extraordinaire dont voici un exemple :

La valeur totale des 2500 avions appartenant aux 84 compagnies de transports aériens affiliées à l'International Air Transport Association était de 300 milliards de francs français en 1958 ; la valeur de ceux à mettre en service en 1959, 1960 et 1961 est identique. Il s'agit d'un doublement des investissements en trois ans, cas d'ailleurs fréquent dans les branches de la technique dont le progrès est rapide. Il est donc nécessaire que, dans le domaine économique, l'ingénieur possède d'avantage que des notions générales.

Mais si l'on veut que l'ingénieur occupe la place qui lui revient dans le monde actuel dominé par la civilisation technique avec tous les risques que cela comporte, il faut, comme nous le disions il y a un instant, non seulement lui donner le bagage scientifique et technique nécessaire mais aussi, et peut-être même surtout, développer sa culture et sa sensibilité.

Pendant longtemps, la seule réponse à cette préoccupation était fournie par l'humanisme basé sur la culture gréco-latine. Cette réponse reste toujours valable.

Le jeune homme qui en a la possibilité, notamment celui qui vit dans un milieu cultivé, trouvera dans l'étude du grec et du latin un mode de formation de l'esprit qui n'a jamais cessé de faire ses preuves et dans l'étude de la culture antique, à travers les textes originaux, un enrichissement qui lui permettra de placer sa formation scientifique et technique ultérieure dans un cadre solide dont elle ne débordera pas. Il y a peu de risques de voir un ingénieur à formation de base classique, devenir un technocrate.

Il faut cependant se demander si actuellement on ne peut concevoir un humanisme moderne adapté à notre époque et permettant d'éviter les risques d'une formation scientifique trop spécialisée. La gymnastique de l'esprit due à l'étude du grec et du latin peut certainement être procurée par d'autres disciplines et rien n'empêche les étudiants d'entrer en contact avec la littérature ancienne dans les traductions excellentes qui existent pour tous les auteurs classiques, meilleures, en tout cas, que celles qu'il font eux-mêmes sur les bancs de l'école.

Les grands chapitres de cet humanisme moderne seraient :

D'abord la connaissance approfondie de la langue maternelle et d'une seconde langue d'extension mondiale. Il y a là un effort à faire car nombre d'ingénieurs, même parmi les plus qualifiés, ont beaucoup de peine à rédiger un rapport clair dans une langue simplement correcte, même s'ils ont eu la chance d'avoir été formés dans la langue française, la plus précise et la plus élégante du monde.

Puis la connaissance de la littérature ancienne et moderne poussée aussi loin que le permettent le temps dont on dispose et le goût de chacun. Je rappelle pour mémoire la philosophie que j'ai mentionnée il y a un instant.

A ces deux chapitres, il faut ajouter une initiation à l'art, ou tout au moins à celui des arts qui correspond aux dons naturels que possède, plus ou moins éveillés, chaque étudiant, car je ne crois pas au béotien absolu. La formation du sens esthétique est un des éléments les plus marquants de cette sensibilité à préserver puis développer chez tout homme et particulièrement chez les scientifiques, plus exposés que d'autres à s'enfermer dans leur tour d'ivoire.

Mais il y a un quatrième chapitre, essentiel, plus important à lui seul que les trois premiers réunis : la connaissance de l'homme. Dans ce domaine, la science a heureusement fait aussi quelques progrès qui nous permettent d'étudier notre semblable, et nous-mêmes, par la même occasion, avec une certaine objectivité. Cette compréhension de l'homme, de ses besoins, de ses aspirations, c'est en définitive l'amour du prochain que depuis deux mille ans on nous propose avec si peu de succès. Si le scientifique dont le pouvoir matériel est si grand maintenant ne se sent pas très intimement solidaire de toute la communauté humaine, rien ne le retiendra d'avancer toujours plus vite sur les chemins de la découverte, alors qu'il ne faut cesser de faire le point et mesurer l'importance des progrès techniques à l'aune de leur utilité pour l'homme.

C'est pourquoi la connaissance de l'homme doit être la pierre angulaire d'un humanisme moderne.

Le programme que je viens d'esquisser n'est pas une utopie. Il y a le temps de le réaliser au cours des études moyennant certains aménagements à condition que, dans toute la formation du jeune ingénieur, on vise plus le caractère que le savoir, le niveau culturel et moral que le bagage des connaissances techniques.

Il s'agit d'ailleurs avant tout d'une meilleure coordination des programmes existants et aussi d'un certain changement de point de vue.

L'effort d'adaptation que doivent faire maintenant les cadres de l'enseignement en vaut la peine puisqu'il s'agit de doter l'Europe d'une élite technique et par elle de contribuer à conserver à la civilisation occidentale sa prééminence.

Au surplus l'ingénieur ainsi formé se sentira à l'aise quelle que soit la tâche qui lui est dévolue : recherche, bureau d'étude, service de vente, surveillance d'atelier ou de chantier.

Mais il ne suffit pas de former des ingénieurs aux vues larges, il faut encore en former suffisamment.

4. Accroissement du nombre des ingénieurs

Sur ce sujet il a été publié tant de chiffres et proposé tant de remèdes que vous me permettrez d'être bref.

En France, un étudiant sur sept est un scientifique, en Russie un sur deux.

Alors qu'en Europe nos propres besoins ne sont pas entièrement couverts, l'U.R.S.S. peut non seulement fournir un effort d'industrialisation sans précédent, mais rendre aux pays moins développés un double service que le traité du 7 février de cette année entre la Russie et la Chine montre très clairement : la Russie s'engage à former dans ses écoles 6200 techniciens chinois et à envoyer en Chine 7000 cadres soviétiques. Il n'est pas besoin d'ajouter qu'il ne s'agit nullement de philanthropie. Krouchtchev vient de nous en aviser par une

déclaration très nette : « Il ne faut pas vouloir cueillir prématurément ce qui n'est pas encore mûr. La principale tâche technique à l'heure actuelle consiste à créer la base matérielle et technique de la société communiste. »

Les ingénieurs russes sont donc en train d'apporter à des pays extrêmement pauvres la richesse que constitue l'industrie et à des millions d'hommes affamés des conditions de vie honorables. Comment veut-on que ces pays, à l'extraordinaire potentiel humain, ne se sentent pas reconnaissants envers ceux qui leur permettent, en une génération, de passer du moyen âge aux temps modernes ? Le prestige des Soviétiques dans ces régions n'est pas dû à ce qui nous impressionne en Occident, les spoutniks ou les fusées intercontinentales, mais bien au développement économique de régions pauvres par l'implantation d'industries ; de là à admettre qu'il y a une relation de cause à effet entre la mystique communiste et les succès économiques il n'y a qu'un pas que les ingénieurs russes, ambassadeurs d'un nouveau style, se hâteront de faire franchir.

Il n'y a pour l'Occident qu'un moyen de lutter contre l'envahissement de cette vague pacifique mais fort bien dirigée : l'augmentation du nombre des ingénieurs. Tous les pays industriels se préoccupent activement de cette question et il en est de même pour les organismes internationaux, notamment l'OECE, qui a mis sur pied un programme très complet en voie d'application.

Il s'agit tout d'abord de permettre à tous les élèves doués d'aborder les carrières scientifiques, ce qui nécessite des mesures de divers ordres :

1. Une propagande objective mais active auprès des intéressés et des familles.
2. Une aide matérielle sous forme de bourses, de construction de cités pour les étudiants comme vous l'avez si bien réussi à Strasbourg.
3. Une étude approfondie du cycle d'orientation, dont je vous parlais il y a un instant.

Ce dernier point est essentiel. Dans les pays totalitaires on peut, après des examens psychotechniques, imposer aux élèves une direction en vue de leur carrière future, ce qui n'est heureusement pas possible ici. Mais nous pouvons cependant à ce stade si important qui s'étend de la douzième à la quinzième année environ, remplacer l'empirisme actuel par des conseils judicieux et surtout supprimer le barrage qui est constitué par un enseignement trop théorique et souvent désuet des branches scientifiques et tout particulièrement des mathématiques. Nombre de jeunes qui ont été rebutés par leur premier contact avec les mathématiques se sont dirigés vers des carrières juridiques, littéraires, ou économiques, alors qu'ils auraient pu donner des scientifiques si le programme d'enseignement avait conduit les maîtres à présenter les mathématiques sous l'angle de l'utilité pratique et dans une forme mieux adaptée à l'âge de ceux qui en sont au stade redoutable du choix.

Il y a bien d'autres moyens d'augmenter les disponibilités de l'Occident en ingénieurs : une meilleure utilisation des scientifiques existants dans les industries en les déchargeant de tâches non techniques que d'autres feront mieux qu'eux ; l'augmentation du nombre des femmes dans les carrières techniques et scientifiques ; l'engagement d'ingénieurs relativement âgés qui, si souvent, ont beaucoup de peine à trouver un emploi, etc.

J'arrête ici ce petit tour d'horizon dans un domaine immense. Je l'avais d'ailleurs abordé avant tout pour montrer que dans l'évaluation des besoins des pays occidentaux il fallait absolument inclure ceux de pays extérieurs dont nous ne pouvons nous désintéresser, ce qui m'amène, et c'est par là que je terminerai, au rôle que l'ingénieur doit jouer dans la création de l'Europe de demain.

5. L'ingénieur et l'Europe de demain

L'ingénieur, plus que tout autre spécialiste, a une vocation européenne. D'abord parce que la technique n'a pas de frontières. Ce sont des raisons autres que les limites des Etats qui empêchent le progrès technique de se répandre et quant aux secrets ils n'existent que dans le domaine strictement militaire et même là, n'ont qu'un caractère temporaire.

Les difficultés de traduction, ce grave écueil dans les relations internationales, sont réduites pour les ingénieurs puisque les termes techniques sont en général les mêmes dans toutes les langues et que les mathématiques comme le dessin sont des moyens d'expression universels.

D'autre part, l'intégration européenne est un problème industriel au premier chef, donc du domaine technique.

Enfin, les réalisations internationales existantes sont pour la plupart de caractère technique : chemins de fer, transport d'énergie à haute tension, téléphone automatique et bien d'autres sont l'œuvre des ingénieurs. Leur rôle dans l'intégration européenne doit donc être tout d'abord de continuer à créer des liaisons techniques entre les pays, chaque fois que la possibilité s'en présente, afin de tisser petit à petit un réseau si complexe d'intérêts enchevêtrés que l'intégration européenne s'imposera comme une rationalisation indispensable.

A cette occasion, il faudra également résoudre le vieux problème de l'équivalence des diplômes d'ingénieurs en Europe et assurer le libre passage des techniciens d'un pays à l'autre.

Pour travailler efficacement à la construction de l'Europe, il faut connaître les origines de notre continent, les bases communes des cultures nationales, l'histoire, les ressources économiques, les institutions européennes existantes ou en projet. L'ingénieur doit donc se donner la peine, par une formation post-universitaire appropriée, d'acquérir un certain nombre de connaissances, ce qui lui est facilité par des organisations nationales ou internationales, par exemple par le séminaire que la Fédération européenne d'associations nationales d'ingénieurs organisera à Lausanne en 1960 et qui a pour but exclusif de donner aux ingénieurs qui s'y rendront une formation européenne.

Sur un autre plan, il faut remarquer que l'ingénieur doublé d'un humaniste est aussi éloigné que possible du fanatisme et que son habitude des tâches concrètes comme son souci de l'objectivité le prédestinent à la défense de cette civilisation technique européenne, dont il est le principal artisan. C'est à lui aussi qu'il incombe de faire comprendre les avantages du progrès technique générateur de progrès social.

Cette tâche est d'autant plus utile que pour faire l'Europe, nous devons regarder plus loin que les limites

de notre continent, car ainsi que le disait récemment un des grands industriels contemporains, Alfred Krupp : « L'Europe est appelée à devenir de plus en plus l'ingénieur des pays sous-développés. »

Mais pour réussir, ce qui est indispensable, nous devons avoir foi dans notre forme de civilisation et disposer d'ingénieurs de qualité, en nombre suffisant.

C'est un cas précis où la formation humaniste de l'ingénieur est d'une importance primordiale. Si, en effet, nous nous laissons guider par des fins purement techniques et commerciales, nous parviendrons certainement à équiper tant bien que mal les populations de ces régions. Mais si nous nous intéressons à l'homme, nous aurons vite constaté qu'une conception fataliste de la vie amène ces peuples à subir passivement les phénomènes naturels, les catastrophes et les fléaux sociaux tandis qu'en Occident, tout nous incite à combattre les forces de la nature pour les dominer. Donner à ces populations les moyens d'asservir les forces naturelles sans les préparer à ce bouleversement de leurs conceptions fondamentales irait à l'encontre du résultat cherché qui est l'extension de notre civilisation.

Ainsi donc, dans notre continent comme à l'extérieur de celui-ci, en Afrique tout particulièrement, l'ingénieur peut travailler activement à la création d'une Europe vivante et rayonnante.

* * *

En achevant ce tour d'horizon bien incomplet, si je cherche à dégager l'élément essentiel de la formation de l'ingénieur qui, seul peut lui permettre de placer les problèmes techniques dans le cadre de la solidarité de tous les hommes à la recherche d'un monde meilleur,

je n'hésite pas à mettre l'accent sur la culture. Non pas cette culture égoïste ne visant qu'à l'épanouissement de celui qui la possède et dont on donne une définition mi-sérieuse, mi-plaisante en disant que la culture est ce qui ne sert à rien, mais au contraire la culture qui cherche avant tout à rendre service à la collectivité.

Si l'ingénieur n'est pas un humaniste, il constitue un danger pour l'humanité d'abord et pour lui-même ensuite, car s'il ne contribue pas à mener la civilisation technique de notre temps il sera dominé par elle et l'on en arrivera à cette situation paradoxale de voir l'ingénieur considéré comme un travailleur spécialisé à la disposition des pouvoirs politiques pour accomplir des tâches dont la valeur humaine est parfois discutable. Rappelez-vous le traité russo-chinois, que je citais il y a un instant, et dans lequel le gouvernement russe s'engage à livrer à la Chine des milliers de cadres techniques. N'y a-t-il pas là déjà comme un relent de marché d'esclaves ?

Notre profession est une des plus anciennes du monde mais la position de l'ingénieur dans la hiérarchie sociale a beaucoup varié.

Méprisé par les Grecs, vénéré par les Romains, oublié au moyen âge et, à la Renaissance, personnage officiel entretenu par les princes comme les médecins et les astronomes. Aujourd'hui la position de l'ingénieur est mal définie probablement parce que l'on fait de la technique un usage parfois excellent, parfois détestable ; mais il dépend avant tout de l'ingénieur lui-même de fixer sa fonction dans la société moderne, par la part qu'il prendra à la défense de notre civilisation et à son développement, apportant ainsi une contribution essentielle à la marche vers l'unité que la technique doit apporter à notre monde.

ASSOCIATION SUISSE POUR L'AMÉNAGEMENT NATIONAL

UN IMPORTANT PROBLÈME SUISSE : LE GASPILLAGE DU SOL PRODUCTIF

par BERNARD LIENGME

La Suisse mange du pain blanc, elle vit dans la prospérité et cette heureuse situation dure depuis le XVII^e siècle ; avec ici et là, bien sûr, des crises économiques mais qui n'ont jamais été mortelles. Lisez *l'Histoire de la Suisse* de William Martin¹, vous y trouverez des remarques comme celle-ci :

« La guerre de Trente-Ans a eu, pour notre pays, de grandes conséquences économiques et sociales. Aux côtés d'une Allemagne ruinée et minée, à laquelle il a fallu plus d'un siècle et demi pour se refaire, la Suisse, que la guerre avait épargnée et enrichie, a inspiré à tous les contemporains des sentiments d'envie ; les écrivains de ce temps s'accordent à décrire en des termes idylliques la prospérité de notre pays. Les ressources du service mercenaire, jointes à celles que l'agriculture et l'industrie avaient tirées, pendant ces années terribles, de leur fourniture aux belligérants, avaient donné au peuple suisse une aisance qui contrastait avec la misère générale. Il n'est pas excessif de faire remonter à la guerre de Trente-Ans les causes lointaines de la prospérité actuelle de la Suisse. »

Et plus loin, on lit, dans le chapitre consacré aux années 1718-1789 :

« En un siècle, le chiffre de la population doubla dans certaines régions, signe indiscutable de prospérité publique et privée... L'agriculture suisse, loin d'être arriérée, travaillait pour l'exportation et sur une base industrialisée. »

Peu avant, W. Martin précisait que l'on estimait alors à 740 000 le nombre des têtes de gros bétail et à un chiffre analogue celles de petit bétail. « Proportionnellement à la population, c'était autant et même davantage qu'aujourd'hui. »

Aujourd'hui, la prospérité est tout aussi grande, sinon supérieure. Partout l'on construit, produit, vend, consomme. Les routes se couvrent de voitures, les appartements s'emplit de appareils ménagers, l'industrie — malgré un ralentissement de l'horlogerie — étend ses pouvoirs, les usines poussent un peu partout, comme les villas et comme les chalets de week-end. Mais dans cette prolifération générale, l'agriculture se

¹ Edition Payot (nouvelle édition, 1959).