Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande

Band: 94 (1968)

Heft: 12: SIA spécial, no 2, 1968: Les problèmes des ingénieurs dans le monde

Artikel: Formations des ingénieurs: tendances nouvelles

Autor: Jansson, An-Erik

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-69639

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 12.07.2025

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

l'« information automatique ». Ces journées se tiendront à Genève, en novembre 1968.

Le développement des moyens pour la sélection et la transmission des informations techniques et scientifiques est une des conditions de base de la promotion de la recherche que le rapport présenté à ce sujet à la conférence de l'EUSEC a mis en évidence.

Il est souhaitable que les associations d'ingénieurs donnent suite aux suggestions de ce rapport, suggestions concernant en particulier les instructions à donner aux auteurs et aux éditeurs pour la normalisation de la présentation des articles et la préparation des services de documentation au moyen d'ordinateurs.

FORMATION DES INGÉNIEURS : TENDANCES NOUVELLES

AN-ERIK JANSSON, Dr. techn., professeur, Tekniska Föreningen i Finland, Helsinki

La tâche primordiale de l'EUSEC est peut-être d'encourager le progrès des sciences de l'ingénieur, en particulier en organisant des discussions et publiant des rapports sur la formation théorique et pratique des ingénieurs. Un rapport circonstancié en trois volumes, faisant autorité sur le sujet, est paru en 1960 sur la situation dans les pays de l'EUSEC et de l'OCDE. Des actes détaillés ont rendu compte du congrès qui a eu lieu à Londres en 1962 sur la formation de l'ingénieur. L'EUSEC a également organisé l'impressionnant congrès mondial sur le même thème, dont les assises ont coïncidé avec les rencontres annuelles de 1965 de l'« American Society for Engineering Education », à Chicago. Malheureusement, il n'a pas été publié d'actes de ce congrès, seuls les textes des communications ont été reproduits en résumé ou *in extenso* dans différents journaux. En 1966, enfin, l'EUSEC a mis sur pied, à Copenhague, un congrès restreint sur le même sujet. Toutes ces rencontres ont donné lieu à d'excellents rapports sur les aspects suivants :

A. La formation générale universitaire et postuniversitaire des ingénieurs.
B. La formation à la conduite des affaires.
C. L'enseignement de la construction.

L'évolution extrêmement rapide de la société, des sciences, des diverses disciplines du génie et des méthodes didactiques, la rapidité d'application des découvertes, le fait enfin que la plus grande partie du bagage scientifique des diplômés se trouve erronée ou dépassée une fois ceux-ci bien engagés dans leur carrière, tout cela a incité l'EUSEC à reconsidérer au moins certains des problèmes que pose actuellement la formation des ingénieurs avec ses tendances. Tel sera en effet l'objet de la rencontre d'Oslo en 1968, et le but du présent rapport est de mettre en évidence certains des points qui y seront examinés. Il ne suffit naturellement pas de discuter ou d'enregistrer des tendances : les sociétés d'ingénieurs se doivent de prendre l'initiative, de diriger l'évolution des études polytechniques en émettant notamment des recommandations à l'intention des autorités de leurs pays respectifs.

Les tâches de l'ingénieur

Les sociétés membres de l'EUSEC groupent des ingénieurs dont elles s'efforcent d'encourager la réussite personnelle. L'ingénieur qui réussit peut être défini comme suit : il atteint un niveau de perfectionnement en harmonie avec ses capacités innées, il force le respect et l'admiration de ses collègues, aime son travail, y trouve une grande satisfaction. Son activité lui permet en revanche non seulement d'entretenir dignement sa famille, mais de lui offrir en outre le superflu selon ses goûts, les moyens de se cultiver, etc. Selon d'autres points de vue personnels ou éthiques, on peut également dire qu'il sait se rendre utile à la communauté humaine, maintenir un équilibre harmonieux entre ses activités professionnelles, sa vie de famille et son violon d'Ingres, enfin qu'il cherche à être un bon citoyen.

L'ingénieur qui réussit doit pouvoir rendre compatibles les deux composantes de notre monde technique actuel, soit la composante scientifique et la composante technologique. Tout en appliquant ses connaissances théoriques, il fera preuve d'esprit critique et il s'efforcera de trouver aux problèmes d'ingénieur des solutions raisonnables, avec un investissement minimum de temps et d'argent. Au fond, l'activité de l'ingénieur couvre trois domaines principaux :

1) le traitement de l'information disponible ;
2) celui des matériaux ;
3) la conversion de l'énergie.

En d'autres termes, les ingénieurs ont le choix entre les domaines suivants : recherche et enseignement, développement et essais, planning et calculs, construction et production, exploitation, vente, entretien d'installations industrielles, direction technique et gestion des affaires.

Les problèmes de la formation

La formation de la relève est une responsabilité que se partagent les membres actifs de la profession et ceux du corps enseignant. Il convient de préparer les étudiants au rôle important qui sera le leur tout au long de leur vie professionnelle, même si nous ne sommes pas encore en mesure de prévoir les exigences de l'avenir. Les diplômés devraient s'être si bien adaptés à la nature et au caractère des connaissances de l'ingénieur qu'ils conservent le goût de les actualiser et restent ainsi, leur vie durant, dignes de leur titre d'universitaires. D'autre part, la réussite exige d'eux que, tout en gardant un certain idéal de jeunesse et en respectant une stricte éthique professionnelle, ils comprennent le caractère impitoyable de la vie des affaires.

La formation théorique et pratique des ingénieurs comprend cinq parties : les études universitaires proprement dites, les études postuniversitaires, les cours de

perfectionnement (ne donnant en général pas droit à un titre particulier), les stages pratiques (ne conférant pas de titre spécial), et les journées d'information. Tous ces programmes ont fait l'objet de discussions plus ou moins approfondies au cours des rencontres citées plus haut. On peut toutefois relever que c'est peut-être au cours des études universitaires que les futurs diplômés sont le plus sensibles à l'évolution marquant les différents secteurs.

Nous nous proposons ici de ne traiter que des tendances et problèmes concernant cette étape.

Après les années de scolarité obligatoire, qui forment le caractère, les jeunes étudiants ont à résoudre leur premier problème important, celui de l'orientation professionnelle et de la sélection préuniversitaire. Or, s'il était relativement facile naguère de prévoir une augmentation de la demande de places dans les instituts techniques, il n'en reste pas moins que la capacité de ceux-ci n'a en général pas suivi assez rapidement l'accroissement du nombre des immatriculations, comme l'aurait exigé l'intérêt général du pays. L'application du *numerus clausus*, entre autres, ne garantit pas la qualité de la sélection et ne donne pas forcément la possibilité d'étudier à ceux qui, plus tard, se révéleront être les meilleurs ingénieurs. Le problème essentiel consiste à imaginer et à mettre sur pied des critères de sélection qui soient en rapport avec les chances de réussite finale de l'étudiant.

La question la plus controversée parmi les membres du corps enseignant est celle du programme. On admet en général que pour développer les facultés créatrices et les qualités de futurs cadres des étudiants, leur programme d'études ne doit pas faire fi des sciences humaines ; aux Etats-Unis, on estime en général qu'elles devraient représenter le 20 % du programme. Il serait évidemment primordial de se préoccuper de la qualité de l'enseignement et du pourcentage d'heures à consacrer, dans les différentes sections des écoles polytechniques, à l'étude des sciences humaines, économiques et sociales, aux méthodes de gestion, aux langues, etc.

On remarque en général que les ingénieurs ont de la peine à s'exprimer, verbalement et par écrit. Une rectification adéquate du programme devrait permettre de remédier à cette situation.

Personnellement, je voudrais toutefois mettre en garde contre la tendance de favoriser par trop les humanités aux dépens des matières plus scientifiques. Contrairement aux mathématiques et autres matières fondamentales qui ne sauraient supporter de retard, les humanités, assez faciles à étudier seul, peuvent l'être en partie plus tard ; elles ont parfois même avantage à être reportées à un âge plus mûr.

L'objet du 80 % restant du programme universitaire d'avant le diplôme est plutôt de former des jeunes ingénieurs capables de s'adapter aux évolutions futures et d'actualiser leurs connaissances que d'enseigner la pratique de l'art comme cela se faisait autrefois, avant l'« explosion » actuelle des connaissances techniques et scientifiques. Un équilibre optimal devrait s'établir entre les sciences fondamentales et la pratique, entre la recherche et ses applications, entre l'analyse théorique et la construction. La présentation de la matière des cours devrait stimuler l'esprit créateur, inciter les étudiants à réfléchir, à reconnaître les limites des anciennes conceptions et le pourquoi des nouvelles, à remonter à la genèse d'un problème et en analyser les données.

L'objectif dernier de la formation des ingénieurs n'est, pas plus qu'autrefois, de fabriquer un « produit fini » — qui ne saurait être de qualité et se trouverait en outre dépourvu de possibilités de développement. Il est bien plutôt d'obtenir un bon « article semi-fini » censé se perfectionner par la suite sous une forme ou une autre. Ce qui importe, c'est que les cours universitaires n'omettent rien de fondamental. Contrairement aux connaissances de base dont l'acquisition doit obligatoirement se faire durant les études, le détail de la technique et le savoir-faire peuvent, eux, être acquis dans la pratique professionnelle.

La plupart des enseignants pourront probablement souscrire à ces principes. Il y a toutefois un cours que je voudrais voir inclure quelque part dans la première partie de ce programme : c'est un cours sur la méthodologie de l'étude ou « comment apprendre ». Que voilà une connaissance qui serait utile toute la vie durant !

La durée des études

Un autre problème d'importance est celui du volume des cours, qui tend de manière générale à se gonfler par suite de l'extension croissante des connaissances scientifiques. Les professeurs, dans le désir tout naturel d'être à la page, complètent sans cesse la matière de leurs cours. Le problème est de savoir ce qu'il faut supprimer. Il ne saurait être question de laisser de côté les bases et les principes généraux. Or, l'accroissement du volume des cours allonge *ipso facto* la durée réelle des études, qui dépasse souvent d'un ou deux ans la durée théorique fixée à quatre ou cinq ans. Il ne devrait pas être difficile d'étoffer sensiblement un cours dans les limites des heures prévues en rationalisant les méthodes d'enseignement. Toutefois, les étudiants ont besoin d'un certain temps d'assimilation et un cours trop dense ou au débit trop rapide ne tarde pas à provoquer une baisse du rendement didactique. Il serait par conséquent tout indiqué d'avoir recours aux auxiliaires modernes dont le rythme convenablement dosé permet d'obtenir un résultat optimum. Le programme des cours devrait être tel que la majorité des étudiants arrivent à terminer leurs études dans le délai prévu. Remarquons ici que la vieille méthode des cours *ex cathedra*, qui date de l'époque de la « liberté académique » où l'étudiant ne suivait que quelques cours à son choix, ne permet d'exploiter à fond ni les possibilités du corps enseignant, ni les capacités des étudiants. La progression de ceux-ci devrait être contrôlée personnellement par des examens fréquents. Les meilleurs résultats sont obtenus en séminaires et petits groupes d'études. Par ailleurs, les différents cours magistraux devraient être coordonnés de manière à s'étayer les uns les autres et la collaboration entre l'université et l'industrie, telle qu'elle existe au stade de la recherche, étendue à l'enseignement. A notre époque d'évolution technique intense, il est primordial que des personnalités du monde industriel viennent par exemple donner des conférences hebdomadaires aux étudiants des derniers semestres.

Techniques didactiques

Les cours *ex cathedra* datent d'il y a quelque cinq cents ans avant l'invention de l'imprimerie. Ils cons-

tituaient alors le seul moyen de transmission de la connaissance aux étudiants. On pourrait penser qu'aujourd'hui les livres auraient supplanté les cours, puisqu'ils ont sur ces derniers l'avantage de pouvoir être étudiés au moment et à la cadence convenant à l'étudiant, avec l'aménagement des pauses nécessaires à sa réflexion personnelle. Il n'est toutefois pas toujours possible de se procurer des manuels convenables et à la page, mais lorsque tel est bien le cas, le professeur peut améliorer leur étude en commentant et analysant leur contenu. Il peut aussi veiller à présenter son cours de manière stimulante, pour qu'il ne soit pas trop ardu, mais en évitant la monotonie. Pour ma part, j'estime que beaucoup pourrait être fait pour améliorer la situation si les sociétés d'ingénieurs intervenaient, plus que ce n'est le cas aujourd'hui, pour encourager et faciliter l'édition des manuels d'étude.

L'étape suivante vers l'individualisation de l'enseignement consiste à employer les machines à enseigner, généralement des ordinateurs. Ce point a fait l'objet de nombreuses discussions au sein du corps enseignant depuis quelques années. Cette technique d'autodidaxie et d'autocontrôle peut être systématiquement manipulée et contrôlée à l'aide d'appareils et de textes spéciaux couvrant de préférence des matières de base. Les machines à enseigner servent à la transmission de l'information et se substituent à l'enseignement dans son rôle d'intermédiaire entre l'étudiant et la matière à assimiler. En principe, elles fournissent la matière par petites étapes, permettant d'en contrôler l'acquisition avant de poursuivre. L'étudiant est encouragé dans son effort par la possibilité d'en contrôler les résultats sans délai. Mais psychologues, éducateurs et ingénieurs sont en litige quant aux méthodes de programmation et aux résultats obtenus, qui manquent d'uniformité et ne sont pas concluants. Dans certains cas simples, les machines ont permis de réduire sensiblement le temps d'étude, mais pour des matières plus complexes, elles ont échoué. La « machine » à enseigner avec succès pourrait simplement consister en une méthodologie de l'étude. Pour l'instant, les ordinateurs sont les machines qui s'adaptent le mieux aux besoins individuels des étudiants. Mais plus que l'aspect technique, c'est la motivation de l'étude qui compte en l'absence d'un professeur pouvant stimuler la curiosité naturelle des étudiants. Un programme d'études sur ordinateur est fort coûteux à établir ; celui d'un cours de physique d'un an, par exemple, exigerait quelque dix mille heures de travail humain. Il ne saurait donc être question pour le moment d'en établir pour des cours exigeant de fréquentes mises à jour. En revanche, il pourrait en être mis sur pied en collaboration par plusieurs instituts ou même des sociétés d'ingénieurs. L'étude des langues est un domaine particulièrement indiqué, vu les excellents résultats obtenus en « laboratoire de langues ». Il convient toutefois de relever que l'édition de manuels est moins coûteuse, tout en pouvant également servir jusqu'à un certain point les fins de l'autodidaxie.

D'autres moyens auxiliaires de l'enseignement programmé, mais moins coûteux et plus répandus que les ordinateurs, comprennent la télévision et les projections de films didactiques. La télévision en circuit fermé et si possible sur deux canaux constitue un instrument puissant pour le maître qui a affaire à un groupe d'étudiants très nombreux. Elle fournit une solution satisfaisante au problème de l'augmentation des immatriculations face à des locaux exigus et budgets de facultés limités. Elle permet de réduire les heures de présence, d'affecter les enseignants les plus chevronnés aux cours de débutants et d'assouplir les horaires.

Les inconvénients de l'enseignement télévisé sont toutefois les suivants : longueur du temps de préparation des émissions, leur coût élevé et le manque de souplesse de la présentation. D'autre part, la projection, dans le cadre ou non de la TV, de films d'une durée de dix à vingt minutes durant les cours contribuera grandement à stimuler l'intérêt des étudiants ingénieurs. Des projections appuieront des conclusions ou des démonstrations ; celles de photographies d'installations existantes illustreront la théorie. Le recours aux films permet au corps enseignant de concentrer son effort sur le moment suivant la projection et, si la théorie est présentée sous une forme suffisamment concise, de réserver plus de temps aux questions posées par les étudiants.

Le risque inhérent à l'emploi de moyens didactiques plus ou moins mécaniques et audiovisuels est d'encourager la passivité et la paresse intellectuelle de l'auditoire. Il n'est pas bon de trop faciliter les choses, car les connaissances acquises de haute lutte se fixent mieux dans la mémoire.

A cet égard, je ne résiste pas à la tentation de citer pour terminer la possibilité fantastique que représente l'hypnopédie. Cette méthode d'apprentissage durant le sommeil a été essayée avec quelque succès dans certains pays. A l'origine, ce fut une tentative de traitement thérapeutique de certaines affections psychosomatiques ; on a remarqué au cours des essais que certains sujets avaient retenu une partie de la matière qu'un haut-parleur placé sous leur oreiller leur avait répété durant la nuit à une fréquence et une vitesse déterminées. On est fondé à se demander si ce n'est pas là que réside l'avenir des études de langues.

Formation pratique et titres universitaires

La formation pratique des jeunes ingénieurs a fait l'objet de longues discussions tant à Londres en 1962 qu'à Chicago en 1965. Aussi je me permettrai de me référer à ma contribution à ce dernier congrès. Les vues diffèrent toujours sur cette question, que l'on aurait avantage à réexaminer à la lumière des récentes évolutions. Dans certains pays d'Europe continentale et en Scandinavie, on accorde une grande importance à voir l'étudiant sortir de sa tour d'ivoire et entrer dans la vie pratique, fût-ce passagèrement. Aux Etats-Unis entre autres, on trouve au contraire que les étudiants n'ont pas une maturité suffisante pour bénéficier pleinement des stages pratiques et qu'il vaut mieux les remettre après le diplôme. Un problème parallèle surgit pour l'industrie, qui se voit dans l'obligation d'offrir des places à un nombre toujours croissant de stagiaires.

Il vaudrait la peine enfin de discuter du système actuel des titres universitaires. On a pu les considérer comme correspondant à une technique en état statique, et on peut être d'avis qu'il faudrait imaginer un nouveau système de symboles de qualifications reflétant des compétences à jour au sein d'une ère technologique en évolution constante.