Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 75 (1984)

Heft: 16

Artikel: Formation des ingénieurs : solutions actuelles et futures offertes par les EPF

Autor: Cosandey, M.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-904451

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: 09.07.2025

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

Formation des ingénieurs Solutions actuelles et futures offertes par les EPF

M. Cosandey

La formation des ingénieurs revêt une très grande importance et il est indispensable que les Ecoles polytechniques fédérales puissent offrir un enseignement de qualité, tenant compte de l'évolution des connaissances, des nécessités économiques et du nombre croissant d'étudiants. Pour cela il faut des moyens financiers, du personnel ainsi que des plans d'études et des structures adaptés. C'est de ces problèmes et de leur solution que traite l'article suivant.

Der Ausbildung der Ingenieure kommt eine sehr grosse Bedeutung zu, und es ist unerlässlich, dass die eidgenössischen technischen Hochschulen einen hochqualifizierten Unterricht anbieten können, der der Entwicklung des Wissens, den wirtschaftlichen Gegebenheiten und der wachsenden Zahl von Studenten Rechnung trägt. Neben finanziellen und personellen Mitteln sind hierzu angepasste Studienpläne und Organisationsstrukturen erforderlich. Der vorliegende Beitrag geht auf diese Probleme und deren Lösung ein.

Adresse de l'auteur

Prof. *Maurice Cosandey*, Président du Conseil des Ecoles polytechniques fédérales, Case postale 1263, 3001 Berne

1. Introduction

Notre système suisse de formation, attachant une importance égale aux différents niveaux et aux diverses formations, n'échappe pas aux difficultés provenant d'une part de l'accroissement considérable des connaissances et d'autre part de l'afflux des étudiants. En particulier, l'Université est devenue une *institution de masse* avec tous les risques que cela comporte au sujet de la qualité. Sur le plan politique, le principe du «numerus clausus» est rejeté et l'orientation forcée des étudiants dans les disciplines les plus utiles au pays n'est pas admise. Cependant, les pouvoirs politiques (Confédération et cantons) n'ont pas tiré toutes les conséquences de cette philosphie au point de vue des moyens (personnel et équipements).

Les autorités universitaires ont certainement, à de nombreuses occasions, fait part de leurs soucis aux instances politiques dont c'est la mission de définir les priorités et d'agir en conséquence. Mais, il importe également *au citoyen* de mesurer l'importance de la qualité de la formation pour l'avenir de notre pays. De grands efforts des autorités et des médias sont encore nécessaires pour qu'une vraie prise de conscience se fasse et que des propositions concrètes soient mises en application. Certes, il n'est pas facile de sacrifier quelques aises du présent en faveur d'actions portant leurs fruits à moyen ou long terme. La formation d'un ingénieur, après les études secondaires, demande quatre ans. Il en faut autant pour permettre de juger la qualité. Un plan d'études établi en 1984 ne peut être jugé objectivement qu'environ dix ans plus tard. Pendant ce temps-là, un parlement, fédéral ou cantonal, aura considérablement changé. Cela explique la difficulté de tous les pays démocratiques, mais aussi des autres, pour des raisons différentes, de s'élever au-dessus des contingences immédiates en faveur d'une optimalisation basée sur une certaine durée.

2. Evolution du nombre des étudiants et de la répartition des moyens financiers

● En ce qui concerne le *nombre des étudiants* dans nos EPF, la poursuite de l'accroissement est prévisible, et cela indépendamment de la courbe de natalité pour les deux raisons principales suivantes:

- l'attitude des jeunes vis-à-vis de la science et de la technique est de nouveau constructive, ayant retrouvé l'importance du couplage science-conscience déjà mis en évidence par Rabelais;
- le taux de scolarisation universitaire devrait s'accroître encore, compte tenu de sa valeur relativement modeste actuellement en Suisse (en comparaison d'autres pays industriels).

A l'EPFL (EPFZ, voir exposé de M. Trümpy), l'évolution du nombre des étudiants est donnée par les figures 1 et 2.

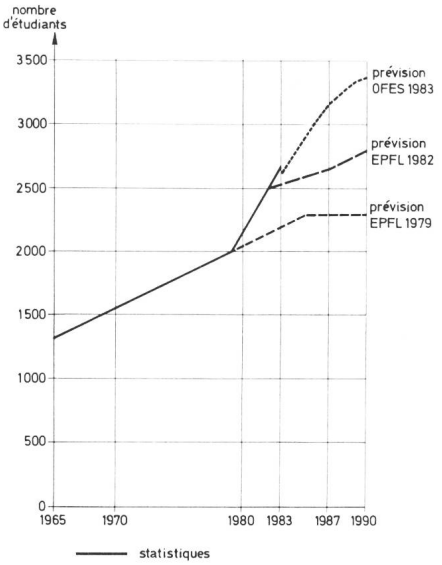

Fig. 1 Evolution du nombre des étudiants à l'EPFL

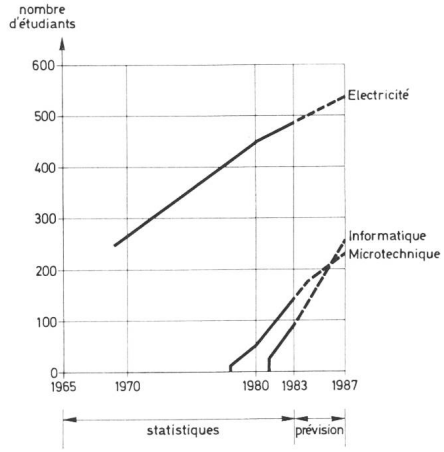

Fig. 2 Evolution du nombre des étudiants en électricité, microtechnique, informatique à l'EPFL

● L'évolution de la *répartition des moyens financiers* au plan de la Confédération peut être sommairement synthétisée par le tableau I.

Répartition des moyens financiers Tableau I

	1975 mio frs	1984[1]) mio frs	Evolution 1975/84 en %
Budget total de la Confédération	13 541	21 769	+ 61
EPFZ et EPFL Budget y compris les constructions	370	467[2])	+ 26

[1]) Proposition de budget au Parlement
[2]) Estimation, en raison de l'incertitude au sujet des constructions

La répartition des moyens à l'intérieur des Ecoles résulte des priorités effectuées, des caractéristiques propres à chaque discipline et de l'évolution historique. La flexibilité du système ne correspond pas aux nécessités de la période de restrictions dans laquelle nous vivons. Des efforts notoires sont faits, afin de l'accroître. Ainsi, le règlement des assistants a été modifié dans le sens d'accentuer la rotation en limitant la durée de l'engagement.

Les comparaisons entre départements ou sections sont difficiles, car les prestations des professeurs et du personnel académique s'étendent plus ou moins selon les cas. La chimie donne des cours, exercices ou laboratoires pratiquement à toutes les sections. Il ne suffit donc pas de diviser le nombre des étudiants par celui du personnel académique. Pour illustrer cette assertion, indiquons que la section de chimie EPFZ doit assumer 620 heures hebdomadaires de laboratoires, alors que la section d'électricité en exécute 22. Cela ne veut pas dire non plus que des inégalités réelles n'existent pas. Les directions s'efforcent de les déceler et de les corriger, comme le Conseil des EPF le fait lui-même pour la répartition entre les sept institutions de son domaine. Il ne faut pas également minimiser en aucune façon le fait que nos moyens actuels en personnel sont insuffisants.

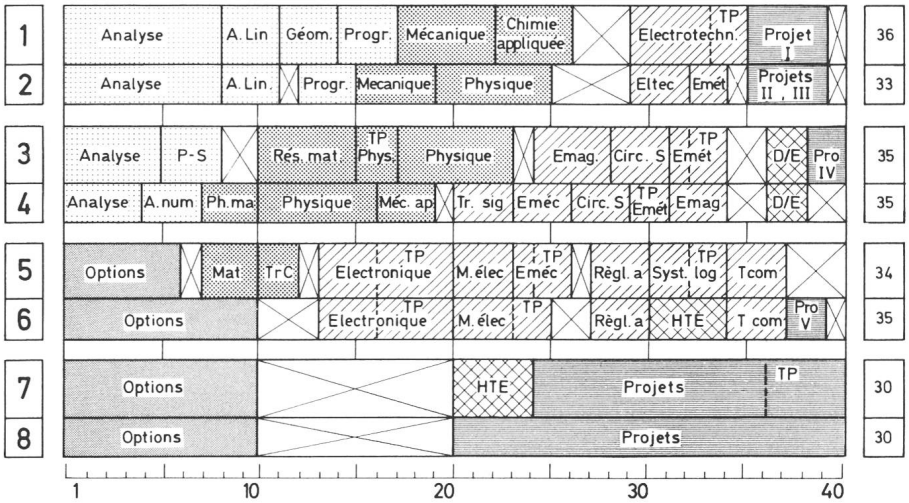

Fig. 3 EPFL, plan d'étude, section électricité 1984–1985

A.Lin	Algèbre linéaire	Circ.S	Circuits et systèmes	M.élec	Machines électriques
Progr	Programmation	Emag	Electromagnétisme	Règl.a	Règlage automatique
Eltec	Electrotechniqe	D/E	Droit ou Economie d'entreprise	Syst.log	Systèmes logiques
Emét	Electrométrie			Tcom	Télécommunications
Pro	Projet	Méc.ap	Mécanique appliquée	HTE	Homme – Technique – Environnement
A.Num	Analyse numérique	Ph.ma	Physique des matériaux		
P-S	Probabilités et statistiques	Tr.sig	Traitement de signaux	TP	Travaux pratiques avancés
Phys	Physique	Eméc	Electromécanique		
Géom.	Géométrie	TrC	Transmission de chaleur	Mat	Matériaux

3. Les plans d'études

Lorsqu'on examine les *plans d'études* actuels des ingénieurs électriciens, on remarque une grande similitude de «philosophie» entre Zurich et Lausanne:

- un enseignement propédeutique, soit:
  mathématiques
  physique
  chimie
  mécanique
- un enseignement général sur la spécialité
- un approfondissement dans la spécialité par des options, principalement aux 7e et 8e semestres
- une initiation aux problèmes Homme, Technique, Environnement (fig. 3 et 4).

Considérons un peu les deux interrogations suivantes: Pourquoi une formation en huit semestres et pourquoi a-t-on conservé la notion d'ingénieur polyvalent ou «généraliste»?

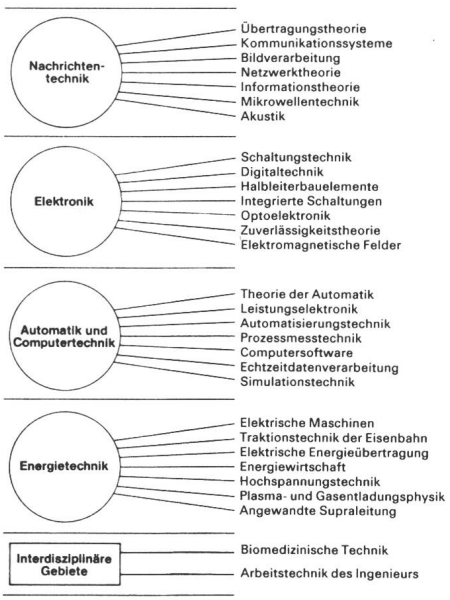

Fig. 4 Matières d'approfondissement aux 7e et 8e semestres (situation en 1982)

● La première: Le but des études n'est pas d'acquérir le maximum de connaissances dont on oubliera très tôt une partie. Il est d'obtenir la maîtrise du raisonnement scientifique et technique et de l'acquisition des méthodes, et cela afin de gagner l'autonomie permettant au jeune ingénieur d'entrer dans la pratique et de continuer sa formation soit en autodidacte, soit par d'autres moyens. Comme malheureusement les étudiants entrent à l'Université avec souvent un retard de un à deux ans par rapport au cas idéal, il y a un intérêt évident à ne pas rallonger la période de huit semestres. La créativité étant en général plus grande au début de la vie, il est raisonnable de lancer le jeune ingénieur dans la carrière le plus tôt possible. Cette politique a pour conséquence l'obligation d'organiser la formation continue par des cours postgrades ou des cours de perfectionnement. On doit très nettement relever ici la faiblesse du domaine de la formation continue des ingénieurs dans notre pays. Nous poursuivons notre pression, afin d'obtenir les moyens de nos ambitions dans ce domaine. Si ceux-ci ne pouvaient être accordés, il y aurait lieu d'examiner la possibilité d'engager l'initiative privée comme on a tenté de le faire pour le génie civil par le truchement de la SIA.

Les arguments précédents ne suffisent pas pour calmer les partisans d'études d'ingénieurs en dix semestres. Cette augmentation pourrait s'utiliser de deux manières: prolonger et intensifier la formation de base ou accentuer la formation professionnelle. Je donne nettement la préférence à la première, car l'expérience montre notamment que les connaissances abstraites sont difficiles à acquérir en dehors de l'Ecole (espace et temps).

● La deuxième: Beaucoup de domaines scientifiques ou techniques formaient au début des entités bien cohérentes. Avec le temps, des séparations se sont instituées au nom de la spécialisation et, aujourd'hui, pour la plupart de ces domaines, il s'agit de retrouver les corrélations, les analogies, voire de découvrir les lois communes aux secteurs séparés. L'électronique ne s'est pas seulement développée comme spécialité, mais s'est infiltrée partout. Les exemples venant immédiatement à l'esprit sont l'électronique de puissance et l'intervention de l'électronique dans la commande des machines. Mais cela va plus loin: l'électronique est devenue l'outil de l'électricien, du mécanicien, du physicien, du médecin et de tant d'autres. Ceci semblerait la prédestiner à l'autonomie. En fait, l'électronique fait bien partie de la grande discipline Electrotechnique, mais en même temps elle suscite l'interdisciplinarité. Là également, des cours postgrades ou des conférences spécialisées peuvent suppléer aux «faiblesses» d'un plan d'études généraliste.

4. Développement futur

Des renseignements pris auprès des responsables des deux Ecoles, il résulte que des modifications ou des nouveaux plans d'études sont envisagés dans les deux Ecoles. Mais ce ne seront pas des révolutions. Si on prend l'exemple de Zurich, il est envisagé (fig. 5):

1. Plan d'études prévoyant trois directions:
   - Electrotechnique générale
   - Télécommunications
   - Technique de l'énergie
2. D'accroître le travail en groupe par les exercices et les travaux pratiques.

Pour réaliser ces intentions, et le besoin est proportionnellement identique à Lausanne, il est nécessaire de disposer d'ingénieurs expérimentés, afin d'appuyer les étudiants pendant les travaux pratiques. Ce personnel pourrait être mis à disposition par les entreprises elles-mêmes. On intensifierait ainsi les relations entre Ecole et Economie en préparant mieux les étudiants aux besoins de l'industrie, étant entendu que le corps enseignant «classique» a la responsabilité de la formation scientifique au plus haut niveau. En ce qui concerne les options, la tendance existe dans les deux Ecoles de diminuer l'éventail qui apparaît actuellement trop large, même si l'on tient compte du fait que l'offre étendue peut accroître la motivation de l'étudiant.

5. Formation continue

Dans le cadre général de la politique très restrictive relative à la formation continue (imposée par la priorité donnée à la formation jusqu'au diplôme), les électriciens ne sont pas les plus défavorisés. A l'EPFL, un cours postgrade d'informatique technique est donné tous les deux ans ainsi qu'un cours sur l'énergie. En 1983, un cours de compatibilité électromagnétique a eu lieu et un cours d'électronique est en préparation. A Zurich, trois cours sont envisagés:

- Nachrichtentechnik
- Elektrische Energietechnik
- Automatik

Ici, les ambitions sont assez grandes. Ainsi, les enseignements suivants sont prévus pour le cours de technique des communications; ils seront cycliques sur une ou plusieurs années ou non répétitifs:

- Signaltheorie
- Informationstheorie
- Analoge und digitale Nachrichtenübertragung
- Netzwerktheorie
- Vermittlungstechnik
- Nachrichtensignalverarbeitung
- Drahtgebundene und drahtlose Nachrichtenübertragungssysteme
- Faseroptische Kommunikationssysteme
- Computerkommunikation
- Radarsysteme
- Elektromagnetische Verträglichkeit

6. Le problème de la formation en génie nucléaire

La question de la formation en génie nucléaire pose le dilemme suivant: appartient-elle à la physique, à la mécanique, à l'électricité ou au génie civil? Par ailleurs, quelle que soit cette appartenance est-il nécessaire d'envisager une formation quasi complète. Jusqu'à maintenant, l'idée a prévalu que la formation spécifique devrait s'effectuer dans un cours de troisième cycle. Ainsi Lausanne, qui dispose d'un laboratoire de génie atomique, a organisé entre 1958 et 1968 six cours d'une durée de six mois (exception pour le premier: deux mois). Une fréquentation suffisante n'étant pas réalisée, ces cours ont été abandonnés pendant une certaine période. Une nouvelle conception a repris en 1975 par l'organisation d'un cours de huit semaines à raison de trois jours par semaine. Il a été réalisé en commun par l'EPFL, l'EPFZ et l'EIR. Il a été renouvelé en 1977 et 1983 (40 participants en 1977, 25 en 1983).

Une enquête vient d'être faite au sujet du besoin en ingénieurs nucléaires. Pour répondre à l'attente, l'introduction d'une formation spécifique sous la forme d'une section d'ingénieurs nucléaires n'est actuellement pas possible. Par contre, un cours postgrade serait non seulement faisable, mais aussi très utile. Une contribution importante pourrait être apportée par l'EIR si le rythme de rotation du per-

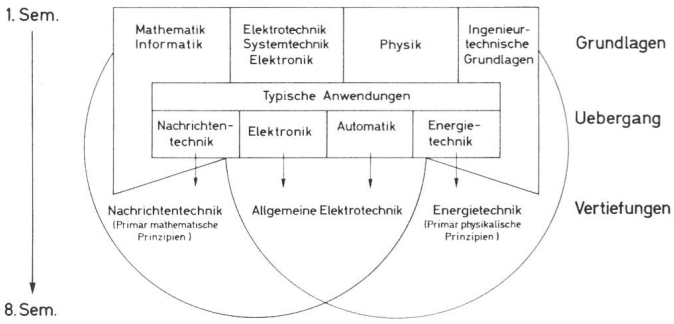

Fig. 5
Structure schématique d'un nouveau plan d'étude IIIB
(2 octobre 1981)

sonnel académique formé par lui était autre que celui imposé par l'âge de la retraite. Il s'agit là d'une question de mentalité pour les chercheurs et ingénieurs de l'EIR et d'attractivité pour les postes de l'économie privée.

7. Structures des EPF

Une Haute Ecole est une entreprise d'un type spécial. Le postulat de la liberté de l'enseignement et de la recherche est souvent compris extensivement par les professeurs, ce qui complique le management et a conduit parfois à des structures qui seraient inefficaces dans l'économie privée. La structure de l'Ecole de Zurich est l'héritière d'une longue tradition où l'institut joue un rôle principal dans la recherche, alors que les sections (Abteilungen) sont le lieu où s'élaborent les plans d'études. Le postulat de l'unité de l'enseignement et de la recherche est observé au niveau du professeur à titre individuel et à celui de la direction. La structure de l'Ecole doit être modifiée dans le sens préconisé par le Dr Trümpy. La nouvelle ordonnance relative à l'EPFZ qui permet la réorganisation de la direction n'empêche nullement un changement de structure. Une direction forte est nécessaire, elle n'empêche pas la délégation du maximum de compétences au niveau d'une Faculté.

L'Ecole de Lausanne était structurée d'une manière semblable à celle de Zurich. En son temps, la création de départements responsables des instituts de recherche dans la discipline en question et du plan d'études de la section d'étudiants a été admise. L'unité de l'enseignement et de la recherche est réalisée ainsi pour le professeur, le département et la direction, chacun de ces «étages» étant doté d'une responsabilité correspondant à ses compétences. Une conférence des chefs de départements se réunit tous les 15 jours pendant les semestres. Elle est consultative, et la Direction prend part aux séances. L'unité de commandement au sein de l'Ecole est ainsi assurée. Cette structure a donné entière satisfaction. Elle a maintenant plus de 15 ans d'existence.

8. Conclusions

L'exposé de M. le Dr Trümpy touche fondamentalement les questions de moyens et de structure. Il apparaît que l'appréciation au sujet des plans d'études est favorable puisque non-critiquée (à l'exception de l'absence d'une formation en génie nucléaire). La conclusion de cet exposé se limitera aux moyens. Quoi et comment faire pour accroître nos possibilités?

- Sur le plan du personnel, il faut poursuivre les actions visant à rompre, au minimum sélectivement, le stop dans l'accroissement du personnel. Pour la période de planification 1984–1987, 120 postes ont été demandés et justifiés, soit 30 par an. Pour 1984, ils ne seront pas octroyés. En 1983, une demande de 30 postes a été refusée par le Conseil fédéral. En 1984, c'est le Parlement qui n'a pas accepté la demande de postes dont le nombre avait été réduit à 25 par le Conseil fédéral.
  Au budget 1983, par contre, le Parlement a accepté un crédit d'engagement spécial pour des équipements scientifiques sur une période de cinq ans (36 millions de francs).
- La politique des priorités qui ne se base pas uniquement sur les besoins du pays, mais qui tient aussi compte de la qualité de la recherche et de l'enseignement, sera poursuivie. Là intervient un dosage délicat entre recherche fondamentale, recherche appliquée et activités de service. La première est importante pour les deux autres qui en utiliseront les résultats dans des délais variables. L'équilibre actuel n'est pas l'effet du hasard. Il serait donc relativement dangereux de procéder à des opérations chirurgicales à grand spectacle.
- Il faut encore améliorer l'efficacité du système en éliminant, dans le détail, ce qui n'est pas indispensable ou ce qui devient rapidement obsolescent. C'est aussi la pédagogie et la didactique qui peuvent y contribuer en rendant l'étudiant plus autonome et en permettant ainsi une diminution des heures d'accompagnement. Remarquons cependant que l'enseignement assisté par ordinateur exige un temps de préparation considérable. On pourrait tomber facilement dans un cercle vicieux.
- Vient finalement le recours à l'aide privée. Relevons que par ses mandats, l'industrie apporte actuellement une contribution importante à la recherche et à l'enseignement. Mais l'aide à fonds perdu n'est pas la coutume. Le mot «à fonds perdu» n'est du reste pas adéquat, car la chimie (qui est l'exception qui confirme la règle) retire aussi un profit de l'aide considérable qu'elle accorde aux universités suisses. Notons que le VSM et maintenant l'UCS envisagent une aide directe aux Ecoles.