

Zeitschrift: Ingénieurs et architectes suisses
Band: 113 (1987)
Heft: 25

Artikel: Les ingénieurs et l'avenir de l'humanité
Autor: Cosandey, Maurice
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-76456>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

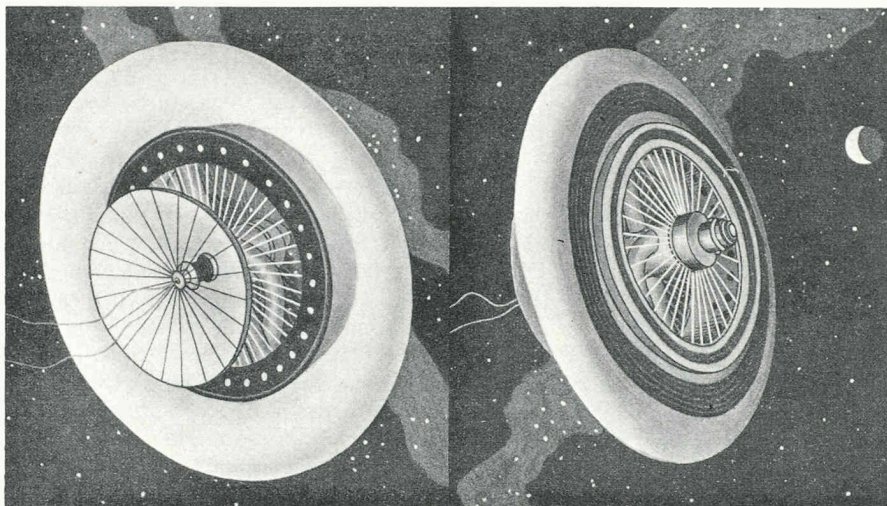
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 22.05.2025

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

Les ingénieurs et l'avenir de l'humanité¹

par Maurice Cosandey, Lausanne



L'avenir vu par un ingénieur, il y a soixante ans : satellite circulaire habité, alimenté par l'énergie solaire ; la gravité est simulée par la rotation d'une roue de 30 m de diamètre à 7,5 tours par minute. (Hermann Noordung : Das Problem der Befahrung des Weltraumes, Edition Richard Carl Schmidt & Co, Berlin, 1929.)

En ce jour de fête, votre président s'est placé délibérément du côté du futur, de l'espoir et de l'optimisme. Je ne vais pas m'opposer à une telle attitude, car cette philosophie-là est aussi la mienne. Mais je suis obligé de le dire clairement : le futur ne doit pas être l'extrapolation simple du passé.

Nous nous trouvons en effet face à un double défi : celui de réaliser la diminution de l'écart entre les pays développés et les pays en voie de développement, et celui de trouver une éthique commune pour la sauvegarde de l'humanité et de son environnement, les deux s'interpénétrant d'ailleurs, car les mesures techniques ou économiques n'auront de valeur pour le long terme que si elles sont intégrées dans une vision, disons spirituelle, englobant tous les aspects, dont le social n'est pas le moindre. Mais précisons un peu notre pensée.

Pour animer les femmes et les hommes, il faut les placer dans un milieu où elles et ils peuvent exercer pleinement les talents que leurs parents (ou dame Nature) leur ont donnés. Certains voudront être les premiers car ils sont motivés pour cela (c'est un raisonnement simplifié), et d'autres seront plutôt portés vers des actions de solidarité car ils ont un sens plus aigu de la communauté. Dans la vie nous avons besoin des deux. Ce qui importe c'est que leurs actions ne s'annihilent pas mais créent une synergie.

C'est naturellement plus facile à dire qu'à faire. C'est là que l'être humain moderne doit montrer sa supériorité sur son ancêtre. Et il doit le faire pour une raison fondamentale : la bombe ato-

mique est considérablement plus « efficace » que le gourdin, avec ou sans nœuds, de l'homme des cavernes.

C'est le changement d'échelle du risque possible qui impose notamment un nouveau cap dans l'histoire de l'humanité. Et ce risque n'existe pas seulement à propos de l'accumulation de l'arsenal militaire. L'accroissement de l'activité humaine, conséquence de celle de la population, peut conduire à des catastrophes aux répercussions comparables à celles d'une guerre nucléaire. Donnons-en deux exemples. D'abord la question de l'ozone dans l'atmosphère. Vous savez que ce gaz est l'unique absorbant du rayonnement solaire ultraviolet entre le sol et la très haute atmosphère. Bien qu'il soit présent en très faibles quantités, son rôle est capital dans le maintien des conditions de vie actuelles sur la planète. On connaît encore très mal la chimie de l'atmosphère et notamment celle des constituants chlorés. Ce qui est certain cependant, c'est que l'équilibre de l'atmosphère dépend autant des conséquences de l'activité humaine que des phénomènes naturels. Cela place nos hommes politiques face à leurs responsabilités. Pourquoi les hommes politiques, et non pas les « managers » privés ? me demanderez-vous. C'est vrai, ces derniers sont aussi impliqués. Mais il y a d'abord une prise de conscience planétaire, car les émissions nocives ne connaissent pas de frontières. Seuls les gouvernements peuvent, par exemple par des conventions, imposer des normes ou décréter des interdictions.

Le deuxième exemple a trait aux biotechnologies. Je tire d'un rapport de M. Marcel Blanc, conseiller à la revue scientifique *La Recherche*, la citation suivante : « Les risques majeurs des biotechnolo-

gies résultent essentiellement de la mise en œuvre des manipulations génétiques sur les bactéries, les virus, les plantes et les animaux. Celles-ci consistent fondamentalement à ajouter des gènes nouveaux, ou à retirer de manière calculée des gènes (ou des portions de gènes) au patrimoine génétique d'êtres vivants. De cette façon, les biologistes sont en mesure de reprogrammer génétiquement les organismes qui peuplent la Terre, autrement dit de « créer » en quelque sorte des êtres vivants nouveaux ou des êtres capables d'interactions nouvelles avec leur environnement. Potentiellement, les biologistes sont donc à présent en mesure de gouverner l'évolution de la vie à la surface de la planète. » Nous sommes très loin des fermentations de nos grands-pères, encore largement utilisées dans notre vie actuelle.

Voilà pour le changement de dimension du risque. Je n'ai pas dit que la probabilité du risque était augmentée. Grâce à la science et à la technique, nous pouvons diminuer la probabilité de risque quasiment sans limites. Qu'est-ce qui nous en empêche ? Tout ce qui touche au comportement humain tel qu'il existe actuellement. Pour éclairer cette affirmation, considérons l'aspect économique. Dans un marché concurrentiel à outrance, toute mesure de sécurité conduit à un renchérissement. Donc la limite est là ! Mais c'est un raisonnement à court terme car, en cas d'accident, le coût des réparations morales et matérielles sera un multiple de ce qu'auraient coûté les dispositifs de sécurité. Il faut compter aussi avec l'erreur humaine. Là interviennent la formation, la conscience professionnelle et la déontologie. Mais pour que ces trois éléments constituent la base imprescriptible d'une éthique professionnelle, il faut véritablement que change l'attitude des individus, dans le sens d'une diminution de l'égoïsme et d'une meilleure conscience de la commune destinée de l'humanité. Nous en sommes encore très, très loin. Mais, me direz-vous, ces réflexions ne sont absolument pas réalistes, vous êtes un rêveur. Je ne le crois pas ; mais il est vrai qu'il me faut entrer dans le concret.

Puisque nous fêtons aujourd'hui un bureau d'ingénieurs réputé, je vais m'attacher à la question de la formation des ingénieurs. Est-ce que celle-ci répond actuellement aux exigences de notre temps, qui sont de préparer nos jeunes à assumer les missions du début du XXI^e siècle ? Vous aurez remarqué sûrement la contradiction entre exigences de notre temps et missions du début du XXI^e siècle. Cette contradiction n'est qu'apparente. En effet, dans mon optique, c'est aujourd'hui qu'il faut penser à l'an 2000. Les étudiants qui entrent dans les écoles polytechniques cet automne, à l'âge de 20 ans par exemple, en sortiront diplômés en poche au début de 1992, année où ils atteindront 25 ans. S'ils font

¹ Texte d'une conférence prononcée au 125^e anniversaire de Gruner AG, bureau d'ingénieurs à Bâle, le 18 septembre 1987.

une thèse de doctorat, il faut y ajouter en moyenne quatre ans après une période de préparation (ce qui est trop long à mon avis). Cela nous amène facilement à 1997. En comptant une période d'adaptation en début de carrière professionnelle, nous franchissons le seuil du troisième millénaire. Comme il n'est pas possible de prédire l'avenir, et nous ne voulons pas d'une simple extrapolation, il faut fournir un bagage vieillissant peu, tout en offrant une méthode de travail rendant apte à la formation continue (autodidacte ou non).

Une telle formation exige des professeurs qu'ils possèdent au moins cinq caractéristiques essentielles:

- une vaste culture
- la maîtrise de leur domaine
- des aptitudes pédagogiques
- un caractère découlant d'une personnalité accomplie pouvant servir d'exemple
- un esprit prospectif.

Ces exigences ne sont pas faciles à remplir mais, quelles que soient les difficultés, il ne faut pas transiger. Dans les Ecoles polytechniques fédérales, c'est la responsabilité première du président que de mener à bien la relève des professeurs. Les plans d'études pour la période jusqu'au diplôme constituent l'épine dorsale de la formation pendant quatre ans. Leur philosophie est largement conditionnée par l'accord de tous sur le fait qu'il faut donner une formation de base large et aussi multidisciplinaire que possible. La difficulté réside essentiellement dans la manière dont la philosophie est appliquée. Quand je dis «multidisciplinaire», cela signifie débordant le cadre strict de l'enseignement prescrit, au détriment de certaines finesses chères au professeur mais sans impact à long terme. Pour mieux me faire comprendre voici deux exemples.

Le premier: on peut susciter un intérêt passionné des architectes pour les cours de mathématiques en montrant d'emblée la relation entre formes et mathématiques. Discuter la mathématique du paraboloïde hyperbolique sur une œuvre architecturale réelle est absolument motivant.

Le second: dans un cours sur la robotique et la fabrication assistée par ordinateur, il est indispensable d'examiner les répercussions économiques et sociales. Mêler la technique et la vie est la meilleure manière de répondre à la question: pourquoi la technique? C'est peut-être beaucoup demander au professeur, mais pour lui-même déjà cette ouverture d'esprit est indispensable. Son «travail supplémentaire», si l'on peut s'exprimer ainsi, ce sera le fond et la forme de la transmission aux étudiants. On rétorquera qu'il n'est pas possible d'être aussi large, que la durée des études est suffisamment longue, que le nombre d'heures de cours est déjà élevé, si l'on veut

laisser le temps du travail personnel, etc., etc. Je connais cette constante de l'enseignement supérieur. Chaque professeur quasiment se plaint de ne pouvoir dire tout ce qu'il a à dire dans les heures qui lui sont octroyées. Je crois cependant sincèrement à la possibilité d'un accroissement qualitatif de chaque spécialité conjointement avec un élargissement transdisciplinaire. Cette assertion demande quelques suppléments d'information. J'ai déjà esquissé, au nom de la compréhension du système planétaire, l'absolue nécessité d'une vision plus large des choses. Il faudrait effectuer une réflexion prospective avec scénarios, pour ensuite en tirer des principes pour la formation valables pour tous les scénarios. Il s'ensuivrait des plans d'études, ou autres formes, conduisant les étudiants sur le chemin de l'autonomie, de la solidarité, de la créativité et de la mobilité. Quelques explications de ces quatre mots ne sont pas inutiles.

Par autonomie, il faut entendre non seulement la capacité d'agir d'une manière indépendante, mais aussi la sagesse de faire appel aux autres au bon moment. Ainsi un ingénieur civil avec de bonnes notions de droit aura tout intérêt, par exemple, à consulter un juriste pour l'établissement d'un contrat complexe. Reconnaître ses limites est un acte d'autonomie.

La solidarité doit se comprendre de deux manières. La première est cette tournure d'esprit qui rend possible le travail d'équipe et tout particulièrement le travail interdisciplinaire. La seconde, qui philosophiquement englobe la première, exige la priorité de l'intérêt général sur l'intérêt personnel. Il faut bien distinguer solidarité et charité. Cette dernière est un pis-aller à court terme, alors que la solidarité est bénéfique à long terme pour tous les partenaires. La solidarité place tout le monde sur un pied d'égalité, source primordiale de confiance. Et l'on touche ici au domaine de l'éducation, tâche essentielle de la famille, mais qui peut et doit être complétée par l'école.

La créativité, c'est le résultat de l'exercice de l'imagination. Selon les natures, concrètes ou abstraites, elle se manifestera de manières différentes, mais elle sera toujours la source de satisfaction et de motivation pour la permanence de l'effort. Il n'y a du reste là rien de nouveau. Sans remonter à l'Antiquité, relevons que Louis Armand écrivait, en 1969 dans sa préface à l'ouvrage de Jean Ullmo *La pensée scientifique moderne*: «Evitons de stériliser l'esprit des élèves et des étudiants par des amoncellements de connaissances et efforçons-nous de développer chez eux l'imagination, qui n'est jamais plus féconde que pendant la jeunesse.»

La mobilité est, dans une certaine mesure, la résultante des trois caractéristiques précédentes. Mais elle mérite d'être mentionnée spécialement lors-

qu'il s'agit de la capacité d'assimiler d'autres concepts que ceux découlant de ses propres compétences. Je ne parle pas de la mobilité physique, qui va de soi pour tout cadre, questions de famille réservées.

Le but de la formation, tel que je viens de le définir, revient à la formation du caractère et à l'acquisition de la méthodologie du comportement. Si j'insiste là-dessus, c'est que trop souvent on considère la formation comme une pure acquisition de connaissances alors qu'elle doit toucher aussi l'âme et le cœur. Ce que je viens de dire ne diminue nullement l'importance du plan d'études. Il n'est pas dans mes intentions de vous décrire un plan d'études idéal pour les ingénieurs universitaires, mais je répète qu'il existe un accord sur deux points au moins: primo donner à tous les candidats un ensemble théorique large, en fait plus large qu'actuellement, et cela sans augmenter la durée des études; secundo institutionnaliser la formation continue dans l'université et les entreprises et cela pendant toute la carrière professionnelle. Reprenons ces deux points. La formation théorique large comprend évidemment les mathématiques, la physique, la chimie, la mécanique, l'informatique, etc. Ce qui manque aujourd'hui, c'est la biologie, l'histoire des sciences et des techniques et les bases de la gestion d'entreprise, qui comprennent notamment l'économie, la sociologie, la psychologie. J'ai toujours pensé que les qualités qui font le bon ingénieur sont en grande partie celles qui font le bon médecin, et réciproquement. Ainsi une meilleure connaissance du vivant, système complexe s'il en est, ne peut qu'exciter l'imagination. La preuve en est l'excellente collaboration qui s'est exercée depuis quelques années entre médecins et ingénieurs à propos du génie médical.

Par une collaboration réciproque entre professeurs de l'université et de l'école polytechnique, je vois la possibilité d'intégrer les sciences humaines dans la technique pour les étudiants ingénieurs, et la technique dans les sciences humaines pour les étudiants en droit ou en économie (par exemple). Les problèmes complexes que nous aurons à résoudre demain exigent qu'on abandonne la séparation, consacrée depuis longtemps, entre études classiques et scientifiques. Il est clair que je ne veux pas faire des ingénieurs avec des étudiants en droit, ni des sociologues avec des étudiants ingénieurs. Je veux simplement que la technique prenne sa juste place dans la culture. Je ne dis pas «notre» culture, car il en existe beaucoup et la question se pose dans les mêmes termes pour d'autres cultures.

En laissant les indifférents de côté, on peut classer les gens en deux catégories: ceux qui voient dans la technique la possibilité de surmonter les déséquilibres actuels et ceux qui craignent que notre

civilisation technique ne se détruit elle-même. Chacun des camps trouve dans les faits une justification de son point de vue. L'amélioration moyenne du niveau de vie des pays occidentaux et l'augmentation de l'espérance de vie des humains donnent raison aux premiers. L'accroissement démentiel de l'arsenal militaire, absorbant un capital qui pourrait être utilisé à la lutte contre toutes les dégradations de notre environnement, justifie le pessimisme des seconds. Comme pour l'individualisme et la solidarité, il nous faut trouver une issue à l'antinomie technique oui/technique non. Quel peut être le rôle de l'ingénieur? Pour ma part, je considère l'ingénieur comme une interface entre le chercheur scientifique et l'homme politique, assertion que je justifie par l'observation de tous les jours. Le chercheur, lorsqu'il s'exprime, utilise un langage difficile à comprendre pour d'autres catégories de personnes. Ceux qui sont le plus proches de lui sont les ingénieurs, dont la mission est d'utiliser les connaissances scientifiques au profit de réalisations utiles aux besoins des hommes. Mais cet ingénieur est confronté aux lois et ordonnances établies par le pouvoir politique (ou suggérées par lui), les entreprises ou les organisations professionnelles elles-mêmes. Il est donc bien ancré dans la vie et est apte à jouer le rôle d'un traducteur entre le scientifique et le politique, avec l'avantage de présenter une vision globale des problèmes. Dans cette circonstance, son langage est plus proche de celui de l'honnête citoyen que du chercheur qui doit, lui, découper une tranche du réel pour l'«analyser par l'expérimentation ou la réflexion théorique» et qui, par conséquent, n'est pas naturellement porté à la vue d'ensemble.

Ce point de vue peut vous sembler quelque peu idyllique. Jusqu'à maintenant en effet, les ingénieurs n'ont pas empêché les excès du progrès technique. Mais j'en trouve l'explication dans le climat général dans lequel l'industrialisation s'est déroulée depuis l'invention de la machine à vapeur. Il est très difficile d'être sage tout seul. D'autre part, pour juger de la nuisance d'un phénomène ou d'une action, il faut que le phénomène se soit produit et l'action réalisée. C'est certainement notre esprit trop rationaliste hérité des Grecs qui nous oblige à voir pour croire. Il n'en reste pas moins que l'ingénieur et surtout l'ingénieur civil sont les personnes les plus capables, une fois éduquées dans le sens de servir les besoins réels de l'humanité, d'influencer positivement le progrès technique. Comme l'a laissé entendre André Siegfried lors des Rencontres internationales de Genève de 1947: «Une civilisation complète comporte à la fois, et dans des proportions déterminées, l'existence d'un outillage, d'une technique et d'une culture. Il peut y avoir dérèglement entre ces trois aspects. Il peut y avoir une mégalomanie de l'outillage, dont la vraie tech-

nique en somme ne profite pas et qui éventuellement nuit à la culture. Il pourrait y avoir aussi exagération de la technique qui, se croyant à tort sa propre source, négligerait la culture: mais à la longue, la technique s'étiolerait elle-même, car c'est aux fontaines de l'esprit qu'elle s'alimente...»

Il vous apparaîtra peut-être curieux qu'André Siegfried ait cité l'outillage en premier. Personnellement, cela me plaît beaucoup car trop souvent le raisonnement linéaire fait découler l'outillage de la science en passant par une technique. Or très souvent l'intuition humaine et l'expérience inventent l'outil bien avant que la science n'ait donné une explication valable. C'est d'un aller et retour constant qu'il faut parler, ce qui implique un dialogue étroit entre le scientifique et l'ingénieur. De ce dialogue dépend aussi une meilleure adaptation de la science et de la technique aux besoins de l'humanité. Dans nos milieux universitaires, on parle volontiers de la liberté de l'enseignement et de la recherche. De mon point de vue de professeur en constructions métalliques et en bois, cela signifie cependant l'obligation d'enseigner et de faire de la recherche dans ces disciplines. Où je me sens libre, c'est de faire porter mon effort sur les ponts plutôt que sur les bâtiments ou vice versa, c'est-à-dire que je peux le diriger, si je suis bien renseigné sur les besoins de l'économie, sur le domaine où le potentiel d'amélioration est le plus grand. Je rendrais ainsi un plus grand service à la communauté qu'en calculant dans l'espace interplanétaire des structures qui ne correspondent pas à un besoin dans les dix prochaines années. Ce faisant, je ne m'interdis pas de mener une prospective sur les structures spatiales. Ainsi le vieil adage utilisé d'abord dans le langage militaire «Prévoir loin, commander court» peut aussi être valable, *mutatis mutandis*, pour l'activité universitaire, industrielle ou publique.

Tout scientifique, tout ingénieur est responsable du devenir de ses créations. L'ingénieur dont l'ouvrage s'écroule peut être attaqué pénalement. La situation est moins claire en ce qui concerne le chercheur en physique (des lasers par exemple). Il ne peut pas être rendu directement responsable de la mauvaise utilisation d'un nouveau système. Il doit cependant se sentir solidaire des utilisateurs et intervenir auprès d'eux. Si, dans l'édification d'une œuvre, chaque participant se sent impliqué, donc responsable, nous aurons fait un pas en avant vers plus de sincérité et de sécurité. Mais c'est le troisième volet de la citation d'André Siegfried qui contient la clé du devenir de l'humanité. Il n'y a en effet nul souci à se faire quant à la poursuite du développement de la science et de la technique. Les conditions sont actuellement des plus favorables pour un nouveau bond en avant. Par contre, les sociétés vont mal. Les cultures sont bafouées

ou utilisées pour fanatiser les foules. Le mépris et l'intolérance s'installent là où l'amitié et le dialogue devraient fleurir. Que faire? Quelqu'un a dit que l'ingénieur était l'architecte de la société. Je trouve cette expression très belle, mais il faut en faire une traduction pratique. Comment l'ingénieur peut-il contribuer à donner au mot «culture» à la fois son sens propre et le sens plus large que je lui donne? Il peut le faire en jouant à fond son rôle d'arbitre entre la science et la politique (au sens large). Proche de la connaissance et partenaire dans l'action, l'ingénieur est capable de mettre en œuvre l'information nécessaire à promouvoir, peu à peu, le changement dans la mentalité des dirigeants.

Pour être plus clair, considérons un ingénieur responsable d'une grande unité de fabrication. Des accidents de travail, plus ou moins mineurs, apparaissent chaque jour. Comment les éliminer? En circulant chaque jour dans les ateliers, avec l'unique préoccupation de la sécurité du personnel, il arrivera, en très peu de jours, à éliminer toutes les causes d'accident. Ainsi, réfléchissant chaque jour à la finalité des ouvrages techniques, il sera capable d'orienter les dirigeants (ou de s'orienter lui-même) vers une culture qui fera de la technique non une chose en soi, mais une partie intégrante indispensable à la continuité de la civilisation. J'ai conscience du caractère abstrait de mes affirmations. Prenons donc un exemple. L'ingénieur sait par expérience que toute extrapolation d'un ouvrage de dimension un à la dimension deux ou trois pose de nouveaux problèmes techniques voire scientifiques. La centrale de Creys-Malville en France, surgénérateur refroidi au sodium, suscite actuellement une certaine inquiétude. On a de longues années d'expérience avec le réacteur Phoenix. On a passé de 250 MW à 1200 MW. Je pense, sans préjuger de la suite des ennuis actuels, qu'une centrale de 500 MW aurait été techniquement plus facile. Ce sont d'autres considérations qui ont prévalu pour fixer la puissance.

Mais il est temps de conclure. Pour toutes les raisons indiquées au début de cet exposé, nous devons maîtriser le progrès pour éviter les injustices et les accidents majeurs. C'est donc à une profonde révision de nos finalités qu'il faut procéder. Les ingénieurs, à la fois hommes de raison et êtres d'intuition, doivent prendre la tête de cette révision. Pour cela, il faut les former en conséquence. C'est en développant leur spiritualité, au sens large, qu'ils seront capables de relever ce défi.

Adresse de l'auteur:
Maurice Cosandey
Professeur honoraire, ancien président
du Conseil des EPF
Pierrefleur 18
1004 Lausanne