

RESEAU INGENIUM
Recherches en SHS dans les écoles d'ingénieurs
Association loi 1901

Actes du colloque INGENIUM

**LES SCIENCES HUMAINES ET SOCIALES DANS LES
ÉCOLES D'INGÉNIEURS**

du 1^{er} décembre 2011

Marie-Laure Vitali
Ingénieure Crf-Cnam
Secrétaire Générale Réseau Ingenium
Février 2012

Sommaire

	Pages
I - Conférence introductive :	5 - 12
La société, les ingénieurs et l'idée de progrès	
Etienne Klein, Philosophe et ingénieur, Directeur du laboratoire sur les sciences de la matière au CEA.	
II - Table ronde :	13 - 40
Les Sciences Humaines et Sociales dans la formation des ingénieurs : enjeux, repères, questions et perspectives	
1. Alain Jeneveau , responsable du Groupe formation de la Commission des Titres d'Ingénieur (Cti)	17 - 22
2. Gontran Lejeune , ex-Président du CJD, chef d'entreprise	25 - 29
3. Matthieu Calame , Président de la Fondation pour le Progrès de l'Homme	33 - 39

I - Conférence introductive

La société, les ingénieurs et l'idée de progrès

Etienne Klein,

Philosophe et ingénieur Directeur du laboratoire sur les sciences de la matière
au CEA.

Etienne Klein : La société, les ingénieurs et l'idée de progrès

Le monde a beau changer, l'ingénieur demeure la figure qui incarne l'agir technologique, il est l'acteur principal, au sein des entreprises, du développement des technologies et de leur insertion dans le monde social et aussi, bien sûr, dans le monde économique.

Il me semble que souhaiter – comme c'est je crois le vœu de nous tous ceux qui sommes rassemblés aujourd'hui – que leur formation scientifique et technique s'accompagne d'une formation solide en sciences humaines et sociales, c'est en somme souhaiter que les ingénieurs deviennent davantage que des acteurs se contentant de jouer les premiers rôles dans le déploiement de la technique, c'est vouloir qu'ils deviennent *aussi des intellectuels de l'agir technologique*, capables de penser ce qu'ils font et aussi de dire comment ils pensent ce qu'ils font. Vaste programme, me direz-vous, difficile à concrétiser, mais qui est sans doute devenu nécessaire. Car – et je l'ai déjà dit en une autre occasion, à laquelle certains d'entre vous étaient présents – ce qui me frappe depuis quelques années, c'est l'extraordinaire discrétion des ingénieurs, ce qu'on pourrait même appeler le « silence assourdissant des ingénieurs ». On entend très fort qu'ils ne parlent guère : les avocats, les journalistes, les chercheurs écrivent, les footballeurs écrivent, les artistes écrivent, les économistes nous abreuvent de livres et d'articles à une cadence d'essuie-glace, mais pas les ingénieurs, sauf s'ils sont économistes... Ce silence des ingénieurs résonne comme un paradoxe à une époque où les enjeux des technologies et les questions qu'elles soulèvent débordent largement du cadre de la seule technique et font l'objet de discussions enflammées et de débats parfois fort vifs. Par les perspectives qu'elles ouvrent, par les bouleversements qu'elles rendent envisageables, certaines technologies s'arriment d'emblée à la question des *valeurs* : elles interrogent également l'idée que l'on se fait de la société, de ce qu'elle devrait être ou ne devrait jamais devenir. Elles se confrontent donc *de facto* à des argumentations qui sont d'ordre à la fois culturel, éthique et politique (pensez aux nanotechnologies, au nucléaire, aux OGM...), et c'est pourquoi on aimerait savoir ce que les ingénieurs pensent de ce qu'ils font en ces domaines.

Il n'y a pas de réponse simple à la question des relations entre les techno-sciences et la société : de façon générale, même dans les domaines qui les concernent, les techno-sciences ne suffisent pas à orienter la politique, et, réciproquement, leur cours, largement autonome, semble pour partie transcender l'agir politique. Par ailleurs, la science est peu à peu devenue *le pas assez pensé* du politique, alors même qu'avec son halo technologique elle modifie notre façon de vivre plus rapidement et plus profondément que certaines lois votées au Parlement. C'est un autre paradoxe contemporain : les sciences et les techniques, ces grandes mal connues, qui pourtant bouleversent les existences et marquent le monde de leur empreinte, sont presque en lévitation politique. J'irais même jusqu'à dire qu'elles sont en jachère intellectuelle, au sens où le projet scientifique n'apparaît plus enchâssé dans un projet de civilisation. Le premier symptôme de cette évolution est que toute innovation est désormais interrogée pour elle-même, et non plus en fonction d'un horizon plus général, configuré à l'avance, qu'elle permettrait d'atteindre ou d'entrevoir. D'ailleurs, chacun voit bien qu'au travers des controverses que les applications de la science suscitent, ce n'est rien de moins que la question politique du projet de la cité, de ses fins, qui se trouve aujourd'hui posée : que voulons-nous faire socialement des savoirs et des « pouvoir-faire » que la science nous offre ? Les utiliser tous, par principe et au nom du progrès, ou les choisir, faire du cas par cas ?

Je vous laisserais discuter entre vous de la question de savoir ce que vous appeler les SHS, quelles disciplines vous y incluez. Est-ce que selon vous les « humanités » en font partie ? Personnellement je pense que oui, même si je suis bien conscient du fait que la défense des humanités en Ecoles d'ingénieurs est un exercice délicat et périlleux. Cela tient notamment au fait que les humanités sont pensées comme une sorte de maillage fin qui irrigue l'ensemble de la culture et des connaissances. Du coup, dès qu'on commence à établir la liste de ce qui appartient aux humanités – et le même problème se pose pour les SHS -, cette liste ne pouvant être exhaustive, c'est l'idée même « d'humanités » ou de SHS qui se trouve alors mutilée d'emblée, et c'est l'esprit même de leur promotion qui se trouve trahi. Toute omission ou exclusion apparaît comme un scandale, de sorte qu'en la matière comme en beaucoup d'autres, il est aussi facile de concevoir un monde idéal qu'il est difficile de construire concrètement un monde meilleur.

L'ambivalence du statut actuel de la science et des techniques

En quoi consiste cette ambivalence ? Elle vient de ce que, d'une part, la science (trop vite confondue avec la rationalité) nous semble constituer, *en tant qu'idéal*, le fondement officiel de notre société, censé remplacer l'ancien socle religieux : nous sommes gouvernés, sinon par la science elle-même, du moins *au nom de quelque chose qui a à voir avec la science*. C'est ainsi que dans toutes les sphères de notre vie, nous nous trouvons désormais soumis à une multitude d'évaluations, lesquelles ne sont pas prononcées par des prédicateurs religieux ou des idéologues illuminés : elles se présentent désormais comme de simples jugements d'« experts », c'est-à-dire sont censées être effectuées au nom de savoirs et de compétences de type scientifique, et donc, à ce titre, impartiaux et objectifs. Par exemple, sur nos paquets de cigarettes, il n'est pas écrit que fumer déplaît à Dieu ou compromet le salut de notre âme, mais que « fumer tue ». Le salut de l'âme, objet par excellence du discours théologique, s'est peu à peu effacé au profit de la santé du corps qui, elle, est l'objet de préoccupations scientifiques. En ce sens, et non sans arrogance, nous considérons qu'une société ne devient vraiment moderne que lorsque le prêtre et l'idéologue y cèdent la place à l'expert, c'est-à-dire lorsque le savoir scientifique et ses développements technologiques ou industriels sont tenus pour le seul fondement acceptable de son organisation et de ses décisions.

Mais d'autre part - et c'est ce qui fait toute son ambiguïté -, la science, *dans sa réalité pratique*, est questionnée comme jamais, contestée, remise en cause, voire marginalisée. Elle est à la fois objet de *désaffection*, de *méconnaissance effective*, et elle subit toutes sortes d'attaques, d'ordre philosophique ou politique.

On peut d'abord l'accuser d'être une simple « construction sociale », d'avoir avec la vérité un lien qui ne serait ni plus fort ni moins fort que celui des autres démarches de connaissance. C'est le propos des thèses relativistes les plus radicales.

Dans un autre registre, on peut lui reprocher de conduire à un arraisonnement abusif de la nature, de sournoisement nous déterminer à ne plus voir les fleuves que comme de simples « fournisseurs de pression hydraulique » pour centrales du même nom (Heidegger). On peut également clamer qu'existerait un lien entre progrès technique et « oubli de l'être », au

motif que le premier ne cesserait de nous éloigner de l'origine perdue (Heidegger encore¹) ; ou bien qu'en imposant l'idée qu'il n'existe qu'une seule forme de connaissance, la science s'acharnerait à détruire tout ce qu'il y a d'humain et de culture sur cette Terre (Michel Henry) ; ou bien encore que l'objectivité de la science absorberait le sujet, mettrait hors jeu nos affects, nos sensations, nos humeurs, et que ce qu'elle a mis hors jeu, on le tiendrait désormais pour presque rien, bref que la science se penserait en dehors du sujet humain qui pourtant l'élabore (Husserl). On peut enfin déplorer, à l'heure concomitante de Facebook et du GPS, que notre rapport à la nature et aux autres soit désormais trop médiatisé par la technique, voire neutralisé, affadi par elle.

Il faudrait que dans ce panorama agité, les ingénieurs soient intellectuellement armés de façon à pouvoir argumenter et se positionner. C'est d'autant plus important que par capillarité cette ambivalence de la science est aussi devenue celle de la technique, sa cousine, qui se trouve soumise, elles aussi, à deux forces violemment antagonistes. La première de ces forces est la technique elle-même, qui diffuse continûment dans tous les aspects de la vie quotidienne. Cette intrusion est même si intense, si ostensible, que la technologie semble désormais transcender la dimension de l'action individuelle de chacun d'entre nous, et même celle de l'action collective. La fonction anthropologique de la technique devient ainsi celle d'une nouvelle divinité, d'un « sacré » non-religieux, mais qui posséderait toutes les caractéristiques d'un dieu tout-puissant. La seconde de ces forces, opposée à la première, est une résistance diffuse à cette affluence-influence croissante des objets techniques : la quantité même de ces objets impressionne, ainsi que leur association au sein de réseaux qui prolifèrent et dont le contrôle n'est jamais que partiel. D'où la crainte que nous allions trop vite vers l'inconnu, ou que nous soyons même menacés de succomber à la démesure technologique : « La rapidité avec laquelle les innovations contemporaines se succèdent ne laisse aucun répit, d'où une désorientation sociale et psychologique sans précédent dans l'histoire »², écrivait Bernard Stiegler dès 1996. Dans pratiquement tous les secteurs, on sent désormais le souci d'arracher la planète et ceux qui l'habitent aux griffes technicistes.

Alors, dans ce nouveau contexte, on somme les scientifiques d'éviter à tout prix non seulement la catastrophe, mais également l'ombre de toute catastrophe possible. Et c'est ainsi que le discours sur la catastrophe en vient à acquérir un pouvoir réel, en même temps qu'une véritable légitimité médiatique, même si la catastrophe en question demeure purement fictive.

Considérations générales sur l'idée de progrès

L'idée de progrès change, et notre rapport à elle change également. Ce constat pose une question d'ordre causal : qui, dans cette affaire, fait la poule ? Qui fait l'œuf ? Est-ce le changement de notre rapport à l'idée de progrès qui nous fait croire que cette idée a bel et bien changé, ou bien est-ce le changement de cette idée - de ce à quoi on l'associe - qui a modifié le rapport que nous entretenons avec elle ?

¹ « Le règne de l'Arraisonement nous menace de l'éventualité qu'à l'homme puisse être refusé de revenir à un dévoilement plus originel et d'entendre ainsi l'appel d'une vérité plus initiale » (Martin Heidegger, « La question de la technique », *Essais et conférences*, Gallimard, 1958, p. 37-38).

² Bernard Stiegler, *La Technique et le temps*, Tome 1, Editions Galilée, 1996, p. 56.

Ce qui semble certain, c'est que l'idée de progrès a été prise dans la tourmente du post-modernisme.

Pour mesurer la vitesse du changement qu'a subi l'idée de progrès, il suffit de citer Jean Perrin, prix Nobel de physique en 1926, qui annonçait triomphalement en 1930, lors de la création de la Caisse nationale des sciences, ancêtres du CNRS : « Rapidement, peut-être seulement dans quelque décades, si nous consentons au léger sacrifice nécessaire, les hommes libérés par la science vivront joyeux et sains, développés jusqu'aux limites de ce que peut donner leur cerveau. Ce sera un Eden qu'il faut situer dans l'avenir au lieu de l'imaginer dans un passé qui fut misérable. » Comme ce genre d'ode au progrès nous paraît loin aujourd'hui ! Récemment, des partisans du « tout nanos » ont tenté de réactiver de tels discours, de fournir à l'idée de progrès l'occasion d'une rédemption, mais personne ne les a écoutés.

Je me souviens, parce que mon père était ingénieur, que dans les années 1960-70, les ingénieurs continuaient de former l'avant-garde de la société dans la tradition du saint-simonisme. Entre droite et gauche, entre gaullistes et communistes, l'idéologie du progrès faisait consensus.

Or cette doxa moderne a été balayée en à peine une génération au profit de l'inquiétude sur l'avenir, lequel est devenu l'objet de peurs parfois apocalyptiques. Il nous est devenu plus facile d'imaginer la fin du monde que d'imaginer un autre monde capable de se garantir un avenir...

Remarque de Brecht, dans *L'achat du cuivre* (un livre pour ingénieur) : « Plus nous arrachons de choses à la nature grâce à l'organisation du travail, aux grandes découvertes et inventions, plus nous tombons, semble-t-il, dans l'insécurité de l'existence. Ce n'est pas nous qui dominons les choses, mais les choses qui nous dominent. Or cette apparence subsiste parce que certains hommes, par l'intermédiaire des choses, dominant d'autres hommes. Nous ne serons libérés des puissances naturelles que lorsque nous serons libérés de la violence des hommes. Si nous voulons profiter en tant qu'hommes de notre connaissance de la nature, il nous faut ajouter à notre connaissance de la nature, la connaissance de la société humaine ». Vaste programme, me direz-vous, mais les bonnes questions sont posées.

Depuis qu'il a exhibé ses produits de vidange et ses « effets pervers », le concept de progrès a manifestement perdu de son aura. Ce constat se décline de multiples façons : on dit qu'on est passé de l'*Aufklärung*, c'est-à-dire de l'idée d'une raison émancipatrice, à une « raison instrumentale », pour reprendre le terme proposé par Adorno et Horkheimer, c'est-à-dire à la banalisation du calcul mathématique sous l'effet de l'ingénierie sociale et de la communication commerciale ; ou bien on proclame que la raison s'est enlisée dans l'objectivisme ; qu'en imposant l'idée qu'il n'existe qu'une seule forme de connaissance, celle que produit la science, on s'acharne à détruire tout ce qu'il y a d'humain et de culture sur cette Terre ; que le progrès s'est comme recroquevillé sur le plan de l'évolution technique et sur celui de la production industrielle. En somme, on parle désormais du progrès comme on parle du Tour de France : le progrès, à l'instar de la grande Boucle dont on n'admire plus les vainqueurs, « c'était mieux avant ». Il convient donc de le repenser, sans doute de façon radicale, pour lui redonner un peu de vigueur et un certain allant, une certaine allure.

À ce propos, je voudrais vous faire part d'un certain nombre de remarques, en apparence indépendantes les unes des autres, mais qui disent toutes, chacune à sa façon, la reconfiguration de l'idée de progrès.

De la « décadence de l'idée de progrès »

En 1987, Georges Canguilhem a publié un article remarquable, intitulé « La décadence de l'idée de progrès »³. Il y présentait la notion de progrès selon deux phases différentes. La première, formalisée selon lui par les philosophes français du XVIII^e siècle, s'attache à décrire un principe constant de progression potentiellement infinie. Son modèle est la linéarité et la stabilité, et son symbole est bien sûr la lumière. La seconde phase apparaît lors de l'établissement au XIX^e siècle d'une nouvelle science, la thermodynamique, associée aux phénomènes irréversibles, faisant apparaître une dégradation de l'énergie. Un principe d'épuisement vient alors remplacer le principe de conservation de la première phase. Son symbole devient la chaleur, d'où l'idée d'une décadence quasi thermodynamique de la notion de progrès : la lumière se dégrade en agitation thermique. Aujourd'hui, il faudrait certainement extirper l'idée de progrès de ces deux anciens cadres de pensée, la mécanique d'une part, la thermodynamique d'autre part, en proposant un nouveau principe qui le dise - pourquoi pas un principe tiré de la physique du XX^e siècle, si prolifique en concepts nouveaux ? - et choisir pour l'illustrer un autre symbole que ces deux « vieilleries » que sont la lumière et la chaleur... Après tout, croire au progrès implique aussi de faire progresser les symboles auxquels on l'associe.

L'infini, c'est fini

Les problèmes écologiques nous ont fait passer du monde des Modernes, ouvert et infini, à un autre monde, celui de la biosphère, qui est à *nouveau* un monde clos et resserré. Cela pourrait donner un joli titre de chanson : « l'infini, c'est fini ». Nous nous heurtons en effet, de façon de plus en plus concrète, à de multiples limites, de sorte que la finitude que nous éprouvons est fort différente de celle des Anciens : elle ne relève plus d'une sagesse *a priori*, mais de l'échec même, sur des fronts très divers, de l'affirmation moderne de l'infini. N'habitant plus le monde des Modernes, nous sommes contraints de refonder les institutions que ceux-ci nous ont léguées, afin de pouvoir affronter des problèmes qu'ils ne pouvaient pas se poser en tenant compte de la nouveauté de notre situation : il ne dépend plus de nous que tout ne dépende que de nous.

Le négatif est-il encore le ferment du meilleur ?

Derrière l'idée de progrès, il y a la conviction qu'on peut relativiser le « négatif », que le « pur négatif » n'existe pas, car il n'est jamais que le ferment du meilleur, ce sur quoi on va pouvoir agir pour le sortir de lui-même, c'est-à-dire, justement, de sa négativité. Se déclarer progressiste ou moderne, c'est donc croire que la négativité contient une énergie motrice que nous pouvons utiliser pour la transformer en autre chose qu'elle-même. Mais il semble

³ Georges Canguilhem, « La décadence de l'idée de progrès », Revue de Métaphysique et de Morale, 92, n°4, octobre-décembre 1987, pp. 437-454.

que cette espérance se soit problématisée : nous sommes entrés dans « l'après » de cette idée, dans l'après de la modernité, dans une phase irréversible de critiques, de doutes. Certains parlent de « postmodernité » : *la* postmodernité, c'est en somme la modernité moins l'illusion. L'illusion dont il est ici question était celle de la possibilité d'un état final, définitif, où il n'y aurait plus rien à faire d'autre que de continuer, de répéter. Or, nous constatons, nous, que le nombre de problèmes ne diminue pas, qu'il croît même à mesure que nous avançons, et que nous ne connaissons pas toutes les conséquences de nos actes : « L'homme sait assez souvent ce qu'il fait, avertissait Paul Valéry, mais il ne sait jamais ce que fait ce qu'il fait. »

L'exemple des pesticides

Prenons un exemple de « renversement postmoderne », celui des pesticides et des effets qu'ils pourraient avoir sur la santé. Lorsque l'on traite de cette question, de nombreuses valeurs sont invoquées, et comme mises en concurrence : celui qui a été malade fera valoir un système de valeurs au regard de sa santé. Celui qui craint des difficultés économiques pour son entreprise développera un système de valeurs économiques. D'autres acteurs mettront en avant des valeurs plus philosophiques. Car on ne peut pas ignorer le fait qu'aujourd'hui, une partie de la France est devenue néo-rousseauiste : tout ce qui est contre-nature est considérée comme mauvais et dangereux.

Pour régler cette difficulté, on prétend utiliser le principe de précaution. Mais il en existe deux, très différents l'un de l'autre. Le premier est celui qui a été inscrit dans la constitution et qui prétend bénéficier d'une dimension objective : l'Etat, en fonction d'une procédure qui sera essentiellement scientifique, prend une décision qui résultera du rapport entre le coût et le bénéfice. Le second permet de revendiquer le droit de vivre tranquillement, autrement dit de ne pas être exposé à une inquiétude, et de *réduire non pas le danger mais l'inquiétude, le souci, l'angoisse.*

Comment une telle situation est-elle devenue possible ? Cela ne provient pas de ce que la science serait insuffisamment diffusée. C'est plutôt parce que la vie quotidienne parle un langage scientifique. La surinformation qui circule dans les médias est multiple : on peut lire un jour dans la presse que le vin donne le cancer, le lendemain qu'il protège du cancer. Par sa surabondance, l'information créée de l'indécidabilité, et donc de la perplexité.

Les pesticides ont été pris dans cet engrenage. L'agriculture est un métier de réduction des risques : l'agriculteur est chargé de réduire notre risque de ne pas avoir accès à une alimentation saine, sachant, qu'en même temps, c'est l'un des métiers les plus exposés au risque, ne serait-ce que pour anticiper à l'automne le prix de sa récolte au mois de juillet suivant, qui dépend de la qualité des semences, du climat, des insectes... Or, alors que les pesticides ont été un instrument essentiel de la réduction du risque, que chacun acceptait *pour cette raison*, ils sont devenus le symbole d'une agriculture qui produit du risque. Un renversement s'est bel et bien produit, qui *oblige* les ingénieurs, qui les oblige d'abord tout court, qui les oblige ensuite à faire parler d'eux en commençant par parler eux-mêmes.

II - Table ronde :

Les Sciences Humaines et Sociales dans la formation des ingénieurs : Enjeux, repères, questions et perspectives

1. **Alain Jeneveau**, responsable du Groupe formation de la Commission des Titres d'Ingénieur (Cti) - *Présentation Power-point*
2. **Gontran Lejeune**, ex-Président du CJD, chef d'entreprise : « **Ma fragilité de chef d'entreprise** »
3. **Matthieu Calame**, Président de la Fondation pour le Progrès de l'Homme

II - Table ronde :

Les Sciences Humaines et Sociales dans la formation des ingénieurs : Enjeux, repères, questions et perspectives

- 1- Alain Jeneveau**, responsable du Groupe formation de la Commission des Titres d'Ingénieur (Cti) - *Présentation Power-point*

Les Sciences Humaines et Sociales dans la formation des ingénieurs : enjeux, repères, questions et perspectives

- 1. Alain Jeneveau**, responsable du Groupe formation de la Commission des Titres d'Ingénieur (Cti) - *Présentation Power-point*

POURQUOI UNE CTI ?

Créée le 10 juillet 1934

Le diplôme d'ingénieur est un diplôme d'établissement

Ses missions :

- L'amélioration continue des formations d'ingénieurs
- L'adaptation des profils des ingénieurs aux évolutions de l'environnement socio-économique
- La reconnaissance du diplôme d'ingénieur au niveau national, européen et international

ORGANISATION ET FONCTIONNEMENT

Structure partenariale :

- 16 membres académiques représentatifs des établissements, écoles
- 16 membres représentatifs des organisations d'employeurs, des syndicats de salariés et associations d'ingénieurs
- Des experts thématiques, des experts internationaux, des experts élèves ingénieurs

Depuis 1997, mise en place de l'évaluation périodique (6 ans) :

- La CTI accrédite des formations d'ingénieurs et habilite des établissements ou des écoles à délivrer des diplômes d'ingénieur
- Elle émet un avis pour les établissements publics et prend une décision pour les établissements privés ainsi que des recommandations

LA CTI ET L'INTERNATIONAL

- ENQA, European Association for Quality Assurance in Higher Education
- ECA, European Consortium for accreditation : reconnaissance mutuelle des évaluations

- EQAR, European Quality Assurance Register
- Programme EUR-ACE : label européen définissant des standards spécifiques au domaine de l'ingénierie (compétences des futurs diplômés)
- En 2 ans, la CTI a accrédité à partir du référentiel français de formation d'ingénieurs, une quarantaine de formations délivrées par 10 institutions étrangères

LA CTI ET LES ÉCOLES D'INGÉNIEURS

200 écoles d'ingénieurs, 500 formations.

En moyenne, la CTI traite par an environ 200 dossiers de formation d'ingénieur

Apprentissage :

- 180 diplômes d'ingénieur accessibles par l'apprentissage soit à ce jour 12 % des diplômés
- Même diplôme que celui sous statut d'étudiant, mêmes compétences, mêmes exigences (anglais, international, SHS....)

LE GROUPE FORMATION DE LA CTI

Objectifs : évolution du référentiel de formation d'ingénieur (contenu et méthodes pédagogiques)

Groupe ouvert aux parties prenantes : écoles, élèves, entreprises.

Exemples de sujets traités :

- L'évaluation des 5 années de formation
- Les acquis de l'apprentissage (learning outcomes)
- La formation d'ingénieur manager
- La formation en Santé et Sécurité au travail des futurs ingénieurs
- Les SHS dans la formation des ingénieurs

ENQUÊTE DU CNISF :

Enquête de 2008, 50 000 réponses, pondération entre classes d'âge, entre les différentes catégories d'écoles

Question 1 : au regard de votre expérience professionnelle, comment qualifiez vous aujourd'hui ces différents éléments de votre formation ? **TRÈS IMPORTANT DANS MA VIE PROFESSIONNELLE**

Question 2 : comment estimez vous que votre école d'ingénieur vous a préparé à l'exercice de ces compétences ? **L'ÉCOLE M'A BIEN FORMÉ**

	Question 1 TRÈS IMPORTANT DANS MA VIE PROFESSIONNELLE	Question 2 L'ÉCOLE M'A BIEN FORMÉ
Connaissances et compréhension d'un large Champ de sciences fondamentales	64 %	76 %
Prise en compte des enjeux industriels, économiques et professionnels	64 %	30 %
Capacité à opérer ses choix professionnels et à s'insérer dans la vie professionnelle	65 %	33 %
Aptitude à mobiliser les connaissances de votre spécialité	69 %	73 %
Maitrise des méthodes et outils de l'ingénieur	73 %	66 %
Capacité à s'intégrer dans une organisation, à l'animer et à la faire évoluer	80 %	48 %

POURQUOI DES SHS ?

- Références et Orientations a, entre autres, pour objet de définir le référentiel de formation d'ingénieur
- Première édition de R&O en 1996
- Avant 1996, on évoquait une doctrine non formalisée
- La formation d'ingénieur est professionnalisante

EVOLUTION DU CONTENU DES SHS

- Formation professionnalisante : l'étudiant doit connaître l'entreprise sous ses formes juridiques, administratives, économiques, ressources humaines
- Développement personnel de l'étudiant : risque du modèle unique, de la non prise en compte de l'individu
- Aide à la définition du projet personnel professionnel du futur ingénieur
- L'ingénieur dans la société : développement durable, responsabilité sociale des ingénieurs et des entreprises....

COMBIEN D'HEURES POUR LES SHS ?

- La CTI estime 15 à 20 % du total (heures encadrées)
- Danger 1 : ne pas assimiler les SHS à ce qu'il reste de la formation d'ingénieur lorsque l'on enlève les composantes scientifiques et techniques et l'apprentissage des langues étrangères
- Danger 2 : ce n'est pas parce l'on ajoute des SHS dans des formations scientifiques et techniques de grade master que ce sont des formations d'ingénieur
- Les compétences en SHS du futur ingénieur doivent être spécifiques des métiers sur lesquels débouche la formation

RÉFÉRENCES ET ORIENTATIONS 2012

3 documents : les principes, la mise en œuvre, les pistes et textes de référence

Pour chaque document :

- Le contexte de l'habilitation et la reconnaissance des formations d'ingénieur
- La CTI
- Les critères majeurs de la qualité des formations d'ingénieur
- Le processus d'habilitation

DÉFINITION DU MÉTIER D'INGÉNIEUR

- L'ingénieur prend en compte les préoccupations de protection de l'homme, de sa vie et plus généralement du bien être collectif
- L'ingénieur doit posséder un ensemble de savoirs techniques, économiques, sociaux, environnementaux adaptés à ses missions.

LES COMPÉTENCES ESSENTIELLES DU MÉTIER D'INGÉNIEUR

- La culture d'entreprise et la compréhension du contexte économique, social, humain, environnemental, éthique, philosophique
- La capacité à communiquer dans un contexte culturel international ce qui permet l'exercice du métier et de la relation sociale en tout lieu

MISE EN ŒUVRE CAPACITÉS ET COMPÉTENCES DES INGÉNIEURS

- L'esprit d'entreprendre et l'aptitude à prendre en compte les enjeux économiques
- L'aptitude à prendre en compte les enjeux sociaux : appropriation des valeurs sociales, d'éthique, de sécurité au travail et de santé
- L'aptitude à prendre en compte les enjeux et les besoins de la société
- La capacité à s'insérer dans la vie professionnelle, à s'intégrer dans son organisation, à l'animer et à la faire évoluer : exercice de la responsabilité, esprit d'équipe, engagement et leadership...
- L'aptitude à travailler dans un contexte multiculturel
- La capacité à se connaître, à s'auto-évaluer, à gérer ses compétences, à opérer ses choix professionnels

DOCUMENT RÉSEAU INGENIUM-CTI

Depuis 2008, un groupe de travail permanent a été constitué entre le réseau Ingenium et la CTI

Premier document dans R&O 2009

Second document dans R&O 2012, suite aux réunions organisées avec les écoles par le réseau Ingenium. « *Les compétences en SHS du futur ingénieur doivent être spécifiques des métiers sur lesquels débouche la formation* ».

En conséquence :

- Pas de programme précis mais des thématiques
- Remise en cause des pratiques déléguant à des départements d'économie, de sociologie... (souvent universitaires) la formation aux SHS des futurs ingénieurs sur des programmes non adaptés à la finalité de la formation
- Remise en cause des enseignements uniquement confiées à des vacataires exerçant une activité en entreprise (vision partielle et partielle ? des SHS)

1- les grands axes de formation

- Acquérir des savoirs et savoir-faire nécessaires à l'exercice des métiers d'ingénieur : travail en équipe, gestion de projet, droit et économie d'entreprise, sociologie des organisations.
- Développer une ouverture personnelle et élaborer son projet professionnel
- Favoriser l'autonomie, le sens relationnel, la créativité, la capacité d'adaptation et d'innovation
- Comprendre la société et savoir situer la place et le rôle (auteur et acteur) de l'ingénieur par le développement d'une culture générale apportant une distance, une réflexion sur le monde et ses enjeux

2- les travaux pratiques

Partant du principe que l'école est une micro société avec ses règles de vie, ses codes, ses objectifs de formation doivent avoir un impact sur la vie des élèves dans l'établissement.

Notion d'exemplarité :

- Diversité, handicap, intégration des étudiants étrangers, qualité de vie...
- Domaines : développement durable, responsabilité sociale des entreprises, sécurité et **santé au travail**...

3- la mise en œuvre

- Principe : Equilibre entre adaptation aux réalités professionnelles et émancipation et Acquisition de connaissances et développement de capacités à penser et agir
- Intervenants : Enseignants permanents et enseignants chercheurs, Profils académiques et profils professionnels

4- la recherche

- Savoirs et activités des ingénieurs
- Environnement socioprofessionnel des ingénieurs
- Enjeux sociétaux
- Formation des ingénieurs
-

II - Table ronde :

Les Sciences Humaines et Sociales dans la formation des ingénieurs : Enjeux, repères, questions et perspectives

2 - Gontran Lejeune, ex-Président du CJD, chef d'entreprise : « Ma fragilité de chef d'entreprise »

2 - Gontran Lejeune, ex-Président du CJD, chef d'entreprise

Ma fragilité de chef d'entreprise

La fragilité me touche en particulier pour plusieurs raisons : d'abord parce que je l'ai expérimentée dans mon entreprise. Ensuite parce que je l'observe, comme chacun, dans notre société devenue anxieuse par sa logique d'hyper-performance qui engendre pauvreté, exclusion, individualisme, violence, déculturation, pollution... ; jamais notre monde n'a connu autant de compétitions. Et enfin parce que je vois la fragilité s'étendre dans l'entreprise, lieu social par excellence qui souhaite tout maîtriser même l'imprévisible : l'écart s'y creuse entre la communauté de salariés et ceux qui en possèdent le capital, et parfois on y prend plus soin des colis étiquetés « fragiles » que des personnes ; certains en arrivent à se demander pourquoi vouloir gagner sa vie pour la perdre.

Comment on perd des plumes !

J'ai expérimenté personnellement la fragilité. Le 17 février 2006, un canard a bouleversé ma vie. Ce canard, de la race des « fuligule miloin », a eu droit à des obsèques nationales dans un petit village de la Dombes qui s'appelle Joyeux ... ! C'était le début de la grippe aviaire en France. A l'époque, mon entreprise était spécialisée dans la distribution de volailles fraîches et du jour au lendemain, notre chiffre d'affaires s'est effondré de 40% !

Au début, je me rassurai, et rassurai mes clients, fournisseurs, partenaires. Mais après deux mois de matraquage médiatique où le sujet était traité comme une guerre bactériologique, je ne croyais plus, moi non plus, à une augmentation du chiffre d'affaires. Bien que sachant que nos actions dépendaient de nos visions, j'étais dans une espèce de catabase, une descente aux enfers où je voyais arriver le dépôt de bilan, la dépression et le divorce : les 3 D !

Le moral au plus bas, je n'osais en parler à personne, craignant de voir les choses empirer. Un soir, un ami du Centre des jeunes dirigeants (CJD) est passé prendre de mes nouvelles, connaissant la situation catastrophique. Je lui expliquai alors mes craintes et il m'a fait une bonne dramatisation !

- « Tu as raison, tu devrais peut-être commencer à dormir dehors car tu vas finir sous les ponts ! » Il m'a dit aussi « Il faut que tu bouges, que tu communique, que tu fasses quelque chose »

Le lendemain matin, je décidai de convoquer tous les salariés de l'entreprise. Les rumeurs alarmistes circulaient parmi eux. Et c'est une seule phrase qui a sauvé mon entreprise : « J'ai

décidé de ne pas licencier ». Alors, dans cette salle de réunion au silence de plomb, j'ai vu les yeux s'allumer, les visages se détendre. Je me souviendrai toute ma vie de ce moment-là, j'ai immédiatement ajouté : « Il nous reste 560 K€ de fonds propres, avec 40% de chiffres d'affaires en moins nous tiendrons six mois, ensuite on se dira au revoir ».

Et là, les idées ont fusé. Les salariés ont fait de multiples propositions : d'abord que l'on pouvait réduire la consommation des camions de trois litres au cent (sur 18 camions qui chaque jour parcourent 300 Km, c'est énorme). Ensuite j'apprenais que les clients avaient de la compassion pour nous, qu'ils voulaient bien nous acheter quelque chose mais pas de la volaille, car leurs propres clients n'en voulaient pas, mais pourquoi pas de la charcuterie de porc ! Bref, nous sommes passés de spécialiste volailles à spécialistes des produits carnés, j'ai racheté une entreprise en charcuterie de porc pour la fusionner avec la mienne et j'avais besoin de compétences nouvelles car je savais qu'il fallait aller très vite !

Le je a besoin du nous

Ce que j'ai appris de cette crise sévère, c'est qu'afficher sa fragilité n'est pas une tare, bien au contraire cela devient une force si on se relie les uns aux autres. De cette expérience, j'ai appris la richesse du collectif : le je a besoin du nous pour exister et l'inverse aussi est vrai.

Et si l'on s'interroge plus avant sur les finalités de l'entreprise, on peut se dire qu'une entreprise sert à créer des richesses, mais pas seulement sonnantes et trébuchantes (elles tombent vite !) : des richesses sociales par exemple, en formant les salariés, richesses de créativité en innovant, richesses de relations, richesses de solidarité. Le seul problème est que tout cela n'est pas pris en compte car on mesure l'entreprise uniquement par le bilan comptable sonnante et trébuchant ! Bien sûr, à court terme, former les salariés n'est pas très rentable.

Pourtant au lieu d'afficher de belles valeurs, de beaux discours sur l'éthique nous ferions mieux de mesurer l'entreprise sur les quatre clés qui la composent, comme un orchestre :

- la clé des sous : ce que je fais avec mes clients, mes fournisseurs...
- la clé du nous : quelle constitution écrire ensemble dans l'entreprise, quelles règles, quel plan de formation, quel cadre de travail....
- la clé des champs : comment ne pas avoir d'impact négatif ou le moins possible sur la planète avec nos productions ou nos services, non pas pour la planète en tant que telle mais pour les générations futures.
- la clé des autres, la plus importante dans un monde globalisé où la tentation est de se déresponsabiliser : que puis-je faire après tout pour réduire la misère du monde ? Une entreprise doit justement s'inscrire dans son territoire, dans la proximité et avec ses salariés. Elle peut mener des actions, parfois très simples, à vocation solidaire, comme sponsoriser le club de basket local, former des personnes exclues de l'emploi...

Pour un contrat de relations dans l'entreprise

Il est urgent de comprendre qu'une entreprise n'est pas une propriété privée ! Même si elle l'est juridiquement, si elle appartient à celui qui en possède le capital, cela ne peut pas marcher sans les femmes et les hommes qui la composent ; une entreprise c'est bien les deux réunis. Et entre les deux il y a le contrat de travail, qui est un lien de subordination. Cela est aggravé par le fait que nous avons vidé de son sens la valeur travail à cause du taylorisme : en segmentant dans l'entreprise les missions de chacun pour plus de productivité - la fameuse fiche de poste ! Comment s'étonner ensuite qu'un salarié refuse d'accomplir une nouvelle tâche en argumentant que ce n'est pas écrit dans sa fiche de poste ! Une fable médiévale raconte qu'un mari avait obligé sa femme à signer un contrat extrêmement contraignant pour elle sur un *rollet*, petit rouleau de parchemin où toutes les obligations étaient consignées dans les moindres détails. Elle profita de la situation dramatique où son mari s'était mis en tombant dans un puits pour mettre fin à son esclavage. Elle refusait de le sauver tant qu'il n'eût pas annulé le dit contrat, puisque le sauver « n'était pas inscrit à son rollet » !

Cela ne veut pas dire qu'il ne faut pas de contrats ou de cadre de mission mais la fiche de poste taylorienne tue dans l'œuf la « dynamique de la confiance »

Je suis allé récemment à Stockholm. Dans mon hôtel, une femme de chambre s'adresse à moi dans un français parfait ; je lui demande si elle a vécu en France, elle me répond que non et qu'en plus elle parle trois autres langues ! Etonné, je l'interroge : « et c'est vous qui nettoyez les chambres ? » « Oui, mais deux par jour sur les 40 chambres de l'hôtel. Le reste du temps, j'aide le chef en cuisine car j'adore cuisiner, je fais un peu de comptabilité et j'organise des événements ». On comprend vite avec cette forme de poste que la véritable innovation est dans l'architecture des relations humaines de cette entreprise ! En outre, une compétence et une polyvalence pareilles se payent plus cher et cela facilite aussi la flexibilité.

Au lien de subordination je préfère le contrat de relations ! Pour qu'il y ait construction collective et engendrement réciproque, il faut commencer par avouer un manque, se reconnaître non auto-suffisant, passer de l'indépendance à l'interdépendance !

Ce qui m'amène à proposer quelques solutions concrètes pour rendre possible cette révolution !

«Rêvons l'évolution ! »

Première proposition, *supprimer les pyramides*, pas celle d'Egypte bien sûr, mais celles des entreprises dans leur architecture décisionnelle. Même si elles sont tendues vers le ciel, on ne peut s'empêcher de remarquer que ceux qui y accèdent sont peu nombreux ! Or le ciel est là pour tous ! Il faut donc transformer le management en dynamique de coopération, et pour cela il faut donner envie en impliquant chacun.

D'ailleurs, le mot management vient du mot manège, l'endroit où l'on fait tourner les chevaux, où on les dresse ! Mais on ne dresse pas un cheval par la coercition ; le tact d'un cavalier relève bien plus d'une cohérence de comportement et d'un juste rapport à l'autorité que d'une stricte application technique. Le cheval ne suit rapidement et durablement vos directives que si vous lui donnez l'envie de coopérer, et il est, par nature, un expert de la

communication non verbale qui répond immédiatement à vos comportements dans l'exercice de l'autorité ou de l'influence.

Croyance, amour, haine, procès d'intention, tout cela ne concerne pas le cheval ! Il ne croit pas, il se souvient, réagit, vit dans l'immédiateté de ses besoins et n'intègre pas la dimension affective de l'humain... La notion de statut n'existe pas pour le cheval, seule la réalité de la situation compte ; par contre, il ne peut donner sa confiance sans avoir au préalable identifié l'autre comme étant non-prédateur et digne de respect... Enfin, le développement cérébral du cheval ne lui permet pas de tricher ou d'élaborer des stratégies. Il est sensible aux signaux qu'il détecte chez l'humain, mais ne peut être ni manipulé ni influencé par une dimension intellectuelle. Alors, dans ce renversement de pyramide, il ne s'agit pas de « murmurer à l'oreille des chevaux » ni à celles des salariés mais de créer ce capital commun de confiance basé sur la réciprocité, le don, en rendant chacun véritablement acteur et force de propositions.

Pour continuer très rapidement sur la dimension des pyramides, je me suis interrogé sur les miennes. Je constate qu'elles nous sont très certainement communes (*à développer pour expliquer* : façon Maslow) : satisfaction des besoins primaires à la base, puis lien social et ensuite réalisation de soi. N'est-ce pas ce que l'on nous a dit et que nous disons à nos enfants : « Travaille bien à l'école, tu auras un beau métier et ensuite tu feras ce que tu veux ». J'ai le sentiment que les générations qui nous suivent ont compris que cette pyramide n'était pas la bonne : comment pourraient-ils y croire, comme si la vie était un lac tranquille où chacun tente de gagner sa place et surtout plus que les autres ! Ces générations montantes ont déjà inversé la pyramide, intuitivement et de manière réaliste :

- La réalisation de soi : qui je suis, ce que j'aime faire, mon talent, ce que je pratique naturellement ;
- Le lien social : j'en parle à d'autres, la communauté, down top, l'influence...
- La satisfaction des besoins primaires : je peux en vivre financièrement.

Deuxième proposition, *oser la fragilité* ! Il n'est pas facile d'être chef, de tout savoir, de tout faire pour toujours gagner. Pour ma part, je m'en tiens à cette maxime de Coluche : « pour aller plus loin, il faut aller plus près ». Cette phrase simple implique le don de soi, la proximité ! Bien sûr, pour une entreprise, le discours est à la mondialisation, à la performance, et dans ce cadre on veut vouloir tout maîtriser ! Reporting, tour de contrôle, procédures, marchés, cours du pétrole, cours toujours..., ou cours du jour, voilà l'important. Jamais notre monde n'a connu ce niveau de compétitions ! Le problème, c'est que nous sommes dans une espèce de syndrome de « coupable mais pas responsable ». Le pilote est-il cette main invisible qui semble nous conduire vers du toujours plus ?

Les individus créatifs sont fragiles, les gens innovants sont fragiles, les personnes qui possèdent des qualités de relation humaine sont fragiles, ceux qui ont l'intelligence des autres sont des gens fragiles. Alors, autant prendre en compte cette fragilité comme une composante essentielle de nous-mêmes et se l'avouer tout simplement. Nous nous sentons évidemment mieux quand on commence à s'occuper de notre fragilité plutôt que de la nier !

Finalement, dépendre de l'autre tous les jours n'est pas une aliénation mais plutôt une chance, à condition que cette relation soit ancrée dans la confiance. Ne pas posséder toutes les compétences mais avoir besoin de celles des autres est une immense richesse, à

condition de savoir écouter. A l'heure où l'innovation est considérée comme une issue de secours, n'est-ce pas le moment de la considérer comme un mode de pensée nouveau et de la centrer autour de nous-mêmes et de nos organisations humaines ? Il s'agit d'accueillir la fragilité des uns et des autres pour en faire une force collective. En repensant aux étapes décisives dans la croissance de mon entreprise, je prends conscience qu'elles n'ont pas résulté d'une addition de compétences mais plutôt d'une multiplication de confiance et d'implication de chacun, une espèce d'interdépendance des uns et des autres.

Il va falloir apprendre à aimer l'incertitude. Celle-ci ne se réduit pas à l'absence de certitude, mais elle peut devenir émergence du radicalement nouveau. Oser la fragilité permet d'être à l'écoute des signaux faibles : dans les années 1970, le Club de Rome avait réuni les meilleurs experts du monde pour imaginer l'avenir de la planète à l'horizon du XXI^e siècle. Ces experts sont passés complètement à côté de la révolution Internet.

Oser la fragilité c'est oser demander à chacun d'exprimer ses peurs, ses attraits et aussi ses risques de rupture. Dans les réunions organisées pour chaque projet de mon entreprise, ce qui m'intéresse, ce sont ces trois questions là.

Ma troisième proposition consiste à *arrêter de mesurer* ! Aujourd'hui, quand on parle de souffrance au travail, on se précipite pour la mesurer, rajoutant de la souffrance à la souffrance au passage ! Tout se passe comme si on pensait que ce qui ne peut se mesurer n'existe pas ! Méthode iso, procédures, sondages, nous passons plus de temps à écrire pour décrire ce que nous faisons qu'à agir.

A la mesure, je préfère le sens, le « courage du bon sens » comme dit Michel Godet, avec des questions simples : qui suis-je ? Que peut-il advenir ? Que puis-je faire, que vais-je faire, et comment vais-je le faire ?

La réglementation comporte des limites. Désormais, dans les entreprises, il faut 6% de personnes en situation de handicap, autant de femmes, de séniors... Stop ! Je connais des entreprises comptant 90% de personnes en situation de handicap et ça marche ! Mais il y a du sens là-dedans. L'obligation de la loi peut-être un accélérateur, elle peut provoquer une réflexion. Mais cessons d'inscrire tout définitivement dans le marbre. Battons-nous plutôt pour une égalité d'humanité et pour faire progresser les choses : cela s'accompagne d'une culture et d'une vision, bien plus que de pourcentages.

L'entreprise est forte de la place qu'elle laisse aux plus fragiles, j'en suis persuadé. « Anesthésier la fragilité, c'est tuer l'humanité » : je me souviens avoir dit cette phrase à un artiste de rap, en préparant un spectacle pour un congrès du CJD. Voilà comme il l'a traduite, à la façon de Grand Corps Malade : une entreprise devrait être « l'alliance de nos faiblesses, la multiplication de nos projets, la soustraction de nos problèmes et la somme de nos promesses ».

II - Table ronde :

Les Sciences Humaines et Sociales dans la formation des ingénieurs : Enjeux, repères, questions et perspectives

3 - Matthieu Calame, Président de la Fondation pour le Progrès de l'Homme

3 - Matthieu Calame, Président de la Fondation pour le Progrès de l'Homme

Introduction : le politique et la vérité

Je débiterai mon propos en parlant de la dernière remarque d'Etienne Klein concernant le fait que l'accord entre les verts et les socialistes s'est fait entre personnes dont aucune ne savait dire exactement ce qu'est le *mox*⁴, Le phénomène n'est pas nouveau, et n'est pas forcément gênant si on considère la nature politique de la décision. Au début du IV^{ème} siècle, l'église chrétienne était déchirée par une controverse sur la question de savoir si le Christ était de même nature que le père (*homoousios*) ou de nature similaire (*homoiousios*). Un iota séparait les deux termes et les deux factions. La querelle était très sérieuse et menaçait la paix intérieure de l'empire. Un concile réuni à Nicée en 325 ne parvint guère à réconcilier les uns et les autres et finalement ce fut le choix des empereurs successifs qui finit par faire la différence. Les empereurs de l'époque étaient-ils compétents en théologie ? Comprenaient-ils le détail de la controverse ou ont-ils tranché selon d'autres critères au regard desquels le iota ou la composition du *mox* sont des questions secondaires ? Constantin était un solide général et un habile administrateur, sa mère était servante d'auberge et son père l'un de ces officiers Illyriens qui ont rétabli l'empire après la grande crise de 260 et qui étaient parvenus au sommet du pouvoir par leur énergie et leurs capacités militaires et administratives. Pas à proprement parler des lettres. Constantin, proclamé empereur par ses troupes à York, parlait probablement assez mal le grec et devait d'abord maintenir l'empire dans un état de paix sociale satisfaisant. Son choix est donc sans doute moins motivé par des considérations « techniques », la querelle du iota, mais par des considérations politiques suivant une autre rationalité pour laquelle son niveau d'information était sans doute suffisant. Et n'allons pas croire qu'à l'époque, empreinte de religiosité, cette question ne paraissait pas aussi décisive pour l'avenir de l'humanité que le choix du nucléaire ! Ceci introduit la question centrale d'aujourd'hui à savoir le dialogue entre les ingénieurs et le reste de la société et à travers cela la relation entre rationalité scientifique, rationalité instrumentale, rationalité sociale et politique,

A/ Considération sur le contexte actuel

Le défi moral de la restriction : puissance et limites

Nos sociétés sont désormais confrontées à un défi écologique majeur. Peu de gens le contestent : climat, biodiversité, érosion des sols, pic pétrolier. C'est un défi technique,

⁴ Je savais pour ma part que c'était un des combustibles de Fukushima mais j'ai dû aller vérifier sa composition sur wikipedia : plutonium et uranium en partie oxydés...

économique, social mais plus profondément encore psychologique et éthique qui se dresse devant nous.

Depuis la renaissance, notre société est guidée par une notion fondamentale, le dépassement ou si l'on préfère la transgression. Cette philosophie qui est aussi une posture psychologique est incarnée par la figure du Titan Prométhée. Dans cette vision du monde, l'homme est emprisonné par des limites arbitraires dont il peut se libérer avec audace, par la connaissance mise en action. Le destin manifeste de l'homme est de voler le feu aux dieux pour accroître son bien-être, sa liberté, sa puissance. Dans cette perspective, la transgression - littéralement passer à travers, outrepasser - est donc une libération, un progrès. Dans cette posture morale et psychologique, la limite est assimilée à un mur de prison dont la transgression est fondamentalement positive. On peut le percer, escalader et donc le dépasser. Dans un certain sens on DOIT même le percer pour accomplir sa destinée d'homme en quête d'émancipation. Renoncer à la transgression c'est renoncer à son humanité, ou, tout du moins les transgresseurs sont des héros supérieurs en un sens aux autres hommes. Derrière le mur, il y a toujours un espace nouveau qui s'offre. Un espace à explorer et à exploiter jusqu'à atteindre un autre mur qu'il faudra à nouveau percer. On comprend qu'un surcroît de puissance est ce qui autorise le dépassement l'accumulation de puissance et son exercice sont donc fondamentalement légitimes et positifs. En ce sens Nietzsche est bien le philosophe de la modernité industrielle, lui qui assimile la vitalité à une accumulation infinie de puissance et qui prédit que celui qui cesse d'accumuler la puissance dégénère et périt. Mais, insistons sur ce point, tout le raisonnement repose sur l'assimilation de la limite à un mur arbitraire.

Or, la crise environnementale nous présente désormais une limite qui est d'une toute autre nature : le néant. Quand il n'y a plus de sol, d'eau pure, de biodiversité, de pétrole, de climat régule, la limite n'est pas de pierre, mais de vide. L'homme est semblable non, au prisonnier face à un mur, mais à l'alpiniste au bord d'un gouffre. Or, sur le néant, la puissance est sans objet On ne peut exercer de force sur le vide. Pousser c'est tomber. Transgresser c'est disparaître l'homme au bord de l'abysse n'a alors qu'une conduite à adopter : se retenir et choisir son cap pour rester Sur la crête. C'est une posture psychologique complètement différente bien sûr de la posture prométhéenne. A la place des dieux jaloux : le néant sans intention, sans volonté, sans résistance mais sans appui et sans secours. A la place de la puissance : la sagesse et l'équilibre. A la place du dépassement : la retenue. Ce qui n'est pas sans évoquer d'ailleurs dans le registre éthique le grand motif de la pensée grecque qu'est *l'hybris*, la démesure, cause des malheurs et des échecs, et les principes contraires d'ataraxie et d'euthymie visant à un équilibre de l'âme.

De ce point de vue il n'est rien de plus erroné que l'expression « la nature se venge » quand il s'agit au contraire de l'effondrement du vivant. La crise que nous vivons est une crise de la fragilité.

Je me permets ici d'ouvrir une parenthèse pour bien distinguer deux notions différentes, la nature et le vivant. Le vivant fait partie de la nature, mais il existe de nombreux phénomènes naturels non vivants tels qu'une explosion volcanique ou une pluie de météorites. Le vivant est un phénomène particulier précaire et qui peut souffrir d'un phénomène naturel : une coulée de lave détruit tous les organismes vivants sur son passage. Ce que l'homme détruit à l'heure actuelle en détruisant eau, pétrole, sol, ce n'est évidemment pas la nature, puisque les volcans se portent bien, mais c'est l'acquis de l'évolution des êtres vivants. Fermons ici la parenthèse.

Fragilité des systèmes vivants

Cette fragilisation des systèmes vivants dont nous dépendons pour notre survie est due à un comportement collectif erroné et à une mauvaise compréhension de ce que sont ces systèmes vivants. Personne en effet ne souhaite détruire le vivant et les équilibres qu'il a façonnés, donc si, tout de même, nous le faisons c'est que notre compréhension de la nature est erronée. Nous avons abusé depuis le moyen-âge tardif, comme l'a bien démontré un auteur comme Thuillier⁵, de la métaphore de la machine pour interpréter les systèmes. Selon la vision définitivement synthétisée par Descartes dans le *Discours de la méthode*, les organismes vivants sont assimilables à des machines complexes. Pourtant il nous est aisé de faire des typologies simples des systèmes en fonction de leur réaction à un événement extérieur⁶. Prenons en exemple : un ordinateur, une vache et votre voisin(e). Exercez sur chacun d'eux une pression et vous aurez des réactions fort différentes. L'ordinateur risque de tomber. La réaction de la vache offrira selon qu'elle vous connaît au pas, selon qu'elle vient d'avoir son veau au pas, selon le type d'élevage, selon l'endroit où vous avez fait pression, une gamme de réponses allant de l'indifférence à un coup de corne. Quant à votre voisin(e), selon ce que vous êtes, qui il/elle est, et de nombreux facteurs qu'il serait fastidieux d'énumérer, il/elle est susceptible d'une gamme de réponses encore plus vaste allant de la plus agréable (une invitation pour le repas de midi) à la plus indignée, (une gifle et l'accusation d'être un/e malotru/e).

C'est leur interaction élevée avec leur environnement et partant de là leur dépendance à un environnement raisonnablement stable pour maintenir leur intégrité (leur homéostasie pour utiliser un mot sérieux) qui caractérisent les systèmes vivants. La plupart des réactions sont d'ailleurs liées au maintien de l'homéostasie (y compris le coup de corne ou la gifle qui sont des réponses à un sentiment de menace). Si un organisme ne peut maintenir son homéostasie, il meurt généralement. Au niveau de l'espèce, l'évolution et l'adaptation constituent la réponse des systèmes et organismes vivants au changement de leur environnement. Si l'environnement change, l'espèce doit soit supporter une évolution adaptative, soit disparaître. Une dimension importante est la vitesse différentielle entre le changement de l'environnement et la capacité d'évolution de l'espèce. Si l'environnement change plus rapidement que la capacité d'adaptation de l'espèce, cette dernière est menacée de disparition. C'est pourquoi un niveau minimum de diversité et de potentiel de diversification sont des gages de pérennité pour une espèce. Il existe donc une tension entre la spécialisation qui permet d'être le plus efficace dans un environnement donné et la diversification qui permet de faire face au changement de l'environnement. Être sur-spécialisé ou sur-adapté c'est s'exposer à disparaître si l'environnement change.

L'hétérogénéité et une forme d'instabilité et d'imprévisibilité, constituent donc des traits caractéristiques des organismes complexes que sont les êtres vivants. Il est évident que dans le cas de l'homme, de son imaginaire, de ses sentiments, la notion d'environnement prend un sens plus large encore qui comprend l'éducation, les valeurs, mais aussi les publicités, les films, les jeux vidéo susceptibles de modifier son comportement et ses réactions.

⁵ La grande implosion, Fayard 2002

⁶ Auguste Comte le faisait déjà même si dans sa vision positiviste il n'en pensait pas moins que le mode de raisonnement applicable à la physique et à la chimie permettrait de mettre en place une physique sociale (cf François Grison « les sciences autrement », éditions Quae 2011)

Si l'on s'inspire de ce qui est dit précédemment au sujet de l'homéostasie et qu'on l'applique à la relation actuelle entre société et environnement technologique, on peut d'ailleurs s'interroger sur la capacité d'adaptation de la société par rapport à la rapidité des changements techniques. Le changement technique actuel ne va-t-il pas plus vite que notre capacité culturelle à l'absorber individuellement mais aussi collectivement ? Très intéressantes à cet égard sont les études sur le lien entre technologie de la communication, sexualité, nuptialité et reproduction. Dans des pays très branchés comme le Japon, la virtualisation de la relation peut-elle à terme accroître les problèmes de nuptialité et de natalité de l'archipel ? En quoi est-ce un phénomène qui intéresse potentiellement les autres sociétés ? Le Japon est-il l'avenir de l'humanité ? Un développement trop rapide des moyens de communication en bouleversant nos rapports sociaux menace-t-il l'homéostasie de nos sociétés ?

Ceci ouvre d'ailleurs une question sociale et philosophique majeure, celle des limites de l'esprit humain face à la complexité. Quel degré de complexité sommes-nous capables d'intégrer ? N'avons-nous pas créé des systèmes trop complexes ? Nos sociétés peuvent-elles s'effondrer sous le poids d'un excès de complexité, né d'un excès d'interconnexions qui rend toute vue d'ensemble impossible ? En d'autres termes, une éducation à la complexité est-elle possible et jusqu'à quel point ou serons-nous obligés pour survivre en tant qu'espèce de réduire la complexité à un niveau accessible aux limites de l'esprit humain ?

Politique et innovations techniques

On peut définir la politique comme l'art de maintenir l'homéostasie d'une société confrontée tant à ses relations à l'extérieur qu'à la relation interne entre ses membres, leurs passions, leurs intérêts⁷.

C'est déjà plus ou moins intuition du sénateur Ménénius Agrippa d'après Tite-Live⁸ : il définit la société romaine comme un corps et la politique comme l'art de concilier les organes, soit ici essentiellement la plèbe et les patriciens. Dans une perspective politique, l'innovation technique est ambivalente. D'une part elle peut servir d'outil de stabilisation, par exemple en favorisant une croissance économique facteur de paix sociale : le compromis fordiste et les trente glorieuses. D'autre part elle peut servir, par son rythme, de facteur de déstabilisation comme le démontrent les problèmes sociaux créés par une financiarisation de l'économie dans laquelle ordinateurs et algorithmes échappant à la régulation jouent un rôle prépondérant⁹. Et bien sûr, nous mesurons avec le recul les problèmes posés par l'usage massif du moteur à explosion appliqué par la voiture et l'avion, et particulièrement leur effet sur le changement climatique ou sur la question géopolitique du pétrole. Si c'était à refaire, nous relancerions-nous dans une civilisation de la voiture ? Certainement pas ! D'où la nécessité pour une société d'évaluer et de réguler l'usage des innovations techniques, en fonction de son projet politique, voire, dans quelques cas, le fait d'ajourner leur application si les conditions morales et politiques d'un bon usage ne sont pas réunies, comme ce fut le cas dans le domaine de la bioéthique sur les embryons... J'affirme ici le primat de la sphère

⁷ Voir notamment le livre d'O. Hirschman « Les passions et les intérêts »

⁸ Histoire romaine, Livre II, 32

⁹ Voir également le livre de Nicolas Chevassus-au-Louis « Les briseurs de machines », sur les motivations socio-économiques des mouvements luddites, Seuil 2006

politique sur la sphère technique et scientifique.

Par ailleurs la technique comme la connaissance scientifique sont souvent parties prenantes du sens que nous donnons au monde, notamment en fournissant un vivier de métaphores. Nous avons vu précédemment que la machine a servi de métaphore pour le monde industriel, de même qu'actuellement l'informatique. Ne parle-t-on pas désormais de changer de logiciel pour évoquer des changements de programmes politiques ou de stratégies industrielles. Le raisonnement par analogie est l'un des plus spontanés du monde - Platon ne prétendait-il pas que toute connaissance est une réminiscence ? Aussi le domaine des technique et des sciences constitue-t-il doublement un réservoir de sens, D'abord par les analogies et métaphores qu'il fournit et d'autre part parce que la science est aussi une histoire naturelle dans laquelle notre propre histoire humaine est imbriquée et qui, à ce titre contribue à lui donner un sens. En cela les sciences participent de l'élaboration d'un Grand Récit, qui dans les sociétés laïques se substitue au récit religieux et qui permet aux sociétés et aux individus de penser le monde et de se penser dans le monde. Ne croyons pas d'ailleurs que les influences soient univoques et que seuls les concepts des sciences naturelles percoleraient jusqu'aux sciences sociales et à la conscience des individus. L'inverse est tout aussi vrai, voire plus. C'est en s'inspirant de la comptabilité à partie double que Lavoisier a formulé son principe de conservation de la matière, et c'est en s'inspirant de Malthus et de Spencer que Darwin a formulé sa théorie de la compétition/sélection comme moteur de l'évolution. Lesquels étaient sans doute très inspirés par la doctrine presbytérienne de la prédestination. Il existe donc un rapport dialectique entre les représentations sociales ou scientifiques qui coexistent à un moment donné, elles divergent rarement durablement.

Limite des métaphores

Il serait absurde de nier la richesse de ces emprunts réciproques en terme de méthodes. Ni de nier les influences. Toutefois il faut mettre en garde contre des transpositions trop systématiques et abusives l'idée de fonder les sociétés selon les principes des sciences « naturelles » tant physiques que biologiques a eu des effets funestes. Les concepts de la physique peuvent nourrir les concepts de la biologie, les concepts de la biologie peuvent nourrir la science humaine, mais jamais les résumer. Si tant est que la science physique parvienne au bout de sa quête des lois fondamentales de l'univers, cela ne nous permettra pas pour autant de fonder une physique sociale qui en dériverait. Chaque champ de la connaissance doit tôt ou tard développer une réflexion qui lui est propre.

B/ Effets sur la formation des ingénieurs

L'ingénieur est-il un animal politique ?

Le modèle linéaire de l'innovation développé par Vannevar Bush dans son rapport au président Roosevelt s'inscrivait dans une tradition positiviste qui voulait que l'ingénierie soit une application de la science fondamentale¹⁰. Cela est doublement faux. Premièrement

¹⁰ Voir notamment • sciences et démocratie ; le couple impossible, Jacques Mirenowicz, ECLM, 2000

parce que bien souvent n'en déplaît aux chercheurs, les ingénieurs les ont précédés. On a su faire de la métallurgie, polir des lentilles, administrer des drogues avant de connaître la matière, l'optique ou l'immunologie¹¹. Deuxièmement parce que dans les cas où effectivement l'innovation procède d'une recherche fondamentale antérieure, l'ingénieur développe des applications, mais dans un contexte social donne qu'il se doit de prendre en compte¹². Il ne s'agit donc pas d'une pure application, mais de gérer une interaction entre un artefact technique et une société complexe.

De ce dernier point découle le fait que le « bon ingénieur » ou pour parler en termes de travail en équipe, la « bonne ingénierie » est une médiation entre la sphère technique et la sphère sociale.

Par nécessité l'ingénieur est et doit être politique. Car dès lors qu'il travaille pour un acteur social, celui-ci a des intentions qui affectent la société.

Enjeux actuels en terme de formation

De ce qui précède je déduis deux enjeux :

- Premièrement que l'ingénieur comprenne les limites de la métaphore mécaniste. En effet, chacun voit midi à sa porte et l'ingénieur est naturellement porté à considérer que la société fonctionne comme une mécanique à laquelle on peut répondre par une ingénierie sociale. C'est l'erreur fatale de Comte. D'autre part il ne s'agit pas seulement de parler d'une acceptation purement intellectuelle de ce fait, mais bien d'intégrer cette donnée en terme de posture, c'est-à-dire d'être capable d'adapter son comportement au système auquel on est confronté. Il ne s'agit donc pas seulement d'intégrer des données sociales à un problème techniquement posé et résolu, mais d'agir dans un système ayant des caractéristiques biologiques et sociales distinctes comme on l'a vu des systèmes techniques. Il faut donc s'exercer à interagir avec des systèmes complexes. Si je voulais être provoquant, je dirais que passer une semaine dans une exploitation d'élevage bovin est la meilleure manière de vivre la différence entre système mécanique et système biologique.
- Deuxièmement cela induit que l'ingénieur soit doté d'une culture politique et historique. De manière symptomatique, en Allemagne après 945, une réflexion profonde au sein de l'armée a fait le constat que la faillite morale des militaires tenait à leur (in)culture politique. D'où le fait que désormais les officiers allemands reçoivent une formation politique poussée. Or rien de tel n'a été fait pour les ingénieurs.

Ceci interpelle nécessairement les écoles et le sens qu'elles donnent à leur formation. On sait que l'excellence technique demeure un pré-requis et c'est bien normal dans la mesure où il s'agit toujours de former des ingénieurs. Mais doit-on considérer la formation politique également comme un pré-requis ? En d'autres termes si l'on prend au sérieux la

¹¹ D'ailleurs, bien souvent la recherche finit par infirmer certaines suppositions des ingénieurs voire contrarier leur projet en montrant des effets collatéraux indésirables voire franchement délétères. On a abandonné depuis longtemps les conduites en plomb ! Le rapport entre technique et science est donc parfois conflictuel, les acquis de la recherche venant discréditer une innovation.

¹² De là l'aphorisme prêté à Rothschild d'ailleurs qui doutait de la capacité de ses ingénieurs à comprendre la demande sociale : « il y a 3 manières *de se ruiner*, disait le *grand* Rothschild : le *jeu*, les *femmes* - et les *ingénieurs*. Les deux premières sont plus agréables - mais la dernière est plus sûre »

maxime « science sans conscience n'est que ruine de l'âme » affichée dans le hall de l'école centrale de Paris, cela signifie-t-il que l'on peut et doit refuser à un élève ingénieur son titre, aussi brillant soit-il en technique, si son niveau de conscience politique et morale paraît insuffisant ? Les écoles sont-elles garantes du « civisme » de l'ingénieur ? Mais selon quels critères ?

Un ordre des ingénieurs

C'est là que l'on butte au retard pris par le monde des ingénieurs lui-même (et pas seulement des écoles) pour définir les standards moraux de l'activité d'ingénierie. Il existe une bioéthique, il existe un ordre du barreau pour les avocats, mais la techno éthique est balbutiante autant dans sa définition que dans les institutions pour la faire appliquer.

Il est vain en effet de renvoyer les individus ou même une école individuellement aux questions éthiques, cela ne peut être que le fruit d'une corporation dans sa majorité sinon dans son ensemble. Il s'agit ici d'une éthique collective et corporative. Ceci implique une organisation sous forme d'un ordre comme pour les médecins ou les avocats, susceptible de sanctionner et d'exclure de la profession les personnes dérogeant à l'éthique commune. Non pas qu'un ordre protège contre toutes les déviances, mais il a trois mérites :

- premièrement affirmer que la déontologie est une condition d'application du métier, qu'elle est au cœur de l'activiste et non pas un supplément d'âme et qu'elle demande de s'expliquer sur le contenu de cette déontologie,
- deuxièmement constituer une interface de dialogue avec le reste de la société, car une éthique corporative doit être convergente avec l'éthique générale d'une société,
- troisièmement un ordre constitue un contrepouvoir comme. on le voit dans le cas de la médecine : c'est parce qu'un médecin sait qu'il sera soutenu par l'ordre qu'il peut opposer le secret médical par exemple à des réquisitions des forces de police. Appuyé sur un ordre, l'ingénieur ne serait pas seul dans l'exercice éthique de sa responsabilité professionnelle.

Ce mouvement s'inscrirait dans un mouvement général des sociétés qui réclament un retour vers une notion de responsabilité élargie comme en témoigne le puissant mouvement de la responsabilité sociale et environnementale des entreprises qui vient de donner lieu à la publication d'une norme ISO (ISO 26 000). Il existe des précédents, au sein d'autres professions (nous avons cité les militaires, les juristes, les médecins), mais aussi au sein du monde de l'ingénierie, comme au Canada.

Un objectif de code de déontologie et d'ordre national, européen puis international des ingénieurs n'est donc pas inaccessible.

