

## Introduction

La philosophie de la fondation pour le progrès de l'Homme s'inscrit dans l'humanisme européen marqué par Castelion, Locke, Bayle, Condorcet... La conception du progrès de l'homme qui est au coeur de ses préoccupations doit donc s'entendre avant tout comme un progrès moral et politique. Dans cette perspective le progrès technique demeure second quelle que soit sa contribution au progrès général de l'homme. Précision importante car, au cours du 19ème et du 20ème siècle, la conception du progrès s'est parfois restreinte à sa composante technique. Au reste, je crois qu'il n'est pas besoin que je fasse ici de grandes démonstrations. La salle de l'Institut Polytechnique témoigne, s'il en était besoin, de la conscience aiguë de la relation de la technique au politique.

Sur votre droite en effet, premier symbole, le buste d'Athéna. Déesse de la ruse, des arts, de la sagesse et de la connaissance, mais fille de Zeus, le dieu du pouvoir politique, le maître des lois. La technique est subordonnée à l'art politique. A cet égard je voudrais évoquer ce passage du Protagoras de Platon lorsqu'il convoque le mythe de Prométhée. La scène se passe après que ce dernier ait transmis aux hommes les arts techniques: *« Aussi cherchaient-ils à se grouper, et, en fondant des cités, à assurer leur salut. Mais, quand ils se furent groupés, ils commettaient des injustices les uns à l'égard des autres, précisément faute de posséder l'art d'administrer les cités ; si bien que, se répandant à nouveau de tous côtés, ils étaient anéantis. Aussi Zeus de peur que notre espèce n'en vienne-t-à périr toute entière envoie Hermès apporter à l'humanité la Vergogne et la Justice pour constituer l'ordre des cités et les liens d'amitié qui rassemblent les hommes. Hermès demande alors à Zeus de quelle façon il doit faire don aux hommes de la Justice et de la Vergogne "dois-je repartir de la manière dont les arts l'ont été?" leur répartition a été opérée comme suit: un seul homme qui possède l'art de la médecine suffit pour un grand nombre de profanes et il en est de même pour les autres artisans. Dois-je repartir ainsi la Justice et la Vergogne entre les hommes? ou dois-je les repartir entre tous? Zeus répondit "repartis les entre tous et que tous y prennent part car il ne pourrait y avoir des cités si seul un petit nombre d'hommes y prenaient part comme c'est le cas pour les autres arts; et instaure en mon nom la loi suivante: qu'on mette à mort comme un fléau de la cité, l'homme qui se montre incapable de prendre part à la Vergogne et à la Justice. »*

A votre gauche, maintenant, vous pouvez observer le blason de l'USPI. Il représente un Saint-Paul, patron de l'Etat, reconnaissable à son auréole mais dans une attitude bien peu biblique. Tel Jupiter il trône en majesté. Derrière lui, une muraille. Il tient à la main un glaive. Le professeur Melgès m'a expliqué hier les circonstances de la fondation de l'USPI après la brève guerre de sécession perdue par l'état de Sao Paulo au début des années 30. En créant l'USPI les Paulistaniens souhaitaient prendre une revanche. La revendication est donc claire. D'autant plus si on lit la devise: Scienta Vincas. Certes le féminin de Scienta laisse deux lectures possibles. Un vocatif: science, tu vaincras. Ou un ablatif: par la science, tu vaincras. J'incline à cette seconde lecture car la formule est une décalque du hoc signo vincas - par ce signe tu vaincras - prononcé, selon la tradition, par le messager divin qui apparut en rêve à Constantin et lui présenta le chrisme. Ce signe peint sur les boucliers de ses soldats devait lui assurer la victoire contre Maxence au Pont Milvius. Le rôle dévolu à la science et à la technique est donc clair: assurer à la puissance politique la victoire et la souveraineté auxquelles elle aspire.

Mon intervention est nécessairement marquée par l'héritage ambivalent de l'histoire européenne. A partir de la première guerre mondiale, le progrès n'est plus objet d'une affirmation - il y a progrès - mais objet d'une question - à quelles conditions peut-il y avoir progrès ? Les drames qui ont ensanglanté l'Europe au cours du XXème siècle ont profondément ébranlé les certitudes issues du XIXème siècle. Je peux d'autant plus en témoigner que je travaille pour une fondation dont le progrès est le propos principal et dont l'évolution illustre les incertitudes nées au cours du siècle précédent. Charles Léopold Mayer, dans ses premiers écrits qui datent du premier quart du dernier siècle demeure un positiviste, mais au cours du temps ses certitudes sont ébranlées et le doute

s'insinue. La certitude du progrès est devenue une inquiétude quant à la possibilité d'un progrès réel.

C'est donc dans ce contexte général, cette interrogation sur le devenir de l'homme et des sociétés modernes que je veux replacer la question qui nous rassemble: de quels ingénieurs le XXIème siècle aura-t-il besoin ?

Car les ingénieurs ont joué dans les deux derniers siècles un rôle sans précédent pour eux dans l'histoire humaine. Le XIXème et le XXème siècle apparaissent à maints égards comme l'ère des ingénieurs. Pour le meilleur, mais aussi pour le pire. Nous sortons du XXème siècle conscients des possibilités de la technique, mais aussi de son caractère amoral: elle sert aussi bien les oppresseurs et les bourreaux que les opprimés et les victimes. Nul ingénieur n'incarne mieux cette ambivalence que le chimiste allemand Fritz Haber. Co-concepteur de la synthèse chimique de l'ammoniac, il fut aussi l'organisateur de la guerre chimique allemande et c'est sous son égide que furent menés les travaux qui mèneront au Zyklon B ce gaz agent de la destruction des juifs d'Europe de l'Est. Or, Haber était issu d'une famille juive et dut fuir pour cela l'Allemagne et mourut en exil, en Suisse en 1934. La vie de Haber est donc une sorte de condensé au travers duquel nous touchons du doigt les questions redoutables qui se posent aux ingénieurs auxquels désormais l'ingénuité est interdite.

Car si la technique est dans une certaine mesure amorale, cela n'exonère en rien les techniciens et les ingénieurs de leurs propres responsabilités. Bien au contraire, c'est à eux les premiers que revient la responsabilité de l'usage fait de la technique. Ils sont comptables des actions qu'ils rendent possibles et des idéologies qu'ils servent. A eux donc reviennent légitimement les immenses progrès de l'humanité dus à la technique, mais ils sont en contrepartie comptables des problèmes qu'elle soulève.

Or, en ce début de 21ème siècle, particulièrement dans le contexte actuel très incertain, l'humanité fait face à des défis nouveaux. J'ignore si ces défis sont, comme d'aucun le pense, d'une ampleur sans précédent. Je pense que l'humanité a déjà eu à surmonter de nombreuses périodes difficiles. Mais je crois par contre profondément que les défis actuels sont originaux, en ce sens qu'ils n'ont pas de précédent de même nature. Le changement climatique, le système international, l'interdépendance et les inégalités sociales, les ressources énergétiques sont autant de sujets qui posent des problèmes organisationnels nouveaux. Le monde des ingénieurs est interpellé par ces interrogations. Et bien sûr la question qui se pose, surtout à des formateurs, est de savoir de quels ingénieurs le XXIème siècle a-t-il besoin ? Cette question n'est pas propre aux ingénieurs, je crois même qu'il s'agit d'une question générique que tout groupe socio-professionnel, toute organisation, tout individu ayant quelque pouvoir auront à se poser. Aussi si, dans la suite, je m'adresse particulièrement aux ingénieurs – comme le veut notre séminaire – cela ne signifie pas que cette profession porte toute la responsabilité du futur. Bien d'autres acteurs – juristes, financiers, politiciens, responsables religieux ou de mouvements sociaux – sont concernés désormais par cette question de la responsabilité.

Toutefois cette question se décline selon les spécificités de chaque groupe socio-professionnel. La responsabilité du militaire et de l'ingénieur est de même intensité, mais elle ne prend pas la même forme. C'est pourquoi je voudrais dans un premier temps partager avec vous quelques réflexions sur la nature actuelle des techniques en rapport avec la société. Dans un second temps j'aborderai les questions nouvelles qui me semblent naître des défis liés à la reconnaissance de la complexité des systèmes vivants et des systèmes sociaux, complexité longtemps négligée. Ceci me permettra ensuite d'analyser comment dans ce contexte peut s'exercer la responsabilité des ingénieurs, et, pour finir, j'analyserai le rôle que doivent jouer demain les institutions de formation pour accompagner les ingénieurs dans l'exercice plein et serein de leurs responsabilités.

## I) Un changement de nature des artefacts

Je voudrais tout d'abord insister sur les changements fondamentaux qui sont intervenus dans la nature des artefacts produits par l'ingénieur. Je m'explique. Au XIX<sup>ème</sup> siècle, quand se constitue la figure de l'ingénieur, celui-ci est attaché à l'industrialisation des procédés de production. Il conçoit et organise l'utilisation de machines qui se substituent à celles des artisans. La machine à vapeur, la filature industrielle en sont les archétypes. Cette ingénierie a deux caractéristiques.

- Les machines nouvelles, couteuses et volumineuses, sont confinées dans les fabriques qui se constituent d'ailleurs autour d'elles. Ces fabriques sont fondamentalement une réplique gigantesque des ateliers des artisans.
- Les productions des ces ateliers, diffusées et commercialisées n'ont, par contre, pas changé fondamentalement de nature. On continue à vendre du drap, des boutons, des clous, plus d'acier, etc...

Changement d'échelle de la production donc, mais pas changement de nature des objets produits. Ce simple changement de nature entraîne déjà des difficultés. L'augmentation de la productivité, la consommation d'énergie fossile, l'organisation sociale qu'induit l'usine, modifient profondément les sociétés et provoquent des remous sociaux comme l'a bien montré Nicolas Chevassus-Au-Louis dans son ouvrage « les briseurs de machine » qui porte sur les mouvements dit « luddites ». Il souligne le fait notamment que l'invention de l'usine met fin au travail à domicile et entraîne de ce fait un changement des rapports sociaux au sein même de la famille, ce dont les tisserands spécialisés qui s'opposent à l'industrialisation ont bien conscience. Il n'en reste pas moins que les techniques et leurs usages restent confinés dans des lieux précis. Dans une certaine mesure, les effets de ces nouvelles technologies de l'époque semblent relativement prédictibles: les acteurs et les paramètres du système demeurent circonscrits.

### La diffusion des objets technologiques

Or, voilà qu'une seconde révolution s'engage dès la fin du 19<sup>ème</sup> siècle: la technologie sort progressivement des fabriques et se diffuse dans la société. C'est à dire que ce sont les objets commercialisés eux-mêmes qui sont des objets « technologiques ». Cette révolution ne prendra complètement son ampleur qu'avec la généralisation des sociétés de consommation<sup>1</sup>. La machine à coudre, la voiture, la kalachnikov, la radio et le téléphone portable, autant de symboles de ce nouveau phénomène. L'ingénieur est alors mobilisé non plus seulement pour concevoir les machines, mais également les produits. L'innovation technologique devient de ce fait diffuse. Ceci induit trois changements de fond:

- le premier c'est le caractère très imprédictible des usages des artefacts et donc de leurs effets sociaux. La première révolution industrielle avait induit des modifications liées à la structure de l'usine, mais pas à la nature de ses produits puisqu'un mouchoir demeurait un mouchoir et un clou un clou et qu'il n'y avait pas de changement de nature de l'objet manufacturé. Mais désormais les objets manufacturés entrent dans le quotidien et sont susceptibles de modifier les rapports sociaux. En matière d'usage l'imagination de la société

---

1 Avant la société de consommation, la guerre de 14-18 représente un modèle de diffusion à grande échelle de nouvelles technologies. Or, avant le déclenchement de la guerre, absolument aucun état major n'avait imaginé une guerre longue. Dans bien des cas, l'argument technique était avancé en faveur d'une guerre courte. Les trains et la puissance de feu accrue étaient supposés accélérer la guerre. Il n'en fut rien. La guerre fut longue et atteignit par contre un niveau de destruction physique jamais atteint auparavant. On parla à juste titre d'une guerre industrielle. C'est un bon exemple d'échec patent de la prévision.

dépasse l'imagination des concepteurs. Ceux-ci conçoivent leurs produits pour un usage donné qui bien souvent est rapidement dépassé par les usages sociaux effectifs. Le développement fulgurant des ordinateurs individuels et la multiplication, notamment avec internet de ces usages témoignent de ce phénomène. Autre exemple l'usage des téléphones portables comme déclencheur à distance d'explosifs comme ce fut le cas lors des attentats de Madrid.

- Le deuxième c'est le développement massif des déchets, problème accru avec le caractère composite des objets manufacturés. Ce problème est encore aujourd'hui extrêmement mal résolu. D'autant moins quand la conception des produits n'a pas pris en compte leur élimination une fois devenus inutiles. Le banal sac en plastique, qui lui n'est même pas composite, est emblématique de ce genre de problème. Quel concepteur pouvait imaginer que les tortues les prendraient pour des méduses et s'étoufferaient ?
- Le troisième enfin, ce sont les phénomènes massifs d'interactions non anticipées avec l'environnement et, partant de là la santé. C'est ainsi que les PCB comme le pyralène utilisés massivement comme isolant se retrouvent à polluer le Rhône et conduisent à y interdire la pêche.

Au vu de ce qui précède, on comprend qu'il s'agit d'un changement de nature profond des objets manufacturés en terme d'interactions et d'effets sociaux et biologiques possibles. Ceci interdit évidemment toute approche naïve ou insouciante de l'innovation technique. Compte-tenu de l'expérience désormais accumulée, l'enfance est révolue, la technique et les techniciens sont entrés dans l'âge de raison qui implique de concilier enthousiasme et responsabilité.

### **La diffusion de la technologie elle-même**

Or, nous sommes en train de vivre une nouvelle évolution fondamentale, celle de la sortie des outils de l'ingénierie moderne hors des espaces confinés. Ce ne sont plus seulement des objets technologiques qui sont diffusés mais les technologies et les savoir-faire eux-mêmes. La diffusion de l'informatique à grande échelle, des connaissances de base en matière de biotechnologie, le coût de plus en plus bas des outils de laboratoire, concourent à diffuser dans la société les capacités de manipulation et de bricolage sans que ne se mette en place un système de contrôle social efficace. Il reste à espérer que la métaphore informatique du « virus » ne devienne pas réalité dans le monde des vrais virus ! Le do-it-yourself poserait alors de très sérieux problèmes.

### **Le défi de la complexité**

A ceci s'ajoute une autre évolution fondamentale exogène à la technique: la prise de conscience de la complexité irréductible des sociétés et des écosystèmes. La technique, il est essentiel de le rappeler, est née de l'étude de systèmes non-vivants. Elle est restée tributaire dans son développement de ces conditions originales d'apparition. A partir de cette base, elle a souvent plaqué la logique des choses « mortes » sur les organismes vivants. La métaphore de l'ADN comme un « code génétique » assimilable à une programmation informatique est le dernier avatar de cette approche qui induit des modes de gestion erronés. Ce sont d'ailleurs les surprises liées aux effets inattendus des innovations, techniques ou sociales du 20ème siècle, qui nous ont donné la mesure de la difficulté. En 1900 Lord Kelvin déclarait « Il n'y a plus rien à découvrir en Physique aujourd'hui, tout ce qui reste est d'améliorer la précision des mesures ». On lui a souvent reproché cet aphorisme, mais je pense qu'il était représentatif d'une époque qui a cru pouvoir tout embrasser. Au 19ème siècle dans une atmosphère positiviste et prométhéenne, grande était la confiance dans la capacité à court terme de l'homme de comprendre les déterminants d'évolution des systèmes naturels et sociaux. Marx ne craignait pas de proposer une mécanique de l'histoire et d'en prévoir

l'issue. A la même période Liebig développait, grâce à la chimie organique, ce qui s'apparentait à une mécanique du vivant. Dotés de ces approches conceptuelles globales, on pouvait se faire fort de décrypter n'importe quel mécanisme et d'en déterminer l'évolution. Dans les deux cas, cette illusion simpliste a fait long feu. Désormais un doute sérieux plane sur notre capacité à anticiper les évolutions, les interactions et les réactions. L'intelligence choit de son piédestal. Quelle révolution !

Au début du siècle dernier, Weber affirmait que le progrès avait permis le « désenchantement du monde ». La terre était désormais une petite planète perdue dans l'univers, l'homme était un singe nu, de plus il était en partie le jouet de son inconscient. Mais demeurait toutefois l'idée que son intelligence lui avait permis de penser tout cela. Or désormais nous assistons, non sans angoisse, à une forme de désenchantement de l'intelligence elle-même. Nous doutons de sa capacité à embrasser la complexité du réel au moins dans les modes de raisonner qui sont les nôtres. Au début du 21ème siècle de moins en moins de gens ont encore une conception simpliste du monde.

Cette évolution était sans doute inévitable mais elle est socialement aussi lourde de conséquences et de menaces que l'était la foi dans l'intelligence. Et de fait, nous faisons face à un nouveau danger: le vertige face aux situations réputée complexes et le renoncement à les penser. Face à un monde dépourvu de sens accessible, les acteurs sont tentés de se replier sur une discipline ou un segment économique donné, manière de circonscrire également l'espace de leur responsabilité: nul ne se sent plus responsable en dehors de son champ étroit de compétence. Corolaire de cette attitude, on renvoie alors la responsabilité des effets indésirables à la société extérieure, au « système ». L'ingénieur n'échappe pas à cette tentation. Or, nous percevons tous ce que cette attitude a de mortelle pour la société elle-même. En effet pour que les hommes « fassent société » il faut toujours maintenir deux conditions:

- une vision à peu près commune de l'avenir laquelle doit se fonder sur une « vision du monde (*Weltanschauung*),
- une conception partagée des responsabilités individuelles et collectives, de la manière dont elles se distribuent et s'assument.

L'incapacité à formuler une vision du monde, même si elle doit un jour se révéler erronée, ainsi que le repli sur un espace professionnel confiné et irresponsable sapent donc les fondements de la société elle-même. Concernant l'innovation technique, l'absence de *Weltanschauung* partagée se traduit par une incapacité à créer un consensus sur les effets de l'innovation. Quant au repli sur une conception étroite de l'activité elle entraîne une irresponsabilité généralisée. Bref, renonçant à penser le monde, nous sommes rattrapés par la difficulté à appréhender les conséquences de l'innovation, l'incapacité à anticiper son mésusage ou des effets secondaires négatifs, ce qui pose de redoutables questions de responsabilité. Nous devons adopter une solution intermédiaire: tout en abandonnant l'idée que nous aurions compris le monde une bonne fois pour toute, nous sommes amenés à aller de vision temporaire en vision temporaire.

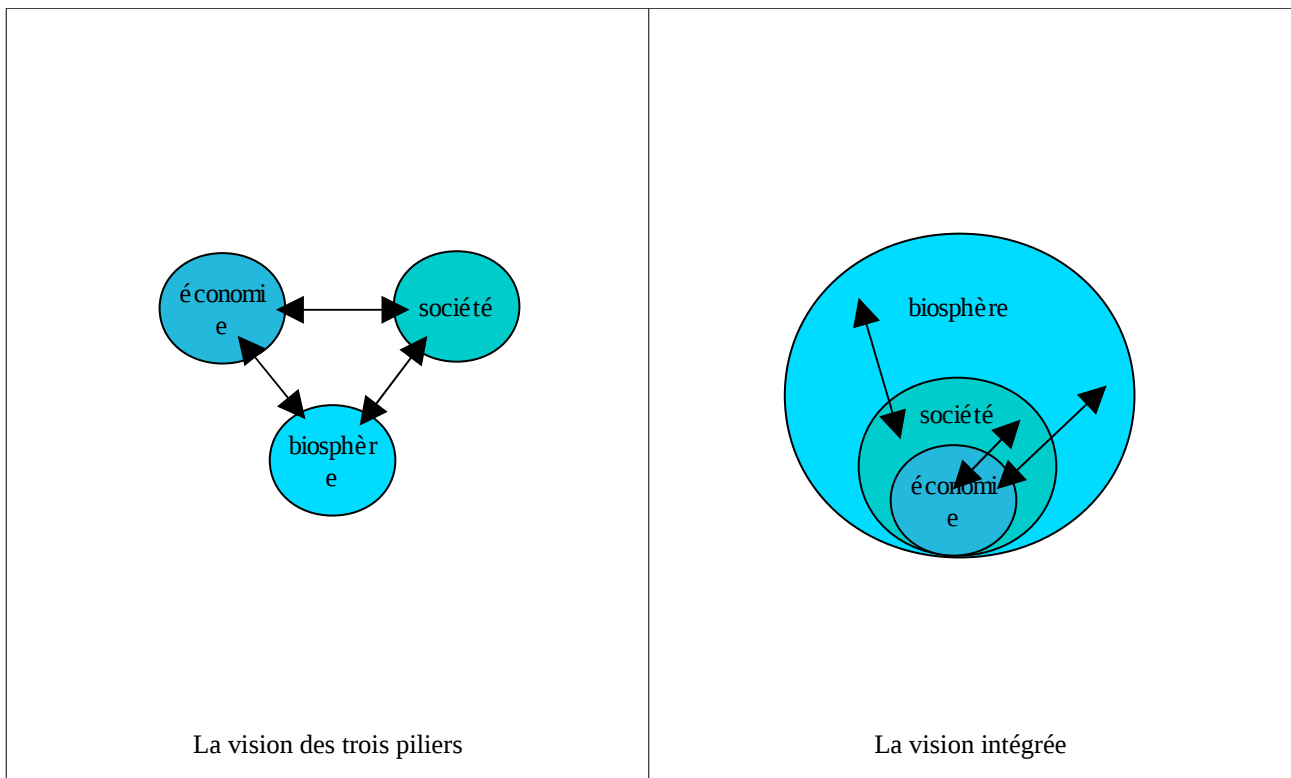
### **La compétition économique a changé la nature du travail**

Cette instabilité modifie donc le sens du métier d'ingénieur. Et voilà qu'à cette situation déjà délicate inhérentes aux innovations vient s'ajouter une deuxième mutation. Il s'agit de l'évolution de l'économie et plus particulièrement du primat de la compétition qui s'est répandu comme une trainée de poudre depuis une trentaine d'années, au point même qu'économie et compétition paraissent inséparables. Economie compétitive constitue un leitmotiv et pour tout dire un pléonasme. Une économie non compétitive est une non économie dans l'esprit du temps. Et pourtant cela n'a rien d'évident ni d'allant de soi. Et d'ailleurs les définitions premières de l'économie n'incluent pas la notion de compétition. Pourtant le principe en est désormais omniprésent au point de former une

vulgate. L'économie est une guerre, menée par des capitaines pour gagner des parts de marché ou tout simplement survivre. Or, ce triomphe du principe de compétition induit un profond changement de la signification éthique du travail. Dans l'immédiat après-guerre, dans des sociétés en pleine reconstruction ou simplement construction des économies nationales, l'ingénieur, au sein de l'industrie, est un homme qui participe à une tâche éminemment positive: il aide à bâtir et à faire progresser la nation, le bien-être de la population voire directement des travailleurs. Allons même plus loin, que ce soit dans les blocs de l'est ou de l'ouest, il a le sentiment d'être l'agent d'une civilisation dont le triomphe apportera à l'humanité un bonheur universel. Mais à partir du moment où apparaissent des signes de surproduction, où la compétition entre entreprises et entre sociétés s'exacerbe, où apparaît un chômage de masse, la valeur morale du travail de l'ingénieur change inévitablement de nature. Il s'agit désormais pour les entreprises de survivre, et de survivre en mangeant l'autre. De vaincre dans la compétition économique et donc indirectement de détruire le cadre social d'autres employés. Ce néodarwinisme économique représente un tournant radical en terme de conception du travail. Etre efficace ne signifie pas de participer à une progression générale du bien-être, mais parfois, et même souvent, de créer ailleurs difficultés et mal-être. On rencontre un ancien camarade de promotion, il est au chômage avec toutes les difficultés économiques et psychologiques que cela cause. Indirectement en augmentant la productivité, la compétitivité de sa propre structure, on a peut-être contribué à cet état de fait. Il y a un peu du mythe de Chronos dans cette économie qui semble dévorer les enfants qu'elle engendre. Encore une fois se pose pour l'ingénieur la question de sa responsabilité personnelle. N'est-il qu'un pion dans un jeu qui le dépasse et sans doute le broiera quand son imagination, son énergie, bref, sa performance déclineront ? Ou bien est-il co-responsable, avec beaucoup d'autre de ce gâchis, de ce mésusage de l'intelligence ?

## **II) Développement durable, et défi intellectuel du holisme**

Nous avons évoqué précédemment la question de l'environnement et des interactions souvent mal évaluées entre des objets techniques et l'environnement. Compte tenu du rôle important de la conférence de Rio en 1992, le Brésil ne peut qu'être concerné par cette question cruciale. Quitte à enfoncer des portes ouvertes, je veux rappeler quelques notions de base. Première remarque: le terme « environnement » recouvre deux questions, les ressources naturelles disponibles et les régulations environnementales qui maintiennent un environnement vivable. Epuiser les unes ou perturber les autres augure mal de l'avenir. Deuxième remarque: la représentation en trois piliers économie-société-environnement apparaît comme évidemment erronée. Ces trois piliers ne sont pas de même nature. L'économie est dans la société et la société dans son environnement. L'économie est donc une part de la société comme la société est une part de la biosphère. Une représentation normale est donc de représenter la sphère de l'économie comme intriquée dans la sphère de la société et cette dernière comme intriquée dans la sphère environnementale.



Cette représentation en imbrication des sphères permet de mesurer le degré différent d'interaction entre les domaines. La sphère de l'économie étant incluse dans les deux autres, tout événement en ce domaine a des répercussions sur les autres domaines, alors que l'inverse n'est pas vrai. Mais par contre, la disparition de la biosphère se traduira par la disparition de l'économie alors que l'inverse n'est pas vrai. Ce qui caractérise notre époque c'est que, du fait de la croissance démographique et de la puissance d'extraction et d'action de l'homme, la sphère sociale a pratiquement recouvert la biosphère. La conquête des Pôles par Peary et Amundsen symbolise cette conquête de la biosphère. Par ailleurs, du fait d'un poids croissant donné aux indicateurs monétaires (comme le PIB) dans la perception de l'état de la société et du monde, la sphère de l'économie a grandi jusqu'à recouvrir la sphère sociale, et par là même la biosphère. Témoignent de cette évolution les efforts pour donner une valeur monétaire aux mécanismes sociaux ou naturels dont la pointe extrême fut atteinte avec cette proposition d'évaluer les services rendus par la terre à 33.000 milliards de dollars<sup>2</sup>. Or, plus la terre sera dégradée, plus ses services seront rares et plus elle vaudra cher. Il ne s'agit pas d'incriminer ici les auteurs, mais la logique qui conduit, pour faire prendre conscience de la valeur intrinsèque des choses, à devoir nécessairement passer par le prisme monétaire. Pour reprendre une analogie astronomique, on peut parler d'éclipse. Eclipse de la biosphère et du social par la sphère économique.

De tels raisonnements ne résistent pas à la confrontation à la réalité. C'est bien là que se situe l'enjeu du développement durable. Au reste certains courants des milieux industriels l'ont bien compris. C'est ainsi que depuis la fin des années 80 se sont développées les réflexions sur le concept d'écologie industrielle<sup>3</sup>. Son propos est de parvenir à insérer le fonctionnement industrielle dans la biosphère et même de s'inspirer des écosystèmes pour concevoir des sites industriels favorisant les complémentarités entre activités. Au plan pratique, on en est encore loin, mais la démarche est lentement popularisée. Dans un autre registre l'empreinte écologique ou d'autres démarches visant à évaluer l'impact environnemental ou social d'une structure sur son environnement, attestent de la progression des outils.

<sup>2</sup> The value of the world's ecosystem services and natural capital, Costanza et al. *Nature*, Vol.387, 15 mai 1997

<sup>3</sup> Cf Suren Erkman, vers une écologie industrielle, ed. ECLM

Néanmoins, ces méthodes et approches buttent à des difficultés redoutables de représentation du réel. Ce qui conduit à d'importants travaux de modélisation. Malheureusement, ces modèles ne reflètent jamais qu'imparfaitement la réalité. On s'efforce de tester leur robustesse en évaluant leur capacité à simuler le passé. Ils restent toutefois souvent impuissants à permettre d'anticiper et plus particulièrement d'anticiper les effets liés à l'introduction d'un nouvel élément dont l'interaction avec le reste du système est inconnu a priori.

### **Sur la propriété émergente des systèmes**

A tout le moins les difficultés rencontrées ont initié une évolution épistémologique dont l'une des idées maitresses est la propriété émergente des systèmes. Des phénomènes et peut-être des lois apparaissent quand l'on change les échelles de temps et de dimension. Idée qui rompt avec l'habitude de penser les règles comme absolues, indépendantes du temps et des dimensions. Cette idée est loin d'être nouvelle en soi notamment chez les ingénieurs. Galilée dans son dialogue sur deux sciences nouvelles<sup>4</sup> rapporte le fait que les ingénieurs navaux de la république de Venise savaient déjà bien que le changement d'échelle d'un navire en modifiait les caractéristiques. De même les ingénieurs de Dupont de Nemours qui réalisèrent la bombe atomique veillèrent à prendre des marges de sécurité par rapport aux données fournies par les physiciens à partir de leurs expériences de laboratoire. Ils subodoraient que le changement d'échelle ferait apparaître des faits nouveaux et c'est ce qui arriva avec l'accumulation imprévue du Xénon<sup>5</sup>. Ces deux exemples somme toute limités laissent entrevoir ce qui peut se passer quand les systèmes sont encore plus complexes. Reste à en tirer les conclusions, vitales, en ce qui concerne l'action.

Pour les ingénieurs cela implique devant toute question nouvelle, de ne pas seulement se contenter de trouver une solution immédiate, mais de systématiquement se demander :

- pourquoi la question s'est posée en remontant le plus en amont possible,
- si la réponse proposée ne causera pas d'autres problèmes sur d'autres parties du systèmes,
- si la réponse développée sous forme de prototype produira des effets différents en changeant d'échelle et en se généralisant.

La conscience des difficultés exclut toute approche simpliste du métier.

### **III) La question de la responsabilité (individuel vs collectif)**

L'évolution propre de la technique, comme la reconnaissance de la complexité et de la relative fragilité du monde se conjuguent donc pour poser de redoutables questions éthiques aux ingénieurs. Redoutables, voire insolubles. Dans ces conditions, l'ingénieur peut-il être renvoyé à sa seule conscience individuelle ? Ce serait, à mon sens, lui faire porter une responsabilité excessivement lourde et même le mettre dans des situations d'injonctions morales contradictoires: l'ingénieur est tiraillé entre son besoin de reconnaissance sociale, sa loyauté vis à vis de sa structure (entreprise, administration), sa responsabilité à l'égard de l'humanité. Ce sont ces sortes d'injonctions contradictoires qui « rendent fou ». Pour autant aucune éthique collective ne peut émerger sans une adhésion de ses membres. L'individuel et le collectif ne s'excluent donc pas, bien au contraire, ils se conditionnent l'un l'autre.

A mon sens, il existe deux grandes catégories de solutions qui tendent à mutualiser la gestion de la

---

4 Cf, Bernadette Bensaude-Vincent, Se libérer de la matière ?, collection « Sciences en questions », INRA édition.

5 Pap N'Diaye, Les ingénieurs oubliés de la bombe, La Recherche n°306



responsabilité en sortant de l'alternative binaire responsabilité individuelle/irresponsabilité:

- la mutualisation de la responsabilité au niveau de la communauté des ingénieurs, responsabilité que je qualifierai de corporatiste, sans connotation péjorative;
- une mutualisation de la responsabilité au niveau de la société en général que je qualifierai de socio-politique.

### **La co-responsabilité corporatiste**

Dans de nombreux pays européens, il n'existe pas, à proprement parler de code éthique des ingénieurs. A contrario les médecins sont dotés du fameux serment d'Hippocrate, dont la forme varie d'un pays à l'autre. C'est un engagement à la fois personnel et collectif. L'individu s'engage personnellement mais devant ses pairs qui sont garants de son engagement. Et de fait la médecine est souvent organisée, dotée d'un ordre des médecins qui, au besoin, peut destituer une personne et lui interdire d'exercer la médecine ! Le système est loin d'être infaillible et pas toujours bien respecté, il peut également donner lieu à des abus. Il n'empêche que son existence témoigne de la conscience que l'activité médicale n'est pas une activité uniquement technique mais également sociale et morale et qu'à ce titre l'excellence technique ne suffit pas à elle seule à qualifier un médecin.

Dans un autre registre, les militaires allemands ont été, du fait des situations épouvantables de la dernière guerre mondiale, amenés à conduire une réflexion intense sur les valeurs fondant le métier de soldat. Le règlement interarmée portant sur la formation morale et civique rappelle que la « dignité de l'être humain et intangible » (art. 104) une directive rappelle que « Toute activité militaire doit être conforme aux normes qui sont celles de l'Etat de droit et du droit international »<sup>6</sup>. Chaque 20 juillet l'armée commémore le souvenir de Von Stauffenberg, officier qui tenta d'assassiner Hitler. C'est par là même commémorer non seulement le devoir de désobéissance mais aussi de résistance à l'égard d'un pouvoir inique.

Ces deux exemples, démontrent s'il en était besoin de la possibilité et, ajouterai-je, de la nécessité qu'une corporation prenne à bras le corps la question de la responsabilité de ses membres. L'exemple de l'armée allemande peut paraître extrême. Mais considérons un seul instant la situation des ingénieurs allemands qui participèrent au régime nazi. On ne voit pas qu'un travail identique à celui des militaires ait été effectué pour conduire une réflexion collective sur la responsabilité d'un homme dans l'exercice de son activité professionnelle. Malheureusement cette apathie morale non seulement est ancienne mais, fondamentalement est admise voire encouragée par la société. Que l'on songe à Haber, précédemment cité, chimiste brillant, certes, mais qui eut la funeste idée de relancer le programme de gaz de combat durant la première guerre mondiale. Cela ne l'empêcha pas 1918 de recevoir le prix Nobel ! La défaillance n'est donc pas celle d'un homme, mais d'une corporation toute entière.

Compte tenu de la situation, les marges de progrès et d'organisation sont donc immenses. Et la voie est en somme simple puisque les modèles existent déjà. Il s'agit d'établir une « serment d'Archimède », ou de Thalès, sur le modèle du serment d'Hippocrate, de rappeler ainsi que l'activité technique comporte des dimensions morales, et d'organiser également une régulation sociale au sein de la profession. Une régulation en charge de l'application des règles déontologiques. Or une déontologie, serait-elle professionnelle, n'existe pas dans l'absolu et de manière autoréférencée. Pour être socialement reconnue comme valable au delà du cercle des professionnels, elle doit prendre appui sur des principes généraux. C'est d'ailleurs l'esprit du code des militaires allemand que de rappeler le droit international. Ainsi tout code déontologique, tout serment, n'est que l'application à un contexte professionnel particulier de règles générales communes reconnues par l'ensemble du corps social. Un code de déontologie auto-référencé, ne prenant pas appui sur des

---

6 Directives relatives à la conception et à la culture de la tradition au sein de la Bundeswehr, septembre 1982

principes généraux largement partagés, serait au mieux une norme de qualité interne, au pire un contre-feu hâtif destiné à éviter un regard inquisiteur de la société. Une telle stratégie peut à la rigueur fonctionner à court terme, mais, à long terme, ce n'est pas cela dont il s'agit. Sur cette matière, nous devons à cet égard garder à l'esprit la réflexion fondamentale d'Aristote: « *C'est pourquoi il est évident que l'homme est un animal politique plus que n'importe quel animal grégaire. (...) Il n'y a en effet qu'une chose qui soit propre aux hommes par rapport aux animaux : le fait que seuls ils ont la perception du bien et du mal, du juste et de l'injuste (...). Avoir de telles notions en commun, c'est ce qui fait une famille et une cité.* »<sup>7</sup> Même si, au final, il revient à une corporation dans son ensemble de garantir vis à vis du reste de la société, la déclinaison et l'application des valeurs qui permettent à la société d'exister, les valeurs elles-mêmes sont celles de la société dans son ensemble.

## **La co-responsabilité sociale**

La co-responsabilité corporatiste n'épuise évidemment pas la question plus générale de la responsabilité. D'autant plus si l'on admet une part irréductible d'imprédictibilité du monde réel. Pour répondre à cette difficulté, deux positions antagonistes s'opposent généralement comme l'illustrent notamment à l'heure actuelle les dossiers des PGMs et des Nanotechnologie.

- Les tenants de la responsabilité restreinte voire de l'irresponsabilité des agents. Dans une version technique du principe de sérendipité cher aux chercheurs, leur raisonnement est le suivant: puisqu'il est impossible de prévoir tous les usages et effets d'une technologie, leurs promoteurs ne sauraient être tenus responsables.
- Les tenants de la responsabilité absolue qui soulignent que, compte-tenu des enjeux et du fait que par le biais des brevets ou de leur rémunération les personnes qui développent les techniques en tirent profit et revendiquent de pouvoir en tirer profit, il est normal qu'ils assument également les effets négatifs en vertu du principe que l'on ne peut privatiser les gains et mutualiser les bénéfices.

Ces deux approches posent des difficultés que chacune des parties ne manque pas de souligner dans l'argumentaire adverse. La responsabilité restreinte revient à une irresponsabilité des agents qui est un principe contradictoire avec le fait de « faire société ». Une société de l'irresponsabilité court toujours à sa perte. La responsabilité totale quant à elle peut devenir absolument paralysante. Plus personne n'oserait proposer une innovation dans un monde où il assumerait seul des risques inquantifiables. voire même n'oserait entreprendre une action. On le voit continuellement dans des activités comme la médecine où la judiciarisation des erreurs même bénignes entraîne une lente paralysie de l'activité ou son renchérissement ce qui peut se traduire par une baisse de la santé moyenne de la population.

Or, ces deux approches ont ceci de commun qu'elles sont essentiellement individualistes. Dans les deux cas elles situent la responsabilité de la décision et de ses conséquences au niveau individuel et souvent en terme pénal ou financier. La réponse aux impasses suscitées par les deux approches se trouve dans une solution collective et donc politique. Je sais que bien souvent le terme politique éveille une certaine défiance dans les milieux techniques. Il me faut donc expliquer maintenant pourquoi la politique me semble indispensable en tant que principe, et ensuite quelles sont les procédures politiques nouvelles que nous devons imaginer pour répondre à ces problèmes nouveaux

## **De la nécessité de la politique**

J'ai rappelé précédemment la maxime issue des politiques d'Aristote. L'homme est un animal politique. Une traduction plus proche du sens d'Aristote serait d'ailleurs un animal social,

---

<sup>7</sup> Aristote, Politiques, I, 2

communautaire, bref, destiné à vivre au sein d'une collectivité ce qui requiert l'art politique. Voilà une position qui tranche avec l'aphorisme inverse de Margaret Thatcher « la société n'existe pas ». Car de 1980 à 2001 voire 2008, le monde intellectuel et les élites ont été dominés par une illusion selon laquelle la politique serait une activité superfétatoire voire nuisible et que l'ensemble des problèmes du monde serait résolu par l'innovation et le marché, la technique et la croissance. Et de fait les milieux scientifiques et économiques sont souvent prompts à se considérer comme neutres et apolitiques. Voilà qui est paradoxal si l'on convient que de tous les régimes, la démocratie est de loin celui qui est le plus politique puisque justement c'est celui où le souverain est le peuple, et que tout le monde y est appelé à participer à la direction commune de la cité. La démocratie est donc le régime « politique » par excellence. Il y a donc un paradoxe en démocratie à vilipender l'action politique. C'est même le régime dans lequel cette action doit être tenue en la plus haute estime. D'ailleurs la politique est fondamentalement un mode de régulation et notamment qui permet une régulation en amont et collective des décisions et des actions. Faute de capacité politique, la régulation se fait en aval par le système judiciaire. Aussi, sauf à défendre un principe d'irresponsabilité, le choix se situe bien entre:

- une responsabilité collective en amont par la politique,
- une responsabilité individuelle et en aval par le judiciaire.

C'est cette alternative qu'a exprimée quoique maladroitement un ministre de la santé française lors d'un scandale touchant au problème du sang contaminé par le sida en affirmant qu'elle se sentait « responsable, mais pas coupable ».

Il me paraît donc indispensable que le monde de la technique reconnaisse l'importance du politique et l'intègre dans ses raisonnements. Ce qui implique que les techniciens soient dotés d'une culture politique. Il est à noter d'ailleurs que la formation des soldats allemands dont il a été fait référence précédemment insiste explicitement et à plusieurs reprises sur la nécessité de doter les soldats d'une culture et d'une conscience politique plurielle. Et horresco referens l'on peut même affirmer que toute activité humaine et individuelle, dans nos sociétés complexes est subordonnée à la sphère politique. Ceci conduit à affirmer que l'indépendance de la sphère technique n'est que très relative. Voire qu'elle est un mythe.

## **Des procédures politiques et de leur amélioration**

En fait l'une des difficultés des trente dernières années, réside dans le déclin de la régulation politique, sous le double coup de la mondialisation et de la crise de légitimité de la démocratie parlementaire, les deux phénomènes étant liés. En effet dans l'immédiat après-guerre, la légitimité des élites techniques dans les options de développement qu'elles prenaient découlait en réalité de la légitimité de l'Etat et du législateur. Là où l'Etat et le législateur se sont trouvés contestés, les choix techniques l'ont aussi été. Les élites techniques sont donc affectées par la crise de légitimité globale des élites. Cette crise se produit dans des pays à haut niveau d'éducation. Il s'agit donc bien d'une crise profonde et réelle et non pas d'une défiance née de la méconnaissance. Bien au contraire, plus les populations sont riches, prospères et éduquées et plus croît la défiance. Ce qui se joue est à mon sens un processus normal et s'étendant à l'ensemble de la sphère sociale et qui est un refus du paternalisme: refus de s'en remettre à une personne supérieure à laquelle je délègue le soin de décider ce qui me touche personnellement. Le sociologue Duret a analysé au travers du rapport à l'enseignant, au médecin, cette défiance à l'égard des corps constitués qui traditionnellement prenaient en charge de manière totale et indiscutée une fonction sociale, ce que Condorcet aurait désigné comme un « clergé »: *"J'entends ici la formation d'une classe d'hommes dépositaires des principes des sciences ou des procédés des arts, des mystères ou des cérémonies de la religion, des pratiques de la superstition, souvent même des secrets de la législation et de la politique. J'entends cette séparation de l'espèce humaine en deux portions; l'une destinée à enseigner, l'autre faite pour croire; l'une cachant orgueilleusement ce qu'elle se vante de savoir, l'autre recevant avec*

*respect ce qu'on daigne lui révéler; l'une voulant s'élever au dessus de la raison, et l'autre renonçant humblement à la sienne, et se rabaissant au-dessous de l'humanité, en reconnaissant dans d'autres hommes des prérogatives supérieures à leur commune nature »<sup>8</sup>*

Désormais, peut-être parce qu'elles sont saturées de délégation, les sociétés refusent de manière croissante de déléguer plus, ou si elles délèguent, elles demandent à leurs délégués une responsabilité personnelle et totale. En matière d'innovation, on l'a vu en Europe où la contestation des PGMs n'était pas uniquement une contestation de l'innovation elle-même mais également des modalités de validation d'une innovation. En France, le premier panel de citoyens organisé à cette intention sur le modèle du Danish board of technology assessment accoucha de recommandations inattendues comme par exemple celle de demander aux chercheurs de déclarer publiquement dans le cadre de leur expertise les contrats avec des acteurs privés. Une procédure qui devait juger d'une technologie entraînait une interpellation du mode de fonctionnement de l'évaluation. Cette anecdote illustre donc le problème. La question de la technique n'est qu'un point d'achoppement parmi d'autres de la question démocratique dans nos sociétés. Il serait très risqué pour les principes démocratiques que, par un souci d'efficacité à court terme, les ingénieurs ne soient tentés d'imposer leurs choix quitte à privilégier des procédures obscures et opaques. Je crois bien au contraire qu'il faut accepter la demande de participation et la traiter, quitte à innover en terme de procédures pour traiter des questions « techniques », question d'une nature un peu différente de celles sur lesquelles portaient traditionnellement la politique. Nous sommes en quelque sorte invités à inventer la démocratie technique comme nous avons du inventer la démocratie civique et la démocratie sociale.

On a assisté d'ailleurs, dans les vingt dernières années, à des innovations en terme de consultation. La nature des questions mêlant dimensions techniques, éthiques et économiques, le caractère multi-factoriel des situations créées, la faible appétence des parlementaires pour ce genre de questions comme la difficulté d'approches binaires et, il faut en convenir, le caractère transversal de ces questions vis à vis des grandes idéologies, ont favorisé l'émergence de processus délibératifs de toutes formes associant aussi bien des experts de tous horizons que des individus souvent tirés au sort et formant des panels ou jury. Le point commun de toutes ces approches c'est de s'apparenter aux procédures judiciaires: contradictoires, donnant lieu à la rédaction d'un avis collectif, distinguant les décideurs (le jury) des parties prenantes appelées à débattre (dont les experts !).

Ces procédures ont souvent été mal vécues par les acteurs traditionnels, que ce soit les élus de l'exécutif, du législatif, les administrations et même les ONGs qui voyaient là une manière de marginaliser les acteurs engagés. Toutefois c'est des rangs des experts techniques et scientifiques que sont souvent venues les critiques les plus acerbes, sans d'ailleurs que cela n'engage le reste de la profession. A cela je vois deux raisons. La première, partagée avec les autres acteurs traditionnels de la décision publique, est que ces procédures venaient s'interposer entre l'expert et le décideur et représentaient potentiellement une perte de pouvoir. La seconde plus particulière au monde des experts techniques, c'est le sentiment qu'il est illégitime que des citoyens lambda puissent se prononcer sur une question technique. Ceci est perçu sans doute comme une perte de statut social, une négation peut-être des efforts demandés pour se former et de ce qui fait l'autorité de la profession une remise en cause de l'élitisme qui irrigue l'idéologie sociale des ingénieurs. Mais ce sentiment est du d'abord à la difficultés à admettre que le problème posé et partant la décision attendue ne sont ni exclusivement ni principalement techniques ! On ne demande pas au citoyens d'évaluer scientifiquement une technique, mais de se prononcer sur son usage éventuel en regard de l'état de la société et de son évolution. Ainsi, la dimension technique n'est qu'une dimension parmi d'autres des choix de société, et les choix techniques doivent rester subordonnés aux choix de société et non l'inverse.

C'est à ce stade qu'une formation insuffisante en matière d'humanité nuit aux ingénieurs. S'ils ne sont pas capables alors de comprendre les enjeux politiques, économiques et sociaux, ils seront dans

---

<sup>8</sup> Condorcet, *Esquisse d'un tableau historique des progrès de l'esprit humain* 1793.

l'impossibilité de rentrer en dialogue avec le reste de la société, comme l'a bien résumé le généticien Joëlle Gellin: « Nous avons à rentrer dans le débat loin de notre savoir habituel. Nous devons le faire au plus vite, sans arrogance, dans tous les milieux, en acceptant d'autres visions du monde. Ici, nos arguments, nos solutions ne peuvent être prioritaires. Car si nous sommes en face de choix technologiques fondamentaux, les aspects scientifiques pour opérer ces choix sont loin d'être les seuls à prendre en compte »<sup>9</sup>

#### **IV) quelle organisation pour des ingénieurs responsables**

Nous pouvons donc dresser le portrait idéal de l'ingénieur du XXIème siècle, maîtrisant parfaitement ses connaissances techniques dans leur application pratique, c'est à dire ayant conscience des limites de sa propre connaissance, des espaces d'application connus et des incertitudes, et capable de dialoguer avec le reste de la société. Enfin, conscient du caractère ambivalent de son action et de la nécessité pour lui de se rattacher à ses collègues dans le cadre d'une réflexion collective sur ses responsabilités. Bref, compétent, ouvert, responsable. Ouf !

Pour parvenir à cet état idéal, les associations professionnelles et syndicats, ainsi que les écoles et universités ont un rôle déterminant à jouer, dans la formation initiale comme dans la structuration de la profession. Je me contenterai ici d'évoquer trois pistes.

La première piste bien engagée est celle du renforcement des « humanités » au sein des formations. Mais des humanité en prise directe avec les questions sociales qui seront posées à l'ingénieur dans le cours de sa carrière. Je pense notamment aux études de cas d'éthique, aux réseaux qui se constituent au niveau international reliant les éthiciens. Ces cours sont fondamentaux, mais l'étape ultérieure sera dans leur bonne intégration au sein de chaque module. Il me semble en effet qu'il est indispensable que chaque enseignant soit en mesure de dialoguer, à partir de cas concrets, sur les questions que posent sa discipline. Or, à l'heure actuelle le couplage entre les éthiciens et les praticiens ne se fait pas toujours bien et c'est presque à l'étudiant qu'il revient d'opérer, vaille que vaille la synthèse. Nous avons soutenu un travail européen d'éthiciens pour constituer un livre de référence: « philosophy and ingeneering », nous soutenons son adaptation sous forme d'un manuel de technoéthique, mais bien du chemin reste à accomplir.

La seconde piste c'est le rôle que doivent prendre les syndicats et associations de cadres. En Europe notre fondation soutient l'Iresca une initiative prise par les syndicats de cadre pour parler non pas de la défense de la profession, ce qui était leur vocation initiale, mais de sa responsabilité. N'y voyons ici aucune forme d'autoflagellation. Les initiateurs sont tout simplement conscients que la responsabilité est une donnée incontournable et qu'ils ne peuvent laisser leurs membres isolés, confrontés à des dilemmes éthiques qui génèrent souffrance et dépression. Ce soutien de la fondation s'inscrit dans son appui général à la promotion de la charte des responsabilités humaines. Cette charte s'adresse à tous les milieux et la responsabilité des cadres n'est qu'un cas particulier de la question plus générale de la responsabilité au XXIème siècle. Pour paraphraser un auteur français « le XXIème siècle sera responsable ou ne sera pas ». Il est bien évident que l'enjeu pour notre fondation est maintenant de relier les éthiciens enseignants dans les écoles et universités avec les associations de cadres.

Enfin la dernière piste, inspirée de ce que j'ai évoqué tout à l'heure à propos des médecins et des militaires. Cette piste c'est que les écoles elles-mêmes se regroupent et construisent le cadre d'éthique et de régulation de la profession. Elles le peuvent et elles le doivent. Elles le peuvent d'une part parce qu'elles seules regroupent à un moment donné et pour un temps long l'ensemble d'une classe d'âge. Elles offrent donc un creuset sans équivalent pour engager une action collective. Bien

---

9 Chercheurs: entrez dans le débat !» Almanach 2003, mission agrobioscience.

souvent d'ailleurs les associations d'anciens élèves, en lien avec leur école, entretiennent des réseaux précieux. Elles le doivent ensuite pour deux raisons. D'une part parce qu'elles ont à mon sens une responsabilité vis à vis de leurs anciens étudiants. D'autre part ne sont-elles pas également responsables vis à vis de la société des femmes et des hommes qu'elles forment ? Comment pourrait-on demander aux individus plus de responsabilités si les institutions n'en montraient pas le chemin ? Je pense donc qu'il existe une responsabilité spécifique des écoles et des universités et que cette responsabilité est encore mal définie et insuffisamment assumée. Comme je l'ai évoqué, un monde aussi interdépendant et complexe que le nôtre ne peut renvoyer l'individu à la solitude de sa responsabilité individuelle, sauf à le condamner au cynisme ou à la folie. Les institutions de formation doivent inventer les voies de la responsabilité collective.

Le dernier acteur ce sont les employeurs: entreprises et administrations. Lieux par excellence des choix techniques, elles sont donc des protagonistes de la démocratie technique. Or, nous assistons à un phénomène qui va se renforçant partout, celui de la responsabilité environnementale et sociale des entreprises. C'est un des immenses chantiers du XXIème siècle.