



HAL
open science

Expliquer, comprendre et inventer : la face sociale cachée du métier d'ingénieur

Jacques Audran

► **To cite this version:**

Jacques Audran. Expliquer, comprendre et inventer : la face sociale cachée du métier d'ingénieur. Des sciences humaines, économiques et sociales (SHES) pour l'ingénieur ? : la preuve par l'exemple, Université de technologie de Belfort-Montbéliard, pp.179-191, 2016, Ingénieur au XXIe siècle, 9791091901093. hal-02410679

HAL Id: hal-02410679

<https://hal.science/hal-02410679>

Submitted on 22 Oct 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Pour citer ce chapitre :

Audran, J. (2016). Expliquer, comprendre et inventer : la face sociale cachée du métier d'ingénieur. In N. Gartiser et J. Audran (Dir.). *Des sciences humaines, économiques et sociales (SHES) pour l'ingénieur ? La preuve par l'exemple* (pp. 179-191). Belfort : Presses universitaires de l'UTBM.

Jacques Audran

LISEC EA2310,
INSA Strasbourg, Université de Strasbourg, Université de Lorraine, Université de Haute-Alsace

Expliquer, comprendre et inventer : la face sociale cachée du métier d'ingénieur

INTRODUCTION

Dans leur ouvrage, *Agir dans un monde incertain* Michel Callon, Pierre Lascoumes et Yannick Barthe (2001) ont montré voilà presque quinze ans à quel point le monde des sciences et des techniques, jusqu'ici protégé, était, en ce début de XXI^e siècle, questionné, interpellé, voire malmené par des citoyens compétents, actifs et peu enclins à donner leur quitus de manière automatique aux scientifiques, aux ingénieurs et aux experts lorsque des enjeux importants méritent d'être discutés dans la société civile (OGM, nucléaire, utilisation des drones, compteurs « intelligents », impact climatique, etc.). Depuis, les chercheurs qui travaillent sur la « démocratie technique » (Barbier, Riaux & Barreteau, 2010). montrent que les citoyens ne se satisfont plus des réponses des spécialistes et pointent les risques d'erreurs par omission ou par aveuglement sur telle ou telle dimension du sujet traité et sont capables de se former rapidement pour démonter un à un les arguments des experts (Stengers, 2009). Quand le sujet incorpore de forts enjeux de controverses scientifiques et techniques, les forums hybrides, les conférences de citoyens se multiplient pour rappeler que la lucidité scientifique comporte des limites et mettent en évidence les zones d'incertitude et le manque de connaissance sur les effets des décisions proposées.

À l'intérieur des entreprises, un phénomène semblable, bien que moins perceptible, est à l'œuvre. Même si le pouvoir hiérarchique a encore de beaux restes, le niveau d'éducation des employés et ouvriers du XXI^e siècle n'a plus rien de commun avec celui des ouvriers de l'époque de Taylor ou de Ford. Des chercheurs comme Carney et al. (2013) affirment même, exemples à l'appui, que l'entreprise du futur doit être « libérée », c'est-à-dire que les entreprises ont tout intérêt à placer les salariés les mieux formés aux commandes des outils de production. Il en est attendu plus d'engagement, plus de compétences de la part de ces personnels et, au bout du compte, un accomplissement, une satisfaction découlant de ce « pouvoir d'agir » retrouvé (Clot, 2008, p.312). Ce nouveau mode de management trouve un écho certain chez les dirigeants déjà sensibilisés par la dénonciation permanente de la dégradation des conditions psychologiques de travail (Dejours, C., 2012 ; Dujarrier, 2015). Mais alors que deviennent les chefs, les cadres, les ingénieurs s'ils ne disposent plus de l'autorité légitimée par la hiérarchie ? Il leur faut à la fois convaincre, expliquer, se mettre à la place d'autrui, faire preuve de psychologie... toutes choses pour lesquelles ils n'ont jamais été formés.

Ce texte discute précisément ce point. La force des SHES n'est-elle pas de conférer au futur ingénieur les capacités qui lui permettront de gérer les nouveaux défis qui se présentent à lui ?

QUELLE PLACE POUR L'INGÉNIEUR DANS LA SOCIÉTÉ ?

Je ne reviendrai pas ici sur la longue histoire allant des ingénieurs-militaires du XVIII^e siècle jusqu'à l'ingénieur tel que nous le connaissons actuellement. Je soulignerai simplement que les relations de l'ingénieur avec la société ont largement varié selon les époques (Michaud, 2010).

Admiré du fait de ses réalisations (chemins de fer, constructions en acier, bâtiments...), l'ingénieur de la fin du XIX^e siècle est célébré jusque dans la littérature (cf. Jules Verne). Mais le XX^e siècle introduit très tôt le doute en matière de « progrès » : agent d'une industrie aliénante (Charlie Chaplin et ses Temps modernes), soutien d'un monde technique et d'une science qui montre qu'elle est capable du pire (la bombe d'Hiroshima), l'ingénieur est pointé du doigt. Des intellectuels, souvent philosophes (Habermas, Marcuse) annoncent la rupture entre la société humaniste et la société technique. L'ingénieur moderne est plus fréquemment critiqué et même moqué que par le passé (comme, par exemple dans *Homo faber* de Max Frisch), parfois avec une évidente mauvaise foi quand les machines ne marchent pas comme elles le devraient (Michaud, 2010). Les grandes controverses récentes – des OGM au nucléaire –, comme cela a été dit, amplifient le phénomène.

Il faut dire que, dès l'origine, l'ingénieur n'a pas eu une place facile à tenir. Il a rapidement été « catalogué » entre deux entités dès les premières tentatives de théorisation de son rôle par Auguste Comte :

« Entre les savants proprement dits et les directeurs effectifs des travaux productifs, il commence à se former de nos jours une classe intermédiaire, celle des *ingénieurs*, dont la destination spéciale est d'organiser les relations de la théorie à la pratique. » (Comte, 1835, p.57) Autrement dit, pour lui l'ingénieur est l'agent idéal pour « faire lien » entre la science et la société. Mais est-ce si simple ?

De nos jours, la recherche fondamentale s'est largement coupée de la société, l'ingénierie assure de manière peu transparente l'application de cette recherche et place son énergie dans la réalisation et la diffusion de « produits ». La banalisation des objets techniques, les problèmes d'éthique et une meilleure connaissance des effets négatifs de ces produits font que l'image de l'ingénieur s'est ternie. Au même titre que le scientifique, l'ingénieur apparaît au mieux comme un agent coupé des réalités du monde, au pire comme un technocrate. Son rôle de médiateur a été quelque peu oublié, si bien que l'ingénieur occupe une position (face aux recruteurs, face à l'entreprise, face aux clients, face aux consommateurs, face aux juristes, face aux citoyens, face aux médias, etc.) qui lui demande de plus en plus d'argumenter, d'exprimer sa spécificité, d'expliquer son rôle, ses capacités et ses compétences.

Si, en France, des organisations comme la Commission des titres d'ingénieur protègent encore l'aura sociale de ce diplôme, à l'étranger les docteurs disposant d'un plus haut niveau d'expertise leur sont souvent préférés. L'internationalisation de la formation pousse également à des formes de normalisation, comme par exemple le processus de rapprochement des systèmes d'enseignement supérieur européens, dit « processus de Bologne », qui font de l'ingénieur, et de son titre, une exception française. L'ingénieur doit-il alors se tourner vers la recherche, ou peut-il encore espérer occuper une place lui permettant d'être le médiateur scientifique de la société ? Quels problèmes l'attendent ?

Si l'entreprise est comprise comme un lieu de démocratie, même bien formé sur le plan technique, l'ingénieur éprouvera tout de même quelques difficultés à engager le dialogue tant les profils de ses interlocuteurs sont différents. Les recruteurs le disent : ils recherchent des ingénieurs capables de tenir un discours intelligible non seulement à leurs pairs mais aussi à tous les interlocuteurs de l'entreprise.

Ils recherchent des ingénieurs capables de se mettre à la place de leur interlocuteur et de comprendre tous les enjeux de la situation pour en tirer parti. L'ingénieur doit savoir communiquer avec tous les étages de la société. Il en va de la survie de l'entreprise.

En termes de formation, la force des sciences humaines, économiques et sociales (SHES) est qu'elles sont capables de mener une réflexion qui articule la dimension technologique avec la dimension sociale de la vie humaine. Les SHES ont également la capacité de pointer les difficultés inhérentes à la mise en place de cette articulation. Elles peuvent donc contribuer à la formation, à la compréhension et à la communication sociotechnique, et par conséquent sont à même de favoriser chez le futur ingénieur l'adoption de cette posture de médiateur entre les multiples acteurs sociaux concernés par un choix technologique. L'exemple donné ci-après concernera un enseignement qui porte sur les particularités et les variétés de la psychologie humaine, mais aussi sur les constantes qui rendent possibles la compréhension et la communication.

COMPRENDRE ET EXPLIQUER, OUI MAIS COMMENT ?

Les particularités de l'humain

Si Herbert Simon est célèbre pour avoir pointé avec sa « théorie de la rationalité limitée » le fait que l'humain n'a pas un comportement aussi rationnel dans ses décisions qu'on pourrait le penser, de nombreuses recherches ont mis en évidence bien avant lui les failles de l'esprit humain. Les gestaltistes des années 1930 ont ainsi montré que la représentation mentale des objets et des concepts est plutôt globale et comprend ceux-ci comme des ensembles structurés sans les saisir à travers l'analyse de leurs composants. L'esprit humain, à l'inverse de l'ordinateur, ne décompose pas spontanément l'information mais la prend tout entière dans sa complexité. Ceci permet une grande rapidité de prise de décision, mais, comme le relève Simon, génère aussi des erreurs. L'analyse détaillée reste dans une certaine mesure accessible à l'esprit humain mais elle demande une démarche volontaire et un dépassement de l'intuition, de l'impression initiale. Dans la foulée de l'école de la Gestalt, la psychologie sociale s'est donc intéressée à mettre au jour des phénomènes contre-intuitifs comme l'influence (fondée ou infondée) d'une minorité d'individus sur un plus grand groupe, ou sur le phénomène de « soumission librement consentie » qui affecte les mécanismes de l'autorité. Toutes choses utiles à connaître en management.

La pensée technique de l'ingénieur devrait pouvoir à première vue contrebalancer l'approche de « bon sens » mais approximative du profane. Ce serait oublier que la pensée technique peut, elle aussi, occulter des questions essentielles. Au sein d'une entreprise, comme l'a montré Simon, tout système de commandement peut générer une attitude procédurale entraînant des choix et des actes peu ou pas raisonnés. Ces actes peuvent être guidés par une pensée formatée par l'habitude, la routine.

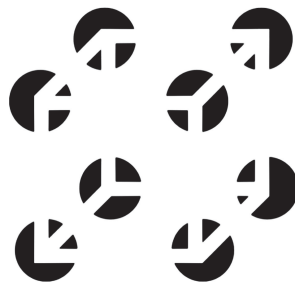


Figure 1. Ce type d'image, cher à la Gestaltpsychologie (psychologie de la forme), peut donner lieu à une multitude d'interprétations selon le regard qu'on porte sur elle.

Les SHES peuvent montrer comment il faut encourager tous les acteurs à apprendre à porter plusieurs regards sur toute situation ou tout objet. Ainsi, la Figure 1 peut-elle être considérée soit comme un ensemble de disques noirs striés de blanc, soit, si on la regarde globalement, comme un cube blanc dont on perçoit les arêtes par phénomène de complétude. Si on ne laisse visible que les deux disques supérieurs à droite, ces arêtes seront réduites à une flèche, et ainsi de suite.

Comme le montre l'histoire de la psychologie, de l'insight de Wolfgang Köhler à la dissonance cognitive de Leon Festinger, les concepts des SHES démontrent la complexité de l'esprit humain. Cet esprit est fait de perfection (au volant nous estimons mieux que n'importe quel ordinateur actuel l'ensemble des facteurs de risques) mais aussi de terribles imperfections (le plaisir de la vitesse nous pousse à prendre des risques irraisonnés qui engagent la vie d'autrui). Les contradictions entre les dimensions techniques et humaines démontrent à la fois l'inséparabilité des deux et montrent aux élèves-ingénieurs le poids que les variables non techniques peuvent représenter dans un projet.

Les représentations sociales

L'exemple qui précède considère principalement l'individu face à un choix, mais l'ingénieur ne travaille jamais seul. Il est alors face aux représentations sociales. Une représentation sociale est une « connaissance, socialement élaborée et partagée, ayant une visée pratique et concourant à la construction d'une réalité commune à un ensemble social » (Jodelet, 1994, p.36). Chaque interlocuteur utilise quotidiennement ses représentations sociales pour communiquer ou se conduire avec autrui. Ces représentations, quand elles sont en grande partie partagées, peuvent faciliter la relation (même vision du monde, mêmes gestes, même langage), elles peuvent largement la compliquer lorsqu'elles divergent (opinion, croyances et rapport au monde différents).

Ne perdons pas de vue que les êtres humains sont aussi des êtres d'émotion, d'appartenance sociale, influencés par leur éducation, leurs proches, autant d'un point de vue professionnel que personnel. Le philosophe espagnol José Ortega Y Gasset disait en substance que ce que nous prenons pour nos idées est en fait le produit de nos croyances : « Des croyances nous ne faisons rien, simplement nous sommes en elles. » (Ortega y Gasset, 1945, p.11) Ceci a deux conséquences : des interlocuteurs aux représentations proches peuvent entretenir de bonnes relations mais être aveugles aux stéréotypes qu'ils échangent faute de distance critique. La deuxième conséquence est que l'acquisition de cette distance critique, c'est-à-dire la confrontation à des représentations assez éloignées, peut demander des efforts considérables. Il n'est jamais simple de se mettre à la place d'autrui. Pour l'ingénieur, le client étranger ou la participation à un forum hybride seront des mises à l'épreuve de leur aptitude à faire évoluer leurs représentations.

Abric (1976) l'a bien montré : ces représentations n'évoluent qu'en surface. Comme le pressentait Ortega y Gasset, il existe en nous un « noyau central » non-évolutif. Nos représentations sociales n'évoluent que lentement, et seulement en périphérie. L'ingénieur saura ainsi que jamais rien n'est réellement gagné dès que l'on sort de son monde social d'appartenance et que l'impression d'avoir été compris par un interlocuteur appartenant à une autre culture peut masquer des divergences de points de vue qui ressurgiront à la première occasion. Les élèves ingénieurs le sentent bien, eux qui ont tant de mal à assimiler l'univers et la logique particulière des SHES !

Quelle approche performative ?

Nous avons vu jusqu'à présent à quel point l'humain peut poser problème. Mais soyons maintenant constructifs. Une des injonctions de notre époque porte sur l'innovation. Cette notion a fait l'objet de nombreuses interprétations, de l'innovation ordinaire (Alter, 2000) à l'innovation comme adoption socio-économique (ou « innovativité » selon Cestre - 1996). Mais comment caractériser le processus inventif à l'origine de cette innovation ? Et surtout comment former des ingénieurs inventifs ? Depuis bien longtemps, les sciences de l'éducation ont montré que tout acte éducatif est pris dans une « contradiction de base », celle qui existe entre la nécessité du guidage (instruire, transmettre des connaissances) et une visée d'autonomisation plus humaniste (former le citoyen responsable). La formation à l'inventivité relève des deux logiques et doit conserver un certain équilibre. Trop guidée, elle soustrait l'occasion de faire preuve de créativité et d'inventivité. Trop ouverte, elle se prive de prendre des raccourcis et peut se perdre dans les aléas de la redécouverte. L'inventivité elle-même échappe aux définitions trop étroites. Sans chercher l'exhaustivité, nous pourrions dégager quatre grandes modèles maîtrisés par les SHES :

- L'approche technico-organisationnelle : il est affirmé, par exemple, que l'inventivité et la créativité jaillissent de faisceaux de contraintes. De l'Oulipo qui fait de la contrainte l'OUvroir de Littérature POtentielle (Raimond Queneau, Georges Pérec, etc.), au dépassement des contradictions par une démarche systématique de repérage de solutions à des problèmes similaires (Cortes Robles, 2006), nous trouvons là le principe d'une démarche pragmatique.

- L'approche socio-artistique pour qui l'inventivité naît dans un contexte spécifique, un entourage ou milieu qui est lui-même inventif, grâce à un climat de confiance (la peur tue toute velléité créative) qui permet de relever des défis et le dépassement de soi. Le modèle repose sur un principe de « diffusion » de « contagion » sociale des idées, déjà mentionné. Bien que cette forme soit marquée par un certain idéalisme, on la retrouve souvent dans la réalité (pépinières d'entreprises, écoles ouvertes).

- L'approche psychologique : l'inventivité est inscrite dans nos façons d'être depuis l'enfance, idée que défend Bruner dans Pourquoi nous racontons-nous des histoires ? (Bruner, 2002). L'inventivité est un plaisir, voire un « jeu » de l'humain avec la réalité 168. On retrouve aussi cette vision dans le plaidoyer de Howard Gardner ou Ken Robinson autour du développement des intelligences multiples. L'inventivité serait ici développementale et liée à toute activité humaine proprement dite.

- L'approche « complexe » : l'inventivité découle d'un bricolage imparfait, provisoire, incertain mais générateur d'idées. Ainsi, Norbert Alter (2000) défend l'idée d'« innovation ordinaire » : il faut accepter le désordre pour mieux le gérer, renoncer à l'organisation et bricoler (Lévi-Strauss, 1962). Claude Lévi-Strauss voit même le « bricolage » comme un stimulant anthropologique à l'invention et à l'ingéniosité.

Aucun de ces modèles n'est parfait et chacun peut facilement être réfuté : la contrainte produit peut-être de l'inventivité mais ne fait pas l'économie du stress. Dans le second, il semble que l'inventivité soit confondue avec créativité, or, de la production musicale à la production industrielle, l'inventivité, au bout du compte peu commerciale, est exceptionnelle. Même si la troisième paraît séduisante au départ, on se demande alors pourquoi l'inventivité de l'enfant peut disparaître au cours de son développement. Quant au dernier modèle, plus dialectique, il ne correspond pas vraiment à l'idée que la société se fait de « bons professionnels » et semble peu applicable ni acceptable en formation. Leur point commun ? C'est la confrontation des idées, l'acculturation, l'imitation, le développement de l'imaginaire.

Il reste que tout cela est aussi une question d'époque : l'ingénieur du XXI^e siècle agit rarement seul et les enjeux dépassent le cadre local. L'ingénieur aura assez vite compris que l'efficacité de son action est déterminée par l'interaction, le dialogue avec d'autres, au sein d'équipes constituées ou à constituer.

Mais au-delà ? Les entreprises d'aujourd'hui fonctionnent en réseaux, en systèmes interdépendants dans un monde interconnecté en permanence. La communication traverse les langues et les frontières. En cas de faux pas, les sanctions de ces décalages conceptuels sont rapides et les entreprises sont contraintes de s'adapter aux exigences d'entités très mal identifiées : le « marché », les lobbies, les groupes industriels, etc.

Ceci suppose alors des connaissances et des compétences qui dépassent également le domaine strictement technique. De l'École de Palo Alto très multidisciplinaire (Bateson, Watzlawick, Birdwhistell, Hall...) qui a renouvelé les théories communicationnelles (Winkin, 1981) aux approches systémiques complexes actuelles, c'est le poids des variables sociétales, économiques, politiques et idéologiques qui est analysé par les SHES. Ces variables se caractérisent par leur « invisibilité », ou tout au moins leur dimension difficilement objectivable, mais se modélisent néanmoins comme il a été possible de le faire, en croisant mathématique et éthologie, avec les configurations de vol des étourneaux. L'informatique a apporté dans ce domaine une contribution décisive et les phénomènes liés à la diffusion du numérique dans la société (réseaux sociaux, communautés de pratiques, intelligence collective) montrent qu'il existe encore bien des choses à étudier dans ce domaine.

LE NUMÉRIQUE, UN FACTEUR QUI ACCÉLÈRE LE BOULEVERSEMENT DE L'ORDRE ÉTABLI

Le numérique, une boîte noire ?

« Le numérique », c'est-à-dire l'alliance des technologies informatiques, des réseaux de télécommunication et des médias numérisés, affecte aujourd'hui une grande partie des sociétés de la planète. Soutenue par la sphère politique (notamment par Al Gore aux États-Unis en 1992), la « société numérique », dont on ne connaît réellement aujourd'hui que la couche superficielle, échappe en grande partie aux analyses des scientifiques. À la fois économique, technique et social, le numérique n'est que partiellement en lien avec le travail des ingénieurs. Qu'un ensemble de serveurs disparaisse et il est aussitôt remplacé par un autre situé ailleurs, mais tout aussi opérationnel. Qu'une information se voit bloquée en un des points du réseau, charge à elle de trouver un autre chemin ou de trouver un humain pour la relayer. Ce qui est appelé « numérique » échappe en grande partie à ses géniteurs.

Face à cette entité, la position des SHES se trouve être, pour une fois, plutôt avantageuse. Les SHES disposent des outils pour analyser ce qui ressemble à un espace social avec ses codes linguistiques, symboliques, sa psychologie (qui ne peut pas être réduite à celle des usagers). Le numérique remet en cause des pratiques sociales bien établies (commerce, services, industrie), permet aussi bien le développement d'activités « de niches » que celui de gigantesques compagnies. Le numérique place quasiment au même niveau les pratiques professionnelles que celles qui sont d'ordre personnel, il remodèle la façon dont les individus et les collectivités se présentent, change le rapport aux signes (la vidéo, l'image et le son voisinent, complètent ou concurrencent le texte – Rieffel, 2014). Le numérique fragilise les systèmes juridiques locaux, interconnecte les ordinateurs qui gèrent les transactions économiques. Pour finir, il véhicule des savoirs, des idées et des croyances de toutes sortes sans distinction. En ce sens, une grande partie de la société numérisée demeure largement opaque à ses usagers, y compris aux décideurs politiques et économiques.

Face à ces difficultés, l'ingénieur peut être tenté de ne considérer le numérique que sous l'angle geek, c'est-à-dire celui de la technique. Mais ce qui vient d'être dit montre qu'il passera alors à côté de l'essentiel, et notamment des enjeux sociétaux sous-jacents. Si cet espace reste libre, il sera occupé par

d'autres acteurs qui ne tarderont pas à revendiquer leur expertise tant le numérique permet de médiatiser, voire théâtraliser, ses connaissances et compétences qu'elles soient réelles, latentes ou factices.

Citoyen-ingénieur contre ingénieur-citoyen ?

Que reste-t-il à l'ingénieur maintenant que le particulier peut fabriquer son prototype à base d'Arduino Uno ® ou de Raspberry Pi ® et d'imprimante 3D ? La fulgurante diffusion sociale des connaissances techniques n'étant pas prête de s'arrêter, c'est la réflexion sur des valeurs sociétales relatives à la place de la technique de l'ingénieur-citoyen qui lui donneront des débouchés professionnels dans une société numérique qui réactualise rapidement ses problématiques et qui voit évoluer très vite les besoins futurs des utilisateurs sous l'effet conjugué de la diffusion sociale des comportements et du marketing. La formation des ingénieurs-citoyens peut les sensibiliser et leur donner des atouts face au développement de la culture technologique du particulier.

On pressent que le numérique changera le monde – il le change déjà –, mais chaque individu même « augmenté » des nouvelles technologies n'est pas encore en mesure de devenir son propre ingénieur. Sans formation spécifique, le particulier devenu citoyen-ingénieur a toutes les chances de rester du domaine de l'utopie encore bien long-temps. La diffusion des trucs et des trouvailles, l'auto-éditorialisme technique se développent sans doute, mais il sera difficile de tirer parti de manière autodidactique de ces informations éparses sans une forte motivation, et surtout un guidage sérieux au sein de l'océan d'informations qu'est devenu Internet. La question de la certification de compétences aidant, il apparaît probable que le nombre de particuliers devenus citoyens-ingénieurs « reconnus » restera faible dans une société où les connaissances techniques moyennes seront élevées.

CONCLUSION

Aujourd'hui encore, malgré l'effort des écoles et des universités, une inertie culturelle sépare la culture scientifico-technique de celle des SHES. Dans la société savante, le second reste marginalisé et, au mieux, considérée comme un « supplément d'âme » dans la formation (pas seulement celle des ingénieurs). Comme cela a été dit, la méconnaissance du rôle original de l'ingénieur est au cœur de cette méprise. À l'heure où le monde marchand entretient l'illusion d'une société sans ingénieurs (chaque citoyen le devenant pour lui-même), la tentation peut être grande de tourner le dos aux connaissances des sciences humaines économiques et sociales. La figure sociale du spécialiste spécifiquement formé aux analyses et usages de la technique, coupé ou étranger aux questions et problèmes sociétaux, n'est plus guère tenable.

Les SHES ne réduiront pas l'aléa lié à ce que la science apporte mais permettront une discussion éclairante susceptible de dissiper le degré collectif d'ignorance qui caractérise encore une bonne partie de la société, y compris dans la sphère politique, et qui la conduit à prendre des décisions court-termistes aux conséquences souvent désastreuses. L'ingénieur a une place à tenir dans ce processus, mais pour cela il lui faut faire le deuil d'une existence uniquement centrée sur les dimensions technique et déterministe de son métier et s'ouvrir à d'autres horizons où l'incertitude prend beaucoup plus de place.

Références bibliographiques :

Abric Jean-Claude (1976). Jeux, conflits et représentations sociales. Thèse de doctorat d'État de l'Université de Provence, Aix-Marseille I.

Alter Norbert (2000). L'innovation ordinaire. Paris : PUF/Sociologies.

Barbier Rémi, Riaux Jeanne, Barreteau Olivier (2010). Science réglementaire et démocratie technique. Réflexion à partir de la gestion des pénuries d'eau. Natures, Sciences et Sociétés, 18, 14-23.
<https://www.cairn.info/revue-natures-sciences-societes-2010-1-page-14.htm>

Bruner Jérôme S. (2002). Pourquoi nous racontons-nous des histoires ? Paris : Retz.

Callon Michel, Lascoumes Pierre, Barthe Yannick (2001). Agir dans un monde incertain. Essai sur la démocratie technique. Paris : Le Seuil (coll. La couleur des idées).

Carney Brian M., Getz Isaac, Demange Odile (2013). Liberté & Cie : quand la liberté des salariés fait le succès des entreprises..., op.cit.

Cestre Ghislaine (1996). Diffusion et innovativité : définition, modélisation et mesure. Recherche et Applications en Marketing, 11, 69-88.

Clot Yves (2008). Travail et pouvoir d'agir. Paris : PUF. 312 p.

Comte Auguste (1835/1852). Cours de philosophie positive (Vol. 1), p. 57. Paris : Borrani et Droz (1re édition 1835).

Cortes Robles Guillermo (2006). Management de l'innovation technologique et des connaissances : synergie entre la théorie TRIZ et le Raisonnement à Partir de Cas. Thèse de doctorat. Université de Toulouse. <http://ethesis.inp-toulouse.fr/archive/00000388>

Dejours Christophe (2012). Travail vivant. Paris : Payot Rivages

Dujarier Marie-Anne (2015). Le management désincarné : enquête sur les nouveaux cadres du travail. Paris : La Découverte.

Jodelet Denise (1994). Les représentations sociales, p. 36. Paris : PUF.

Lévi-Strauss Claude (1962). La pensée sauvage. Paris : Seuil.

Michaud Yves (2010). Ingénieurs et société, d'Auguste Comte à la technoscience et l'intelligence collective. (DVD). Vanves : Université de tous les savoirs/CERIMES.

Ortega y Gasset José (1945). Idées et croyances, p. 11. Paris : Stock.

Rieffel Rémy (2014). Révolution numérique, révolution culturelle. Paris : Gallimard (coll. Folio Actuel).

Stengers Isabelle (2009). Au temps des catastrophes, résister à la barbarie qui vient. Paris : La Découverte.

Winkin Yves (1981). La nouvelle communication : G. Bateson, R. Birdwhistell, E. Goffman, E. T. Hall, D. Jackson, A. Schefflen, S. Sigman, P. Watzlawick. Paris : Le Seuil.

Winnicott D. W. (1975). Jeu et réalité. Paris : Gallimard (coll. Folio essais).