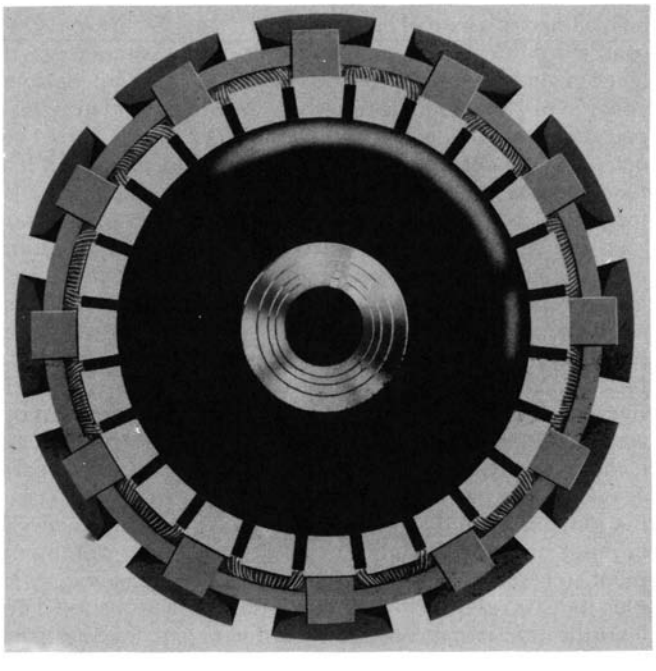
Jean-Louis Lemoigne.

Les paradoxes de l'ingénieur.

Résumé.

Le concept d'ingénieur se révèle étonnamment permanent depuis plusieurs siècles, malgré la diversité des définitions qui en sont proposées. La méthode des paradoxes constitue un outil de diagnostic très manipulable pour mettre en évidence le champ des possibles dans lequel peut — ou pourrait — se concevoir l'ingénieur d'aujourd'hui et donc de demain : cette libération conceptuelle suggère de nombreuses conséquences en matière éducative, culturelle, technique, sociale, économique, administrative, politique. Toutes renvoient à un renouvellement des cadres épistémologiques de référence permettant d'épanouir « la grande science créative » qu'est... « l'Art de l'ingénieur », selon l'heureuse... et paradoxale formule de E.T. Layton : une épistémologie qui libère les sciences du génie (« Sciences of Design »), du carcan analytique dans lequel le « positivisme appliqué » les a enfermées depuis plus d'un siècle.



▲ *Vue en bout d'un induit de moteur Parvex. 1950. Fonds CEM.*

◀ *Ets Le Bourget. 1950. Salle des conférences. Fonds CEM.*

Jean-Louis Le Moigne, ingénieur ECP, Professeur (associé) à l'Université d'Aix-Marseille III. Faculté d'Economie appliquée. G.R.A.S.C.E., C.N.R.S. n° 640 - Aix-en-Provence.

Travaux de recherche en systémique, à la rencontre des sciences sociales et des sciences de l'ingénieur.

Ouvrages récents : « La théorie du système général, théorie de la modélisation » (Nouvelle édition 1983, augmentée) ;

« Les processus collectifs de mémorisation : mémoire et organisation », en collaboration avec Daniel Pascot - Travail en cours sur les épistémologies des sciences du génie.

« Il s'agit bien, dans cette étude, des paradoxes de l'ingénieur et non de paradoxes sur l'ingénieur[1]. L'exposé par paradoxes a l'avantage d'abréger le "discours"... Le plus souvent l'apparence paradoxale naît de l'impulsion à considérer l'homme ingénieur comme un être physique. Personne ne croit sérieusement que l'homme ingénieur soit un robot. Et, pourtant, par une bizarre inconséquence (paradoxes ?) tout le monde admet les possibilités indéfinies de l'automatisme pour... expliquer l'homme ingénieur... »

Confessons vite notre emprunt, il était trop tentant : c'est par ces quelques lignes, en effet, que le philosophe Raymond Ruyer introduisait en 1966 une fascinante réflexion sur « les paradoxes de la conscience[2] », fascinante parce que grouillant d'illustrations exemplaires qui toutes, ou presque, prennent la conscience raisonnante occidentale... à contre-pied, suscitant l'étonnement, l'irritation... ou l'émerveillement. Détournement plutôt qu'emprunt, précisera, sévère, le confesseur : j'ai, en effet, substitué systématiquement dans cet extrait, au mot ***Conscience*** (ou conscient), le mot ***Ingénieur***, m'enthousiasmant de la synonymie de l'ingénieur et de la conscience qu'ainsi je suscitais. Synonymie elle-même paradoxale interrogerez-vous ? Peut-être, en effet,

surtout lorsqu'on l'applique à l'ingénieur-automaticien contemporain, qui a nécessairement conscience, d'expérience, des possibilités quasi indéfinies de l'automatisme ! Or tout ingénieur aujourd'hui ne se veut-il pas, peu ou prou, automatisant tout ce qu'il touche ? La production, la transformation, la distribution, la communication, l'information, la décision, l'organisation ?...

Mais sera-t-on surpris par cette nouvelle forme de paradoxe qu'est la ***récursivité*** du paradoxe ? Pour nombre d'ingénieurs, il sera, en effet, paradoxal de considérer le ***sujet ingénieur*** comme — ou par — un ***objet paradoxal ;*** et pour le lecteur — fût-il ingénieur — qui les observe, il sera peut-être paradoxal de les voir... inconscients assez pour n'être pas conscients qu'ils sont eux-mêmes sujets, tissés de paradoxes !... ***Boucles étranges***[3] que les sages logiciens, depuis que B. Russell (1929) « a porté le fer rouge dans la plaie provoquée par la bévue retentissante commise par Hegel à propos du verbe être[4] », prétendent avoir démêlé... en les tranchant : « Il est interdit de s'auto-référer » : on ne devrait donc pas être à la fois ingénieur-tout-court et ingénieur-conscient-de-l'être ! Interdit bien insupportable si nous voulons prendre au sérieux (qui oserait nous l'interdire ?) l'équivalence initiale — et peut-être initiatrice — entre l'ingénieur et la conscience qui ressuscite ici notre attention collective... à ***l'ingénieur conscient de l'être !...***

L'exercice, apparemment singulier, du diagnostic des paradoxes qu'implique une représentation hétéro-référentielle, disjonctive donc, de l'ingénieur, peut ainsi s'avérer non seulement économique (abréger le discours, remarque P. Ruyer, mais aussi, paradoxe à nouveau, passible d'une grande vertu heuristique : efficacité scientifique du paradoxe, que conteste la logique formelle classique, mais que confirme la psychologie cognitive. Seule la logique formelle qui règne encore sans partage sur nos académies occidentales, risque de souffrir dans son prestige de cette ***méthode paradoxale de la modélisation...*** puisqu'elle nous permettra — contre son gré — de mieux identifier des ***sujets...*** d'examen qu'elle interdit de reconnaître dès lors qu'ils ne veulent plus seulement servir d'***objets...*** d'analyse.

SI LA DÉFINITION DOIT ÊTRE CLAIRE ET PRÉCISE... ?

Le plus immédiatement sensible des paradoxes de l'ingénieur se manifeste dès l'ouverture des dictionnaires. La riche étude étymologique d'H. Vérin[5] le révèle, à foison ; cet enchevêtrement de ruse et de raison, de hardiesse et de docilité, de rigueur militaire et de civilité, d'insoumission et de corporatisme, de tromperie et d'ingénuité..., que met en lumière l'histoire du mot ingénieur, étonne et rassure à la fois. Etonnement devant l'accumulation délibérée, trop persistante pour être contingente, de tant de contradictions dans les définitions du mot, contraintes de cohabiter sans que nul, ingénieur ou citoyen, ne s'en indigne !... Assurance devant cette stabilité même : si, fût-ce au prix de tant d'infractions aux règles les plus formelles de la logique classique, ce mot en forme de nœud gordien... tient encore, c'est sans doute qu'il a quelque réalité identifiable dans les cultures qu'il traverse sans s'épuiser. A en juger par l'aisance avec laquelle nous l'utilisons pour reconnaître Héron d'Alexandrie, Eupalinos ou Archimède (qui ne disposaient pas encore de cet identifiant universel des mécaniciens, architectes ou stratèges[6] !), on peut présumer que les cultures du prochain millénaire le tiendront pour aussi commode que les nôtres, qui les réservent la fortune paradoxale que l'on connaît depuis la Renaissance : (Faut-il dater cette institutionnalisation de l'ingénieur : ce sera peut-être le 27 juin 1490, lorsque furent convoqués au château des Sforza en présence de Ludovic et de l'archevêque de Milan, marguilliers et ***maîtres-ingénieurs,*** dont Léonard de Vinci, pour définir une nouvelle maquette de la tour lanterne de la cathédrale de Milan[7] !) Le modèle que construit l'historien-étymologiste va nous servir ici de fil d'Ariane assurant notre exploration de ce labyrinthe inattendu : exploration partisane sans doute puisqu'elle prétend renvoyer à l'ingénieur contemporain (et, en particulier, à l'ingénieur français) quelques images de son personnage chargées d'ambiguïtés et de complexités... images qu'il dissimule volontiers encore dans son ***invisible social***[8] ***!...*** Jeux de miroirs aisés, qui révélant les ***contradictions*** de la ***représentation sociale de l'ingénieur,*** nous permettront de diagnostiquer les très supportables ***paradoxes*** de la réalité de cet ***homme-ingénieur-conscient*** qui est aussi un ***être physique.*** Etre physique présumé bien réel, à la culture duquel les sociétés contemporaines consacrent d'abondantes ressources !...

CELUI QUI SAIT OU CELUI QUI FAIT ?

Ce recours à l'historien — lequel introduira, comme à l'accoutumée, un recours au philosophe — est suscité par l'indifférence apparente des ingénieurs contemporains acceptant sans déplaisir la bien paradoxale définition que donne de leur métier les institutions chargées de le promouvoir : « En définitive, il faut bien admettre que c'est par la formation qu'il est à la fois le plus naturel et le plus aisé de saisir la notion d'ingénieur[9]. » Honteuse et résignée ? ce, « En définitive, il faut bien admettre » n'est-il pas révélateur d'une obscure mauvaise conscience ? Ces ingénieurs, si assurés de leur compétence, de leurs qualités de rigueur et de précision, se résignent donc, après avoir longuement réfléchi, à se définir de façon aussi peu... opérationnelle. On entend déjà leurs lazzis devant ces ***littéraires*** qui définiraient par leur formation, et non par leur fonction : les boulangers, les professeurs, les stratèges ou les forgerons. « On ne définit pas un boulanger par ce qu'il sait, mais par ce qu'il fait, n'est-il pas vrai ! »... Ce qui est légitime pour les autres ne l'est pas pourtant pour nous : ne sachant plus reconnaître ce que nous faisons, ou devrions faire, nous allons nous reconnaître par ce que nous savons ; sans même nous astreindre à ce que ces savoirs soient des savoir-faire !... N'accusons pas l'institution, au demeurant fort représentative : les dictionnaires les plus contemporains lui donnent raison : « Ingénieur, celui qui a reçu une formation scientifique et technique le rendant apte... à certains travaux[10]. » Pour paradoxale qu'elle paraisse, la définition de l'ingénieur par sa formation, par ce qu'il a appris et non par ce qu'il fait et devrait faire est aujourd'hui, en France en particulier, fort communément acceptée et encouragée par les autorités académiques les plus indiscutées ! N'est-ce pas au fond cette acceptation d'une identification paradoxale qui constitue le paradoxe des paradoxes ?... et qui, par là même, nous fait douter : sont-ils si sérieux, si rigoureux, si rationnels, si logiques qu'ils nous l'assurent, eux qui ne voient même plus qu'ils se voient sans rigueur, sans logique ?... Blasphème ou hypothèse de travail ? retenons la seconde et interrogeons-nous sur les raisons historiques et culturelles de cet apparent aveuglement : c'est peut-être parce qu'ils ne les (re-)connaissent pas que les ingénieurs et les citoyens contemporains dégradent à leur insu l'image magnifique que nous a léguée le plus génial peut-être de tous les ingénieurs, le premier, incontesté, Léonard de Vinci. Faute de miroir, comment voir qu'on est nu ?...

PENDANT TROIS SIÈCLES, L'INGÉNIEUR SANS ÉCOLE...

S'il nous fallait, en effet, nous résigner à ***ne*** tenir pour ingénieur ***que*** les professionnels qui ont reçu une formation d'ingénieur, et qui, donc, en France au moins, sont diplômés d'une école d'ingénieur (habilitée par la Commission du titre !), alors nous ne pourrions plus reconnaître dans cette belle corporation les milliers d'ingénieurs qui de 1450 à 1750[11] ne purent étudier dans des écoles d'ingénieurs... parce qu'elle n'existaient pas !... Heureusement, nous suggèrent les caustiques : Léonard de Vinci n'aurait sans doute pas été reçu au concours d'entrée à l'Ecole polytechnique ! Il reste que, civils et militaires, ingénieurs des mines ou organisateurs des fêtes princières, urbanistes[12] ou agronomes, hydrauliciens ou mécaniciens, les ingénieurs furent légions, et de belle et méritée réputation pendant ces trois siècles sans écoles : l'histoire commence à nous rendre les noms des plus grands, de Léonard à Simon Stevins... et on peut espérer que de prochains travaux nous rendront bientôt mémoire de ces précieux moments de notre histoire culturelle, trop longtemps refoulés par un engouement parfois intolérant pour l'Encyclopédie, contemporaine, faut-il le rappeler, des premières écoles d'ingénieurs[13] : une encyclopédie bien indifférente à la prodigieuse histoire du développement des ***sciences du génie,*** des ***mécaniciens grecs*** aux ***ingénieurs de la Renaissance***[14] dont elle voulait pourtant dresser «l'état de l'art - 1750».

La représentation de l'ingénieur qui se développe pendant ces trois siècles sans écoles mérite pourtant qu'on l'évoque pour éclairer notre intelligence de l'ingénieur d'aujourd'hui autant que de demain, aussi imprécise qu'elle nous paraisse encore[15]. Si les métiers des divers types d'ingénieurs militaires — qui deviendront vite, en France au moins, les ingénieurs du Roi — concepteurs de fortifications, d'engins balistiques ou de navires (en conflits prévisibles avec les divers entrepreneurs[16] qui eux transformeront le dessin en une œuvre, sous le contrôle irritant de son concepteur) commencent à nous être connus, il n'en va pas encore de même pour les autres, qu'en Angleterre on appelle déjà les ingénieurs civils[17] : les manufactures de glaces ou de porcelaine, les machines de tissages, les teintureries, les meuneries, les grands bâtiments, les réseaux audacieux de canaux,... autant d'entreprises de ***conception-création-invention*** qui furent l'œuvre de ces ingénieurs ès arts et manufactures, ***docteurs ès arts mécaniques***[18] ou ***docteurs ès pierres...*** qui se voulaient sans doute hommes-libres, louant leur service au Prince, à l'Etat ou au Prévost... et qui s'identifiaient par ce qu'ils faisaient ou pouvaient faire : ***dessiner, calculer, conseiller, reconcevoir*** encore... et non par leur savoir, souvent incontrôlable. Peut-être s'en référaient-ils, comme les médecins et les architectes (mais différenciait-on alors l'architecte de l'ingénieur civil ?) à leur statut d'homme libre ? La permanence du mot ***ingénieur*** depuis le XIIe siècle pour désigner ce métier aux multiples facettes, écrasant les mots potentiellement concurrents tels que ***artiste, géomètre, technicien, mécanicien, architecte*** ou ***médecin-architecte***[19], tient peut-être à cette homophonie qui associe l'***ingénieur*** (engeigneur) à l'***ingénu*** (Homme libre, XIIe siècle) ? Lorsqu'en 1829, Alphonse Lavallée créera l'Ecole centrale des arts et manufactures, ce sera avec le projet explicite de restaurer cet ingénieur civil (que Littré définit encore, sans doute par un involontaire humour, comme «un ingénieur qui ne sort pas de l'Ecole polytechnique» !), «homme libre, sans aucune dépendance du gouvernement... qui sera à l'industrie ce qu'en France l'architecte est pour les constructions», un conseil qui conçoit, dessine, calcule, supervise[20]..., il sera l'héritier de cette tradition multiséculaire que les écoles du Roy (constructeurs de la marine, 1740 ; ponts et chaussés 1747 ; etc.) et l'Ecole polytechnique (1794) avaient tenté d'inhiber (peut-être persistent-elles, par une irradiation[21] mimétique que les historiens de la Société des ingénieurs civils ou de l'Ecole centrale ont souvent examinée[22] ?) Cet autre ingénieur, qui se veut une ***culture de concepteur, d'inventeur, d'innovateur,*** ne peut se plier au moule normalisateur des ingénieurs des corps qui ignorent leur capacité créatrice, leur aptitude à concevoir et qui fait d'eux des machines à calculer ou à dessiner. Ne doit-on pas parler, par exemple, d'une dramatique déqualification d'une centaine d'ingénieurs en construction navale lorsque Borda imposa en 1780 l'usage exclusif des plans type (et détaillés) du vaisseau de soixante-quatorze canons que produisaient les arsenaux du Roi[23] ? Au lieu de ***concevoir,*** il ne leur fallait plus qu'***appliquer :*** dégradation de l'ingénieur ; nostalgie aussi, qui hante depuis la mémoire de tous leurs successeurs !... Paradoxe qui mérite d'être relevé : ***la nostalgie de l'ingénieur !*** Celle-là même que confessait l'ingénieur Grégoire Gérard dans une lettre célèbre que recopia pour nous Balzac en 1839 dans ***Le Curé de village.***

L'ADMISSION EN PRIVILÉGIATURE.

Civil ou militaire, européen ou américain[24], notre ingénieur n'a de cesse de voir reconnue son ***identité singulière*** par l'ordre social : il se sait — confusément sans doute — malaisément caractérisable par quelques critères simples et exclusifs comme les aiment les Ordres, les Corps, les Guildes. Mais il ne peut se résigner à ce que n'importe quel ***charlatan*** puisse se dire son égal en se parant du titre d'ingénieur. Il pressent pourtant la contradiction : définir sans ambiguïté les concepteurs-créateurs d'aujourd'hui, c'est aliéner peut-être la liberté créatrice du concepteur de demain. Le conflit de rationalité est ancestral mais il ne se pose pas dans les mêmes termes pour l'ingénieur, pour le sculpteur, pour le compositeur, pour l'architecte, pour le médecin... Depuis les ingénieurs de la Renaissance, notre héros cherche, et trouve, des compromis jamais satisfaisants, souvent remis en cause, souvent redécouverts. L'histoire du ***statut*** est assez familière pour qu'on ne la reprenne pas ici, sinon pour mentionner les conséquences paradoxales que suscita le clivage (particulièrement accusé en France) entre l'***ingénieur*** et l'***architecte,*** au début du XIXe siècle : les deux conceptions de l'Art qui se dissocièrent alors, l'Art des ***arts et métiers*** ou des ***arts et manufactures,*** et l'Art des ***beaux-arts*** sont sans doute encore douloureusement ressenties par nombre d'ingénieurs qui s'étonnent de leur incapacité à reconstruire cette unité perdue[25]. Nostalgie, à nouveau, puisque l'on retrouve trace d'un appel du chevalier de Wiedeking proposant, le 2 mai 1830, que l'on «réunisse en un seul corps les ingénieurs du Corps des ponts et chausées et les architectes les plus instruits» pour composer un «Corps des ingénieurs du génie civil[26]» ! Le Corps des ponts qui allait batailler pendant près d'un siècle (avec le renfort des corps connexes, mines, génie maritime, poudres, tabac, etc.) contre le développement de l'association des ingénieurs civils, n'allait pas, on s'en doute, se commettre avec les architectes ! Lesquels bien sûr, à leur tour, protégèrent leur statut contre les empiétements et les privilèges du Corps des ponts et des ingénieurs civils en obtenant la reconnaissance institutionnelle de leur propre Ordre... Les récits de ces conflits de corporation sont lassants et moroses aussi longtemps que nous les considérons comme des ***conflits d'intérêt*** locaux ou de frontières... des conflits internes de privilégiatures, qui ne remettent pas en question la légitimité de la privilégiature ! Ils sont peut-être plus significatifs pour notre propos si on les considère comme des ***conflits d'identité :*** ce n'est plus la part du gâteau qui est en jeu alors, mais le nombre et le nom des parties en présence. L'ingénieur, dès lors, semble systématiquement perdant : aussi convaincante que lui semble les raisons qui

vérifient son identité et son unité, il semble ne parvenir jamais à les exprimer en des termes institutionnellement et durablement acceptables par le corps social. S'il se divise, il se renie, mais sans cette division, il n'a pas d'existence statutaire ; ingénieur d'un corps, ingénieur civil, ingénieur électricien, ingénieur de l'automobile, ingénieur chimiste, ingénieur électronicien, autant de spécialisations qui mutilent, il en est très conscient, notre ingénieur. Rares seront les cas où il se résignera à perdre (en général au profit du mot ***technicien***) ce préfixe qu'il tient pour un identifiant symbolique essentiel, pour dénommer les associations et autres groupements professionnels par lesquels il prétendra affirmer le privilège moral de son autonomie sociale et professionnelle. Mais, paradoxe, rares seront les cas où il pourra constituer de tels groupements en n'y admettant que des ingénieurs : tous les artifices de la sémantique seront nécessaires pour sauver les apparences : on dira : les ingénieurs ***et*** techniciens, ou les ingénieurs ***et*** électriciens (ou hydrauliciens...). La privilégiature dès lors ne caractérise plus seulement les ingénieurs ? Il va falloir y admettre les ***techniciens,*** les ***spécialistes...*** et bientôt les ***cadres :*** ne risque-t-on pas d'y perdre son âme ? Qu'est-ce alors qui caractérise vraiment l'ingénieur ? En quoi diffère-t-il du technicien, du cadre, du spécialiste... ? Ne lui resterait-il plus (en France) que la pauvre barrière protectrice de la Commission du titre, qui le définit par sa formation mais plus par sa fonction. Le mot va-t-il alors devenir inutile ? Va-t-on en revenir aux identifiants initiaux ? Quelle victoire pourtant représentait pour les ingénieurs français la transformation du titre « ***ancien élève de l'Ecole polytechnique, ou de l'Ecole navale*** » par le titre « ***Ingénieur E.P. ou Ingénieur E.N.*** » : puissance des symboles. Doutons qu'on s'en prive pour satisfaire aux canons de la logique. Résignons-nous au paradoxe là encore : l'évidence de l'ingénieur dans sa complétude n'est pas intelligible pour le droit administratif français. Il se peut qu'elle le soit plus aisément pour la culture anglo-saxonne : le pragmatisme a peut-être suscité une réflexion à la fois épistémologique et déontologique plus approfondie, dont témoignent notamment diverses études de E. T. Layton[27]. Mais cette argumentation nécessite l'examen préalable d'un autre paradoxe, le plus insupportable peut-être, celui des relations de l'ingénieur et du scientifique !

L'INGÉNIEUR, *PRESQUE* UN SCIENTIFIQUE ?

Si l'ingénieur a été, somme toute, prêt à beaucoup de concessions en ce qui concerne son assimilation au technicien, au cadre, au spécialiste, il est, en revanche, une assimilation qu'il revendique depuis toujours avec une extrême insistance, entrecoupée de quelques rares imprécations suscitées sans doute par quelques dépits. (Ainsi le titre de cet article de Charles-François Viel retrouvé par J. Guillerme : « ***De l'impuissance des mathématiques pour assurer la solidité des bâtiments - 1805***[28] » : Je veux parler de son assimilation au scientifique[29]. L'ingénieur est-il un scientifique ? Est-il ***presque*** un scientifique ? Est-il un collaborateur du scientifique ? Ou son commentateur, voire son illustrateur ? A moins qu'il ne soit pas même digne de la comparaison : un artisan, qui dispose de quelques tours de main dont il ne comprend pas les profondes raisons ?...

Etre reconnu et accepté comme un scientifique... par les scientifiques eux-mêmes (soucieux souvent de rappeler qu'ils ne sont pas, eux, ingénieurs), c'est sans doute une vieille ambition. Lorsque l'épistémologue Mario Bunge écrit de Galilée « ***qu'il est un scientifique et un philosophe, et, qui plus est, un ingénieur***[30] », par ce « ***qui plus est*** » il vaut une grande joie à la corporation : la valeur ajoutée suprême, l'ingénieur, celui qu'il faut ***en plus*** du scientifique pour produire un génie !... Mais de telles joies sont rares ; on verra qu'il faudra quelques ***révolutions scientifiques***[31] pour que les académies conviennent que le plus absolu des ingénieurs, le premier, Léonard de Vinci, puisse être tenu comme un scientifique, et sans doute comme le plus absolu des scientifiques[32] !...

Après cinq siècles de sollicitations obstinées, la situation semble, il est vrai, s'améliorer de façon plus qu'encourageante : les dictionnaires les plus récents en prennent acte en reproduisant une longue définition de l'ingénieur rédigée en 1958 par un scientifique incontesté, Louis de Broglie : la première partie est un peu trop restrictive, assurera notre ingénieur, mais la fin l'enchante :

« ***L'ingénieur est en quelque sorte par définition un homme qui s'est spécialisé dans la mise en œuvre de certaines applications de la science... (il) doit posséder des connaissances scientifiques très vastes et très précises... Dans les domaines si importants aujourd'hui de l'électronique et de la radio-électricité, les ingénieurs apportent constamment au progrès de la science presque autant de contributions essentielles que les savants de profession***[33]. »

Presque autant !... Mais hélas, ***presque*** seulement !... Bien des psychodrames que l'ingénieur se joue à lui-même, depuis deux siècles, se construisent sur ce ***presque,*** ce rien (cet epsilon, comme l'ingénieur aime le nommer) qui fait la différence. On peut ***presque*** se toucher les mains par-dessus la frontière, mais on ne peut, ni peut-être ne doit, la franchir. Pour devenir scientifique, il faut recommencer à zéro la procédure de naturalisation, le titre d'ingénieur constituant — presque, à nouveau — un handicap, au gré des institutions scientifiques : chacun raconte mille anecdotes dignes de Clochemerle, qui narrent le soin avec lequel le scientifique veille à maintenir les distances symboliques qui le séparent, sans ambiguïté, de l'ingénieur. Et, pourtant, paradoxe encore, même pour le ***Dictionnaire des idées reçues*** de G. Flaubert, notre ingénieur est « ***celui qui connaît toutes les sciences*** »... hypothèse que conforte sans réserve Louis de Broglie un siècle plus tard (« ***Il doit posséder des connaissances scientifiques très vastes et très précises*** »). Connaître toutes les sciences et n'être pas digne d'être scientifique ? Quelle amertume. Amertume sclérosante au demeurant, ce que chacun confirme volontiers citant bien des cas d'ingénieurs résignés qui transfèrent leur agressivité à l'encontre des lettres, philosophies et autres sciences dites humaines : une ultime occasion de lutter ainsi côte à côte, en compagnon, avec les ***vrais*** scientifiques, ceux des sciences dites exactes !... Paradoxe douloureux que cet aveu forcé : se savoir scientifique et n'être pas reconnu scientifique ; se voir interdire de créer le savoir que l'on doit appliquer.

Et pourtant ne pas renoncer ! N'est-il pas fascinant (et paradoxal) de voir apparaître un autre ingénieur dès qu'apparaît une autre discipline : il suit, comme l'intendance. La science économique s'affirme : émerge l'***ingénieur-économiste ;*** la science informatique s'auto-institue : elle accorde aussitôt son onction à l'***ingénieur informaticien ;*** la science des organisations balbutie encore ? Elle revendique déjà le droit de définir l'***ingénieur en organisation !...*** Faut-il recenser tous les nouveaux ingénieurs que nous voyons se dresser dans les pages d'offres d'emplois ? L'***ingénieur agronome,*** l'***ingénieur administratif,*** l'***ingénieur-biotechnologue,*** l'***ingénieur en aménagement,*** l'***ingénieur écologiste,*** l'***ingénieur nucléaire (ou solaire, sic).*** Si notre ingénieur rechignait tellement devant l'arrogance du scientifique, chercherait-il si systématiquement à la pister dans ses explorations les plus imprévisibles, afin de solliciter sa caution disciplinaire. Caution qu'on lui accorde volontiers d'ailleurs, dès lors qu'il fait acte d'allégeance. On sait le soin jaloux avec lequel l'Académie des sciences veille, en France, à ce que ne s'institue pas une Académie des sciences de l'ingénieur qui pourrait la concurrencer. Peut-être est-ce pour punir les ingénieurs qui, s'étant associés au projet

encyclopédique de Diderot, permirent à ce dernier de concurrencer (et, dit-on, peut-être de piller !) l'Encyclopédie que préparait alors l'Académie royale des sciences, dans la sage lenteur en usage dans les nobles institutions scientifiques[34] !... Contentieux qui dissimule peut-être un paradoxe dont les racines sont profondes... Les débats sur le statut scientifique de l'œuvre de Léonard de Vinci en témoignent : si nul ne conteste qu'il fut « le » grand ingénieur, nombreux sont les scientifiques qui rechignent encore à le tenir pour un « vrai » scientifique... Débats qui suggèrent dès lors quelque retour aux sources : est-ce la science qui définit l'ingénieur, ou l'ingénieur qui définit la science ? Le paradoxe, une fois encore se boucle sur lui-même !...

SCIENCES POUR L'INGÉNIEUR, ALORS SCIENCES APPLIQUÉES ?

La définition de Louis de Broglie, qui fait de l'ingénieur celui qui ***applique*** la science, est peut-être reçue avec une discrète irritation, mais rares aujourd'hui sont ceux qui la contestent : les directeurs des écoles françaises d'ingénieurs, comme toutes les institutions scientifiques ***sérieuses*** en font même leur credo : une école d'ingénieurs est un ***institut de sciences appliquées.*** Le modèle est à la fois simple et rassurant, et il constitue un compromis acceptable : aux vrais scientifiques, les ***sciences pures, ou fondamentales,*** aux ingénieurs ***les sciences appliquées ;*** concession de vocabulaire, d'ailleurs, car on pense ***application de la science*** plutôt que ***science appliquée !*** L'exercice épistémologique de définition des critères de scientificité d'une ***science appliquée*** n'a jamais, semble-t-il, été entrepris avec succès. La ténacité de quelques pionniers a, certes, permis au CNRS de faire accepter par l'institution la notion de ***science physique pour l'ingénieur,*** qui impliquait une sorte d'équivalence entre les sciences appliquées et les sciences de l'ingénieur... Mais ce glissement, apparemment gratifiant pour les ingénieurs, ne fut guère justifié autrement que par ses connotations économiques : financer des recherches scientifiques plus utiles, ou plus rentables ?... L'institution scientifique, assurée que l'essentiel, pour elle, n'était pas remise en cause, laissa faire, tout en veillant à maintenir les distances symboliques : le choix par le CNRS de l'expression ***science physique pour l'ingénieur*** (qui traduit — en principe — l'anglo-saxon ***Engineering Science***) n'est pas aussi neutre qu'on le laisse entendre[35] : pourquoi science physique, et pas science tout court, ou sciences de la nature, de la matière, de la vie, de l'esprit... ? Et surtout, pourquoi ce ***pour,*** qui suggère que les autres sciences physiques seraient ***contre l'ingénieur ?*** Ou, plus probablement, qu'il s'agit de cette partie de la physique « ***bien assez bonne pour*** » l'ingénieur : on ne va tout de même pas donner des perles à ces pourceaux ! Le paradoxe ici n'est-il pas dans le silence prudent des ingénieurs ? Au lieu de s'indigner devant cette symbolique ambiguë qui dégrade presque explicitement leur image, ils assurent que cette concession des ***vrais*** scientifiques constitue déjà un progrès et qu'il faut savoir se contenter de ces petites satisfactions d'amour-propre. Ne doit-on pas s'étonner de l'opacité qui enveloppe ces débats institutionnels — qui se développent en France depuis dix ans — dont l'intérêt culturel et pédagogique pour les citoyens, et pas seulement pour les ingénieurs et les scientifiques, semblent pourtant peu contestable ?

Science de l'ingénieur, ou science appliquée, ou science au rabais bien assez bonne pour les ingénieurs, voire pour les techniciens, développement, qui suit, docile, la recherche scientifique... Ces concepts se sont peu à peu engrangés dans la culture contemporaine, prenant la suite de celui de ***science industrielle*** qu'avait tenté de dégager, sans grand succès, Alphonse Lavallée, le fondateur de l'Ecole centrale dès 1829, après que Beckman eut tenté d'acclimater « ***La science toute nouvelle de la technologie***[36] ». Ils s'adaptaient si bien à la conception globale de la science que forgeait au XIXe siècle le ***grand prêtre*** Auguste Comte, ancien major du concours d'entrée à l'Ecole polytechnique, le positivisme, que leur légitimité s'assurait implicitement sans difficulté ; les directeurs d'école d'ingénieurs, soucieux de respectabilité académique pour garantir la notoriété de leurs établissements, s'appuyèrent sans réserve sur ce modèle : former un ingénieur, c'est lui transmettre un lot volumineux de ***connaissances positives*** — et donc, pensait-on, rationnellement garanties ! des connaissances fondamentales donc. L'***application de ces connaissances*** ira toujours de soi et sera affaire de circonstances. Programme intransigeant, qui exclut toute conception concurrente, puisque le paradigme positiviste qui le cautionne postule, en effet, qu'il est seul exclusivement véritablement scientifique : tout énoncé en infraction à l'un quelconque de ses axiomes est, par définition, ***fausse-science.*** Intransigeance qui va contribuer à institutionnaliser, en France en particulier, ce modèle des relations des ingénieurs d'application et des scientifiques purs : les logiciens voleront au secours de l'institution lorsque les ingénus découvriront les paradoxes que l'on vient d'évoquer : ils assureront qu'il s'agit là de « ***problèmes délicats, que le bon sens de la logique traditionnelle s'était révélé incapable d'élucider*** »... mais que la logique formelle moderne, elle, sait fort bien traiter : il lui suffit au fond de baptiser ***pseudo-paradoxes...*** les paradoxes, pour les escamoter. A l'abri d'une symbolique pratiquement indécodable même par leurs pairs, ils protégeront pourtant les quelques axiomes que récusent cependant les honnêtes gens... et qui fondent les paradoxes... lesquels ne sont paradoxaux qu'en référence à une logique exclusive ou hétéroréférentielle ! Ainsi cet énoncé parfaitement conforme à la logique formelle : celui qui connaît les sciences est ***ou*** scientifique ***ou*** ingénieur ; si vous acceptez l'axiome, ne soyez pas surpris de trouver au terme des déductions, quelques propositions que vous tiendrez pour paradoxales !... Mais si, à ces ***ou,*** vous substituez un ***et,*** alors les logiciens positivistes vous banniront, vous accusant de fausse-science parce que vous ne respectez pas leur axiomatique !... Pauvres ingénieurs, acculés à une des plus dramatiques « double contrainte[37] » que la logique de la communication batesonienne ait jamais diagnostiquée !...

L'INGÉNIEUR : CONCEPTEUR OU ANALYSTE, ARCHITECTE OU ABEILLE ?

Léonard de Vinci (qui consultait plus volontiers Archimède qu'Aristote, ou Simon Stevins, lirait sans doute ces réflexions sur les paradoxes de l'ingénieur avec quelque perplexité : pour eux comme pour bon nombre de leurs contemporains, l'ingénieur, concepteur et créateur par excellence, celui qui ***construit la cellule dans sa tête avant de construire dans la ruche***[38], l'ingénieur est ***et*** un scientifique ***et*** un artiste. Nos clivages contemporains — et donc, peut-être, contingents — entre l'ingénieur et l'architecte, et ***a fortiori*** entre l'ingénieur et le scientifique, apparaissent alors... byzantinisme ou académisme. Ces ingénieurs complets savent que, depuis les Grecs, la musique est une science, comme l'est, depuis Vitruve, l'architecture. La prodigieuse entreprise cognitive par laquelle une ***intention*** se transforme en un ***possible,*** un ***possible*** se transforme en un ***nécessaire,*** le ***nécessaire*** en un ***artefact,*** l'***artefact*** en un nouvel ***idéal,*** cette entreprise est reconnue comme ***indivisible,*** elle est, dans sa nécessaire autonomie, dans l'***unité unique de l'esprit humain pensant,*** projetant en représentations artificielles ***les perceptions qu'il conçoit, les conceptions qu'il perçoit :*** représentations artificielles et donc ***dessin, et « design » :*** il est une science de la

Le paradoxe des deux ingénieurs

L'ingénieur Type X		*L'ingénieur Type Y*
- *Analyser* d'abord (au bistouri) - *Réduction analytique* - Problèmes à *résoudre* - Se ramener au problème précédent - Logiques *disjonctives*	*Deux méthodes*	- *Concevoir* d'abord (à la spatule) - *Modélisation* systémique - Problèmes à *poser* - «Dans quoi, Pour quoi ?... » - Logiques *conjonctives*
- Le *fond* seul importe - Mathématiser d'abord - *Transmettre* (A vers B - Il existe toujours un *optimum* (one best way)	*Deux langages*	- Le Médium est le message - Formaliser d'abord (scripto-visuel) - *Communiquer* (A et B) - Il existe bien des *satisfecum*
- Le système *technique*, pur ! - Transformer *matière* en *énergie* - *Simplifier* le *compliqué* (quitte à le mutiler) - *Pluridisciplinarité* (additive)	*Deux domaines d'intervention*	- Le système *socio-technique* - Transformer *information* en *organisation* - *Modéliser* le *complexe* (sans l'épuiser) - *Transdisciplinarité* (sciences du génie)
- *Indépendance* des *moyens* (neutres) et des *fins* - Primat de *l'efficacité* (Efficiency : faire plus avec moins) - *Mono* Rationalité, mono-*critère* - Supériorité sociale de *l'expert* - *La connaissance* est un *état*	*Deux référentiels de valeurs éthiques*	- *Récursivité des moyens* et des *fins* - Primat de *l'effectivité* (Effectiveness : faire ce que l'on veut faire) - *Multi Rationalité, multi-critère* - Humilité sociale de *l'expert* - *La connaissance* est un *processus*

Le tableau ci-dessus présente les deux extrêmes d'un continuum sur lequel peut se profiler chaque ingénieur : entre l'«X» et l'«Y».

musique, il est une science du dessin[39], il est une science du «design», une science de la conception donc. Cette science que souvent, depuis Archimède, nous appelons ***science de la méthode.*** Science fondamentale certes, que Descartes et les logiciens de Port-Royal enfermèrent trop tôt dans un carcan dogmatique, mais qui était déjà magistralement illustrée, plus d'un siècle auparavant, par les carnets de Léonard. On se souvient de l'étonnement admiratif de Paul Valéry[40] les découvrant à l'heure où Claude Bernard triomphant transformait le discours cartésien en un code de politesse bourgeoise[41] ou un règlement de police; il est donc bien d'autres façons de conduire sa raison et de chercher la vérité dans les sciences:

«... et je déployais une méthode sans lacunes. Où? Pour quoi? Pour qui? A quelle fin? De quelle grandeur? Et circonvenant de plus en plus mon esprit, je déterminais au plus haut point l'opération de transformer une carrière et une forêt, en édifices, en équilibres magnifiques[42]!...»

Quel ingénieur, aujourd'hui encore, nous dirait que ce n'est pas ainsi qu'il se doit de ***«conduire sa raison»?*** Lequel oserait assurer qu'il lui faut d'abord et exclusivement diviser, diviser encore, et établir un ordre entre tant de parcelles qui ***ne s'entresuivent pas naturellement[43]?***

On pourrait je crois demander quelques autres cautions à des propos apparemment si séditieux, en sollicitant d'autres philosophes qui confessent une formation initiale d'ingénieurs (ou de quasi-ingénieurs... physiciens ou administrateurs et officiers)... Wittgenstein, Husserl, Bachelard, d'autres sans doute, moins illustres et moins audacieux (car il fallait, il faut encore, quelque audace pour envisager l'hypothèse même d'une crise de ***la*** méthode analytico-positiviste dite scientifique). L'exercice ne serait peut-être pas aussi convaincant qu'on le voudrait ici, dans la mesure où nos grands hommes, à la différence de Paul Valéry, tenaient implicitement pour acquise une séparation entre la science et la technique dont notre ingénieur sait qu'elle est mortelle pour son image... Il faut, semble-t-il, attendre qu'en 1969, Herbert A. Simon interpelle les ingénieurs du MIT[44] pour qu'enfin la question soit à nouveau posée: il est une autre conception globale de la science, tout aussi légitime que l'analytico-positiviste: celle qui fait de la science un ***projet:*** projet d'intelligibilité de l'activité cognitive de l'homme concevant et percevant les possibles avant de les décrire par un seul nécessaire, contingent mais tangible: ***concevoir un projet possible*** au lieu d'***analyser un objet nécessaire*** — une tout autre entreprise, apparemment, pour le scientifique positiviste, mais la même entreprise, peut-être, pour l'ingénieur. Ingénieur dès lors libéré des contraintes cognitives qu'un analytisme pseudo-scientifique (pseudo parce qu'exclusif) faisait peser sur son activité. Plus il voulait ressembler à ce scientifique analytico-positiviste, moins il disposait de ressources méthodologiques lui permettant de ***concevoir l'artificiel*** imprégné dans le naturel, et l'imprégnant. Dès que nous convenons, avec H. A. Simon, qu'il est d'autres paradigmes, qui font de la ***conception («design»)*** un acte au moins aussi scientifique que ne l'est l'***analyse,*** de nouveaux champs s'ouvrent librement à l'activité scientifique! S'ouvrent ou se ré-ouvrent!... Car d'Archimède à Léonard, de Simon Stevins à Beckman II, de Christens à P. Valéry, de G. Bachelard à J. Piaget ou à E. Morin, il est une autre tradition qui tisse, elle aussi, l'histoire visible et invisible de la science, une tradition pour laquelle il ne saurait être paradoxal que l'ingénieur soit, aussi, un scientifique, le scientifique, un ingénieur[45]... C'est ce paradigme épistémologique que nous pouvons aujourd'hui restaurer, en nous référant aux pages qu'H. A. Simon lui a consacrées; il pourra peut-être nous proposer un modèle de l'ingénieur plus novateur et pourtant moins paradoxal que le modèle dominant depuis un siècle ou deux, plus novateur et pourtant plus traditionnel (paradoxe, malgré tout?) puisqu'il trouve ses motivations dans une magnifique et vieille histoire de la science, naturelle et artificielle:

L'unité perdue lorsque, en 1144, Hugues de Saint-Victor proposa de séparer les arts libéraux des arts mécaniques[46] ne pourrait-elle, dans le ressourcement épistémologique contemporain, être retrouvée, et magnifiée? Ce ne serait pas la moindre contribution des ingénieurs d'aujourd'hui à la science, et donc à la culture de ce temps. Ils y auront — s'ils y parviennent — quelques mérites, en France surtout, tant sont pétrifiés les modèles auxquels se réfèrent les écoles d'ingénieurs[47].

INGÉNIEURS: SUBSTITUER AUX «X» DES «Y».

Cette exploration cavalière par ***la méthode des paradoxes,*** de ce que l'on pourrait appeler la crise de l'ingénieur, n'épuise sans doute pas notre propos; tout au plus corrobore-t-elle la présomption:

Il y a bien crise... crise révélatrice de quelques enjeux culturels et politiques. On peut tenter de présenter ce diagnostic sous forme schématique, par le jeu de deux archétypes, extrêmes d'un continuum sur lequel se dessine notre ingénieur. Ingénieur contraint au paradoxe selon l'extrémité que l'on privilégie. L'ingénieur extrême type X est sans doute parfaitement profilé par la conception officielle française de formation des ingénieurs, conception qui tire sa force du fait qu'elle parvient à se survivre, quasi immuable, depuis près de deux siècles! L'ingénieur extrême type Y est au moins aussi digne du beau nom d'ingénieur que l'«X», mais il en diffère... parfois extrêmement. Peut-être trouvera-t-on, dans quelques instituts de formation d'ingénieurs californiens, italiens ou suédois, quelques témoins fragiles de la possibilité même d'un modèle «Y». L'histoire de l'ingénieur-sans-école entre 1450 et 1750 nous en livre une autre démonstration, plus convaincante, plus éclairante aussi peut-être? Moins pourtant que les anecdotes que recueille le promeneur au fil de ses rencontres avec des ingénieurs: révoltés ou non, les ingénieurs type Y existent, puisque vous et moi les rencontrons souvent. Se peut-il qu'en méditant sur le tableau «X, Y» (cf. ci-contre) par lequel on se propose de conclure en condensant les paradoxes de l'ingénieur, hier X et — pourquoi pas — demain, à nouveau Y, nous parvenions collectivement à décaper la bonne conscience épistémologique dans laquelle se drapent encore... les institutions d'ingénieurs... autant que les entrepreneurs et les scientifiques.

Notes et références.

1. Paradoxe ***sur*** l'ingénieur? Il existe un beau texte de Paul Valéry, dont on n'a pas osé s'inspirer, mais que l'on voudrait inviter le lecteur pensif à lire ou à relire, intitulé «Paradoxe sur l'architecte» (mars 1891), repris dans les «Notes» d'***Apolinos ou l'Architecte,*** lesquelles furent publiées en mars 1921, l'édition Pléiade des Œuvres de Paul Valéry, Tome II, pp. 1402-1405. Les mêmes notes nous apprennent que Paul Valéry apprit vers 1930 qu'Eupalinos était «ingénieur plus qu'architecte, creusait des canaux et ne construisait guère de temples», ce qui ne l'incita pas à modifier la teneur des idées qu'il lui prêtait. L'ingénieur contemporain serait-il le même si Paul Valéry avait intitulé son merveilleux dialogue: «Eupalinos ou l'ingénieur»? Il est vrai qu'il l'écrivit sur commande pour un volume intitulé ***Architecture.*** Reçut-il une commande analogue pour une revue d'ingénieurs? On peut craindre que non!... Puis-je reproduire une ligne de ce Paradoxe ***sur*** l'Architecte: ***«Il rachètera l'Art superbe, épuisé par trois cents années d'injurieuses bâtisses et de lignes inanimées!...»***

2. RUYER Raymond. ***Paradoxes de la conscience et limites de l'automatisme.*** Paris. Editions Albin Michel, 1966.

3. Boucles étranges que ces boucles logiques qui associent sans cesse le sujet observant à un objet observé qui est précisément le sujet observant : merveille fascinante de l'auto-référence. Le logicien américain D. Hofstadter nous a restitué cette capacité d'émerveillement en proposant d'appeler ***boucles étranges (et hiérarchies entrelacées)*** ces relations cognitives familières bien qu'interdites. ***Gödel, Esher and Bach, an eternal golden braid. A metaphorical fugue on minds and machines.*** Basic Books, 1979 ; Penguin Books 1980, 777 pages.

4. La formule est de Marcel Boll et Jacques Reinhart, dans leur classique ***Histoire de la logique*** (PUF - Que sais-je ? 1946, huitième réédition, 1980 !) : on le vérifie ici aisément, la « logique formelle » ne suscite pas la modestie intellectuelle chez ses promoteurs !

5. Voir, dans la même livraison, l'article « Le Mot ingénieur » d'Hélène Vérin.

6. Bertrand GILLE, dans sa célèbre ***Histoire des techniques,*** Paris, Gallimard, 1978, (Pléiade) n'hésite pas à désigner Archimède ou Héron d'Alexandrie... comme bien d'autres mécaniciens, géomètres, physiciens ou mathématiciens grecs, comme des ***ingénieurs,*** reconnaissance rétrospective que nul ne conteste malgré... son paradoxe : pouvait-on être ingénieur alors que l'ingénieur (le mot) n'existait pas ! Curieusement, il tient Eupalinos pour un architecte plutôt que pour un ingénieur, mais les références de Paul Valéry, que B. Gille ignorait peut-être, semblent solides (cf. note 1).

7. Bertrand GILLE (***op. cit.,*** pp. 596-597) propose de retenir une date un peu antérieure : entre 1450 et 1475, en reconnaissant ***nettement le profil de l'ingénieur*** chez Francesco di Giorgio Martini (1439-1502), dont la réputation d'ingénieur couvrait toute l'Italie dès 1480... Carlo Pedretti, dans son ***Léonard de Vinci, Architecte,*** Electa-Moniteur, 1978-1983, page 36, interprète différemment la fructueuse rencontre de F. di Giorgio (qui a alors 51 ans) et de Léonard de Vinci (qui a 38 ans) à l'occasion de cette réunion du 27 juin 1490.

8. ***L'invisible social*** (ou l'invisibilité sociale) est ***un de ces mots dont la fonction est précisément de ruser avec l'objectivation, en refusant le couplage univoque du mot et de l'objet :*** concept très puissant, ***piste à multiples entrées,*** que l'on doit à Yves Barel et qui s'avère d'une telle efficacité heuristique que l'on s'étonne de sa trop lente diffusion : paradoxe de l'invisible sans doute, qui se dégrade dès qu'il s'actualise ! il est présenté dans ***La Marginalité sociale,*** Paris, PUF, 1982. Sur ce concept, voir également la très riche réflexion antérieure d'Y. BAREL sur ***Le Paradoxe et le système,*** Presses Universitaires de Grenoble, 1979, à laquelle on s'est implicitement référé ici... pour jouer sérieusement... avec les paradoxes !

9. La formule est extraite d'un dossier publié par le C.E.F.I. : « Comité d'étude sur les formations d'ingénieurs » (Bureau d'étude quasi officiel des écoles d'ingénieurs françaises) sous le titre : « ***Les formations d'ingénieurs en France — Inventaire des systèmes de formation » mars 1979.*** Elle conclut une longue introduction du dossier intitulée : « ***Définir l'ingénieur*** ». Cette définition avait suscité quelques premières études qui sont sans doute, pour une part, à l'origine du présent article. Présentées pour la première fois à une conférence de la « Société Européenne de formation des ingénieurs » (SEFI - UNESCO, Paris, 1980), sous le titre « ***Les paradoxes de l'ingénieur et de sa formation*** » (et partiellement reprises par la revue ***Arts et manufactures,*** mars 1981), ces premières idées furent développées dans un texte publié en anglais par ***European Journal of Engineering Education,*** Elsevier, Vol. 6 (1981), pp. 105-115, sous le titre « ***The paradoxes of the contemporary engineer*** ».

10. Il s'agit de la définition « par extension, XIXe siècle », du ***Grand Robert.*** Le ***Petit Robert*** dit de la même définition qu'elle est « moderne, XVIIe, XVIIIe siècle ».

11. La borne supérieure 1750 est commode : le lancement de l'encyclopédie de Diderot-d'Alembert est un repère familier. L'ouvrage n'aurait-il pu constituer le manuel des premières « écoles d'ingénieurs » qui se développèrent en France à partir de 1740 ?

12. Dans son étude sur ***Léonard de Vinci architecte*** (page 58), Carlo Pedretti nous révèle un Léonard urbaniste très moderne et jusqu'ici peu connu, semble-t-il ?

13. Bien que l'on mentionne une école d'artillerie navale à Venise dès 1506, c'est à partir de 1740 que commencent à apparaître les établissements d'enseignement spécialisés dans la formation des ingénieurs : l'école des constructeurs de la marine s'ouvre à Paris en 1740 (date mentionnée par BOUDRIOT J., ***L'Histoire,*** n° 36, juillet 1981, antérieure donc à celle retenue par B. GILLE, ***op. cit.,*** p. 1517, 1763. Le titre d'« ingénieur-constructeur de la Marine » est établi en France par une ordonnance de 1756. L'Ecole des ponts et chaussées est fondée, à Paris également en 1747, avant l'Ecole des Mines de Paris en 1783 et, en 1794, le Conservatoire national des arts et métiers et l'Ecole polytechnique.

14. On a retenu les titres de deux ouvrages désormais classiques de GILLE B., ***Les Ingénieurs de la Renaissance,*** Paris, Seuil, 1966 et 1980 et ***Les Mécaniciens grecs,*** Paris, 1978.

15. Ce thème de l'évolution des représentations de l'ingénieur et des épistémologies des sciences du génie associées à ces représentations, fait l'objet d'une recherche en cours dans le cadre d'un contrat d'ATP CNRS STS. Une première étude présentée à l'Atelier CNRS-STS : « ***Evolution des concepts de technique et de technologie*** » de février 1983, sera prochainement publiée dans un « Cahier STS » : « ***Sur le processus d'autonomisation des sciences du génie*** », par J.-L. Le Moigne et H. Vérin.

16. Les « conflits de rationalité » qui vont dès lors opposer, à partir du XVIe siècle, les ingénieurs et les architectes aux entrepreneurs sont mis en valeur de façon très vivante dans l'ouvrage de VÉRIN H. : ***Entrepreneur, Entreprise, Histoire d'une idée,*** Paris, PUF, 1982.

17. « Civil Engineer » : « ***La supériorité de l'industrie en Angleterre tient principalement à l'existence dans ce pays d'un grand nombre d'ingénieurs civils presque inconnus en France. Ces ingénieurs libres, sans aucune dépendance du gouvernement... sont... ce qu'en France les architectes sont pour les constructions.*** » Extrait du prospectus par lequel Alphonse Lavallée présentait, en 1829, le projet de l'Ecole centrale des arts et manufactures qu'il venait de constituer (et qu'il allait diriger pendant trente-trois ans).

18. Arts mécaniques, arts libéraux : le clivage entre « les deux cultures » (C. P. SNOW, 1959-1968 - J.-J. Pauvert) remonte sans doute à cette distinction « non innocente » rappelle G. DUBY dans son ***Séminaire de l'Ecole du Louvre*** - « Science, Technique et Industrie ». La Documentation française, 1982, page 27), introduite par les clercs de l'Ecole de Saint-Victor vers 1141... pour assurer quelque légitimité philosophique à leurs conflits théologiques... et politiques avec les évêques... avant-hier, avec les académies, hier !...

19. Médecin-architecte : la formule est de Léonard de Vinci.

20. Concevoir, dessiner, calculer, programmer, surveiller l'exécution... telles sont peut-être les ***fonctions*** les plus incontestées et les plus permanentes par l'exercice desquels on reconnaît, depuis toujours, l'ingénieur. Le dessin (« ***the design*** » ***?***), en particulier, semble constituer la fonction symbolique la plus incontestée : « ***Nos premiers pères n'ont bâti leurs cabanes qu'après en avoir conçu l'usage*** », montrait Boullée dans un texte que rappelle une importante étude de BOUDON Ph. ***Architecture et Architecturologie,*** tome I, Paris, AREA, 1975, p. 18. ***Concevoir l'image : dessiner.*** E. T. Layon, dans son article « ***Technologie et connaissance*** », Culture technique, n° 10, souligne que « ***La capacité de dessiner était tacitement le dénominateur commun des ingénieurs américains du siècle dernier et parfois le critère officiel d'admission dans les sociétés professionnelles*** » (page 193). Dans son autre article déjà cité sur le métier d'ingénieur, il sera conduit à généraliser, de la ***capacité de dessiner à la capacité de concevoir :***

« ***Les termes utilisés par les sociétés les plus professionnelles sont "la capacité ou l'aptitude à concevoir" (design ?). Les ingénieurs prennent ces termes très au sérieux... Ils sont une tentative pour définir ce qu'est l'art de l'ingénieur...*** » (P. 130.) On doit souligner que cette représentation ne fait pas encore l'unanimité puisque la revue veille à ajouter une « ***discussion autour de l'article*** ». Layton ne se réfère pas aux textes de H. A. Simon qui fondent solidement sa position — au moins en terme épistémologique sinon en terme historique — peut-être parce qu'il ne les connaissait pas ? L'article semble avoir été rédigé vers 1971-72, alors que le texte fondamental de H. Simon sur ***la science de la conception*** a été publié en 1969. Cf. note 44.

21. L'image de l'irradiation m'est suggérée par un commentaire de ARMAND L., ***Simples Propos,*** Paris, Fayard, 1968, page 307 : « l'***Encyclopédie*** a "irradié" la France... » Il ignorait sans doute les conditions économiques de cette irradiation qui ne permettent pas de tenir l'***Encyclopédie*** comme une « initiative généreuse » ***(sic).*** Mais la métaphore semble pertinente si l'on accepte le modèle d'une irradiation avec incubation !

22. On connaît notamment les études de Terry Shinn et de G. Ribeill sur cette émergence de la ***profession*** d'ingénieur en France.

23. Cf. l'étude référenciée en note 15.

24. La plupart des références dont on s'est aidé pour diagnostiquer ces paradoxes de l'ingénieur sont, explicitement ou implicitement, de sources française, parfois — insuffisamment à mon gré — italienne, allemande ou anglaise. Les dangers de cette limitation (nullement délibérée, on l'a compris) me semblent moins grands que je ne l'appréhendais, depuis que j'ai travaillé le numéro dix de ***Culture technique,*** et le panorama des recherches sur l'histoire de la culture technique aux U.S.A. qu'il propose : les deux articles de synthèse de E. T. Layton, en particulier, révèlent de nombreux arguments qui corroborent la thèse de l'irréductible et nécessaire complexité de l'ingénieur, s'enrichissant dans toutes les cultures sans jamais s'y diluer.

25. « ***L'unité dans la conception, pierre angulaire de notre art*** » ***:*** cf. la belle page que lui consacre F. Pouillon dans ***Les Pierres sauvages,*** Seuil, 1968, p. 109. Jean Dhombres révèle une autre face de cette ambition unifiante, en évoquant « ***Les dessins que Léonard de Vinci fit pour le livre de Luca Pacioli,*** La Divine Proportion, ***paru en 1509... : il s'agit bien d'une construction*** et d'une volonté de faire aller de pair sciences et arts » (***Science, Technique, Industrie,*** page 21, cf. note 19).

26. Dans un chapitre, dû à J. Guillerme d'un recueil ***Architecte et ingénieur dans la presse : polémique, débat, conflit,*** préparé par H. Lipstadt et H. Mendelsohn (1980) ; chapitre 3 : « Les institutions technologiques et l'enjeu épistémologique » (page 105).

27. Cf. note 24.

28. Cf. référence donnée en note 26, page 116.

29. En tant que professionnel de la science, le «Scientifique» est beaucoup plus jeune que l'ingénieur. E. T. Layton indique que le mot («scientist») «fut forgé au XIXe siècle par Whewell, lorsque la notion de philosophie de la nature fut dépassée par suite du développement de la professionnalisation» (*Culture technique,* N° 10, page 120).

30. BUNGE M., *Epistémologie,* Paris, Maloine éditeur, 1983, page 31.

31. Révolutions scientifiques: au sens, bien sûr de KUHN T. S.: *La Structure des révolutions scientifiques,* Paris, Flammarion, 1970-72.

32. G. Canguilhem, notamment, a bien mis en évidence l'enjeu de la question: *Léonard de Vinci est-il un vrai scientifique?* Répondre oui, c'est *«reculer de plus d'un siècle les origines de la science moderne»* (*La Connaissance de la vie,* Paris, Vrin, 1947 et 1980, p. 109).

33. de BROGLIE L., *Nouvelles Perspectives en microphysique,* Paris, Albin Michel, 1958, page 264. (Longuement cité à l'article *Ingénieur* du *Grand Robert).*

34. Il y eut, semble-t-il, quelques contrefaçons dont d'indignait Réaumur, chargé du projet de l'Académie. Mais il semble que, dès 1760, l'Académie des sciences donnait son «approbation» à Diderot, tout en activant la publication de ses propres volumes de planches, dès 1762: presque en même temps donc que les volumes de planches de l'*Encyclopédie.*

35. La précipitation avec laquelle l'institution escamota en 1982 une recommandation *«pour la reconnaissance des sciences du génie»* présentée au Colloque national recherche et technologie par une soixantaine d'ingénieurs et de scientifiques, certains fort éminents, est significative: reconnaître une science du génie qui ne serait pas confinée aux rayons des sciences appliquées... ne serait-ce pas une concession susceptible de remettre en question un statu quo enfin acquis?

36. «La science toute nouvelle de la technologie»: l'expression est de Karl Marx, qui l'écrit près d'un siècle après que Beckman eut «inventé» la technologie.

37. Double contrainte? *Double Bind* du type: «il est interdit d'interdire» ou «sois spontané». G. Bateson et l'Ecole de Palo Alto ont, depuis dix ans, finement exploré les pittoresques paradoxes que la logique formelle infligeait... à la logique des communications entre les êtres humains. Leurs recherches ne concernent pas que les psychothérapeutes quoique en assurent nos académies. Mais convenons qu'elles sont encore rarement présentées dans les écoles d'ingénieurs!

38. Référence à la célèbre métaphore de K. Marx, qui image dramatiquement les paradoxes de l'ingénieur: il se voit architecte créateur (concepteur) et la société le voit abeille besogneuse (analyste). (*Le Capital,* III, page 728 de l'édition Pléiade, tome I.) Parmi les nombreux concepteurs qui s'y sont référés — on se souvient du titre d'un ouvrage de F. Mitterrand — on doit mentionner l'essai, trop ignoré en France, de l'ingénieur britannique Mike Cooley, *Architect or bee? The human Technology relationship,* Published by Langley Technical Services, Slough, UK, 1980. Le numéro huit de *Culture technique* a publié un important article de Cecilia Casasus consacré pour l'essentiel au cas de la «Lucas Aerospace», dont le pionnier, et le porte-parole, fut précisément Mike Cooley, mais curieusement, cette étude ignore cet ouvrage par lequel il réfléchissait cette exceptionnelle expérience! Il faut pourtant souligner l'intérêt de cet article, qui constitue à ce jour, et à ma connaissance, l'unique document détaillé dont nous disposons en langue française pour être informés de cette entreprise, si originale à bien des titres, révélatrice d'un *nouvel ingénieur* qui ressemble plus à Léonard de Vinci qu'à Auguste Comte.

«Construire dans sa tête autant que dans la ruche», n'est-ce pas ce que suggérait déjà L. de Vinci (cité dans son premier biographe, G. Vasari): «Car de la réflexion seulement peuvent naître les combinaisons habiles, le travail manuel n'étant en définitive que de reproduire des images conçues par l'imaginaire.»

39. *Le Traité de la peinture* de Léonard de Vinci est, pour l'essentiel, un magnifique traité de *«la science du dessin»* (ou de la *représentation,* ou de la *«design»*). On montrerait facilement la supériorité méthodologique et instrumentale de ce traité sur le *«Discours de la méthode... pour chercher la vérité dans les sciences»*... pourtant rédigé cent cinquante ans plus tard!...

40. *L'Introduction à la méthode de Léonard de Vinci* que Paul Valéry rédigea en 1894 ne devrait-elle pas être le livre de chevet de tous les enseignants chargés d'instruire les ingénieurs?

41. L'introduction de G. Canguilhem à *La Connaissance de la Vie,* ouvr. cité, est une vivante illustration de cette thèse: *«Il est d'usage, après Bergson, de tenir* L'Introduction à l'étude de la médecine expérimentale *(1865) comme l'équivalent du* Discours de la méthode (1637)»... Illustration de nos paradoxes de l'ingénieur par la relative concomitance de ces deux *Introduction à la méthode,* celle de C. Bernard et celle de P. Valéry, qui proposent à l'ingénieur deux discours profondément antagonistes: l'Analytique et le Systémique.

42. VALERY P., *Eupalinos ou l'architecte* (Edition Pléiade, tome II, page 146). Voudra-t-on opposer ce magnifique (et pertinent) discours de la méthode selon Eupalinos-Vinci-Valéry, à la page si classique du discours de R. Descartes: *«Au lieu de ce grand nombre de préceptes dont la logique est composée, je crus que j'aurais assez des quatre suivants...»* Si l'ingénieur devait choisir (le doit-il?), pourquoi les écoles d'ingénieurs, les académies, le contraindraient-elles à choisir le discours cartésien contre le discours valéryen?...

43. Ce refus de naturel au nom du rationnel n'est pas un des moindres paradoxes de la pensée cartésienne: sans «naturalité», que peut être une évidence, dans le carcan de la méthode dite expérimentale!...

44. H. A. Simon, prix Nobel de Sciences économiques 1978, est sans doute le plus *novateur des ingénieurs et scientifiques* contemporains puisqu'il est aussi un éminent épistémologue, un éminent psychologue et un éminent ingénieur, cofondateur en 1956 d'une discipline typiquement ingénierale autant que scientifique, l'*Intelligence artificielle,* qu'il contribue à ne pas laisser réduire à une *science informatique* dont il est, par ailleurs, un maître incontesté (ACM Award 1975). Les conférences qu'il donna, en 1968, aux ingénieurs du plus illustre institut de formation d'ingénieurs *(Massachusetts Institute of Technology, MIT)* et en particulier la troisième, dans laquelle il fait le procès de la thèse d'une définition de l'ingénieur présenté comme un «applicateur» de connaissances scientifiques, constituent un document proprement fondamental. Il a d'ailleurs été reçu comme tel dans bon nombre de pays (Japon, Chine, Suède, etc.). Ce sera peut-être notre dernier paradoxe que de relever l'incapacité dans laquelle ont été depuis dix ans la quasi-totalité des responsables des écoles d'ingénieurs françaises d'entendre, et *a fortiori* de comprendre, ce message pourtant remarquablement argumenté... et cautionné par les autorités académiques ou industrielles les plus sérieuses (outre-Atlantique!). La première édition de *The Sciences of the Artificial* a été traduite par mes soins sous le titre *La Science des Systèmes, Science de l'Artificiel,* Paris, L'Epi, éditeur, 1974, diffusion Desclée de Brouwer. Une seconde édition, complétée par trois nouveaux chapitres (conférences présentées, cette fois, à l'Université Berkeley, Californie, en 1980) a été publiée en 1981 (MIT Press).

45. Cette hypothèse proprement épistémologique, qui n'est ici que présentée sans être véritablement argumentée dans le sévère appareil que requiert à juste titre la philosophie des sciences (qu'elles soient sciences d'Analyse ou sciences du Génie). On trouvera dans l'étude présentée en note[15] quelques-uns des premiers repères sur lesquels on s'appuiera pour étayer l'édifice.

46. La distinction préconisée par les clercs de l'école médiévale de Saint-Victor n'était bien sûr pas véritablement nouvelle: au mieux, elle resurgissait; n'était-ce pas la même distinction que préconisait la rationalité aristotélicienne s'opposant à l'ancestrale et efficace métis. Le célèbre essai de M. DETIENNE et J.-P. VERNANT illustre fort bien cette histoire: *Les Ruses de l'intelligence, la métis des Grecs,* Paris, Flammarion, 1974-1978 (Champs). Peut-on concevoir que demain une école d'ingénieurs propose à ses élèves un «éloge de la ruse» en convenant que la ruse est, elle aussi, exercice de la raison?

47. Le sociologue Michel Crozier, par une discussion souvent plus normative que proprement sociologique, a proposé une stratégie de déverrouillage de *«la société bloquée»* qui consiste à intervenir d'abord sur ce qui lui semble *«le secteur le plus flou et le moins cohérent de l'enseignement supérieur, les grandes écoles» (On ne réforme pas la société par décret,* Paris, Grasset, 1979, page 76). En «jouant» d'abord sur ces zones floues, assurait-il, on créera le minimum de «mou» qui suscitera, de proche en proche, la propagation de quelques libertés de manœuvres autoréformatrices. Le blocage immédiat, catégorique, sans appel, qu'ont opposé les écoles d'ingénieurs françaises à une pourtant timide tentative de déverrouillage institutionnel des écoles d'ingénieurs amorcée par le gouvernement français en mars 1983 dans le cadre de la réforme de l'enseignement supérieur, est révélateur de la pétrification culturelle du «milieu»: contrairement à ce que pensait le sociologue (ici, beaucoup moins «factuel» qu'il le croyait), ce secteur ne se tient pas pour flou ou peu cohérent! Comment une privilégiature se maintiendrait-elle dans le flou? On racontera peut-être un jour la dramatique fermeture que les ingénieurs français se sont durablement imposés à eux-mêmes en quelques mois obscurs (fin 1982, 1983) pour ne pas sacrifier le modèle si cohérent du «positivisme appliqué» qu'ont institutionnalisé leurs écoles centenaires!...